



GEOMORFOLOGIA APLICADA À GESTÃO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: O PARQUE ESTADUAL DO JURUPARÁ / SP

José Mariano Caccia Gouveia – Doutorando do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo – DG FFLCH USP. caccia@uol.com.br

RESUMO: Apresenta-se, através da experiência desenvolvida junto ao Parque Estadual do Jurupará, em São Paulo, a importância da Geomorfologia no processo de elaboração de planos de manejo para Unidades de Conservação. A partir dos levantamentos dos constituintes geológicos, pedológicos e geomorfológicos, foi elaborado um ‘Mapa de Fragilidade Potencial do Relevo’ que, associado aos condicionantes bióticos e antrópicos, subsidiou a definição do zoneamento da UC, e norteou ações emergenciais e de manejo a médio e longo prazos.

Palavras chave: Geomorfologia aplicada, Plano de Manejo, Unidades de Conservação, Fragilidade Potencial do Relevo, Zoneamento Ambiental.

ABSTRACT: Presents itself through the experience developed by the State Park Jurupará in Sao Paulo, the importance of Geomorphology in the process of elaboration of management plans for Conservation Units. Based on surveys of geological, pedological and geomorphological constituents, a ‘Potential Fragility of Relief Map’ which, associated to biotic and anthropic constraints, subsided the definition of the zoning of conservation area, and guided emergencial and management actions of medium and long-terms.

Key words: Applied Geomorphology, Plan Management, Protected Areas, Fragility Potential Relief, Environmental Zoning.

1 – INTRODUÇÃO

O processo de elaboração de Plano de Manejo de qualquer Unidade de Conservação compreende a análise integrada dos diversos constituintes dos meios físico, biótico e antrópico, desenvolvida sob perspectivas diversas, em diferentes escalas



de abordagem. Os trabalhos, geralmente – e preferencialmente – desenvolvidos por equipes multidisciplinares, buscam estabelecer um diagnóstico da área visando subsidiar seu zoneamento, de forma a permitir uma gestão eficaz e compatível com as finalidades que justificaram a criação dessa UC.

Os levantamentos e estudos desenvolvidos a partir dos constituintes do meio físico, configuram-se em componentes fundamentais de qualquer plano de manejo e, com o intuito de explicitar seu papel nas análises integradas, é que se apresenta este artigo.

Para a elaboração do Plano de Manejo do Parque Estadual do Jurupará (PEJU), localizado nas proximidades da Região Metropolitana de São Paulo, em terras pertencentes aos municípios de Ibiúna e Piedade, os levantamentos geológicos, pedológicos e geomorfológicos foram desenvolvidos em conjunto com as equipes de climatologia, e hidrografia e recursos hídricos.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

A elaboração dos estudos referentes à Avaliação do Meio Físico, composto pelos sub-módulos Clima, Recursos Hídricos, e Geologia/Geomorfologia/Pedologia obedeceram a três etapas:

- Diagnóstico e reconhecimento da UC, que compreendeu a caracterização regional e contextualização da UC a partir de levantamento, seleção e análise de dados secundários;
- Avaliação, correspondendo à caracterização da UC e área de abrangência, a partir da análise de dados primários obtidos através de levantamentos de campo e análise e interpretação de imagem de satélite e cartas topográficas; e,
- Proposição (Zoneamento, Programas de Gestão e Projetos Específicos).

A caracterização regional do sub-módulo Geomorfopedologia (Geologia, Pedologia e Geomorfologia), teve como recorte espacial inicial o estado de São Paulo e, num segundo nível de análise, o Vale do Ribeira. Baseou-se na revisão bibliográfica de estudos geomorfológicos, geológicos e pedológicos realizados no âmbito do estado de São Paulo, em escala de 1:500.000. Assim, contemplou os seguintes aspectos: Compartimentação Morfoestrutural do Estado de São Paulo; Compartimentação Morfoescultural do Planalto Atlântico; e, Identificação de litologias e solos associados às morfoesculturas na área da Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape.



Com tais dados partiu-se para a caracterização da UC, dentro desse contexto regional. Como forma de auxiliar a espacialização dessas informações foram elaborados alguns produtos cartográficos preliminares tais como:

- Mapa Hipsométrico, Mapa de Declividade e Mapa de Compartimentação Geomorfopedológica que, produzido a partir da sistematização de dados secundários, consistiu em importante material para subsidiar os levantamentos de campo, e serviu como base para a compartimentação mais detalhada da área, bem como para a elaboração do Mapa de Compartimentação e Fragilidade Geomorfopedológica.

Outra importante fonte de subsídios para a caracterização da UC, consistiu em dois levantamentos de campo. Em ambos, utilizando-se as trilhas e estradas internas, bem como estradas existentes na área de abrangência da UC, foram efetuadas observações, análises e coletas que compreenderam, entre outros: observação e mensuração de formas e padrões geomorfológicos; observação e análise de ocorrências litológicas; realização de perfis de solo; coletas de amostras de rochas para análise; e, produção de fotografias diversas.

