

Formas Erosivas Em Região De Mananciais: As Bacias Hidrográficas Dos Rios Jaguari (SP e MG) e Jacareí (SP).*

Larissa Giroldo – Universidade de São Paulo – larissagirolido@gmail.com

Cleide Rodrigues – Universidade de São Paulo – cleidrig@usp.br

Resumo

O presente estudo colabora na avaliação da atual situação da conservação física de sistemas e unidades geomorfológicas das bacias hidrográficas dos rios Jaguari e Jacareí, geradoras de água para a região metropolitana de São Paulo. Para tanto, foram confeccionados mapas de uso atual de terra e geomorfológico, em escala regional, para servirem de subsídios para análise desta pesquisa que propõe a verificação de ocorrências de formas erosivas e de sua associação ao tipo de uso da terra ou intervenção antrópica e da morfologia original. O estudo evidenciou forte correlação espacial entre formas erosivas, morfologia original e determinadas intervenções antrópicas. Na sua maioria, essas formas indicadoras são desencadeadas por processos pluviais, podendo ou não estarem associadas processos gravitacionais. Também é resultado relevante da pesquisa, uma proposta de grau de degradação das formas erosivas mapeadas, que segue critérios geomorfológicos.

Palavras- chave: formas erosivas; bacias hidrográficas; rios Jaguari e Jacareí; nível de conservação física; recursos hídricos.

Abstract

The present study assists the current situation assessment of the physical conservation of the geomorphologic units and systems of the drainage basins of Jaguari and Jacareí rivers that are responsible for 50% of the waters resources of the São Paulo Metropolitan area. Therefore, land use and geomorphologic maps in medium scale were produced to support the analysis of this research that purposes to verify if erosive forms are related to specific categories of land use or anthropogenic interventions and original forms. This study shows the linking between the erosive forms, original forms and specific human interventions. Most of the erosive forms come out by pluvial process that can be or not related to gravitational processes. Also, as an important result of this study, it is a purpose of classification of degradation level of those mapped erosive forms, according to geomorphologic criteria.

Key words: erosive forms; drainage basin; Jaguari and Jacareí rivers; conservation level; water resources.

1. Introdução

São Paulo constitui-se numa das maiores metrópoles mundiais, e uma das que mais se expandiu nas últimas décadas. Este crescimento urbano foi acompanhado de severas

* Pesquisa científica desenvolvida com apoio financeiro da FAPESP

conseqüências quanto à qualidade ambiental, dentre as quais coloca-se o aumento da utilização dos recursos hídricos e a degradação generalizada de áreas de mananciais.

De acordo com MEYER (2003), até 1970 as bacias hidrográficas responsáveis pela geração de água para o abastecimento da metrópole estavam localizadas dentro do seu próprio recorte espacial. A partir da década de 1970, grande parte do abastecimento começa a ser proveniente de bacias hidrográficas fora da região metropolitana. Atualmente 50% do abastecimento de água da Grande São Paulo é obtido do Sistema Cantareira, cujos mananciais encontram-se no Alto das bacias hidrográficas dos rios Jaquari e Jacareí, localizados respectivamente no Estado de São Paulo e no Estado de Minas Gerais.

Apesar de sua grande importância, essa grande área geradora de água para 50% da população metropolitana não tem sido objeto de produção de conhecimento a respeito de seu nível de conservação física. Tampouco a legislação de proteção tem sido especialmente formulada para esse fim.

A ciência geomorfológica dispõe de recursos teórico-metodológicos para avaliações regionais e de grande escala a respeito do nível de conservação de sistemas hidrogeomorfológicos no Meio Tropical Úmido, voltando-se para os estudos de: vertentes, planícies de inundação e canais fluviais, no Meio Tropical Úmido (THOMAS, 1974; HART 1986; entre outros).

Segundo RODRIGUES (1997,1999 e 2004, dentre outros) é possível reconhecer o nível de conservação física de Bacias Hidrográficas e de seus subsistemas por meio da cartografia geomorfológica, bem como por meio da geomorfologia antropogênica estudos nos quais são evidenciadas as mudanças morfológicas e de uso de terra em escalas temporais de certa duração. A análise aqui realizada, ainda que em escala regional, tem como objetivo central auxiliar a compreensão do atual nível de conservação destes importantes mananciais de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

2. Objetivo

O objetivo específico da pesquisa é o levantamento e avaliação de média escala das formas erosivas em sub-sistemas físicos como de vertentes e cursos fluviais em região de

mananciais de abastecimento da RMSP, onde estão circunscritas as bacias hidrográficas dos rios Jaguari e Jacaré. Secundariamente estes dados foram correlacionados ao tipo de uso e manejo do solo (intervenções antrópicas) , para, com isso, propor hipóteses sobre o atual nível de conservação destas importantes áreas de mananciais e das prováveis principais causas de ordem morfológica (natural) e antrópica para a ocorrência dessas formas erosivas.

