

# A EPISTEMOLOGIA DA GEOGRAFIA E A ABORDAGEM SISTÊMICA NOS ESTUDOS DOS PROCESSOS EROSIVOS

*Gilberlene Serra Lisboa*

Doutoranda em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia - UFRJ  
[gilberlene\\_serra@yahoo.com.br](mailto:gilberlene_serra@yahoo.com.br)

*Paula Ramos de Sousa*

Mestre em Geografia e professora da Universidade Estadual do Maranhão  
[paula.ramos26@yahoo.com.br](mailto:paula.ramos26@yahoo.com.br)

*José Fernando Rodrigues Bezerra*

Professor Doutor da Universidade Estadual do Maranhão  
[fernangeo@hotmail.com](mailto:fernangeo@hotmail.com)

*Regina Célia de Castro Pereira*

Professora Doutora da Universidade Estadual do Maranhão  
[rdecastropereira@yahoo.com.br](mailto:rdecastropereira@yahoo.com.br)

*Quésia Duarte da Silva*

Professora Doutora da Universidade Estadual do Maranhão  
[quesiaduartesilva@hotmail.com](mailto:quesiaduartesilva@hotmail.com)

**RESUMO:** O presente artigo trata dos principais aspectos do pensamento geográfico e de sua evolução epistemológica e tem como objetivo discutir e abordar de forma geral a Geografia, do seu estabelecimento como ciência, passando por períodos de transformações e o desenvolvimento das principais tendências geográficas. Buscou-se assim, através da revisão de bibliografias específicas, apresentar uma síntese dos conceitos da abordagem sistêmica no contexto da Geografia Física, discutindo temas específicos da Geomorfologia e suas abordagens no geossistemas e dos processos de erosão do solo e suas interligações com os sistemas. Conclui-se que, após a consolidação da Geografia como ciência e das contribuições de importantes estudiosos, tornou-se não apenas um ramo de estudo descritivo, mas, sobretudo com caráter crítico. Notou-se que, além dos elementos descritivos, é de fundamental relevância para o Geógrafo manter uma relação íntima entre o tipo de investigação, as técnicas e todo arcabouço teórico-metodológico necessário na busca de uma melhor compreensão dos diversos problemas ambientais tais como poluição, erosão, compactação e impermeabilização do solo.

**Palavras-chave:** Abordagem sistêmica. Geomorfologia. Geografia Física.

## THE EPISTEMOLOGY OF GEOGRAPHY AND THE SYSTEMIC APPROACH IN THE STUDIES OF EROSION PROCESSES

**ABSTRACT:** The present article deals with the main aspects of geographic thought and its epistemological evolution and its objective is to discuss and approach Geography in general, its establishment as science, going through periods of transformation and the development of the main geographical trends. Thus, through a review of specific bibliographies, we present a synthesis of the concepts of the systemic approach in the context of Physical Geography, discussing specific themes of Geomorphology and its approaches in geosystems and soil erosion processes and their interconnections with the systems. It is concluded that after the consolidation of Geography as a science and the contributions of important scholars has become not only a field of descriptive study but, above all, of a critical nature. It was noted that in addition to the descriptive elements it is of fundamental relevance for the Geographer to maintain an intimate relationship between the type of research, the techniques and any theoretical-methodological framework required in the search for a better understanding of the various environmental problems such as pollution, erosion, compaction and soil sealing.

**Keywords:** System Approach. Geomorphology. Physical Geography.

### 1INTRODUÇÃO

A compreensão do pensamento geográfico se faz muito importante para o entendimento de como a Geografia se estabeleceu como ciência. A Grécia Antiga é tida como a primeira cultura a explorar a Geografia sob o ponto de vista científico e filosófico sendo considerada a mais relevante e significativa. Segundo Cavalcanti e Viadana (2010):

Durante a Idade Média, foram aprofundados e mantiveram-se os antigos conhecimentos gregos, e no período da Renascença e ao longo dos Séculos XVI e XVII, as viagens de exploração reavivaram o desejo de bases teóricas mais sólidas e de informações mais detalhadas. A partir do século XVIII, a geografia foi sendo reconhecida como disciplina científica e, ao longo do século passado, a quantidade de conhecimento e o número de instrumental técnico tiveram um significado aumento, persistindo até os dias atuais (CAVALCANTI; VIADANA, 2010 p. 12).