Posteriormente, a partir do conjunto de informações obtidas foi possível elaborar o produto cartográfico síntese do sub-módulo Geomorfopedologia (Mapa de Compartimentação e Fragilidade Geomorfopedológica). O resultado da análise integrada dos materiais, formas e processos existentes nos constituintes geológico, geomorfológico e pedológico, permitiu estabelecer diferentes níveis de fragilidade potencial do meio físico, servindo de importante subsídio para o posterior zoneamento da UC.

3 - RESULTADOS

- Contexto Regional:

Para o contexto regional, apresentam-se os resultados de forma sintética:

Geomorfologia: Na contextualização regional do PEJU, toda a UC e seu entorno está inserida na unidade morfoestrutural do Cinturão Orogênico do Atlântico, e unidade morfoescultural do Planalto Atlântico. Sobre tais unidades constata-se, em pontos específicos, a ocorrência de pequenas planícies fluviais. Estas se constituem por terrenos planos, compostos por sedimentos fluviais quaternários, nos quais predominam processos de agradação de sedimentos. Localizam-se em áreas junto às margens dos rios e, por terem sua gênese associada a estes, correspondem a áreas planas e baixas,



periodicamente sujeitas a inundações. Podem apresentar terraços fluviais, poucos metros mais elevados que as planícies estando, portanto, sujeitos a inundações apenas em eventos pluviométricos de altíssima intensidade. Apresentam declividades inferiores a 5%. Segundo ROSS & MOROZ (1997), “*Possuem potencial de fragilidade muito alto por serem áreas sujeitas a inundações periódicas, com lençol freático pouco profundo e sedimentos inconsolidados sujeitos a acomodações constantes*”. (p.52).

Ainda no tocante ao caráter regional do PEJU e de sua área de abrangência, observa-se que, excetuando-se algumas porções dos municípios limítrofes à UC, a área está inserida na Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape (UGRHI 11), mais especificamente no interflúvio e cabeceiras de um de seus principais afluentes, o rio Juquiá.

Geologia: Segundo trabalho elaborado pelo CBH-RB Comitê da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul, para o “Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da UGRHI 11”, o Vale do Ribeira apresenta características distintas quanto à área de ocorrência, gênese e idade das diferentes litologias, resultando em uma grande diversidade de rochas que podem ser agrupadas em três grandes domínios geológicos: O primeiro, constituído predominantemente por rochas metamórficas pré-cambrianas mais resistentes (xistos, migmatitos e gnaisses), geradas por cisalhamento em zonas de falhamentos; O segundo, mais restrito, com rochas magmáticas intrusivas, graníticas, básicas e alcalinas, com alta resistência e forte coesão dos constituintes minerais; e, por último, o domínio das rochas brandas e sedimentos inconsolidados, das coberturas sedimentares cenozóicas.

Pedologia: De acordo com PIRES NETO & ROSSI (2007) *in* Fundação Florestal (2007), a partir de Oliveira *et al.* (1999), foram identificados para a Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape a ocorrência dos seguintes tipos de solo: cambissolos, argissolos, latossolos, neossolos flúvicos e gleissolos; cuja distribuição apresenta estreita relação com o substrato rochoso e o relevo.

Os Latossolos Vermelhos e os Vermelho-Amarelos predominam na Depressão Periférica e no Planalto de Guapiara, Planalto de Ibiúna/São Roque, ocorrendo também na Depressão do Baixo Ribeira. Os Argissolos Vermelho-Amarelos predominam na Depressão do Baixo Ribeira, ocorrendo em menores proporções no Planalto de Guapiara, Planalto de Ibiúna/São Roque, e na Depressão Periférica. Os Cambissolos Háplicos são os solos predominantes na Serra de Paranapiacaba, ocorrendo também na borda do Planalto de Guapiara e Planalto de Ibiúna/São Roque, associados aos relevos



mais dissecados. Os Neossolos Flúvicos e Organossolos Méssicos ou Háplicos são solos que se associam as Planícies fluviais dos rios Etá, Quilombo, Ipiranga e Juquiá,

A análise dos dados regionais supra descrita, permitiu estabelecer uma caracterização genérica dos constituintes geológicos, geomorfológicos e pedológicos. Posteriormente, através dos dois levantamentos de campo realizados, foi possível elaborar um maior detalhamento desses constituintes, cuja análise integrada forneceu os subsídios necessários à definição dos diferentes níveis de fragilidade potencial geomorfopedológica.

- Caracterização da Unidade de Conservação:

Geomorfologicamente, a área do PEJU e sua zona de abrangência estão inseridas em duas subunidades do Cinturão Orogênico do Atlântico; o “Planalto de Ibiúna/São Roque” e as “Escarpas da Serra de Paranapiacaba. Esta, por sua vez, a partir das variações nas formas de relevo predominantes, e dos diferentes níveis topográficos apresentados, foi subdividida em duas unidades denominadas “Escarpa da Serra de Paranapiacaba” e “Serra do Juquiá-Guaçu”. Além destas, e sobre elas, podem-se identificar nas áreas próximas ao Parque, e em pontos isolados de seu interior, a ocorrência de pequenas planícies fluviais.