3. Embasamento teórico-metodológico

O presente estudo tem como aporte teórico-metodológico conceitos e abordagens presentes na literatura da ciência geográfica e da ciência geomorfológica, dentre os quais: TRICART (1977), a geomorfologia de processos do meio tropical úmido (THOMAS, 1974; COLTRINARI, 2001 dentre outros) e a geomorfologia antrópica sistematizada por RODRIGUES (1997, 1999, dentre outras). TRICART (1977) propõe uma metodologia baseada na dinâmica dos ambientes, ecodinâmica, sugerindo a classificação os ambientes em ecodinamicamente *estáveis*, *intergrades* e *instáveis*, privilegiando, dentre outros, os processos mecânicos destrutivos das formas de relevo.

Partindo deste princípio de “ecodinâmica” de TRICART (1977) e dos princípios de inserção do fator antrópico nos estudos de sistemas geomorfológicos (NIR,1983; HART, 1986, dentre outros), RODRIGUES (1997, 1999, 2004 e 2008) vem desenvolvendo metodologia para o estudo da interferência antrópica em sistemas hidro-geomorfológicos para interpretação sobre a origem antrópica ou natural de formas degradacionais, erosivas ou deposicionais. A autora propõe, entre outros procedimentos, o resgate da morfologia original e a cartografia evolutiva das seqüências de intervenções humanas na superfície. Segundo a autora, em determinadas situações, é possível reconhecer e diferenciar causas “naturais” e “antropogênicas” de aceleração dos processos morfodinâmicos, levando-se em consideração a combinação e o balanço de processos superficiais típicos de cada domínio morfoclimático, mudanças morfológicas, mudanças climáticas, mudanças de uso e cobertura vegetal, para escalas temporais de curta duração.

4. Procedimentos técnicos

Produção cartográfica

A carta geomorfológica desta pesquisa foi realizada por meio de compilação mapeamento geomorfológico já realizado por ROSS (1997) para o Estado de São Paulo e foi executada uma complementação deste mapeamento na área de estudo pertencente ao Estado de Minas Gerais.

Para a carta de uso de terra o suporte será um dado secundário: Uso do solo em 2003 (WHATELY e CUNHA, 2006), pois este adequa -se perfeitamente ao propósito da pesquisa.

Levantamentos de campo

Após a realização de etapas para a confecção dos mapeamentos prévios em gabinete, o levantamento de campo para a conferência destes mapeamentos e também obter relação entre para obtenção de informações sobre morfologia (original ou antropogênica), uso de terra e formas erosivas.

Correlações espaciais

As correlações espaciais serão realizadas fundamentalmente com o cruzamento cartográfico dos mapas geomorfológicos e de uso de terra, e informações de campo sobre a morfologia e uso de terra.

A correlação espacial do mapa geomorfológico e do mapa de uso e ocupação da terra foi fundamental para o terceiro produto desta pesquisa: unidades homogêneas.

Com a correlação efetuada, foram selecionadas parcelas mais significativas destas unidades homogêneas, segundo a relevância ou maior representatividade espacial das combinações entre formas originais e uso atual da terra proporcionando. Esse mapa também foi subsídio o planejamento do trabalho de campo.

5. Revisão bibliográfica da caracterização geológica e geomorfológica da área de estudo

As bacias hidrográficas dos rios Jaguari e Jacaré localizam-se no Cinturão Orogênico do Atlântico. Essa unidade abrange a Serra da Mantiqueira, unidade tectônica formada principalmente por eventos que geraram falhamentos e epirogenia. A litologia da Serra da Mantiqueira é significativamente diversa com metamorfismo regional associado a corpos ígneos intrusivos destacando-se a presença de gnaisse, migmatitos e granitos.

Segundo BISTRICHI (2001) a constituição litológica da área é de 90% de rochas pré-cambrianas seguidas por rochas fanerozóicas em bacias sedimentares de pequenas proporções. Trata-se de uma área com complexa pela superposição de eventos geológicos.

A formação geológica das bacias dos rios Jaguari e Jacareí é marcada por duas anomalias físicas distintas, a saber: suturas que correspondem a espessamento da crosta por processos de coalizão continental do Eon Arqueano e lineamentos com menor espessura crustal associados a falhas transcorrentes durante o Proterozóico.

