

ANÁLISE AMBIENTAL ATRAVÉS DE GRÁFICOS EM REDE

ZANATTA, Felipe Augusto Scudeller; ^{a*} LUPINACCI, Cenira Maria; ^b
BOIN, Marcos Norberto; ^c

(a) Dr. em Geografia. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro (SP), Brasil. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3896-6148>. CURRICULUM LATTES: <http://lattes.cnpq.br/8626099819877222>

(a) Dr. em Geografia e Meio Ambiente. Professora Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro (SP), Brasil. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4732-1421>. CURRICULUM LATTES: <http://lattes.cnpq.br/2689821323942199>

(a) Dr. em Geografia e Meio Ambiente. Professor Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Cuiabá (MT), Brasil. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1565-2250>. CURRICULUM LATTES: <http://lattes.cnpq.br/6098281958731476>

(*) CORRESPONDING AUTHOR

Address: UNESP - Avenida 24A n. 1515, CEP: 13506900, Rio Claro (SP), Brasil. Tel: (+55 19) 35269331.

E-mail: FelipeASZ@hotmail.com

RESUMO

Este artigo aborda a problemática erosiva da alta bacia do ribeirão Areia Dourada, Marabá Paulista (SP), mediante avaliação conjunta das formas erosivas com as variáveis físicas e antrópicas. Para tanto, a partir de princípios metodológicos foram analisadas as informações de litologia, solos, formas de relevo e energia do relevo, identificando a restrição ao uso, concebida a partir do potencial à erosão das variáveis avaliadas. Essa restrição foi analisada em conjunto com o uso da terra, possibilitando identificar a relação de compatibilidade e incompatibilidade do uso atual com as características físicas dos terrenos e as formas erosivas. As informações mencionadas foram trabalhadas conjuntamente a partir de gráficos em rede. Como resultado, obteve-se uma síntese da complexidade entre as combinações das variáveis físicas e antrópicas, que permitiram indicar os elementos de forçamento do sistema, catalisadores dos processos erosivos, os mecanismos pelos quais os processos evoluem e os terrenos sujeitos à erosão, caso os condicionantes atuais se mantenham.

Palavras chaves: Características físicas; Uso da terra, Forçamento do sistema; Processos erosivos..

ABSTRACT / RESUME

ENVIRONMENTAL ANALYSIS THROUGH NETWORK GRAPHICS

This article aims to discuss the erosive problem of the high basin of Areia Dourada stream, Marabá Paulista (SP), through a joint evaluation of the erosive forms with the physical and anthropic variables. From the methodological principles, we analyzed the information of lithology, soils, relief forms and relief energy, identifying the restriction to the use, conceived from the potential for erosion of the evaluated variables. This restriction was analyzed in conjunction with land use, making it possible to identify the compatibility and incompatibility relationship of the current use with the physical characteristics of the grounds and the erosive forms. This information was worked together from network graphics. As a result, we obtained a synthesis of the complexity between the combinations of the physical and anthropic variables, which allowed to indicate the forcing elements of the system, catalysts of the erosive processes, the mechanisms by which the processes evolve and the grounds subject to erosion, in case the current conditioners remain.

Keywords: Physical characteristics; Land use, Forcing the system; Erosive processes.

ANALYSE ENVIRONNEMENTALE AVEC DES GRAPHIQUES EN RÉSEAU

Cet article traite de la problématique érosif du haut bassin de la rivière Areia Dourada, à Marabá Paulista (SP), à travers d'une évaluation conjointe des formes érosives avec les variables physiques et anthropiques. Pour ce faire, à partir des principes méthodologiques, les informations sur la lithologie, les sols, les formes de relief et l'énergie du relief ont été analysées, en identifiant la restriction d'usage, conçue à partir du potentiel d'érosion des variables évaluées. Cette restriction a été analysée en liaison avec l'utilisation du sol, permettant d'identifier le rapport de compatibilité et d'incompatibilité de l'usage actuel avec les caractéristiques physiques des sols et les formes érosives. Les informations mentionnées ont été combinées à partir de graphiques en réseau. En conséquence, une synthèse de la complexité entre les combinaisons de variables physiques et anthropiques a été obtenue, ce qui a permis d'indiquer les éléments de forçage du système, des catalyseurs des processus érosifs, les mécanismes par lesquels les processus et les terrains soumis à l'érosion évoluent, dans le cas où les conditions actuelles se maintiennent.

Mots-clés: Caractéristiques physiques; Usage des sols; Forçage du système; Processus érosifs.

Article history:
Received 10 April, 2018
Accepted 20 June, 2018
Publisher 15 October, 2018

INTRODUÇÃO

De acordo com relatório da United Nations Environment Programme (UNEP) de 2014, em torno de 25% das terras do planeta tiveram sua qualidade e produtividade reduzida devido ao desmatamento demasiado e uso inadequado dos solos, sobretudo por manejos agrícolas convencionais ou intensivos que promovem a erosão (fao, 2015). Este problema não se restringe ao solo, se multiplica afetando a qualidade das águas, reduzindo a biodiversidade e limitando a produção de alimentos.

Estudo realizado por Sampaio (2005) para propor um projeto de reforma agrária, levantou que 120 milhões de ha de terras no Brasil encontravam-se degradadas, dados de 2012 apontam que, em um intervalo de sete anos, estas áreas aumentaram para 140 milhões de ha (MMA, 2012).

Silva e Mateo-Rodriguez (2014) associam a problemática da erosão à complexidade de interações e trocas de fluxos de matérias e energia dos ecossistemas naturais, as quais, geralmente, são desconsideradas durante os processos de uso e ocupação dos recursos naturais. Ainda se faz necessário discriminar os atores sociais, as estruturas políticas e agrárias que negligenciam o potencial dos distintos ecossistemas e favorecem o uso inadequado, que, além de gerar os problemas ambientais supracitados, dificulta a implementação de outras formas de uso da terra mais sustentáveis.

Sobre o tema, Porto-Gonçalves (2012), em estudo na região da Amazônia brasileira, verificou que a forma de uso da terra, com influência da cultura europeia que ainda domina as elites brasileiras, “não parte da própria realidade do ecossistema que, por si mesmo, fabricou, com aqueles nutrientes, aquela biomassa” (PORTO-GONÇALVES, 2012 p.45), mas sim provoca a derrubada da floresta para implantação de monocultivos e da pecuária extensiva. De acordo com o autor, além da redução da produtividade, essa relação com os recursos naturais na região tem levado a perdas de milhões de toneladas de solos todos os anos e de patrimônio de biodiversidade inestimável.

Assim como na Amazônia, nas demais regiões e ecossistemas do território nacional, como no Cerrado (PORTO-GONÇALVES, 2004) e na Mata Atlântica, à W do Estado de São Paulo (THOMAZ Jr., 2009), o uso predatório dos recursos naturais se amplia mediante a crescente expansão da fronteira agrícola sob o domínio do agronegócio, que se apropria da estrutura do latifúndio, da política ambiental e agrícola do país e estabelece o monocultivo de commodities nas áreas rurais. Este processo vem reduzindo a área dos biomas, ameaça áreas legalmente protegidas e suprime os movimentos socioterritoriais, reduzindo a atuação dos camponeses, dos extrativistas e das comunidades indígenas, ribeirinhas e quilombolas que estabelecem formas mais sustentáveis no uso dos recursos naturais. Modelo que também, pela baixa rotatividade de culturas, monocultivo, extensão das áreas de produção e necessidade do uso excessivo de insumo agrícolas, gera graves consequências ao ambiente, aumenta a desigualdade e violência no campo, afeta a saúde e coloca em risco a questão alimentar da população (PORTO-GONÇALVES, 2004; PORTO-GONÇALVES, ALENTEJANO, 2010).

Na esfera política, a influência do agronegócio proporcionou mudanças recentes no Código Florestal (Lei 12.651/2012), diminuindo significativamente as áreas legalmente protegidas dentro das propriedades privadas e anistiando os devastadores dos biomas brasileiros. Aliado a este fato, a destinação de incentivos bilionários do governo ao agronegócio, além de colocar em pauta a votação da Proposta de Emenda à Constituição (PEC) 215, que passa a demarcação das terras indígenas, das Unidades de Conservação e dos territórios quilombolas da União (poder executivo) para o Congresso Nacional (poder legislativo), influencia decisivamente a favor do agronegócio já que o setor possui 263 deputados, dos 513 existentes (FPA, 2015).

Essas situações infringem a Constituição Federal de 1988, no que tange o uso dos recursos naturais e a questão fundiária (Cap. III), dos direitos das comunidades tradicionais (Cap. VIII; Título X, Art.68) e de aspectos do meio ambiente (Cap.VI), projetando um cenário que tende a se tornar cada vez mais preocupante em termos de sustentabilidade, preservação dos recursos naturais e proteção das comunidades tradicionais.

Na região do Pontal do Paranapanema, W do estado de São Paulo, que abrange 26 municípios (4% de todo estado) encontram-se 3621 formas erosivas em ravinas e voçorocas, 12% de todo estado (IPT, 2012). A ocupação da região, datada do final do séc. XIX e início do séc. XX, ocorreu mediante a grilagem das terras e extermínio dos povos indígenas para expansão do cultivo de café (FERRARI LEITE, 1998; MONBEIG, 1984). Atualmente, dominada pela pecuária extensiva, com boa parte dos terrenos já degradados, tornou-se um atrativo para as empresas sucroalcooleiras, as quais, amparadas por incentivos robustos do Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES), estabelecem na região o monocultivo da cana-de-açúcar. Esse avanço, de acordo com Thomaz Jr (2009), sob a tutela do Estado que atua como avalista de latifundiários/grileiros e do capital canavieiro, ocorre em áreas que deveriam ser destinadas à reforma agrária, fragilizando os movimentos socioterritoriais e, conseqüentemente, tornando impossível o desenvolvimento de formas mais sustentáveis de uso da terra na região.

