

Ação Antrópica Sobre As Escalas Temporais Dos Fenômenos Geomorfológicos

Archimedes Perez Filho¹ & Cristiano Capellani Quaresma²

¹Professor Titular – Orientador - Depto de Geografia - Inst. de Geociências – UNICAMP. archi@ige.unicamp.br. ²Doutorando – Programa de Pós-Graduação em Geografia – IG - UNICAMP cristiano.quaresma@ige.unicamp.br

Escalas temporais dos fenômenos da natureza e do homem

A Geomorfologia pode ser definida como a ciência responsável pelo estudo dos processos e das formas da superfície terrestre que resultam destes.

As novas formas de uso e ocupação por parte do sistema antrópico têm ampliado a necessidade de sua inclusão, como elemento transformador e acelerador dos processos naturais, nos estudos geomorfológicos.

Formas e processos possuem representação em um determinado tipo de escala espacial e temporal. Elementos que se manifestam em determinada escala, podem apresentar pouca ou nenhuma representatividade em escalas maiores de tempo e de espaço (Quaresma, 2008).

Com relação às manifestações temporais dos fenômenos da natureza e do homem podemos definir pelo menos quatro escalas:

A primeira trata-se da escala do tempo futuro, referente aos eventos que poderão se tornar realidade. Nas análises e estudos geomorfológicos, tratam-se das previsões científicas de eventos, fenômenos, processos e formas que poderão ocorrer, por meio de geração de modelos normativos, cenários, simulações, dentre outros.

Chorley *et al.* (1974) define modelo como uma estruturação simplificada da realidade, que por ser complexa, necessita de instrumentos que permitam apresentar de forma generalizada suas características e relações.

O processo de elaboração de um modelo representativo da realidade recai sobre a subjetividade uma vez que se torna necessário abstrair do real parte dos elementos e processos observáveis.

Assim, o modelo difere da realidade, uma vez que sua confecção exige certo grau de seletividade dos elementos e atributos componentes do real. Tal simplificação se justifica pela incapacidade humana em apreender e compreender a totalidade absoluta.

Diante disso, pelo menos dois fatores devem ser considerados no processo de elaboração e/ou adoção de modelos.

O primeiro deles trata-se da conscientização do pesquisador de que modelos necessitam ser constantemente revistos diante de novas descobertas e de novas possibilidades técnicas.

O segundo fator diz respeito aos cuidados referentes às generalizações. Os processos e formas existentes na superfície terrestre são complexos e lhe são próprios. Desta forma, modelos aplicados em determinados níveis escalares de tempo e de espaço devem ser tomados com cuidado ao se realizarem extrapolações para outros níveis. Tal fato se deve à presença de elementos, atributos e relações distintos daqueles abarcados pelo modelo, pois podem invalidá-lo ou produzir visão distorcida da realidade analisada.

A segunda escala temporal refere-se ao tempo da Natureza. Os elementos naturais estão inter-relacionados, sendo que seus processos e formas se manifestam em uma escala de tempo que lhe é própria. Como exemplo, podemos mencionar o trabalho de William Morris Davis, que ao procurar sistematizar as fases de evolução do relevo em termos de juventude, maturidade e senilidade, projeta a sua Teoria do Ciclo Geográfico, também conhecida como Ciclo de Erosão ou ainda Ciclo Geomorfológico, para período de tempo entre 20 e 200 milhões de anos.

A terceira trata-se da escala do tempo histórico do homem. Tal escala se inicia com a presença humana, não do pré-histórico nômade e coletor, mas a partir do surgimento das grandes civilizações, quando, por meio do uso das técnicas, o homem torna-se capaz de alterar de forma significativa, elementos e fenômenos pertencentes ao sistema físico/natural em uma tentativa de reduzir seus obstáculos e de controlá-los.

A escala do tempo histórico do homem surge em um momento avançado da escala de tempo da natureza e constitui um período de tempo mínimo em relação à extensão desta.

Tais escalas não devem ser concebidas de maneira estanque e linear, ou seja, não se deve pensar que no momento em que uma termina, a outra começa. Há coexistência de tais escalas no tempo, a partir do surgimento da escala do tempo histórico do homem.