Os conhecimentos caracterizados como geográficos estavam fragmentados e desorganizados, cabendo à filosofia, à matemática e à física as discussões e debates pertinentes. A organização científica ocorreu somente no século XIX, na Alemanha. Como observam Costa; Rocha (2010):

É possível notar que o desenvolvimento dos conhecimentos geográficos anteriores a sistematização estavam ligados ao processo expansionista territorial. Isso pode ser aplicado aos quéchuas nos Andes, aos gregos e romanos na Europa, aos povos árabes e italianos em busca de rotas comerciais no mediterrâneo e aos portugueses e espanhóis com as grandes navegações nos séculos XV, XVI e XVII (COSTA; ROCHA, 2010, p. 28).

O objetivo principal era o conhecimento e a descrição do espaço para, entre outros aspectos, a elaboração de rotas que possibilitassem a ampliação do comércio. Também estavam preocupados com a expansão territorial e o domínio econômico de novos espaços.

A partir destas reflexões iniciais, este artigo tem como objetivo apontar a evolução epistemológica do pensamento geográfico na pesquisa Geomorfológica utilizando como caminho metodológico uma revisão bibliográfica sobre as tendências geográficas, a Teoria Geral dos Sistemas e importantes contribuições de autores acerca da abordagem sistêmica nos estudos sobre os processos erosivos.

O caráter crítico e a definição do tipo de abordagem na pesquisa geográfica, especificamente os processos erosivos, tem possibilitado uma investigação cada vez mais fundamentada e pautada na resolução dos problemas ambientais.

## 1.1 GEOGRAFIA E TENDÊNCIAS GEOGRÁFICAS

A Geografia iniciou-se como ciência na Alemanha do século XIX, a partir dos trabalhos de Alexander Von Humboldt e Karl Ritter. Com a contribuição desses estudiosos, a Geografia estabeleceu suas bases científicas.

Capel (2007, p. 15) evidencia que o projeto científico de Humboldt demonstrava empiricamente uma concepção idealista da harmonia universal da natureza concebida como um todo de partes intimamente relacionadas, um todo harmonioso movido por forças internas.

Apesar de sua formação em economia política e posteriormente em matemática, ciências naturais, botânica, física e mineralogia, alguns aspectos do método de Alexander Von Humboldt podem ser destacados a partir de uma perspectiva geográfica. Em primeiro lugar, Humboldt seguiu um método comparativo, e ao mesmo tempo incorporou sempre em suas investigações a perspectiva histórica. Neste sentido, Capel (2007) afirma que:

Em relação ao método comparativo usado por Humboldt, cabe destacar somente que o uso de forma abundante e que alguns consideram que é precisamente este uso de comparações universais sua contribuição mais importante. Humboldt comparava, de fato, sistematicamente as paisagens do setor que estudava com outras partes da Terra. Assim, por exemplo, comparava as planícies do Orinoco com os Pampas, os desertos do velho continente e os da América, o altiplano do México e o da Península Ibérica, as montanhas da Europa e as do Novo Mundo (CAPEL, 2007, p.16).

Para Humboldt, “a descrição da natureza está intimamente ligada com sua história”, porque as recordações do passado estão presentes por toda parte, tanto no mundo orgânico como no inorgânico (CAPEL, 2007, p. 18). A geografia era, para ele, essencialmente viagens e posições no mapa. São estes aspectos que ele tratou essencialmente na sua História da Geografia, e que naqueles momentos se identificaram acima de tudo com essa ciência.

Humboldt não era geógrafo e não esteve preocupado em sistematizar seus conhecimentos geográficos, porém trouxe importantes contribuições para a Geografia. Os alemães foram fundamentais para a consolidação da Geografia enquanto ciência, sobretudo, com a contribuição desses intelectuais a Geografia pôde se estabelecer sobre fundamentos científicos autênticos e deixar de ser uma simples descrição do planeta para se transformar em uma ciência baseada na investigação das relações entre natureza e sociedade (MORMUL; ROCHA, 2013, p.65).

A própria ciência geográfica constituiu-se porque havia necessidade, e uma necessidade histórica que contribuiu na/para sua consolidação. Assim, a Geografia se apresenta como uma possibilidade para um dado momento historicamente determinado.

Neste sentido Mormul; Rocha (2013, p.67) destacam ainda que a ciência geográfica fora ideologicamente influenciada pelos interesses da burguesia, através da produção de espaços necessários à expansão do capitalismo e na formação de cidadãos necessários as exigências do momento.

