

ZONEAMENTO HIDROGEOMORFOLÓGICO DA BACIA DO RIO GUARAQUEÇABA, LITORAL PARANAENSE

Claudinei T. Silveira, DGEOG/UFPR, claudineits@ig.com.br

Chisato Oka-Fiori, LABOFIS-DGEOG/UFPR. chisato@ufpr.br

Naldy E. Canali, LABOFIS-DGEOG, UFPR, canali@qwnet.com.br

1 INTRODUÇÃO

Uma das ferramentas úteis na gestão do meio ambiente é o zoneamento ambiental que deve ser proposto e fundamentado na multidisciplinaridade de conhecimentos, conceitos e idéias, utilizando-se das novas tecnologias disponíveis, com fins de propor o melhor ordenamento espacial.

A geomorfologia é central na formulação de um zoneamento pela compreensão que pode oferecer a respeito dos processos morfogenéticos e da evolução das formas e estruturas atuais do relevo, servindo assim ao diagnóstico dos graus de instabilidade da paisagem. A geomorfologia associada ao estudo da hidrografia, serve de subsídio ao planejamento com vistas a sustentabilidade do ambiente.

O presente trabalho propõe um zoneamento hidrogeomorfológico, apoiando-se nos estudos geomorfológicos cartografados e nos estudos hidrológicos, tendo como área de estudo a bacia hidrográfica do rio Guaraqueçaba, localizada na porção nordeste do litoral paranaense, no município de Guaraqueçaba. Esta bacia tem sua foz na baía das Laranjeiras, portanto pertence ao complexo hidrográfico da baía de Paranaguá.

Nesta tarefa foram utilizadas ferramentas de fotointerpretação, para extrair as informações do relevo, cartas topográficas e geológicas, e de cartografia digital associadas a Sistema de Informações Geográficas (SIGs), para armazenamento e processamento das informações mapeadas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O mapeamento geomorfológico teve como base a fotointerpretação, utilizando-se de estereoscópio de bolso, fotografias aéreas pancromáticas na escala 1:25.000, do ITC (1980), com o apoio das folhas topográficas do IBGE (1980), na escala 1:50.000. Para a interpretação das fotografias aéreas seguiu-se a metodologia proposta por Tricart (1965); Soares & Fiori (1976) e Oka-Fiori & Canali (1998 e 2001).

Para um melhor detalhamento das cartas de drenagem, foram consideradas como rede de drenagem, todos os canais de escoamento, desde os pluviais até os fluviais.

Em relação às feições geomorfológicas foram mapeados os topos, classificados em: alongados, arredondados, angulosos e assimétricos; as vertentes, classificadas como: retilíneas, côncavas, convexas, côncava-convexas e convexa-côncavas; a compartimentação como: Serras, Planalto Ondulado, Morros e Planícies; e a identificação entre as linhas de contato entre o compartimento de planícies com os de Serras e Morros, distinguindo os contatos abruptos e os suaves.

A transposição das informações para meio computacional foi através da digitalização, no *software Microstation*, onde as informações foram transferidas para o formato vetorial, e armazenada em ambiente SIG, no *software Arcview 3.2*, onde estão

representadas através de linhas, pontos e polígonos. As informações hidrográficas contêm atributos associados de dados morfométricos (extensão dos canais, hierarquização e número de canais por hierarquia, etc.)

Para análise morfométrica foram utilizadas as propostas de Strahler, para hierarquização fluvial; e Horton, na análise linear da rede hidrográfica e análise areal das bacias hidrográficas, conforme proposta de Christofolletti (1980) e Canali & Oka-Fiori (1987). Para isso, foram demarcadas as sub-bacias hidrográficas que formam a bacia do rio Guaraqueçaba, sendo elas: do rio Branco, do rio Pasmado, do rio do Cedro, do Alto Guaraqueçaba, do rio Utinga, do rio Morato, do rio Verde e do rio Trancado.

Estas sub-bacias são tributárias do rio Guaraqueçaba, as quatro últimas fazendo parte do terço inferior, as três primeiras do terço médio e a sub-bacia do Alto Guaraqueçaba compõe por si só terço superior.

Assim, as análises conjuntas dos parâmetros morfométricos, correlacionadas com o mapeamento geomorfológico e com a carta geológica de Guaraqueçaba, SG-22-X-D-III, na escala 1:100.000, do DNPM (1977), deram origem ao zoneamento hidrogeomorfológico da bacia do rio Guaraqueçaba.