Zanatta et. al (2015) ao estudar um fragmento do Pontal do Paranapanema de 46 km² que perfazem a alta bacia do ribeirão Areia Dourada, Marabá Paulista (SP), constataram, através do histórico de uso da terra relacionado aos processos erosivos, que o aumento das áreas de cultivo da cana-de-açúcar, mesmo quando acompanhado de terraços agrícolas e cercamento das margens de ravinas e voçorocas, dinamiza a problemática erosiva da Bacia. Assim, observou-se que não se adequa, ou respeita, os limites do ecossistema local, tampouco existe preocupação com a preservação ambiental ou com o histórico de degradação da região, reproduzindo o uso predatório dos recursos naturais.

No intuito de compreender os condicionantes que resultam nos 385 sulcos erosivos, 138 ravinas e sete voçorocas, além dos 137 terrenos que apresentam marcas de erosão laminar e dos sete canais fluviais com solapamento das margens encontrados nos 46 km² que integram a alta bacia do ribeirão Areia Dourada, o presente artigo objetiva apresentar uma abordagem da problemática erosivas através da avaliação conjunta das formas erosivas com as variáveis físicas e antrópicas. Para tanto, apresenta-se um instrumento em forma de gráfico em rede, concebido a partir de noções básicas apresentadas por Mateo Rodriguez (et al., 2004) e Leal (1995).

Por fim, os resultados foram analisados mediante ao que determina a Constituição Federal de 1988, no que se refere ao meio ambiente (Cap. VI) e à função social da propriedade privada (Cap. III), no intuito de apontar possíveis soluções para a problemática erosiva da Bacia.

ALTA BACIA DO RIBEIRÃO AREIA DOURADA

Inserida no contexto geológico da Bacia Sedimentar do Paraná, a alta bacia do ribeirão Areia Dourada é composta de sedimentos do Grupo Bauru, estratigraficamente subdividida em arenitos das Formações Santo Anastácio, sobreposta pela Formação Adamantina, mais jovem. Ambas, por terem características de ambientes fluviais, apresentam arenitos de granulometria de fina a muita fina e de seleção de regular a ruim, no entanto, a segunda diferencia-se pelo nível de base lacustre, cimentação por carbonato de cálcio - o que denota maior resistência - e intercalação de bancos silto-argilosos com arenosos.

Falhas geológicas datadas do Quaternário, que incidem de SSE-NNW com inflexão para SSW-NNE (STEIN, 1999), definiram o traçado do ribeirão Areia Dourada e, conseqüentemente, a readaptação de toda rede de drenagem, resultando na forma assimétrica da Bacia, que apresenta porção W com maiores altitudes e vertentes extensas e E com topos amplos e vertentes curtas (ZANATTA et. al, 2015).

Locada sobre as áreas de topo, alta e média vertente da bacia, a Formação Adamantina, por suas características mais resistentes, determina a presença de topos secundários (ZANATTA, 2014) com desenvolvimento de Neossolos Litólicos Eutróficos (CARVALHO, 1997), como também de vertentes menos dissecadas à Centro-Oeste (BOIN et. al, 2014), gerando Latossolos Vermelhos Álicos nas

vertentes côncavas e convexas deste setor; afora, esta classe de solo ocorre predominantemente nas áreas de topos. Na média vertente, a intercalação de bancos silto-argilosos e arenosos resulta em rupturas topográficas abruptas e propicia o afloramento do lençol freático, com solos subordinados ao hidromorfismo e nascentes difusas, sobretudo na porção NW na média vertente e na alta vertente à Centro-Oeste. Nas demais vertentes da Bacia, predomina a formação de Argissolos Vermelhos Distróficos de transição abrupta. Já a Formação Santo Anastácio, encontra-se na baixa vertente e nos fundos de vale, onde a erosão removeu os sedimentos da Formação Adamantina.

Os setores com rupturas topográficas, na alta e média vertente, onde está locada a Formação Adamantina, ocorre pela intercalação de bancos silto-argilosos com arenosos, característico desta Formação; já na baixa vertente, surgem como resultado do contato entre as Formações Santo Anastácio e Adamantina, que apresentam diferenças significativas na resistência dos materiais que as compõe. Em ambos os casos, as rupturas topográficas determinam declives $\geq 20\%$ e, conseqüentemente, energia do relevo de forte a muito forte. Nas demais vertentes da Bacia, predominam declives mais suaves com energia de média a medianamente forte. Nos topos planos, com declives inferiores a 5%, a energia do relevo é de fraca a muito fraca (BOIN et. al, 2014).

Todas as classes de solos da área estudada apresentam alta porcentagem de areia em sua composição, aproximadamente 80%, sobretudo de areia fina, resultando em baixa agregação das frações granulométricas (CARVALHO, 1997), facilmente rompidos e carregáveis pela força das chuvas, principalmente na primavera e verão, onde as chuvas se concentram em fortes pancadas ou prolongam-se por dias (BOIN, 2000). Nesses terrenos, a presença da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica possibilitou um grande volume de carbono orgânico nos horizontes mais superficiais, o que melhorou significativamente a agregação, fertilidade e proteção dos solos.

Monbeig (1989) relata que coronéis fazendeiros que buscavam novas terras para expandirem o cultivo do café, no final do século XIX e início do século XX, animaram-se com a exuberância da floresta e a presença de espécies que testemunhavam a fertilidade dos solos no W paulista, propícios, assim, de serem dominados pela cafeicultura. Poucos desconfiaram da pobreza dos solos abaixo da vegetação e que esta, ao longo dos anos, proveu as condições favoráveis ao desenvolvimento de espécies de grande porte. Sem a proteção e ciclagem de nutrientes realizadas pela vegetação nativa, as camadas superficiais, ricas em matéria orgânica, são lentamente removidas pelas chuvas, restando o solo arenoso.

Em análise da ocupação da área, em trabalhos anteriores (ZANATTA, 2014, BOIN et. al, 2014 e ZANATTA et. al, 2015) foi verificado que, desde a sua tomada até os dias atuais, todas as formas de uso da terra estabeleceram ação predatória sobre os recursos naturais e, conseqüentemente, expuseram os solos à ação erosiva das chuvas. Nos 46 km² que perfazem a área estudada, foi averiguada a presença de apenas 0,99% de vegetação florestal, dispersa e em pequenos fragmentos. Essa forma de uso da terra determinou a readaptação da rede de drenagem da bacia, a qual, em 1962 apresentava 29 canais fluviais, que aumentaram em 2013 para 71 (ZANATTA, 2014). Esta readaptação da Bacia aos usos estabelecidos ocorre, sobretudo, mediante processos erosivos lineares, com conseqüências nos fundos de vale, como solapamentos e assoreamento dos corpos d'água.

MATERIAIS E MÉTODO

Em um primeiro momento foi desenvolvida a base cartográfica, com a utilização das cartas topográficas do IBGE (1976), em escala 1:50.000, representada cartograficamente nas folhas de Marabá Paulista (SF-22-Y-B-II-1) e Ribeirão das Anhumas (SF-22-Y-B-I-2), bem como pesquisado em fontes secundárias mapeamentos e estudos já realizados na área. Nesta etapa, foram obtidas as cartas de solos da bacia do rio Santo Anastácio, em escala 1: 250.000 (CARVALHO, 1997), as cartas de morfometria da alta bacia do ribeirão Areia Dourada, em escala 1: 50.000 (BOIN et. al,

2014) e a carta geológica da bacia do rio Santo Anastácio, em escala 1: 250.000 (STEIN, 1999). Estas cartas foram reambuladas em campo e adaptadas à escala desse trabalho, 1: 50.000.

Posteriormente foram elaborados os demais documentos cartográficos. As cartas geomorfológicas, com base nos princípios de Tricart (1965), e de uso da terra do ano de 2013, de acordo com as normas do IBGE (2006), tiveram como base a interpretação de fotografias aéreas da Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (EMPLASA), em escala de Ground Sample Distance (GSD) de 45 centímetros; ambos os mapeamentos realizados na escala 1: 50.000 tiveram o auxílio de trabalhos de campo nos anos de 2011, 2012 e 2013.

Após os mapeamentos supramencionados, com base na proposta de Leal (1995), cruzaram-se as informações de formas de relevo (topo, vertentes côncavas, convexas e retilíneas, e fundos de vale), litologias (Formações Adamantina e Santo Anastácio), solos (Latossolo Vermelho Álico, Argissolo Vermelho Distrófico, Gleissolo Háptico Eutrófico, Neossolo Litólico Eutrófico e solos subordinados ao hidromorfismo) e morfometria do relevo (energia fraca, de média a medianamente forte e de forte a muito forte) .

As variáveis físicas foram agrupadas de acordo com o potencial teórico a formação e desenvolvimento de processos erosivos de cada classe temática, avaliadas de maneira isolada e combinada às demais, a partir dos quais se definiu a restrição ao uso: baixa, média e alta. À exemplo: áreas em topo, com energia do relevo fraca e com Latossolo Vermelho Álico constituíram as consideradas com baixa restrição. Topos, vertentes convexas ou retilíneas que possuíam energia de média a medianamente fraca em área com Latossolo Vermelho Álico ou Argissolo Vermelho Distrófico foram consideradas de média restrição. Já os terrenos encontrados sobre vertentes côncavas e/ou energia do relevo de forte a muito forte e/ou com Neossolo Litólico ou solo subordinado ao hidromorfismo, independente das demais variáveis, foram considerados de restrição alta, sendo imprescindível a proteção e preservação da vegetação nativa. Este mapeamento encontra-se em Zanatta, Lupinacci e Boin (2016).