Nesta perspectiva, Christofolletti (1983) atesta que:

As primeiras cadeiras de Geografia foram criadas na Alemanha, em 1870 e posteriormente na França. Organizada e estruturada em função das obras de Alexandre Von Humboldt e de Carl Ritter, desabrochando na Alemanha e na França, pouco a pouco a Geografia foi-se difundindo para os demais países. As contribuições e as idéias apresentadas pelos geógrafos alemães e franceses tiveram grande influencia no desenvolvimento dessa ciência na primeira metade do Século XX (CHRISTOFOLETTI, 1983, p. 12).

Com relação à definição da Geografia, Christofolletti (1983) destaca que apesar da superfície terrestre ser considerado o domínio específico do trabalho geográfico, as várias definições existentes – Alfred Hettner (1925), Hartshorne (1939), Albert Demangeon (1942), Emmanuel de Martone (1909:1951) – e a prática da pesquisa geográfica estavam envoltas de contradições ditas dicotômicas. A primeira dicotomia estava relacionada com a Geografia Física e a Geografia Humana. Ambas representando os conjuntos, meio geográfico e atividades humanas. A Geografia Física estava voltada ao estudo do quadro natural enquanto a Geografia Humana estava preocupada com a distribuição dos aspectos originados pelas atividades humanas.

Segundo Christofolletti (1983), foi através de William Morris Davis que a Geografia Física rapidamente ganhou uma imagem cientificamente mais bem consolidada e executada.

Além da dicotomia supracitada a ela se unia o conflito conceitual de ser a Geografia uma ciência única ou um conjunto de ciências. A segunda dicotomia refere-se à Geografia geral e à Geografia regional. Neste sentido, Christofolletti (1983) afirma que:

Objetivando estudar a distribuição dos fenômenos na superfície da Terra, a geografia geral analisava cada categoria de fenômenos de maneira autônoma. Essa focalização resultou na geografia sistemática ou tópica e na subdivisão da geografia (geomorfologia, hidrologia, climatologia, biogeografia, geografia da população, da energia, urbana, industrial, da circulação e outras). Entretanto deve-se lembrar que o designativo *geral* não se referia ao conceito da metodologia científica de procurar generalizações ou leis, mas se baseava no princípio da “unidade terrestre” (La Blache, 1986) e na “escala planetária” (Cholley, 1951) (...). A Geografia Regional procurava estudar as unidades componentes da diversidade areal da superfície terrestre. Em cada lugar, área ou região a combinação e a interação das diversas categorias de fenômenos refletiam-se na elaboração de uma paisagem distinta, que surgia de modo objetivo e concreto (CHRISTOFOLETTI, 1983, p. 13-14).

Na tentativa de superação dessas dicotomias a Nova Geografia teve seu desenvolvimento pautado na busca de um enquadramento maior da Geografia no contexto global científico. Em cada ciência, o que a torna diferente é o seu objeto. Cada uma contribuindo na compreensão da ordem e da estrutura existentes, e como coloca Christofolletti (1983) o setor da Geografia é o das organizações espaciais.

Considerando a metodologia científica como o paradigma para a pesquisa geográfica, a Nova Geografia salienta a necessidade de maior rigor no enunciado e na verificação de hipóteses, assim como na formulação das explicações para os fenômenos geográficos. E não se deve só explicar o existente e o acontecido, mas com base nas teorias e nas leis, ser capaz também de propor predições. (...) considerando-se certas hipóteses e determinadas condições, o resultado do trabalho geográfico deve ser capaz de prever o estado futuro dos sistemas de organização espacial e contribuir de modo efetivo para alcançar o estado mais condizente e apto para as necessidades humanas (CHRISTOFOLETTI, 1983, p. 16-17).

Outro ponto em relação ao desenvolvimento da Nova Geografia é o desenvolvimento de teorias relacionadas com as características da distribuição e arranjo espaciais dos fenômenos. Objetivando verificar a aplicabilidade de tais teorias, muitos geógrafos passaram a estudar os padrões de distribuição espacial dos fenômenos, porém sem fazer um estudo crítico e com ausência de mudanças ou substituições àquelas teorias.

Neste sentido Christofolletti (1983), lembra o que aconteceu com o setor da Geomorfologia. A concepção teórica de William Morris Davis predominou de modo incontestado por quase meio século.

O uso de técnicas matemáticas e estatísticas para analisar os dados coletados e as distribuições espaciais dos fenômenos foi uma das principais características da Nova Geografia. Indiscutivelmente, o uso das técnicas de análise deve ser incentivado porque elas se constituem em ferramentas, em meios para o geógrafo. O conhecimento das diversas técnicas de análise (as simples, as multivariadas e as relacionadas com a análise seriada e espacial) é básico para o geógrafo. Entretanto, usar técnicas estatísticas, por mais sofisticadas que sejam não é fazer Geografia.