A quarta trata-se da escala do tempo presente, que se caracteriza pelo fato do sistema antrópico, nas últimas décadas (em especial no pós Segunda Guerra e mais

precisamente no pós década de 70 do século XX) ter atingido grande desenvolvimento tecnológico.

Este período equivale ao que Richta (1968) e posteriormente Santos (2002) apontaram como aquele que se distingue de seus antecessores pela profunda inter-relação da ciência, da técnica e da informação, que permitiu ao mercado tornar-se global.

No entanto, não se deve considerar o ambiente como produção artificial do homem. Por mais que o uso e ocupação das terras se processem sob uma lógica cada vez mais ligada ao mercado e haja adensamento de objetos técnicos tanto no campo quanto nas cidades, não se deve concluir que a natureza deixou de existir, ou que a mesma não seja também responsável por processos de formação de organizações espaciais, ou ainda, que não seja capaz de influenciar a estruturação, dinâmica e funcionamento dos sistemas antrópicos.

A afirmação de que “*a natureza deixou de ser uma parte significativa do nosso meio ambiente*” (Gellner, 1989) Apud: Santos (2002) demonstra o descaso com que o homem tem tratado a mesma, desconsiderando seus processos e funcionamento, o que reflete a lógica com que tem se processado o uso e ocupação das terras a partir da segunda metade do século passado.

A escala do tempo presente trata, então, do período em que o sistema antrópico passa a possuir condições de interferir e de transformar os processos físico/naturais com grande intensidade. Também é neste período que surge a necessidade cada vez maior de se conhecer os elementos, atributos, inter-relações e funcionamentos dos sistemas físico/naturais, para que o processo de uso e ocupação das terras não seja guiado exclusivamente pela lógica economicista e de mercado, mas sim a partir do conhecimento dos geossistemas, a fim de que maior equilíbrio na relação homem/natureza seja atingido.

Apesar do desenvolvimento tecnológico alcançado pelo homem, tornando-o capaz de alterar e controlar parte dos elementos e fenômenos pertencentes à natureza, esta, uma vez que constitui um sistema complexo, está distante de ser plenamente conhecida, quanto menos controlada. Assim, apesar da existência do tempo da ação humana (escalas de tempo histórico do homem e presente), há o tempo natural (escala de tempo da natureza), que coexistem no processo de criação das organizações espaciais - formas e dinâmicas existentes na superfície terrestre.

O sistema antrópico é, portanto, capaz de influenciar parte dos sistemas físico/naturais impondo-lhes ritmos diferentes e acelerando processos com conseqüente alteração de suas escalas de tempo de ocorrência. (PEREZ FILHO, 2006)

Assim, processos e formas que se manifestariam na escala do tempo da natureza, passam a ocorrer nas escalas do tempo histórico e presente. Por isso que alguns pesquisadores, ao observarem as formas com que o homem tem interferido na dinâmica natural da Terra, defendem a idéia de, no tempo presente, ocorrerem processos geomorfológicos com gênese antrópica.

Alterações na escala temporal dos eventos naturais provocadas pela ação antrópica em bacias hidrográficas.

Tomemos como exemplo o baixo curso da bacia hidrográfica do Rio São José dos Dourados, afluente do Rio Paraná, localizado no Noroeste do estado de São Paulo, Planalto Ocidental Paulista, com área de 1.052km² (figura 01).

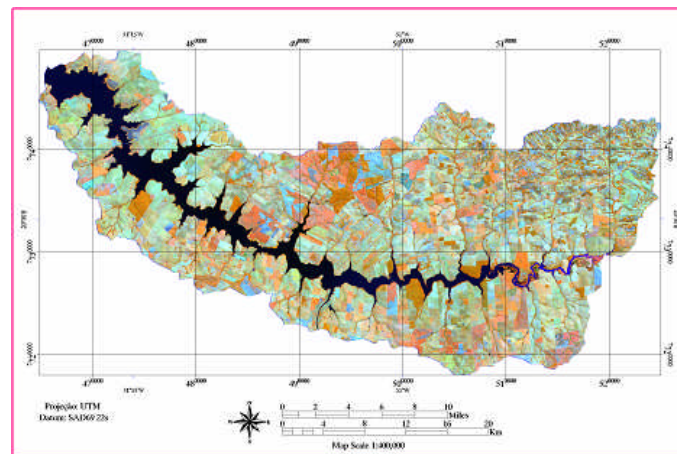


Figura 01 - Porção da Bacia Hidrográfica do Baixo Curso do Rio São José dos Dourados (área de estudo)