As variáveis físicas agrupadas por restrição foram cruzadas com as informações de uso da terra, gerando informações de compatibilidade (quando o uso está de acordo com a restrição) e incompatibilidade (quando o uso supera o limite da restrição do meio). A estas, em uma última etapa, ainda foram incluídos dados de feições erosivas das cartas geomorfológicas (marcas que indicam erosão laminar, sulcos, ravinas e voçorocas), derivando em cinco classes que indicam o estado ambiental, sendo:

- Otimizado: áreas que apresentam vegetação nativa preservada e protegida, assegurando a estabilidade dos processos geomorfológicos;
- Compensado: áreas em que os usos são compatíveis com a restrição, de maneira a não afetarem os processos geomorfológicos;
- Alterado: áreas em que o uso não é compatível com a restrição existente. Não se verifica evidências de desestabilização dos processos geomorfológicos, no entanto, existe forte tendência;
- Intensamente alterado: além da incompatibilidade, apresentam marcas de erosão laminar e/ou sulco. Ainda existe a possibilidade, por meio de mudanças no uso da terra e combinação de técnicas conservacionistas, desses terrenos retornarem a um estado próximo ao natural;
- Esgotado: apresentam ravinas ou voçorocas, onde não há a possibilidade do ambiente retornar a seu estado original, visto que, uma nova estrutura encontra-se em desenvolvimento avançado.

Os estados ambientais mencionados partem de princípios apresentados por Mateo-Rodrigues (et al., 2004) e Leal (1995), os quais propõe uma classificação dos terrenos de acordo com as transformações provocadas pelo uso da terra, indicando o grau de modificação consequente, ou seja, o distanciamento das características originais dessas áreas.

Todas as informações supramencionadas, derivadas de mapeamentos, foram transformadas em gráficos em rede, a fim de sintetizar a complexidade das relações existentes entre as características físicas da Bacia, o uso da terra e os processos geomorfológicos consequentes. .

Cada esquema gráfico representa o agrupamento das variáveis físicas encontradas em determinado estado ambiental. Nesse esquema, em sua parte superior, o gráfico procura demonstrar o número de combinações das variáveis físicas que apresentam determinada forma do relevo (topo, vertente), constituição litológica, pedológica e característica morfométrica (energia do relevo). A partir da interação desses fatores, foram estabelecidas as restrições ao uso desses terrenos, as quais encontram-se representadas nos esquemas gráficos pela coloração dos traços (verde para baixa restrição, laranja para média restrição e marrom para alta restrição) que estabelecem a relação entre as variáveis físicas. Na parte inferior da representação gráfica, estabeleceu-se a relação entre a restrição ao uso, o uso da terra e as técnicas conservacionistas. Essa relação foi classificada como compatível (traços em verde) ou incompatível (traços em vermelho), sendo que a espessura dos traços de ligação indica o número de situações com tais características. Nos casos em que o estado ambiental é intensamente alterado e esgotado, foram adicionados, em cada classe temática, um círculo representando a forma erosiva presente (Figura 1).

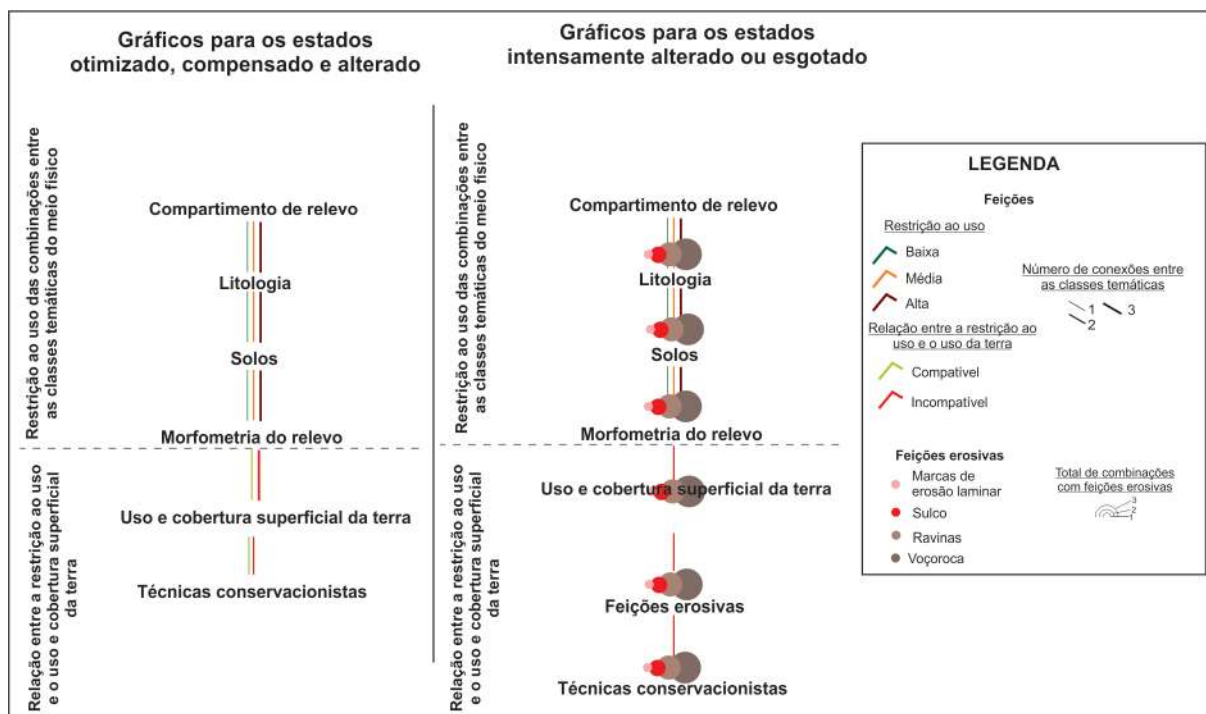


Figura 1 - Modelo de gráfico em rede aplicado à análise ambiental da problemática erosiva.

Na utilização dos gráficos em rede, não foram considerados os fundos de vale, pois não há usos diretos, mas sim consequência dos usos realizados nas vertentes e topos, desta forma, será feita uma análise separada dos fundos de vale, em que avaliou-se essas situações mediante os mapeamentos de restrição ao uso, geomorfologia e uso da terra.

Na análise das interações entre os elementos que compõe a paisagem são utilizados princípios da teoria dos sistemas, sendo o meio avaliado mediante inputs e outputs dos fluxos de matéria, energia e informação, que são processados na estrutura da paisagem, determinando a dinâmica e o funcionamento do sistema. Se as variáveis estiverem em equilíbrio, os inputs processados geram transformações mínimas na paisagem, encontrando-se balanceados aos outputs evacuados pelo sistema. Assim, o sistema se mantém em seu estado estável. Quando as variáveis não se encontram equilibradas, os inputs processados alteram a estrutura e o funcionamento da paisagem, gerando outputs maiores. Esta situação persiste até o momento em que as variáveis que determinam o de-

sequilíbrio do sistema sejam ajustadas e, para isso, cria-se uma nova estrutura e um novo funcionamento, mediante alteração de todos os demais elementos (MATEO-RODRIGUEZ et al., 2004).

RESULTADOS

Inicia-se essa análise a partir da carta de estado ambiental (Figura 2), em que se destacam a espacialização das respectivas classes temáticas e a quantificação destas, seguindo para a avaliação dos gráficos em rede por estado ambiental, de modo a demonstrar a combinação dos elementos físicos e antrópicos que resultaram na manutenção das características morfológicas originais (estados otimizado e compensado) e dos distintos níveis de alteração do ambiente estudado (estados alterado, intensamente alterado e esgotado).

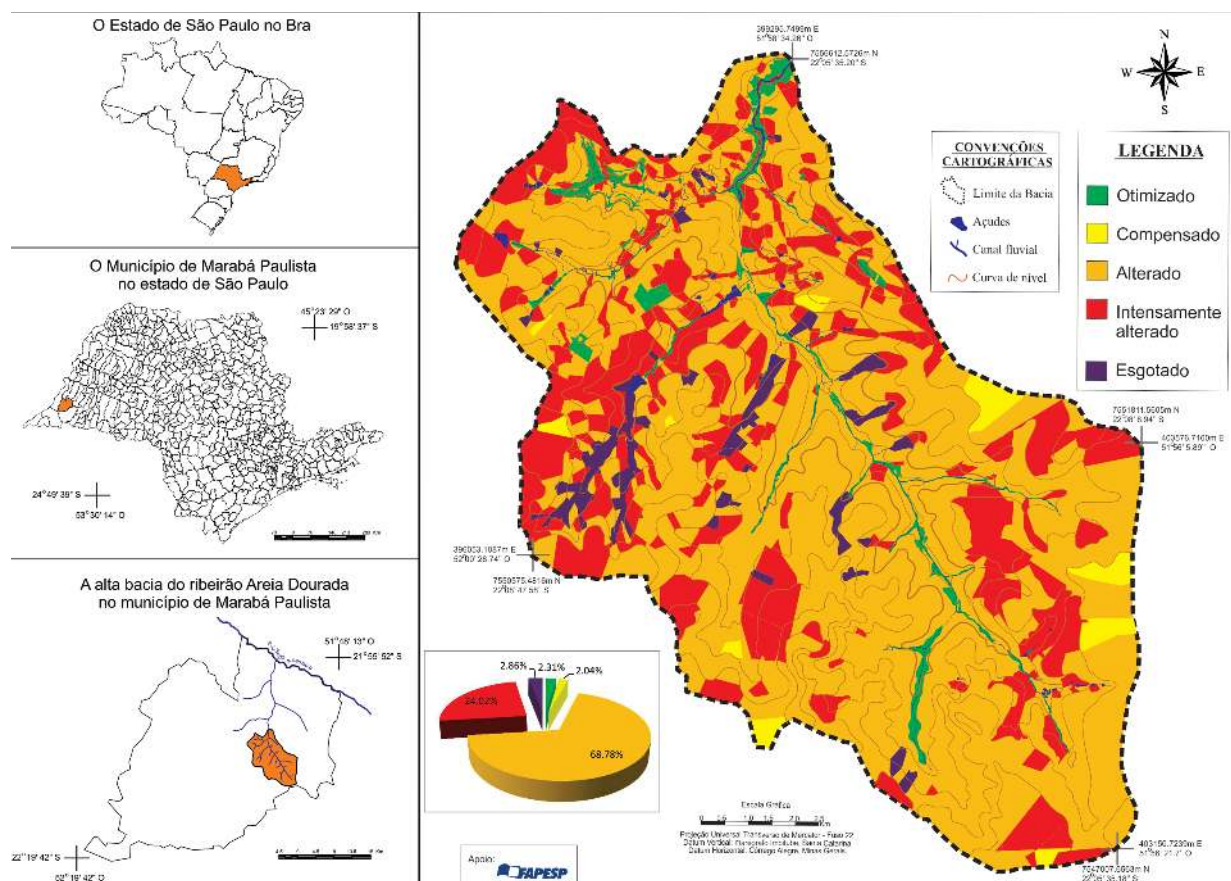


Figura 2 - Carta do estado ambiental da alta bacia do ribeirão Areia Dourada, Marabá Paulista (SP)

