

METODOLOGIA PARA MAPEAMENTO GEOAMBIENTAL NO OESTE DO RIO GRANDE DO SUL

Romario TRENTIN¹
Luís Eduardo de Souza ROBAINA²

RESUMO

Abordagem complexa e integradora das relações entre a natureza e a sociedade é fundamental para a realização de práticas eficientes da gestão ambiental com caráter holístico. Tal abordagem é a base da corrente científica que procura alterar os pressupostos da ciência tradicional racionalista e reducionista, trazendo noções inter e transdisciplinares. A cartografia geoambiental, de desenvolvimento mais recente no Brasil, começa a ganhar importância e seu desenvolvimento metodológico vem se aprimorando, com várias instituições produzindo documentos de zoneamento geoambiental. Os trabalhos usam, predominantemente, as bacias hidrográficas como unidade de mapeamento e têm tido aplicação intensa nos estudos ambientais de caráter mais amplo. A base para o desenvolvimento deste trabalho foram mapeamentos Geotécnicos, dentre os quais, cabe aqui destacar a metodologia PUCE (Pattern, Unit, Component, Evaluation), que é centrada na divisão da área em classes de terreno hierarquizadas; a sistemática ZERMOS (Zonas Expostas a Movimento de Solos) que trabalha a divisão do terreno para análise de risco e; as cartas elaboradas pelo IPT, como as cartas de atributos ou parâmetros onde apresenta a distribuição espacial de uma ou mais características (geotécnicas/geológicas) do terreno. Além disso, a metodologia deste trabalho traz a concepção dos trabalhos de aplicação das formas de terreno como os utilizados por Lollo (1996), onde o terreno é avaliado pelo enfoque da paisagem (landscape approach) e pelo enfoque paramétrico (parametric approach). O enfoque da paisagem consiste na delimitação de diferentes feições do terreno, baseada num conjunto de observações fotointerpretativas e de campo, promovendo o zoneamento de áreas consideradas semelhantes ou que apresentam um grau de heterogeneidade mínimo. O enfoque paramétrico visa o mesmo objetivo que o enfoque da paisagem (delimitação de áreas diferente do ponto de vista fisiográfico); contudo faz a delimitação por intermédio da medida de parâmetros representativos da geometria dos Landforms. As concepções da proposição de Ross (1992), que estabelece categorias de tamanho, idade, gênese e forma, trabalha com a identificação e cartografia de unidades distintas e os estudos de Suertegaray (1996,1998), Verdum (1993, 1997), para região, que definem as estruturas do meio e seu potencial ecológico permitindo distinguir compartimentos são aplicados neste trabalho. O processo de mapeamento tem como rotina fundamental a divisão de uma área em unidades, de acordo com a variação de seus atributos. As unidades representam áreas com heterogeneidade mínima quanto aos atributos. A base para definição de unidades homogêneas segue critérios que buscam a identificação e agrupamento de parâmetros do substrato rochosos e estrutura, relevo alterito/ solo, uso e ocupação e característica ambientais marcantes. O mapeamento do substrato litológico e dos principais lineamentos estruturais obtidos nos trabalhos de campo e na análise de imagens constitui as informações básicas que definem a morfoestrutura. Os mapas secundários são o de unidades de relevo, o mapa de alterito/solo e o mapa hidrográfico, construídos baseados na interpretação da carta topográfica, imagens e trabalhos de campo, representando a ação do clima sobre o substrato. Os mapas terciários representam as relações da sociedade e o meio, indicando características ambientais marcantes como a presença de vegetação nativa, feições naturais (voçorocas, etc.), feições antrópicas (pedreiras) e o uso e ocupação da terra. O mapa geoambiental final define as

¹ Universidade Federal de Santa Maria, Mestrando, tocogeo@yahoo.com.br.

² Universidade Federal de Santa Maria, Professor Doutor do Dep. de Geociências; lesro@hanoi.base.ufsm.br

unidades homogêneas utilizando um único atributo ou grupo deles, que é a base para a análise de uma área. O conceito de homogeneidade é fundamental, pois dependendo do grau de homogeneidade ou de heterogeneidade é possível estimar comportamentos diante de diferentes interesses.