Estes lineamentos Proterozóicos estão ligados a cisalhamentos existentes no Leste de São Paulo e Sul de Minas Gerais tais como: Campo do meio, Ouro Fino, Camanducaia, Rio Pardo e Jacutinga.

Durante o Eon Proterozóico também ocorreram descontinuidades crustais e blocos gerados pelas mesmas resultando em litoestruturas específicas, que condicionaram a evolução tectônica fanerozóica principalmente durante o Mesozóico e Paleógeno com o processo de deriva continental com a abertura no Atlântico Sul.

Segundo BISTRICH (2001), tal atividade tectônica e atenuou-se nos tempos modernos, o que não significou inatividade. A atividade tectônica manifesta-se na área por meio de neotectônica (desde o Mioceno até o Holoceno) e morfogênese. Porém, é ainda controlada pelas descontinuidades crustais proterozóicas, recebendo o nome de Tectônica Ressurgente.

Atualmente ainda existem atividades tectônicas, porém de maneira residual e de pequena intensidade ocorrendo em áreas particulares e específicas atribuídas à zona de cisalhamento do Cambro-Ordoviciano, recebendo o nome de Zonas sismogênicas (IPT,1989).

As Bacias hidrográficas dos rios Jaguari e Jacareí pertencem ao domínio morfoclimático de Mares de Morros, domínio que, segundo AB´SABER (1973), na área em questão aparecem variáveis próprias que condicionariam o padrão morfológico local. Além da variável tectônica explicada anteriormente, segundo este autor existem variáveis ligadas à massas litológicas e variáveis ligadas à heterogeneidade litológica, essa última interferindo diretamente na variedade de resistência à erosão.

Ainda segundo AB´SABER (1973) a rede de drenagem é, em sua maioria, insequente e com padrão de drenagem dendrítico. Entretanto os rios principais encontram-se adaptados às

estruturas Pré-Cambrianas tendo cursos d'água subseqüentes. O rio Jaguari contém o curso subseqüente principalmente próximo à sua nascente sob terreno cristalino, no entanto torna-se angulosos quando alcança altitudes mais baixas. Nos arredores da represa dos rios Jaguari e Jacareí as vertentes são convexas e, em sua maioria, contém sedimentos grosseiros ligados à formação superior descontínua da bacia de Taubaté.

Em relação à vegetação nativa, amplamente devastada pela cultura do café e atualmente por criação de gado, era formada por floresta tropical tendo seu limite topográfico entorno de 1300m, acima do qual ocorrem enclaves de bosques de araucárias.

O mapa geomorfológico do estado de São Paulo (ROSS, 1997) carrega informações relevantes para a compreensão da geomorfologia da área pesquisada. Como citado anteriormente, as bacias hidrográficas dos rios Jaguari e Jacareí pertencem ao planalto e Serra da Mantiqueira, deste modo, (no estado de São Paulo) seus padrões de formas semelhantes em sua maior parte são denudacionais, com topos aguçados e preferencialmente topos convexos.

O predomínio de grau de entalhamento dos vales é 2, isto é, classificado com fraco com variações de 10 à 20m. No entanto, parte Nordeste, o grau de entalhamento tende a aumentar, abrangendo uma porção considerável, sendo grau 4, classificado como forte, com variações de 40 à 80m.

No que se refere à dimensão interfluvial, o predomínio são de classe média e pequena, cuja variação ocorre entre 700 à 300m para a classe média, e de 300 à 100m a classe pequena.

6. Mapeamentos e análises

O mapa geomorfológico desta pesquisa foi confeccionado utilizando-se a metodologia de ROSS (1992). Foi produzido tanto a partir de compilação parcial do mapa geomorfológico de ROSS (1997) na área da bacia hidrográfica pertencente ao Estado de São Paulo e com a interpretação de imagens de radar para complementação das bacias em áreas pertencentes ao Estado de Minas Gerais.

Com as imagens de radar foram foto - interpretados padrões de formas semelhantes assim, como os principais rios. Utilizaram-se as cartas clinográfica e hipsométrica produzidas

durante a pesquisa como auxiliares à delimitação definitiva da área abrangida pelos padrões de formas semelhantes identificados na imagem.