Cabe ao geógrafo fazer a escolha da técnica que mais se adequa ao tipo de investigação dentre os mais variados tipos de problemas e se dispor a utilizar um arsenal teórico e conceitual que lhe permita interpretar os dados e obter resultados satisfatórios.

## **2 ABORDAGEM SISTÊMICA NO CONTEXTO DA GEOMORFOLOGIA**

A Teoria Geral dos Sistemas (TGS) foi apresentada em caráter inaugural no seminário filosófico em Chicago no ano de 1937 pelo biólogo Ludwig Von Bertalanffy. O autor sedimenta a concepção sistêmica salientando que:

É necessário estudar não somente partes e processos isoladamente, mas também resolver os decisivos problemas encontrados na organização e na ordem que o unifica, resultante da interação dinâmica das partes, tornando o comportamento das partes diferentes quando estudado isoladamente e quando tratado no todo (BERTALANFFY, 1973; p. 53).

Somada à teoria “clássica” dos sistemas, uma série de outros enfoques dessa (meta) teoria se empenha no estudo dos fenômenos em sua totalidade e complexidade, como a Teoria dos Compartimentos, a Teoria dos Conjuntos, a Teoria das Redes, a Cibernética, a Teoria da Informação, a Teoria dos Autômatos, a Teoria dos Jogos, a Teoria da Decisão e a Teoria da Fila (BERTALANFFY, 1973).

Mais recentemente, encarregadas do estudo dos sistemas dinâmicos, tomam vulto a Teoria do Caos e a Teoria dos Sistemas Dinâmicos, preconizadas ainda no final do século XIX pelo matemático francês Jules Henri Poincaré (CHRISTOFOLETTI, 2004). Contemporânea e independentemente se deu o surgimento da geometria fractal (MANDELBROT, 1982), engendrada na Geografia por Lam & De Cola (1992).

O conceito de geossistema foi concebido entre os muros da Escola Soviética e apresentado no ano de 1962 por Viktor Sotchava, conceito este extraído de uma atmosfera propícia às especulações sistêmicas. A esse respeito Vicente; Perez Filho (2003) informam que o pedólogo russo Dokoutchaev, influenciado pela Escola Alemã, desenvolveu a sua teoria sobre os solos e o conceito de “esfera físico-geográfica”, abordando um conjunto de elementos formadores da paisagem e dando os primeiros fundamentos para a abordagem geossistêmica.

O termo geossistema, na concepção de Sotchava (1978), corresponde ao termo biogeocenose, ou área homogênea elementar, cujo estabelecimento é o primeiro procedimento para a sua classificação:

As áreas homogêneas similares unem-se no fácies, ainda também segundo o princípio da homogeneidade. Daí para as generalizações, às classes superiores vão se superpondo (grupos e classes de fácies, geomias, etc.) até formarem em sua totalidade a classificação da fileira dos geômeros (SOTCHAVA, 1978, p. 06).

Ao gosto do pensamento geográfico soviético, Troppmair (1983; 2001) propôs para o estado de São Paulo um conjunto de geossistemas materializados em áreas de extensões relativamente grandes em sua maioria, situadas numa ordem de centenas e mesmo milhares de quilômetros, unidades de grandezas estas que, na visão do autor, podem ser transpostas nas dimensões territoriais brasileiras, e que, subdivididas em subconjuntos, formam mosaicos que podem ser compreendidos como geofácies.

Tal como Sotchava, Troppmair (1983; 2001; 2004) considerou o geossistema como um sistema natural complexo que sofre exploração biológica, ação esta onde se inscreve o papel antrópico. Tal entendimento é assim justificado:

O Geossistema, que é um **SISTEMA NATURAL** mantém suas características **NATURAIS FUNDAMENTAIS** como: horas de insolação, oscilação térmica reduzida pela influência da maritimidade, elevado teor de umidade do ar, alta pluviosidade, embasamento geológico, mosaico de solos, água do solo com grande excesso anual e proximidade da superfície, hidrografia meândrica, formações vegetais típicas como mangue, jundu, restinga ou mata tropical, mesmo que estas formações sejam apenas alguns restos ou testemunhos (TROPMAIR, 2004, p. 5).

Pela Escola Francesa, Bertrand (1971) também propôs discussão conjunta para o geossistema e a paisagem enquanto categorias de análise integrada em Geografia, apresentando a seguinte assertiva:

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, numa determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução (BERTRAND, 1971, p. 02).

