

# A CONTRIBUIÇÃO DA GEOMORFOLOGIA PARA O PLANEJAMENTO DA OCUPAÇÃO DE NOVAS ÁREAS

Osvaldo Girão<sup>1</sup>  
Antonio Carlos de Barros Corrêa<sup>2</sup>

## Abstract

The growing population density, derived from last decades' fast paced urbanization, is reflected upon the intensification of land-use in cities' outskirts, mechanization of "plantation" agriculture, the generalized spreading of pastureland and the intense exploitation of natural resources. Such transformations have altered, in many instances in a definitive fashion, the spaces that are occupied by mankind, frequently leading to the deep degeneration of natural processes. Human action, due to its impacting character, exerts harmful influences on natural environmental systems, which reflect the misuse of techniques and the mis-management of environmental units. In the long run, these actions reflect the ignorance regarding the operation and interdependence of environmental processes dynamics, which altogether promote equilibrium in Earth's physical milieu. By destabilizing the subtle balance of sloping terrains, for instance, by means of unplanned urbanization, a number of severe erosive processes may be triggered, that eventually lead to the occurrence of high magnitude catastrophic events. In face of such considerations the role played by geomorphology in defining new areas for urban development should be crucial, since a comprehensive understanding of morphogenetic processes should guide decision-makers in the difficult task of minimizing human induced impacts on the landscape

## Introdução

A ação do homem constitui-se em um relevante agente modificador do meio ambiente, alterando o equilíbrio e a dinâmica dos processos naturais. Entretanto, os últimos séculos da sociedade ocidental retrataram uma intensa atuação da humanidade no referente ao trato dos elementos naturais, que passaram a serem considerados fatores exteriores e irrelevantes ao bem-estar social. A ação antropogenética sobre o ambiente natural rapidamente promoveu inúmeras alterações, negligenciando-se a dinâmica ambiental como um dos fatores reguladores dos complexos processos responsáveis pelo equilíbrio dos sistemas físicos.

Tomando-se por base tais preceitos, há de se considerar um dos elementos da fisiografia terrestre de participação ativa através de seus condicionantes sobre o desenvolvimento das civilizações humanas: o relevo. Como um dos componentes do meio natural, as feições geomorfológicas se constituem em importante elemento para o desenvolvimento de variadas civilizações, servindo-lhes como *locus* de ocupação e proporcionando-lhes recursos para o crescimento de determinadas atividades, como no caso do desenvolvimento das atividades agrícolas nas planícies de inundação do Nilo (civilização egípcia) e do Tigre/Eufrates (civilização mesopotâmica). Destacando-se por sua forma e/ou funcionalidade para as atividades antrópicas, o relevo é de grande relevância para a expansão da sociedade contemporânea, uma vez que serve como

<sup>1</sup> Professor Assistente do Departamento de Letras e Ciências Humanas da UFRPE  
osgirao@terra.com.br

<sup>2</sup> Professor Adjunto do Departamento de Ciências Geográficas da UFPE  
Dbiase2001@aol.com

embasamento para expansão da ação do homem sobre o espaço a partir da ocupação de novas áreas de assentamento para moradias, estabelecimentos produtivos, novas vias de acesso e novas áreas de plantio e/ou criação.

Para o entendimento da dinâmica dos processos morfológicos e morfogenéticos do relevo terrestre, a Geomorfologia, como ramo científico integrante dos estudos relativos à Geografia Física, compreendendo os estudos voltados para os aspectos morfológicos da topografia e da dinâmica responsável pelo funcionamento e pela esculturação das paisagens topográficas, permitem uma melhor compreensão do modelado terrestre que, como elemento do sistema ambiental físico, constitui-se em importante condicionante para as atividades humanas e conseqüentes organizações espaciais.

Desta forma, a pesquisa aplicada em Geomorfologia envolve-se diretamente com a coleta e análise de dados geomorfológicos, em função de objetivos para o uso do solo, inserido-se nos procedimentos de planejamento, manejo e tomada de decisão acerca de potencialidades para a ocupação. Tais pesquisas são relevantes para a Ciência Geomorfológica uma vez que contribuem para ampliar o conhecimento e a compreensão dos fluxos interativos com os demais componentes do geossistema (ou sistema ambiental físico).

As feições topográficas e os processos morfogenéticos atuantes em uma determinada área possuem papel relevante na orientação de categorias de uso do solo, tanto para as atividades agrícolas como para as urbana-industriais. Ademais, o reconhecimento da dinâmica morfológica constitui-se de grande relevância para a implementação de projetos relativos à obras viárias, exploração de recursos naturais, lazer e turismo. *A potencialidade aplicativa do conhecimento geomorfológico insere-se no diagnóstico das condições ambientais, contribuindo para orientar a alocação, ou re-alocação, de assentamentos relacionados às atividades humanas.*

### **Aplicações da Geografia Física**

As origens da Geografia Física, enquanto conhecimento científico, remonta aos naturalistas europeus dos séculos XVIII e XIX que, em viagens objetivando o descobrimento e reconhecimento de novas terras para a expansão colonialistas européia, realizavam observações e análises dos componentes do meio natural. Tais estudos se constituíram como as primeiras bases para uma institucionalização da Geografia como ciência, além de representar as primeiras pesquisas que serviriam como base para o desenvolvimento da denominada Geografia Física (Mendonça, 1989). Desta forma, os primórdios da geografia física caracterizavam-se por uma série de estudos descritivos de paisagens, geralmente retratando localidades e regiões até então desconhecidas pelos pesquisadores europeus, sobretudo o continente africano.

Foi a partir do "boom" demográfico iniciado na década de 50 do século XX e o restabelecimento de uma nova ordem mundial no pós-guerra, agora bi-polarizada por norte-americanos e soviéticos, que teve início a partir dos anos 60 um aumento *da demanda de recursos para a continuidade do processo produtivo, atendendo às necessidades de abastecimento ou à acumulação de lucros, (...)* (Mendonça, 1989:37), o que significou uma intensificação dos processos de exploração da natureza.

A expansão da exploração dos recursos naturais passa a se constituir em real ameaça à natureza e à sociedade, criando condições para o surgimento de movimentos sociais organizados, formados principalmente por grupos de ecologistas de países desenvolvidos. Tendo como bandeira o alerta contra os abusos impetrados à natureza e, indiretamente, ao próprio bem-estar das sociedades, tais grupos ressaltavam a importância da *manutenção do equilíbrio natural* e denunciavam políticas de desenvolvimento que

apoiavam a extensiva e intensiva exploração de recursos e favoreciam a disseminação da poluição do meio ambiente.

A partir dos preceitos de conservação e manutenção da ordem natural, a Ecologia como ciência que responde pelo estudo das interações entre fatores bióticos e abióticos no meio ambiente, passa a ser a "*ciência da moda*" da década de 70, quando o crescimento pelo interesse nas questões relativas ao meio ambiente, com aplicações práticas à sociedade, teve forte influência nas concepções e trabalhos desenvolvidos pelos geógrafos físicos.

Constata-se que até meados do século passado, os geógrafos físicos demonstravam considerável hesitação em se envolver em pesquisas aplicadas a contextos sociais, econômicos e mesmo ambientais. Isto pode ter ocorrido porque o objetivo predominante, até então, tenha sido sempre o de dirigir a atenção para todos os fatores que influenciam uma situação particular, o que levou a relutância em *propor soluções para problemas abrangentes*.

Somente a partir da integração dos seus sub-ramos, pode estar a Geografia Física em posição de contribuir mais definitivamente para as questões aplicadas. A princípio, os problemas aplicados geralmente dependiam de questões de extrapolação temporal ou espacial, sendo bastante lógico que as aplicações devam advir dos estudos de mudança temporal e interagir com eles.

Para Mendonça (1989) e Gregory (1992), um dos principais problemas que levaram os geógrafos físicos a evitar pesquisas de cunho aplicado residia no fato da utilização da micro e mesoescala nos estudos realizados até meados do século XX, sendo tais escalas motivadas pelos avanços relativos aos estudos dos processos nas áreas climáticas, biogeográficas, pedológicas e geomorfológicas. Todavia, tal motivação não deveria negligenciar a utilização da macroescala, justamente quando os principais problemas relacionados ao meio ambiente, tais como aumento dos índices de CO<sub>2</sub> na atmosfera, expansão de áreas degradadas derivadas de processos de desertificação e desmatamentos em floresta tropicais, dentre outros, tomavam proporções globais no início da década de 70 do século passado. Estas transformações evidenciavam a necessidade de análises que considerassem a totalidade do meio físico e as inter-relações dos componentes do mesmo, em detrimento dos estudos especificamente climáticos, biogeográficos, pedológicos e geomorfológicos, que ressaltavam as repartições em ramos que tradicionalmente caracterizou a Geografia Física (Brown, 1975; Mendonça, 1989; Walton 1968).

Em face ao cenário descrito acima, a Conferência de Estocolmo em 1972 configura-se como um certo "*divisor de águas*" que, de forma mais institucional e abrangente, alertou a comunidade científica para a necessidade de pesquisas relacionadas ao meio natural abordado de forma global, favorecendo às análises que integrassem a repercussão das ações induzidas pela sociedade sobre a dinâmica dos geossistemas.