INTRODUÇÃO

A abordagem complexa e integradora das relações entre a natureza e a sociedade é fundamental para a realização de práticas eficientes de gestão ambiental com caráter holístico. Esta abordagem, conforme Freitas e Cunha (2004), é à base da corrente científica que procura alterar os pressupostos da ciência tradicional racionalista e reducionista, trazendo noções inter e transdisciplinares como sistemas complexos, auto-organização e outros.

A cartografia geoambiental, de desenvolvimento mais recente no Brasil, começa a ganhar importância nos últimos anos e, seu desenvolvimento metodológico vem se aprimorando, com vários pesquisadores de diversas instituições produzindo documentos de zoneamento geoambiental. Estes trabalhos utilizam, predominantemente, as bacias hidrográficas como unidade de mapeamento e têm tido aplicação intensa nos estudos ambientais de caráter mais amplo.

O processo de mapeamento geoambiental tem como rotina fundamental a divisão da área em unidades, de acordo com a variação de seus parâmetros. As unidades representam áreas com heterogeneidade mínima quanto aos parâmetros e, em compartimentos com respostas semelhantes frente aos processos de dinâmica superficial.

Este trabalho apresenta os procedimentos e parâmetros utilizados para o desenvolvimento do mapeamento de unidades Geoambientais no oeste do Rio Grande do Sul (Bacia Hidrográfica do Rio Itu). Na região oeste do Estado ocorrem significativos processos de erosão gerando voçorocas e areais.

BASES METODOLÓGICAS

Para a consecução do embasamento teórico do mapeamento Geoambiental, tomou-se os trabalhos desenvolvidos na geotecnia e na geomorfologia, onde são caracterizados diferentes parâmetros ambientais e definidas unidades homogêneas.

Dentre os mapeamentos Geotécnicos, cabe aqui destacar a metodologia PUCE (Pattern, Unit, Component, Evaluation), que é uma metodologia centrada na divisão da área em classes de terreno hierarquizadas a partir de características gerais (Geológico-Geomorfológicas), uso do solo e geotécnicas. Os terrenos são divididos e classificados em quatro classes hierárquicas denominadas províncias, padrão do terreno, unidades e componentes de terreno.

Destacamos ainda, a metodologia Suíça, que apresenta uma proposta de classificações Geotécnicas dos terrenos para planejamento físico, baseada, principalmente no sistema PUCE e, secundariamente, em alguns sistemas americanos. Segue o princípio de que, terrenos desenvolvidos por um mesmo grupo de eventos e sobre condições climáticas similares podem apresentar propriedades geotécnicas e comportamentos semelhantes. Os fatores ambientais relevantes no sistema de classificação são: processos de formação geológica e ambiente geológico; variações eustáticas e isostáticas; topografia; formas do terreno; drenagem e hidrografia; vegetação; uso atual da terra e os dados geotécnicos existentes.

A sistemática das Cartas Zermos (zonas expostas a movimento de solos), adotadas pelo serviço geológico francês, sob a responsabilidade do laboratório do Ponts et Chaussées, na

França. Estas cartas devem traduzir uma análise, em um dado momento, dos movimentos dos terrenos, ou dos terrenos de instabilidade revelados pelos dados obtidos na área estudada. A hierarquia, a graduação da natureza ou do nível de instabilidade é baseada, essencialmente, na análise de um certo número de fatores temporais ou permanentes que afetam a estabilidade dos terrenos.

A abordagem metodológica do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo), principalmente a utilizada na elaboração de cartas de atributos ou parâmetros, é base importante utilizada neste trabalho, em vista que, distribui espacialmente, uma ou mais características (geotécnicas/geológicas), do terreno.

Destacam-se ainda, os trabalhos de aplicação das formas de terreno como critério de descrição regional. O responsável pela introdução destes elementos no zoneamento regional foi Bourne (1931 apud Lollo, 1996), com o “princípio da similaridade dos elementos da paisagem”. A partir da década de 1950 ocorreu um avanço significativo nos trabalhos referentes à avaliação do terreno, destacando-se dois grupos de pesquisa: uma delas seguiu uma linha voltada aos aspectos geomorfológicos; e a outra concentrou os estudos no sentido da ampliação de conceitos na avaliação das condições naturais. Esse segundo grupo dividiu-se em duas correntes de trabalho: a avaliação visual da paisagem e a avaliação do terreno.

