

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

Campus de Presidente Prudente

**O DIAGNÓSTICO FÍSICO-CONSERVACIONISTA -DFC
COMO SUBSÍDIO À GESTÃO AMBIENTAL DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO QUEBRA-PERNA,
PONTA GROSSA - PR.**

Silvia Méri Carvalho

Orientador: Profa. Dra. Nilza Aparecida Freres Stipp

Tese de Doutorado elaborada junto ao Programa de
Pós-graduação em Geografia - Área de
Concentração: Produção do espaço geográfico, para
obtenção do Título de Doutor em Geografia

PRESIDENTE PRUDENTE

DEZEMBRO/ 2004

Dedico especialmente esta tese a meu esposo Ruimar, companheiro de todas as horas, a minha mãe Durvina pela presença constante em minha vida e ao meu filho Otávio, grata surpresa no ano de 2001.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da FCT/ UNESP , *campus* de Presidente Prudente, pela possibilidade da realização de diversas atividades que contribuíram para o amadurecimento intelectual dos pós-graduandos.

À CAPES, pelo auxílio de custeio, por meio de bolsa PICDT, criando condições para a dedicação integral ao curso de Pós-Graduação, durante 4 anos.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela política docente, que procura incentivar a qualificação docente e especialmente a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, na pessoa do Pró-Reitor e técnicos administrativos que sempre estiveram dispostos a esclarecer e auxiliar no cumprimento das etapas inerentes do doutoramento.

Ao departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela concessão do tempo necessário para a realização do doutoramento.

À Professora Dra. Nilza Aparecida Freres Stipp, pela orientação, amizade e sobretudo pela presença decisiva e marcante nos momentos de atribulação.

Ao Professor Dr. Lindon Fonseca Matias, colega de departamento, pela amizade, disponibilidade e contribuição inestimável na área de geoprocessamento, ferramenta imprescindível nesta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Gilson Burigo Guimarães do Departamento de Geociências e Professores Drs. Márcia Freire Machado Sá, Carlos Hugo Rocha do departamento de Solos da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela disponibilidade em ouvir e pelas contribuições teórico-metodológicas fundamentais.

Aos professores Cicilian Luiza Löwen Sahr, Gilson Campos Ferreira da Cruz, Luiz André Sartori, Leonel Brizola Monastirski, Mário Sérgio de Melo, do departamento de Geociências, Rosimeri Segecin Moro do departamento de Biologia Geral, pelas contribuições bibliográficas.

Ao Nucleam – Núcleo de Estudos Ambientais da Universidade Estadual de Ponta Grossa, nas pessoas dos Professores Fernando Pilatti e Alceu Andrade, pela concessão de espaço físico, material bibliográfico e principalmente pela troca de idéias sempre bem vindas.

À Professora Joseli Maria Silva, pelo carinho e pelas sugestões sempre bem vindas.

Ao professor José Tadeu Lunardi do Departamento de Matemática e Estatística, pela atenção e gentileza no esclarecimento das dúvidas matemático-estatísticas.

À Geógrafa Andréia da Cruz, pela amizade e pelas horas dedicadas a esta pesquisa.

Aos acadêmicos Maurício da Costa Feldaus, Jason Luiz Sales Rosa e ao Geógrafo Átila Cristian Santana pela ajuda nas coletas de campo.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE GRÁFICOS	ix
LISTA DE QUADROS	ix
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FOTOS	xii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	Xiv
 INTRODUÇÃO	 1
 1. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO QUEBRA-PERNA.....	 4
1.1 Parâmetros morfométricos referentes à análise linear da rede hidrográfica	10
1.2 Parâmetros morfométricos referentes à análise areal da rede hidrográfica	13
1.3 Parâmetros morfométricos referentes à análise hipsométrica da rede hidrográfica.....	14
1.4 Análise dos dados morfométricos da Bacia do Rio Quebra-Perna.....	15
 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	 17
2.1 Fundamentos da relação homem-natureza.....	17
2.2 Gestão Ambiental: apontamentos para uma discussão teórica.....	28
2.3 A Bacia Hidrográfica como unidade de análise e de gestão ambiental.....	35
 3. METODOLOGIA.....	 45
3.1 Bases teóricas do Diagnóstico Físico-Conservacionista- DFC.....	46
3.2 Informações Gerais.....	52
 4. APLICAÇÃO DO DIAGNÓSTICO FÍSICO-CONSERVACIONISTA –DFC PARA A BACIA DO RIO QUEBRA-PERNA.....	 63
4.1 Setorização da Bacia.....	63
4.2 Cobertura Vegetal original – Parâmetro CV ⁵⁷	66
4.3 Proteção da cobertura vegetal atual ao solo – Parâmetro CA.....	69

4.4 Declividade média – Parâmetro DM.....	77
4.5 Erosividade da chuva – Parâmetro E.....	80
4.6 Potencial erosivo dos solos – Parâmetro PE.....	84
4.7 Densidade de drenagem - Parâmetro DD.....	97
4.8 Balanço hídrico – Parâmetro BH.....	97
4.9 Valor do processo de degradação da Bacia do Rio Quebra –Perna.....	102
 5 ESTADO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO QUEBRA-PERNA	106
5.1 Conflitos de uso da terra na Bacia do Rio Quebra-Perna.....	112
5.2 Proposta de uso racional da terra na Bacia do Rio Quebra-Perna.....	114
 6 SÍTIOS NATURAIS DE DESTAQUE NA BACIA DO RIO QUEBRA-PERNA	119
6.1 Caracterização dos Sítios Naturais.....	119
6.2 Unidades de Conservação na Bacia do Rio Quebra-Perna.....	135
6.3 Sítios Naturais e RPPN: uma parceria para conservação da biodiversidade na Bacia do Rio Quebra-Perna.....	138
 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	142
 8 BIBLIOGRAFIA.....	145
 ANEXOS.....	154

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Localização da Bacia do Rio Quebra-Perna (Ponta Grossa – PR).....	5
Figura 2 -	Geologia e Geomorfologia da Bacia do Rio Quebra-Perna (Ponta Grossa – PR).....	7
Figura 3 -	Setorização da Bacia do Rio Quebra-Perna (Ponta Grossa – PR).....	64
Figura 4 -	Hierarquia - Bacia Hidrográfica do Rio Quebra-Perna (Ponta Grossa – PR).....	65
Figura 5 -	Uso da Terra na Bacia do Rio Quebra-Perna/ 1980 (Ponta Grossa – PR).....	70
Figura 6 -	Uso da Terra na Bacia do Rio Quebra-Perna/ 2002 (Ponta Grossa – PR).....	72
Figura 7 -	Clinografia - Bacia do Rio Quebra-Perna (Ponta Grossa – PR).....	79
Figura 8 -	Hipsometria - Bacia Hidrográfica do Rio Quebra-Perna (Ponta Grossa – PR).....	81
Figura 9 -	Classes do Relevo - Bacia Hidrográfica do Rio Quebra-Perna (Ponta Grossa – PR).....	87
Figura 10	Potencial Erosivo - Bacia do Rio Quebra-Perna (Ponta Grossa – PR).....	92
Figura 11	Conflitos de uso – Bacia do Rio Quebra-Perna (Ponta Grossa-PR).....	113
Figura 12	Uso racional – Bacia do Rio Quebra-Perna (Ponta Grossa-PR).....	115
Figura 13	Sítios Naturais de destaque - Bacia do Rio Quebra-Perna (Ponta Grossa-PR).....	120
Figura 14	Plano de manejo – Parque Estadual de Vila Velha.....	122
Figura 15	Mapa de Zoneamento preliminar - APA da Escarpa Devoniana.....	136

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Extrato do Balanço Hídrico para a Bacia do Rio Quebra-Perna 1980/2001.....	99
Gráfico 2	Equação da Reta.....	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Modelo conceitual dos temas.....	47
Tabela 2 -	Metodologia Venezuelana e adaptações por Beltrame (1990).....	51
Tabela 3 -	Matriz de Identificação – Declividade, Classes do Relevo e Geologia – Bacia do Rio Quebra-Perna.....	89
Tabela 4 -	Índice Hídrico – Bacia do Rio Quebra-Perna, 1980/2001.....	100
Tabela 5 -	Fases administrativas do Parque Estadual de Vila Velha	123

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Bacia Hidrográfica do Rio Quebra-Perna- Hierarquia.....	10
Quadro 2 -	Parâmetros Morfométricos da Bacia do Rio Quebra-Perna por ordem Hierárquica.....	16
Quadro 3 -	Análise Morfométrica da Bacia do Rio Quebra-Perna.....	16
Quadro 4	Gestão Ambiental: Conceitos e Instrumentos de Gestão.....	33
Quadro 5	Tipos de Modelos conceituais elaborados para auxiliar no gerenciamento de Bacias Hidrográficas (BH) (modificado de STEINIZ, 1990.....	38
Quadro 6 -	Algumas Experiências de Consórcios de Bacias no território brasileiro.....	42
Quadro 7 -	Parâmetros, Símbolos e Subíndices adotados pela Metodologia do DFC- CIDIAT e MARNR.....	50
Quadro 8 -	Classificação quanto ao grau de semelhança para o Parâmetro CO.....	53
Quadro 9-	Classificação do tipo de Cobertura Vegetal quanto à proteção fornecida ao solo – Parâmetro CA.....	54
Quadro 10 -	Parâmetro CA – Índice de Proteção Total.....	55
Quadro 11-	Classes de Declividade e Subíndices – Parâmetro DM.....	56
Quadro 12-	Classificação dos Índices de Erosividade para o Estado de Santa Catarina.....	58
Quadro 13-	Escalonamento dos Índices do Potencial Erosivo, Qualificação e Símbolo respectivo.....	59
Quadro 14-	Classificação da Densidade de Drenagem – Parâmetro DD.....	60
Quadro 15-	Classificação Qualitativa dos valores do Balanço Hídrico e respectivos Símbolos para Santa Catarina.....	61
Quadro 16-	Setorização da Bacia do Rio Quebra-Perna.....	63
Quadro 17-	Vegetação Original - Bacia do Rio Quebra-Perna.....	67
Quadro 18-	Vegetação Original – por Setor na Bacia do Rio Quebra-Perna.....	68
Quadro 19-	Parâmetro CO por Setor – Bacia do Rio Quebra-Perna.....	69
Quadro 20-	Uso da terra nos setores e na Bacia do Rio Quebra-Perna - 1980	71

Quadro 21-	Uso da terra nos setores e na Bacia do Rio Quebra-Perna – 2002.....	71
Quadro 22-	Classificação da Proteção fornecida ao solo pelo tipo de Cobertura Vegetal.....	75
Quadro 23-	Parâmetro CA – Índice de Proteção Total.....	75
Quadro 24-	Índice de Proteção fornecido ao solo pela Cobertura Vegetal – por setores – Bacia do Rio Quebra-Perna.....	76
Quadro 25-	Parâmetro CA por Setor – Bacia do Rio Quebra-Perna.....	76
Quadro 26-	Classes de Declividade, respectivos índices e símbolos utilizados no Diagnóstico Físico-Conservacionista da Bacia do Rio Quebra-Perna...	78
Quadro 27-	Parâmetro DM por Setor – Bacia do Rio Quebra-Perna.....	78
Quadro 28-	Parâmetros Hipsométricos por Setores – Bacia do Rio Quebra-Perna...	80
Quadro 29-	Erosividade da chuva na Bacia do Rio Quebra-Perna no período de 1980 a 2001.....	82
Quadro 30-	Classificação dos Índices de Erosividade da Chuva para o Estado do Paraná em 2001.....	83
Quadro 31-	Parâmetro E por Setor – Bacia do Rio Quebra-Perna.....	84
Quadro 32-	Classes do Relevo - Bacia Hidrográfica do Rio Quebra-Perna (Ponta Grossa – PR).....	88
Quadro 33-	Matriz de Integração entre indicadores de Declividade e Relevo, Geologia e Potencial Erosivo para a Bacia do Rio Quebra-Perna.....	91
Quadro 34-	Escalonamento do Potencial Erosivo dos Solos da Bacia do Rio Quebra-Perna.....	94
Quadro 35-	Cálculo do Potencial Erosivo dos Solos por Setor - Bacia do Rio Quebra-Perna.....	95
Quadro 36-	Parâmetro PE por Setor – Bacia do Rio Quebra-Perna.....	96
Quadro 37-	Parâmetro Densidade de Drenagem por Setor - Bacia do Rio Quebra-Perna.....	97
Quadro 38-	Classificação Qualitativa dos Balaços Hídricos para o PR.....	101
Quadro 39-	Parâmetro BH por Setor – Bacia do Rio Quebra-Perna.....	101
Quadro 40-	Síntese dos Setores - Bacia do Rio Quebra-Perna.....	103
Quadro 41-	Unidades de Risco de Erosão por Setores da Bacia do Rio Quebra-Perna.....	105
Quadro 42	Conflitos de uso da terra - Bacia Hidrográfica do Rio Quebra-Perna	114

	(Ponta Grossa – PR).....	
Quadro 43	Proposta de uso racional da terra na Bacia Hidrográfica do Rio	116
	Quebra-Perna (Ponta Grossa – PR).....	

LISTA DE FOTOS

Foto 1	Furna do Buraco do Padre – Vista de cima.....	130
Foto 2	Escarpamento Buraco do Padre.....	131
Foto 3	Cachoeira da Mariquinha.....	132
Foto 4	Toquinhas.....	133
Foto 5	Passarela natural Furnas Gêmeas.....	134
Foto 6	Furnas Gêmeas.....	134

RESUMO

Os estudos de Bacias Hidrográficas, como unidade de gestão, estavam inicialmente voltados aos recursos hídricos, mas hoje contemplam também uma gama de aspectos, entre os quais a conservação do solo, o aumento da produtividade, a exploração econômica, as potencialidades turísticas e as relações sociais. A Bacia do Rio Quebra-Perna, objeto desta pesquisa, ocupa a porção leste do município de Ponta Grossa, na região dos Campos Gerais do Paraná e abriga, simultaneamente, inúmeros sítios naturais de importância local, regional e nacional além de intensa atividade agrícola, silvicultura, pecuária e remanescentes de vegetação nativa. Com o objetivo de diagnosticar os diversos aspectos físicos, bióticos e o uso da terra, visando a elaboração de diretrizes e estratégias de ação para um futuro processo de gestão, foi utilizada a metodologia do Diagnóstico Físico-Conservacionista, adaptada para o Brasil por Beltrame (1994). A metodologia permite, a partir de uma setorização da Bacia, a avaliação de sete parâmetros identificando o estado ambiental da mesma. Os resultados obtidos são unidades de risco de erosão (entre 0 e 100) por setor, sendo que na Bacia do Quebra-Perna os setores A e B apresentaram 33,9 unidades e o setor C 30,1 unidades de risco.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, gestão ambiental, rio Quebra-Perna, DFC

ABSTRACT

The studies of Hydrographic Basins, as units of management, were first turned to hydro resources, but today, they also contemplate a wider range of aspects, such as, soil conservation, increase of productivity, economic exploitation, tourist potentialities and social relations. The Quebra-Perna River Basin, object of this research, occupies the est side of the outskirts of Ponta Grossa, in the Campos Gerais region, in Paraná, and shelters, simultaneously, several natural sites of local, regional and national importance, besides intense agricultural activity, cattle ranch and remaining native vegetation. The methodology of the Physical-Conservationist Diagnostic, adapted for Brazil by Beltrame (1994), was used with the objective of diagnosing the diverse physical and biotic aspects, as well as the land manipulation, aiming the elaboration of guidelines and action strategies for a future management process. From a section division of the Basin, that methodology allows an evaluation of seven parameters that identify its environment situation. The results obtained are: erosion risk units (between 0 and 100) per sector, being that in the Quebra-Perna Basin, sectors A and B have presented 33,9 of them, and sector C has presented 30,1 risk units.

Key-words: hydrographic basin, environmental management, Quebra-Perna river

INTRODUÇÃO

São correntes os estudos que adotam as Bacias Hidrográficas como unidades de gestão no Brasil e no mundo. A propagação desses trabalhos possibilitou o aprofundamento teórico-metodológico das relações que envolvem a apropriação da natureza pelos diversos grupos sociais. Se inicialmente os trabalhos estiveram voltados para preservação de recursos hídricos, atualmente contemplam uma abordagem complexa, envolvendo a interação de vários outros elementos, como a conservação do solo, o aumento da produtividade, as atividades comerciais, a exploração econômica, as potencialidades turísticas e as relações sociais.

As formas de apropriação social da natureza, visando a exploração econômica de curto prazo, podem gerar um custo sócio-ambiental de difícil reversão e, sendo assim, o conhecimento dos elementos e das características de suas relações são cada vez mais relevantes para que se possa avançar no conhecimento científico e, também, na elaboração de políticas públicas que correspondam às demandas sócio-ambientais.

A Bacia Hidrográfica do Rio Quebra-Perna abriga simultaneamente inúmeros sítios naturais de importância local, regional e nacional (Parque Estadual de Vila Velha, Furna do Buraco do Padre, Furnas Gêmeas, Caverna das Andorinhas, Fortaleza, Buraco Grande, entre outros), além de intensa atividade agrícola, silvicultura (inclusive de plantas exóticas), pecuária e remanescentes de vegetação nativa.

Os sítios naturais representam um potencial para conservação da biodiversidade e o desenvolvimento de atividades voltadas ao ecoturismo. Apesar de alguns deles já terem tradicionalmente seus usos bastante diversificados – seja na área de lazer, turismo, ensino ou pesquisa – ainda não são devidamente organizados. Não existe um plano de manejo que os interligue e integre regionalmente, motivado pela falta de um conhecimento aprofundado e sistematizado sobre a maioria dos sítios naturais, pela carência de uma política de gestão integrada em diversos níveis governamentais, bem como nos empreendimentos particulares, os conflitos de interesse dos diferentes grupos envolvidos na utilização dessas áreas, além da carência de infra-estrutura adequada de uso e/ou proteção dos sítios naturais e falhas na divulgação dos sítios e na orientação dos usuários (HERTEL, 1995; MONASTIRSKY, 1996; ROCHA, 1995 e 1997 e MELO, 1997).