Mapa Geomorfológico

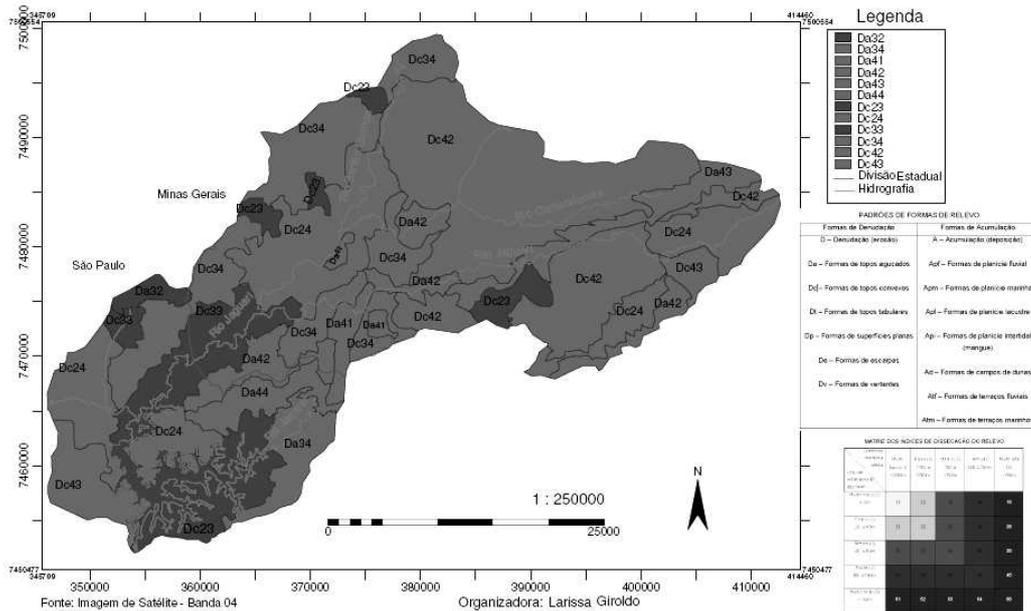


Figura 1: Mapa geomorfológico.

Autora: Larissa Giroldo, 2007.

Quanto ao mapa de uso do solo, Para a confecção deste mapeamento, foi utilizado com base o mapa de uso do solo em 2003 em escala original de 1:145000 (WHATELY e CUNHA, 2006) e sobreposto a este a limitação das unidades geomorfológicas realizada durante esta pesquisa. Desta maneira, para cada área for selecionado o tipo de uso com predominância superior à 60% de ocupação da área delimitada pela mapa geomorfológico. Sendo assim, foi executada uma generalização do mapa de uso do solo anterior em escala de 1:25000.

Partindo da correlação entre os padrões de relevo e uso de solo, foram identificadas as áreas semelhantes quanto à ocupação e aos aspectos geomorfológicos. Foram selecionadas parcelas mais significativas da área de estudo, etapa realizada segundo a relevância ou maior representatividade espacial das combinações entre formas originais e uso atual da terra. Dessa

maneira, para cada unidade de relevo da bacia hidrográfica foi selecionado um uso de solo predominante chegando dessa maneira às unidades homogêneas entre si.

Cada unidade homogênea foi caracterizada também por aspectos topográficos e sua declividade foi classificada segundo ROSS (1994), na qual, seleciona os intervalos (abaixo descritos) por estarem consagrados nos estudos de capacidade de uso /aptidão agrícola do solo e os valores críticos da geotecnia. As classes utilizadas no estudo mostram a porcentagem de declividade e em seguida a categoria correspondente, sendo assim, até 6% de declividade é caracterizada como muito fraca; de 6% á 12% considerada fraca; de 12% à 20% classificada como Média; de 20% à 30% é forte; e superior à 30% é classificada como Muito Forte.

O aspecto mais evidente do uso de terra da área em questão é a extensa ocupação por campos antrópicos com criação extensiva de gado. Estradas, tanto rodovias principais como locais não asfaltadas, cruzam as formas de relevo. Além disso, ocorrem pequenas áreas de vegetação secundária e reflorestamento.

7. Conclusões

A partir das evidências de formas erosivas nos mananciais pesquisados e do uso e ocupação de terra da mesma, foi possível inferir sobre o significativo nível de degradação dos sistemas físicos. Demonstrou-se a combinação de formas de relevo de alto potencial erosivo associadas aos usos ou intervenções impróprias. Dentre esses, foram evidenciados principalmente o campo antrópico com a criação extensiva de gado e o sistema viário como intervenções das mais associadas às formas erosivas pluviais mapeadas. Esse raciocínio mostrou-se válido tanto para o que se refere à quantidade de formas erosivas como também à magnitude destas formas.