De acordo com Lollo (1996), o terreno pode ser avaliado de duas maneiras: pelo enfoque da paisagem (*landscape approach*) e pelo enfoque paramétrico (*parametric approach*). O enfoque da paisagem consiste na delimitação de diferentes feições do terreno, baseada num conjunto de observações fotointerpretativas e de campo, promovendo o zoneamento de áreas consideradas semelhantes ou que apresentam um grau de heterogeneidade mínimo.

O enfoque paramétrico visa o mesmo objetivo que o enfoque da paisagem (delimitação de áreas diferente do ponto de vista fisiográfico), contudo faz a delimitação por intermédio da medida de parâmetros representativos da geometria dos *Landforms*, tais como declividade, amplitude e extensões.

No campo da geomorfologia, a cartografia tem auxiliado através do uso de sensores como o radar e satélite. No Brasil, estes estudos têm sido executados basicamente para escalas médias (1:50.000; 1:100.000) e pequenas (1:250.000; 1:500.000 e 1:1.000.000), através de mapeamentos sistemáticos que foram gerados basicamente pelo projeto Radambrasil, para todo o território nacional e pelo Instituto de Pesquisa Tecnológicas – IPT (1981) para o estado de São Paulo, entre outros menos divulgados. Os procedimentos técnicos operacionais, para ambos os trabalhos, foi o de identificação visual dos diversos padrões de formas semelhantes, que se definem pelo aspecto fisionômico da rugosidade topográfica ou das diferentes intensidades dos padrões de dissecação do relevo. Assim sendo, a base da cartografia tem sido a identificação de manchas de padrões de formas de relevo semelhantes entre si.

A proposição de Ross (1992), no campo da geomorfologia, estabelece categorias de tamanho, idade, gênese e forma, trabalhando com a identificação e cartografia de unidades distintas. Desta forma, a concepção do autor é aplicada neste trabalho quando busca subdividir o terreno em unidades homogêneas.

Os trabalhos de Suertegaray (1995, 2001) e Verdum (1993, 1997), que definem na carta Geoecológica as estruturas do meio e seu potencial ecológico, permitindo distinguir compartimentos com base no relevo, na ecologia, dados hidrográficos e processos morfogenéticos associados, também servem de base metodológica para este trabalho.

Considerando essa base metodológica e o objetivo principal do trabalho de definir áreas com respostas semelhantes a dinâmica superficial, utilizou-se os seguintes parâmetros para a análise Geoambiental: o substrato geológico e os principais lineamentos estruturais, as condições climáticas, as formas do relevo, feições da rede hidrográfica, características do

alterito/solo, uso e ocupação da terra, feições superficiais e características ambientais marcantes.

Esses parâmetros são informações básicas que se utiliza para o mapeamento. Para a definição de uma unidade homogênea pode-se utilizar um único parâmetro ou um grupo deles para formar uma unidade, que é a base para a análise de uma área. Define-se como parâmetro o elemento base que será inserido e operado sobre um documento cartográfico como informação que representa parte dos componentes do ambiente.

Os principais problemas para a elaboração do mapeamento incluem: selecionar, isolar, identificar e caracterizar os atributos necessários para a correta delimitação das unidades. Vale lembrar que os parâmetros podem referir-se a uma propriedade ou a relações entre propriedades que, associadas a outras, permitem a previsão de comportamentos.

Os parâmetros são analisados qualitativa e/ou quantitativamente, podendo ser constantes ou variáveis no espaço e/ou tempo. Podem ainda existir com ou sem relações causa-efeito. Portanto, para a elaboração do mapeamento, foi necessário ter clareza dos parâmetros utilizados, bem como o cuidado com a repetição no uso destes. O ponto fundamental é definir unidades pertinentes que realmente representem um determinado comportamento.

Outra questão, está relacionada ao conceito de homogeneidade. Dependendo do grau de homogeneidade ou de heterogeneidade é possível estimar comportamentos diante de diferentes interesses. Tais conceitos estão ligados ao número de observações e amostras, obtidas de forma que o objeto (unidade) possa ser classificado de acordo com suas características.

CLASSES DE DOCUMENTOS UTILIZADOS PARA O MAPEAMENTO

As categorias de informação que são analisadas e levantadas formam as seguintes classes de documentos: Básicos, Derivados, Auxiliares e Interpretativos.