A noção de gestão, anteriormente embasada num conceito empresarial, assume hoje um papel relevante frente às inúmeras contradições e conflitos relacionados ao

desenvolvimento econômico e à proteção da natureza. O objeto da gestão tem sido claramente os recursos naturais, buscando, na racionalidade de seu uso, otimizar as modalidades de utilização e reprodução das condições ecológicas e antrópicas. A gestão ambiental faz parte de um processo mais amplo de gestão do território exigindo ações estratégicas articuladas, o que muitas vezes não ocorre, impossibilitando a implementação de políticas integradas de transformação sócio-espacial e de regulação dos comportamentos individuais e coletivos.

Diagnosticar os diversos aspectos físicos, bióticos e uso do solo na área da bacia hidrográfica do Rio Quebra-Perna visou contribuir na elaboração de diretrizes e estratégias de ação que possam desencadear num futuro processo de gestão.

Buscou-se a sistematização do objetivo acima por meio da estruturação dos elementos físicos, bióticos e socioeconômicos responsáveis pela dinâmica da Bacia do Rio Quebra-Perna; da análise do estado ambiental da Bacia, empregando a metodologia do Diagnóstico Físico-Conservacionista para Bacias Hidrográficas –DFC que resultou na proposição de uso racional da terra na Bacia do Rio Quebra-Perna; da localização dos sítios naturais de destaque da Bacia e da análise de seu potencial como estratégia para conservação da biodiversidade.

Em função da análise das questões levantadas estabeleceu-se a organização deste trabalho em oito capítulos. O primeiro apresenta uma caracterização da bacia hidrográfica do rio Quebra-Perna, abordando aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, climáticos, de cobertura vegetal e hidrológicos buscando a elaboração de uma base de dados digital centralizada e passível de utilização posterior. A análise dos parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica, que verifica o grau de consistência em relação aos fatores determinantes responsáveis pela sua estruturação, consistiu no estudo analítico de índices e parâmetros dos elementos componentes da rede de canais de drenagem.

O segundo capítulo responde pelo referencial teórico que aborda as diferentes nuances da relação homem-natureza, conforme a atuação dos atores e do contexto social envolvidos. Dá ênfase à necessidade da proteção do ambiente e quais estratégias têm sido adotadas para tal, apontando as discussões a respeito da dimensão atual do conceito de gestão, sobretudo a gestão ambiental e a adoção da bacia hidrográfica como unidade adequada para o tratamento dos componentes e da dinâmica das interrelações concernentes ao planejamento e à gestão do desenvolvimento, especialmente no âmbito regional.

O terceiro capítulo enfoca as etapas e atividades realizadas para desenvolvimento do tema ora proposto e as bases teóricas do diagnóstico físico-

conservacionista –DFC, metodologia proposta por Hidalgo (1990) e adaptada à realidade brasileira por Beltrame (1994). O DFC é um diagnóstico preliminar que embasa os demais a fim de compor o Diagnóstico Integral da Bacia -DIBH. A metodologia preliminar objetiva determinar o potencial de degradação ambiental de uma bacia hidrográfica, a partir de fatores naturais, como subsídio ao planejamento e manejo dos recursos naturais. Adota parâmetros potenciais selecionados em função de sua capacidade potencial intrínseca de contribuir para a degradação dos recursos naturais ou por refletirem essa degradação.

No quarto capítulo demonstra-se a aplicação efetiva do DFC para a bacia do rio Quebra-Perna, resultando no cálculo do valor do processo de degradação da bacia em função dos sete parâmetros adotados: cobertura vegetal original, índice de proteção da cobertura atual, declividade média, erosividade da chuva, potencial erosivo dos solos, densidade de drenagem e balanço hídrico. Os valores finais, ou seja, as unidades de risco de erosão por setor da bacia foram obtidos em percentuais utilizando-se a equação da reta.

Com base nessas informações, no quinto capítulo avalia-se o estado ambiental da bacia, destacando-se o processo de ocupação e transformação dessa área, os conflitos de uso da terra identificados e, a partir disso, apresenta-se uma proposta de uso racional da terra.

No sexto capítulo são apresentados sítios naturais de destaque na bacia do Quebra-Perna, como o Parque Estadual de Vila Velha, Sumidouro do Rio Quebra-Perna, Furna do Buraco do Padre, Cachoeira da Mariquinha, Toquinhas, Furnas Gêmeas e Dolina do Passo do Pupo. Em função da proximidade de vários sítios naturais das áreas de preservação permanente ou de remanescentes de vegetação nativa, são apontadas estratégias de ação para conservação da biodiversidade como, por exemplo, associação às unidades de conservação já existentes ou a serem criadas o que poderia auxiliar na composição de corredores ecológicos e no fluxo gênico de animais e plantas.

O sétimo capítulo, reservado às conclusões e considerações finais, procurou sedimentar algumas reflexões empíricas e metodológicas atreladas a esta pesquisa e retratar as condições ambientais da Bacia do rio Quebra-Perna. O oitavo capítulo é reservado para referenciar as bibliografias que contribuíram na elaboração da tese.

A abordagem teórico-metodológica aplicada nesta pesquisa é norteadada pela análise sistêmica e, desta forma, a bacia hidrográfica do rio Quebra-Perna, recorte espacial desse estudo, foi considerada um sistema natural aberto ou um sistema ambiental apto à aplicação do diagnóstico físico-conservacionista.

1- CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO QUEBRA-PERNA

A área de estudo abrange a Bacia Hidrográfica do Rio Quebra-Perna, localizada entre as coordenadas 25° 10' e 25° 15' de latitude Sul e 49° 45' e 49° 60' de longitude Oeste (615000/595000 e 7220000/7205000 UTM) ocupa a porção leste do Município de Ponta Grossa e está inserida na região dos Campos Gerais, situada no segundo planalto paranaense, abrangendo uma área de cerca de 10.166,11 ha (figura 1).

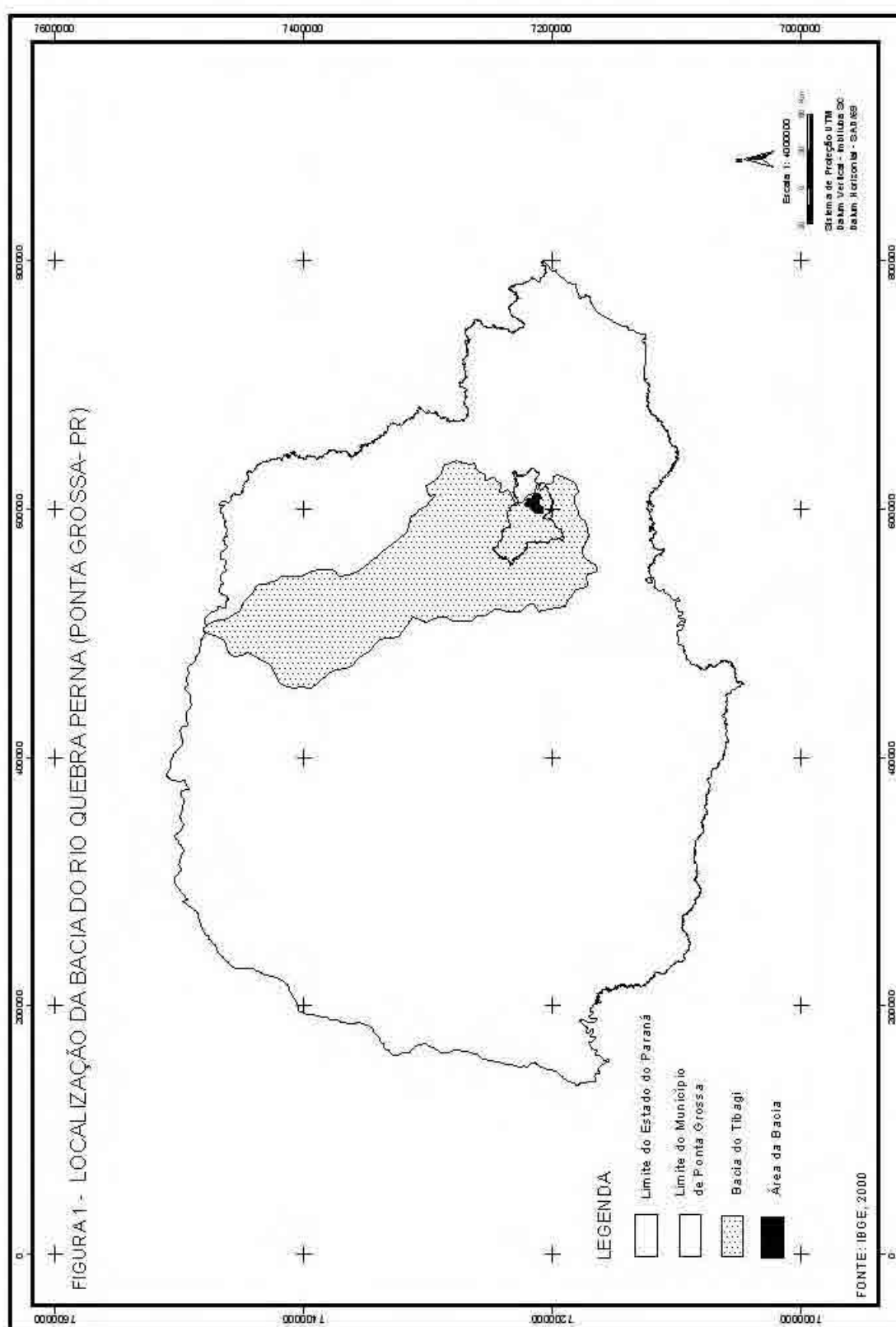
O leito do rio Quebra-Perna encontra-se sobre os arenitos da Formação Furnas (devoniano) encaixando-se em estruturas (falhas, diques, fraturas) nas direções NE-SW associadas à atividade do Arco de Ponta Grossa, importante alto estrutural da Bacia do Paraná com atividade máxima no Mesozóico (SANTANA e MELLO, 2001, p.70). Observam-se também vários cursos intermitentes que aparecem nos períodos de maior precipitação.

Na Bacia do Rio Quebra-Perna, na região das nascentes, ha ocorrência de várias depressões provocadas pela evolução dos processos erosivos internos conhecidos por "pipping", formando várias furnas na região do Passo do Pupo, onde se encontram as Furnas Gêmeas, Buraco do Padre, galerias e anfiteatros naturais, e que se constitui em atração turística adicional externa ao Parque Estadual de Vila Velha (PEVV).

Em seu curso inferior o Rio Quebra-Perna atravessa o PEVV, drenando a maior parte do parque desaguardo no Rio Guabiroba após cruzar a rodovia BR-376, onde ocorre a confluência com o Rio Barrozinho.

A estruturação da rede de canais fluviais é decorrente da interdependência entre os elementos que compõem a paisagem ambiental, sendo que o seu equilíbrio advém do comportamento harmonizado dos processos que ocorrem.

De acordo com os aspectos geológicos, na Bacia do Rio Quebra-Perna (Figura 2) ocorrem aluviões quaternários, diques de diabásio, além do Grupo Itararé, Formação Furnas e Formação Ponta Grossa, e intenso falhamento, bem como fraturas e furnas (MELO, 1999). Os sedimentos quaternários aparecem na forma de aluviões nas planícies de inundação dos rios, inclusive do Quebra-Perna, porém em menor escala.



Os diques de diabásio, falhas e fraturas, derivados da estrutura denominada Arco de Ponta Grossa, de grande importância dentro da Bacia do Paraná, “é um arqueamento na forma alto estrutural com eixo inclinado para NW, ativo desde o Paleozóico, mas palco de intensa atividade tectônica, sobretudo no Mesozóico” (MELO, 1999 p.31). O Grupo Itararé ocorre de forma descontínua, constituindo morros testemunhos (onde aparecem os Arenitos de Vila Velha) e platôs descontínuos. A Formação Furnas é constituída por arenitos médios e grossos de coloração clara, relativamente homogênea, e a Formação Ponta Grossa, constituída por folhelhos e arenitos finos (MELO, 1999).

As características climáticas da região onde se localiza a Bacia do Rio Quebra-Perna foram descritas por (MAACK, 1981, p.187) como apresentando clima do tipo **Cfb**, clima quente-temperado, sempre úmido, com temperatura média do mês mais frio inferior a 18° C, a temperatura do mês mais quente inferior a 22°C, não existindo estação seca definida.

Segundo Caramori (2002, p.3) existem basicamente três grandes massas de ar que influenciam a área circundante da Bacia: **Polar**, **Tropical Continental** e **Tropical Marítima**.

As Massas de ar Polar e Tropical Continental interagem entre si, sendo a grande causa da formação das frentes frias, inclusive nesta região. A Massa Polar é a responsável pelas ondas de frio que ocorrem no centro-sul do país, podendo causar geadas e resfriamentos. As massas polares continentais ocorrem com maior frequência de abril a agosto, mas ocorrem também nos outros meses do ano. A massa polar atlântica ocorre com maior frequência que a continental e pode chegar à região com maior facilidade nos outros meses do ano.

A **Massa Tropical Continental**, caracterizada pela baixa umidade e altas temperaturas, tem sua origem no interior do continente. Pode durar mais de 15 dias, causando o fenômeno conhecido como "veranico", caracterizado por seca e altas temperaturas.

A **Massa Tropical Atlântica** quente e úmida é responsável pela ocorrência de intensas precipitações ao atingir a costa litorânea; mesmo perdendo intensidade, parte do ar úmido pode atingir o primeiro planalto, causando nebulosidade e chuvas de baixa intensidade.

Tanto Maack (1981) quanto Caramori (2002) nas análises das suas séries temporais, são unânimes quanto ao comportamento térmico e pluviométrico para a região, em termos mensais, embora haja sutis diferenças em termos numéricos. A média térmica anual é de 17,4° C, sendo o mês mais quente janeiro (21,4° C) e o mês mais frio julho (13,8° C).

A amplitude térmica, bem marcada durante o ano, apresenta valores em torno de 10° a 11° C, evidenciando as diferentes estações. O período de maior risco de geadas concentra-se entre maio e agosto.

Os índices pluviométricos apontam o mês de janeiro como o mais chuvoso (168mm) o mês de agosto como o mais seco (78mm) e uma precipitação média anual de 1554 mm. “Embora haja redução das chuvas durante o inverno, o volume médio é considerado satisfatório para atender a demanda hídrica das plantas, pois nesta época do ano as perdas por evaporação e transpiração também são reduzidas” (CARAMORI,2002, p.8). A evaporação média anual é de 930 mm, valor este muito inferior ao total anual de precipitação, indicando que na média anual não ocorre deficiência hídrica na região.

A velocidade média do vento é relativamente alta durante todo o ano, mantendo-se entre 3 e 4 m/s e, quanto às direções predominantes dos ventos, a direção **NE** se destaca das demais, com 34% dos ventos, as direções **E** com 17%, **NW** com 15% e **SE** com 11%.

Predominam nesta região os campos limpos, caracterizando por extensas áreas de gramíneas, do tipo savana gramíneo-lenhosa, ocorrendo matas e capões em torno das nascentes. Esta formação, incluída na zona fitoecológica da Floresta Ombrófila Mista (VELOSO, et al. 1991) apresenta dominância de *Araucária angustifolia* que se sobressai nas florestas, e os campos são as áreas freqüentemente utilizadas na pecuária e também para a agricultura.

Segundo o PLANO DE MANEJO DO PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA (2001) os solos da região do Quebra-Perna têm uma textura predominante arenosa ou média, com argila de baixa atividade, são solos frágeis e de elevada susceptibilidade à erosão, dominando os solos litólicos, câmbicos e podzólicos, e possuem grande quantidade de afloramentos rochosos. Os tipos pedológicos predominantes na área da Bacia estão mapeados como Litossolos e Latossolos Vermelho Escuro. Suas características são descritas por ROCHA et al ,1969 (apud PLANO DE MANEJO DO PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA ,2001):

a) Litossol – Fase Substrato Folhelho (NEOSSOLOS LITÓLICOS)

Solos rasos, moderadamente drenado e baixa fertilidade natural, ocorrem em áreas relativamente restritas, quase exclusivamente nos vales dos rios.

b) Litossol – Fase Substrato Arenito (NEOSSOLOS LITÓLICOS)

Solos rasos, muito susceptíveis à erosão, apresentam severas limitações ao uso agrícola.

c) Latossol Vermelho Escuro

Solo com boa profundidade, textura argilosa, permeabilidade, resistência à erosão. Apresenta baixa a moderada fertilidade natural, muito embora responda bem às adubações. É o melhor solo da região.

Para VIESSMAN, HARDAUGH, KNAPP (apud VILLELA e MATTOS (1975, p.6) a bacia hidrográfica é “uma área definida topograficamente, drenada por um curso d’água ou um sistema conectado de cursos d’água, tal que toda vazão efluente seja descarregada através de uma simples saída: a foz.”

A análise morfométrica da bacia hidrográfica, para CANALI (1986) consiste no estudo analítico de índices e parâmetros dos elementos componentes da rede de canais de drenagem, segundo princípios e leis da sua constituição, para verificar o grau de consistência em relação aos fatores determinantes responsáveis pela sua estruturação.

Na geomorfologia, as bacias hidrográficas demonstram um relacionamento sistêmico entre seus componentes, pois o relevo resulta da integração dinâmica das forças exógenas, resistência da litologia e forças endógenas (RAFAELI NETO, 1994, apud FERRETTI, 1998).