A partir desse enfoque, a degradação ambiental passa a se constituir na tônica dos estudos dos geógrafos físicos, que percebem a necessidade de buscar a compreensão acerca das formas e processos derivados da atuação da sociedade a interferir nos mecanismos da dinâmica natural. Tal mudança de concepção (até então estritamente descritiva e/ou analítica) tem levado os estudos de Geografia Física a um maior comprometimento para como aspectos relativos à sociedade e, por conseguinte, a uma aproximação com as ciências sociais, e em particular com a Geografia Humana.

Esse novo momento, no qual os pesquisadores ligados às geociências são chamados a diagnosticar os variados desequilíbrios por que passam determinados aspectos do meio natural, coincide com o apogeu da denominada Geografia Crítica, ou Radical. Tal esquema de idéias, que veio se contrapor à Geografia Quantitativa, propunha soluções radicais após a análise dos eventos sociais decorrentes do processo capitalista de produção.

Aplicando métodos analíticos baseados no materialismo histórico dialético, a abordagem visava o desenvolvimento de um enfoque político-social gerador de mudanças na sociedade ocidental e, conseqüentemente, na práxis política-ideológica e científica dos geógrafos (Johnston, 1986; Quaini, 1979).

Para a Geografia Física, o surgimento da Geografia Crítica levou os pesquisadores a despertarem para novas reflexões, reverem o conteúdo de suas produções e alertarem para a necessidade de trabalhos aplicados ao contexto sócio-econômico-ambiental. Tal mudança na concepção do "*fazer pesquisa*" levou vários geógrafos a considerar a necessidade de estudos relacionados à ação do homem sobre o meio, refletindo as preocupações derivadas da Conferência de Estocolmo (Chorley e Kates, 1969; Chorley, 1973; Hill, 1975). A partir da década de 70, as pesquisas em Geografia Física já abrangiam variados estudos aplicados (Chandler, 1970; Douglas, 1972; Jones, 1983 *apud* Gregory, 1992) passando a mesma a ter maiores possibilidades de proporcionar contribuições importantes ao reconhecimento das complexas correlações entre fenômenos sociais e ambientais.

Já em 1968, Gerasimov defendia o desenvolvimento de uma *Geografia Construtiva*, que proporcionaria uma base teórica com recomendações práticas para mudanças nas ações antrópicas sobre o meio ambiente, levando a um conseqüente benefício social (Gerasimov, 1968; 1984). Tais pressupostos necessitavam de um rico componente teórico-conceitual visando o enquadramento das estruturas e dos processos ambientais, bem como de um forte e dinâmico componente de aplicabilidade às necessidades sociais de cunho prático. Assim, a "Geografia Física Aplicada" constitui-se da produção e utilização de conhecimentos técnico-científicos fundamentados em componentes teórico-conceituais com base em um arcabouço metodológico aplicado, com a finalidade de contribuir para a solução de questões de interesse da sociedade (Nentwin Silva, 1989).

Há de se destacar que ao se tratar de estudos relacionados às questões do meio ambiente a Geografia como ciência unifica os dois ramos da visão dicotômica que historicamente a divide em Geografia Física e Geografia Humana, estabelecendo plenas condições de avaliação do sistema interdependente homem-natureza. Ao analisar os processos ambientais, os estudos da Geografia Física visam a compreensão integrada do meio no qual o homem está inserido, não se devendo proceder pesquisas de componentes da natureza em si, mas examinar unidades resultantes da interação e as conexões existente no conjunto do sistema sócio-natural (Christofolletti, 1986, 1987).

A possibilidade de análise do conjunto inter-relacional dos componentes que respondem pela dinâmica natural e social, como agente motriz de alterações verificadas no espaço, permite aos geógrafos auxiliar nos estudos de cunho ecológico através da avaliação de ações antrópicas sobre o meio, previsão de possíveis conseqüências derivadas da implementação de atividades econômicas, recuperação e/ou prevenção de fenômenos impactantes ao meio ambiente e mesmo *quanto às possibilidades de ocupação de novos espaços* (Cassetti, 1995; Gerasimov, 1983).

### **Contribuições da Geomorfologia Aplicada**

A apropriação do espaço pela sociedade evidencia a importância do relevo como fator de natureza antagônica, ora favorável à ocupação, ora apresentando feições e processos que desencorajam o mecanismo de ocupação por grupos humanos. Assim, o relevo tem um caráter restritivo a determinados tipos de ocupação humana. Entretanto, é inegável que o relevo constitui-se em um elemento basilar para a expansão da humanidade, pois se apresenta como forma de suprir a necessidades primordiais de ocupação ou

exploração de recursos de determinada área que, invariavelmente, acarretam alterações no estado original da mesma.

Dessa forma, o relevo terrestre constitui-se em um dos mais importantes elementos do quadro natural, sendo o suporte concreto para o desenvolvimento das interações naturais e sociais (Cassetti, 1995). Entretanto, as formas de efetivação de ocupação da crosta terrestre pela sociedade podem ser geradoras de impactos indesejáveis, com abrangência considerável sobre as formas de relevo e mesmo sobre os processos geomorfológicos. Para Goudie e Viles (1997), as ações do homem sobre o relevo terrestre podem ser consideradas de dois tipos, conforme a Tabela 01.

**Tabela 01: Principais Processos Antropogeomorfológicos**

Processos Antrópicos Diretos	Processos Antrópicos Indiretos
<p><b>Construção:</b> revolvimento do solo, moldagem, aragem, terraciamento;</p> <p><b>Escavação:</b> cortes em encostas, mineração, explosão de material coerente ou não coerente, abertura de crateras;</p> <p><b>Interferência Hidrológica:</b> inundação, represamento, construção de canal, dragagem, modificação do canal, drenagem, proteção costeira.</p>	<p><b>Aceleração da Erosão e Sedimentação:</b> retirada de cobertura vegetal, atividade agrícola, obras de engenharia, especialmente construção de estradas e urbanização, modificações acidentais no regime hidrológico;</p> <p><b>Subsidência:</b> colapso relativo ao estabelecimento de atividades de mineração, bombeamento de água subterrânea e derretimento de áreas de <i>permafrost</i>;</p> <p><b>Colapso de Encosta:</b> deslizamento, fluxo e rastejamento acelerado causado pela carga de material;</p> <p><b>Geração de Tremores:</b> carga derivada de reservatório, lubrificação ao longo de planos de blocos.</p>

Fonte: Adaptado de Goudie (1993)

A partir do exposto na tabela 01, constata-se que os conhecimentos relativos à Geomorfologia são de suma importância para o desenvolvimento de projetos de planejamento aplicáveis aos estudos ambientais, formas de uso do solo para empreendimentos urbanos ou rurais, pesquisas relacionadas a recursos naturais renováveis e não-renováveis, bem como à prevenção ou recuperação de áreas afetadas por impactos de cunho antropogenético (Christofolletti, 1994; Suguio, 2000).

Para Clark (1978), a Geomorfologia constituiu-se no ramo da Geografia Física que obteve o maior desenvolvimento sistemático a partir da década de 70 em variados estudos de aplicação prática, tendo o geomorfólogo relevante papel sobre ações relativas à informação pública, projetos de avaliação e recuperação, bem como na participação ativa em quadros de tomada de decisões em nível governamental.

No referente à *ação de planejar para ocupar*, a pesquisa geomorfológica, baseada inicialmente em levantamentos bibliográficos e cartográficos acerca da área a ser ocupada,

complementa-se por trabalhos de campo e elaboração de cartogramas temáticos que viabilizam a análise geomorfológica em diversos aspectos: caracterização da compartimentação topográfica; caracterização dos padrões de vertentes e suas interações com outros componentes do sistema ambiental natural; classificação de feições geomorfológicas quanto à sua gênese, morfometria e dinâmica atual, bem como quanto à fragilidade potencial e emergente (Ross, 1996a).

Assim, o papel da Geomorfologia Aplicada como estudo de avaliação do meio ambiente e dos processos ambientais resulta em estudos que demonstram características de um determinado espaço para apropriação visando formas particulares de utilização do meio ambiente. A atuação do geomorfólogo torna-se o tanto mais relevante na medida em que seus estudos levem a uma compreensão não só das formas geomórficas, mas também de sua dinâmica, responsável por uma permanente modificação derivada da constante ação e reação entre matéria e energia. Assim, alterações nos processos morfodinâmicos, que afetem diretamente o escoamento pluvial de determinada área periférica de uma cidade, podem resultar em processos de erosão dos solos, associados a possíveis movimentos de massa, resultando no assoreamento de baixadas ou cursos d'água.

Para Coates (1971), a denominada *Geomorfologia Ambiental constituiu-se no uso prático da Geomorfologia*, visando a resolução de problemas derivados da apropriação de espaços pela ação do homem, com fins de transformação e utilização de formas superficiais através de modificações dos processos geodinâmicos. Para o autor em questão, a Geomorfologia Ambiental tem como objetivo de estudo a minimização de distorções topográficas e o entendimento de processos inter-relacionais responsáveis pela restauração e/ou manutenção do equilíbrio de ambientes.

