

COMPARTIMENTAÇÃO MORFOPEDOLÓGICA E SUA APLICAÇÃO

Considerações Metodológicas

Selma Simões de Castro &
Fernando Ximenes de Tavares Salomão**

RESUMO:

Apresenta-se um conceito de compartimentos morfopedológicos e um roteiro metodológico simplificado de atividades de pesquisa para sua delimitação e estudo, com ênfase no comportamento e funcionamento de seus solos. Considera-se compartimentos morfopedológicos como produtos da interrelação entre substrato geológico, relevo e solos que constituem unidades têmporo-espaciais homogêneas e intrínsecas do meio físico, reconhecíveis em médias e grandes escalas. Ressalta-se que revelam uma associação com sistemas pedológicos dominantes, caracterizados pelo continuum dos seus horizontes, dispostos vertical e lateralmente do topo à base dos interflúvios. Destaca-se que seu estudo requer níveis sucessivos de tratamento, numa abordagem integrada, para a obtenção de indicadores comportamentais mais seguros, como subsidiários para a elaboração de planos de controle preventivo de uso e ocupação do espaço e dos solos, numa perspectiva de (re)equilíbrio ambiental.

PALAVRAS-CHAVE:

Compartimentos morfopedológicos, sistemas pedológicos, roteiro metodológico de pesquisa

ABSTRACT:

A concept of morphopedological compartments and a simplified methodological approach for their research is proposed, which have emphasis on their spacial delimitation and their soil's behaviour. In this paper it is considered that morphopedological compartments, which is obtained from bedrock, relief and soils relationships, are intrinsic and homogeneous environmental unities, and perfectly recognizable in middle and detailed scales. They show typical pedological systems which is constituted by continuum superposed or juxtaposed horizons, situated along of lenght of toposequences. For their research is requested a integrated study based on successive levels of treatment to obtain the secure risk prognostics for preventive planning and land use management directed to environmental (re)equilibrium control.

KEY WORDS:

Morphopedological compartments, pedological systems, research proceeding

Introdução

A investigação que se impõe cada vez mais com frequência em nosso meio, embora não seja nova na esfera das reflexões geográficas, recai não apenas sobre a identificação de fisionomias, dimensões, extensão e estruturas organizacionais

internas e externas, sobre as relações em si ou ainda sobre a dinâmica que exprimem as ordens de grandeza dos fatos e fenômenos geográficos e seus significados histórico-evolutivos, mas sobretudo sobre a compreensão do que poderão significar em termos de uma ação deliberada no sentido de se tornarem o reflexo de práticas de

* Instituto de Estudos Sócio-Ambientais- IESA/UFG e Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geografia Física do Departamento de Geografia DG /FFLCH/USP. e-mail: selma@iesa.ufg.br

** Departamento de Geologia Geral ICET/UFMT/Cuiabá. e-mail: salmig@zaz.com.br

uso e de ocupação do meio físico mais adequadas à sociedade humana.

O grande desafio nessa tarefa, particularmente em nosso país e em especial em certas regiões onde as mudanças recentes nas formas de apropriação vêm reproduzindo práticas cujas consequências são bastante conhecidas em outras que já passaram por processos similares, é, por certo e antes de mais nada, de caráter metodológico, no que se refere a abordagens mais integradas sobre as ordens de grandeza tèmoro-espaciais de interesse inequívoco das comunidades.

Esses estudos estão a requerer tratamentos em médias e grandes escalas, mas que são dificultados pelo fato de que o tempo para investigar é cada vez mais curto, os recursos são cada vez menores e raramente incluem pesquisa em campo e também pela exigente demanda de apresentar indicadores cada vez mais seguros quanto às respostas que o meio físico já deu ou possa vir a dar ao seu uso e ocupação, em vista de quaisquer empreendimentos que se pretenda.

É prudente considerar ainda que o desenvolvimento de procedimentos operacionais mais adequados para tais estudos esbarra constantemente em uma insuficiência de documentos relativos a inventários cartográficos e de bancos de dados, sobretudo físico-ambientais, mais detalhados e acessíveis, o que acaba por alimentar uma prática que pode se tornar perversa, na medida em que os indicadores obtidos se apoiam em ampliações não corrigidas de documentos de grande generalização cartográfica publicados em média e pequena escalas, em certos casos até desatualizados, em séries interrompidas e outros problemas que, sem dúvida alguma, desaguam com frequência em recomendações um tanto genéricas quanto aos riscos de uso e ocupação dos espaços, que pouco contribuem para tomada de decisões em nível de detalhe, salvo na área geotécnica e aparentada que muitos avanços tem feito.

Se por um lado a necessidade dos inventários de detalhe é imperativa, é também bas-

tante onerosa, por outro, a necessidade de soluções corretivas emergenciais, também o é; mas é premente se pensar sobre alternativas para elaboração de diagnósticos que forneçam indicadores mais seguros, e que, paralelamente, envolvam menor custo financeiro e operacional e maior rapidez, dado o risco que muitas unidades dessas ordens de grandeza apresentam ao uso e ocupação.