Partindo dos mapeamentos prévios e das constatações em campo, foi também possível criar uma hierarquia de degradação quanto às formas erosivas relacionado ao pisoteio de gado. O elemento diferenciador é o grau de amplitude dos degraus de pisoteio e a área de solo nu, já que desta maneira, a fragilidade do solo aumenta aumentando também o processo de erosão.

O estudo propôs uma hierarquia de combinações de fatos geomorfológicos e usos de terra em ordem crescente:

Campo antrópico:

- 1- Terracetes de pisoteio de gado em áreas convexas da vertente ou em áreas de declividades de fraca a média, com amplitudes de degraus inferiores à 40cm e onde a exposição do solo ocorre somente no caminho do gado;
- 2- Terracetes de pisoteio de gado em áreas convexas da vertente ou em áreas de declividades de fraca a média, com amplitudes de degraus inferiores à 40cm, com sulcos na vertical provenientes de escoamento superficial concentrado expondo o solo não somente no caminho do gado, mas também em partes do espelho do degrau;
- 3- Terracetes de pisoteio de gado em áreas côncavas da vertente ou áreas de declividade de forte a muito forte, onde a amplitude dos degraus podem variar de 0,40m até 1,50m, sendo a exposição do solo somente no caminho do gado;
- 4- Terracetes de pisoteio de gado em áreas côncavas da vertente ou áreas de declividade de forte a muito forte, onde a amplitude dos degraus podem variar de 0,40 até 1,50m e associados a sulcos verticais e início de ravinamento na vertical ampliando a exposição do solo nu;
- 5- Terracetes de pisoteio de gado em áreas côncavas da vertente ou áreas de declividade muito forte, onde a amplitude dos degraus podem variar de 0,40 até 1,50m, ocorrendo também ravinas de maneira pontual e sulcos de maneira generalizada.

Estradas:

- 1- Estradas de terra em locais de fraca declividade, gerando sulcos e pequenos ravinamentos;
- 2- Estradas de terra em locais de declividade média a forte, gerando sulcos, ravinas e escorregamentos na vertente;
- 3- Rodovias asfaltadas em locais de declividade média, cortando formas de relevo que propiciam a convergência de fluxos hídricos, desenvolvendo sulcos de maneira generalizada, ravinas e escorregamentos.

8. Bibliografia

- AB'SABER, Aziz Nacib. **Geomorfologia da área de barragens do alto Jaguari**. São Paulo, Revista Geomorfologia, número 42, 1973, 1- 22.
- BISTRICHI, Carlos Alberto. **Análise estratigráfica e geomorfológica do cenozócio da região de Atibaia-Bragança Paulista, Estado de São Paulo**. Rio Claro, Unesp, 2001.184p.
- COLTRINARI, Lylian. **Mudanças ambientais globais e geoindicadores**. Porto Alegre, Pesquisas em geociências volume 28, número 2, 2001, 307-314.
- HART, M. G. **Geomorphology- pure and applied**. George Allen & Unwin. 1986.228p.
- MEYER, Regina Maria Proserpi, GOSTEIN, Marta Dora e BIDERMAN, Ciro. **São Paulo MetrÓpole**. São Paulo, Edusp, 2003.290p.
- NIR, D. **Man a geomorphological agent: an introduction to anthropic geomorphology**. Keter Publishing House. 1983.165p.
- RODRIGUES, Cleide. **Geomorfologia aplicada – Análise de Experiências e de instrumentos de planejamento Físico-Territorial e ambiental Brasileiro**. Tese de Doutorado pelo departamento de geografia física da Universidade de São Paulo, 1997.
- RODRIGUES, Cleide. A urbanização da metrópole sob a perspectiva da geomorfologia: tributo à leituras geográficas. *In: Geografias de São Paulo I. Representação e crise da metrópole*. São Paulo, Editora Contexto, 2004,89-114.
- ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo**. Revista do departamento de geografia FFLCH-USP, número 6. 1992, 17-29.
- ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. São Paulo: a cidade e as águas. *In: Geografias de São Paulo II. A metrópole do século XXI*. São Paulo, Editora Contexto, 2004, 183-220.
- THOMAS, Michael F. **Tropical Geomorphology. A study of weartering and landform development in warn climates**. Macmillan, 1974. 332p.
- TRICART, Jean. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE 1977. 97p.
- WHATELY, Marussia e CUNHA, Pilar. Cantareira 2006 - **Um olhar sobre o maior manancial de água da Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo, Instituto Sócio- Ambiental, 2006. 67p.