No que concerne os impactos ambientais, os estudos de caráter geomorfológico se constituem de grande importância para a manutenção do equilíbrio dinâmico dos fatores condicionantes do meio ambiente, resultando em pesquisas aplicadas relativas a impactos diretos ou mesmo sobre processos ambientais, sendo essas úteis para projetos de planejamento de uso do solo visando apropriação e ocupação de novas áreas (Coates, 1980).

Nas regiões tropicais úmidas, o estudo da Geomorfologia e dos efeitos das ações antropogênicas nas paisagens vivenciaram um grande crescimento a partir da segunda metade do século XX, tendo nos estudos relativos aos processos, a introdução de novas técnicas de laboratórios e de trabalhos de campo, bem como a disseminação dos resultados através de variadas publicações, que levaram a uma diversificação e a um aprofundamento das pesquisas geomorfológicas nas últimas décadas (Gupta, 1993). Sob o ponto de vista de sua aplicabilidade, os estudos geomorfológicos nas zonas tropicais passaram a ter uma maior implementação em virtude da demanda crescente por projetos de avaliação ambiental em áreas ainda pouco investigadas, visando uma ocupação de baixo impacto e o equilíbrio ambiental das mesmas (Coltrinari, 2000).

### **Geomorfologia Aplicada ao Planejamento Temático**

O planejamento constitui-se em uma ação que abrange variadas atividades objetivando o pleno desenvolvimento de empreendimentos de cunho social, econômico ou ambiental. Segundo Christofolletti (1994) podem-se distinguir duas categorias de planejamento: o estratégico, relacionado com as tomadas de decisão, a longo e médio prazos, envolvendo, geralmente, um conjunto de pesquisas, e o operacional caracterizado pelas tomadas de decisão de rápida efetivação. Para a implementação de projetos de planejamento faz-se necessário o uso de diversos critérios de grandeza espacial, desde o planejamento local, o planejamento regional, chegando até ao planejamento nacional.

O termo planejamento pode ainda ser aplicado a determinados setores de atividades, caracterizando o denominado *planejamento temático*, que pode ser de caráter urbano, rural, ambiental, econômico, dentre outros. No que diz respeito ao planejamento temático, para Brunsden (1988) a ação do poder público ao planejar leva a um processo de tomada de decisão que visa ao desenvolvimento e conservação da terra de interesse público.

Percebe-se que a ação de planejar envolve invariavelmente a questão da espacialidade, pois incide na implementação de atividades em determinado território, sejam essas de micro a macro-escala. Assim, o planejamento constitui-se em um processo que repercute na interação de fatores e, por conseguinte, nas características, funcionamento e dinâmica das organizações espaciais de um território. Dessa forma, na ação de planejar deve-se considerar os aspectos inerentes aos sistemas ambientais físicos (geossistemas) e sócio-econômicos.

Assim, tomando-se por base as interações entre os sistemas naturais e sociais, tendo como palco de ação o relevo terrestre, o conhecimento geomorfológico surge como peça de incontestável importância para o planejamento e tomadas de decisão relativas à expansão ocupacional. Já em 1978, Brunsden, Doornkamp e Jones (*apud* Brunsden, 1988) definiam a Geomorfologia Aplicada como a aplicação das técnicas e análises geomorfológicas para a solução de um planejamento, manejo ambiental, atividade de engenharia ou problema similar.

No contexto de um espaço geográfico, onde a interação de mecanismos naturais e sociais responde pela dinâmica espacial propriamente dita, o conhecimento geomorfológico surge como instrumental de grande relevância estando, invariavelmente, inserido na execução de diversas categorias setoriais de planejamento. Exemplos diversos podem ser listados como assinalando a aplicabilidade em projetos para a implantação de usinas hidro e termoeletricas, planejamento do uso do solo rural, no uso do solo urbano, nas obras de engenharia (rodovias e ferrovias), no planejamento ambiental, na pesquisa de recursos minerais e recuperação de áreas degradadas por mineração e na classificação de terrenos (Christofolletti, 1994; Ross, 1996b).

Entretanto, apesar dos variados segmentos de ação dos geomorfólogos nas atividades de planejamento identificadas até então, a entrada desses profissionais nos processos de tomadas de decisão na esfera governamental não ocorreu de forma espontânea por parte dos planejadores. No caso da Grã-Bretanha, apesar dos estudos realizados pelo “Programa de Pesquisa e Planejamento Geológico e Mineral”, em 1986-87, que apresentaram, através de um projeto, a identificação da distribuição geográfica, causas e mecanismos de deslizamentos, sua significativa associação com fatores causais, exame de métodos de investigação, mapeamento potencial de deslizamentos e apresentação de medidas preventivas – havendo o mesmo sido considerado um projeto revolucionário em relação aos problemas de deslizamento no país - o mesmo não contou com especialistas em geomorfologia.

Como atesta Brunsden (1988), muitas repartições de planejamento da Grã-Bretanha não contam com geomorfólogos capazes de interpretação para a função de planejamento. Ademais, os mapas de geologia ambiental não estão disponíveis para todas as áreas, não estão em formato uniformizado ou satisfatório e, do ponto de vista geomorfológico-hidrológico, são rigorosamente deficientes. Em tais mapeamentos raramente são encontrados dados morfológicos tais como comprimento de encosta ou detalhes específicos das formas de relevo ou diagnóstico relevante acerca, por exemplo, de planícies de inundação. Em contrapartida, há geralmente classificações de materiais em termos litológicos, dados estruturais ou avaliação de depósitos superficiais e de propriedades, considerados pelos geólogos de grande relevância para o planejamento.

No Brasil o procedimento com relação ao aproveitamento de geógrafos, voltados para o estudo geomorfológico, em projetos de planejamento e tomadas de decisão no setor público não é diferente, sendo comum, nas grandes cidades brasileiras, a participação predominante de arquitetos, engenheiros civis e geólogos nos projetos relativos ao planejamento do uso e ocupação das terras urbanas. A falta de estudos geomorfológicos em tais procedimentos no setor público muitas vezes é refletida em perdas materiais de equipamentos infra-estruturais decorrentes da ausência de uma visão biomorfoclimática, presente na formação do geomorfólogo, necessária para a interpretação do espaço geográfico diretamente afetado por tais empreendimentos. No caso específico de voçorocamentos, além de possíveis obras de construção no interior de voçorocas visando a contenção de sua expansão, deve-se, antes de mais nada, reconhecer os condicionantes do ambiente físico e sua dinâmica para proporcionar o desvio eficiente das águas de superfície das áreas de contribuição, sobretudo através da construção de canaletas que redirecionem os fluxos superficiais (Marçal e Guerra, 2001).

### **Planejamento para a Ocupação de Áreas Rurais**

A evolução histórica do processo de ocupação do território brasileiro demonstra que a terra sempre foi utilizada de forma intensiva, com vistas a propósitos imediatistas, até o limite de sua potencialidade. A exploração da monocultura da cana-de-açúcar na zona litorânea e da mata nordestina a partir de meados do século XVI, e mesmo a exploração de ouro e diamantes no século XVIII na zona centro-sul do atual Estado de Minas Gerais são reflexos da intensividade produtiva e exploratória derivada de uma “postura capitalista primitivista” *em que a concentração do capital se faz em detrimento da potencialidade, limitando o período de exploração, uma vez que a renovação do recurso (no caso mineral) implica, muitas vezes, uma relação de tempo geológico, 'incompatível' com os anseios do sistema* “(Caseti, 1995:79)”.

O desenvolvimento de atividades ligadas ao setor primário da economia, destacando-se as agrícolas e pastoris, respondem por extensas transformações em amplos espaços apropriados para tais fins. Invariavelmente, o desenvolvimento de atividades agropecuárias tem seu início a partir da retirada da cobertura vegetal nativa, alterando o processo interativo entre as plantas e os solos por elas protegidos. Toda prática agrícola leva à substituição de uma cobertura vegetal natural ou secundária por outra de caráter de subsistência ou visando produtividade para fins comerciais. Entretanto, geralmente, tais atividades não são acompanhadas por projetos de manejo da terra e muito menos por políticas conservacionistas do sistema terra-água, diretamente afetado por tais práticas, levando a riscos de impactos ambientais, sobressaindo-se o perigo de degradação dos solos (Tavares de Melo, 1990).

Um diagnóstico integrado dos aspectos biomorfoclimáticos de um ambiente apropriado para fins agropecuários, tendo no geomorfólogo o profissional melhor preparado academicamente para realizá-lo, leva a uma considerável redução de possíveis impactos ao meio natural, tendo na localização e no mapeamento de locais de áreas de risco morfogenético um instrumento imprescindível para a aplicação de técnicas de contenção de erosão e de movimentos de massa.

Para efeito de ocupação de novas áreas agriculturáveis deve-se levar em conta a ocorrência de setores morfotopográficos favoráveis, geralmente áreas de planícies ou de encostas suaves, de fácil manejo e de menor custo de manutenção face ao melhor aproveitamento da área. Apesar das limitações impostas a certos manejos agropecuários, com restrições impostas pela fisiografia, as áreas de vertentes são consideradas como recursos indispensáveis ao acúmulo de capital, ou simplesmente como reserva de valor, o



que implica em possíveis processos agressivos e conseqüentes desequilíbrios ambientais (Cassetti, 1995).