Analizando bacias hidrográficas, poderemos levantar dados importantes à monitoria ambiental, sobre forma, processo e material, além de dados relacionados à hidrologia e atividades biológicas. Estas informações, se analisadas numericamente, podem ser transformadas em modelos matemáticos probabilísticos, que permitirão previsões e/ou servir para regionalizar (ALMEIDA, 1982, p.11).

Para a elaboração da análise morfométrica da Bacia do Rio Quebra-Perna, foram levantadas informações, por meio de documentos cartográficos.

Para a confecção das Cartas hidrográficas e geológicas, utilizaram-se, além de Cartas topográficas, fotografias aéreas para um maior detalhamento das informações.

A partir das cartas topográficas do Ministério do Exército- Departamento de Engenharia e Comunicações, 1967, em escala 1:50.000, com equidistância de 20 metros entre as curvas de nível, traçou-se o limite da Bacia. Foram utilizadas as seguintes folhas: Folha Itaiacoca e Folha Ponta Grossa

Estas informações também foram utilizadas para a confecção da Carta Clinográfica e Carta Hipsométrica, de vital importância para a análise hipsométrica e areal da

Bacia. A Carta hidrográfica foi feita, a partir de interpretações das ortofotos do ano de 2002, em escala 1:30.000, fornecidas pelo L.A.M.A. (Laboratório de Mecanização Agrícola) do Departamento de Solos da Universidade Estadual de Ponta Grossa, com o auxílio de estereoscópio de mesa.

A Carta geológica foi adaptada do Mapa Geológico de Ponta Grossa e Itaiacoca, em escala 1:50.000 sendo, posteriormente, detalhada a partir da fotointerpretação, incluindo-se também as feições geomorfológicas que têm participação, no momento da setorização da Bacia.

Os parâmetros morfométricos analisados para a Bacia do Quebra-Perna seguem a metodologia proposta por CANALI, 1986, apud FERRETTI (1998 p.58).

A Bacia do rio Quebra-Perna possui uma área de 101,66 km², apresentando um total de 277 canais. O quadro a seguir demonstra a hierarquia e as extensões dos mesmos.

Quadro 1 - Bacia Hidrográfica do Rio Quebra-Perna –Hierarquia

Ordem	Nº de Canais	Extensão (m)	Extensão Média (m)	Extensão (Km)
1 ^a	200	88.346,20	441,73	88,35
2 ^a	56	50.383,10	899,70	50,38
3 ^a	15	24.739,50	1649,30	24,74
4 ^a	5	9.596,43	1919,29	9,60
5 ^a	1	17.203,89	17.203,89	17,20
TOTAL	277	190.269,81	686,89	190,27

1.1 Parâmetros Morfométricos referentes à Análise Linear da Rede Hidrográfica

Nesta análise, os índices e relações referentes à rede hidrográfica foram obtidos a partir de medidas efetuadas ao longo das linhas de escoamento, de acordo com Canali (1986).

a) Relação de Bifurcação - Rb

Obtida através da seguinte fórmula:

$$Rb = N_w / N_{w+1}$$

onde Rb é a relação de bifurcação, N_w é o número de segmentos de determinada ordem e N_{w+1} , número de segmentos da ordem imediatamente superior.

Este parâmetro foi definido por HORTON (1945) como sendo a relação entre o número total de segmentos de um certa ordem e o número total dos segmentos da ordem imediatamente superior. Adotando-se a Hierarquização Fluvial de STRAHLER, o resultado não poderá ser inferior a 2.0 (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.110; CANALI, 1986, p.72).

Com base na relação de bifurcação, HORTON (1945) expressou a Lei do Número de Canais: “em uma bacia determinada, a soma dos números de canais de cada ordem forma uma série geométrica inversa, cujo primeiro termo é a unidade de primeira ordem e a razão é a relação de bifurcação”.

b) Relação Ponderada de Bifurcação- Rpb

Este parâmetro foi definido por STRAHLER (1972) e por SCHUMM (1956) com o objetivo de encontrar um índice de bifurcação mais representativo. Para CHRISTOFOLETTI (1969) segundo CANALI (1986, p.73) este índice é obtido multiplicando-se o Rb de cada conjunto de duas ordens sucessivas pelo número total de canais envolvidos nessa relação. Após a multiplicação de todas as ordens da bacia estudada, divide-se a soma total dos produtos obtidos pela soma total de canais encontrados na bacia. O valor médio encontrado é a relação ponderada de bifurcação.

c) Relação entre o Comprimento Médio dos Canais de Cada Ordem - Rlm

$$Rlm = Lm_w / Lm_{w-1}$$

onde Rlm é a relação entre os comprimentos médios dos canais, Lm_w é o comprimento médio dos canais de determinada ordem e Lm_{w-1} é o comprimento médio dos canais de ordem imediatamente inferior.

HORTON (1945) através deste parâmetro, expressou a Lei com Comprimentos Médios dos Canais (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.110; CANALI, 1986, p.74):

Em uma determinada bacia, os comprimentos médios dos canais de cada ordem ordenam-se segundo uma série geométrica direta, cujo primeiro termo é o comprimento médio dos canais de 1ª ordem, e a razão é a relação entre os comprimentos médios.

d) Comprimento do Rio Principal

Distância da foz até a(s) nascente(s) (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.111)

e) Extensão do Percorso - Eps

É a distância média percorrida pelas enxurradas entre o interflúvio e o canal permanente, correspondendo a uma das variáveis independentes mais importantes, pois afeta tanto o desenvolvimento hidrológico como o fisiográfico das bacias de drenagem.

Durante a evolução do sistema de drenagem, a extensão do Eps está ajustada ao tamanho apropriado relacionado com as bacias de 1ª ordem, sendo, aproximadamente, igual à metade do recíproco do valor da densidade da drenagem.

Calcula-se, de acordo com CHRISTOFOLETI (1980, p.111) a partir de:

$$\text{Eps} = 1 / 2\text{Dd}$$

onde Eps é a extensão do percurso superficial e Dd é a densidade de drenagem.

f) Gradiente dos Canais

Relação entre a diferença máxima de altitude entre o ponto de origem e o término com o comprimento do canal fluvial. Indica a declividade do canal.

HORTON (1945) confrontando a declividade dos canais de cada ordem, enunciou a Lei da Declividade Média dos Canais (CHRISTOFOLETI, 1980, p.112; CANALI, 1986, p.77):

em uma determinada bacia ha uma relação definida entre a declividade média dos canais de certa ordem e a dos canais de ordem imediatamente superior, que pode ser expressa por uma série geométrica inversa, na qual o primeiro termo é a declividade média dos canais de 1ª ordem e a razão é a relação entre os gradientes dos canais.

Calcula-se a partir da fórmula:

$$\text{Rgc} = \text{Gc}_w / \text{Gc}_{w+1}$$

onde Rgc é a relação dos gradientes dos canais, Gc_w é a declividade média dos canais de determinada ordem e Gc_{w+1} é a declividade média dos canais de ordem imediatamente superior.

g) Índice de Sinuosidade - Sin

Este parâmetro indica se ha predomínio de transporte, sedimentação ou erosão. Fator adimensional.

Calcula-se a partir de:

$$\text{ISin} = L / \text{Lt}$$

onde ISin é o índice de sinuosidade, L é o comprimento do rio principal e Lt é o comprimento do eixo da bacia.

h) Comprimento Médio dos Canais - Lm

Relação entre a extensão total dos rios e o número total de rios.

$$Lm = Lu / Nu$$

onde Lm é o comprimento médio dos rios, Lu é a extensão total dos rios e, Nu é o número total de rios.

1.2 Parâmetros Morfométricos Referentes à Análise Areal da Rede Hidrográfica

Estes parâmetros são obtidos através de medições lineares e planimétricas.

a) Área da Bacia – A

Refere-se a toda área drenada pelo conjunto do sistema fluvial, fornecida em m² ou Km², principalmente.

b) Forma da Bacia – Ff

Relação entre a largura média e o comprimento da bacia.

$$Ff = A / L^2$$

Onde:

Ff é o fator forma

A é a área da bacia e

L é o comprimento do eixo.

Quando o resultado for 1,0 a forma da bacia será mais arredondada, o que causa maior probabilidade de enchentes, pois choverá em toda a bacia. Resultado inferior a 1,0 a forma será mais alongada, o que reduz a probabilidade de enchentes repentinas, podendo ocorrer mais suavemente.

c) Densidade de Rios – Dr

Consideram-se neste item, as nascentes dos rios. Relação entre as nascentes e a área da bacia, representando o comportamento hidrográfico da bacia em um de seus aspectos fundamentais: a capacidade de gerar novos cursos d'água.

Calcula-se a partir da fórmula:

$$Dr = N / A$$

onde Dr é a densidade de rios, N é o número de nascentes e A é a área da bacia.

d) Densidade de Drenagem - Dd

Correlaciona o comprimento total dos canais com a área da bacia hidrográfica.

$$Dd = Lt / A$$

Onde Dd é a densidade de drenagem, Lt é o comprimento total dos canais e A é a área da bacia.

Representa o grau de dissecação topográfica. onde a densidade de drenagem é baixa, a presença de rios é menor, pois os solos são mais permeáveis, ocorrendo o predomínio da infiltração sobre o escoamento superficial. onde a densidade de drenagem é mais alta, ha maior número de rios, pois os solos são mais impermeáveis, ocorrendo o predomínio do escoamento superficial sobre a infiltração.

e) Coeficiente de Manutenção - Cm

Fornece a área mínima necessária para a manutenção de 1 metro de canal de escoamento.

Calcula-se a partir de:

$$Cm = 1 / Dd \times 1.000$$

Onde Cm é o coeficiente de manutenção e Dd é a densidade de drenagem.

1.3 Parâmetros Morfométricos referentes à Análise Hipsométrica da Rede Hidrográfica**a) Amplitude Altimétrica Máxima da Bacia – Hm**

Diferença altimétrica entre a altitude da foz e a altitude do ponto mais alto do divisor topográfico.

b) Relação de Relevo - Rr

Relação entre a amplitude altimétrica máxima e a maior extensão da bacia, medida paralelamente ao rio principal.

Obtida através de:

$$Rr = Hm / Lb$$

Onde Rr é a relação de relevo, Hm é a amplitude topográfica máxima e Lb é o comprimento da bacia.

c) Índice de Rugosidade - Ir

Combina a declividade e comprimento das vertentes com a densidade de drenagem.

Calcula-se através da fórmula:

$$Ir = H \times Dd$$

Onde Ir é o índice de rugosidade, H é a amplitude altimétrica e Dd é a densidade de drenagem.

Quando o resultado for alto, indica vertentes íngremes e longas, mas pode ocorrer de áreas com alta densidade de drenagem e baixa amplitude altimétrica serem tão rugosas quanto áreas com baixa densidade de drenagem e alta amplitude altimétrica. Para Patton e Baker (apud CHRISTOFOLETTI 1980, p.121) áreas potencialmente assoladas por cheias relâmpagos são possuidoras de altos índices de rugosidade, pois incorporam a fina textura de drenagem, com o comprimento mínimo do escoamento superficial em vertentes íngremes e altos valores dos gradientes de canais.

d) Textura da Topografia - Tt

Representa numericamente o grau de entalhamento topográfico realizado pelos rios, sendo de importância fundamental no estudo da dissecação do relevo.

Calcula-se a partir de:

$$\log Tt = 0,219649 + 1,115 \log Dd$$

Onde Tt é a textura da topográfica e Dd é a densidade de drenagem.

1.4 Análise dos Dados Morfométricos da Bacia do Rio Quebra-Perna

A seguir, são relacionados os dados obtidos a partir da análise numérica dos parâmetros que compõem as análises linear, areal e hipsométrica desta Bacia Hidrográfica.

Quadro 2- Parâmetros Morfométricos da Bacia do Rio Quebra-Perna
por ordem Hierárquica

Ordem	Rb Unid.	Rpb Unid.	Rlm (m)	Rgc %
1ª				
2ª	3,5	896,0	2,03	1,6
3ª	3,7	262,7	1,83	1,7
4ª	3,0	60,0	1,16	2,0
5ª	5,0	30,0	8,96	1,6

Quadro 3 - Análise Morfométrica da Bacia do Rio Quebra-Perna

Ext.Rio Principal (m)	Rpb (m)	Eps (Km/ Km ²)	ISin (Km)	Lm (m)	A (Km ²)	Ff (m)	Dr (Unid./ km ²)	Dd (Km/ Km ²)	Cm (Km/Km ²)	Hm (m)	Rr (m)	Ir (m/ Km ²)	log Tt (Km/ Km ²)
23.411,98	4,5	0,267	1,105	686,89	101,69	0,226	1,96	1,870	0,000535	300	0,012	0,561	3,3521

Com relação ao gradiente dos canais os maiores valores são observados entre os canais de 3ª e 4ª ordem, ou seja, 2% e, a amplitude altimétrica máxima chega a 300m, resultado da presença de várias elevações (platôs) ao longo da bacia. Com base no índice de sinuosidade encontrado, considerado baixo, ocorre na bacia o predomínio de transporte sobre a sedimentação ou erosão. A forma da bacia mais alongada e o índice de rugosidade baixo reduzem a possibilidade de enchentes repentinas. A densidade de drenagem (1,87 km/km²) é considerada mediana apresentando na porção leste da bacia uma densidade mais alta (quadro 37).

Trabalhos posteriores poderiam explorar a possibilidade de inserção desses parâmetros à função que exprime o estado físico-conservacionista para cada setor da bacia.

2- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1- Fundamentos da relação Homem -Natureza

A relação homem-natureza tem revelado nuances diferenciadas, conforme a atuação dos atores envolvidos e do contexto social associado. Acredita-se que a retomada ou a busca da recuperação de uma relação mais sagrada, até mesmo mística, seria resultado de uma transformação do ser humano; no entanto o que está mais evidenciado é na verdade a preocupação com a escassez futura dos recursos naturais.

A idéia de desenvolvimento sustentável pressupõe a continuidade da exploração destes recursos, porém de maneira mais racional, o que é louvável, não fosse a preocupação única e exclusiva de garantir a permanência a longo prazo do ser humano neste planeta. As estratégias de gestão, propostas verdadeiramente por muitos como alternativas de uma relação harmônica entre o homem e a natureza, são encaradas por outros como forma de driblar as conseqüências resultantes desta relação, hoje de domínio, do administrador frio e calculista que o ser humano vem se tornando.

A relação é o cordão umbilical que prende o Homem à Mãe-Terra. É também o canal que faz circular vida, energia e recursos entre a sociedade humana e o Meio Ambiente. Como a humanidade ainda está em gestação e ‘o universo inteiro sente dores de parto’, o cordão umbilical não poderá sofrer cisão, Dado que a sociedade ainda não completou seu pleno desenvolvimento e o Meio Ambiente funciona como a contra-parte da Natureza, o canal não poderá ser fechado. Enfim, sabendo-se que o Homem não vive sem a Natureza e a sociedade não se desenvolve sem o Meio Ambiente, sua relação de vida devem ser mantidas indefinidamente, revistas e melhoradas como todas as boas edições de obras de valor” (COIMBRA, 1985:124).

Coimbra (1985) propõe reunir em três grandes grupos os fundamentos da relação Homem – Natureza, “pois estes grupos de dados culturais correspondem significativamente à formação histórica dos países do Ocidente, resultantes da fusão da cultura greco-romana e das tradições judaico-cristãs com as nações bárbaras que se alastraram pela Europa a partir do Século IV”.

O tríptico fundamento que determina as relações Homem-Natureza seria: *filosófico* (compreendendo todas as formas de conhecimento) *religioso* e *político*.

1) **Posicionamento filosófico:** o atual posicionamento filosófico do homem face à natureza aponta para três indicadores: a dessacralização da Natureza, a quantificação do mundo, a exploração do meio ambiente.

a) *dessacralização da natureza*: para o homem moderno, enquadrado nos moldes tecnológicos ou investido de decisões tecnocráticas, a natureza não tem alma, sendo o mundo considerado como um amontoado de coisas que lhe compete simplesmente conhecer e ordenar conforme os fluidos do seu intelecto privilegiado. Posição contrária àquela do homem das cavernas, que passava seus dias num misto de espanto ante os fenômenos naturais e de adaptação elementar às condições do meio.

Dentro do enfoque da filosofia clássica, para o homem o próprio conteúdo do universo tem um aspecto sagrado, em que os fenômenos do cosmos são ricos em significado e falam ao homem de uma realidade que o transcende. O caráter simbólico posteriormente dá lugar aos estudos da natureza em si mesma, concreta e sensível. Só mais tarde é que o filósofo se voltou para as abstrações. Decorrido muito tempo processou-se um deslocamento da interpretação simbólica da natureza para o naturalismo, deixou-se a metafísica contemplativa para se aderir à filosofia racionalista.

A natureza despojada tornou-se dessacralizada para o homem moderno, para o qual não é mais o intelecto humano, mas as máquinas que decidem o que é o homem, o que é inteligência, o que é verdade. “Tenhamo-nos por recompensados: relacionarmos com a Natureza como quem se relaciona com o sagrado aumentará em nós a alegria de viver e o encanto de existir” (COIMBRA, 1985:131).

b) *Quantificação do mundo*: sem dúvida, foram as ciências que possibilitaram a mecanização, racionalizando os gestos humanos nos processos de produção. Mas a índole meramente quantitativa e material das ciências também pode ser indicada como responsável pelo ambiente sufocante dos nossos grandes centros urbanos.