A cobertura vegetal primitiva predominante na bacia constituía-se de Floresta Latifoliada Tropical, associada a solos férteis, de estrutura média a argilosa. Além disso, em menor escala, havia ocorrência de vegetação de Cerrado e Cerradão.

O sistema antrópico, pelo uso e ocupação das terras, principalmente com a cafeicultura e a pecuária extensiva, transformou o sistema físico/natural pré-existente em uma organização espacial expressa pela paisagem agropecuária.

Por meio da utilização de imagens orbitais e trabalhos de campo, realizados na área de estudo, foram identificados processos erosivos, incremento no número e comprimento de canais fluviais de primeira ordem e formação de sulcos, ravinas e voçorocas, recuo de cabeceiras, abatimentos e capturas fluviais (figura 02).



Figura 02 - Voçoroca. Município de Suzanápolis/SP - Brasil

Tais ocorrências têm ocasionado pesado ônus à sociedade local, não só pela perda de recursos naturais e degradação das terras, que afetam o pequeno produtor local, mas também pelos grandes investimentos destinados ao controle desses fenômenos, muitas vezes sem sucesso pela falta de um melhor entendimento de seu comportamento atual.

Os processos verificados comprovam o rompimento do estado de equilíbrio da bacia hidrográfica e do geossistema. Desta forma, procuramos verificar quais os agentes responsáveis por tal rompimento e pela aceleração temporo-espacial dos processos identificados.

Utilizando-se de imagens orbitais de 2005 e de foto-interpretação, realizada em fotografias aéreas pancromáticas em escala aproximada de 1:25:000, provenientes do levantamento aerofotográfico do estado de São Paulo – 1962, verificou-se que os processos acima citados tratar-se-iam de eventos recentes, de ocorrência nas últimas quatro décadas, tendo em vista o estudo comparativo das organizações espaciais das redes de drenagem em 1962 e 2005.

A permanência das condições geossistêmicas nos últimos quarenta anos permite afirmar que o rompimento do equilíbrio dinâmico do geossistema da área considerada não poderia ser explicado unicamente pelos elementos naturais.

Com base na classificação das terras, realizada segundo critérios adotados pelo Sistema de Capacidade de Uso, verificou-se que o uso e ocupação agropastoril, empregados pelo sistema antrópico, se apresentam coerentes com os atributos dos elementos naturais, não sendo assim responsáveis diretos pela aceleração dos processos verificados.

Após o fim da década de 1960, os cursos de água pertencentes à área de estudo sofreram alterações por parte do sistema antrópico com a construção das usinas hidrelétricas de Três Irmãos e Ilha Solteira.

Tal informação permitiu a elaboração da hipótese de que os reservatórios de tais usinas, ao provocarem alterações significativas no nível de base local e modificações no nível do lençol freático, poderiam ser os responsáveis pelos processos erosivos identificados, uma vez que possuiriam capacidade de romper os limiares de resiliência do geossistema considerado.

As relações entre a reativação de processos erosivos a remontante e alterações no nível de base dos canais fluviais é conhecida e discutida desde, pelo menos, o final do século XIX, tal como no trabalho de Davis (1899), que trata da retomada de processos erosivos pela mudança no nível de base geral, dando início ao ciclo geomorfológico.

O modelo de pedimentação e pediplanação pressupõe a permanência e generalização do nível de base. Desta forma, segundo Christofolletti (1979), qualquer ponto de um rio é considerado como nível de base para todos os demais pontos a montante.