No tocante à apropriação e ao conseqüente aproveitamento, as variáveis topográficas constituem-se em fator relevante à adequação de formas de uso da terra, sendo necessário para seu pleno reconhecimento a identificação das rugosidades topográficas através da confecção de cartas de declividade das vertentes, bem como sua conexão à rede de canais fluviais. Ademais, como atesta Christofolletti (1994), informações relativas às formas interfluviais combinadas a estudos acerca do distanciamento dessas de recursos hídricos superficiais servem como subsídio à implantação dos talhões agrícolas, permitindo a avaliação quanto à restrição à mecanização, assim como a escolha de técnicas para a conservação dos solos.

Percebe-se que a variável morfotopográfica constitui-se em relevante fator indicador nas propostas de avaliação do potencial do uso do solo, sendo o diagnóstico um passo inicial para implementação de projetos para o uso agrícola, quando as potencialidades da área constituintes de determinada região são avaliadas e classificadas para fins variados (Christofolletti e Mayer, 1984; Koffler e Moretti, 1991).

Em estudos relacionados às vertentes ocupadas por empreendimentos agropecuários, o reconhecimento dos processos geomorfológicos é de fundamental importância, ao passo que permite uma avaliação com relação à incidência espacial e intensidade dos processos e alterações ocorridas ao longo de uma vertente. O reconhecimento de tais aspectos facilita o planejamento no que diz respeito à diminuição da ocorrência do escoamento superficial e conseqüentemente ao controle de erosão dos solos, problema que invariavelmente leva à perda física e química do solo e, por conseguinte, à queda de produtividade agrícola, além de possíveis reflexos em sistemas hídricos derivados do assoreamento de rios, barragens e represas (Guerra, 1994; Cassetti, 1995; Guerra e Cunha, 1996).

### **Planejamento para a Ocupação de Áreas Urbanas**

O avanço tecnológico e o grande crescimento econômico das cidades aceleram processos naturais e colocam as sociedades frente ao desafio de encontrar um equilíbrio entre as necessidades e disponibilidades reais de recursos naturais, ampliando e intensificando problemas ambientais nas zonas urbanas (Davidovich, 1993). No Brasil, nos municípios que se constituem em centros de Regiões Metropolitanas (RM), como é o caso do Recife, anualmente agrega-se à massa de excluídos do mercado de trabalho urbano pessoas advindas de outros municípios que compõem a RM, como também das zonas urbana e rural de municípios interioranos, que estão completamente fora da dinâmica econômica da metrópole regional. Como conseqüência, resta-lhes, tal como para os já presentes excluídos urbanos, o setor terciário informal (Corrêa, 1995).

Do ponto de vista financeiro, grande parcela da população urbana que ocupa funções no mercado informal, e mesmo no formal, percebe poucos recursos financeiros que, na maioria dos casos, obriga a mesma a ocupar áreas periféricas, afastadas do centro comercial e financeiro da cidade. Áreas como várzeas de rios e encostas de morros na periferia de bairros distantes se constituem nos principais *locus* dessa população.

Em virtude da crescente densidade demográfica em áreas urbanizadas, principalmente nas periferias das cidades, a *necessidade do planejamento* se faz de grande utilidade para a implementação de formas de ocupação viáveis do ponto de vista ambiental sobre novos espaços no perímetro urbano. Para tanto, a topografia do sítio urbano constitui-se em um dos principais fatores na orientação do processo de ocupação. Geralmente as unidades morfotopográficas de fácil urbanização como planícies de

inundação e terraços, bem como encostas de baixa declividade, são rapidamente destinadas ao estabelecimento de formas de ocupação de caráter residencial ou comercial, ficando as áreas de várzeas ou de encostas íngremes, representativas de eventuais riscos ambientais em potencial, para os menos providos de recursos financeiros que encontram nesses locais uma das poucas, se não a única, alternativa de acesso à moradia no espaço urbano. O planejamento do uso do solo urbano representa peça relevante em políticas de ocupação de novas áreas no perímetro das cidades, sendo a avaliação quanto às áreas de risco de enchentes, processos erosivos e movimentos de massa uma contribuição significativa ao planejamento urbano. Estudos realizados em cidades de grande, médio ou pequeno porte em todo Brasil, relativos à gênese de processos geomorfológicos com ênfase para os voçorocamentos ou deslizamentos de terras (Ab'Saber, 1968; Alheiros, 1998; Almeida e Guerra, 2001; Christofolleti, 1968; Gonçalves e Guerra, 2001; Marçal e Guerra, 2001), assim como voltados à formulação de mapeamentos geotécnicos, têm contribuído de forma valiosa para a compreensão da dinâmica geomorfológica, sendo de grande valia para os órgãos públicos municipais para a estruturação de medidas preventivas, bem como de recuperação de espaços degradados, visando a minimização de prejuízos materiais e sociais e, conseqüentemente, a proliferação da degradação a outras áreas dos municípios.

A grande demanda por espaços nas cidades, e a conseqüente falta de planejamento e organização para novas ocupações por parte do poder público municipal, justifica a premente necessidade por estudos de cunho geomorfológico (fotos 01 e 02). O entendimento das características morfológicas e dos processos morfogenéticos, além de análises acerca da vulnerabilidade das áreas urbanas face aos "azares naturais" (disritmias pluviométricas, enchentes, deslizamentos etc.) constitui-se em subsídios à compreensão relativa dos componentes do sistema ambiental físico de um espaço urbano, revestindo-se de grande importância ao delineamento de políticas de ocupação, tendo na compreensão dos processos morfodinâmicos e suas interações com outros fatores influenciadores do equilíbrio dinâmico ambiental, um relevante aspecto para o planejamento do uso do solo urbano.



**Foto 01:** Processo erosivo derivado da ocupação desordenada na Praia de Canoa Quebrada (Aracati-CE). O despejo de águas servidas direto no solo desprotegido por parte de residências, restaurante e bares edificados próximos à praia levou a intensificação do escoamento superficial formando ravinamentos (junho/2000).



**Foto 02:** Área de ocupação recente (antigo lixão) derivada de um projeto da Prefeitura Municipal de Petrópolis-RJ, bairro de Vila Ipanema. Percebe-se na encosta o início de um processo de ocupação desordenada sobre uma área de Mata Atlântica em estado de regeneração e susceptível a deslizamentos (abril/2001).

### **Impactos Geomórfico-Ambientais em Áreas Rurais e Urbanas**

Apesar de impactos ambientais, tais como lixiviação, erosão dos solos ou movimentos de massa, terem suas origens com ou sem a intervenção antrópica, deve-se considerar que as modificações impostas pela ação do homem se constituem em fator acelerador e de ampla repercussão espacial de impactos sobre os sistemas ambientais.

Sendo as atividades sociais ou econômicas relacionadas com a terra e seu uso um fator freqüentemente desencadeador de impactos ao ambiente, conclui-se que o essencial da questão Homem X Biosfera é o impacto que o primeiro provoca sobre os biótopos, direta ou indiretamente, por meio de modificações nas condições ecológicas (Tricart, 1978).

Os efeitos desses impactos devem ser inventariados e seus mecanismos devem ser analisados, afim de que o seu alcance possa ser avaliado e para que os efeitos negativos da intervenção humana sobre o meio físico e sobre o próprio homem sejam amenizados. Tais impactos quase sempre trazem consigo aspectos negativos que podem em alguns casos ser previstos e que deveriam figurar obrigatoriamente no planejamento dos recursos naturais e humanos ou nos planos de desenvolvimento regional e de novas modalidades de organização do espaço.

Constituindo-se no ato de preparação para implementação de empreendimentos, segundo roteiros e métodos determinados para alcançar os objetivos, *a ação de planejar tem grande importância na prevenção dos impactos ao meio ambiente*. O reconhecimento de que a degradação ambiental além das causas naturais tem causas e conseqüências

antrópicas e, portanto, sociais, por vezes mais amplas e intensas que as de origem natural, revela a magnitude da importância do planejar como forma de busca da resolução de problemas de ordem ambiental, ou mesmo em tentar evitá-los através de medidas de caráter preventivo.

### Processos Erosivos em Zonas Rurais

Nas zonas rurais os impactos ambientais derivados da falta de planejamento para o manejo das terras ficam evidenciados pelas amplas consequências observadas em paisagens degradadas ou em solos que apresentem ínfimos índices de fertilidade. A intensificação de práticas agrícolas e as recentes mudanças no uso e ocupação da terra no Brasil, com amplas devastações de áreas florestais e de cerrado para aproveitamento agrícola, refletem a ação sobre o meio sem o devido comprometimento para com a manutenção de condições pré-existent.

Dentre tantas ações danosas ao meio ambiente rural, a aceleração dos processos erosivos através de desmatamentos e mesmo de um mau uso do solo, constitui-se em uma das mais agressivas ações do homem sobre um dos componentes dos sistemas naturais, nesse caso o solo.