3 RESULTADOS

Os resultados obtidos no desenvolvimento deste trabalho tratam da realização de um zoneamento hidrogeomorfológico, levando em consideração os aspectos geomorfológicos, geológicos e hidrológicos, no estudo da bacia do rio Guaraqueçaba. A carta elaborada como resultado deste trabalho denomina-se “Carta de Zoneamento Hidrogeomorfológico da bacia do rio Guaraqueçaba”.

As zonas, ou compartimentos, delimitados na bacia do rio Guaraqueçaba foram baseadas: na geomorfologia a partir do mapeamento das feições geomorfológicas, conforme a metodologia de Soares & Fiori (1976), a hidrogeografiatação foi representada pela rede de canais e suas propriedades morfométricas, a partir da delimitação das sub-bacias hidrográficas que compõe a bacia do rio Guaraqueçaba. Foram aplicados os critérios de análise de bacias hidrográficas propostos por Christofolletti (1980), adotando o parâmetro de delimitar as sub-bacias de quarta ou quinta ordem.

Os compartimentos identificados, que compõe a legenda da Carta Hidrogeomorfológica são: Serras, Planalto Ondulado, Morros e Planícies. A simbologia adotada para os elementos da litologia foi: Qha, para indicar aluviões e Qhc sedimentos coluvionais, estes dois do Quaternário (Holoceno); pEamx, metassiltitos, filitos, metagrauvas, metarcósio, quartzo-sericita-xistos, quartzo-biotita-muscovita-xistos eventualmente granatíferos, Precambriano Superior (Grupo Açungui); pEm migmatitos predominando os tipos embrechíticos e epibolíticos, pEgn migmatitos e pEga rochas graníticas metassomáticas ou de anatexia, do Precambriano Indiviso (Complexo Gnáissico Migmatítico). Também foram traçadas na carta as linhas de contato morfológico entre os compartimentos de Planícies com os de Serras e Morros, como sendo: contatos suaves, quando é o contato entre os compartimentos com uma topografia mais suavizada, onde geralmente ocorrem os depósitos coluviais; e os contatos abruptos que se localizam no encontro da planície com uma topografia bastante inclinada, com fraca ou ausência de colúvios.

Quanto a representação das feições geomorfológicas na legenda da Carta Hidrogeomorfológica, constam as formas das vertentes e os tipos de topos.

Através da análise das formas das vertentes pode-se indicar os locais onde é crítica a atuação da morfodinâmica, ou seja, locais onde os processos de deposição/erosão são mais atuantes. Nas formas de vertentes, relacionadas ao substrato geológico, também foram identificadas as linhas de ruptura de declive por contato litológico, predominando, sobretudo no compartimento de Serras, mais especificamente nas Serras do Morato e do Mirante (na porção oeste da bacia, na Serra do Gigante (a leste) e do Taquari ao norte, onde ocorrem vertentes retilíneas, com maior declividade na parte superior das encostas, onde o substrato geológico dominante é o granítico. Segue a ocorrência do domínio das vertentes convexas na Serra do Taquari, e côncavas nas demais, onde o substrato geológico é migmatítico, no compartimento de Serras com Planaltos Ondulados.

Assim, nota-se que as vertentes refletem a influência do substrato geológico, diretamente relacionados à resistência dos materiais. Há uma relação sistemática entre formas de topos e o tipo de vertentes, como por exemplo, aos topos angulosos, geralmente estão associados às vertentes retilíneas ou côncavas, enquanto que os topos arredondados, geralmente estão associados à vertentes convexas.

Os padrões de drenagem identificados na bacia do rio Guaraqueçaba foram utilizados para a delimitação das zonas hidrogeomorfológicas. Assim ocorrem os tipos: a) padrão de drenagem paralelo-retangular, localizado no compartimento de Serras, onde ocorrem vertentes abruptas e um acentuado controle estrutural com espaçamentos regulares; b) dendrítico, que pode ser identificado nos compartimentos de Serras e Morros, desenvolvido em rochas de resistência uniforme; c) contorcido, localizado no compartimento de Planalto Ondulado, onde ocorrem rochas metamórficas, diques e veios migmatizados, que oferecem resistência em algumas áreas; d) meândrico, que possui sinuosidade elevada, denotando áreas de baixa energia, e ao contrário dos demais canais e, recebe uma grande carga de detritos que são depositados na planície onde escoam os meandros. Localiza-se no compartimento de planície, esculpido em terrenos sedimentares com pequena declividade.