Levando-se em consideração tais informações e tendo como base a teoria do equilíbrio dinâmico, a qual interpreta a paisagem como resultante do ajustamento dos elementos em função da quantidade e variabilidade de matéria e energia que lhe são fornecidas, podemos apontar para o fato de que alterações no nível de base local também sejam capazes de reativar os processos geomorfológicos citados acima.

Com base em cálculos estatísticos e utilizando-se de 44 amostras circulares de 10km² de diâmetro cada, foram realizadas análises temporais em mosaicos de fotografias aéreas de 1962 e em imagens orbitais de 2005.

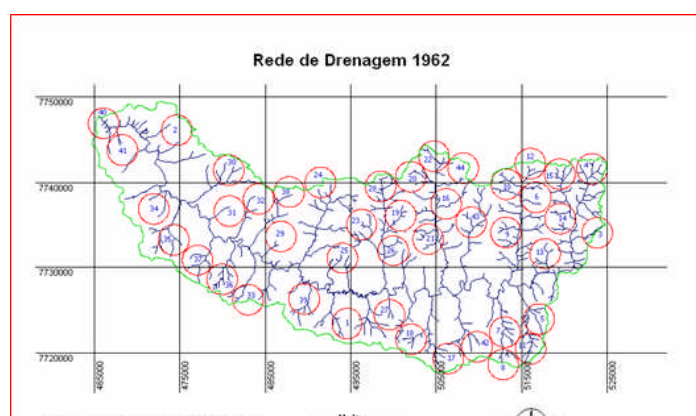


Figura 03 – Análise com amostras circulares da rede de drenagem de 1962 – Período anterior à construção dos reservatórios das usinas hidrelétricas em estudo.

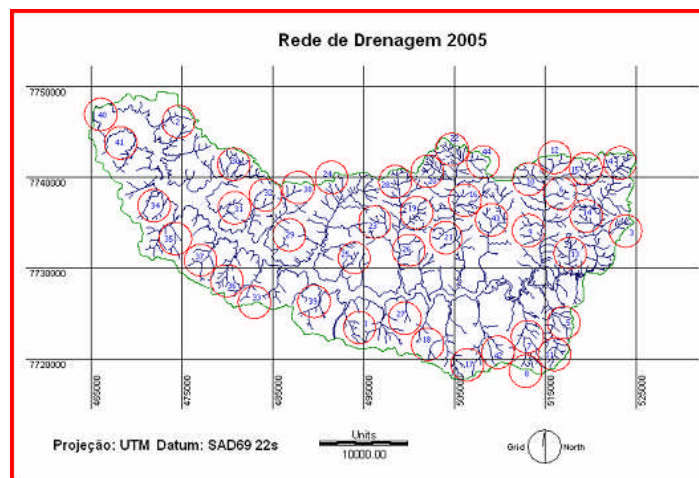


Figura 04 – Análise com amostras circulares da rede de drenagem de 2005 – Período atual e após a construção dos reservatórios das usinas hidrelétricas em estudo.

As figuras 03 e 04 demonstram aumentos significativos do número e comprimento de canais de primeira ordem nos anos posteriores à construção dos reservatórios das usinas hidrelétricas mencionadas, confirmando assim a hipótese formulada.

Alterações na escala temporal dos eventos naturais provocadas pela ação antrópica em áreas de solos arenosos.

Os Neossolos Quartzarênicos, solos pobres em nutrientes e que possuem menos de 15% de minerais da fração argila em sua composição textural, estão relacionados no estado de São Paulo aos arenitos das Formações Pirambóia e Botucatu (Mesozóico da

Bacia do Paraná), ocorrendo também sobre arenitos do Grupo Bauru que datam do Cretáceo.

O sistema antrópico, pelo uso e ocupação das terras, ao retirar a cobertura vegetal natural, expõe tais solos aos agentes erosivos, intensificando seus processos e alterando suas manifestações temporais e espaciais.

A degradação de tais terras pode ser verificada pela presença de feições erosivas tais como sulcos, ravinas e voçorocas, a exemplo do município de São Pedro (figura 05).



Figura 05 – Erosão por voçoroca no município de São Pedro – SP. Foto de Quaresma e Perez Filho - 2006.