A erosão dos solos, intensificada e acelerada em relação aos índices naturais pelas atividades humanas, reduz a produtividade agrícola e causa prejuízos resultantes do transporte de sedimentos e sua conseqüente deposição. Em regiões tropicais, apesar da escassez de dados, o grau de declínio na produtividade agrícola é consideravelmente elevado, se comparado a dados de regiões temperadas (Dregne, 1990; Lal, 1981 *apud* Pierce e Lal, 1994), o que implica na necessidade de pesquisas enfatizando diretamente as consequências da erosão sobre a produtividade em solos trópicos (Pierce e Lal, 1994). Estima-se que a degradação dos solos induzida pelo homem têm afetado aproximadamente 24% da área de terras habitadas do planeta. Segundo Oldeman (*apud* Lal, 1994), são variáveis as extensões territoriais atingidas pelos efeitos da erosão sobre cada continente. Através da tabela 02, constata-se que os impactos derivados da erosão pluvial são mais extensos que os verificados para a erosão eólica, concentrando-se em continentes onde estão os países considerados subdesenvolvidos e com amplas áreas inseridas na zona intertropical e, portanto, sujeitos a altos índices de precipitação pluviométrica e à maior incidência da pluvio-erosão no planeta.

**Tabela 02: Extensão Global de Terras afetadas pela Erosão Eólica e Hídrica**

<b>Áreas de terras afetadas pela Erosão (10<sup>6</sup> ha)</b>		
<b>Continente/Região</b>	<b>Erosão Hídrica</b>	<b>Erosão Eólica</b>
África	227	186
Ásia	441	222
América do Sul	123	42
América Central	46	5
América do Norte	60	35
Europa	114	42
Oceania	83	16
Mundo	1.094	548

Fonte: Lal (1994 : 2).

Assim, nos trópicos úmidos, como é o caso de boa parte do território brasileiro, a pluvio-erosão é considerada como um dos principais processos geomorfológicos

responsável pelo desencadeamento de erosão acelerada em áreas que sofreram desmatamento. Embora nas áreas rurais a erosão laminar seja predominante, os processos erosivos lineares (ravinamentos e voçorocamentos) são comuns em zonas de desequilíbrio no sistema natural (Almeida Filho e Ridente Júnior, 2001; Guerra, 1994; Guerra, 1999; Oliveira, 1999).

Como processo natural de abrangência mundial, a erosão constitui-se no produto da ação climática, através dos elementos chuva e/ou vento, sobre as formas morfopedológicas. Entretanto, atividades antrópicas desprovidas de planejamento surgem como causas do aparecimento dos processos erosivos acelerados. Para Almeida Filho e Ridente Júnior (2001), dentre as principais causas da erosão em áreas rurais podem-se destacar:

- a formação de feições erosivas lineares a partir da concentração das águas pluviais provenientes das áreas urbanas;
- as águas drenadas pelas estradas pavimentadas e não pavimentadas;
- caminhos e/ou trilhas das águas drenadas das culturas;
- pastagem quando deixa-se o gado transitar continuamente pelas mesmas trilhas;
- terraços da área agrícola que descarregam a água nas laterais das estradas;
- terraços em gradientes que canalizam as águas retidas para divisas de propriedades;
- áreas agrícolas sem manejo de solos que concentram água na linha de drenagem natural da bacia de captação;
- água captada pelo leito das estradas e que, por infiltração e distribuição inadequada, adentram nas áreas agrícolas, em algum ponto, desencadeando a formação de processos erosivos.

Em estudos realizados por Cunha Santos e Casseti (*apud* Casseti, 1995) na região norte de Goianésia-GO, os autores constataram desequilíbrio geomórfico-ambiental derivado de intensas práticas agropecuárias, iniciadas pelo desmatamento de áreas florestais e de cerrado que deram lugar a culturas cítricas e pastagem. A intensificação do uso do solo por meio das práticas anteriormente citadas, sem planejamento adequado e, conseqüentemente, sem o reconhecimento dos condicionantes ligados ao meio físico e suas interações com as formas de ocupação, desconsideraram prováveis implicações morfológicas, bem como medidas conservacionistas, que causaram impactos ambientais sobre a área ocupada para os fins agropecuários.

Dentre os impactos causados constata-se a grande ocorrência de erosão acelerada, evidência da instabilidade crônica dos solos percebida através de ravinamentos e voçorocamentos. Ademais, quando da ocorrência de eventos chuvosos, apesar da existência de espécies gramíneas no solo das áreas de pastagem, o escoamento superficial é agravado pelo acréscimo da energia cinética, em função do declive, transportando principalmente partículas de menores dimensões (Casseti, 1995).

A ampla e intensiva utilização da área norte de Goianésia para a atividade agrícola deve-se à fertilidade do solo (derivado de rochas básicas e ultra-básicas), apesar das restrições condicionadas por elementos morfoestruturais que limitam o uso do solo a práticas intensivas. Além dos problemas decorrentes dos processos erosivos, o desmatamento visando a ampliação da ocupação por atividades agropecuárias têm ocorrido em áreas de cabeceiras de cursos d'água de primeira ordem, o que tem levado à “desperenização” de alguns rios em função do assoreamento.

A apropriação de espaços para fins agropecuários sem o devido conhecimento dos componentes naturais responde por variadas conseqüências sobre o equilíbrio ambiental. A área de *St. Michael's Mission* no centro do Zimbábue notabilizou-se no mundo pelas grandes voçorocas - denominadas localmente de *dongas* - decorrentes da pecuária

intensiva e outros usos do solo inadequados praticados naquela região (Goudie e Viles, 1997).

O uso indevido do solo em áreas rurais em vertentes de fortes declives, por exemplo, constitui-se na forma mais comum de agravamento dos impactos ambientais, sendo esses refletidos pela erosão acelerada ou mesmo movimentos de massa. A continuidade dos efeitos erosivos em áreas de práticas agropecuárias voltadas para o mercado e, deste modo, com forte componente tóxico, derivado de herbicidas, poderá resultar ainda em impactos às águas e aos solos, a partir da concentração de fertilizantes e defensivos agrícolas em cursos d'água e depósitos subterrâneos, além da contaminação dos solos.

O propósito de planejar a ocupação de novas áreas para fins agropecuários decorre, antes de tudo, da necessidade de se evitar desequilíbrios ao meio que venham a comprometer no futuro a produtividade. Como contribuição do geomorfólogo, pode-se considerar variadas sugestões relativas a um manejo de terras em áreas consideradas críticas quanto à instabilidade dos solos, conforme afirma Caseti (1995):

- Preservação de restos de cobertura vegetal em vertentes e cabeceiras e ao longo de cursos d'água, visando evitar a progressão dos efeitos erosivos acelerados;
- Reflorestamento em pontos de instabilidade generalizada para evitar o avanço de feições erosivas lineares (ravinas e voçorocas), bem como em cabeceiras e ao longo de cursos d'água;
- Tratos culturais visando o conservacionismo, como a redução do número de araões e subsolagens, evitando o gradeamento e se possível a utilização de técnicas de plantio direto;
- Reestruturação curricular nas escolas de Ensino Fundamental e Médio, com o objetivo de se criar uma consciência crítica através de disciplinas voltadas a preocupações ambientais e práticas conservacionistas, além de orientações acerca de técnicas e práticas agrícolas conservacionistas aos agricultores.

Apesar do desleixo para com as questões relativas ao ambiente, conforme salienta Lutzenberger (1985) ao afirmar que "*o agricultor moderno está tão alienado de seu ambiente natural (...) que ele não sente a natureza, apenas maneja matérias, sementes e máquinas (...)*", tem-se que considerar a minimização dos impactos ao ambiente como necessidade premente ao crescimento e desenvolvimento das atividades em benefício não só dos componentes naturais, mas também para os sistemas sócio-econômicos.

### **Mudanças em Bacias Hidrográficas Motivadas pela Urbanização**

As alterações em ambientes de bacias hidrográficas têm como causas alterações no equilíbrio dinâmico dos fatores naturais que as compõem, tais como o clima, os solos, a estrutura geológica e a topografia, bem como alterações derivadas de mudança de uso do solo nas regiões interfluviais. Apesar das evidentes alterações nos interflúvios nos últimos séculos, refletindo a extensiva e agressiva ação antrópica, no século XX as atividades desenvolvidas pelo homem passaram a se constituir não só em um fator degradante para o meio natural, mas também de aceleração de alterações, levando a intensas modificações na paisagem em curtos intervalos de tempo.

Para Cunha (1994), os impactos das atividades antrópicas em ambientes de bacias hidrográficas podem ser de dois tipos: *diretos*, quando são executadas obras no interior de cursos fluviais, como ampliação da largura do leito e retificação do canal (foto 03), dentre outras; e *indiretos*, quando os impactos são originários da urbanização que, inicialmente, leva ao desmatamento e, posteriormente, à mudanças no uso da terra; modificações na precipitação e temperatura e, conseqüentemente, no ciclo hidrológico; mudanças na rede de

canais; transferência de água entre bacias; criação de superfícies impermeáveis; modificações nas propriedades e estrutura dos solos; e exposição da superfície dos solos, especialmente em locais de construção, causando mudanças na morfologia e hidrologia da área interfluvial.



**Foto 03:** Retificação de uma das margens do canal do rio Beberibe, bairro de Caixa D'água – Olinda-PE. Percebe-se que a ocupação das margens responde por elevada quantidade de detritos jogados dentro do canal (novembro/2001).