A inovação, rumo a uma verdadeira eficácia das formas de controle do meio físico, duradouras e socialmente justas, requer uma reflexão profunda, que vá além da necessária exploração dos porquês do estado atual de coisas, e que possa fornecer, a tempo, alternativas de atuação já para o presente.

Por outro lado, é necessário ponderar que nos estudos que envolvem os solos dessas unidades, por exemplo, ainda que em escalas de maior detalhe, a produção de documentos cartográficos que trabalham os componentes do meio físico de uma dada área, temática e isoladamente, e depois os integram em documentos de síntese, a delimitação de zonas, de compartimentos, de dinâmicas prováveis, não pode partir exclusiva ou substancialmente de uma concepção com forte critério hipsométrico na delimitação de subunidades ou setores, no sentido de separar os topos das vertentes e estas dos fundos de vale, acompanhados de recomendações para cada um deles sem se levar em conta os demais.

Não se trata, pois, nesses casos, apenas de compilar, correlacionar, sistematizar para, por fim, interpretar a realidade a partir de mera ampliação e superposição cartográfica de documentos existentes, quando se quer entender, fazer prognósticos e propor soluções que envolvam ações corretivas e preventivas no uso e apropriação dos solos de unidades menores que interessem mais diretamente às comunidades envolvidas. Como não se trata também, apenas por exemplo, de fazer planos de uso e manejo de propriedades rurais isoladamente, sem levar em conta seu entorno espacial imediato ou mais dis-

tante, com base em reconhecimento e atributos de perfis de solo modais de cada unidade de mapeamento apresentada no mapa de solos convencional.

Isto se justifica porque, não raro, as propostas têm que recorrer a modelos mais ou menos consagrados na literatura e a recomendações gerais quanto aos riscos ao uso e ocupação ou manejo, que quando feitos com base nessas escalas e critérios, escondem detalhes muitas vezes decisivos para a tomada de decisões.

É preciso, então, um esforço maior e que envolve a necessidade de se tentar combater essa prática e priorizar os estudos em escala de detalhe e semi-detalhe, onde os documentos mais generalizados serviriam tão somente para uma contextualização inicial e geral das áreas-alvo menores. E onde os limites ideais, da área - objeto da pesquisa e das ações, não seriam necessariamente os político-administrativos atuais ou escriturários existentes, tampouco os setores topográficos tomados isoladamente, mas sobretudo os limites naturais das próprias ordens de grandeza em si.

Ainda nesse sentido, no que se refere ao uso e ocupação dos solos, a nosso ver, um dos pontos que precisam ser mais e mais fortalecidos, além da escala, continua passando pela incorporação e integração de procedimentos emanados de ciências envolvidas com o estudo do meio físico, como a geologia, a geomorfologia, a pedologia, dentre outras, e um bom convívio e intercâmbio com profissionais do campo das engenharias, contudo numa abordagem quadridimensional (três espaciais e uma temporal) mais integrada das unidades têmporo-espaciais de ordem de grandeza intermediária ou pequena, de interesse imediato das comunidades menores e usuárias das terras.

Assim, o produto da relação entre o substrato rochoso, os solos e o relevo, por exemplo, assim examinados e em escala de mais detalhe, pode caracterizar e expressar ordens de grandeza intermediárias ou pequenas, conhecidas como morfopedológicas, cujo estudo integrado com os

procedimentos da análise bi e tridimensional da cobertura pedológica a qual permite identificar, caracterizar e mapear a geometria dos horizontes de solos dispostos no interior da cobertura pedológica, através de transecções ao longo de eixos topográficos de maior declive, poderiam se traduzir na etapa inicial do trabalho para viabilizar uma melhor avaliação das correspondências espaciais e aventar hipóteses sobre seu funcionamento atual, em relação com as formas do relevo e os materiais a elas associados, em particular os solos.

Posteriormente, sua correlação com os usos históricos e/ou atuais e suas consequências, a partir do que se realiza o seu cruzamento com os dados e registros sobre o problema que se deseja seja priorizado, poderá ser auxiliar preciso na seleção de trechos ou pontos representativos para aprofundamento no estudo das suas dinâmicas atuais, de modo que possam subsidiar melhor a dedução sobre os riscos potenciais ao uso e ocupação, pois que conduzem ao entendimento não só do comportamento atual como também prognóstico face à necessidade de (re)equilibrar o meio físico, ou prevenir desequilíbrios.

Em especial quanto aos solos, tal abordagem poderia contribuir para evitar, muitas vezes, a adoção de práticas que não levam suficientemente em conta certas especificidades, como por exemplo, a de que seus fluxos hídricos verticais e, sobretudo, laterais internos subsuperficiais e profundos estão associados às naturezas dos seus constituintes, às suas formas de organização espacial e às suas disposições, pois que seus horizontes se superpõem e/ou se justapõem lateralmente e em *continuum* do topo à base dos interflúvios, constituindo os chamados sistemas pedológicos.