Por meio da figura 05, podem ser percebidos problemas de ordem ambiental dos mais agravantes. A cobertura vegetal da área, original de cerrado, foi gradualmente substituída por pastagens e posteriormente pela expansão urbana. O processo de uso e ocupação não levou em consideração as variáveis geossistêmicas que caracterizam tais terras como de fragilidade acentuada. Desta forma a ação antrópica, agindo sobre o geossistema, possibilitou a intensificação de processos erosivos, que resultaram em voçoroca com mais de 20m de profundidade.

Essas transformações tiveram sua dinâmica acelerada a partir da década de 70, trazendo conseqüentes mudanças na dinâmica do canal fluvial, passando do tipo retilíneo para anastomosado, haja vista a multiplicação de canais pequenos, rasos e desordenados devido à deposição da carga sedimentar ao longo do leito, tendo em vista o baixo poder de transporte do rio. Tais trechos anastomosados localizam-se ao longo do canal fluvial, pois à jusante e a montante há um único canal. A formação de patamares aplainados de largura variável, limitadas por uma pequena escarpa em direção ao curso de água está

presente no médio curso da bacia do Córrego Tucum. Tais patamares não se dispõem de modo semelhante ao longo do canal fluvial, refletindo um deslocamento do entalhe do canal principal em direção a uma das bordas das vertentes laterais.

Outro processo de degradação das terras, existente em áreas de solos arenosos trata-se da formação de desertos antrópicos.

De modo geral, são paisagens que se formam sobre unidades litológicas frágeis em áreas com baixas declividades, tais como naquelas que apresentam como substrato a Formação Botucatu, de origem eólica em ambiente desértico (Juro-Triássico do Mesozóico). Sobre tal substrato verifica-se a presença de depósitos de sedimentos não consolidados de textura predominantemente arenosa, originados *in situ* ou resultante de deposições hídricas e/ou eólicas.

A conceituação de deserto antrópico está relacionada a terras derivadas de paleoambiente semi-árido ou semi-úmido, que mais recentemente sofreram processos de retomada das condições de clima úmido, porém insuficientes para mascarar os vestígios da paisagem pretérita.

Deste modo, o termo desertificação antrópica trata-se do fenômeno de reconstituição de paisagens desérticas sem necessidades de alterações climáticas, mas derivadas dos *inputs* da ação antrópica sobre os geossistemas por meio do uso e ocupação das terras.

Assim, a constituição da paisagem desértica com base exclusiva nos elementos naturais se manifestaria graças a alterações climáticas, para o que seria necessário um longo período de tempo, que só poderia ser enquadrado na escala de tempo da natureza.

O sistema antrópico provoca alteração na paisagem semelhante ao clima, ao expor os solos pela remoção da cobertura vegetal, porém em curto período de tempo (escala de tempo histórica do homem e presente), graças ao seu potencial de transformação (Figura 06).

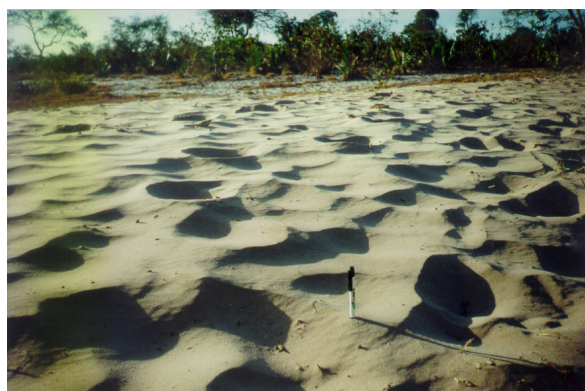


Figura 06 – Desertificação antrópica no Brasil Central. Fonte: Arquivo pessoal.

A formação dos desertos antrópicos em terras ocupadas, ou que já o foram, por vegetação de cerrado no estado de São Paulo e Brasil Central trata-se do manejo inadequado de tais sistemas que intensifica a morfodinâmica atual.