De acordo com Christofletti (1979), o sistema é um conjunto de unidades com relações entre si, no qual o estado de cada unidade é controlado, condicionado ou dependente do estado das outras unidades. Segundo Christofletti (1980), a teoria geral dos sistemas, lastreada nas concepções desenvolvidas por Ludwing Von Bertalanffy em 1932, foi iniciada, com literatura especificamente geográfica, por Arthur N. Strahler em 1952, mas foi a partir dos trabalhos de John T. Hack em 1960, Richard J. Chorley em 1962 e Alan D. Howard em 1965 que esta teoria começou a contribuir para os trabalhos básicos e essenciais em Geomorfologia.

Segundo Christofletti (1979) os sistemas devem ter:

- Elementos ou unidades – que são as partes componentes;
- Relações – os elementos integrantes do sistema encontram-se interrelacionados, um dependendo dos outros, através de ligações que denunciam os fluxos;

- Atributos – são as qualidades que se atribuem aos elementos do sistema, a fim de caracterizá-los. Conforme o sistema pode-se selecionar algumas qualidades para melhor descrever as suas partes. Os atributos podem se referir ao comprimento, área, volume, características da composição, densidade dos fenômenos observados e outros;

- Entrada (*input*) – é constituída por aquilo que o sistema recebe. Um rio recebe água e sedimentos fornecidos pelas vertentes; uma indústria recebe matéria prima e energia para o seu funcionamento; a Terra recebe energia solar; um animal recebe alimentação. Cada sistema é alimentado por determinados tipos de entradas;

- Saída (*output*) – as entradas recebidas pelo sistema sofrem transformações em seu interior e, depois, são encaminhadas para fora. Todo produto fornecido pelo sistema representa um tipo de saída.

De acordo com Christofolletti (1979), na abordagem sistêmica o critério funcional e o da complexidade estrutural são os mais importantes para a análise geográfica. Considerando-se o critério funcional existem os sistemas fechados e abertos. Nos fechados não há troca de matéria, mas, somente de energia, sendo que, segundo Chorley (1971), nesse sistema as condições iniciais de energia determinam suas posteriores condições de equilíbrio. Já nos sistemas abertos, Chorley (1971) afirma que, para a manutenção e preservação do sistema, é necessário constante suprimento de material e energia.

Também é muito importante o princípio do “equilíbrio dinâmico” ou “*steady state*” embora na prática esse equilíbrio raramente seja exato, mas, existe uma tendência em atingi-lo (CHORLEY, 1971). Segundo o autor citado (p. 13): as condições de *steady state* podem ser interrompidas por um distúrbio no fluxo de energia ou na resistência, ocasionando a formação de novos ajustamentos em vista ao novo *steady state* a ser alcançado. A forma de ajustamento é devido à capacidade de autoregulação dos sistemas abertos.

Segundo Chorley (1971), em uma situação de equilíbrio (*steady state*) a importação e exportação de energia são equacionadas por meio do ajustamento das formas. No entanto, a tendência para o desenvolvimento de um equilíbrio não demanda uma igualdade entre a força e a resistência sobre a paisagem, pois as formas da paisagem são reguladas de maneira que a resistência da superfície seja proporcional à tensão (*stress*) nela aplicada.

O relevo, enquanto sistema morfológico caracteriza-se como um sistema aberto, pois necessita de um suplemento de energia para sua manutenção e preservação (REINER; SPIEGELMAN, 1945 *apud* CHORLEY, 1971) e é mantido por constante suplementação e remoção de material e energia (VON BERTALANFFY, 1952 *apud* CHORLEY, 1971).

Foco desta pesquisa, a erosão é um importante agente esculptor do relevo a qual pode ser compreendida como um processo que ocorre em um sistema aberto, pois necessita de constante suplementação e remoção de material e energia para sua existência (CHORLEY, 1971). Desta forma, é essencial a dinâmica de entrada (*input*) e saída (*output*) de matéria e energia.

A interferência humana no meio natural frequentemente provoca alterações na dinâmica erosiva natural, ocasionando a chamada erosão acelerada. O que Perez Filho; Seabra (2004, p.6) confirmam:

O equilíbrio dinâmico dos ecossistemas que compõem a biosfera é constantemente alterado pela ação antrópica. Como toda a causa tem seu efeito correspondente, todo benefício que o homem extrai da natureza tem certamente também seus malefícios. Desse modo, parte-se do princípio de que toda ação humana no ambiente natural ou alterado causa algum impacto em diferentes níveis, gerando alterações com graus diversos de agressão, levando, às vezes, as condições ambientais a processos até mesmo irreversíveis (PEREZ FILHO; SEABRA, 2004, p.6).