Nas últimas duas décadas do século XX, os efeitos do uso da terra na modificação do escoamento superficial e seus posteriores impactos sobre o sistema fluvial mereceram grande atenção dos estudiosos da Geomorfologia Fluvial. Em virtude da rápida expansão urbana neste período observou-se uma proliferação de estudos de casos que alertam para a ocorrência de rápidas mudanças no sistema fluvial derivadas de medidas de regulação objetivando melhorias na drenagem, redução das inundações ou mesmo controle da erosão das margens (Whitlow e Gregory, 1989).

Conforme Ebisemiju (1989) os impactos mais significativos da atividade do homem sobre o ambiente físico são aqueles considerados indiretos, originários da urbanização, que levam a desmatamentos e mudanças no uso da terra, modificações na precipitação e temperatura, mudanças na rede de canais, transferência de água entre bacias, criação de superfícies impermeáveis, modificações nas propriedades e estrutura dos solos, e exposição da superfície dos solos especialmente em locais de construção, além de todos os aspectos que levam a mudanças no estado da morfologia e hidrologia dos interflúvios.

Em Ado-Ekiti, um dos principais centros urbanos da Nigéria, com uma população de aproximadamente 350.000 habitantes (1988), Ebisemiju (1989) desenvolveu um dos trabalhos pioneiros em Geomorfologia Fluvial Urbana em Zona Tropical. Situada sobre um interflúvio com um sistema de drenagem radial, cujos cursos originam-se na encosta lateral residual de elevações e *inselbergs* e são tributários dos rios Elemi e Ireje; 90% da

área de Edo-Ekiti estão inseridos em 7 pequenas bacias de drenagem (média de área = 4,2 km<sup>2</sup>) com vários graus de urbanização. Os fluxos das correntes através da planície de inundação são espalhados e levam freqüentemente a inundações. As áreas rebaixadas são periodicamente úmidas e tem uma média anual de chuvas de 1.267 mm e uma média mensal uniformemente elevada de temperatura acima de 25°C. A intensidade das chuvas e erosividade são elevadas; a vegetação florestal primária foi quase completamente removida, e encontra-se restrita à encosta lateral dos *inselbergs* e ao longo dos cursos de correntes ainda não afetados pela urbanização e cultivo.

Ebisemiju (1989) constatou variadas mudanças em Ado-Ekiti derivadas da urbanização sobre a área de interflúvio estudada, reconhecendo o autor que as alterações na área de uma bacia fluvial promovem uma rápida erosão do leito do canal e os clastos dela derivados induzem à aggradação do canal, inundações e o conseqüente desenvolvimento de planícies de inundação por acreção vertical e lateral do vale, bem como a redução da competência da corrente, da capacidade do canal e da eficiência hidráulica.

Apesar do reconhecimento das alterações motivadas pelo processo de urbanização o autor nigeriano não cita ações necessárias à prevenção de mudanças na dinâmica fluvial, contudo uma grande contribuição de suas conclusões reside no fato do mesmo chamar a atenção para o fato de que a natureza das respostas do canal para a urbanização dependerá da localização da urbanização na rede fluvial, bem como pela ênfase dada às inundações, considerada uma conseqüência inevitável da urbanização não planejada e, conseqüentemente, desordenada e acelerada, características de cidades nos trópicos úmidos.

Do estudo exposto anteriormente, dentre outros (Wolman, 1967; Whitlow e Gregory, 1989; Gregory e Davis, 1992) pode-se constatar a relevância das pesquisas voltadas para a Geomorfologia Fluvial Urbana como subsídio a projetos de gerenciamento de bacias fluviais que sofrem um crescente processo de urbanização. Apesar de relativamente recente, o número de estudos desse campo da Geomorfologia cresce concomitantemente às demandas dos grandes centros urbanos.

### **Instabilidade em Encostas Urbanas**

A *instabilidade de encostas* em áreas urbanas é derivada, sobretudo, de ocupações desordenadas e aceleradas que levam, dentre outras ações, a construção de casas, deposição de lixo, construção de vias e cortes de taludes de forma inadequada. A interferência nesse ambiente instável leva a riscos não só ambientais, mas também sócio-econômicos.

Ações danosas para com a fisiografia das encostas, tendo a retirada indiscriminada da cobertura vegetal para fins habitacionais e econômicos como procedimento inicial, podem desencadear processos que culminarão com a instabilidade geomorfológica. Tal desequilíbrio provocará uma aceleração dos processos erosivos que evoluem para a formação de ravinas e voçorocas, ou mesmo movimentos de massa, com a conseqüente perda de solo, sedimentação de baixadas e assoreamento de cursos d'água a jusante.

Do ponto de vista geomorfológico, uma encosta consiste em uma *superfície natural inclinada presente nos flancos de morros, colinas e serras* (Guerra e Guerra, 1997). As encostas são constituídas de materiais terrosos, rochosos ou mistos, mesmo que tenham sofrido ações antrópicas tais como cortes ou desmatamentos, dentre outras (IPT, 1991).

Assim, a instabilidade da encosta reflete uma condição de propensão da mesma para sofrer um grau particular ou freqüência de processos erosivos e movimentos de massa. Através da ocupação ou mesmo da exploração de recursos naturais em áreas de encostas, a ação antrópica vem se constituindo no principal fator modificador e desencadeador da



quebra da estabilidade dinâmica destes compartimentos geomorfológicos (foto 04). A desestabilização acelera e amplia os processos de degradação, levando a problemas de caráter não só ambiental, mas também de consequências sociais, tendo no substrato rochoso ou nos solos os variados reflexos da intensa alteração provocada pela ação do homem nessas áreas de topografia instável.



**Foto 04:** A falta de saneamento básico nas residências da Rua Santa Brígida, no bairro de Nova Descoberta – Recife-PE, vem desencadeando através do despejo das águas servidas, a formação de desníveis e pequenas ravinas ao longo da encosta, dificultando o trajeto dos moradores, principalmente quando do período chuvoso.

Para os geomorfólogos, um estudo de instabilidade de encostas envolve não só uma avaliação do significado da instabilidade, mas também um entendimento da interrelação dos fatores controladores da forma na paisagem. No contexto social, a instabilidade de encostas pode ser definida como o grau e frequência de perda de solo e movimentos de massa, os quais são problemas para o desenvolvimento de atividades humanas ou tem o potencial para influir na decisão quanto ao uso da terra das áreas de encostas, sendo o estudo de tal aspecto ambiental diretamente relacionado à demanda sócio-econômica relativa aos problemas concernentes às instabilidades de encostas (Bitar, 1995).

Os danos verificados em áreas de encostas são evidenciados, por exemplo, pelo início e conseqüente desenvolvimento de processos erosivos na superfície de encostas que, geralmente, levam a perda de solo ou mesmo ao assoreamento de calhas de rios, causando a diminuição da qualidade e quantidade da água que flui em cursos fluviais ou mesmo corpos d'água (Lima-e-Silva *et. al.*, 2000). A instabilidade provocada pela atuação antrópica pode ainda levar a desastres de grandes proporções quando da ocorrência de movimentos de massa de alta magnitude.

Dos eventos relacionados à instabilidade de encosta em áreas urbanas, os processos erosivos acelerados constituem-se em eventos relativamente lentos se comparados aos deslizamentos, ou escorregamentos, que ocorrem geralmente de forma rápida e trazem

grandes transtornos às populações que sofrem o impacto destes tipos de movimentos de massa.

São inúmeros os exemplos de eventos catastróficos derivados de deslizamentos ou escorregamentos, bem como suas conseqüências para as populações por eles afetadas, abrangendo todas as zonas climáticas, e não só para áreas de alto índice de precipitação, como as zonas tropicais. O escorregamento ocorrido na localidade de Calhandriz, Portugal, entre 9 e 10 de fevereiro de 1979, foi desencadeado após uma estação relativamente chuvosa para os padrões climáticos locais, tendo ocorrido em 10 de fevereiro um pico de precipitação de 62 mm em 24 horas. A estrutura geológica local de caráter monoclinal, com ângulos entre 8° e 12°, e uma sobreposição de camadas permeáveis a rochas impermeáveis que contribuem para o recobrimento da encosta a sudeste da área, é particularmente susceptível a deslizamentos translacionais (Zêzere *et. alli.*, 1999).

**Tabela 03: Parâmetros Morfométricos dos Deslizamento de Calhandriz**

Características da Encosta	• Altura da Encosta	• 210 m
	• Comprimento da Encosta	• 1.036 m
	• Ângulo da Encosta	• 9°
Morfometria da Encosta	• Comprimento Máximo	• 1.010 m
	• Largura Máxima	• 316 m
	• Profundidade Estimada	• 12 m
	• Área Total	• 181.360 m <sup>2</sup>
	• Volume Estimado	• 1.297.850 m <sup>2</sup>

Fonte: adaptado de Zêzere *et alli* (1999:139).

O deslizamento foi complexo, com um principal componente translacional favorecido pela presença de rochas e solos relativamente permeáveis (margas e calcários e depósitos inconsolidados) sobrepondo uma camada argilosa que funcionou como um plano de escorregamento. No sopé da encosta, uma drenagem local foi temporariamente bloqueada, sendo o fluxo retomado ao longo do canal original devido ao suprimento abundante de água.