Manietada por relações quantitativas, a ciência mecanicista recusa-se a estender as mãos a outros tipos de relações não materiais. Ao fim, esta concepção quantitativa da natureza, transformada em mito pela tecnologia, começou a dominar toda a vida. “Neste entrementes, abalada já pelo confronto Homem-Natureza, ela não tardará a mostrar a sua clamorosa insuficiência, que experimentamos tanto na elaboração do pensamento quanto nos programas corriqueiros da vida” (COIMBRA, 1985:134). A concepção quantitativa da natureza não pode esconder a sua decepcionante insuficiência, porque a concepção qualitativa não é o guia mas somente o reboque da nossa caminhada.

c) *Exploração do meio ambiente*: o índio de Seattle criticava as atitudes do homem, quando afirmou:

o homem branco trata sua mãe, a terra, e seu irmão, o céu, como coisas que podem ser compradas, saqueadas, vendidas como carneiros ou enfeites coloridos. Seu apetite devorará a terra, deixando somente um deserto... “O comportamento do homem moderno, dominador é aquele da exploração, a “exploração-espoliação”, que extravasa do relacionamento com a natureza e os ecossistemas, para o relacionamento com o meio ambiente que ele próprio criou à sua imagem e semelhança, a cidade.

A criação de novas tecnologias para atenderem à demanda social leva a uma expansão descontrolada do consumo, processando-se aí uma reação em cadeia, criando problemas sociais e políticos, interferindo seriamente nas relações internacionais.

A mineração, privatização de praias, agrotóxicos, escoriação de jacarés, derrubada de florestas amazônicas, loteamentos, substituição indiscriminada da agricultura de alimentação pela extração ou pelas monoculturas da moda - tudo isto reflete a exploração-espoliação canonizada como santa padroeira do capitalismo universal. De fato a atitude de desafio que a civilização moderna adotou perante a natureza evidencia um espantoso desequilíbrio entre nós próprios, os seres humanos, e entre nós e o meio ambiente.

2) **Fundamento religioso:** a religião constitui um apreciável patrimônio entre todos os povos e através de todos os tempos. Mesmo que não se queira atribuir ao fato religioso uma dimensão *transcendental sobrenatural*, é preciso admitir que ele tem uma dimensão *transcendental histórica*. O fato religioso é um fato histórico, situável e datável, que não só exerce enorme influência sobre a sociedade como ainda, e especialmente, chega até os escaninhos do coração humano, onde apenas o amor ou o ódio encontra seu último reduto.

O que nos importa no momento é a verificação de que a religião inspira o comportamento do homem em face da natureza e, por conseguinte, é fator que atinge a realidade ambiental. Um exemplo elucidativo foi a “Campanha da Fraternidade 1979”, promovida pela Conferência Nacional dos Bispos do Brasil, inteiramente consagrada às preocupações ambientais, sob o tema básico de “Ecologia- Preserve o que é de todos”.

Eliade (apud COIMBRA, 1985) afirmou que “para o homem religioso, a natureza nunca é apenas ‘natural’; está sempre carregada de valor religioso. Isto se explica facilmente, dado que o Cosmos é uma criação divina; saído das mãos de Deus, o mundo está impregnado de uma qualidade sagrada”. Este comportamento pode ser reconhecido na visão contemplativa do mundo no “Cântico das Criaturas” de Francisco de Assis. O homem urbano, metido nos engradados das cidades verticais e compactas, vem perdendo o sentido semântico

e real da Natureza; em breve ele não terá mais contato com a terra, com fogo, com alimentos naturais, e vai afogar-se numa avassaladora produção de sintéticos.

Para NASR (apud COIMBRA, 1985:142) :

pode-se dizer, com pesar ainda maior, que não ha uma teologia da natureza que possa fornecer satisfatoriamente uma ponte espiritual entre o homem e a natureza... enquanto a teologia for compreendida como uma defesa racional dos princípios da fé, não haverá meio de penetrar no significado interno dos fenômenos naturais e de torná-los espiritualmente transparentes. Somente o intelecto pode penetrar a fundo: a razão pode apenas explicar.

3)**Fundamento político:** o meio ambiente continua sendo um tema polêmico e político, mais político que polêmico. Ha uma diferença que nos separa dos anos anteriores: a consciência ecológica cresceu, os conflitos de interesses ficaram mais patentes e a pressão política sobre o assunto ficou desmascarada. No atual contexto das posições políticas adotadas com relação ao meio ambiente ha que considerar o *conteúdo ideológico* e a *prática política*.

a) *as ideologias políticas:* não passam de algumas idéias selecionadas e codificadas, às quais se dá um colorido emocional, e que são empregadas para alcançar objetivos concretos e bem definidos. Não importa muito o prazo e, quase nunca, os meios empregados, desde que os objetivos sejam atingidos. “Efetivamente, as ideologias, como os sistemas políticos e econômicos, constituem no final das contas uma *filosofia de vida*” (COIMBRA, 1985:144).

Por conseguinte, com as filosofias de vida e com as respectivas ideologias surgem de permeio diferentes atitudes dos cidadãos em referência ao seu meio ambiente. Um sistema político, através de suas concepções sociais e econômicas, determina os *estilos de vida* de toda uma população. Quando a crise ecológica exterioriza um mal-estar interno que não pode ser resolvido sem uma renovação espiritual do homem, somente mudanças sobre o meio ambiente, não bastam. A modificação deve processar-se, antes do mais, nos *estilos de vida*, que são os principais responsáveis pela crise que ora se vive.

Sob o ponto de vista ideológico-político, a problemática ambiental sentida no Brasil e nos países em vias de desenvolvimento radica-se nos padrões de desenvolvimento importados dos chamados “países centrais”, pois os “países periféricos” têm uma autoconsciência débil, sem memória nacional, sem adotarem opções próprias e não desenvolvendo suas próprias tecnologias.

b) *Questões ambientais na prática política*: vive-se a euforia de grandes “projetos de desenvolvimento”. Loteia-se o país entre os donos de empreendimentos gigantescos. Isto acontece em espaços geográficos amplos, acontece dentro de limites estreitos de municípios ou micro-regiões, que pertencem a poucos proprietários sendo relativamente fácil manipular uma “sociedade anônima”, isto é, uma sociedade sem nome e sem consciência de si mesma. Para tanto, basta que se assuma a condição mágica de “executivo” público ou privado(COIMBRA, 1985).

A filosofia reinante e a cosmovisão das classes dominantes preferem fabricar dinheiro e bens de consumo a produzir bens essenciais. A importação de tecnologias obsoletas faz parte de uma cosmovisão também. Com a tecnologia são importadas no pacote diversas formas de poluição porque nos “países periféricos” ainda se pode poluir, ao passo que nos “países centrais” semelhante prática retrógrada despertaria reações imediatas. Além disso, como país exportador de recursos naturais, ainda se tem bastante o que devastar, extrair, degradar. Os grandes projetos estão aí, sem avaliação do impacto ambiental, já que as decisões políticas prevalecem sobre os interesses técnicos e científicos.

Se a política é a arte de organizar a vida em sociedade, as lições tiradas do relacionamento homem-natureza poderão contribuir para a formação de uma nova “polis”. Não é por coincidência que os movimentos pacifistas têm uma mensagem ecológica. E vice-versa. Tem-se a impressão de que não é mais possível entender e organizar a sociedade à volta dos problemas especificamente humanos; o entendimento à volta da natureza poderá modificar o comportamento da sociedade. Eis porque a Ecologia se tornou um tema político. Nesta trilha, a bandeira do meio ambiente tem poder de atração para pôr em marcha contingentes humanos consideráveis.

As reflexões sobre o relacionamento homem-natureza parecem corroborar para a idéia da qualidade-de-vida:

carecemos de um novo humanismo ... a descoberta do Homem como conhecedor e administrador do mundo, nossa casa, pode significar o armistício na peleja que tem marcado nossas péssimas relações...A química do corpo humano é a mesma de elementos como o ar, a água, o solo e o que nele vive. Os grandes ciclos naturais sucedem-se em nossa realidade orgânica: vivemos o dia e a noite, à volta das estações, o ritmo dos instintos, as variações de temperatura e de humor, as adaptações contínuas (COIMBRA, 1985:148-150).

Quando se conclui que um novo humanismo se faz necessário, no qual a natureza pode exercer um papel mediador entre as relações humanas, abre-se a perspectiva de se examinar o papel das Ciências Humanas no relacionamento homem-natureza. Visto que esse tipo de relacionamento pode escorregar com freqüência na abstração – nem por isso a

abstração deixa de ser útil e necessária para a elaboração das categorias universais – parece preferível conduzir a reflexão para o relacionamento sociedade-meio ambiente.

Esta abordagem resulta de colocações anteriores, pelas quais se viu o homem como ser histórico que interfere no meio em que vive a fim de organizar sua vida e a convivência com os semelhantes. Por isso as relações de produção e consumo, de organização do espaço social, de intercâmbio de idéias e sentimentos e ações extrapolam o indivíduo: dizem respeito não exclusivamente a um ser humano concreto, mas também ao seu agrupamento e seu entorno. Avançando-se ainda mais: referem-se aos recursos necessários à vida, existentes em toda a biosfera, a todo o patrimônio físico do gênero humano.

Se a Terra converteu-se em uma ‘aldeia global’, o Meio Ambiente de determinada sociedade não é só aquele que a rodeia: é tudo quanto contribui para sua subsistência e desenvolvimento, independente das coordenadas de tempo e lugar, a léguas de distância e não importando quando. Por isso a problemática ambiental é humana, social, permanente e sem fronteiras” (COIMBRA, 1985:161).

A destruição da natureza é tão antiga quanto a existência da humanidade, em que os modelos de sociedades das civilizações até nossos dias foram projetados pelo homem para acumular riquezas materiais, bens e serviços. Segundo Brito e Câmara (1998:64) a humanidade “teve a seu favor a ciência e a tecnologia, o que possibilitou-lhe a adquirir novos conhecimentos e interferir progressivamente nos processos naturais, ocupando e usando a seu bel-prazer dos recursos naturais. Tinha-se em mente de que tais recursos eram infinitos”.

Embora muitos visionários já chamassem a atenção para o fato dos efeitos ambientais, somente a partir da década de 1970 é que a consciência ambiental ganhou maior expressão.

Disseminou-se mais fortemente o que Coimbra (1985) chamou de fundamento político da relação homem-natureza. Através de relatórios internacionais e conferências mundiais, os problemas ambientais passaram a chamar a atenção do mundo. A questão ambiental faz parte de questionamentos científicos e dos discursos políticos, e vem como uma onda que leva as nações a assumirem compromissos sobre o meio ambiente.

Para Brito e Câmara (1998:39) “a questão ambiental é complexa, por isso deve ser gerenciada dentro de uma política global, a partir de uma avaliação da magnitude da problemática existente, os seus riscos pontuais e sua expansão, dentro de uma visão global da situação causa-efeito e da amplitude do dano ambiental”.

As mudanças de paradigmas para o setor ambiental exigem transformações de velhos hábitos por novos e formas de estruturas burocráticas por organizações mais

flexíveis e adaptáveis ao momento real. Neste sentido, Brito e Câmara (1998) destacam quatro fatores que precisam ser considerados: criatividade, fortalecimento institucional, motivação e formação de pessoal para a gestão ambiental.

A tendência da nova concepção de meio ambiente é que novos paradigmas de desenvolvimento contemplem equidade social, econômica, política e meio ambiente, com vistas a conciliar as necessidades econômicas à disponibilidade limitada dos recursos naturais e sua proteção. Neste sentido, prevê-se que cada vez mais os novos paradigmas deverão compatibilizar os interesses econômicos e sociais com a proteção ambiental dentro de um processo de desenvolvimento sustentável, transformando o meio ambiente em fator de desenvolvimento sem, contudo, causar danos ambientais.

A noção de “desenvolvimento sustentável”, para muitos, é uma expressão carregada de sentido ambíguo, , pois por um lado, ha um sinal positivo no emprego generalizado dessa expressão, indicando a extensão da tomada de consciência das elites sobre a problemática dos limites naturais; de um outro lado, revela-se negativo, na forma pela qual se adota a nova noção, pois a tendência tem sido a de aceitar o complemento “sustentável” com a mesma facilidade que se absorve um modismo.“Começa a penetrar a idéia de que não se deve perseguir o desenvolvimento *tout court* , mas que ele deve ser qualificado: precisa ser ecologicamente sustentável” (CPGCA in:VEIGA, 1998:11).

É necessário que o desenvolvimento sustentável seja uma atitude concreta da sociedade e não apenas a figura de retórica usualmente manipulada pelas elites pensantes.

A rigor, a possibilidade de combinar “desenvolvimento” e “sustentabilidade” como objetivo de políticas públicas e governamentais passa por pelo menos duas grandes constatações. Primeiramente, não é mais possível ignorar que a maneira como cada sociedade valoriza a natureza condiciona diretamente a sua capacidade de “gerir” o meio ambiente de forma sustentável. Em segundo lugar, é preciso perceber que a gestão ambiental reflete, em grande medida, a enorme tensão existente entre mudanças estruturais no sistema socioeconômico e o potencial por parte de cada sociedade de reação/adaptação a tais mudanças.

2.1.1 Ambiente e Proteção

Os recursos naturais são bens existentes na natureza aproveitáveis pelo homem, como as plantas, os animais, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários e o mar, o solo e o subsolo, o carvão vegetal e mineral, o ouro, o ferro e o calcário, o petróleo e outros elementos existentes na natureza. Quando mal utilizados, eles geram uma série de conseqüências danosas ao meio ambiente, sendo necessário cada vez mais criar instrumentos para proteger, conservar e preservar os recursos naturais.

Uma das grandes conquistas dos últimos anos foi a compreensão generalizada, em todos os países, de que a proteção ao meio ambiente e à qualidade de vida são coisas indissociáveis, que devem sempre caminhar lado a lado. Prega o *Nosso futuro comum* (1991:15):

que o conjunto de áreas protegidas de que o mundo precisará no futuro deve abranger áreas muito mais amplas que contêm algum tipo de proteção. Assim, o custo da conservação se elevará diretamente e em termos de oportunidade de desenvolvimento. Mas, a longo prazo, as oportunidades de desenvolvimento serão favorecidas.

As áreas naturais protegidas, sobretudo as de uso restritivo, mais do que uma estratégia governamental de conservação, refletem, de forma emblemática, um tipo de relação homem/natureza. Segundo DIEGUES (1994:157) “a expansão da idéia de parques nacionais desabitados, surgida nos Estados Unidos em meados do século passado, retoma, de um lado, o *mito de paraísos naturais intocados*, à semelhança do Éden, e de outro se baseia no *conservacionismo reativo* no dizer de Moscovici”. Este tema, continua o autor, relança o debate sobre a importância dos mitos e das simbologias nas sociedades modernas, reelabora não somente crenças antigas, mas incorpora também elementos da ciência moderna, como a noção de biodiversidade, das funções dos ecossistemas, numa simbiose expressa pela aliança entre determinadas correntes das ciências naturais e do ecologismo preservacionista.

2.1.2 Estratégias para a conservação da natureza

Em um planeta finito, como a Terra, é preciso que se criem mais áreas protegidas para preservar bancos genéticos, de fauna e flora, permitindo a pesquisa, a educação ambiental, programas de turismo, lazer e recreação.

As bases teóricas e legais para se conservar grandes áreas naturais foram definidas na segunda metade do século XIX quando da designação de milhares de hectares da região nordeste de Wyoming como Parque Nacional de Yellowstone, em 1872. Este teria sido

o primeiro exemplo da preservação de grandes áreas naturais no interesse público, e que foi seguido por muitos outros países como o Canadá, Nova Zelândia, África do Sul, Austrália, entre outros.

Hoje a International Union for Conservation of Nature and Natural Resources -IUCN (União Internacional para Conservação da Natureza) organização sediada na Suíça, tem como um de seus papéis principais a padronização internacional de gestão em áreas protegidas, facilitando a troca de experiências e sua evolução técnica e gerencial. Define como objetivos básicos de conservação:

- manutenção dos processos ecológicos essenciais e os sistemas vitais;
- conservação das espécies e sua diversidade genética;
- assegurar o aproveitamento sustentado das espécies e ecossistemas.

Atualmente a IUCN define seis categorias de manejo distintas (PHILLIPS, 2002, p.8) como base para a criação de *Unidades de Conservação* no mundo. São elas {tradução nossa}:

Categoria Ia – Reserva Natural Estrita: área protegida destinada principalmente para fins científicos;

Categoria Ib – Áreas Primitivas: área protegida destinada principalmente para proteção de áreas selvagens/primitivas;

Categoria II – Parque Nacional : área protegida destinada principalmente para proteção de ecossistemas e recreação;

Categoria III- Monumentos Naturais: área protegida principalmente para conservação de feições naturais específicas;

Categoria IV- Área de gerenciamento de espécies/habitats: área protegida destinada principalmente para conservação mediante intervenção gerencial;

Categoria V –Paisagens/paisagens marinhas protegidas: área protegida destinada principalmente para conservação e recreação;

Categoria VI- Áreas de recursos manejados: área protegida destinada principalmente para o uso sustentável dos ecossistemas naturais.

No Brasil, o primeiro parque nacional foi criado em Itatiaia, em 1937, com o propósito de incentivar a pesquisa científica e oferecer lazer às populações urbanas. Segundo o Código Florestal, aprovado em 1934, os parques nacionais eram reconhecidos como monumentos públicos naturais que perpetuam, em sua composição florística primitiva, trechos do país que, por circunstâncias peculiares, o mereçam (DIEGUES, 1994:114).

Em 1979, o então IBDF (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal) elaborou o Plano de Sistema de Unidades de Conservação no Brasil, cujo objetivo principal era o estudo detalhado das regiões propostas como prioritárias para a implantação de novas unidades e a revisão das categorias já existentes.

Em 1989, com a criação do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente), o estabelecimento e a administração das unidades de conservação passou para esse novo órgão. Apesar das propostas de revisão do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) a UICN o vem criticando, por ser um “sistema fechado”, isolado da realidade do espaço total brasileiro que tem sido amplamente degradado.