Segundo Pinheiro (2006), a erosão acelerada, provocada pela ação humana, representa alteração na hidrografia (sistema em seqüência) e no relevo (sistema morfológico). A nova conjuntura (desequilíbrio), estabelecida por essa intervenção, provocará uma busca pelo equilíbrio, o que implicará em uma nova dinâmica de entrada e saída de energia e matéria. De acordo com Cunha (2001, p. 35) é impossível compreender o relevo sem considerar os fluxos de matéria e energia responsáveis por sua gênese e esculpturação, no qual o relevo é resultado da interação de vários fatores, sendo necessário o estudo destes fatores para sua compreensão.

## 2.1 O PROCESSO DE EROSÃO DO SOLO EM UMA ABORDAGEM SISTÊMICA

Gregory (1992) considera a abordagem sistêmica como uma metodologia unificadora para a Geografia e eficaz para o emprego em trabalhos de solos. Comenta o autor que, em certos

ramos da Geografia Física a abordagem sistêmica foi utilizada como parte de uma base fundamental para o estudo de bacias de drenagem, ou de canais fluviais, e tem sido utilizada como instrumento básico para outros ramos da Geomorfologia.

Zavoianu (1985), refletindo sobre uma bacia de drenagem, com suporte em uma concepção sistêmica, considera o solo como dependente de outras variáveis. Depende do tipo de embasamento, da vegetação, da posição geográfica da bacia e dos fatores climáticos. Para o autor, as características do solo podem oferecer informações sobre as condições ambientais entre os fatores de formação e qualquer mudança nesse equilíbrio se refletirá em descontinuidades verticais nos perfis.

Guerra (1991) argumenta que qualquer que seja a extensão, o quadro sistêmico deve permitir vincular proposição teórica metodológica, estando aberto a prestar-se ao teste empírico, como são feitos nos modelos mistos de mensuração e análise, como, por exemplo, quando se utiliza a simulação.

Ainda, segundo o autor, a erosão do solo pode ser entendida como um processo resultante dos agentes ecodinâmicos, sendo, desta maneira considerada pelos pedólogos como sendo sinônimo de erosão geológica ou natural.

Com a inserção da Teoria Geral dos Sistemas, o tratamento dado à natureza levou em consideração a interação dos elementos ou a sua associação. A aplicabilidade de tal conhecimento inseriu-se na Geografia Física, inicialmente, na Geomorfologia pelos trabalhos de Arthur Strahler (1950). A abordagem sistêmica propiciou aos estudos de Geografia Física uma substituição da morfologia da paisagem por uma tipologia de padrões espaciais (MENDONÇA, 1991).

Tricart (1977), procurando relacionar a Geomorfologia com análise sistêmica, ressalta que a paisagem reflete o funcionamento do ecossistema. Antes, porém, Tricart (1977) se referiu a valor da abordagem sistêmica como instrumento lógico para estudar os problemas do meio, dando condições de uma visão de conjunto do aspecto dinâmico.

Com aplicabilidade da análise sistêmica, a representação da paisagem natural ou a ser percebida como algo delimitado, com padrões e atributos para cada elemento. A natureza começou então, a ser humanizada, seja por meio de amostragens ou pela quantificação ou até mesmo pela noção de causa e efeito de cada elemento componente no sistema.

Colângelo (1997), ao tratar de processos erosivos, faz uma relação direta com a aplicação de modelos e a abordagem da Teoria Geral dos Sistemas, para o autor, os processos erosivos decorrentes as atividades vinculadas à hidrologia das vertentes são estimuladas a partir da fixação de um ou vários dos seguintes parâmetros:

Embasamento rochoso, formações superficiais, incluídos os volumes pedológicos, morfologia e morfometria interfluvial e cobertura vegetal. Assim são estabelecidas as já referidas relações entre pares de variáveis, fundamentais para a valoração dos limiares vinculados à ocorrência de um determinado processo. Além disso, o conhecimento de um conjunto de relações simples entre pares de variáveis constitui a base para a elaboração de modelos mais sofisticados, onde um maior número de variáveis pode ser correlacionado numa expressão matemática (COLÂNGELO, 1997, p.53).