Na Figura 2, verifica-se que o estado otimizado predomina em terrenos de fundos de vale recobertos por vegetação de área úmida, com poucas situações em vertentes, enquanto o estado compensado, 2,04%, incide, preferencialmente, nos terrenos com baixa restrição, nos topos e vertentes convexizadas ou retilinizadas. Predomina na área estudada, portanto, as combinações de classes temáticas físicas e antrópicas que tendem a alterações morfológicas. A maior parte da área estudada encontra-se em estado alterado, que ocupa 68,78% da bacia. Nesta situação, os usos e coberturas superficiais não estão de acordo com a restrição ao uso, assim como os terrenos em estado intensamente alterado, que abrangem 24,02% da área. No entanto, diferente do primeiro, nas áreas intensamente alteradas, registraram-se formas erosivas em estágio inicial, tais como marcas que indicam erosão laminar e/ou sulco. Já o estado esgotado, em que a erosão alterou a morfologia original, como em situações de ravina e voçorocamento, ocorreu em 2,86% da área, preferencialmente nas concavidades e na proximidade dos fundos de vale.

O ESTADO OTIMIZADO

O estado otimizado ocorre em apenas 2,31% da Bacia estudada, em situações de reflorestamento e vegetação florestal nativa, quando nos fundos de vale, devido a presença de vegetação característica de área úmida. Nesse estado ambiental, as coberturas superficiais apresentam heterogeneidade de espécies de porte arbustivo e arbóreo, no caso dos topos e vertentes, e de porte herbáceo e graminoso, no caso dos fundos de vale, sendo, portanto, as condições favoráveis à manutenção dos processos ecológicos e da morfologia dos terrenos.

Em sua distribuição pelas classes temáticas do meio físico, o estado otimizado ocorreu em onze combinações distintas, principalmente nos terrenos com alta restrição ao uso, como em vertente convexa sobre a Formação Adamantina com Neossolo Litólico ou Argissolo Vermelho em que predominam energias de forte a muito forte, em vertente côncava ou topo com energia do relevo de forte a muito forte (Figura 3).

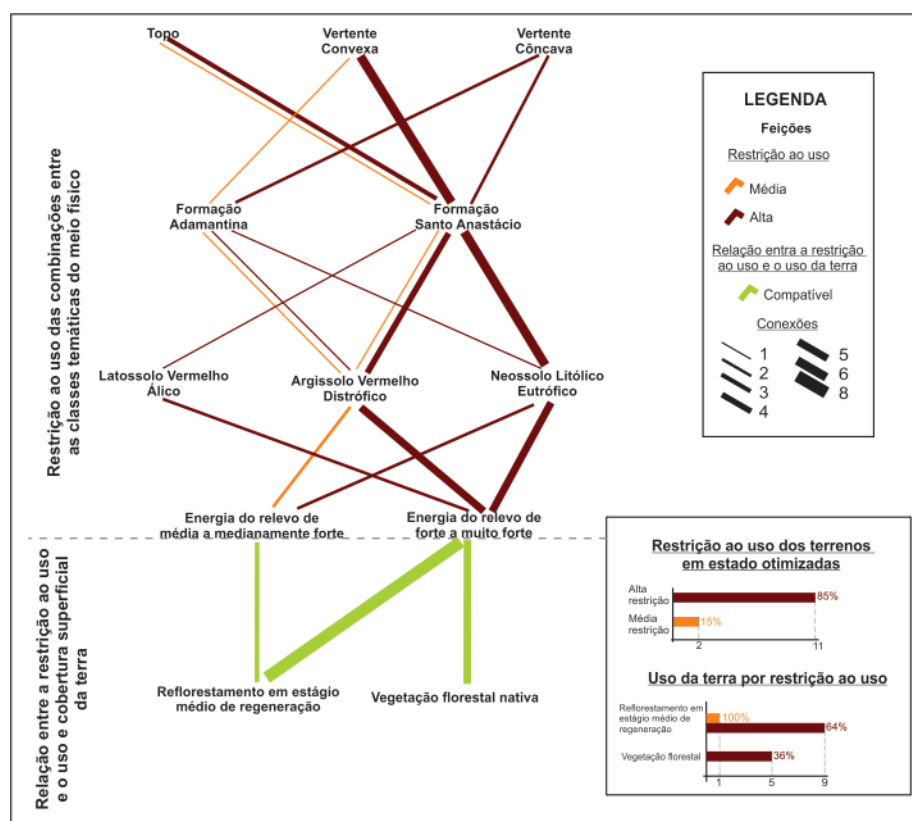


Figura 3 - Características físicas e antrópicas dos terrenos em estado ambiental otimizado .

As duas combinação de variáveis (topo, em litologias da Formação Santo Anastácio, com Argissolo Vermelho e energia média a medianamente forte e vertente convexa sobre Formação Adamantina em Argissolo e energia de média a medianamente forte), que resultaram em restrição média ao uso encontram-se ocupadas por reflorestamento em estágio médio de regeneração (Figura 3). Já a vegetação florestal nativa ocorre na forma de diversos fragmentos dispersos ao longo das margens do ribeirão Areia Dourada, predominantemente em áreas de alta restrição.

Na Figura 3, nota-se que as o estado otimizado incide, em sua maioria, em terrenos de difícil destinação ao uso pela agropecuária, evidenciado pelas áreas que, após tentativas de uso, foram destinadas ao reflorestamento; estas, quando vistoriadas em campo, não apresentaram qualquer proteção ou cercamento.

As situações de média restrição ao uso, incidem em vertentes retilíneas e convexizadas, com características de dispersão do fluxo de água. As vertentes retilíneas são dominadas por Latossolo Vermelho, enquanto nas convexizadas registram-se Argissolos sobre litologias mais resistentes da

Formação Adamantina; em ambas situações tem-se energia de média a medianamente forte. Tais condições possibilitam o uso para cana-de-açúcar e pasto sem proporcionar em modificações na morfologia original dos terrenos.

O ESTADO COMPENSADO

Este estado ambiental ocorreu sobre seis combinações distintas de classes temáticas do meio físico, sendo cinco de média restrição e uma de baixa restrição ao uso. De toda Bacia, abarcam a menor porcentagem de toda área, ocorrendo em 2,04% (Figura 4).

A baixa restrição ocorre sobre topos, em litologias da Formação Adamantina, com Latossolo e energia do relevo fraca; tais situações possibilitam o uso para silvicultura e culturas temporárias, como eucalipto e cana-de-açúcar, respectivamente. No segundo caso, ainda registrou-se a presença de terraços agrícolas espaçados em menos de 10 a 20m.

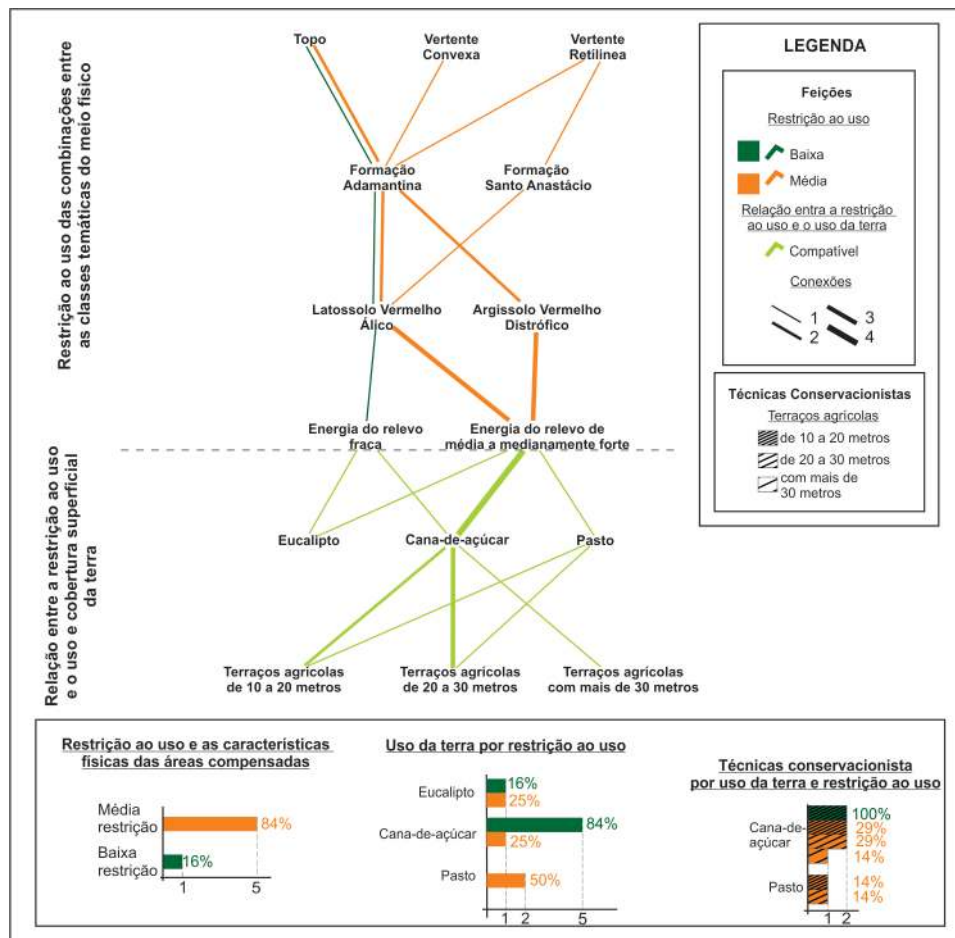


Figura 4 - Características físicas e antrópicas dos terrenos em estado ambiental compensado.