Segundo a UICN, as Unidades de Conservação são verdadeiras “ilhas” interligadas entre si para constituírem um sistema, não havendo nenhuma consideração substancial de como esse sistema contribui para a conservação e o desenvolvimento sustentado do país como um todo; não ha nenhuma referência mais séria a uma das questões básicas do conservacionismo no Terceiro Mundo: a compatibilização entre a necessidade de aumentar as áreas de proteção da natureza e a presença de moradores na maioria dos ecossistemas a serem preservados; não existe nenhum objetivo relacionado à proteção da diversidade cultural das populações que vivem dentro de unidades de conservação ou em seus arredores; o estabelecimento de uma hierarquia entre as várias categorias, subentendendo-se que as unidades de proteção integral fossem mais importantes para a conservação que as unidades de manejo sustentável; a falta de participação dos grupos sociais na definição da categoria mais adequada, uma vez que estes grupos podem ser afetados pelas restrições de uso dos recursos naturais; não se distinguem claramente as formas de relação sociedade/natureza entre as comunidades locais de moradores dentro e fora das unidades; incapacidade de gerir os conflitos gerados com as populações de moradores locais tradicionais pela implantação mal planejada de unidades de conservação.

No Brasil de hoje, as Unidades de Conservação podem ser classificadas em dois grupos distintos para consolidar a conservação da natureza. De um lado, o grupo que reúne categorias de *manejo de proteção integral* dos recursos naturais, onde não é admitido o uso direto desses recursos, somente o uso indireto. Nelas a propriedade é de domínio público, ou implica desapropriações de terras para se ter uma proteção integral dos atributos da diversidade biológica. Estão inseridos neste grupo, em nível da União, os parques nacionais, as reservas biológicas, as reservas ecológicas, as estações ecológicas.

De outro lado, tem-se o segundo grupo que permite o uso direto, ou seja, de *proteção parcial* dos recursos naturais, que exprime a ocupação pelo homem dos espaços

territórias, não implicando necessariamente desapropriações de terras em todos os casos. Estão inseridas aqui, em nível da União, as florestas nacionais, as áreas de proteção ambiental e as reservas extrativistas. Esta última categoria é a única que contempla e favorece a permanência de populações tradicionais.

Segundo Brito e Câmara (1998) o Brasil contava até 1999, com as seguintes Unidades de Conservação em nível federal: com 41 parques nacionais, 24 reservas biológicas, 5 reservas ecológicas, 21 estações ecológicas, 24 áreas de proteção ambiental, 46 florestas nacionais e 12 reservas extrativistas.

Apesar dos esforços, desde a criação do primeiro parque nacional, passando pela criação de secretarias especiais ligadas ao meio ambiente, a institutos com incumbências específicas nas questões ambientais, legislações atualizadas e políticas públicas ambientais, as questões ligadas ao meio ambiente têm esbarrado em situações burocráticas, como a insuficiência de pessoal preparado e recursos financeiros, os interesses políticos que contradizem as propostas técnicas, entre outros motivos.

Muitas das Unidades de Conservação se encontram ainda hoje em situação irregular, quanto à desapropriação das terras, por exemplo, gerando conflitos e muitas vezes se desviando de seus reais objetivos. A proposta, hoje é de:

instrumentalizar o processo produtivo organizacional do setor ambiental, a partir da ampliação de convênios entre entidades civis organizadas (ONGs) contratação de consultores especializados, parcerias com Universidades, pactos políticos entre o IBAMA e Estados para parcerias e gestão descentralizada e compartilhada envolvendo o setor privado, entidades civis organizadas e a comunidade...(BRITO & CÂMARA,1998:126-127).

2.1.3 Proteção de Sítios Naturais

Os Monumentos Naturais, anteriormente chamados também de Sítios Naturais (BRITO & CÂMARA, 1998:80) fazem parte da III categoria de manejo como base para Criação de Unidades de Conservação no mundo, conforme recomendações da IUCN , englobando áreas protegidas principalmente para conservação de feições naturais específicas.

É uma categoria definida “área contendo uma ou mais feições específicas, natural ou natural/cultural, a (s) qual (ais) é de valor único ou proeminente em função de sua raridade inerente, representatividade, qualidades estéticas ou significado cultural” (IUCN,2001) (tradução da autora).

Para o seu reconhecimento desta categoria, a área deve conter uma ou mais feições de significado notável (incluindo cascatas ou cachoeiras espetaculares, cavernas,

crateras, sítios fossilíferos, dunas ou feições marinhas, acompanhado de flora e fauna rara ou representativa; ou ainda acompanhada de feições culturais que poderiam incluir habitações cavernícolas, penhascos, fortes, sítios arqueológicos, ou sítios naturais que contenham patrimônio significativo para populações indígenas). A área deve ser grande o bastante para proteger a integridade das feições e seu entorno.

O objetivo deste tipo de categoria é proteger ou preservar permanentemente feições naturais notáveis em função de seu significado natural, aspectos raros ou representativos e/ou conotações espirituais. Em consonância com o objetivo anterior, deve prover oportunidades para pesquisa, educação e apreciação e interpretação pública, eliminar e conseqüentemente prevenir a exploração ou ocupação nociva para o fim designado, e dar a qualquer população residente benefícios como aqueles consistentes com os outros objetivos de gestão.

Tem-se tentado por meio de processos de gestão das Unidades de Conservação alcançar, se não totalmente, ao menos colocar em prática os objetivos acima propostos.

A gestão ambiental,

assenta-se na forma de conduzir processos dinâmicos e interativos que se dão entre o sistema natural e o social, a partir de um padrão de modelo de conservação e desenvolvimento almejado. Para compor a gestão ambiental são estabelecidas ações, recursos e mecanismos jurídicos e institucionais necessários à sua efetivação (IBAMA, 2001:27).

Uma das unidades espaciais eleitas para este fim tem sido, não raro, as bacias hidrográficas, onde a gestão das águas estaria associada aos demais sistemas.

2.2 Gestão Ambiental: apontamentos para uma discussão teórica

A gestão ambiental pode ser considerada como uma conseqüência da transformação do pensamento da humanidade, em relação à utilização dos recursos naturais de um modo mais racional e equilibrado, buscando retirar apenas o que pode ser repostado ou, ainda, na impossibilidade disso, no mínimo recuperar a degradação ambiental causada.

O conceito de recurso natural, segundo Godard (2000, p.205) “constitui um desses conceitos situados na interface entre processos sociais e processos naturais: ele resulta do olhar lançado pelos homens, sobre seu meio biofísico, um olhar orientado por suas necessidades, seus conhecimentos e seu *savoir faire*”. No interior deste conceito, reside uma das principais modalidades de articulação entre produção social e reprodução ecológica.

Atrelados à concepção econômica clássica, estavam dois conceitos: certos recursos eram apreendidos como um estoque ou como um fluxo de quantidades limitadas e distintas de unidades de bens econômicos passíveis de troca, que apresentavam a particularidade de não serem produzidos diretamente pelo homem (jazidas minerais, florestas, entre outros); outros recursos eram considerados livres, disponíveis em grande quantidade, dificilmente influenciados pelo homem (energia solar, as águas). O primeiro tipo de recurso, nos remetia ao modelo econômico Standard; já o segundo, não necessitaria, a priori, de nenhum esforço de gestão. “Na realidade, foi esta concepção tradicional que acabou sendo questionada com a emergência dos problemas e dos riscos ambientais, ensejando a constituição de uma imagem mais complexa” (GODARD, 2000, p.206) a respeito da apropriação dos recursos.

A economia moderna procura distinguir os seguintes aspectos, na medida em que estão relacionados a problemas de tomadas de decisão ou mecanismos econômicos diferenciados: o caráter reprodutível ou não do recurso através da ação antrópica; o caráter renovável ou não-renovável, mediante processos naturais, do recurso, em termos de um horizonte economicamente significativo; o caráter reciclável ou não dos materiais.

É certo, pois que a forma de apropriação dos recursos transforma-se historicamente e depende tanto da evolução dos ambientes quanto da evolução das possibilidades técnicas, da natureza das necessidades sociais e das condições econômicas.

A gestão ambiental visa ordenar as atividades humanas para que elas originem o menor impacto possível sobre o meio. Esta organização vai desde a escolha das melhores técnicas até o cumprimento da legislação e a alocação correta de recursos humanos e financeiros.

2.2.1 Diferentes abordagens da gestão ambiental

Originalmente, o conceito de gestão estava ligado a critérios e procedimentos administrativos no âmbito da administração empresarial. A gestão ambiental apresenta-se como palavra-chave para as estratégias de empresas, de atores públicos, de grupos de ecologistas, de agentes imobiliários ou, ainda, para programas de partidos políticos. Assim, a noção de gestão ambiental apresenta tantos significados quanto os atores que a reivindicam em seus discursos ou estratégias.

A gestão ambiental empresarial está essencialmente voltada para organizações, ou seja, companhias, corporações, firmas, empresas ou instituições, que

procuraram incorporar, na concepção de gestão, os aspectos relativos ao meio ambiente.

Segundo Bruns (2003) pode ser definida como:

Conjunto de políticas, programas e práticas administrativas e operacionais que levam em conta a saúde e a segurança das pessoas e a proteção do meio ambiente através da eliminação ou minimização de impactos e danos ambientais decorrentes do planejamento, implantação, operação, ampliação, realocação ou desativação de empreendimentos ou atividades, incluindo-se todas as fases e ciclo de vida de um produto.

O objetivo maior da gestão ambiental deve ser a busca permanente de melhoria da qualidade ambiental dos serviços, produtos e ambiente de trabalho de qualquer organização pública ou privada.

Para tanto, adota-se um Sistema de Gestão Ambiental, que pode ser definido como: “parte do sistema global de gestão que inclui a estrutura funcional, responsabilidade, práticas, processos, procedimentos e recursos para a definição e realização da política do ambiente” (FERRÃO apud BETIOLI e STIPP, 2001, p.65). Já o Gerenciamento Ambiental compreende “um conjunto de rotinas e procedimentos que permite a uma organização administrar adequadamente as relações entre suas atividades e o meio ambiente que as abriga, atentando para as expectativas das partes interessadas” (REIS apud BETIOLI e STIPP, 2001, p.65).

A adoção de um Sistema de Gestão Ambiental pela empresa pode ocorrer por razões que vão, desde procedimentos obrigatórios de atendimento à legislação ambiental até a fixação de políticas ambientais que visem a conscientização de todo o pessoal da organização. A busca por uma certificação ambiental, por exemplo, nos moldes da família ISO 14.000 (que tratam do Sistema de Gestão Ambiental e de Auditoria Ambiental), ou mesmo certificados ambientais específicos podem gerar benefícios, como aqueles apontados por Viterbo Júnior (1998, p.52):

- pode evitar as auditorias ambientais públicas previstas em lei estadual (RJ, MG e ES);
- harmoniza a gestão ambiental dentro do sistema de gestão das empresas;
- promove o desenvolvimento sustentável;
- quebra possíveis barreiras técnicas às exportações;
- fornece vantagem mercadológica em relação à concorrência, a ser explorada por marketing;
- promove a melhoria de processos e a racionalização do consumo de matérias-primas;
- promove a diminuição do consumo de energias;
- promove a adequação aos princípios de atuação responsável, de forma prática.

Atualmente, a noção de gestão assume uma conotação mais ampla do que a contida no seu conteúdo original, vista então como processo de negociação para a tomada de decisão, como instrumento operacional para o gerenciamento de unidades espaciais, tais como

as bacias hidrográficas, ou ainda como instrumento de política territorial, associado ao planejamento

Buscando uma visão simultânea de vários conceitos diferenciados de gestão ambiental, o Quadro 4 procura, de modo resumido, destacar as principais idéias de alguns autores, sobre esta temática.

2.2.2 A dimensão atual da gestão: uma primeira aproximação

Anteriormente embasada num conceito empresarial, hoje a gestão ganha ares e dimensão global, mas nem por isso assume um papel exato e definitivo frente às inúmeras contradições e conflitos relacionados ao desenvolvimento econômico e à proteção da natureza.

Este conceito global e prospectivo de gestão, segundo Vieira e Weber (2000, p.211)

Não pode ser determinado com base num fundamento apenas setorial. Ele emerge de um enfoque contextual: por um lado, os objetivos próprios à gestão de recursos devem penetrar as outras esferas de tomada de decisão (política industrial e tecnológica, política de ordenamento espacial, política ligada aos modos de vida etc.); por outro lado, a gestão de recursos e as decisões correspondentes devem apreender as diversas preocupações subjacentes à intervenção pública, para além da referência às preferências de consumidores e usuários.

O objeto da gestão claramente tem sido os recursos naturais, buscando a segurança no aprovisionamento de recursos e a melhoria da posição da balança comercial de recursos naturais, a manutenção do aprovisionamento de recursos a um custo reduzido, a adaptação da demanda de recursos à evolução previsível da disponibilidade relativa dos diversos recursos naturais em diferentes horizontes temporais, a redução da intensidade em recursos de uma unidade de serviço final prestado aos consumidores, a valorização das potencialidades dos recursos do país especialmente dos recursos existentes no nível local, a busca de harmonização entre as modalidades de utilização e de gestão de recursos, a conservação do patrimônio natural e a reprodução das condições ecológicas do desenvolvimento e a renovação dinâmica da base de recursos naturais para as gerações presentes e futuras.

A noção de gestão ambiental continua encontrando eco tanto na esfera privada quanto na pública, agora, não mais dispensando totalmente os vínculos existentes sob a ótica de uma Gestão global.

Segundo Cunha e Coelho (2003, p.43) a gestão ambiental faz parte de um processo mais amplo de gestão do território, aspecto para o qual ainda não se deu a devida relevância. A falta de uma articulação mais forte entre as ações estratégicas de gestão ambiental e territorial pode ser creditada a uma série de fatores explicativos, entre os quais a incapacidade de o estado brasileiro implementar políticas integradas de transformação sócio-espacial e de regulação dos comportamentos individuais e coletivos. E, segundo Bunker, 2001 e Coelho, 2001 (apud CUNHA e COELHO, 2003, p.44) a defesa radical da noção de espaço/território socialmente construído fez com que se desse cada vez menos importância aos processos físicos. A noção de espaço envolve, portanto, aspectos tanto físicos quanto sociais.

O território reflete a diferente espacialização dos processos de modernização, bem como os ritmos e padrões de degradação ambiental.

No quadro 4 procurou-se demonstrar os mais diversos conceitos e instrumentos de gestão nas últimas duas décadas, destacando as bases que motivaram esses conceitos, bem como seu nível de aplicação.

Quadro 4 Gestão ambiental : conceitos e instrumentos de gestão

AUTOR / ANO	CONCEITO DE GESTÃO AMBIENTAL	INSTRUMENTOS DE GESTÃO	OBSERVAÇÕES GERAIS
LANNA, 1995	Processo de articulação das ações dos diferentes agentes sociais que interagem em um dado espaço, visando garantir, com base em princípios e diretrizes previamente acordados/definidos, a adequação dos meios de exploração dos recursos ambientais – naturais, econômicos e sócio-culturais – às especificidades do meio ambiente	-Política ambiental -Planejamento ambiental -Avaliação de impacto ambiental -Zoneamento Ambiental -Gerenciamento de Bacia Hidrográfica	Base: recursos naturais
CAVALCANTI, et. AL, 1997	Analisada sob duas dimensões: como uma categoria operativa, buscando a administrar os recursos e serviços ambientais e outra como uma categoria política, na mediação de conflitos e interesses	-Política Ambiental -Planejamento Ambiental (baseado em um modelo territorial)	
VITERBO JÚNIOR, 1998	Forma como uma organização administra as relações entre suas atividades e o meio ambiente que as abriga, observadas as expectativas das partes interessadas. Ou seja, é parte da gestão pela qualidade total	- Sistema de Gestão Ambiental - Auditoria Ambiental - Normatizações (ISO)	Base: a empresa
IBAMA (apud BRITO e CÂMARA, 1999)	Ação administrativa voltada para a conservação do meio ambiente, baseada no zoneamento ambiental e nas diretrizes gerais de uso e ocupação, efetivada através de programas específicos de Educação Ambiental, controle e monitoramento, fiscalização, extensão rural, manejo sustentado, recuperação de áreas degradadas e desenvolvimento tecnológico para reorientação das atividades socioeconômicas.	-Plano de Gestão -Zoneamento Ambiental	Aplicados por exemplo em APAs
BRITO, 1999	Esforço do poder público para mediar os conflitos de interesses (socioambientais) e administrar os recursos ambientais, mediante articulação e envolvimento da sociedade local e os níveis de governança que atuam na região para assumir a tarefa de gerenciar tais recursos, dando ênfase à conservação ambiental, a fim de garantir o acesso ao uso racional de ditos recursos, assegurando a promoção do desenvolvimento sustentável e a melhoria da qualidade de vida da coletividade diretamente envolvida com a Unidade de conservação de uso sustentável	-Plano de Gestão por Resultados (Contrato de Gestão)	Base: APA Bacia do Rio Descoberto
BOTELHO, 1999	Muitas vezes usada como sinônimo de ordenamento territorial ou de planejamento ambiental. Os termos Gestão e Ordenamento envolvem as etapas de estabelecimento e promulgação das normas de uso e suas aplicações e, como tais, deveriam ser utilizados nos casos em que o processo de planejamento atinge de fato essas esferas. Os termos Gestão Ambiental e Manejo estariam condicionados à execução das propostas de uso, seu acompanhamento e controle.	-Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas	Planejamento Ambiental como Sinônimo de Gestão Ambiental
IBAMA, 2001	Assenta-se na forma de conduzir processos dinâmicos e interativos que se dão entre o sistema natural e o social, a partir de um padrão de modelo de conservação e desenvolvimento planejado. Para compor a gestão ambiental são estabelecidas ações, recursos, mecanismos jurídicos e institucionais necessários à sua efetivação. Este conceito tem evoluído para uma perspectiva de gestão compartilhada entre os diferentes agentes envolvidos, em seus diferentes papéis... a responsabilidade pela conservação ambiental é de toda sociedade e não apenas do governo..	- Política Ambiental -Diretrizes e critérios de manejo, de uso e de controle dos recursos naturais	Base:Modelo de desenvolvimento sustentável
BRUNS, 2000	Conjunto de políticas, programas e práticas administrativas e operacionais que	-Sistema de Gestão Ambiental	Base: Empresa