Através da análise de cartas topográficas de maior detalhe, bem como das observações de campo e da interpretação da imagem do satélite SPOT 5 (resolução espacial de 10 metros, ano 2007), foi possível estabelecer uma subdivisão para a unidade “Escarpa da Serra de Paranapiacaba”, segundo os padrões de formas semelhantes do relevo, com os quais se relacionam litologias e solos específicos. Nesse contexto, foram estabelecidas as sub-unidades denominadas “II-A – Morros altos com topos convexos e aguçados, e morros alongados.” e “II-B – Morros médios com topos convexos”, adiante detalhadas. Posteriormente, somando-se a estas informações os dados obtidos nos levantamentos de campo, chegou-se a uma compartimentação mais detalhada para a área do PEJU e seu entorno, bem como para os níveis de Fragilidade do Meio Físico de cada subunidade, conforme Tabela 1.

Tab. 1 - Compartimentação Geomorfopedológica e Níveis de Fragilidade do Meio Físico.

Compartimentos Geomorfopedológicos	Unidades Geomorfopedológicas	Sub-Unidades	Níveis de Fragilidade do Meio Físico
------------------------------------	------------------------------	--------------	--------------------------------------



Planalto de Ibiúna/São Roque	I - Reverso da Serra de Paranapiacaba		Muito Alta
Escarpas da Serra do Mar e de Paranapiacaba	II - Escarpa da Serra de Paranapiacaba	II-A – Morros altos com topos convexos e aguçados, e morros alongados.	Muito Alta (setores com + de 30% de declividade, colos e vertentes côncavas independente da declividade)
			Alta (Patamares e vertentes convexas e retilíneas com declividades < 30%)
		II-B – Morros médios com topos convexos.	Muito Alta (setores com + de 30% de declividade, colos e vertentes côncavas independente da declividade)
			Média (Patamares e vertentes convexas e retilíneas com declividades < 30%)
	III - Serra do Juquiá-Guaçu		Alta
	IV - Planícies Fluviais		Muito Alta

Tal compartimentação, embora remeta diretamente às unidades geomorfológicas, podem ser entendidas também como unidades espaciais que apresentam semelhanças quanto às litologias e solos.

A seguir descrevem-se as unidades categorizadas para a área do PEJU, alertando que suas características específicas (fragilidade, litologia, solos etc.) são apresentadas na legenda (Tab. 2) do Mapa de Fragilidade Potencial do Relevo.

I - Reverso da Serra de Paranapiacaba (Planalto de Ibiúna/São Roque)

Segundo ROSS & MOROZ (1997), o Planalto de Ibiúna/São Roque está subdividido em dois níveis: o nível alto, com altitudes superiores a 900 metros; e, o nível médio com altitudes compreendidas entre 800 e 900 metros. No conjunto, a área apresenta um nível de fragilidade potencial do relevo compreendido entre médio e alto, estando sujeita a fortes atividades erosivas, principalmente quando desprovida de cobertura vegetal.

Especificamente quanto ao PEJU e sua área de abrangência, deve-se salientar que o nível alto do Planalto de Ibiúna/São Roque – ou, segundo FREITAS (1998), o “Reverso da Serra de Paranapiacaba” - está restrito à porção externa de sua parte norte, inserido naquelas áreas de sua zona de abrangência. O nível médio, ainda segundo o Mapa Geomorfológico de ROSS & MOROZ, localiza-se em áreas distantes da UC e seus arredores.



II - Escarpa da Serra de Paranapiacaba

Os limites do PEJU encontram-se totalmente inseridos nesta unidade de relevo. Esta área encontra-se significativamente preservada das influências antrópicas, apesar da existência de algumas porções ainda utilizadas como ocupações para moradia, para a prática de agricultura de subsistência, e espaços maiores para pastagens. Outra influência antrópica relevante do ponto de vista geomorfológico, consiste na construção de barragens e represamento dos rios limítrofes ao parque, que resultaram em submersão de antigas planícies fluviais, afetando o transporte e deposição de sedimentos e elevando o nível dos lençóis freáticos, entre outros aspectos.

Essa unidade, na área de estudo, limita-se ao norte, através do interflúvio das bacias do Paranapanema, Sorocaba / Médio Tietê, e Ribeira de Iguape com a unidade denominada “Planalto de Ibiúna/São Roque; e, ao sul, através do interflúvio das bacias do Juquiá-Guaçu e do Caçador, com a Serra do Juquiá-Guaçu. Os níveis altimétricos variam nas partes baixas, no vale do rio Juquiá-Guaçu em sua porção sudoeste, de aproximadamente 500 m, atingindo altitudes superiores a 1.100m, no interior do PEJU em sua porção norte.

Em função das distintas características nos padrões de formas de relevo e, a eles associadas variações litológicas e pedológicas, foi possível estabelecer uma subdivisão para esta unidade, a seguir detalhadas:

II-A – Morros altos com topos convexos e aguçados, e morros alongados

Esta subunidade compreende as porções central e oeste da Unidade “Escarpa da Serra de Paranapiacaba”, abrangendo aproximadamente 2/3 da totalidade da área do PEJU. Apresenta morros com topos convexos aguçados ou alongados, com amplitude topográfica média de 200 metros, podendo ultrapassar os trezentos metros em sua porção Norte.

II-B – Morros médios com topos convexos

Compreende a porção Sudeste da Unidade “Escarpa da Serra de Paranapiacaba”. Compreende aproximadamente 1/3 da totalidade da área do PEJU. Apresenta morros com topos convexos, com amplitude topográfica média entre 80 a 100 metros.