Ainda segundo o autor:

A construção de modelos, apesar de representar na etapa avançada em relação ao trabalho experimental, não corresponde, contudo, à obtenção de produtos acabados, definitivos. Continuamente testados, os modelos sofrem correções, adições, ou são simplesmente substituídos por outros mais rigorosos e abrangentes, ou seja, mais poderosos quanto à velocidade estatística e amplitude de aplicação (COLÂNGELO, 1997, p.53).

Outros autores discorrem sobre o assunto. Segundo Boardman (1992), os modelos de erosão dos solos ofereceram respostas mediante às modelagens matemáticas, tendo nos sistemas de transferências de sedimentos diferentes efeitos de variação nos *inputs* a serem avaliados mais fáceis e rapidamente.

Gregory (1992) lembra que a mudança temporal era estudada com referência a modelos há muito estabelecidas e muitas vezes quantitativas ou nos processos ambientais atuais. Com a aquisição de mais dados e com a compreensão dos processos contemporâneos, houve um avanço rumo ao desenvolvimento dos modelos mais sofisticados de mudança temporal, o que tem sido de grande significado para a Geografia Física.

Haines Young; Petech (1986) apresentam modelos como sendo os recursos ou instrumentos utilizados para fazer previsões. Eles são meios pelos quais as teorias podem ser

testadas. As situações de teste são projetadas para permitir um conflito entre teoria e observação. Afirma, ainda que, os conflitos podem ser provocados pelos elementos do modelo.

Algumas discussões, entretanto, são inerentes a aplicabilidade dos modelos, como, no caso, a mensuração e os experimentos. De acordo com Morgan (1986), considerando a mensuração da erosão dos solos, esta e seus efeitos controladores podem ser obtidos em campo e em laboratório, ambos, em experimentos. De Ploy *et al* (1978), entretanto, distingue conceitualmente mensuração de experimento, a primeira tida para obter informações sobre as taxas de erosão, e o experimento para fornecer explicações. Contudo, o experimento sempre envolve a mensuração e análise.

Cabível em nosso estudo é a posição de Baccaro (1999), quando acentua que, buscando o entendimento dos processos erosivos, há necessidade de se realizar o monitoramento por meio de medidas e experimentos de campo e/ou laboratório, buscando índices quantitativos dos processos erosivos, levando-se em conta a periodicidade das mensurações, a regularidade das amostragens, a fim de se ter uma ideia

real das frequências e taxas dos processos erosivos.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da consolidação da Geografia como ciência e das grandes contribuições de importantes estudiosos tornando-se assim não apenas um ramo de estudo descritivo, mas, sobretudo com caráter crítico, nota-se que o Geógrafo deve sempre manter uma relação íntima entre o tipo de investigação, as técnicas e todo arcabouço teórico-metodológico necessário na busca de soluções dos diversos problemas ambientais tais como a poluição, erosão, compactação e a impermeabilidade do solo.

A partir desse levantamento preliminar foi possível constatar que a aplicação da abordagem sistêmica constitui-se de grande valia para os estudos do meio físico dentre esses engajados nos fundamentos da Geomorfologia e da Geografia física.

Evidencia-se a importância de uma definição clara e objetiva de modelos, experimentos e análise de dados para que os resultados estejam em conformidade ao que se apresenta na Teoria,

sendo desta forma refutados ou confirmados, pois a Natureza e os problemas ambientais são dinâmicos.

Verifica-se que os estudos da epistemologia da geografia física e da abordagem sistêmica dos processos erosivos, se fazem presentes nas literaturas abordadas, que através das teorias e métodos questionáveis, suas aplicabilidades na Geografia e Geomorfologia são estritamente relevantes para as soluções de determinados problemas ambientais urbanos, que atualmente são perspicazes na pesquisa de diversos desses problemas como o próprio dos processos erosivos.