	levam em conta a saúde e a segurança das pessoas e a proteção do meio ambiente através da eliminação ou minimização de impactos e danos ambientais decorrentes do planejamento, implantação, realocação ou desativação de empreendimentos ou atividades, incluindo-se todas as fases do ciclo de vida de um produto.			
ANDRADE, TACHIZAWA e CARVALHO, 2000	Visa integrar plenamente, em cada empresa, políticas, programas e procedimentos para conduzir as atividades de modo ambientalmente seguro, em todos os seus domínios.	- Política Ambiental - Programas - Procedimentos	Base: Empresa	
VIEIRA e WEBER, 2000	Conceito original: surgiu no domínio privado. A Gestão de um Sistema visa assegurar seu bom funcionamento e seu melhor rendimento, mas também sua perenidade e seu desenvolvimento. O domínio tradicional de aplicação desse conceito é aquele relativo aos bens materiais, móveis e imóveis. Atualmente: ligado à Gestão de Recursos Naturais. Apresenta dois conceitos: 1) Correspondendo à concepção mais corrente, designa a gestão cotidiana dos elementos do meio que são atualmente considerados, num sentido ou no outro, como recursos naturais (água, por exemplo); 2) O planejamento de operações de desenvolvimento encontra-se inserido num contexto mais amplo de gestão permanente de recursos, do espaço e da qualidade do meio natural e construído.		1) apresenta dois níveis de gestão: um que diz respeito a ações e decisões relativas ao uso e outro às arbitragens ou arranjos decorrentes das contradições o uso; 2) a demanda torna-se um dos pólos do binômio oferta-demanda; busca-se compatibilização com as condições de reprodução das condições ecológicas	
PEREIRA, 2001	Refere-se à administração ou gerenciamento de planos e diretrizes inerentes ao meio ambiente	- Ordenamento territorial - Plano de desempenho ambiental - Sistema de Gestão Territorial - Sistema de Gestão da qualidade ambiental	Base: MACEDO, 1995 in: Análise Ambiental: estratégias e ações.	
MAGRINI e SANTOS, 2001	Pública: atrelada à administração federal, regional, local. Nas décadas de 70 e 80 foi essencialmente praticada pelo Estado. Balizada pelo gerenciamento e negociação de conflitos Privada: atrelada às empresas e entidades civis (conceito difundido a partir da década de 90) busca a conformação de parcerias entre diferentes agentes, através da introdução de práticas e instrumentos de gestão cooperativa.	- Padrões - Avaliação de Impacto Ambiental/Licenciamento - Zoneamento - Monitoramento - Selos Verdes - Auditoria Ambiental - Instrumentos Econômicos - Programa de atuação responsável - ISO 14000 - Sistema de Gestão Ambiental - Auditoria Ambiental - Avaliação de Desempenho ambiental - Análise de Ciclo de Vida	Base: Recursos Base: empresa	
SCHIAVETTI e CAMARGO, 2002	Processo de articulação dos diferentes agentes sociais, ou seja, órgãos federais, estaduais e representantes municipais, que interagem na região.	- Avaliação de Impacto Ambiental - Zoneamento Ambiental - Gerenciamento de Bacia hidrográfica	Base: Recursos Ambientais	

Fonte: Org. própria

2.3 - A bacia hidrográfica como unidade de análise e de gestão ambiental

Atualmente, se faz necessário conceber estratégias de aproveitamento dos recursos naturais, buscando uma forma de utilização mais proveitosa e menos degradadora possível. Uma das questões primordiais em pesquisas ambientais é a definição de unidades ambientais homogêneas para viabilizar o espaço de pesquisa. Alguns pesquisadores delimitam esta unidade a partir das características morfológicas, outros adotam o geossistema, que é indicado pela interação entre os sub-sistemas, mas não delimita estes sub-sistemas. Em relação a isso, Orellana (apud FERRETTI, 1998) ressalta que é indiferente a denominação que se dê a esta unidade - sistema geográfico, unidade territorial, unidade eco-geográfica - pois a definição vai depender antes de sua organização e funcionalidade.

Já existem trabalhos que apontam a bacia hidrográfica como a unidade ambiental mais adequada para o tratamento dos componentes e da dinâmica das interrelações concernentes ao planejamento e à gestão do desenvolvimento, especialmente no âmbito regional. Do ponto de vista do planejador direcionado à conservação dos recursos naturais, o conceito tem sido ampliado, com uma abrangência além dos aspectos hidrológicos, envolvendo o conhecimento da estrutura biofísica da Bacia Hidrográfica, bem como as mudanças nos padrões de uso da terra e suas implicações ambientais, sociais e culturais.

A adoção do conceito de BH para a conservação de recursos naturais está relacionada à possibilidade de avaliar, em uma determinada área geográfica, o seu potencial de desenvolvimento e a sua produtividade biológica, determinando as melhores formas de seu aproveitamento, com o mínimo de impacto ambiental. Na prática, a utilização do conceito de BH consiste na determinação de um espaço físico funcional, sobre o qual devem ser desenvolvidos mecanismos de gerenciamento ambiental na perspectiva do desenvolvimento ambientalmente sustentável (PIRES, SANTOS e DEL PRETTE, 2002, p.21).

Portanto, faz-se necessário distinguir o conceito atrelado à BH enquanto “unidade de análise” e “unidade de gerenciamento”. O primeiro é eminentemente técnico-científico; o segundo é eminentemente político-administrativo. Gerir uma BH significa analisar uma multiplicidade de relações internas e externas próprias a ela, sem que isso implique em contradição com o recorte adotado para a gestão.

Para Christofolletti (1980, p.102) a bacia hidrográfica é definida como “área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial.” Os fatores que compõem este

ambiente interagem entre si, originando processos inter-relacionados, definindo as paisagens geográficas que apresentam potencial de utilização baseado nas características de seus componentes: substrato geológico, formas e processos geomorfológicos, mecanismos hidro-meteorológicos e hidrogeológicos.

Para este mesmo autor, do ponto de vista geomorfológico, a bacia hidrográfica é um sistema aberto que recebe suprimento contínuo de matéria e energia dos subsistemas antecedentes, substrato geológico, pedológico e climatológico e, sistematicamente, perde energia através da água e dos sedimentos que a deixam.

A bacia hidrográfica como unidade de estudos pode ser considerada como a expressão, em diversas escalas, da interação entre sociedade e natureza na produção do espaço. A unidade surge, portanto, da expressão específica que cada bacia hidrográfica assume nesta interação. A unidade está aqui compreendida na perspectiva dialética, expressa Silva (1982 apud GUIMARÃES, 1999). A bacia hidrográfica é, na concepção de Tundisi et al. (apud GUIMARÃES, 1999):

uma unidade importante na investigação científica, treinamento e uso integrado de informações para demonstração, experimentação, observação em trabalho real de campo. Uma bacia pode ser utilizada como laboratório natural em que a contínua e reforçada atividade estimula o desenvolvimento de interfaces e aumenta progressivamente a compreensão de processos e fenômenos de uma forma globalizada e não compartimentalizada.

Portanto, o planejamento e gerenciamento de BH, devem: a) incorporar todos os recursos ambientais de área de drenagem e não apenas o hídrico; b) adotar uma abordagem de integração dos aspectos ambientais, sociais, econômicos e políticos, com ênfase nos primeiros e, c) incluir os objetivos de qualidade ambiental para utilização dos recursos, procurando aumentar a produtividade dos mesmos e, ao mesmo tempo, diminuir os impactos e riscos ambientais na bacia de drenagem (LORANDI e CANÇADO, 2002, p.37).

Estudar a bacia hidrográfica implica identificar os seus componentes principais, bem como suas relações com o seu contexto, através dos *inputs* e *outputs*. Entre os principais componentes pode-se citar: uso do solo, geologia, hidrologia, áreas urbanizadas, clima, relevo e solos.

Como os sistemas de gestão de BH devem ter um suporte técnico-científico baseado no conhecimento da estrutura ambiental e na compreensão dos processos e fatores que intervêm sobre a unidade de gerenciamento, a formulação de modelos conceituais permite coordenar a obtenção de informações e organizar as ações de Gestão Ambiental e Econômico-Social da área sob intervenção.

No Quadro 5 são demonstra-se como estes modelos auxiliam na organização do fluxo de informações, que deverão ser respondidas para a execução das etapas necessárias à gestão da BH.

Pires, Santos e Del Prette (2002, p.23) diferenciam cada um dos modelos de representação:

Modelo A: auxilia a descrever a estrutura ambiental da unidade, definindo os tipos de levantamento que devem ser executados e suas formas de representação da mesma, incluindo os aspectos biofísicos, sócio-culturais e econômicos.

Modelo B: instiga a pesquisa a respeito do funcionamento do sistema, procurando explicar como ocorrem os fluxos de energia e matérias na BH em relação à sua estrutura ambiental. É importante para a definição das cartas temáticas que auxiliarão na tomada de decisão sobre o uso do sistema e dos impactos resultantes dos diferentes usos da terra.

Modelo C: com base nos modelos (A e B) todo o sistema deverá ser avaliado e também determinadas as áreas com potencial de uso sustentável.

Modelo D: demanda a elaboração de prognósticos e cenários para a bacia.

Modelo E: emprega processos para avaliar problemas (impactos) relacionados à mudança de estrutura da bacia.

Modelo F: com base em critérios técnico-científico (modelos A,B,C,D,E) deverá definir como e onde a bacia deverá ser manejada, estabelecendo um zoneamento ambiental e diretrizes de uso.

A partir da década de 1960 modelos estrangeiros são estudados na intenção de se buscarem adaptações destes à situação brasileira.

Neste sentido, uma metodologia para o diagnóstico da situação real em que se encontram esses recursos numa determinada área passa a ser um instrumento necessário para a preservação visando, principalmente, a manutenção dos recursos água, solo e vegetação em bacias hidrográficas (BELTRAME, 1994).

Quadro 5 – Tipos de Modelos conceituais elaborados para auxiliar no gerenciamento de Bacias Hidrográficas (BH) (modificado de STEINIZ, 1990).

QUESTÃO	MODELO	O QUE MEDIR?		ONDE CHEGAR?
Como a BH pode ser descrita?	MODELO DE REPRESENTAÇÃO (A)	Estrutura Ambiental	Solos, hidrografia, qualidade da água, biodiversidade, efeito de borda, grau de fragmentação, sistemas sócio-cultural e econômico, etc.	Representação: Qual a melhor forma de representação? Qual a qualidade? Que elementos e atributos são constituintes da BH? Sua forma, textura, cor, tipo: ponto linha, polígono, classificação: natural, antrópica, /matriz, patch, corredor, município, estado, país. Como podem ser representadas: fotos, mapas, imagens, músicas, textos-relatórios? Qual a percepção da população sobre a área da BH?
Como funciona a BH?	MODELO DE PROCESSOS (B)	Relações entre a estrutura e a função do sistema	Processos de erosão, sedimentação, troca de materiais, nutrientes, organismos	Processos: Qual a compreensão efetiva da dinâmica da BH? Em que nível (regional, local)? Quão bem ela é percebida e usada? Como podem ser descritas estas relações? Existem modelos e análises sobre os processos? Quão complexo e preciso necessita ser o modelo (ou pode ser)? Isto demandará muitos esforços? Quais são os dados e informações que poderão subsidiá-lo? Estes existem ou necessitam ser coletados? (é uma área bastante conhecida para a compreensão dos processos que ali ocorrem? Pode-se presumir que os processos ocorrendo são estáveis no tempo e no espaço? Apesar de variações culturais? Como a BH é moldada pelas forças que a formam: como a economia, política, legislação, cultura, sociedade?
A BH está funcionando bem?	MODELO DE AVALIAÇÃO (C)	Como avaliar se o sistema está funcionando bem?	Julgamentos métricos-estética (beleza) diversidade de habitats, saúde pública, satisfação do usuário, custos, fluxo de nutrientes, etc.	Avaliação: Como podem ser assinalados os diferentes valores para os diferentes elementos da BH? Quais são os critérios que podem ser determinados para avaliar se a BH ou os elementos da BH são ecologicamente importantes, ou saudáveis, aprazíveis, economicamente caros, turisticamente importantes, potencialmente utilizáveis, etc.
Como a BH pode ser alterada? Que tipo de ações, onde e	MODELO DE MUDANÇAS (VARIAÇÕES) (D)	Como a BH pode ser alterada se prevalecerem as tendências atuais de uso? Como a BH pode ser alterada	Determinação de modelos-sequência de uso do solo no tempo e sua projeção para o futuro (que % e onde deverão ser estabelecidos tais tipos de uso do solo) e modelo de projetamento de algum tipo de uso	O que poderia acontecer caso não sejam determinadas formas adequadas de intervenção? Como podem ser retiradas informações através do estudo do passado (mudanças de uso do solo ou sucessão de ecossistemas) e prognosticar tendências futuras? Como podem ser verificadas marcas da

como?		caso seja implementado algum tipo de uso dos recursos naturais?	da terra pré concebido (onde deve ser implementado tal tipo de uso da terra de forma sustentável?)	seleção e adaptação? Como podem ser determinados os usos adequados e inadequados para uma área? Está sendo realmente previsto o que deverá acontecer? Com que precisão? São necessárias mais informações? Quais? Sobre o quê? Como conseguí-las?
Quais tipos de ações são previstas como causas de alterações da BH?	MODELO DE IMPACTOS (E)	Uso do modelo de processos para avaliar problemas (impactos) relacionados a mudança de estrutura da BH, devido a certos usos da terra.	Quais processos serão impactados positiva e negativamente? onde? Como? Quando? Em que magnitude?	Como o impacto pode ser medido? Por qual variável? Como podem ser melhoradas as formas de medir? Existem informações suficientes para avaliar adequadamente o impacto? Quais são as alterações realmente importantes? Quais são suas causas e conseqüências?
Como a BH pode ser alterada (manejada)?	MODELO DE DECISÕES (F)	Com que base decidir entre as alternativas de alterar ou conservar diferentes parcelas do espaço de uma BH.	Existem alternativas entre os tipos de alteração (usos da terra)? Existem avaliações comparativas entre estas alternativas para que possamos tomar decisões? Existem áreas específicas que podem ser alteradas dentro da BH com um bom aproveitamento de recursos naturais e mínimo de impacto ambiental?	Existem alternativas? Como saber quais são as melhores alternativas? Como saber se entre elas foi selecionada a mais certa? O que indica isto? As alternativas consideram as gerações futuras e a sustentabilidade do sistema? Consideram a manutenção da biodiversidade e dos processos essenciais? Quais são os critérios para a tomada de decisão? (custos, riscos, sustentabilidade ecológica, eficiência energética, saúde, equidade social). A decisão do zoneamento é baseada no melhor conhecimento atual do sistema? Foi baseada em uma visão local, regional ou nacional? Podem ser determinadas diretrizes básicas para o uso dos recursos naturais na BH? onde e como utilizar?

Fonte: Pires, Santos e Del Prette (2002, p.24-25)

Os objetivos pré-estabelecidos para esta pesquisa encontram respaldo nas proposições do modelo de decisões (F), o qual com base em critérios técnico-científicos procura estabelecer um zoneamento ambiental e diretrizes de uso da terra. Os mapas de conflitos de uso da terra (figura 11) e de uso racional da terra (figura 12) resultantes da aplicação do Diagnóstico Físico-Conservacionista procuram justamente contribuir neste sentido.

2.3.1 - A gestão de Bacias Hidrográficas: algumas experiências na América Latina e Brasil

Estudos realizados pela CEPAL (apud FLEISCHFRESSER, 1999, p.3) revelam que o modelo de gestão de bacias na América Latina data de fins dos anos 40, estando relacionado com grandes obras de engenharia hidráulica, voltadas para o aproveitamento do potencial de recursos hídricos, tais como geração de energia elétrica, transporte fluvial, sistemas de irrigação e drenagem, abastecimento de água potável e saneamento.

Nos Estados Unidos, marcadamente após o início do século XX, foram criadas Comissões de Bacias, embasadas na idéia de planificar o desenvolvimento por bacias (como unidade de planejamento) com a execução de grandes obras hidráulicas, e estas propostas foram divulgadas para os países da América Latina. O México foi o país que recebeu mais diretamente essa influência, tendo várias ações relacionadas a investimentos em recursos hidráulicos, como o estabelecimento de sistemas de comunicação, desenvolvimento agrícola e industrial, colonização e urbanização do país.

As propostas de gestão de bacias na América Latina voltam a ganhar importância, nos anos 90, quando o tema do desenvolvimento sustentável torna-se mais discutido, pressupondo sob esta nova ótica, a participação integrada dos atores envolvidos com as metas de desenvolvimento e de sustentabilidade ambiental. Isto revela a complexidade das questões envolvidas na gestão de bacias e, no caso específico da América Latina, vê-se agravada esta complexidade, por não dispor de sistemas consolidados de gestão dos recursos naturais em bacias, especialmente no que se refere à administração da água, ao manejo de bosques nativos, da fauna e de conservação do solo (FLEISCHFRESSER, 1999, p.5).

Além disso, os limites das águas superficiais, que conformam uma bacia, nem sempre coincidem com os limites das águas subterrâneas, nem com o dos mares, onde se gera uma grande parte do ciclo hidrológico, e são menos relevantes em zonas relativamente planas e de extrema aridez. Porém a bacia hidrográfica é uma opção importante quando as variáveis ambientais (de poluição ou degradação) são consideradas, à medida que proporciona a coordenação entre usuários em torno de um mesmo recurso, a água em especial.