Pode ser constatado também que os canais da bacia do rio Guaraqueçaba, em sua maioria, foram estruturados seguindo os controles estruturais, que se apresentam nas direções predominantes de NE – SW e de NW - SE.

Outro parâmetro utilizado para chegar-se ao resultado das zonas hidrogeomorfológicas foi a análise morfométrica da rede hidrográfica, conforme propõe CHRISTOFOLETTI (1980). Para isso foram delimitadas as sub-bacias que integram a bacia do rio Guaraqueçaba. O critério de escolha das sub-bacias foi de que primeiramente, o canal principal desta, deveria ter sua foz no rio Guaraqueçaba, e o outro critério foi o da hierarquia, pois as sub-bacias teriam que ser de quarta ou quinta ordem. Porém, após essa delimitação, os canais pouco significativos que por si só não compunham uma bacia dentro dos critérios adotados, e que não faziam parte destas outras sub-bacias, foram englobados por três outras delimitações, denominadas de sub-bacia do Alto-Guaraqueçaba, sub-bacia do Médio-Guaraqueçaba e Sub-bacia do Baixo-Guaraqueçaba. Estas três foram incluídas com o objetivo de abarcar todos os demais canais que não compunham as sub-bacias inicialmente delimitadas.

Identificou-se que os canais de 1^a, 2^a e 3^a ordem, geralmente se encontram no compartimento de Serras ou Morros, e que há um desequilíbrio na relação entre os canais de primeira com segunda ordens. Nota-se um excesso de canais de primeira ordem em relação aos de segunda. Em termos hidrológicos isto significa que há um predomínio do escoamento superficial sobre a infiltração, portanto, as áreas das nascentes tendem a ter uma maior suscetibilidade à erosão. Isso está relacionado ao fato de que todas as sub-bacias (excetuando duas delas) tem seus cursos primários em altitudes elevadas, no compartimento de Serras. As elevadas altitudes nos cursos superiores (chegando a 1060 metros) e baixas altitudes na foz das sub-bacias (chegando ao nível do mar) apresentam-se com uma grande amplitude altimétrica, sendo que a maior é da sub-bacia do rio Pasmado com 1030 metros, e a menor, do rio Branco com 530 metros. Porém, nenhuma chega a ter uma pequena amplitude, até mesmo porque as sub-bacias têm um tamanho pequeno, variando de 529 hectares, no rio Trancado, até 2943 hectares no rio Morato. Analisando-se a densidade de rios (Dr) verificou-se também que os valores mais elevados ocorrem nas sub-bacias de regiões mais altas e menores em área de planície, ou seja, no compartimento de planície, a densidade de rios é menor. Exemplo disso é a sub-bacia do rio Morato que se desenvolve em uma ampla planície.

A partir da análise das sub-bacias verificou-se também que ocorrem assimetrias nas formas das bacias e no desenvolvimento de seus canais, ocasionando vales assimétricos, como as sub-bacias dos rios Pasmado e Utinga. Os altos cursos dos rios desenvolvem vales em forma de “V” profundos que nos compartimentos das serras e dos morros, seguem linhas estruturais, e com maior potencial energético. Os vales em forma de “U”, que recebem material transportado, localizam-se nas baixas encostas e planícies.

4 CONCLUSÕES

A análise das informações obtidas permitiu a identificação dos seguintes compartimentos hidrogeomorfológicos: Compartimento das Serras, Compartimento dos Planaltos Ondulados, Compartimento dos Morros e Compartimento das Planícies.

Nas porções mais elevadas da bacia, no Compartimento das Serras, as altitudes máximas chegam a 1060 metros, e as mínimas quando em contacto com o Compartimento das Planícies, atingem 50 metros, onde escoam os cursos superiores dos rios da bacia. Neste, há o predomínio da erosão linear, com aprofundamento longitudinal dos talwegues, formando os vales encaixados em “V”, e controlados pelas linhas de fraturas de direção NE-SW e NW-SE, como é o caso dos canais que descem a serra do Mirante, do Morato, do Taquari e do Gigante. As fortes inclinações predominantes nas serras relacionadas ao substrato rochoso, constituído de migmatitos e granitos, somados aos altos índices pluviométricos da área, propiciam a ocorrência de movimentos de massa e o processo de formação de topos angulosos e vertentes retilíneas. Este compartimento apresenta maiores densidades de drenagem e de relação de bifurcação alta entre os canais de 1^a. e 2^a. ordens, apresentando padrão paralelo e dendrítico.