Outros elementos a serem destacados da Figura 4: a cana-de-açúcar domina os melhores terrenos da área, os de baixa restrição, ocupando 84% do total; as áreas cultivadas com cana e pasto, em terras de baixa e média restrição, apresentam as mesmas técnicas conservacionistas, como o uso de terraços agrícolas, independente das diferenças existentes entre o porte, a profundidade e estrutura das raízes, a produção de matéria orgânica e as características físicas dos terrenos.

O ESTADO ALTERADO

Este estado ambiental predomina na área estudada, de modo a abarcar 68,78% de toda Bacia. Prevalece em combinações, 75% (18), que deflagram alta restrição ao uso e, em menor proporção, 25%, em combinações que derivam em média restrição (Figura 5). No primeiro caso, a alta restri-

ção restringe o uso ao reflorestamento ou cobertura vegetal nativa; portanto, qualquer uso diferente destes resulta em significativo potencial à formação e desenvolvimento de processos erosivos. No segundo caso, em classes de média restrição, o superpastoreio dos terrenos, o pousio sem os devidos cuidados, a cana-de-açúcar, rodovia e estrada rural não se encontram adequadas as características físicas, tendendo ao esgotamento dos terrenos que revestem.

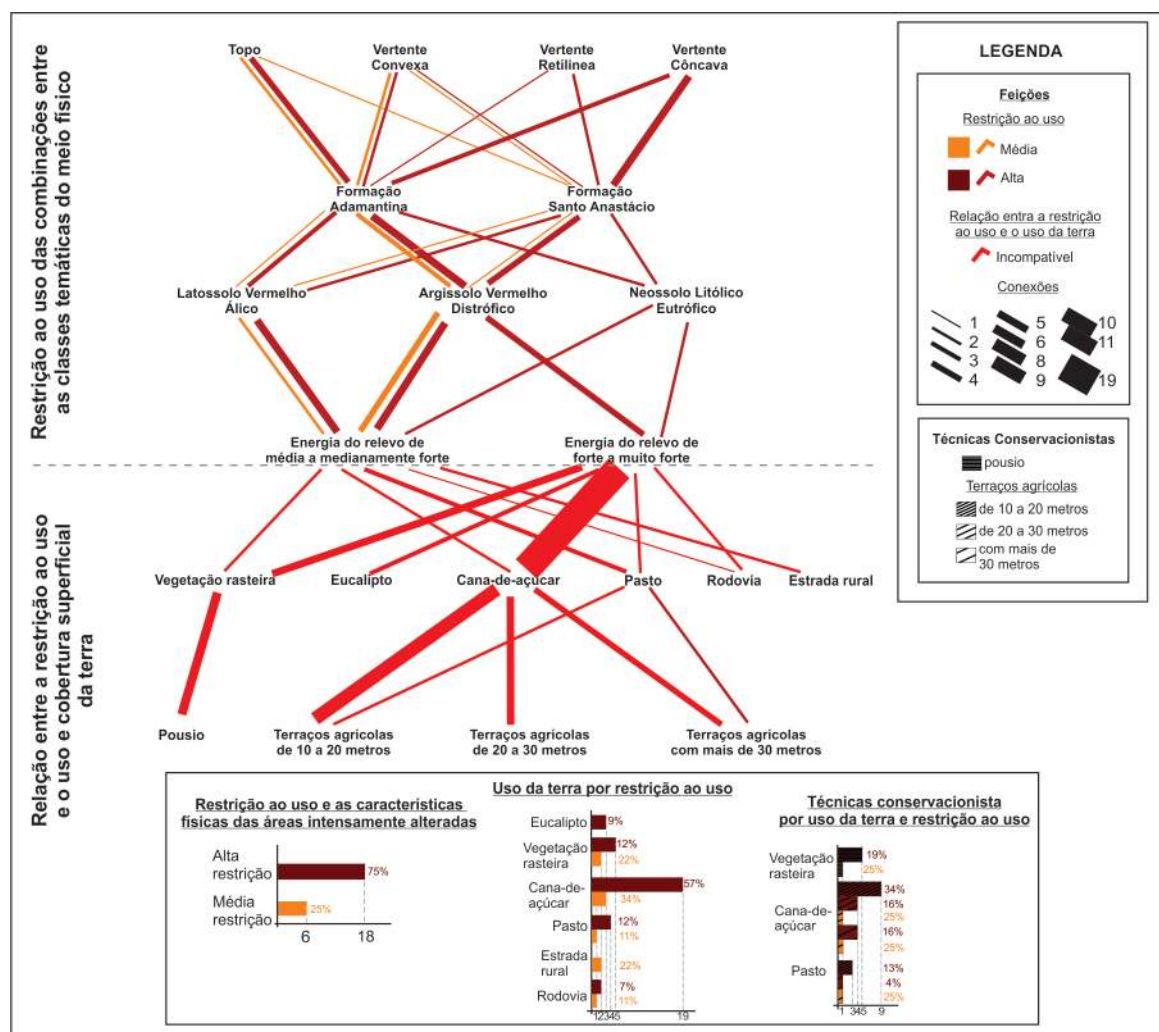


Figura 5 - Características físicas e antrópicas dos terrenos em estado ambiental alterado.

O gráfico demonstra que, pela grossura da linha, neste estado ambiental, predominam as vertentes côncavas, sobretudo recobertas por cana-de-açúcar, seguida por pastagens. A vegetação rasteira aparece em terrenos sobre o regime de pousio, os quais se localizam nas margens de rios e de processos erosivos. Foi constatado em campo que o limite destas áreas cercadas e com vegetação rasteira é estabelecido pela distância segura para operação do maquinário, de modo que não ocorra desbarrancamento. Assim, não considera questões de estagnação ou recuperação dos terrenos erodidos e, quando margeiam canais fluviais, em algumas situações, estão inadequados ao limite das Áreas de Preservação Permanente (APP) determinado pela Lei 12.651/2012 (ZANATTA et. al, 2015).

As rodovias, estradas rurais e o eucalipto não apresentam acompanhamento de qualquer técnica conservacionista, sobretudo as rodovias e estradas que redirecionam o escoamento superficial. Tais condições contribuem para o desenvolvimento de processos erosivos em terrenos à jusante.

A pecuária extensiva e a monocultura da cana-de-açúcar colaboram significativamente para que boa parte da Bacia encontre-se em estado alterado, sobretudo a cana-de-açúcar sobre terrenos com energia de forte à muito forte (Figura 5). Estas coberturas superficiais se distribuem por extensas áreas, abarcando dos topos, às vertentes côncavas, convexas e retilíneas e quatro, das cinco classes de solos – exceto os Gleissolos dos fundos de vale – presentes na área estudada (Figura 5).

O ESTADO INTENSAMENTE ALTERADO

Este estado compreende aquele em que a morfologia original encontra-se em estágio de alteração, onde incidem feições erosivas em marcas que indicam erosão laminar e sulcos, ainda passíveis de controle e recuperação com trato simples de solo, acompanhado de um uso adequado as suas características físicas. Ocorre em 24,02% de toda área, sendo a segunda maior em domínio territorial, encontrando-se sobre todas as restrições de uso, mas predominantemente em terrenos de alta restrição, em que incidem 84% dos sulcos e 86% das marcas que indicam erosão laminar (Figura 6).

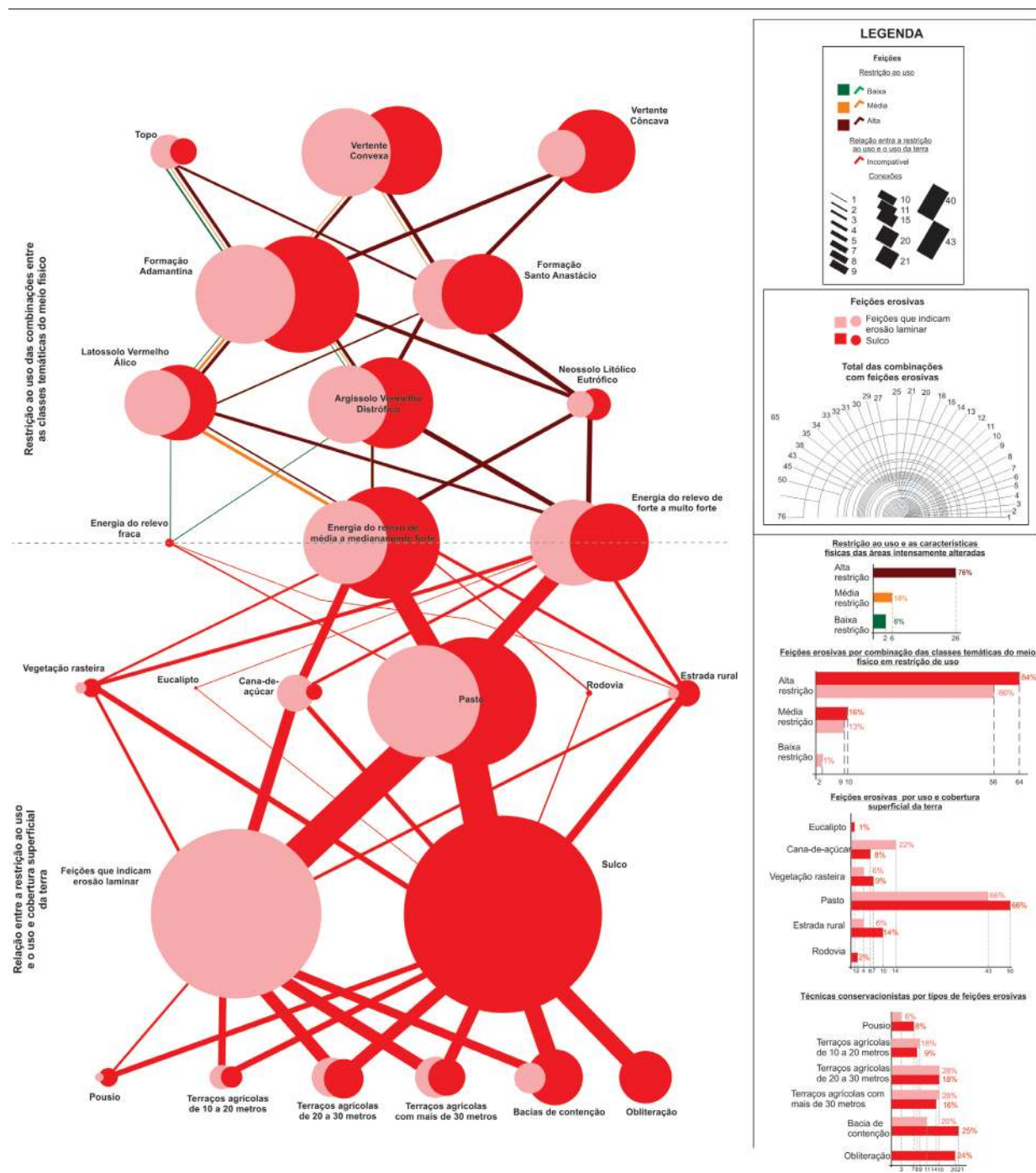


Figura 6 - Características físicas e antrópicas dos terrenos em estado intensamente alterado.