No Brasil, as tentativas de gestão dos recursos hídricos em bacias acontecem desde 1948, com a criação da Comissão do Vale do Rio São Francisco (CVSF) voltada para o planejamento da região.

Em 1978 foi criado o Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas - CEEIBH, em cuja estrutura foram criados diversos outros comitês. A linha de trabalho visou a classificação dos cursos d'água da União, bem como a utilização racional dos recursos hídricos, no entanto, não avaliava os demais recursos naturais. Para Magrini e Santos (2001, p.107) o principal problema desses comitês, “foi o fato de serem apenas consultivos... porém alguns desses comitês tiveram iniciativas que culminaram em importantes instrumentos de gerenciamento”.

Além dos comitês, o governo federal estimulou iniciativas independentes como os Consórcios Intermunicipais de Bacias Hidrográficas. Em 1989, foi criado o Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba e Capivari, no Estado de São Paulo. O Quadro 6 traz uma listagem dos consórcios intermunicipais instalados no Brasil.

No Estado do Paraná, segundo Ferretti (1998, p.85):

a tradição de utilizar a bacia hidrográfica como unidade de trabalho, já vinha sendo desenvolvida pelo Serviço de Extensão Rural do Paraná. Pode-se citar o projeto da microbacia hidrográfica do rio Feliz - Água da Saúde, que foi constituído de um diagnóstico geral, plano de ação e metas físicas, cronograma e recursos necessários. Outros projetos que utilizaram microbacia, visavam a construção de terraços para reter água nas encostas mais íngremes, tendo por base a declividade e a pluviometria da área. Estes projetos envolviam todas as propriedades da microbacia e, além dos “murunduns”, as rodovias municipais eram relocadas e, nas propriedades, os rios, lagoas e mananciais tinham as matas ciliares recuperadas com espécies nativas.

Contando com a assistência técnica da OEA – Organização dos Estados Americanos, realizou-se a primeira experiência paranaense de estudos e ações concretas no tratamento da erosão, conhecida como PROJETO NOROESTE. Várias entidades brasileiras participaram dessa experiência. O projeto foi realizado em três fases, entre 1970 e 1974. Além do mérito pelo esforço interdisciplinar de compreensão das relações entre fenômenos erosivos – rurais e urbanos -, a forma de ocupação e uso do solo e as características edafogeomórficas da região, o projeto-piloto para áreas rurais, desenvolvido na Bacia de Ribeirão do Rato, desencadeou vários estudos que contribuíram para o entendimento dos problemas de erosão, realizados na unidade ambiental: bacia hidrográfica (FLEISCHFRESSER, 1999).

O Programa Integrado de Conservação dos Solos e da Água do Paraná, a partir de bacia hidrográfica, definiu propostas tendo por base: identificação dos problemas críticos (água, solo, florestas, transporte, uso e manejo do solo, etc.); priorização dos problemas; proposição de soluções que envolviam a comunidade; elaboração do mapa da área

com as medidas propostas; implantação e execução do plano proposto. Cada microbacia era mapeada com todas as informações pesquisadas.

Quadro 6 - Algumas Experiências de Consórcios de Bacias no território brasileiro

Rio	Nome do Consórcio
Maranhão, Tocantins	Consórcio Águas Emendadas
Maranhão, Tocantinzinho	Consórcio Intermunicipal de Gestão e Educação Ambiental – COOGESTA
São Francisco	Consórcio Interm. da Bacia do Alto São Francisco
Paraopeba	Consórcio Interm. do Rio Paraopeba – CIBAPAR
Itapemirim, Itabapoana	Consórcio Interm. da Bacia do Rio Castelo
Itapemirim, Itabapoana	Consórcio Interm. da Bacia do Rio Itapemirim
Itapemirim, Itabapoana	Consórcio Interm. da Bacia do Rio Piraquê-Açu
Paraíba do Sul	Consórcio Interm. da Bacia do Rio Pombo
Doce	Consórcio Interm. p/ Recup. Ambiental da Bacia do Rio Guandu
Itapemirim, Itabapoana	Consórcio Interm. p/ Recup. das Bacias dos Rios Santa Maria da Vitória – Jucu
Paraíba do Sul	Consórcio Interm. da Bacia do Rio Muriaé – ADMR
Itapemirim, Itabapoana	Consórcio de Municípios da Bacia do Rio Itabapoana
Itapemirim, Itabapoana	Consórcio Interm. da Bacia do Rio Pardo
Jequiriça	Consórcio Interm. do Vale do Jequiriça
Vaza Barris	Consórcio Interm. do Vaza Barris – Bahia
Vaza Barris	Consórcio Interm. do Vaza Barris – Sergipe
Paraná, Iguaçu	Consórcio Interm. da Bacia do Alto Rio Negro Catarinense – QUIRIRI
Grande	Consórcio Interm. da Bacia do Rio Mogi Guaçu
Grande	Consórcio Interm. da Bacia do Rio São Domingos
Paraná, Tietê	Consórcio Interm. das Bacias dos Rios Piracicaba e Capivari
Paraná	Consórcio Interm. Pró Recuperação do Rio do Peixe
Paraguai/ Apa	Consórcio Desenv. Integr. das Bacias dos Rios Miranda e Apa – CIDEMA
Paraná/Paranapanema	Consórcio Interm. p/ Desenv. Sust. Da Bacia do Rio Taquari – COINTA
Paraguai/São Lourenço	Consórcio Interm. do Rio Cuiabá
Paraná/Paranapanema	Consórcio Interm. p/ Prot. Ambiental da Bacia do Rio Tibagi-COPATI
Paraná/Tietê	Consórcio Interm. das Bacias do Alto Tamanduateí e Billings – GRANDE ABC
Paraná/Tietê	Consórcio Interm. de Estudos, Recup. E Desenv. Do Rio Sorocaba – CERISO
Paraná/Tietê	Consórcio Interm. de Preserv. Da Bacia do Rio Jaguari Mirim – CIPREJIM
Grande	Consórcio Interm. do Ribeirão Lageado
Paraná	Consórcio Interm. do Rio Jacaré-Pepira
Paraná/Tietê	Consórcio Interm. dos Vales Tietê-Paraná

Dando continuidade aos projetos, que enfocavam o binômio solo – água, o governo do Paraná elaborou uma proposta de intervenção no meio rural, a qual designou de Programa de Desenvolvimento Rural do Paraná - Paraná Rural, implementado entre fevereiro de 1989 e março de 1997, com recursos do Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD). O programa baseava-se nas experiências conservacionistas já desenvolvidas no Estado, envolvendo o manejo das águas e conservação do solo, incorporando ainda o controle da poluição e confirmando a microbacia hidrográfica (MBH) como unidade de planejamento e ação, sendo elaborados dois documentos orientadores da intervenção : Manual Técnico e Manual Operativo.

Segundo Silva (1995, p.99) a seleção das microbacias a serem trabalhadas era feita no âmbito de cada município, obedecendo os seguintes critérios, por ordem decrescente de prioridade:

- 1º) a área em que os cursos d'água tenham importância para o abastecimento urbano e rural;
- 2º) desenvolvimento de projetos de irrigação comunitária por pequenos agricultores;
- 3º) localidades onde há interesse e disposição, por parte dos produtores rurais, em investir recursos e esforços no Sub-programa;
- 4º) significativa produção de alimentos básicos;
- 5º) área de maior concentração de pequenos produtores;
- 6º) regiões que disponham de recursos humanos e matérias para implantação dos projetos;
- 7º) grau de erodibilidade do solo;
- 8º) intensidade de uso do solo;
- 9º) nível de degradação atual e
- 10º) grau de mecanização

Foram elaborados planos de trabalho específicos para cada microbacia, onde o programa formaliza a organização territorial necessária para adequar a atividade produtiva ao meio ambiente.

No Paraná, o Consórcio Intermunicipal para Proteção Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi - COPATI possui como embasamento teórico trabalhos desenvolvidos pelo Centro Interamericano de Desenvolvimento de Águas e Terras (CIDIAT) e pelo Ministério do Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (MARNR) da Venezuela.

Esta metodologia necessita de uma equipe multi e interdisciplinar com a participação dos governos e/ou instituições ligadas ao meio ambiente (vertente institucional) e da população (vertente comunitária). Pressupõe o Diagnóstico Integral da Bacia Hidrográfica

- DIBH, que sintetiza o estado da degradação e conservação da bacia, sendo composto por sete diagnósticos que se inter-relacionam, ou seja:

Diagnóstico Físico Conservacionista – DFC: a partir do estudo de alguns parâmetros, o diagnóstico fornece indicativos concretos para a condução racional do uso e manejo de recursos naturais renováveis, com vistas à sua preservação;

Diagnóstico Sócio-Econômico - DSE: que fornece os fatores de degradação e poluição ambiental provocados pelo homem. Abrange os produtores, através de amostragem - questionários e entrevistas, tabulações, análises críticas, recomendações e conclusões e, também, as sedes municipais da bacia;

Diagnóstico Recurso Solo - DS: classifica e interpreta o uso, bem como os conflitos de uso, fornecendo as categorias de classificação: sobre-uso (áreas que ultrapassam sua capacidade com riscos de degradação) e sub-uso (áreas com uso abaixo de sua capacidade produtiva). Gera um levantamento da capacidade de uso do solo e um do uso atual, determinando os conflitos de uso;

Diagnóstico do Recurso Água - DA: tem como objetivo avaliar quantitativamente as disponibilidades, demandas atual e futura para os diferentes usos. A partir dos dados hidroclimáticos e sedimentográficos, verifica a disponibilidade superficial e, a partir das informações hidrogeológicas, a disponibilidade subterrânea. Fornece informações referente as demandas (urbana, industrial, rural, irrigação) enchentes e infra-estrutura hidráulica;

Diagnóstico Recurso Vegetação – DV: fornece um banco de dados - inventários/diagnósticos da vegetação: espécies predominantes de uso social (alimentação, medicamentos, construção civil, etc.); espécies econômicas (matéria-prima para uso industrial); espécies energéticas; espécies conservacionistas e espécies ecológicas (pré-requisitos para a sobrevivência de outras espécies);

Diagnóstico Recurso Fauna – DF: visa inventariar a fauna da bacia;

Diagnóstico da Contaminação Ambiental – DCA: identificará as situações críticas de poluição hídrica (natural, agropastoril, urbana, industrial) poluição atmosférica, poluição sonora e por resíduos sólidos (manejo de lixo, manejo de lixo tóxico e manejo de lixo rural).

Em Honduras, SEGOVIA & PALMA , desenvolveram o DFC na sub-bacia Concepcion, que abrange os municípios de Lepaterique, Reitoca e Santa Ana. Os resultados foram objetivos, sendo que os autores reforçaram a viabilidade da metodologia como padrão

para futuros planos de manejo para bacias hidrográficas em Honduras (FERRETTI, 1198. p 85-86).

3- METODOLOGIA

As etapas e atividades realizadas para desenvolvimento do tema ora proposto estão descritas abaixo.

O levantamento bibliográfico efetuado em Instituições de nível superior, órgãos governamentais, além de acervos pessoais buscou informações para a formulação do referencial teórico e estabelecimento da metodologia utilizada abordando temas como: gestão ambiental, bacias hidrográficas, sítios naturais e Diagnóstico Físico-Conservacionista-DFC.

A base de dados foi estruturada, a partir de informações topográficas, em formato digital (SANTANA, 2003) utilizadas na elaboração do limite da Bacia hidrográfica, mapa hipsométrico e clinográfico, e fotografias aéreas, 1:25.000 (ITC,1980), 1:70.000 (DGTC,1962/1963) e 1:30.000 (Ortofoto, L.A.M.A, 2002) cuja fotointerpretação possibilitou a elaboração dos mapas de uso da terra, rede de drenagem, classes do relevo, potencial erosivo, conflitos de uso, além de fornecer subsídios para a confecção do mapa de uso racional.

A construção e o manuseio da base de dados foi realizada a partir do emprego da tecnologia SIG – Sistema de Informação Geográfica, que segundo Cruz (2003, p.8), possibilita:

Visualização e combinação de múltiplos mapas temáticos, realização de análises com cálculos bidimensionais e tridimensionais, intercâmbio de sistemas de projeção, cálculos estatísticos, entre outras potencialidades, permite ao usuário comparar, separar, relacionar, indicar tendências, representar valores ou localizar dados e objetos geográficos. Desse modo o Sistema de Informações Geográficas vem sendo extremamente útil para a análise do espaço geográfico.

O Sistema Gerenciador de Informações Geográficas-SGIG¹ utilizado foi Arc View GIS[®], versão 3.2, do Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa. Esse programa é desenvolvido pela empresa norte-americana ESRI sediada em Redlands (Califórnia) e permite ao usuário “visualizar, explorar, examinar e analisar dados geograficamente” (Matias, 2001, p.194)

¹Sistema para designar o software utilizado, por exemplo: ARC/INFO, MGE (Intergraph), SPRING (INPE), Matias e Ferreira (apud Matias, 2001, p.133).

Para a construção do modelo conceitual dos temas foram definidas as principais características da base de dados em termos de fonte (levantamento em campo, censos, mapas, dados estatísticos, etc.), formato (analógico ou digital), características cartográficas (projeção, escala, datum, etc.), prioridade dos dados, assim como as entidades geográficas de cada tema e seus atributos. Na tabela 1 são descritas as características de cada tema contido na base.

A construção do projeto lógico, a partir do modelo conceitual dos temas, especifica planos de informação (*layers*) individuais, para cada tema cartográfico, associados a tabelas de atributos básicos, feições geométricas e simbologia. A partir da escolha dos temas, foi definido que tipo de feição (pontual, linear, poligonal) seria a mais adequada para a representação de cada tema, sempre em formato shapefile (.shp).

3.1 Bases teóricas do diagnóstico físico-conservacionista -DFC

O DFC tem como meta determinar o potencial de degradação ambiental de uma bacia, a partir de fatores naturais, como subsídio ao planejamento e manejo dos recursos naturais. Para isso, é necessário indicar parâmetros potenciais que serão expressos em forma numérica, estabelecendo o risco de degradação e possibilitando uma análise qualitativa quanto à preservação desses recursos. Os parâmetros foram selecionados em virtude de sua capacidade potencial intrínseca de contribuir para a degradação dos recursos naturais renováveis, de uma bacia hidrográfica, ou refletirem essa degradação.

O DFC é um diagnóstico preliminar necessário para embasar todos os demais, a fim de compor o Diagnóstico Integral da Bacia Hidrográfica. Mesmo genérico, é abrangente e prático por obter valores objetivos que avaliem o estado físico-conservacionista de uma bacia hidrográfica.

A fórmula descritiva proposta pelo CIDIAT e MARNR – Venezuela (FERRETTI, 1998 pg.88) é a seguinte: $E(f) = \frac{ZV, D, d, p}{g, E, e, V}$

Onde: E (f) – estado físico-conservacionista

ZV – zona de vida;

D - degradação específica (erosão potencial);

d - sedimentos medidos na estação (erosão atual);

p - declividade média;

- g - geologia da área;
- E - erodibilidade das rochas;
- e - cobertura do processo atual de erosão;
- V - cobertura vegetal atual

Tabela 1 – Modelo Conceitual dos temas

Entidade (Realidade)	Tema	Feições geométricas	Arquivo/ Formato	Fonte	Escala	Projeção	Atributos
Bacia hidrográfica	Limite da área da Bacia	Poligonal	Digital/shp	Santana (2003) Informações cartográficas	1:50.000	UTM	Área Km/ha
Rede hidrográfica	Hidrografia	Linear e poligonal	Digital/shp	Fotos aéreas (ITC-1980, L.A.M.A-mosaico 2002)	1:50.000	UTM	Nome Extensão Área
Geomorfologia	Feições geomorfológicas	Linear e poligonal	Digital/shp	UEPG(2003), mosaico (2002)	1:50.000	UTM	Tipologia Nome
Geologia	Unidades geológicas	Poligonal	Digital/shp	UEPG (2003), Melo (1999) Melo et.al.(2004)	1:50.000	UTM	Unidades Áreas
Relevo	Classes do relevo	Poligonal	Digital/shp	Fotos aéreas 1:70.000 (DGTC, 1962/1963, L.A.M.A- mosaico 2002)	1:50.000	UTM	Classes Área
Hipsometria	Curvas de nível	Linear	Digital/shp	Santana (2003)	1:50.000	UTM	Cotas Extensão
Clinografia	Curvas de nível	Linear	Digital/shp	Santana (2003)	1:50.000	UTM	Classe Extensão
Uso da terra	Uso da terra	Poligonal	Digital/shp	Fotos aéreas (ITC-1980, L.A.M.A-mosaico 2002)	1:50.000	UTM	Classe Área
Erosão	Potencial erosivo	Poligonal	Digital/shp	Cruzamento de dados geologia, relevo, clinografia	1:50.000	UTM	Classe Área
Conflitos uso	Conflitos de uso	Poligonal	Digital/shp	Cruzamento de dados potencial erosivo e uso da terra	1:50.000	UTM	Classe Área

Proposta de uso	Uso racional	Poligonal	Digital/shp	Cruzamento de dados potencial erosivo e normas IAP/IBAMA	1:50.000	UTM	Classe Área
Divisão bacia hidrográfica	Setorização	Poligonal	Digital/shp	Cruzamento de dados, geologia, clinografia, hidrografia	1:50.000	UTM	Nome Área
Áreas Preservadas	Unidades de Conservação	Poligonal	Digital/shp	IAP (2004), Plano Manejo PEVV	1:50.000	UTM	Nome Área
Sítios naturais	Sítios	Pontual	Digital/shp	Levantamento de campo(GPS), bibliografia, Mosaico (2002)	1:50.000	UTM	Sítio Nome Coordenadas
Sistema viário	Estradas	Linear	Digital/shp	Fotos aéreas (ITC-1980, L.A.M.A-mosaico 2002)	1:50.000	UTM	Nome Extensão
Acessos sítios naturais	Trilhas	Linear	Digital/shp	Levantamento de campo(GPS),Mosaico (2002)	1:50.000	UTM	Extensão Nome

Fonte: Adaptado de CRUZ (2003) ORG: CARVALHO, S.M. (2004)

Cada parâmetro é definido por um índice de acordo com classificações previamente estabelecidas, sendo que parâmetros e índices sugerem uma análise qualitativa da bacia hidrográfica que está sendo pesquisada.