A elaboração do mapa Geoambiental parte dos estudos do substrato geológico e da determinação dos dados climáticos da área. Essas informações são definidas como básicas, pois o substrato rochoso e as condições climáticas do passado e do presente definem o modelado do relevo e as características da rede de drenagem e do alterito gerado no processo de desagregação e decomposição das rochas.

A Figura 01 apresenta um fluxograma com os níveis de informações, bem como os mapas e características trabalhadas em cada fase da definição do mapa Geoambiental.

Os mapas de substratos rochosos são de grande importância para a análise de quase todos os tipos de ocupação do meio físico, se tornado assim indispensáveis na realização dos mapeamentos Geoambientais.

Para uso em mapeamentos Geoambientais consideramos, que os mapas geológicos devem registrar litologias, e não Formações geológicas, Grupos, etc. O mapeamento litológico apresenta através de uma análise integrada a identificação e definição de diferentes tipos de rochas que compõem o substrato do meio físico e os principais lineamentos estruturais.

Os estudos do clima são de fundamental importância, para a compreensão dos processos e modelamento das formas superficiais. Conforme Moreira e Pires Neto (1998), os estudos do clima permitem identificar a intensidade dos processos que atuam na superfície terrestre, assim como a sua distribuição no espaço, sendo que a velocidade de alteração das rochas ou intemperismo, por exemplo, é fortemente condicionada pela temperatura e precipitação. Desta forma, neste trabalho o clima será analisado segundo determinadas condições climáticas da área de estudo, tendo como elementos de análise, as condições da temperatura e precipitação.