Quaresma e Perez Filho (2006) realizaram medições de temperatura de solos arenosos recobertos ou que já o foram por diferentes fisionomias de cerrado no estado de São Paulo, tendo observado que houve o dobro de variação de temperatura diurna nas camadas superficiais dos solos arenosos expostos, em relação aos solos de composições texturais semelhantes, mas cuja cobertura vegetal fora preservada.

Tais autores concluíram que a transformação da cobertura vegetal natural provoca aumento das variações de temperatura nos 20cm superficiais dos solos arenosos constituindo-se outro fator agravante à formação e ampliação dos desertos antrópicos. Isso se explica pelas alterações nas condições do ambiente germinativo de sementes do cerrado (cerca de 30%), dificultando a regeneração e fixação da vegetação original e facilitando a mobilização do material friável (areia fina) pela ação eólica e pelo escoamento superficial das águas. A aceleração dos processos naturais devido à ação antrópica reafirma o homem como importante agente geomorfológico.

Considerações finais

Estudos geomorfológicos, que buscam compreender processos e formas da superfície terrestre resultantes destes, devem considerar pelo menos quatro tipos de escalas temporais. Tais escalas não se manifestam de maneira estanque e/ou linear, portanto, não se deve pensar que no momento em que uma começa a outra termina, mas sim que, em muitas situações, ocorre coexistência das mesmas.

O sistema antrópico, por meio do uso e ocupação das terras, ao acelerar processos geomorfológicos, permite a ocorrência rápida de fenômenos que se manifestariam em longo período de tempo, caso fossem resultantes exclusivamente de processos naturais.

Assim, processos e formas que se manifestariam na escala do tempo da natureza, passam a ocorrer nas escalas do tempo histórico e presente, possibilitando que alguns pesquisadores, ao observarem as formas com que o homem tem interferido na dinâmica natural da Terra, defendem a idéia de, no tempo presente, ocorrerem processos geomorfológicos com gênese antrópica e um novo período denominado Quinário.

A influência da construção de represas de usinas hidrelétricas na reativação de processos erosivos e no aumento de número e comprimento de canais de primeira ordem em bacias hidrográficas demonstra que novas formas de uso e ocupação por parte do ação antrópica devem ser consideradas pelos estudos geomorfológicos.

Por fim, a reconstituição de paisagens desérticas sem necessidades de alterações climáticas, mas derivada dos *inputs* do sistema antrópico sobre os geossistemas (desertificação antrópica), comprova que o sistema antrópico se constitui em um subsistema importante à criação e ao entendimento de processos e formas geomorfológicas.

Bibliografia

- CAMPBELL, D. T. Common Fate, Similarity, and Other Indices of the Status of Aggregation of Persons as Social Entities. *Behavioral Science*, 3: 14-25p., 1958.
- CHORLEY, R. J.; HAGGETT, P. Modelos Físicos e de Informação em Geografia. Rio de Janeiro: Edusp, 1975.
- CHRISTOFOLETTI, A. Análise de sistemas em geografia. São Paulo: Hucitec/Edusp, 1979.
- DAVIS, W. M. The geographical cycle. *Geographical Journal*, 1899, n° 14, p. 481-504.
- QUARESMA, C. C. Organizações espaciais físico/naturais e fragilidades de terras sob Cerrado: abordagem sistêmica aplicada à escala local. Campinas, SP.: s.n., 2008.
- QUARESMA, C. C. e PEREZ FILHO, A. Fragilidade de Terras Ocupadas por Savana no Território Paulista – SP. In: Anais do II Congresso Nacional de Geomorfologia da Universidade de Coimbra – Portugal – Revista da Associação Portuguesa de Geomorfólogos, Lisboa – Portugal. ISBN: 972-636-137-0, nov. 2006.
- RICHTA, Radovan. Economia Socialista e Revolução Tecnológica. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1972 [*La civilisation au carrefour*. Paris, Anthropos, 1968].
- SANTOS, M. A natureza do Espaço: técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo, 2002.

SUERTEGARAY, D. M.A. A Trajetória da Natureza: um estudo geomorfológico sobre os areais de Quaraí – RS. 1987. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo. 243f. IL. Mapas.