Verifica-se a presença de marcas que indicam erosão laminar em terrenos de baixa restrição, como os topos, com Latossolo e energia fraca, proporcionada, também, pelo superpastoreio do terreno. As seis combinações que derivam em média restrição apresentam sulcos e marcas que

indicam erosão laminar, que ocorrem tanto em áreas de topo com Latossolo, como nas vertentes convexizadas com Argissolo.

Quanto as combinações, as linhas apresentam maior grossura na parte direita no gráfico, em que predominam concavidades, Argissolos e Neossolos e energia do relevo de forte à muito forte. No entanto, quanto ao uso da terra, há uma concentração para as pastagens, evidenciando que os processos erosivos incidem preferencialmente sobre terrenos com alta restrição. Assim, o pasto apresenta-se como catalisador dos processos, tanto em terrenos de baixa restrição, como elemento de reforçamento do sistema, contribuindo para que os processos se instalem em setores com potencial significativo.

O pasto concentra 66% tanto dos sulcos como das marcas que indicam erosão laminar (Figura 6), uma vez que o superpastoreio proporciona a compactação do solo, favorecendo o escoamento superficial e, por conseguinte, a formação de feições erosivas; se considerar que os terrenos em pousio representam antigas áreas de pastagem, a concentração de formas erosivas sobre este uso chegam a 72% das marcas que indicam erosão laminar e 75% dos sulcos. Verifica-se que o uso de técnicas conservacionistas é feito sem considerar as características físicas dos terrenos, visto que, em toda a Bacia, as mesmas técnicas são utilizadas: terraços agrícolas e, quando ocorrem feições erosivas, em alguns setores, obliteração e bacias de contenção.

Em terrenos com cana-de-açúcar, cobertura que oferta baixa proteção aos solos predominantemente arenosos, verifica-se a segunda maior concentração de formas erosivas em marcas que indicam erosão laminar, com 22%, e 8% dos sulcos. Sobre este uso, verificou-se em campo, após períodos chuvosos, que são feitas correções constantes de setores em que se instalam a feição erosiva e das curvas de nível. Enquanto as erosões registradas próximas as rodovias e estradas rurais demonstram a má projeção da drenagem das águas pluviais, derivando em feições em sulcos e marcas de erosão laminar nos terrenos que margeiam essas vias.

CARACTERÍSTICAS DOS TERRENOS EM ESTADO ESGOTADO

Os terrenos encontrados sobre este estado ambiental apresentam sua morfologia modificada pela presença de processos erosivos em estágio avançado de desenvolvimento, tais como ravinas e voçorocas. Na área estudada, 2,86% encontram-se nesta condição, predominando terrenos de alta restrição (71%) ao uso, mas também ocorrem na média restrição (29%). Os dados ainda demonstram que o estágio mais avançado do processo erosivo, as voçorocas, se restringem aos terrenos com alta restrição (Figura 7).

Na Figura 7 descata-se que tais feições desenvolvem-se preferencialmente sobre vertentes côncavas, em Argissolo e energia de forte a muito forte. Tais características físicas, que deflagram alto potencial erosivo, somadas ao uso inadequado dos terrenos promovem a formação de processos erosivos que se desenvolvem ao nível de ravinamentos e voçorocamento. No entanto, também encontram-se ravinas em terrenos cujas características não deflagram potencial a este nível de desenvolvimento erosivo, como a presença desta feição em área de topo ou vertentes convexas com Latossolo e energia média a medianamente forte.

O uso inadequado dos terrenos apresenta-se, em ambas situações, como elemento de reforçamento do sistema. O pastoreio excessivo dos terrenos apresenta-se como catalisadora dos processos erosivos ao compactar a superfície do solo. Ao pasto, na Figura 7, verifica-se a convergência da quase totalidade das combinações dos elementos físicos neste estado ambiental; aqui considera-se também as áreas em pousio, anteriormente utilizadas como pasto e abandonadas pela problemática erosiva desses terrenos. Em menor quantidade, outras feições erosivas aparecem combinadas à rodovias e estradas rurais, derivando da canalização do fluxo de água das chuvas com um sistema de drenagem inadequado, que convergem o fluxo para terrenos a jusante, derivando em enxurradas que promovem na erosão.

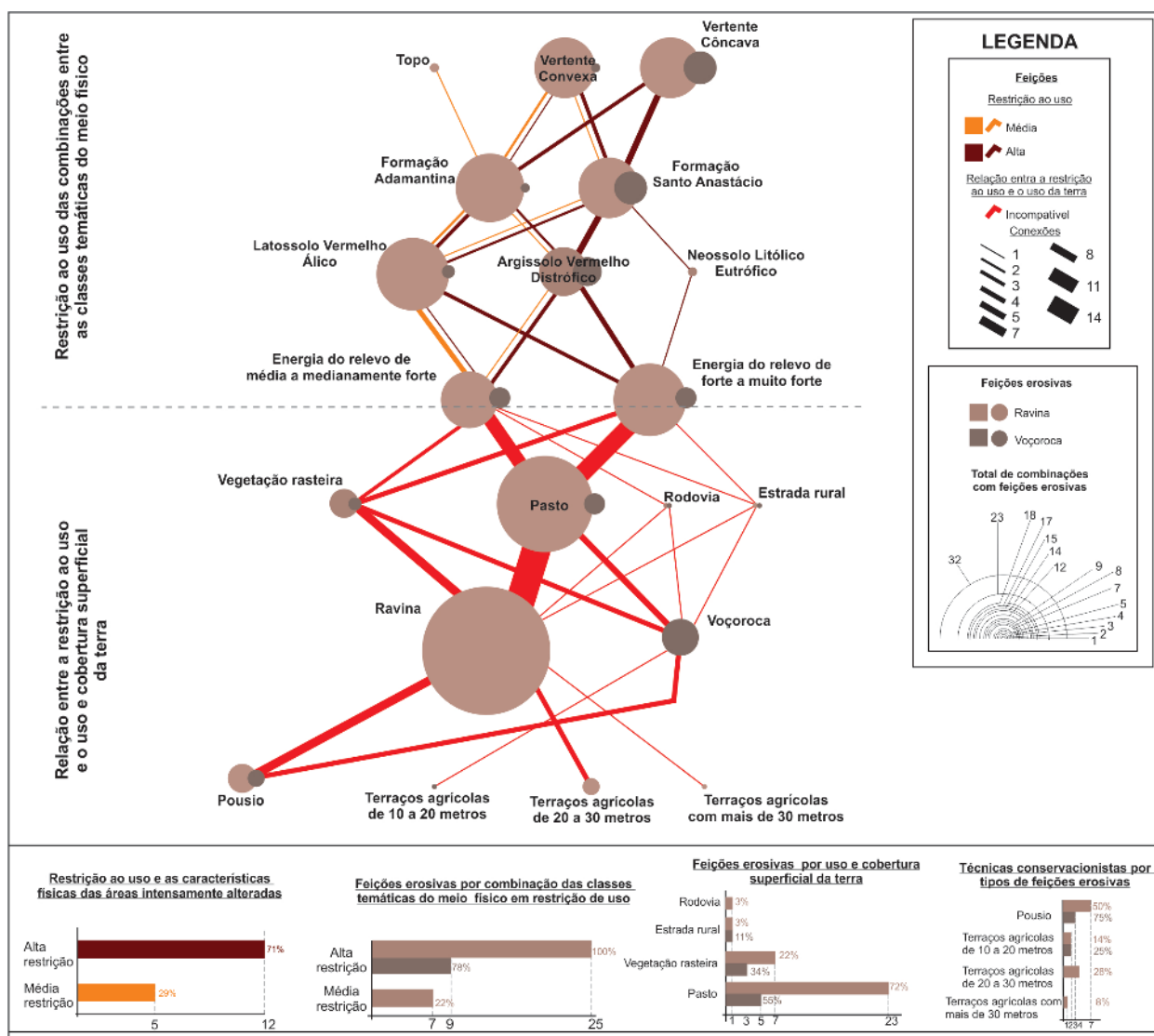


Figura 7 - Características físicas e antrópicas dos terrenos em estado esgotado.

Destaca-se também na Figura 7, que os terrenos atingidos por ravinas e voçorocas, comparado a totalidade de tais feições, apresentam poucas situações em que se registraram técnicas conservacionistas para tentar conter a erosão, predominando o regime de pousio, que representa o abandono dos terrenos para regeneração natural, ou, em menor quantidade, terraços agrícolas, que quando em áreas de voçorocamento, abastecem o fluxo de subsuperfície e os processos que derivam desse escoamento nessa forma erosiva.

Ao avaliar a Figura 7 junto aos mapeamentos das feições erosivas e uso da terra, registrou-se o efeito de borda dos processos de voçorocamento. No setor W da área estudada, se encontram quatro voçorocas, uma destas, a SW da área destacada na Figura 8, em estágio avançado de desenvolvimento. Em todas, mas sobretudo nesta última, verificou-se a erosão remontante por dezenas de ravinas que se formam nas bordas das voçorocas, evoluindo para os setores mais elevados, sobretudo quando de concavidades direcionadas às cabeceiras.