III - Serra do Juquiá-Guaçu

Localiza-se fora do PEJU, na porção sul de sua zona de abrangência. Os níveis altimétricos variam nas partes baixas, no vale do rio Juquiá-Guaçu em sua porção sudoeste, de aproximadamente 300 m, atingindo altitudes de aproximadamente 800m,



em sua porção leste. Apresenta morros médios com topos convexos como forma de relevo dominante, com declividades médias entre 20 e 30 %.

IV – Pequenas Planícies Fluviais

Em todas as unidades anteriormente descritas podem ser encontradas pequenas planícies fluviais, formadas por agadação de sedimentos fluviais quaternários. Constituem porções de pequenas dimensões, na forma de alvéolos localizados à montante de pontos de estrangulamento dos cursos d'água. Formadas por deposição de sedimentos recentes transportados por ação fluvial e/ou gravidade (aluvial e coluvial), de granulação fina a muito fina (areias, silte e argila), caracterizam-se pela maior presença de matéria orgânica misturada aos sedimentos depositados.

Por apresentarem lençol freático pouco profundo, susceptibilidade à erosão nas margens dos canais, instabilidade derivada da constante acomodação do material detrítico, e possibilidade de inundações periódicas; apresentam potencial de fragilidade Muito Alta sendo, portanto, impróprias à ocupação.

A síntese das unidades acima descritas, e de suas respectivas fragilidades potenciais, foi espacializada no Mapa de Compartimentação e Fragilidade Geomorfopedológica, cuja legenda apresenta-se na Tabela 2.

Tab. 2: Compartimentação Geomorfopedológica e Níveis de Fragilidade do Meio Físico.

Morfoestrut.	Morfoescultur. (Planalto Atlântico)	Modelado	Formas de Relevo Predominan.	Morfometria		Solos Predominantes	Litologia	Comportamento Hidromorfodinâmico	Fragil. Potenc.
				Altimetria e Comprim. de Rampa	Declivid. Predomin.				
Curatão Originário do Atlântico	Planalto de Ibitina/São Roque – Nível Alto	I - Reverso da Serra de Paranaíba	Morros altos com topos convexos e aguçados	800 a 1200m CR: 200 a 400m	Acima de 20% alcançando, com frequência, mais de 40%	Cambissolos Háplicos (CX) e Latossolos Vermelho-Amarelo (LVA)	Granitos Migmáticos e Gnaisseis	Forte tendência à concentração de água por escoamento superficial e sub-superficial, ou à infiltração, conforme a presença e fisionomia da cobertura vegetal. Colos e vertentes côncavas condicionam processos de forte concentração de água por escoamento superficial e sub-superficial, gerando concentração de detritos finos transportados via escoamento superficial, estando também sujeitos à intensificação de erosão regressiva de cabeceiras. Forte tendência à erosão química e erosão laminar, podendo apresentar processos erosivos agressivos com voçorocas e movimentos de massa.	Muito Alta
			II.A – Morros altos com topos convexos e aguçados, e morros alongados	600 a 1119m CR: 200 a 500m	Acima de 30% alcançando mais de 50%	Neossolos Litólicos (NL), Cambissolos Háplicos (CX), e Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA)	Granitos porfíroidais e Gnaisseis	Declividades >30%, mais Colos e Vertentes côncavas com qualquer declividade: forte tendência à concentração de água por escoamento superficial e sub-superficial, gerando concentração de detritos finos transportados via escoamento superficial, gerando concentração de detritos finos transportados via escoamento superficial, além de constituírem-se em áreas sujeitas a intensificação de erosão regressiva de cabeceiras. Forte tendência à erosão química e laminar, podendo apresentar processos erosivos agressivos com voçorocas e movimentos de massa.	Muito Alta
			II.B – Morros médios com topos convexos	400 a 830m CR: 200 a 400m	De 20 a 30%, podendo ultrapassar 40%	Cambissolos Háplicos (CX), Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA), e Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA)	Granitos porfíricos e afaníticos, Gnaisseis e Filicaxistos	Patamares e vertentes convexas e retilíneas com < 30% de declividade: tendência ao escoamento superficial e à infiltração, de acordo com a cobertura vegetal. Nas vertentes convexas observa-se a tendência à dispersão de água, à erosão química e lixiviação. Em todas essas unidades de vertentes constata-se as infiltrações com percolação de água nos horizontes do solo, com processos de erosão química através da dissolução e lixiviação. Intensa ação bioquímica da água promovendo meteorização das rochas e espessamento do manto de alteração, com tendência à pedogenização com grande espessamento do horizonte "C". São terrenos pouco mais estáveis que, entretanto podem ser objeto de processos erosivos significativos se desprovidos de cobertura vegetal.	Alta
			III – Serra do Juiúá-Guaçu	Morros médios com topos convexos	300 a 800m CR: 200 a 550m	Entre 20 e 30%	Cambissolos Háplicos (CX) e Latossolos Vermelho-Amarelo (LVA)	Migmáticos, Granitos e Gnaisseis	Declividades >20%, mais colos e vertentes côncavas com qualquer declividade: forte tendência à concentração de água por escoamento superficial e sub-superficial, gerando concentração de detritos finos transportados via escoamento superficial, além de constituírem-se em áreas sujeitas a intensificação de erosão regressiva de cabeceiras. Forte tendência à erosão química e laminar, podendo apresentar processos erosivos agressivos com voçorocas e movimentos de massa. São áreas extremamente frágeis à cortes, aterros e exposição do solo à ação das chuvas.
Pequenas Planícies Fluviais			Planícies Fluviais, ocasionalm. apresentando terraços	300 a 1100m	Menores de 5%	Gleissolos (G), Neossolos Flúvicos (RU) e Neossolos Quartzarênicos (RQ)	Areias, Calcários, Micás e Argilas	Patamares e vertentes convexas e retilíneas com declividades inferiores a 30%. Tendência ao escoamento superficial e à infiltração, de acordo com a cobertura vegetal. Nas vertentes convexas observa-se a tendência à dispersão de água, à erosão química e lixiviação. Em todas essas unidades de vertentes constata-se as infiltrações com percolação de água nos horizontes do solo, com processos de erosão química através da dissolução e lixiviação. Intensa ação bioquímica da água promovendo meteorização das rochas e espessamento do manto de alteração, com tendência à pedogenização com grande espessamento do horizonte "C". Terrenos pouco mais estáveis que, entretanto podem ser objeto de processos erosivos significativos se desprovidos de cobertura vegetal.	Média
			Apresentam circulação superficial de água pelos leitos fluviais nos períodos chuvosos, com ocorrência de inundações e sedimentação de materiais finos nas superfícies planas, e processos erosivos em alguns pontos. Possuem lençol freático pouco profundo, apresentando grande oscilação entre o inverno e o verão. Caracterizam-se por apresentarem lençol freático pouco profundo, susceptibilidade à erosão nas margens dos canais, instabilidade derivada da constante acomodação do material detrítico, e possibilidade de inundações periódicas.	Muito Alta					