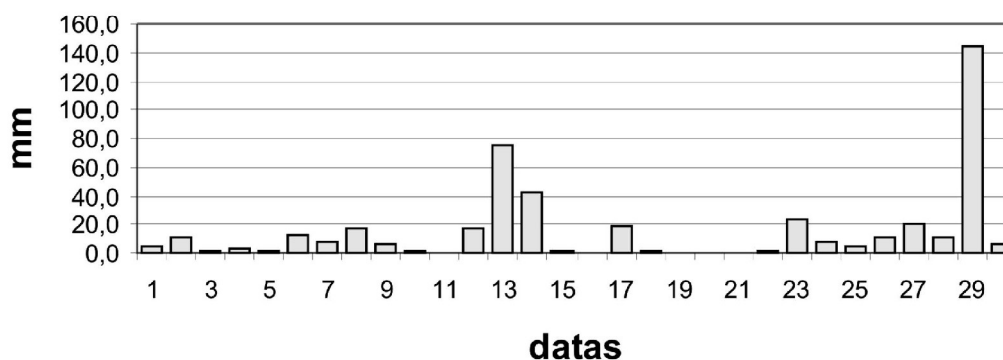
O deslizamento de Calhandriz destruiu 15 casas e causou severos prejuízos materiais, contudo não foram registradas vítimas fatais. Ele ocorreu em uma encosta que mostra claras evidências morfológicas e sedimentológicas da ocorrência de movimentos de massa anteriores de grande magnitude.

Já no Recife-PE, durante o ano de 1996 registrou-se mais de 60 mortes decorrentes de deslizamentos. Um exemplo característico de deslizamento nos morros da cidade ocorreu no Alto do Reservatório, na encosta voltada para o Córrego do Boleiro, no bairro de Nova Descoberta, quando foi movimentado um volume em torno de 50.000 m<sup>3</sup> de solo, tendo sido registradas 16 mortes (ou 26,67% das mortes verificadas em 1996). O relevo local é ondulado com altitude máxima de 75 m, possuindo elevações com vertentes convexas e declividades entre 37 e 67% (Campos, 1998).

O deslizamento aconteceu em 29/04/96, quando a intensidade da chuva atingiu 144 mm em 24 horas, ou 31,31% de um acumulado de 459,8 mm do mês de abril (Gráfico 01). Outros fatores, além da grande quantidade de chuva, concorreram para o deslizamento, tais

como: presença de fendas nas encostas indicando que o processo de deslizamento já havia iniciado; várias casas com grandes vazamentos de água e a falta de drenagem das águas servidas umedecendo ainda mais o maciço; casas construídas nas proximidades de cortes sub-verticais sem cobertura vegetal e por fim a existência de um cano mestre rompido na encosta.

### Distribuição da Precipitação no Recife - Abril de 1996



**Gráfico 01: Precipitação na cidade do Recife em abril de 1996**

Fonte: Campos, 1998.

Nas zonas metropolitanas brasileiras, tais como as do Recife, Salvador e Rio de Janeiro, por exemplo, *a desestabilização das encostas reflete a ocupação desordenada* promovida por populações de baixa renda que, egressos de municípios interioranos, ocupam as encostas periféricas, retirando a cobertura vegetal, realizando cortes de taludes para construção de casas, prédios ou mesmo abertura de vias de acesso que, com a ampliação e intensificação da ocupação, levam ao desencadeamento de processos de deposição final de lixo e águas servidas (Fernandes e Amaral, 1996). No caso de centros urbanos que possuam áreas de fortes declives, espessos mantos de intemperismo e que estejam em processo de desmatamento, além de um regime de chuvas com altos índices pluviométricos concentrados em determinada estação do ano (caso de Recife, no inverno e Rio de Janeiro no verão, por exemplo) os problemas de instabilidade são agravados, criando áreas potenciais para processos erosivos e movimentos de massa (Cunha e Guerra, 1996).

Todavia, o principal fator que leva à instabilidade de encostas, causado pela atuação do homem, é a *falta de diagnóstico e planejamento acerca das ações a serem implementadas*. Com relação a esse aspecto, faz-se de grande relevância a atuação do poder público acompanhando e, eventualmente, interferindo nas ações, tendo como eixo norteador o *respeito às características e a dinâmica do ambiente a ser trabalhado*.

### Conclusões

O crescente adensamento populacional derivado da concentração em cidades, reflete-se na expansão e intensificação ocupacional das zonas periféricas, a mecanização da agricultura em sistema de monocultura, a generalizada implantação de pastagens e a intensa exploração de recursos naturais. Estas transformações têm alterado, de modo irreversível, em determinados casos, os espaços ocupados pela humanidade, levando, com frequência, a processos degenerativos profundos da natureza.

A ação antrópica, dado ao seu caráter desestabilizador, apresenta conseqüências muitas vezes adversas aos sistemas ambientais naturais, reflexos do uso inadequado de manejos e técnicas sobre determinados meios apropriados para determinados fins, assim como por um desconhecimento da interdependência dos componentes responsáveis pela dinâmica dos processos ambientais, que respondem pelo estado de equilíbrio dinâmico do meio físico. Ao desestabilizar o sutil equilíbrio das áreas de encostas, por exemplo, através da ocupação desordenada e sem o devido conhecimento dos processos morfodinâmicos desses compartimentos, têm-se variadas conseqüências, desde o desencadeamento de processos erosivos, com a formação de feições erosivas lineares (ravinas ou mesmo voçorocas), até movimentos de massa de alta magnitude e poder de destruição.

Assim, a fragilidade dos sistemas naturais, demonstrada a partir da ocupação e do uso desordenados, exige a intervenção do poder público com vistas a controlar e mesmo monitorar os vários aspectos relativos às formas de apropriação dos espaços. Para tanto, a realização de pesquisas que embasem planejamentos temáticos, seja em zonas rurais ou urbanas, relativos à ocupação de novas áreas para empreendimentos produtivos, residenciais ou comerciais, por exemplo, constitui-se em prática de suma necessidade para a plena satisfação das necessidades decorrentes da ação de ocupar espaços. Entretanto, deve-se considerar a complexidade dos sistemas naturais em tais planejamentos.

Apesar do não reconhecimento - ou falta de conhecimento por parte dos gestores - a pesquisa geomorfológica envolve variados procedimentos, desde o levantamento bibliográfico à elaboração de cartogramas temáticos que viabilizam a análise geomorfológica em diversos aspectos: classificação de compartimentos topográficos; caracterização de padrões de vertentes e suas conseqüentes interações com os demais componentes do sistema natural; classificação de feições geomorfológicas, no referente à gênese, morfometria e dinâmica atual, bem como quanto à fragilidade potencial e emergente, que responde pela identificação de desequilíbrios que estejam acarretando instabilidades de terrenos planos ou de encostas, erosão, assoreamento, entre outros.

Assim, *a contribuição da Geomorfologia na ação de planejar para ocupar novas áreas* é de suma importância durante a execução do diagnóstico ambiental da área a ser ocupada, contribuindo ainda para a avaliação de possíveis efeitos derivados de respostas das feições geomorfológicas sobre os empreendimentos efetivados.

A prevenção ou mesmo recuperação de áreas afetadas por processos de degradação ambiental, buscando uma aplicação e mesmo atualização de técnicas de manejo aplicadas à recuperação e prevenção de áreas afetadas pelos processos supracitados, bem como a capacitação de recursos humanos tanto do poder público como também das comunidades diretamente afetadas por desequilíbrios ao meio ambiente, constituem ações perfeitamente adequadas ao perfil do profissional geomorfólogo.

## Referências Bibliográficas

- AB'SABER, Aziz Nacib. As voçorocas de Franca. In: *Revista da Faculdade de Filosofia de Franca-SP, n 1 (2)*. 5-27. 1969.
- ALHEIROS, Margareth Mascarenhas. *Riscos de Escorregamentos na Região Metropolitana do Recife*. Salvador-BA. Tese de Doutorado defendida no Curso de Pós-Graduação em Geologia – Área de Geologia Sedimentar / UFBA. 130 p. 1998.
- ALMEIDA FILHO, Gerson S. e RIDENTE JÚNIOR, José Luiz. *Diagnóstico, Prognóstico e Controle de Erosão: Noções básicas para controle e prevenção de erosão em área urbana e rural*. Goiânia: Apostila de Mini-curso ministrado no VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão. 70 p. 2001.