Nas áreas recobertas por cana-de-açúcar, embora não se tenha registrado feições erosivas em nível avançado de desenvolvimento, muito devido as correções constantes dessas feições que surgem nos períodos chuvosos, destaca-se que a ação erosiva sobre esta cobertura se direciona à voçoroca no fundo de vale, como destacado na Figura 8. Essas erosões, mesmo corrigidas constantemente, contribuem para o desenvolvimento da voçoroca, que, por sua vez, dinamiza os terrenos a montante, como mecanismos de retro-alimentação da dinâmica erosiva, de modo a intensificar os processos

nas áreas com cultivo de cana-de-açúcar.

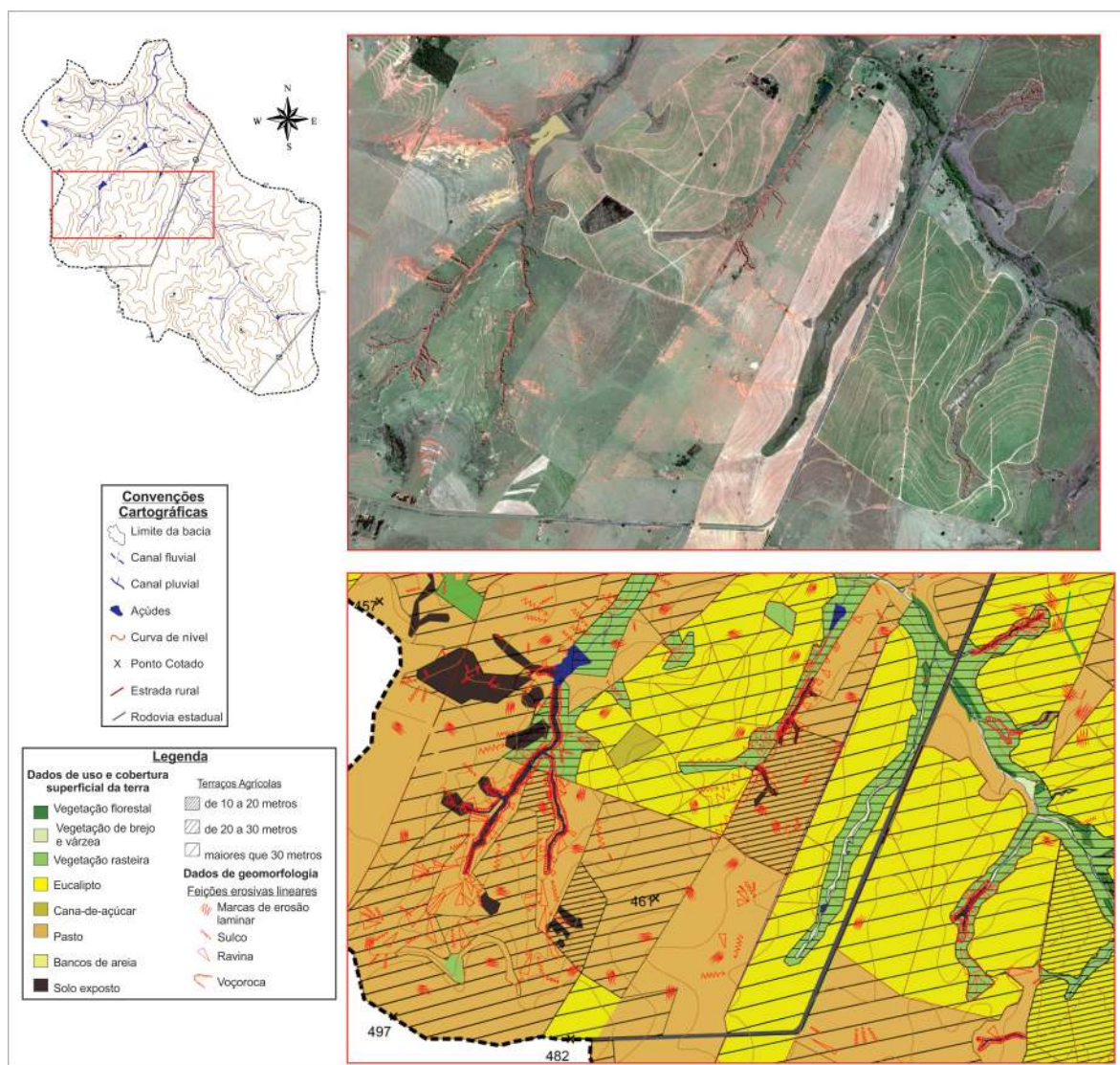


Figura 8 - O surgimento de ravinas por erosão remontante como efeito de borda dos processos de voçorocamento. Exemplo do setor W da área estudada

Nessa perspectiva da dinâmica erosiva, o cercamento no entorno das erosões próximas às áreas destinadas ao cultivo da cana-de-açúcar (Figura 8) não apresenta-se como uma alternativa adequada para conter os processos erosivos, pois, nota-se que não há diálogo entre os pecuaristas e as empresas sucroalcooleiras para recuperar a área degradada pela erosão, já que, quando interrompe o cultivo da cana e inicia-se o pasto, encerra-se o cercamento das feições erosivas. Assim, o desenvolvimento das erosões na alta e média vertente, onde se encontram as pastagens, afetam e contribuem diretamente com o desenvolvimento destas feições a jusante, nos terrenos cultivados com cana-de-açúcar.

FUNDOS DE VALE

Os fundos de vale, por não apresentarem usos diretos, serão abordadas averiguando as restrições ao uso, o uso e cobertura superficial da terra e as feições erosivas das vertentes em cada margem. Para exemplificar a questão, dos sete canais com solapamento das margens encontrados na Bacia, foram selecionados três que representam a problemática destacada (Figura 9).

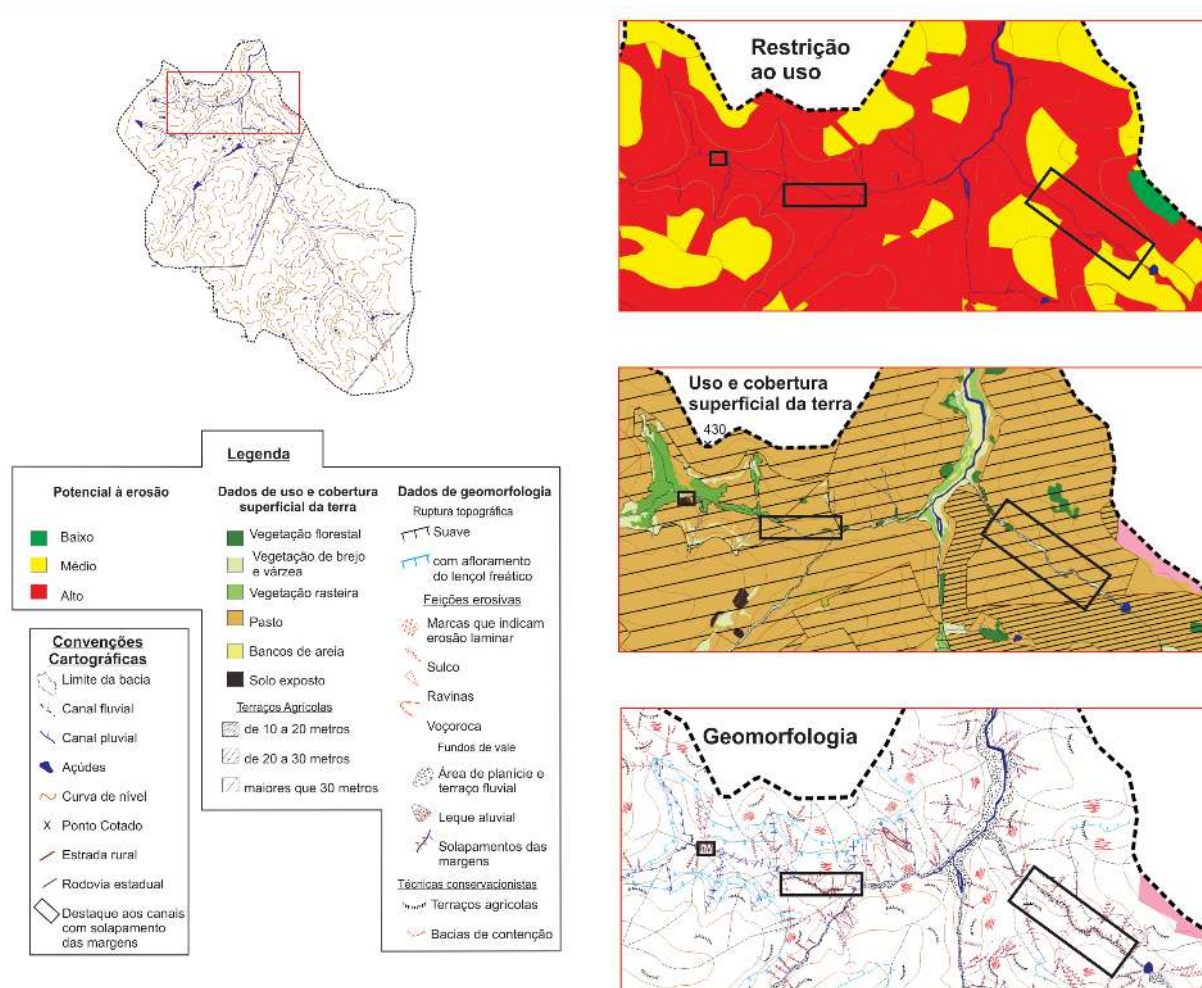


Figura 9 - Restrições ao uso e uso da terra no entorno de canais com solapamento das margens.