A partir da integração dos estudos e levantamentos realizados pelos sub-módulos Recursos Hídricos e Geomorfopedologia, para a caracterização e diagnóstico da UC e sua área de abrangência, foi elaborada proposta de zoneamento para o PEJU, para o módulo Meio Físico. Tal proposta, além de considerar aspectos e componentes do Meio Físico, considerou também a ocupação antrópica da área, bem como aspectos relacionados ao Meio Biótico, sobretudo em relação à cobertura vegetal; aspectos esses observados em trabalhos de campo e interpretação de imagem de satélite SPOT 5 . Nessa proposta, indicaram-se as sugestões que se apresentam de forma resumida, segundo as categorias de Zonas de Manejo:

Zona Primitiva : Nessa categoria de manejo duas áreas foram destacadas: uma situada na porção oeste do Parque (que corresponde aos contribuintes da margem esquerda da represa Jurupará) e outra área, situada na porção sudoeste da UC (Sub-bacia do Ribeirão das Onças, pequenos afluentes da margem esquerda do Rio do Peixe e pequenos afluentes do rio Juquiá-Guaçu).

O enquadramento dessas áreas como Zonas Primitivas justificou-se, sob a ótica geomorfopedológica, por correspondem a áreas da Escarpa da Serra de Paranapiacaba, onde prevalecem morros altos e alongados, com topos convexizados ou aguçados, com fortes declividades, onde predominam solos rasos, ácidos e extremamente susceptíveis à erosão, apresentando portanto, fragilidade potencial Muito Alta e Alta. A estabilidade atual dessas áreas deve-se à ausência de pressão antrópica e a densa cobertura vegetal nativa, presente nas áreas. Ressaltou-se, ainda, a necessidade de fiscalização sistemática dessas áreas, uma vez que são locais que vêm sofrendo a investida de práticas ilegais de extração de palmitos.

Zona de Recuperação: Corresponde a uma faixa que se estende diagonalmente desde o limite sudoeste do PEJU (entre as duas Zonas Primitivas) até o limite nordeste da UC. Seu enquadramento como Zona de Recuperação justificou-se pois essa também faz parte de uma sub-unidade da Escarpa da Serra de Paranapiacaba, composta por morros altos e alongados, com vertentes bastante declivosas, solos rasos e muito susceptíveis à processos erosivos severos, incluindo voçorocamentos e movimentos de massa, além de apresentarem tendência acentuada à erosão regressiva de cabeceiras. A existência de áreas alteradas por atividade antrópica (supressão da cobertura vegetal original, manejo inadequado do solo e movimentações de terra) potencializa muito essas tendências e, portanto, recomendou-se a recuperação da área afim de restabelecer o equilíbrio original nas áreas que sofreram alterações.



Zona de Uso Extensivo: Corresponde a uma porção situada na parte sudeste do PEJU, constituindo-se em área de transição entre uma Zona Primitiva e uma Zona de Uso Intensivo. O enquadramento dessa área como Zona de Uso Extensivo justificou-se pelos seguintes aspectos: Corresponde a áreas de morros médios com topos convexos da Escarpa da Serra de Paranapiacaba. Esses modelados apresentam amplitudes topográficas e entalhamentos dos vales menos acentuados, bem como declividades pouco menores, embora também ocorram declividades superiores a 40% em alguns segmentos de vertentes. Apresentam níveis de fragilidade potencial Média do meio físico (patamares convexos, e vertentes convexas e retilíneas com declividades inferiores a 30%) e, secundariamente, Muito Alta (feições de relevo com declividades superiores a 30%, além dos colos e vertentes côncavas, ainda que com declividades inferiores a 30%). Recomendou-se a utilização da área como Zona de Uso Extensivo, desde que a manutenção e recuperação da cobertura original seja promovida, sobretudo nas áreas que apresentam Fragilidade Muito Alta.