- ALMEIDA, Flávio Gomes de e GUERRA, Antonio José Teixeira. Erosão dos solos e Impactos Ambientais na cidade de Sorriso (Mato Grosso). In: ***Impactos Ambientais Urbanos no Brasil***. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 253-274. 2001.
- BITTAR, Omar Yazbek (Org.). ***Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente***. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia – Instituto de Pesquisa Tecnológica, Divisão de Geologia. 247 p. 1995.
- BROWN, E. H. The Content and Relationships of Phisycal Geography. In: ***Geographical Journal*, n. 141**. 35-48. 1975.
- BRUNSDEN, Denys. Slope Instability, Planning and Geomorphology in the United Kingdom. In: ***Geomorphology in Environment Planning***. Londres: John Wiley e Sons Ltda. 105-119. 1988.
- CAMPOS, Hernani Löebler. Os Movimentos de Massa na Cidade do Recife. In: ***Revista de Geografia. Recife: Departamento de Ciências Geográficas da UFPE. Vol. 14 – n. 1/2***. 15-28. 1998.
- CASSETI, Valter. ***Ambiente e Apropriação do Relevo***. 2 ed. São Paulo: Contexto. 147 p. 1995.
- CHORLEY, R. J. Geography as Human Ecology. In: ***Chorley, R. J., Directions in Geography***. Londres: Methuen. 155-169. 1973.
- CHORLEY, R. J. e KATES R. W. Introduction. In: : ***Chorley, R. J., Water, Earth e Man***. Londres: Methuen. 1-7. 1969.
- CHRISTOFOLETTI, Antonio. O fenômeno morfogenético no município de Campinas. In: ***Notícias Geomorfológicas, n 8 (16)***. 3-97. 1968.
- CHRISTOFOLETTI, Antonio. Significância da Teoria de Sistemas em Geografia Física. ***Boletim de Geografia Teórica. Rio Claro-SP, 16/17 (31/34)***. 119-128. 1986/87.
- CHRISTOFOLETTI, Antonio. Aplicabilidade do Conhecimento Geomorfológico nos Projetos de Planejamento. In: ***Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos***. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 415-441. 1994.
- CHRISTOFOLETTI, Antonio e MAYER, O. S. Análise da rugosidade topográfica na região administrativa de Campinas. ***Boletim de Geografia Teorética, n. 14*** (27-28. 87-100. 1984.
- CLARK, M. J. Geomorphology in Coastal Zone Management. ***Geography, n. 63***. 273-282. 1978.
- COATES, D. R. Environment Geomorphology. Binghamton: ***Publicações em Geomorfologia da Universidade de Nova Iorque***. 1971.
- COATES, D. R. Subsurface Influences. In: ***Man and Environmental Processes***. Londres: Butterworths. 163-188. 1980.
- COLTRINARI, L. Geomorfologia: Caminhos e perspectives. In ***Revista Brasileira de Geomorfologia. Vol. 1, n. 1***. 44-47. 2000.
- CORRÊA, Roberto Lobato. ***O Espaço Urbano***. 3 ed. São Paulo: Editora Ática. 94 p. 1995.
- CUNHA, Sandra Baptista da e GUERRA, Antonio José Teixeira. Degradação Ambiental. In: ***Geomorfologia e Meio Ambiente***. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 337-379. 1996.
- CUNHA, Sandra Baptista da. Geomorfologia Fluvial. In: ***Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos***. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 211-252. 1994.
- DAVIDOVICH, Fany. A Propósito da Eco-Urb's 92: A temática urbana na questão ambiental. In: ***Geografia e Questão Ambiental***. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Geografia. p-p 13-23. 1993.
- EBISEMIJU, Fola S. The Response to Headwater Stream Channels to Urbanization in the Humid Tropics. In: ***Hydrological Processes. vol. 3***. 237-253 p. 1989.

- FERNANDES, Nelson Ferreira e AMARAL, Cláudio Palmeiro do. Movimentos de Massa: Uma abordagem geológica-geomorfológica. In: ***Geomorfologia e Meio Ambiente***. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 123-194. 1996.
- GERASIMOV, I. P. Constructive Geography: Aims, methods and results. In: ***Soviet Geography, n. 9***. 739-755. 1968.
- GERASIMOV, I. P. The Contribution of Constructive Geography to the Problem of Optimization of Society's Impact on the Environment. In: ***Geoforum, n. 15***. 95-100. 1984.
- GONÇALVES, Luiz Fernando Hansen e GUERRA, Antonio José Teixeira. Movimentos de Massa na Cidade de Petrópolis (Rio de Janeiro). In: ***Impactos Ambientais Urbanos no Brasil***. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 189-252. 2001.
- GREGORY, K. J. ***A Natureza da Geografia Física***. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 397 p. 1992.
- GREGORY, K. J., DAVIS, R. J. & DOWS, P. W. Identification of River Channel Change to due to Urbanization. In: ***Applied Geography***. vol. 12. 299-318 p. 1992.
- GUERRA, Antonio José Teixeira. Processos Erosivos nas Encostas. In: ***Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos***. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p-p. 149-209. 1994.
- GUERRA, Antonio José Teixeira. O Início do Processo Erosivo. In: ***Erosão e Conservação dos Solos***. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p-p. 17-55. 1999.
- GUERRA, Antonio José Teixeira e CUNHA, Sandra Baptista. Degradação Ambiental. In: ***Geomorfologia e Meio Ambiente***. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 337-374. 1996.
- GUERRA, Antonio Teixeira e GUERRA, Antonio José Teixeira. ***Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico***. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 642 p. 1997.
- GOUDIE, Andrew S. e VILES, Heather. ***The Earth Transformed: An introduction to human impacts on the environment***. Oxford: Oxford University Press. 276 p. 1997.
- GOUDIE, Andrew S. ***The Human Impacts on the Natural Environment***. 4 ed. Oxford: Blackwell. 1993.
- IPT. ***Ocupação de Encostas***. Publicações do IPT. n° 1831. 231 p. 1991.
- GUERASIMOV. I. Problemas Metodológicos de la Ecologização de la Ciencia Contemporânea. In: ***La Sociedad y el Medio Natural***. Moscou: Progreso. 57-74. 1983.
- GUPTA, A . The Changing Geomorphology of the humid tropics. In: ***The Research Frontier and Beyond***. Procedimentos do 24° Simpósio em Geomorfologia de Binghamtom, Elsevier, Amsterdam. 165-186. 1993.
- HILL, A. R. Biogeography as a Sub-field of Geography. In: ***Area, n. 7***. 156-160. 1975.
- JOHNSTON, R. J. ***Geografia e Geógrafos***. São Paulo: Difel. 359 p. 1986.
- KOFFLER, N. F. e MORETTI, E. Diagnóstico do uso agrícola das terras do município de Rio Claro. ***Geografia, n. 16 (2)***. 1-76. 1991.
- PIERCE, F. J. e LAL, Rattan. Monitoring the Impact of Soil Erosion on Crop Productivity. In: ***Soil Erosion Research Methods***. 2 ed. Delray Beach-Flórida: Soil and Water Conservation Society e St. Lucie Press. 235-263. 1994.
- LAL, Rattan. Soil Erosion by Wind and Water: Problems and Prospects. In: ***Soil Erosion Research Methods***. 2 ed. Delray Beach-Flórida: Soil and Water Conservation Society e St. Lucie Press. 1-9. 1994.
- LIMA-E-SILVA, Pedro P. de, GUERRA, Antonio J. T. e DUTRA, Luiz E. D. Subsídios para Avaliação Econômica de Impactos Ambientais. In: ***Avaliação e Perícia Ambiental***. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 217-261. 2000.
- MARÇAL, Mônica dos Santos e GUERRA, Antonio José Teixeira. Processo de Urbanização e Mudanças na Paisagem da Cidade de Açailândia (Maranhão). In:

- Impactos Ambientais Urbanos no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 275-303. 2001.
- MENDONÇA, Francisco. *Geografia Física: Ciência Humana?* São Paulo: Contexto. 72 p. 1989.
- NETWIG SILVA, Barbara-Christine. Viabilidade de Introdução de Novas Técnicas para o Desenvolvimento de Pesquisas Aplicadas em Geografia Física. In: *Anais do III Simpósio de Geografia Física Aplicada, Nova Friburgo-RJ - vol. 2*. 111-123. 1989.
- OLIVEIRA, Marcelo Accioly Teixeira de. Processos Erosivos e Preservação de Áreas de Risco de Erosão por Voçorocas. In: *Erosão e Conservação dos Solos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 57-99. 1999.
- QUAINI, Massimo. *Marxismo e Geografia*. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra S. A. 1979.
- ROSS, Jurandyr L. Sanches. Geomorfologia Aplicada aos Eias-Rimas. In: *Geomorfologia e Meio Ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 291-336. 1996a.
- ROSS, Jurandyr L. Sanches. *Geomorfologia: Ambiente e Planejamento*. 3 ed. São Paulo: Contexto. 85 p. 1996b.
- SUGUIO, K. A Importância da Geomorfologia em Geociências e Áreas Afins. In *Revista Brasileira de Geomorfologia*, vol. 1, n. 1. 80-87. 2000.
- TAVARES DE MELO, Antonio Sérgio. *Os Impactos Ambientais da Expansão sobre o Meio Físico na Zona dos Tabuleiros Costeiros*. João Pessoa: - Apostila do Departamento de Geociências - UFPB. 15 p. 1990.
- TRICART, Jean. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica - SUPREN. 91 p. 1977.
- ZÊZERE, José L., FERREIRA, Antonio B. e RODRIGUES, Maria L. The role of conditioning and triggering factors in the occurrence of landslides: A case study in the area north of Lisboa (Portugal). In: *Geomorphology*. 30. 133-146. 1999.
- WALTON, K. The Unity of the Phisycal Enveronment. In: *Scottish Geographical Magazine*, n. 84. 212-218. 1968.
- WHITLOW, J. R. & GREGORY, K. J. Changes in Urban Stream Channls in Zimbabwe. In: *Regulated Rivers: Research and Management*. vol. 4. 27-42 p. 1989.
- WOLMAN, M. Gordon. A Cyclo of Sedimentation and Erosion in Urban River Channels. In: *Geografiska Annaler*. n. 49. 385-395 p. 1967.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.