Nesses terrenos locados à N da área estudada, em todos os setores verifica-se que a combinação dos elementos físicos resultam em situações de alta restrição ao uso, os quais encontram-se, quase que em sua totalidade, recoberto por pastagens (Figura 9), as quais se apresentaram como catalisadoras dos processos erosivos tanto nas áreas classificadas como intensamente alteradas (Figura 6), como esgotadas (Figura 7). Tais situações provocam o maior escoamento superficial das águas pluviais, que ao atingirem os fundos de vale proporcionam o reajustamento da calha através do solapamento das margens. No canal principal, que recebe todos os afluentes com solapamento das margens, descata-se o tamanho da área de terraço e planície fluvial, consequente da maior quantidade de sedimentos transportados pelos afluentes.

Em análise das alterações do relevo na Bacia, de 1962 para 2013, Zanatta et. al (2015) identificaram que as áreas de planície e terraço fluvial aumentaram em 1,73 vezes, resultado da sedimentação excessiva dos fundos de vale, enquanto o número de canais fluviais aumentou de 29 segmentos para 71. Este acréscimo do número de canais, concomitante à formação e desenvolvimento dos processos erosivos na área estudada, contradiz alguns aspectos conhecidos do efeito dessas alterações sobre a dinâmica das drenagens, pois, ao invés do soterramento das nascentes, os dados apontam a formação de canais de primeira ordem. Segundo o estudo, considera-se como hipótese,

[...] que esse fenômeno geomorfológico ocorre devido à evolução natural da paisagem, relacionada a processos erosivos lineares e às características litológicas da Formação Adamantina, locada sob os terrenos mais altos da bacia, onde surgem as nascentes. As litofácies da referida Formação, que originam o primeiro lençol d'água na intercalação de bancos areníticos com silto argiloso, quando sujeitos à ação intensa de processos erosivos superficiais e subsuperficiais, promovem a exposição desses lençóis com

maior facilidade e, conseqüentemente, aumentam o número de canais de primeira ordem (ZANATTA, 2014, p.113).

Evidencia-se que o uso inadequado do solo interfere diretamente na qualidade dos recursos hídricos da Bacia. A ativação dos processos erosivos nos topos e vertentes, como forma de readaptação do meio físico às coberturas que oferecem baixa proteção aos solos e ao uso excessivo dos terrenos, modificou e modifica na mesma intensidade os fundos de vale, seja por meio da readaptação da rede de drenagem, mediante aumento dos canais de primeira ordem, pela sedimentação excessiva e/ou solapamento das margens.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso dos gráficos em rede, associados à espacialização cartográfica na análise da problemática da Bacia, se mostrou pertinente ao passo que permitiu quantificar e avaliar as combinações dos elementos físicos e antrópicos, que resultam nas distintas classes de estado ambiental. A referida representação facilitou a interpretação da problemática erosiva da Bacia e a elaboração do diagnóstico ambiental ao sintetizar um grande volume de informações e, através das ligações entre tais elementos, indicar aqueles catalisadores de processos erosivos, permitindo verificar elementos de forçamento do sistema.

Os dados demonstram que a contribuição da interferência antrópica na problemática erosiva da Bacia é significativa, uma vez que apenas 4,35% da área estudada encontra-se entre os estados otimizados e compensados, com usos adequados às características físicas, o que representa 95,65% em usos inadequados, sendo destes 2,86% em estado esgotado, em que a morfologia original foi modificada pela intensa atividade erosiva. Ainda destaca-se que o problema dessas áreas em estado esgotado é mais preocupante quando se verifica o efeito de borda dos processos de voçorocamento, que derivam em erosão remontante pelo surgimento de ravinas nas laterais que evoluem sentido setores mais elevados. Tais situações ainda impactam significativamente nos fundos de vale, e, conseqüentemente, na qualidade das águas da Bacia, seja por solapamento das margens nos afluentes, ou assoreamento dos canais principais.

Esta relação, pela inadequação demonstrada entre o uso realizado e restrições ao uso da área, fere à Constituição Federal de 1988, a qual, no Art. 225, Capítulo VI, ressalta que:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988, Cap. VI, Art. 225).

Como também, relativo à função social da propriedade rural, onde fica estabelecido pela referida Constituição a necessidade de “utilização adequada dos recursos naturais disponíveis e preservação do meio ambiente” (BRASIL, 1988, Cap. III, Art.186, Inciso I), de forma que, o descumprimento da função social da propriedade seja passível de desapropriação por interesse social, de competência da União (BRASIL, 1988, Cap. III, Art.184). Ainda deve-se considerar toda grilagem de terra que marcam a ilegalidade das propriedades privadas por todo Pontal do Paranapanema (FERRARI LEITE, 1998; THOMAZ Jr., 2009).

Assim, apesar de boa parte dos terrenos apresentarem feições erosivas, uma alteração na lógica de uso dos recursos naturais, promovidos mediante reforma agrária, que destine as terras devolutas e com uso inadequado aos camponeses, ainda seja considerada como alternativa para recuperação do potencial ecológico da Bacia, visto que, das áreas em uso inadequado, ainda há possibilidade de reverter a problemática em 92,8% da área, entre os estados alterado e intensamente alterado, além de medidas de contenção dos processos que se desenvolvem nas áreas em estado esgotado, para que não atinjam os demais terrenos da bacia. É importante destacar esta alternativa, pois a recente

apropriação de parte da área pelas empresas sucroalcooleiras, em propriedades arrendadas, para cultivo da cana-de-açúcar, assim como os pecuaristas, ignoram a possibilidade e necessidade de estabelecer usos mais sustentáveis, mesmo em situações que evidenciam o uso excessivo, além de não haver diálogo entre estes para conter erosões em estágio avançado de desenvolvimento, situações que sugerem o agravamento da problemática erosiva em terrenos ainda passíveis de recuperação.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- BRASIL. Constituição (1988): **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 25 de abr. de 2015.
- BRASIL. Câmara dos deputados. **Proposta de Emenda à Constituição (PEC) 215 de 2000**. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=889041>. Acesso em: 24 de abr. de 2015.
- BRASIL, **Lei 12.651, de 25 de maio de 2012**. Institui o novo Código Florestal. [2012] Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 05 abr. 2015.
- BRASIL. **Câmara dos deputados**: Frente Parlamentar Agropecuária (FPA). Deputados e senadores ligados ao agronegócio. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/internet/deputado/Frente_Parlamentar/356.asp>. Acesso em: 05 abr. 2015.
- BOIN, M. N.; ZANATTA, F.A.S; CUNHA, C.M.L. Avaliação da morfometria do relevo da alta bacia hidrográfica do ribeirão Areia Dourada, Marabá Paulista (SP). **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, v.2, p. 5-26, 2014.
- CARVALHO, W. A. (coord.) **Levantamento semidetalhado dos solos da bacia do rio Santo Anastácio-SP**. Presidente Prudente, São Paulo: FCT-UNESP, 1997, v.1 e v.2.
- FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS) . **Status of the World's Soil Resources**. Roma: Food and Agriculture Organization Nations, 2015.
- FERRARI LEITE, J. **A ocupação do Pontal do Paranapanema**. São Paulo: HUCITEC, 1998. 202f.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Manual técnico de uso da terra. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 171p.
- LEAL, A. C. **Meio Ambiente e Urbanização na microbacia do Areia Branca – Campinas, SP**. 152p. Dissertação (Mestrado em Geociência e Meio Ambiente), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.
- MATEO-RODRIGUEZ, J.M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. O. B. **Geoeecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Editora UFC, 2004.
- MONBEIG, P. **Pioneiros e Fazendeiros de São Paulo**. São Paulo: HUCITEC, 1984. 392f.
- PORTO-GONÇALVES, C. W. Geografia da riqueza, fome e meio ambiente: pequena contribuição crítica ao atual modelo agrário/agrícola de uso dos recursos naturais. Florianópolis: **INTERthesis**, v. 1, n.1, 2004.
- PORTO-GONÇALVES, C. W.; ALENTEJANO, P. R. R. A violência do latifúndio moderno-colonial e do agronegócio nos últimos 25 anos. Comissão Pastoral da Terra: **Conflitos no Campo Brasil**, v. 1, p. 109-117, 2019.
- PORTO-GONÇALVES, C. W. **Amazônia, Amazônias**. 3ª edição. São Paulo: Contexto, 2012. 177f.
- SAMPAIO, P. A. Proposta de Plano Nacional de Reforma Agrária. **Revista da Associação Brasileira de Reforma Agrária**. São Paulo, n. 1, v. 32, 2005.
- SILVA, E.V.; MATEO-RODRIGUEZ, J.M.M. Planejamento e zoneamento de bacias hidrográficas: a geoeecologia das paisagens como subsídio para uma gestão integrada. **Caderno Prudentino de Geografia**. Presidente Prudente, n.36, v. especial, p.4-17, 2014.
- STEIN, D. P. **Avaliação da degradação do meio físico. Bacia do rio Santo Anastácio. Oeste Paulista**. 197p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999.

THOMAZ JR, A. **Dinâmica geográfica do trabalho no século XXI**: Limites explicativos, autocrítica e desafios teóricos. 503p. Tese (Livre-docência). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2009.

TRICART, J. **Principes et méthodes de la géomorphologie**. Paris: Masson, 1965, 496f.

ZANATTA, F.A.S. **Diagnóstico visando planejamento ambiental da alta bacia do ribeirão Areia Dourada, Marabá Paulista (SP)**. 142p. Dissertação (Mestrado em Geografia – Organização do Espaço). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2014.

ZANATTA, F.A.S.; LUPINACCI, C. M.; BOIN, M. N. O uso da terra e alterações do relevo na alta bacia do ribeirão Areia Dourada, Marabá Paulista (SP): um estudo a partir de princípios da antropogeomorfologia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. São Paulo, v.16, n.1, p.03-17, 2015.

ZANATTA, F.A.S.; LUPINACCI, C.M.; BOIN, M.N. Geoecologia da paisagem x Legislação ambiental: uma análise da distribuição espacial das restrições ao uso da terra frente à problemática erosiva da alta bacia do ribeirão Areia Dourada, Marabá Paulista (SP). **Sociedade & Natureza**. Uberlândia, 28 (1), p.21-37, 2016.