O objetivo do manejo dessa categoria é a manutenção de um ambiente natural com mínimo impacto humano, apesar de oferecer acesso e facilidade pública para fins educativos e recreativos desde que alterações e intervenções na paisagem, quando estritamente necessárias, tais como a abertura de trilhas, sejam efetuadas a partir da adoção de práticas e alternativas que visem reduzir a formação de fluxos superficiais, minimizando seus efeitos erosivos.

Zonas de Uso Intensivo: Compreende uma pequena área na porção leste do Parque, próxima à represa Cachoeira do França e outra faixa, localizada no limite noroeste da UC. A primeira área, caracterizada por formas de relevo constituídas basicamente por morros médios com topos convexos da Escarpa da Serra de Paranapiacaba, apresenta predominantemente níveis de Fragilidade Potencial do Meio Físico Médio, embora, secundariamente, algumas áreas apresentem feições de relevo com declividades superiores a 30%, além dos colos e vertentes côncavas, cuja fragilidade é Muito Alta. A segunda área, caracterizada por morros altos e alongados com topos convexos e aguçados, apresenta fragilidades Muito Alta e Alta.

Embora essas áreas apresentem tais características, e abriguem importantes áreas de cabeceiras e pequenas sub-bacias, a opção por categorizá-las como Zonas de Uso Intensivo deveu-se ao fato de tais áreas já apresentarem significativas alterações antrópicas, e contarem com alguma infra-estrutura (Bases Operacionais e estradas de acesso e circulação). Além disso, apresentam atrativos turísticos cujo uso já é freqüente,



além de outros atributos cênicos e ambientais de grande potencial turístico. Admitiu-se o uso intensivo dessas áreas, desde que não implique em novas alterações na paisagem, sendo que, no caso de necessidade de implantação de novas infra-estruturas, a escolha das locações priorize áreas já alteradas e sejam adotadas medidas que minimizem os impactos decorrentes. Recomendou-se ainda a manutenção e recuperação da cobertura vegetal original nas áreas de cabeceiras e vertentes declivosas, além da manutenção e recuperação de matas ciliares.

Zona de Amortecimento: A proposta de delimitação da Zona de Amortecimento parte do princípio que a unidade espacial “Bacia Hidrográfica” é a mais adequada, sob o ponto de vista físico, biótico, cultural e sócio-econômico, para a gestão integrada dos recursos ambientais, sobretudo, os recursos hídricos. Nesse sentido, foi proposta como delimitação, a Sub-bacia do Alto Rio Juquiá, desde suas nascentes até a confluência do Rio do Peixe com o Rio Juquiá-Guaçu. Entende-se que a adoção de tal desenho implicaria em certos desafios para a gestão da área, uma vez que inclui áreas urbanizadas ou de expansão urbana dos municípios de Embu-Guaçu, Itapeperica da Serra, São Lourenço, Juquitiba e Ibiúna, No entanto, tais áreas já estão sob diplomas legais tais como a Lei Estadual de Proteção aos Mananciais (Lei nº 898/75, Lei 1172/76 e Lei nº 9866/97).

Embora a delimitação proposta para a Zona de Amortecimento restrinja-se à Bacia do Alto Rio Juquiá, as áreas circundantes que foram excluídas por não integrarem o referido sistema hidrogeomorfológico, também se apresentam como áreas de prioridade máxima de conservação. Tanto o PEJU como toda sua zona de abrangência constituem-se em importantes áreas a serem protegidas em função de seu potencial hídrico e, sobretudo, por corresponderem às áreas de interflúvios e nascentes de três importantes Unidades Hidrográficas do Estado de São Paulo: Bacia do Rio Ribeira de Iguape, Bacia do Alto Rio Paranapanema e Bacia do Rio Sorocaba/Médio Tietê.

Na Zona de Amortecimento foram destacadas categorias distintas:

Áreas de Influência Direta sobre o PEJU, que representam altíssimo risco aos componentes ambientais da UC, que correspondem às áreas de Influxos ou seja, cursos d’água que adentram o Parque, cujas nascentes e trechos de cursos d’água de pequenas ordens localizam-se fora dos limites da UC.