A integração de procedimentos, ora enfocada, poderia ainda contribuir para melhorar o controle de uso e ocupação das unidades do meio físico, em especial dos seus solos e relevo em nossos ambientes tropicais, procedendo-se à aplicação de práticas edáficas, mecânicas e/ou civís

fundamentadas em modelos mais adequados quanto às formas de uso e manejo ambiental calcadas em sua realidade dinâmica têmporo-espacial.

As bases metodológicas para um roteiro de trabalho

Com essas inquietações a presente proposta vem sendo pensada, testada e aprimorada há algum tempo, onde foi significativa a releitura de um trabalho publicado por AB'SÁBER (1969), adaptado a uma pesquisa sobre comportamento de compartimentos morfopedológicos face à erosão linear (sulcos, ravinas e voçorocas) em áreas urbanas e rurais por SALOMÃO (1994) e ampliada por CASTRO et al (1997), estes últimos na busca de um caminho para compreender quais são os indicadores diagnósticos e prognósticos do meio físico da bacia do Alto Rio Araguaia, em parte situada no extremo sudoeste do estado de Goiás e em parte no sudeste do estado de Mato Grosso, onde a erosão linear assume proporções e frequências alarmantes, já causando prejuízos econômicos e sociais consideráveis.

Sem entrar no mérito da escola de pensamento geomorfológico da proposta de AB'SÁBER (1969), o significativo neste momento é que além de já valorizar bastante a necessidade de estudo dos solos na pesquisa geomorfológica, ela permitiu extrair o princípio geral de que para melhor se compreender as ordens de grandeza, embora no caso do autor ele trate das paisagens geomorfológicas, os estudos do meio físico podem ser feitos em níveis sucessivos e diferenciados de aproximação da realidade, posto que são intrinsecamente consecutivos e podem conduzir à uma visão distributiva, anatômico-processual (estrutural) e fisiológica (comportamental).

Este parece o princípio ainda válido e muito interessante dessa proposta e que poderia traduzir-se como um pressuposto teórico-metodológico universal para as pesquisas que buscam a explicação dos processos histórico-evolutivos responsáveis pelo comportamento atual do meio físico.

Resumidamente, a proposta do autor aponta que o primeiro nível permite o conhecimento dos compartimentos topográficos que revelam como se distribuem e se configuram as formas do relevo. O segundo permite a apreensão e estudo específico dos testemunhos materiais dos processos que atuaram na elaboração das formas (morfogênese) no tempo (morfocronologia) e o terceiro permite a dedução do comportamento atual da paisagem (no caso a geomorfológica), a partir dos dois anteriores e também de estudos experimentais e medidas diversas, sobretudo dos agentes intervenientes.

Foi neste último nível que, a nosso ver, o autor situou melhor o estudo dos solos, tal como se encontram e se distribuem atualmente, o que também bem mais tarde mereceu de ROSS (1997) a ênfase como sendo o nível que trabalha com a realidade da pesquisa do comportamento dos componentes do estrato geográfico, e as observações oportunas de que no âmbito de geomorfologia e pedologia é irrelevante qual a formação básica (da graduação em nível superior) do profissional voltado para as ciências da terra, e é notável a ampliação e sofisticação técnica das pesquisas, inclusive experimentais, sobretudo em estudos dos processos erosivos e de circulação da água, entre outros.

Nesse mesmo sentido, em especial nas ordens de grandeza geomorfológicas que se pode considerar intermediárias, como por exemplo as correspondentes aos 4° e 5° taxons (ROSS, 1997; ROSS & MOROZ, 1997), é que parece estar o palco do trabalho mais adequado à necessidade aqui enfocada. Tanto mais se corresponderem às unidades similares àquelas conhecidas como ecodinâmicas, em particular as naturalmente instáveis (TRICART, 1977), onde, é óbvio, são altos os riscos de uma ocupação desordenada.

Nesse sentido, as escalas espaciais da ordem de 1/50.000 ou maiores, parecem bastante satisfatórias na empreitada de estudo aprofundado da dinâmica da cobertura pedológica (BAI-ZE, 1980), face às suas evidentes relações com o modelado em que se encontram e ao uso e

ocupação que integram e interagem. Do mesmo modo, as fotos aéreas ou imagens de satélite de maior resolução podem ser instrumentos de operacionalização do trabalho igualmente bastante satisfatórios, mas acompanhados de pesquisa em campo para levantamento e caracterização do funcionamento dos sistemas pedológicos, para que possam permitir a validação dos documentos cartográficos produzidos.

SALOMÃO (1994), inspirado nessas idéias, adaptou a referida proposta de Ab'Sáber à pesquisa sobre os fenômenos erosivos lineares que ocorriam no platô de Bauru (SP) tanto na área com uso urbano como rural e, devido à necessidade de subsidiar medidas de controle desses processos, acrescentou e desenvolveu ainda um quarto nível, relativo à generalização cartográfica onde alguns mapas como o de restrições ao uso e ocupação dos solos podem tornar-se instrumentos básicos para as ações, sobretudo preventivas, de controle da erosão.