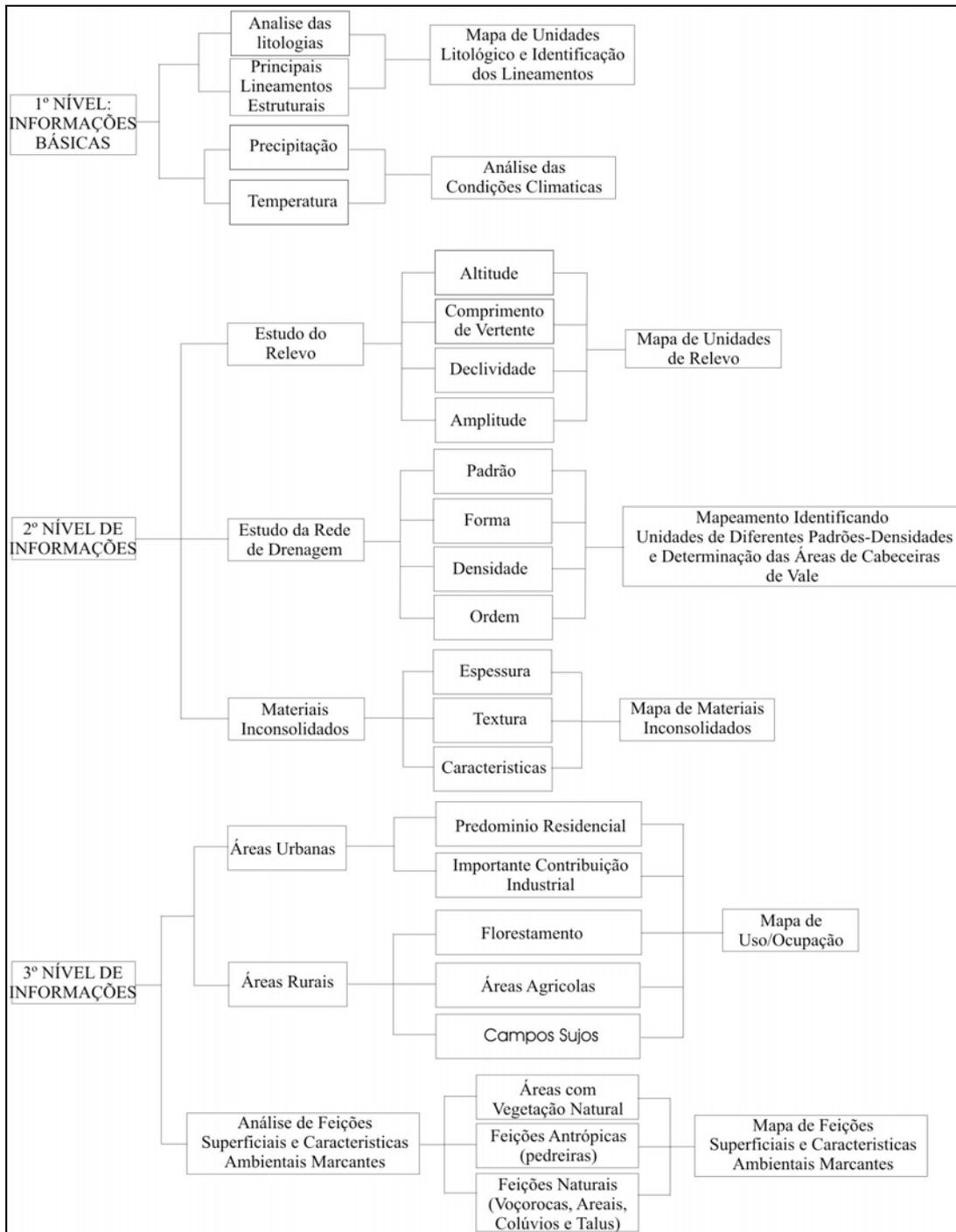


Figura 01- Fluxograma dos níveis e etapas do mapeamento

A análise Geoambiental segue com um segundo nível de informações e mapas temáticos, fruto das interpretações entre os materiais geológicos e os processos naturais ocorridos ao longo do tempo em certas condições climáticas que são definidas pelo estudo da rede hidrográfica, unidades de relevo e, materiais inconsolidados.

Quanto aos parâmetros hidrográficos utilizados para o levantamento morfométrico, podemos destacar a densidade de drenagem, fator forma, hierarquia e magnitude fluvial e o padrão de drenagem, que constituem o sistema hidrográfico a ser estudado, visto que os cursos d'água são os agentes mais importantes no desgaste e transporte de material.

As características da rede de drenagem em uma mesma condição climática permitem identificar aspectos sobre o substrato rochoso, os lineamentos estruturais e o solo. O padrão

e densidade da drenagem apresentam uma forte relação com a tectônica e a capacidade de infiltração das rochas e solos.

A hierarquia e magnitude fluvial, indicam a energia da drenagem, sua capacidade de transporte, erosão e deposição. Somando ao relevo, estas informações podem determinar, por exemplo, as áreas mais sujeitas a inundações e indicam a amplitude do processo.

A forma da bacia é indicador do tempo de chegada da água que precipita nas vertentes ao curso principal, devendo ser considerado na análise de susceptibilidade a inundações. As bacias de forma mais circular estão sujeitas a ocorrência de inundações nas suas porções mais baixas.

A delimitação de redes e de bacias de drenagem de diferentes ordens possibilita segundo Oliveira (1999), uma primeira abordagem para a identificação de áreas de risco de erosão por voçorocas. Ao realizarmos os procedimentos básicos de delimitação de bacias hidrográficas, o traçado das redes de drenagem individualiza sub-bacias situadas nas extremidades a montante de uma dada bacia hidrográfica. Essas sub-bacias são as áreas de cabeceiras de vale, que segundo Dietrich e Dunne, (1993 apud Oliveira, 1999), também conhecidas como áreas de contribuição em vales não canalizados, são as pontas da rede hidrográfica que demonstram maior sensibilidade às oscilações hidrodinâmicas ao longo do tempo, pois são nelas que diferentes mecanismos tendem a interagir de forma sinérgica. Cabeceiras de vales são áreas de risco potencial de erosão por voçorocas devido a sua dinâmica pretérita e atual e, às características mecânicas herdadas desta dinâmica.

Para a análise do relevo, leva-se em consideração alguns parâmetros básicos definidos pela altimetria e pela análise das vertentes caracterizadas pelo comprimento, declividade e amplitude, determinando as formas de relevo.

O mapa hipsométrico representa as faixas de altitude do relevo, que podem influenciar até mesmo as condições climáticas, mas principalmente a análise da energia do relevo, indicando condições mais propícias a dissecação para as áreas de maior altitude e de acumulação para as áreas de menor altitude.

Christofolletti (1980), indica que o estudo das vertentes representa um dos mais importantes setores da geomorfologia, englobando a análise de processos e formas.