Áreas de Influência Indireta sobre o PEJU, que correspondem às áreas do entorno do PEJU. Embora os cursos d’água dessas sub-bacias não drenem diretamente para o interior da UC, são importantes contribuintes dos reservatórios e rios limítrofes ao



Parque. Embora a contaminação desses corpos d'água tenha seus efeitos um pouco mais restritos, não representando, portanto, ameaça aos demais recursos hídricos da UC, implicam em riscos de perturbações no ciclo hidrológico e na morfodinâmica da área, e sério risco de contaminação a todo conjunto faunístico do Parque. Estas foram subdivididas em:

a) Áreas de Alta Pressão Antrópica: Áreas que apresentam maior densidade de uso e ocupação do solo, portanto com menor grau de preservação ambiental. Deve-se, através de instrumentos legais de planejamento e controle, ordenar usos e ocupações de forma a promover a melhoria ambiental da área e minimizar impactos;

b) Áreas de Média Pressão Antrópica: Áreas que apresentam relativa densidade de uso e ocupação do solo, portanto grau de preservação ambiental ainda satisfatório em algumas porções, em função da presença de fragmentos florestais. Deve-se, através de instrumentos legais de planejamento e controle, promover a compatibilização de usos e ocupações, visando a conservação e melhoria ambiental da área; e,

c) Áreas de Baixa Pressão Antrópica: Áreas que apresentam relativo grau de preservação ambiental, em função da presença de maciços florestais. Recomendou-se considerar a possibilidade de criação de novas Unidades de Conservação nessas áreas, inclusive incentivando a criação de RPPNs, no caso de propriedades privadas. Tais iniciativas, além da proteção dos recursos hídricos e da manutenção de equilíbrio de processos do meio físico, podem contribuir para a manutenção e incremento da conectividade biótica da região contribuindo, inclusive, com a conservação do PEJU.

4 - CONCLUSÕES

Como resultado dos trabalhos desenvolvidos, além dos produtos e recomendações acima detalhados, foram também apresentadas propostas e recomendações de manejo para a área de estudo. Neste sentido, foram subdivididas conforme se apresenta:

A) Recomendações relativas à qualidade ambiental: Contendo recomendações e orientações quanto à locação de estradas e trilhas, impermeabilização do solo, pontes e outras formas de travessia dos corpos d'água, movimentação de terra, proteção de taludes, captação e escoamento de águas pluviais, disciplinamento dos fluxos pluviais nos caminhos e trilhas, caixas de retenção temporária de águas pluviais, recomposição da cobertura florestal em áreas prioritárias etc.



B) Manejo Emergencial: Sob a ótica dos componentes geomorfopedológicos, a porção do PEJU que requer ação emergencial e prioritária está localizada no entorno da Base Águas Claras, no qual constatou-se o seguinte cenário.

1. A configuração atual daquele espaço apresenta-se da forma exposta na Fig. 1.



Fig. 1 - Visão geral da Base de Águas Claras e seu entorno. Os destaques na figura referem-se: 1. Lago superior que, para efeito deste trabalho será designado “Lago 2”, já que à esquerda da foto e não inserido nela, encontra-se outro lago de menores dimensões localizado à montante deste; 2. Vertedouro construído em concreto e blocos ligando o “Lago 2” ao lago inferior, sobre o qual se encontra instalada ponte construída com laje pré-fabricada e concreto; 3. Base de Águas Claras; 4. Lago inferior, doravante denominado “Lago 3”; e, 5. Vertedouro do “Lago 3”, originalmente construído com tubos de concreto de aproximadamente 1,00 metro de diâmetro.

2- Ocorre que, fruto de vício de construção, e/ou infiltrações permanentes, e/ou fluxo de vazão de pico subestimado, a instalação apresenta-se totalmente danificada e semi-destruída, como se constata na Fig. 2.



Fig. 2 - (A) Estado de deterioração do Vertedouro do “Lago 2”. (B) Estado de deterioração do Vertedouro do “Lago 2” - Observa-se à esquerda, processo erosivo remontante, ocasionado por turbilhonamento em momentos de fluxo d’água intenso, colocando em risco a via de acesso sobre a barragem do lago. (C) Estado de deterioração do Vertedouro do “Lago 2”. Os destaques apontam: 1. Base em concreto sobre material de aterro da barragem do “Lago 2”. Constata-se que, fruto do intenso processo erosivo remontante, o aterro que suporta o vertedouro já foi erodido em aproximadamente 1,5 metros em direção ao Lago; 2. O processo descrito resultou, também, na retirada de viga de sustentação da ponte de concreto em aproximadamente um metro de comprimento. Salienta-se que tal viga foi originalmente construída em blocos de cimento, material pouco apropriado para esse fim; e, 3. A ponte de concreto fixada sobre o vertedouro e as vigas perdeu parte de sua sustentação e, já em 04/02/2009, apresentava uma inclinação de aproximadamente 10°, rebaixada no sentido montante/jusante.

3 – Conseqüências: Dada a extrema fragilidade em que se encontram a barragem e o vertedouro do “Lago 2”, é de se esperar que, muito em breve, em um período de forte elevação no afluxo de água no lago, a estrutura venha a se romper como um todo. Caso isso ocorra, um significativo volume de água será acrescido ao “Lago 3”, implicando em uma repentina sobrecarga ao vertedouro deste, em um curto período de tempo. Como agravante, o “Lago 3” também possui seu vertedouro comprometido em sua função, por motivos de vício de construção, e/ou infiltrações permanentes, e/ou fluxo de vazão de pico subestimado, assim como no “Lago 2”. Tal realidade pode ser constatada através das Figuras 3 e 4.