No 1º nível, este autor procedeu à abordagem morfopedológica em escala 1/100.000, que lhe permitiu um diagnóstico regional e um avanço metodológico em relação a um de seus trabalhos anteriores (SALOMÃO et al, 1981), no que se refere à interpretação sobre a influência das características litológicas e de relevo na delimitação de compartimentos pedológicos, de suas relações com o modelado, e no caso com os processos erosivos lineares reconhecidos e cartografados na região de Bauru.

O mapa de Compartimentos Morfopedológicos, produzido por esse autor, baseou-se no proposto por TRICART & KILIAN (1978), e foi elaborado em escala de detalhe (1/50.000 na apresentação final), pelo cruzamento de dados do substrato (litológico) com os do relevo (morfológico) e os dos solos, por superposição cartográfica dos respectivos mapas temáticos elaborados por fotointerpretação com controle de campo, e delimitação das unidades menores, relativamente homogêneas, contidas no platô.

Segundo ele, isto significou ganhos consideráveis em tempo e recursos financeiros para

custeio do trabalho e permitiu um reconhecimento rápido dos parâmetros indicadores das relações entre substrato, relevo e solos e dos agentes da dinâmica externa, pois que são seu reflexo, além de ter norteado a execução do 2º nível, quando considerou que a circulação das soluções no interior das rochas e solos, mecanismo fundamental da pedogênese, da morfogênese e dos processos da dinâmica superficial, dependem do material por onde ela passa.

No 2º nível, o autor procedeu à escolha de eixos topográficos do topo à base de interflúvios de cada compartimento ao longo dos quais realizou sondagens a trado que lhe permitiram identificar o padrão repetitivo do *continuum* os horizontes pedológicos em relação à topografia, isto é da sucessão vertical e lateral dos horizontes de solos, com base no preconizado por BOULET (1988), constituindo os sistemas pedológicos, estudados bidimensionalmente.

Ao identificar desse modo os sistemas pedológicos dominantes em cada compartimento, foi então possível ao autor selecionar dois deles contrastantes entre si, um menos suscetível e outro mais suscetível à erosão, onde realizou as atividades do 3º nível, dentre outras, as relativas às medidas físico-hídricas dos solos, caracterizando assim seus comportamentos e funcionamentos hídricos atuais, relacionando-os com a sua suscetibilidade aos processos erosivos nas vertentes, alimentando a generalização cartográfica regional empreendida no 4º nível, a partir dos indicadores obtidos.

Os estudos morfológicos bidimensionais da cobertura pedológica (2º nível), conhecido como em topossequências, acompanhados de ensaios de infiltração em campo, de monitoramento do nível d'água em campo (piezometria) e de ensaios físico-hídricos em laboratório (condutividade hidráulica saturada e retenção de água) (3º nível), permitiram ao autor identificar os parâmetros relativos aos fluxos hídricos superficiais e subsuperficiais e explicar porque certos compartimentos eram de maior ou menor risco ou suscetibilidade à erosão linear, além de per-

ceber quais as possíveis medidas destinadas seriam necessárias para controlar preventivamente os processos erosivos, obtendo assim os elementos para elaborar o que correspondeu aos mapas dos sistemas pedológicos e de restrições ao uso do solo, como também, segundo ele, pode subsidiar a elaboração de cartas geotécnicas (PRANDINI, 1980) no planejamento de ocupação urbana e de cartas de capacidade de uso das terras (Lepsch et al, 1983) no planejamento de ocupação rural, dentre outros (4o nível). Nesse sentido, Salomão et al (1993) apresentaram resultados interessantes para Bauru.

Vale a pena ressaltar que o mapa de sistemas pedológicos foi obtido a partir da delimitação de "unidades naturais" de mesma natureza, delimitados e caracterizados por 4 (quatro) variáveis: o modelado do terreno, a natureza do material original (substrato), o tipo de vegetação natural ou o modo de utilização (uso atual dos solos) e a natureza do solo, à semelhança do concebido como "sistema-solo" proposto por Brabant (1989).

Recentemente, NAKASHIMA (1999), procedeu de modo relativamente inverso para a região Noroeste do estado do Paraná, ao elaborar o mapa de sistemas pedológicos em duas etapas. A primeira, denominada por ele de preliminar ou em 1ª aproximação, em escala regional (1/250.000) cruzando o mapa hipsométrico com o de solos, obtendo uma compartimentação relativa às prováveis unidades morfopedológicas nessa escala, que sinalizou também para os também prováveis sistemas pedológicos dominantes e correlativos dos compartimentos. Posteriormente, selecionou áreas representativas de cada unidade onde procedeu à elaboração do mapa morfopedológico de detalhe (1/25.000) e levantou e caracterizou a morfologia dos sistemas pedológicos através de topossequências representativas dos compartimentos, a partir do que validou a carta de sistemas pedológicos regional (2a. aproximação ou final), agilizando ainda mais os procedimentos, os custos e o número de pessoas envolvidas.