O comprimento da vertente apresenta relação direta com o tempo maior de escoamento pode ser um fator importante para a erosão superficial, pois um maior volume de água poderá se juntar na descida da vertente até chegar ao curso d'água. A capacidade de infiltração das águas que caem sobre determinada superfície também são influenciadas pelo comprimento das vertentes pois quanto maior for o percurso a ser percorrido até chegar ao curso d'água, maior será a possibilidade de infiltração desta água. Esse comportamento pode ser bastante significativo na análise dos processos de erosão subterrânea.

Um dos parâmetros mais importantes na análise de vertentes é a declividade, que representa a inclinação das vertentes. Vertentes com altas declividades estão mais sujeitas a processos de movimentos de massa e erosão.

A amplitude das vertentes indica a distância vertical entre a base e o topo. A determinação deste parâmetro associado a declividade permite indicar as formas de relevo conforme classificação apresentada por Jorge e Uehara (1998).

A delimitação de unidades de relevo parte da definição destes parâmetros e de sua influência nos processos de dinâmica superficial. Desta forma, áreas planas em baixas altitudes na bacia estão mais sujeitas a inundações, enquanto área com elevadas declividades podem apresentar uma dinâmica superficial associada a movimentos de massa.

Com relação aos materiais inconsolidados, o mapa temático e as informações levaram em consideração características como textura e espessura. Entende-se por material inconsolidado todo o material geológico residual e retrabalhados, que ocorrem desde o topo da rocha até a superfície. Os diferentes materiais inconsolidados são objetos de estudo de outras disciplinas, mas de maneira parcial ou específica como na pedologia, sedimentologia e edafologia, entre outras.

A importância dos materiais inconsolidados reside no uso do solo e as alterações que esse uso propicia. A variedade de tipos dos materiais inconsolidados e sua distribuição espacial influenciam a eficiência dos usos e ocupações e a intensidade dos impactos ambientais resultantes.

As informações auxiliares ou interpretativas são caracterizadas pelas modificações antrópicas e por feições que representam a dinâmica envolvida na interação entre a natureza e o homem.

A utilização das informações de uso e ocupação da terra é fundamental devido ao fato de que as ações antrópicas constituírem tanto elementos de análise para a cartografia geoambiental como o alvo de aplicação dessa cartografia.

A análise do uso e ocupação ocorre através da definição de áreas distintas em formas com expressão poligonal. As feições superficiais identificadas como naturais e antrópicas englobam nesta identificação os processos erosivos acelerados como voçorocas e areais, os depósitos de talus e colúvios, áreas com vegetação nativa preservada e feições lineares ou pontuais de ação antrópica, como barragens, pedreiras e saibreiras, entre outras.

TÉCNICAS DE ELABORAÇÃO DOS MAPAS

Para se obter a caracterização esperada é usada uma combinação de técnicas que envolvem mapeamento direto, através de trabalhos de campo, com a elaboração de perfis e coleta de amostra, análise de imagens de satélite, referentes as diferentes bandas espectrais, e diferentes sensores, como é o caso dos sensores ETM LANDSAT e CBERS, fotografias oblíquas de baixa altitude e entrevistas não estruturadas com moradores.

As cartas base para as análises, são as cartas topográficas do exercito de escala 1:50.000, trabalhadas em programa SIG como o Spring 4.1, desenvolvido pelo INPE.

Através do programa Spring, trabalha-se a análise do relevo com a confecção do mapa de declividade, onde utiliza-se o Modelo Numérico do Terreno (MNT), que por métodos matemáticos tenta reproduzir a superfície terrestre na forma plana. Neste modelo as curvas de nível e os pontos cotados retirados das cartas topográficas da área de estudo, servem de base para a elaboração de cálculos estatísticos que resultam em dois tipos de grades: a grade retangular e a grade triangular (TIN).

Os interpoladores das grades retangular e triangular, utilizados no SPRING para a geração de modelos numéricos de terreno, são especificados de acordo com os tipos de dados de entrada, ou seja, amostras (pontos e isolinhas), grade retangular ou triangular.

O mapa de drenagem é elaborado utilizando-se o Modelo de Dados na categoria Temático, onde o próprio nome diz, é uma forma de trabalhar as informações temáticas de interesse do usuário. Assim são digitalizados os canais de drenagem da bacia hidrográfica de forma a possibilitar a identificação da hierarquia da bacia hidrográfica, o comprimento total dos cursos fluviais, assim como de cada ordem hierárquica além de possibilitar o trabalho por sub-bacias auxiliares e outras informações de interesse.