## REFERENCIAS

- BACCARO, C.A.D.O. Processo Erosivo no Ambiente do Cerrado. In: GUERRA, A.J.T. (ORG). **Erosão e Conservação do Solo**. Ed. Bertrand. Rio de Janeiro. 1999.
- BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973.
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**. n.13. São Paulo, 1971. 27p.
- BOARDMAN, J. **Soil erosion and sediment loading of watercourses**. SEESOIL. Oxford, 1992.
- CAPEL, H. **Filosofia e ciência na geografia contemporânea: uma introdução à geografia**. Maringá: Massoni, 2007. V. 1.
- CAVALCANTI, A. P. B.; VIADANA, A. G. Fundamentos históricos da geografia: contribuições do pensamento filosófico na Grécia antiga. In: GODOY, P. R. T. de. (Org.). **História do pensamento geográfico e epistemologia em Geografia**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2010.p.11-56.
- CHRISTOFOLETTI, A. As perspectivas dos estudos geográficos. In: CHRISTOFOLETTI, A. (Org.). **Perspectivas da geografia**. São Paulo: Difel, 1983.p.11-36.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: HUIITEC, 1979.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2a edição. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.
- CHRISTOFOLETTI, A. L. H. Sistemas dinâmicos: A abordagem da Teoria do Caos e da geometria fractal em Geografia. In: VITTE, A. C. & GUERRA, A. J. T. (org.) **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 2004.
- CHORLEY, R. J. A Geomorfologia e a Teoria do Sistemas Gerais. **Notícia Geomorfológica**. Campinas, v. 11, n. 21, p. 3 –22, 1971.
- COLANGELO, A.C. Metodologia em Geografia Física: ciência, tecnologia e geomorfologia experimental. **Revista do Departamento de Geografia-USP**. São Paulo, 1977.
- COSTA, F. R. da; ROCHA, M. M. Geografia: conceitos e paradigmas – apontamentos preliminares. **Revista GEOMAE: Campo Mourão, PR**. v.1 n.2, 2010. p.25-56.

CUNHA, C. M. L. A. **Cartografia do Relevo no Contexto da Gestão Ambiental**. 2001.128 f. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

DE PLOY, J.; GABRIELS, D. **Measuring Soil Lessand Experimental Studies**. In: Londres: John Wiley, Sons. 1978.

GREGORY, K.Y. **A natureza da Geografia Física**. Bertrand.São Paulo, 1992.

GUERRA, A. J.T. **Soil características and erosion, with particular reference to organic matter content**. Tese de doutorado. Department of Geography King's College. London, 1991.

HAINES YOUNG, R. H. PETECH, J.R. **Physical Geography: its nature and methods**. Butter & Tanner Ltd. London, 1986.

LAM, N. S. N.; DE COLA, L. **Fractals in Geography**. New York: Pentice Hall, 1993.

MANDELBROT, B. B. **The fractal geometry of nature**. San Francisco: W. H. Freeman, 1982.

MATTOS, S.H.V.L.de; PEREZ FILHO, A. Complexidade e Estabilidade em Sistemas Geomorfológicos: uma introdução ao tema. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Goiânia, ano 5, n.1, p.11-18, 2004.

MENDONÇA, F. **Geografia Física**. Ciência Humana. São Paulo: Contexto,1991.

MORGAN, R. P.C. **Soil erosion**. Logman Scientific & Technical. Essex, 1986.298p.

MORMUL, N. M.; ROCHA, M. M. Breves considerações acerca do pensamento geográfico: elementos para análise. **Revista Geografia Ensino & Pesquisa**, vol. 17, n. 3, set./ dez. 2013.

PEREZ FILHO, A.; SEABRA, F. B. Análise Sistêmica Aplicada ao Estudo da Fragilidade de Terras do Cerrado Paulista. in: V Simpósio Nacional de Geomorfologia – I Encontro Sul-americano de Geomorfologia, 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. 1 CD-ROM.

PINHEIRO, L. de S. **O Mapeamento Geomorfológico como Subsídio ao Planejamento Ambiental: Bacia Hidrográfica do Córrego da Água Branca (SP)**.2006. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

SOTCHAVA, V. B. Por uma teoria de classificação dos geossistemas de vida terrestre. **Biogeografia**. São Paulo, n. 14, 1978. 24p.

STRAHLER, A.N. Equilibrium Theory of Erosional Slopes Approached by Frequency Distribution Analysis. **Amer. Jour. Sci**. New Haven. 1950.

TRICART, J. Paisagem e Ecologia. In: **Interfacies**. N. 76. IBILCE-UNESP. SÃO PAULO. 1977.56.p

TROPPEMAIR, H. Ecossistemas e geossistemas do Estado de São Paulo. **Boletim de Geografia Teórica**. Rio Claro, vol. 13, n. 25, p. 27-36, 1983.

TROPPEMAIR, H. **Geossistemas paulistas**. Rio Claro: edição do autor, 2001.

TROPPIAIR, H. **Sistemas/ Geossistemas/ Geossistemas Paulistas/ Ecologia da Paisagem**. Edição do autor. Rio Claro, 2004. 130 p.

VICENTE, L. E.; PEREZ FILHO, A. – Abordagem sistêmica e Geografia. **Geografia**. Rio Claro, vol. 28, n. 3. p. 323-344, 2003.

ZAVOIANU, I. **Morphometry of drainage basins**. Developments in water science, 20. Amsterdam, 1985.