A pesquisa a respeito do comportamento físico-hídrico dos sistemas dessa região do Paraná, vem sendo realizada em detalhe, ao longo de topossequências dos sistemas pedológicos que se revelaram como os de maior suscetibilidade ou risco por outros pesquisadores da equipe (CUNHA, 1996; MARTINS, 2000, dentre outros), orientados pelo projeto de mapeamento geológico geotécnico tal como proposto para uma das áreas de grande suscetibilidade (NÓ-BREGA et al, 1992). É interessante observar que os sistemas mais suscetíveis mostraram-se similares àqueles de Bauru (SALOMÃO & QUEIROZ NETO, 1995), constituídos por Latossolos nos topos e Podzólicos (Argissolos) nas vertentes dos inter-flúvios.

Esses trabalhos vêm representando ganhos metodológicos importantes nos programas de pesquisa que se desenvolvem no Laboratório de Pedologia do Departamento de Geografia da USP (LABOPED), em convênio com a França, promovido pela Capes e o Cofecub (Committé Français pour l'Evaluation de la Coopération avec les Universités Bresiliennes) e com o Agrupamento de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (AGAMA-IPT). Esses ganhos vêm auxiliando a definir novos caminhos e áreas de pesquisa, dentre eles para o programa de pesquisa sobre erosão na região da alta bacia do rio Araguaia (CASTRO & CASSETI, 1997 e CASTRO, 1999) do Instituto de Estudos Sócio-Ambientais da Universidade Federal de Goiás (IESA/UFG), também em convênio com várias instituições regionais e nacionais, envolvendo como os anteriores, equipes multidisciplinares.

Características dos compartimentos morfopedológicos

Pode-se compreender e caracterizar os compartimentos morfopedológicos ou unidades morfopedológicas como fisionomias (externalidade) do meio físico biótico e abiótico que revelam um tipo reconhecível e delimitável de mo-

delado do relevo suportado por organizações/estruturas litológicas e pedológicas (internabilidade), cujos atributos e funcionamentos revelam consonância histórico-evolutiva, no tempo e no espaço, e são passíveis de observação relativamente direta através de procedimentos de compartimentação do modelado em escala de semi-detalle ou detalhe, bem como de representação nessas mesmas escalas, e nas quais o uso e ocupação são capazes de induzir mudanças de formas, materiais e processos, de modo continuado ou rápido e intenso, induzindo mudanças no seu funcionamento e conseqüentemente na sua fisionomia.

Eles refletem uma história climática que pode ser deduzida a partir de suas formas e materiais, sobretudo inconsolidados, entendidos como testemunhos de processos geomorfogenéticos e podem apresentar evidências das relações com determinados tipos de flora original, mesmo que tenha sido devastada e substituída por outros usos.

Como algumas de suas características mais específicas, vale a pena enfatizar o que segue:

- a) eles podem ter uma ordem de grandeza têmporo-espacial intermediária.
- b) eles são mais facilmente identificáveis e representáveis em escalas 1/100.000 ou idealmente maiores.
- c) eles revelam a presença de sistemas pedológicos próprios produzidos pela integração do substrato com o relevo.
- d) esses sistemas pedológicos contêm horizontes cuja justaposição e superposição podem mostrar concordância ou não com a topografia atual, e controlam o comportamento atual da água, tanto da que escoar na superfície como a que se infiltra e circula vertical e/ou lateralmente no seu interior (caminhos da água), na dependência de sua natureza e de seu arranjo;

Assim, é de fundamental importância conhecer o funcionamento atual do(s) sistema(s) pedológico(s) representativo(s) de cada compartimento morfopedológico, tanto com vistas à uma

possível explicação de sua ocorrência e significado histórico-evolutivo como também para a generalização cartográfica, destinada a planejar melhor o uso e ocupação dos solos, seja em áreas urbanas, seja rurais, de modo a não acelerar desequilíbrios naturais já existentes ou prevení-los em decorrência do seu possível uso.

Em suma, os compartimentos morfopedológicos traduzem-se, então, num produto de síntese das relações naturais produzidas por seus fatores de formação e de evolução, e são relacionáveis ao seu histórico de ocupação e formas de utilização, podendo revelar-se como instrumentos para os programas de controle preventivo e corretivo de uso do solo.

Roteiro metodológico simplificado para elaboração da compartimentação morfopedológica e seu melhor aproveitamento

Com o intuito de apresentar um roteiro, ainda que simplificado neste momento, para elaboração de um mapa morfopedológico, algumas possibilidades devem ser observadas, em função dos recursos existentes em cada situação, como mostram algumas alternativas apresentadas a seguir:

- a) se existirem cartas e mapas temáticos relativos ao substrato geológico (idealmente litológico), ao morfológico do relevo (das feições) e aos solos (convencional) em escala de semi-detalle (1/100.000) ou detalhe (1/50.000), o mapa morfopedológico pode ser feito diretamente pela superposição cartográfica dos três, onde as correlações ficam evidenciadas, permitindo o reconhecimento e a delimitação de unidades homogêneas, a serem validadas em campo mediante observações simples a trado dos sistemas pedológicos presentes ao longo de eixos representativos de declive dos terrenos;
- b) se existirem cartas e mapas temáticos regionais em média e pequena escala (até 1/250.000), contudo do tipo geológico e geomorfológico convencionais, pode-se proceder

como acima, mas será indispensável elaborar-se também mapa hipsométrico sobre base topográfica (1/100.000 ou 1/250.000), podendo-se proceder igualmente por superposição como acima, todavia, o produto deverá ser considerado como de 1ª aproximação e deverá ser complementado por mapa morfológico do relevo em escala de semi-detalle ou detalle (1/100.000 ou maior), no mínimo dos compartimentos ou setores deles em que um problema específico está sendo priorizado, mediante interpretação de fotos aéreas, imagens de satélite ou radar e validado em campo, através de controle da fotointerpretação e dos sistemas pedológicos correlativos, como acima;

c) se não existirem documentos cartográficos temáticos disponíveis nas escalas anteriores, poderá recorrer-se a cartas topográficas 1/100.000 ou 1/250.000, a imagens de radar (1/100.000) e de satélite (1/100.000 ou maior), para uma interpretação temática precedente em 1ª aproximação do substrato, do relevo e dos solos, proceder-se ao controle de campo de reconhecimento para validação desses documentos e só posteriormente à superposição como acima; pode-se tentar fazer uma identificação já integrada dos possíveis compartimentos em 1/100.000, para seleção dos compartimentos que interessam ao problema enfocado, seguido do reconhecimento detalhado em campo, como acima, mas isto requer um mapeamento que contenha o registro das ocorrências que motivaram a pesquisa bem como um pesquisador experiente em observação e mapeamento integrado.

É importante manter-se a uniformidade de escalas entre os documentos, admitindo-se pequenos ajustes por ampliação ou redução, em relação aos documentos originais. Quando possível, recomenda-se recorrer a minutas dos documentos que, em geral, correspondem ao dobro da escala em que foram publicados.

É igualmente importante elaborar-se uma carta base sobre a qual serão transferidas as

informações contidas nos mapas temáticos, de preferência topográfica, e sobre a qual serão também lançados os limites dos compartimentos morfopedológicos, com as devidas legendas sistemáticas e temáticas, de preferência contendo um quadro síntese de cada compartimento onde os componentes aparecem em cada coluna e a respectiva síntese ao lado.

O quadro, ao final, apresenta uma proposta de um roteiro metodológico simplificado para o estudo dos compartimentos morfopedológicos e suas aplicações, através de níveis sucessivos de tratamento, conforme o já exposto, iniciando-se pelos níveis hierarquicamente superiores, passando aos inferiores, posteriormente à generalização e por fim à elaboração de documentos para planejamento de uso e ocupação dos solos.

O roteiro apresenta, ainda, as atividades e escalas possíveis e os procedimentos principais, e destina-se, especialmente, aos estudos que privilegiam os solos, em particular para fins de diagnóstico, prognóstico e controle de processos erosivos lineares, onde vem sendo testado. Portanto, ainda está sujeito a novos ajustes.

Para maiores detalhes sobre elaboração de mapas morfopedológicos pode-se recorrer a TRICART & KILIAN (1978), a TRICART (1977), a Salomão (1994), a Siqueira et al (1997), a CAPELLARI & CASTRO (1996), a FURKIN et al (1999). Para os de sistemas pedológicos pode-se recorrer a SALOMÃO (op. cit), a SALOMÃO e QUEIROZ NETO (1995) e a NAKASHIMA (1999).

Para levantamento e estudo dos solos em topossequências, pode-se recorrer inicialmente a BOULET (1988 e 1992) e a QUEIROZ NETO (1988).

Para as medidas físico-hídricas qualquer bom manual de física do solo pode ser utilizado quanto aos equipamentos, métodos e tipos e aplicações de resultados, mas com o cuidado de se instalar equipamentos, realizar medidas ou ensaios e representar os resultados em função da morfologia do sistema pedológico como apresentado por SALOMÃO (1994 e 1996), QUEIROZ NETO et al (1995), CUNHA et al (1999).

ROTEIRO METODOLÓGICO SIMPLIFICADO PARA COMPARTIMENTAÇÃO MORFOPEDEOLÓGICA E ESTUDO DE SEU COMPORTAMENTO ATUAL (1)