Os trabalhos de campo auxiliados por observações obtidas no tratamento de mapas topográficos e imagens de satélite, determinam os estudos litológicos e materiais inconsolidados.

Na avaliação da litologia e materiais inconsolidados a coleta de amostras nos trabalhos de campo permite a sua caracterização e desta forma a previsão de seus comportamentos (geotécnico e ambiental).

Através da classificação supervisionada da imagem digital e também com a análise e interpretação visual destas imagens em formato analógico, realiza-se a individualização dos diferentes tipos de usos da terra, bem como a identificação de feições superficiais.

As entrevistas não estruturadas realizadas através de conversas com moradores da região, são usadas na caracterização da ocupação e uso da terra, além da identificação de feições superficiais marcantes para a população.

O uso de fotografias oblíquas obtidas através de um sobrevôo de baixa altitude da área, é uma ferramenta auxiliar na identificação dos tipos de uso e cultura atuais e das feições superficiais.

O PRODUTO FINAL

O resultado final do cruzamento destas informações é o mapeamento e análise das Unidades Geoambientais que são formas do terreno resultantes da ação dos agentes internos e externos, responsáveis pela delimitação de regiões constituídas de parâmetros naturais ou antrópicos distintos e característicos.

A figura 02 apresenta de forma resumida o cruzamento de informações e mapas até chegar no mapa e documento finais chamado de Carta Geoambiental.

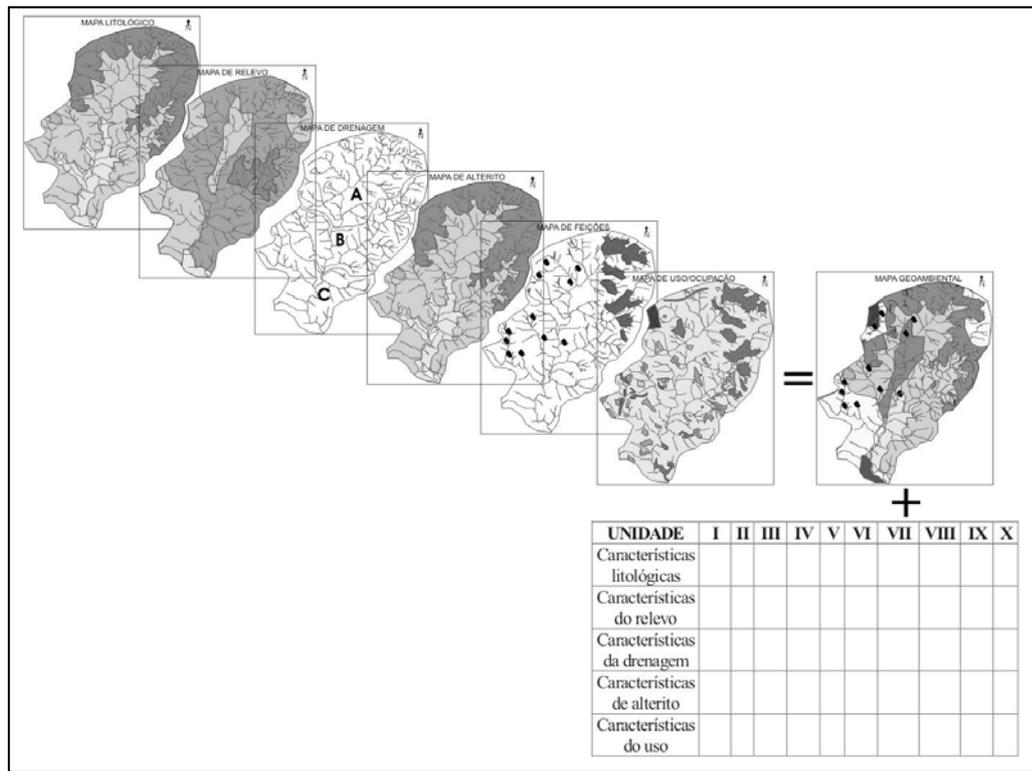


Figura 02- Ilustração dos cruzamentos de mapas base para a elaboração do Mapa Geoambiental

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma bacia hidrográfica é uma porção de partes interconectadas que funcionam juntas como um todo complexo. Para compreender a dinâmica superficial em determinada área é preciso conhecer os parâmetros envolvidos nos processos.