O Compartimento dos Planaltos Ondulados, o de menor área dentro da bacia, predomina no extremo norte ocupando uma pequena área da bacia, com altitudes médias de 600 a 780 m, apresentando relevo ondulado, topos arredondados e vertentes convexo-côncavas, formados sobre rochas do Grupo Açungui. O padrão de drenagem predominante

é do tipo contorcido, demonstrando a influência da estrutura, como é o caso dos canais da cabeceira do rio Guaraqueçaba.

O Compartimento dos Morros apresenta topos alongados e arredondados, altitude média entre 50 a 200 m, vertentes predominantemente convexas, estando em contato com o compartimento das planícies sustentados por rochas do embasamento cristalino. O padrão de drenagem dominante é o dendrítico.

O Compartimento das Planícies possui relevo plano e suave ondulado, com altitudes que variam de 0 a 50 metros. Constituem planícies aluviais, aparecendo significativamente na porção jusante do rio Guaraqueçaba, onde o rio principal meandra sobre as aluviões. Apresenta densidade de drenagem baixa e os canais de baixa energia. Neste compartimento é comum a ocorrência de depósitos coluvionares geralmente nos contatos com os compartimentos de serras e morros.

O zoneamento proposto para a bacia analisada constitui um instrumento para gestão e ordenamento territorial do ambiente costeiro, oferecendo subsídios para demais trabalhos desenvolvidos na região. A carta resultante deste plano de trabalho, a partir da cartografia dos elementos hidrogeomorfológicos, serve de apoio para aplicações em estudos de Fragilidade e Vulnerabilidade Ambiental, em Planos de Gestão e Zoneamento Ecológico-Econômico, entre outros.

REFERÊNCIAS

- CANALI, N. E. et al. Propriedades físicas das bacias hidrográficas das baías de Antonina e Paranaguá – PR. III Fórum geo-bio-hidrologia – estudos em vertentes e microbacias hidrográficas, 1998. Curitiba, **Anais...** Curitiba, 1998
- CANALI, N. E.; OKA-FIORI, C. Análise Morfométrica da Rede de Drenagem da Área do Parque Marumbi - Serra do Mar (PR). III SIMPÓSIO SUL_BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1987. Curitiba, **Atas...** Curitiba : vl. 01, p.21- 58, 1987.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo : Blucher, 1980.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Carta Geológica – Projeto Leste do Paraná**. Convênio DNPM-BADEP-UFPR. escala 1:100000. Folha SG-22-X-D-III / Guaraqueçaba, 1977.
- IBGE. **Folha Topográfica Ariri**. escala 1:50000. folha SG.22-X-D-III- 2. 1987.
- _____. **Folha Topográfica Serra Negra**. escala 1:50000. folha SG.22-X-D-III- 1. 1987.
- IPARDES. **Zoneamento do Litoral Paranaense**. Curitiba, 1989.
- ITC. **Fotografias Aéreas Pancromáticas**. escala 1:25000, 1980.
- MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 2 ed. Rio de Janeiro : José Olympio Editora; Curitiba : Secretaria da cultura e do Esporte do Governo do Paraná, 1981.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS. **Política Nacional de Recursos Hídricos – Legislação**. Brasília, 2001.
- NUNES, F.G.; CANALI, N. E.; OKA-FIORI, C. A Instabilidade Morfodinâmica nas bacias hidrográficas do Marumbi e Bom Jesus-PR **Anais...** III SINAGEO. Set. 2000. Campinas.
- OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E. Mapeamento Geomorfológico. **In.:** NIMAD. “Meio Ambiente e Desenvolvimento no Litoral do Paraná: diagnóstico” Curitiba, UFPR, 1998.
- OKA-FIORI, C; CANALI, N. E. Mapeamento Geomorfológico e Hidrográfico do Litoral Sul do Estado do Paraná. **In:** NIMAD. “Meio Ambiente e Desenvolvimento do Litoral do Paraná: subsídios à ação”, Curitiba, UFPR, 2002.

SOARES, P.C. & FIORI, A. P. Lógica e Sistemática na Análise e Interpretação de Fotografias Aéreas em Geologia. **Not. Geomorfológica**, Campinas, v. 16, n. 32, p. 71 - 104, 1976.

TRICART, J. **Princípios e Métodos em Geomorfologia**. Masson & Cie, Ed. Paris, 1965.

_____. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE/SUPREN, 1977.