NÍVEIS DE TRATAMENTO / TIPOS DE TRATAMENTO	ATIVIDADES PRINCIPAIS / ESCALAS IDEAIS	PROCEDIMENTOS PRINCIPAIS
1º NÍVEL - COMPARTIMENTAÇÃO MORFOPEDEOLÓGICA (EM TODA A ÁREA DE ESTUDO)	ESTUDOS ANALÍTICOS TEMÁTICOS E INTEGRADOS DOS ATRIBUTOS DO MEIO FÍSICO, EM ESCALAS REGIONAIS (IDEALMENTE ATÉ OU MAIORES QUE 1:100.000), COM CONTROLE DE RECONHECIMENTO EM CAMPO PARA VALIDAÇÃO SELEÇÃO DOS COMPARTIMENTOS MORFOPEDEOLÓGICOS PARA ESTUDO DETALHADO	- SUPERPOSIÇÃO DE MAPAS TEMÁTICOS: . MAPA GEOLÓGICO OU LITOLÓGICO . MAPA GEOMORFOLÓGICO OU MORFOLÓGICO . MAPA DE SOLOS - DELIMITAÇÃO DE UNIDADES MORFOPEDEOLÓGICAS HOMOGÊNEAS (MAPA DE COMPARTIMENTOS MORFOPEDEOLÓGICOS) E CRUZAMENTO COM : MAPA DE OCORRÊNCIA DO PROBLEMA PARA SELEÇÃO (EROSÃO ,ETC) COM COMPARTIMENTOS
2º NÍVEL - CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS PEDOLÓGICOS (EM CADA COMPARTIMENTO MORFOPEDEOLÓGICO)	LEVANTAMENTO, DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA BIDIMENSIONAL DOS SOLOS (EM TOPOSSEQUÊNCIAS) EM CAMPO, EM ESCALAS 1/2.000 OU MAIORES; COLETA DE AMOSTRAS E ANÁLISES EM LABORATÓRIO; SE POSSÍVEL, ESTUDO MICROMORFOLÓGICO	REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DAS TOPOSSEQUÊNCIAS TABULAÇÃO E REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS RESULTADOS LABORATORIAIS E ELABORAÇÃO DE INTERPRETAÇÃO DAS RELAÇÕES ESPACIAIS
3º NÍVEL - ESTUDO DO COMPORTAMENTO FÍSICO-HÍDRICO (EM CADA SISTEMA PEDOLÓGICO)	ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO COMPORTAMENTO FÍSICO-HÍDRICO (E/OU OUTRO) DOS SISTEMAS PEDOLÓGICOS EM CAMPO, SE POSSÍVEL COM MONITORAMENTO DO COMPORTAMENTO HÍDRICO-CLIMÁTICO; ENSAIOS FÍSICO-HÍDRICOS EM LABORATÓRIO; ESCALA REAL DE CAMPO (PODE-SE IMPLEMENTAR EXPERIMENTAÇÕES SE HOUCER O TEMPO NECESSÁRIO)	REGISTROS DAS MEDIÇÕES FÍSICO-HÍDRICAS DOS SISTEMAS PEDOLÓGICOS E SUA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA SOBRETUDO DOS FLUXOS HÍDRICOS; CORRELAÇÃO COM A TOPOGRAFIA, A MORFOLOGIA DOS SISTEMAS PEDOLÓGICOS, O SEU USO, OCUPAÇÃO, MANEJO E O PROBLEMA ENFOCADO (EROSÃO OU OUTROS)
4º NÍVEL - GENERALIZAÇÃO DOS RESULTADOS (PARA A ÁREA TODA)	SISTEMATIZAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS ATRAVÉS DA IDENTIFICAÇÃO DA RELAÇÃO DOS PROCESSOS E PROBLEMAS ESTUDADOS COM OS SISTEMAS PEDOLÓGICOS E SEU SIGNIFICADO ESPACIAL NA UNIDADE MORFOPEDEOLÓGICA E NO CONJUNTO DOS COMPARTIMENTOS MORFOPEDEOLÓGICOS ESCALAS 1:50.000 (FINAL) OU MAIORES PARA DETALHAMENTO DE INFORMAÇÕES E DADOS ESPECÍFICOS (ZOOM)	MAPA DE SISTEMAS PEDOLÓGICOS CARTAS DE RESTRIÇÕES (OU RISCO) AO USO E OCUPAÇÃO MAPA GEOTÉCNICO (ÁREAS URBANAS) MAPA DE CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS (ÁREAS RURAIS)
5º NÍVEL - PLANEJAMENTO (PARA TODA A ÁREA E CADA COMPARTIMENTO MORFOPEDEOLÓGICO EM PARTICULAR)	ELABORAÇÃO DO PLANO DIRETOR DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	ELENCAMENTO DE MEDIDAS MITIGADORAS, REDAÇÃO DO PLANO DIRETOR E DO MANUAL TÉCNICO DE ORIENTAÇÃO

(1) READAPTADO DE SALOMÃO (1994) E NÃO INCLUI AS TÉCNICAS OPERACIONAIS.