Um sistema geomorfológico é constituído pelo material que compõem o relevo, pelos processos superficiais e os fatores que influenciam as formas e os processos. As interconexões envolvem fluxos, ciclos e transformações de matéria e energia. Esse estudo busca reunir essas informações e classifica-las em unidades homogêneas.

O mapa Geoambiental é utilizado como ferramenta para ajudar a definir a ocupação e a fragilidade frente ao uso dos terrenos na bacia hidrográfica. Além disso, é uma ferramenta que ajuda a definir e fiscalizar a ocupação territorial das regiões, de maneira tecnicamente adequada e respeitando as áreas de diferentes aptidões ambientais.

REFERÊNCIAS

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, Ed. da Universidade de São Paulo, 1974. 149 p.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. São Paulo: 2 ed. Edgard Blücher, 1980. 188 p.

FREITAS, Marcos Welausen Dias de e CUNHA, Sandra Batista. Geossistemas e Gestão Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio São João-RJ. In: V Simpósio de Nacional de Geomorfologia e I Encontro Sul-Americano de Geomorfologia. Santa Maria: **Anais**, 2004.

GUERRA, Antonio Teixeira. **Dicionário Geológico–Geomorfológico**. Rio de Janeiro: IBGE, 8 ed.1993.

IPT. **Mapeamento Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo. Escala 1:500.000. 130p. 2v. (IPT – Publicação, 1183) 1981.

LOLLO, José Augusto de. **O Uso da Técnica de Avaliação do Terreno no Processo de Elaboração do Mapeamento Geotécnico: Sistematização e Aplicação na Quadricula de Campinas**. Tese de Doutorado – EESC/USP, São Carlos, 1996. 250 p.

JORGE, Francisco Nogueira de e UEHARA, Kokei. Águas de Superfície. In: OLIVEIRA, Antonio Manuel dos Santos e BRITO, Sérgio Nertan Alves de. **Geologia de engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.

OLIVEIRA, Marcelo Accioly Teixeira de. Processos Erosivos e Preservação de Áreas de Risco de Erosão por Voçorocas. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; SILVA, Antonio Soares e BOTELHO, Rosangela Garrido Machado (Org.). **Erosão e Conservação dos Solos** Conceitos Técnicas e Aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 57-99.

MOREIRA, Ceres Virgínia Rennó e PIRES NETO, Antonio Gonçalves. Clima e Relevo. In: OLIVEIRA, Antonio Manuel dos Santos e BRITO, Sérgio Nertan Alves de. **Geologia de engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. O Registro Cartográfico dos Fatos Geomorfológicos e a Questão da Taxonomia do Relevô. **Revista da Pós-graduação da USP**, São Paulo; USP, N°6, 1992.

SCHEIDEGGER, A. E. **Theoretical Geomorphology**. 2ª Ed. New York: Springer-Verlag. 1970.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. **Deserto Grande do Sul: Controvérsias**. Porto Alegre: Ed da Universidade /UFRGS, 1992. 109 p.

_____. O Rio Grande do Sul Descobre os Seus “Desertos”. **Ciência e Ambiente**. Santa Maria: Editora da Universidade UFSM. V.11, 1995. p. 33 – 52.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes.; GUASSELLI, Laurindo Antônio. & VERDUM, Roberto. (Org.). **Atlas de Arenização: Sudoeste do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Coordenação e Planejamento, 2001. v. 1. Mapas.

VERDUM, Roberto. **L' Approche Pour Comprendre la Dynamique du Dans le Seteur de São Francisco de Assis e Manuel Viana – Etat du Rio Grande do Sul – Bresil**. Univerité de Toulouse II (Lê Mirail), U.T.II, França, 1993. Mestrado. 93 p.

VERDUM, Roberto. **Approche Géographique dès “Deserts” Dans lês Communes de São Francisco de Assis et Manuel Viana, Etat du Rio Grande do Sul, Bresil**. Université de Toulouse Lê Mirail – UFR de Géographie/ Aménagent: Toulouse, 1997. Tese de Doutorado, 211 p.