Fig. 3 - Estado de deterioração do Vertedouro do “Lago 3”, em 07/12/2008. Em 1 observa-se fluxo de saída do “Lago 3”, sem qualquer proteção, erodindo o solo abaixo da barragem. Em 2, tubulação sub-dimensionada, destinada à vazão de toda bacia de drenagem à montante. Em 3, aterro sob o leito carroçável da estrada, já totalmente suprimido pela erosão.



Fig. 4 - Estado de deterioração do Vertedouro do “Lago 3”. Em 1 observa-se porção do “Lago 3”. Em 2, o fluxo de saída do “Lago 3”, sem qualquer proteção, erodindo o solo abaixo da barragem. Em 3, aterro sob o leito carroçável da estrada, já totalmente suprimido pela erosão, com profundidade aproximada de 4 metros. Em 4, tubulação subdimensionada, destinada à vazão de toda bacia de



drenagem à montante, com diâmetro aproximado de 1 metro. Em 5, antigo leito carroçável da estrada interrompida pela erosão.

O acúmulo de água oriunda do “Lago 2” às águas do “Lago 3” poderá ocasionar a ruptura do vertedouro deste, já que está operando previamente, como devemos lembrar, em condições de forte fluxo. Uma possível, e bastante plausível, ruptura dos dois lagos provocaria significativos danos ambientais à jusante podendo, inclusive, acarretar perdas materiais e riscos às populações residentes próximas aos seus vales.

Posteriormente à ruptura dos lagos, novos impactos poderiam ser observados, principalmente no tocante aos aspectos geomorfológicos das áreas afetadas. Ambos os corpos d’água vem recebendo e acumulando, desde sua construção, forte aporte de sedimentos trazidos pelos cursos d’água que os abastecem, como é inerente a todo ambiente lacustre. Portanto, ao longo de anos, um grande volume de sedimentos finos decantou em seus leitos. Com a supressão desses ambientes, os cursos d’água retomariam suas dinâmicas anteriores, passando a erodir o antigo leito dos lagos, carreando os materiais para jusante. Dessa dinâmica podem-se apontar duas conseqüências, entre diversas outras possíveis:

- Primeiro, o vale pré-existente no entorno da Base Águas Claras voltaria a ser erodido, aprofundando seu leito e instabilizando suas margens que teriam, também, processos erosivos desencadeados e acelerados. Tais processos colocariam em risco as próprias instalações físicas da Base Águas Claras, construída sobre aterro às margens do “Lago 3”, resultando na necessidade de obras de contenção; e,
- O material erodido, como já dito, seria mobilizado para jusante, ocasionando danos socioeconômicos e ambientais, gerando assoreamento dos cursos d’água e vales – muitos destes utilizados para cultivo agrícola –, perda de nascentes e mananciais, alterações no ambiente aquático com reflexos na fauna e vegetação ciliar, entre outros.

A partir do grave quadro constatado, foram feitas as seguintes Recomendações, ainda no início do ano de 2009:

- a)- A proibição imediata e total, da passagem de veículos sobre a ponte existente sobre o vertedouro do “Lago 2”; b)- A imediata instalação de obras de readequação de medidas de vazão e recuperação dos vertedouros dos Lagos 2 e 3, minimizando os riscos de ruptura; c)- A construção de ponte sobre a estrada que margeia o limite do PEJU junto à Base águas Claras, adequando as dimensões do canal sob ela, de forma a permitir a livre passagem dos fluxos mais intensos; e, d)- Manejo da vegetação higrófitas que se



desenvolve às margens dos lagos, com sua supressão nas proximidades dos vertedouros, com vistas a impedir o entupimento destes e evitar acúmulo de pressão à montante.

5 – BIBLIOGRAFIA

CAMARGO, G.; OLIVEIRA, M. A. T. de. Análise tridimensional de volumes de solo e evolução de encosta em área afetada por erosão em voçorocas e em túneis no sul do Segundo Planalto paranaense. **Geosul**. Florianópolis, v. 14, n.27, p. 430-437, 1998.

CANUTO, J. R. **Origem dos diamictitos e rochas associadas do Subgrupo Itararé, no sul do Estado do Paraná e Norte do Estado de Santa Catarina**. 1985. 186 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo. São Paulo.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. **Manual de Métodos de Análise de Solos**. 1979.

FUCK, R. A. Nota explicativa da folha geológica de Quero-Quero. **Boletim da Universidade Federal do Paraná**, Curitiba, n. 19, 1966. 21p.

GOUDIE, A.; ANDERSON, M.; BURT, T.; LEWIN, J.; RICHARDS, K.; WHALLEY, B.; WORSLEY, P. **Geomorphological Techniques**. Londres: Routledge, 1994. 570 p.

OLIVEIRA, M. A. T. de; CAMARGO, G.; PAISANI, J.C.; CAMARGO FILHO, M. Caracterização paleohidrológica de estruturas sedimentares quaternárias através de análises macroscópicas e microscópicas: do registro sedimentar local aos indícios de mudanças globais. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v 28, n.2, p 183-195, 2001

PALKA, J. Nota explicativa da Folha Geológica de Porto Amazonas. **Boletim da Universidade Federal do Paraná**. Curitiba, n. 22, 21p, 1966.

SUGUIO, K. **Introdução à Sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1973. 280p.

THOMÉ JR., J. B. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997, 247p.



This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.