Bibliografia

- AB'SÁBER, A. N. Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário, in *Geomorfologia* 18, São Paulo, IGEOG- USP, 1969.
- BAIZE, D. *Couvertures pédologiques, cartographie et taxonomie*. Science du Sol 24 (3): 227-243, Plaisir, 1986.
- BOULET, R. Análise estrutural da cobertura pedológica e cartografia. *XXV Congr. Bras. de Ciência do Solo. Anais..Campinas*, p. 79-90, 1988.
- BOULET, R. Uma evolução recente da pedologia e suas implicações no conhecimento da gênese do relevo. *Anais 3º Congr. da ABEQUA*, Belo Horizonte, 1992.
- BRABANT, P. *La connaissance de l'organisation des sols dans le paysage, un préalable à la cartographie et à l'évaluation des terres*. Coll. Et Seminaires- SOLTROP 89: 65-86. ORSTOM, Paris, 1989.
- CASTRO, S.S. & CASSETI, V. (coord.) *Programa de pesquisa e desenvolvimento da Bacia do Alto Araguaia*. UFG/IESA, 1997
- CASTRO, S.S. (coord.) *Diagnóstico, prognóstico e controle de erosões urbanas e rurais nos estados de Goiás e Mato Grosso*. Edital PCOPG/ CNPq, 1999.
- CAPELLARI, B. & CASTRO, S.S. Áreas de risco à erosão em São Pedro (SP) XIII Congr. Latino Americano de C. do Solo. *Anais em CDROM*, Águas de Lindóia, 1996.
- CUNHA, J.E. *Estudo morfológico (macro e micro) de duas topossequências em Umuarama (PR)* USP-FFLCH-DG Diss. de Mestrado, São Paulo, 1996.
- CUNHA, J. E., CASTRO, S.S. e SALOMÃO, F.X.T. Comportamento erosivo de um sistema pedológico em Umuarama, Noroeste do Paraná. *Rev. Bras. de Ciência do Solo* 23(4): 943-952, Viçosa, 1999.
- FURKIN S.A CASTRO, S.S. e FERREIRA, R.P.D. Morphopedological study of the interfluvium between Samambaia and Araquá Rivers in São Pedro, São Paulo state, Brazil. In *Regional Conf. On Geomorphology* Rio 99. Anais 74. Rio de Janeiro, 1999.
- LEPSCH, I.F., BELLINAZZI, J., BERTOLINI, D., ESPÍNDOLA, C.R. *Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso*. Soc. Bras. de Ciência do Solo, Campinas, 1983.
- MARTINS, V.M. *Caraterização morfológica e da circulação hídrica dos solos da cabeceira de drenagem do Córrego Bom Jesus no município de Cidade Gaúcha - PR*. USP- FFLCH DG. Diss. De Mestrado, São Paulo, 2000.
- NAKASHIMA, P. *Cartografia dos sistemas pedológicos do Noroeste do Paraná- distribuição e subsídios para o controle da erosão*. USP- FFLCH- DG. Tese de Doutorado, São Paulo, 1999.
- NÓBREGA, M.T., GASPARETTO, N.V.L. e NAKASHIMA, P. Metodologia para cartografia geotécnica de Umuarama, Paraná. *Bol. de Geografia*, UEM Depto. de Geografia ano 10 (1): 5-10, Maringá, 1992.
- PRANDINI, F.L. (Coord.) *Carta geotécnica dos morros de Santos e São Vicente: condicionantes do meio físico para o planejamento da ocupação urbana*. IPT 1153- Monografias, 3; São Paulo, 1980
- QUEIROZ NETO, J. P. Análise estrutural da cobertura pedológica no Brasil XXI Congr. Bras. de Ciência do Solo. *Anais* 415-430, Campinas, 1988.
- QUEIROZ NETO, J.P., FERNANDES BARROS, O. N. e MANFREDINI, S. Comportamento hídrico dos solos e erosão no Plateau de Marília (SP) V Simp. Nac. de Controle de Erosão, *Anais...*169-173, Bauru, 1995.
- QUEIROZ NETO, J.P. & SALOMÃO, F.X.T. Estudo da erosão em Bauru (SP) visando o planejamento de uso do solo. In *V Simp. Nac. de Controle da Erosão. ABGE. Anais...*241-244, Bauru, 1995.

- ROSS, J. L. S. Geomorfologia, ambiente e planejamento. Col. Repensando a Geografia. Contexto, São Paulo, 1997
- ROSS, J. L. S. & MOROZ, I.C. *Mapa Geomorfológico do estado de São Paulo*. Escala 1/500.000. 2 vol. USP- FFLCH/IPT/FAPESP, São Paulo, 1997
- SALOMÃO, F.X.T. *Processos erosivos lineares em Bauru(SP) - regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural*. USP-FFLCH-DG. Tese de Doutorado, São Paulo, 1994.
- SALOMÃO, F.X.T. Dinâmica hídrica dos solos de Bauru/SP, aplicada ao manejo. *Anais XIII Congr. Latino Americano de Ciência do Solo, CDROM, Águas de Lindóia*, 1996.
- SALOMÃO, F.X.T., NAKASU, L., PONÇANO, W.L. O estudo do meio físico como subsídio para identificação de áreas potencialmente irrigáveis Congr. Bras. de Geologia de Engenharia, 3, Itapema, São Paulo, ABGE, v. 1: 285-300, 1981.
- SALOMÃO, F.X.T., QUEIROZ NETO, J.P., ALARSA, C. A análise estrutural da cobertura pedológica aplicada à elaboração de cartas geotécnicas e de capacidade de uso das terras. In *Anais V Sítio ental da bacia do rio Peixoto de Azevedo no norte de Mato Grosso*. In *XXXIX Congr. Bras. de Geologia. Anais...3-7* 1997
- TRICART, J. & KILIAN, J. *L'éco-geographie et l'aménagement du milieu naturel*. Librairie Française, MASPERO, Paris, 1978.
- TRICART, J. *Ecodinâmica*. FIBGE/SUPREN, Rio de Janeiro, 1977