Então, a somatória dos índices mínimos de cada parâmetro estabelece o padrão de melhores condições da bacia hidrográfica quanto ao processo erosivo. A somatória dos índices máximos de cada parâmetro estabelece o padrão de piores condições da bacia hidrográfica quanto à erosão. No Quadro 7 estão representados os intervalos mínimo e máximo para cada índice.

Tendo estes valores já mensurados para a bacia hidrográfica, a metodologia venezuelana apresenta o valor crítico do processo erosivo através da equação da reta e dos eixos cartesianos, onde no eixo “x” encontram-se as unidades de riscos e, no “y”, o valor crítico da erosão que varia de 0 (zero) a 100 .

Portanto, quanto maiores os valores dos subíndices e, conseqüentemente, dos valores finais, maior o potencial de risco de degradação dos recursos da bacia hidrográfica (BELTRAME, 1994, p.94).

BELTRAME (1994) apresenta uma proposta metodológica para o DFC de pequenas bacias hidrográficas, aplicada para a bacia do rio do Cedro (Brusque – SC) onde buscou uma adaptação da metodologia desenvolvida pelo CIDIAT – MARNR, para as condições catarinenses.

Quanto às adaptações realizadas na metodologia venezuelana , Beltrame resume-as conforme demonstrado no Tabela 2:

Em decorrência disto, a fórmula descritiva proposta por BELTRAME (1994, p.89) é a seguinte:

$$E(f): CO_a CA_b DM_c E_d PE_e DD_f BH_g$$

Onde: E(f) – estado físico-conservacionista do setor, que é proporcional aos parâmetros:

CO_a – grau de semelhança entre a cobertura vegetal original e a atual; a é o índice específico.

CA_b – proteção da cobertura vegetal atual ao solo; b é o índice específico.

DM_c – declividade média; c é o índice específico.

E_d – erosividade da chuva; d é o índice específico.

PE_e – potencial erosivo do solo; e é o índice específico.

DD_f – densidade de drenagem; f é o índice específico.

BH_g – balanço hídrico; g é o índice específico.

Quadro 7 - Parâmetros, Símbolos e Subíndices adotados pela Metodologia do DFC-CIDIAT E MARNR.

PARÂMETRO	SÍMBOLO	VALORES DOS SUBÍNDICES	
		MÍNIMOS	MÁXIMOS
Zonas de Vida	ZV	ZV_1 81 – 100%	ZV_5 1 – 20% (semelhança)
Degradação Específica	D	D_1 0 – 100	D_5 > 3.000 (ton./Km ² /ano)
Sedimentos Medidos	d	d_1 0 – 100	d_8 > 2.000 (ton./Km ² /ano)
Declividade Média	P	P_1 0 – 12%	P_5 > 75%
Litologia	L	L_1 Duras	L_4 Depósitos não estabilizados
Erodibilidade da Rocha	E	E_1 Pouco suscetível	E_3 Altamente suscetível
Erosão	e	e_1 1 – 20%	e_3 81 – 100%
Cobertura Vegetal	V	V_1 1.0 (índice de proteção)	V_7 0.0 – 0.19
VALORES TOTAIS		MÍNIMOS	MÁXIMOS
ÍNDICES		8	40

Fonte: FERRETTI, 1998 p.90.

Tabela 2 - Metodologia Venezuelana e adaptações por Beltrame (1990)

METODOLOGIA CIDIAT – MARNR	METODOLOGIA APRESENTADA POR BELTRAME (1990)
* - Zona de Vida (ZV) por classificação de L. HOLDRIDGE	* - Cobertura Vegetal Original (CO) por descrições de KLEIN(1960, 1978 e 1980)
* - Vegetação por fotos aéreas	* - Cobertura Vegetal Atual (CA) por imagens LANDSAT - TM ₅
* - Degradação Específica (D) por gráfico de FOURNIER	* - Erosividade da Chuva (E) por equação de LOMBARDI & MOLDENHAUER (1980)
* - Declividade Média (p)	* - Declividade Média (DM)
* - Sedimentos (d)	* - Parâmetro não considerado ¹
* - Geologia (g)	* - Potencial Erosivo do Solo (PE)
* - Erodibilidade das Rochas (E)	associação da suscetibilidade da textura do solo à erosão e declividade de erosão
* - Cobertura do processo atual (e)	* - Balanço Hídrico (BH) * - Densidade de Drenagem (DD)

¹ – Este parâmetro foi excluído da fórmula descritiva por não ser considerado um fator potencial natural de degradação física como todos os demais, mais uma consequência de todo o processo.

3.2 – Informações gerais

Para o desenvolvimento de sua proposta, Beltrame (1994) utilizou-se dos seguintes materiais:

Informações cartográficas: mapa topográfico em escala 1:50000 para confeccionar mapa de declividade e hipsometria, que auxiliaram na confecção dos mapas geomorfológico, de cobertura vegetal original, de setorização da bacia e elaboração de perfil longitudinal do rio do Cedro.

Mapa geológico em escala 1:50000 e mapa topográfico da bacia e arredores, que foi reduzido do mapa topográfico em 1:50.000, para localização das estações hidroclimáticas mais próximas.

Imagens orbitais e suborbitais: como imagens suborbitais, utilizou 7 pares de fotos aéreas, na escala 1:25000 do ano de 1978 (as mais recentes), para confeccionar mapa de geomorfologia, potencial erosivo e do uso da terra em 1978. Fotos aéreas de 1957, para confecção do mapa de uso da terra daquele ano. Imagens orbitais LANDSAT TM₅, de 27/03/88 e, com uso do SITIM (Sistema de Tratamento de Imagens) obteve informações para confeccionar o mapa de uso da terra em 1988.

Dados de precipitação e evapotranspiração: dados de precipitação mensal das estações pluviométricas e próximas, do período de 1978 e 1987, para o cálculo da erosividade da chuva. Os dados de evapotranspiração foram obtidos através dos trabalhos de Orselli e Tavares (1988).

Características físicas e químicas do solo: para as análises físicas foram coletadas 17 amostras em 6 pontos de coleta. Para a análise química, foram coletados amostras em 5 pontos distintos.

Informações bibliográficas

3.2.1 Setorização da Bacia

Na setorização da bacia, Beltrame (1994) utilizou os critérios hidrográficos (linha dos divisores de águas) hipsometria, carta de declividade e perfil longitudinal do rio principal, definindo 03 setores para a mesma:

Setor A: parte mais alta da bacia, com mais de 400 metros de altitude e declividades acima de 20%. A divisão entre o setor A e o B corta o rio principal entre as cotas de 100 e 120 metros de altitude.

Setor B: parte central da bacia, entre 100 e 400 metros de altitude e declividades acima de 8%. A divisão entre o setor B e o C corta o rio principal na cota de 60 metros.

Setor C: áreas mais baixas e planas da bacia, com até 200 metros de altitude e declividades de até 8%.

A autora sugere que, na aplicação desta proposta em outras bacias, os critérios de setorização deverão ser revistos e adaptados para a realidade da bacia em que se está estudando.

3.2.2 Cobertura Vegetal Original - PARÂMETRO CO

Inicialmente, foi determinado a cobertura vegetal original e, de preferência, o mais detalhado possível. A partir desta informação, confeccionar mapa da cobertura. Beltrame (1994, p.29) sobrepõe os mapas de declividade e hipsometria para verificação da cobertura descrita.

Com base na interpretação de fotos aéreas de 1978, foi verificada a situação da cobertura vegetal da bacia, sendo feito o mesmo procedimento para o ano de 1988 (a partir das imagens orbitais).

Assim, foi calculada a área de mata para cada setor e, com base no grau de semelhança apresentado pela metodologia venezuelana (Quadro 8) foi estabelecido o parâmetro CO e subíndice para cada setor.

Quadro 8 – Classificação quanto ao grau de semelhança para o Parâmetro CO

GRAU DE SEMELHANÇA	ÍNDICE	NÍVEIS
81 - 100%	CO ₁	Altamente semelhante
61 - 80%	CO ₂	Semelhante
41 - 60%	CO ₃	Medianamente semelhante
21 - 40%	CO ₄	Baixa semelhança

01 - 20%	CO ₅	Nenhuma semelhança
----------	-----------------	--------------------

Fonte: BELTRAME (1994, p.30).

3.2.3 Proteção da cobertura vegetal atual - PARÂMETRO CA

Para definir este parâmetro, é necessário conhecer-se o uso do solo da bacia, em data mais recente e na escala mais detalhada possível.

Utilizaram-se, para a Bacia do rio do Cedro, fotos aéreas de 1978 (1:25000) imagem multiespectral digital de satélite TM₅ de 27/03/1988 em escala 1:50000 e, após procedimentos técnicos necessários, foi confeccionado o mapa de uso da terra em 1988.

Após identificação (a mais detalhada possível) das classes de uso da terra por setor, procede-se o cálculo da área de cada classe para encontrar-se o grau de proteção ao solo.

A classificação adotada por Beltrame (1994) tem por base a metodologia venezuelana - CIDIAT/MARNR (1978) Segovia e Palma (1987) e Llano e Criado (1968). Para o trabalho desenvolvido na bacia do rio Marrecas (FERRETTI, 1998) foi adotado apenas a classificação do CIDIAT/MARNR. Os valores variam de 0 (zero – para bacias sem proteção vegetal) a 1 (bacias totalmente protegidas).

Quadro 9 - Classificação do tipo de Cobertura Vegetal quanto à proteção fornecida ao solo – Parâmetro CA

SÍMBOLO	COBERTURA VEGETAL	ÍNDICE PROTEÇÃO
1	Floresta Primitiva Intacta	1
1 a	Floresta Primitiva Densa	
1 b	F. P. Descaracterizada	0,8 - 0,9
2	Vegetação Secundária	
2 a	Mata Secundária e Capoeirão	0,8 - 0,9
2 b	Capoeira, capoeirinha e ervas	0,6 - 0,7
3	Reflorestamento	0,5 - 0,7
4	Pastagens	
4 a	Pastagem Manejada	0,8 - 0,9
4 b	P.não maneja e não degradada	0,6 - 0,8
4 c	P. não manejada e degradada	0,3 - 0,6
5	Cultivos	
5 a	Com Téc.Conservacionistas	0,7 - 0,8
5 b	Sem Téc.Conservacionistas	0,2 - 0,4
6	Hortas	
6 a	Com Tec.Conservacionistas	0,8 - 0,9

6 b	Sem Téc.Conservacionistas	0,5 - 0,6
7	Várzea	
7 a	Arroz irrigado	0,9 - 1,0
7 b	Solo Plano	1,0

Fonte: HIDALGO_b (1990, p.18)

Para a obtenção do índice de proteção total para cada setor, procede-se da seguinte maneira:

para cada tipo de cobertura vegetal determina-se a área em hectares;

- a) – para cada tipo de cobertura vegetal determina-se o índice de proteção;
- b) – multiplicam-se os valores de (a) por (b) determinando a área correspondente ao índice de proteção;
- c) – soma-se a coluna C e divide-se pela área total do setor, o que nos fornecerá o parâmetro CA e subíndice do setor (Quadro 10).

Quadro10 - Parâmetro CA - Índice de Proteção Total

ÍNDICE	SÍMBOLO
1,00	CA ₁
0,80 - 0,99	CA ₂
0,60 - 0,79	CA ₃
0,40 - 0,59	CA ₄
0,20 - 0,39	CA ₅
0,01 - 0,19	CA ₆
0,00	CA ₇

Fonte: HIDALGO_b (1990, p.19).

Uma vez confeccionado os mapas de uso do solo em períodos diferentes (no caso de Beltrame (1990) de 1957, 1979 e 1988) pode-se efetuar a comparação de cada classe, a fim de verificar a evolução de ocupação da bacia.

Beltrame (apud FERRETTI, 1998, p.98) sugere que:

sempre que possível, utilizar-se de materiais semelhantes em escala ideal de trabalho (comparação de fotos aéreas com fotos aéreas ou de imagens de satélite com imagens de satélite). O percentual de áreas não classificadas prejudicam em parte a interpretação desses resultados, entretanto os mesmos foram considerados bastante consistentes em termos de avaliação evolutiva do uso da terra da bacia.

3.2.4 Declividade média - PARÂMETRO DM

Através deste parâmetro caracteriza-se o relevo:

- com papel milimetrado, ou por meio de software, determina-se a área de cada setor da bacia;
- com o auxílio de um curvímeter, ou software, determina-se, sobre a carta topográfica da bacia, a longitude (extensão) total das curvas de nível de cada setor;
- sabendo-se a equidistância das curvas de nível, aplica-se a seguinte expressão:

$$DM = \frac{L.C.N. \times E}{A}$$

Onde: DM – declividade média

L.C.N. – longitude das curvas de nível (por setor)

E – equidistância entre as curvas de nível

A – área do setor

Com base nas classes de declividades adotadas, determinam-se os respectivos subíndices deste parâmetro.

Beltrame (1994,p.48) trabalhou com os seguintes intervalos de declividade: menor de 8%, 8 – 20%, 20 – 45% e acima de 45% (definidas pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo e pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos) determinando o parâmetro DM e subíndices (Quadro 10).

Quadro 11 - Classes de Declividade e Subíndices - Parâmetro DM.

DECLIVIDADE	RELEVO	SÍMBOLO E SUBÍNDICE
Até 8%	Suave ondulado	DM ₁
9 a 20%	Ondulado	DM ₂
21 a 45%	Forte Ondulado	DM ₃

Acima 45%	Montanhoso a Escarpado	DM ₄
-----------	------------------------	-----------------

Fonte: Lemos e Santos (apud BELTRAME 1994, p.48)

Para melhor caracterizar o relevo, se acaso este parâmetro não estiver refletindo fielmente as condições altimétricas da área, é sugerido a elaboração de curvas hipsográficas dos setores. E, a partir destas curvas, dados morfométricos dos setores: altura média, coeficiente de massividade e coeficiente orográfico.

3.2.5 Erosividade da chuva - PARÂMETRO E

Beltrame (apud FERRETTI, 1998, p.100) sugere a equação de BERTONI & MOLDENHAUER (1980) como método mais viável e prático para avaliar a erosividade da chuva.

Portanto, é necessário:

- a) – verificar as estações pluviométricas mais próximas e dentro da área da bacia (caso exista) e buscar as informações das precipitações mensais de, no mínimo, 10 anos;
- b) – plotar as estações pluviométricas no mapa base da bacia já setorizada, em função das coordenadas geográficas de cada uma;
- c) – aplicar o procedimento dos “polígonos de Thiesen” para determinar a área de influência de cada estação. Este método não considera as influências orográficas existentes. Caso o número de estações seja considerável, Beltrame sugere o método das isoietas por apresentar maior precisão.
- d) – sabendo-se a estação pluviométrica de maior influência de cada setor, utilizar a equação:

$$E = 6,886 (r^2/P)^{0,85}$$

Onde: E – média mensal do índice de erosão (t/ha.mm/h);

r – precipitação média mensal em mm;

P – precipitação média anual em mm.

Com dados de precipitação média anual e média para o Estado, elabora-se a classificação do índice de erosividade. Para isso, são necessários os dados de todas as estações pluviométricas do Estado, para verificar a mais baixa precipitação média anual e a mais alta precipitação média anual. Para estas duas estações, calcular a equação acima descrita. A partir dos resultados encontrados, definir intervalos para a classificação do parâmetro E.

Para Santa Catarina, Beltrame (1994, p.54) definiu a seguinte classificação, tendo por base o índice de erosividade mais baixo em Ararangua, com 522,61 t/ha.mm/h e o mais alto em Xanxerê, com 904,75 t/ha.mm/h (Quadro 11).

Quadro 12 – Classificação dos Índices de Erosividade para o Estado de Santa Catarina

ÍNDICE (t/ha.mm/h)	QUALIFICAÇÃO	SÍMBOLO E SUBÍNDICE
< 599,04	Erosividade Débil	E ₁
599,04 a 675,48	Erosividade Média	E ₂
675,49 a 751,91	Erosividade Forte	E ₃
751,91 a 828,33	Erosividade Muito Forte	E ₄
> 828,33	Erosividade Excessiva	E ₅

Fonte: BELTRAME (1994, p.54)

3.2.6 Potencial erosivo do solo - PARÂMETRO PE

GEOLOGIA: a partir de informações pré-existentes, deve-se caracterizar a litologia da bacia e confeccionar o mapa geológico. Ressalta-se que, quanto mais detalhada for a informação, mais preciso será o parâmetro. Definindo-se as unidades litológicas, deve-se calcular a área de cada uma por setor.

GEOMORFOLOGIA: com base na carta topográfica, fotointerpretação (fotos aéreas ou imagens orbitais) deve-se caracterizar (o mais detalhado possível) as informações geomorfológicas da bacia, relacionando-as com a litologia.

TEXTURA DO SOLO: para esta informação, coletaram-se amostras de solo, nas distintas unidades litológicas, em 06 pontos diferentes e em 3 profundidades (15 cm, 60 cm e 90 cm). As amostras foram coletadas em uma mesma posição na paisagem: à meia encosta. Após, procedeu-se a análise granulométrica e, observando semelhanças entre as amostras, agrupou-as referenciando a litologia.

Baseando-se em Bigarella e Mazuchowski (1985) Beltrame (1994, p.70) correlaciona o diâmetro das partículas com o mínimo de velocidade média de fluxo da água necessária para transportá-las, gerando o índice de suscetibilidade da textura à erosão.

Com este dado, associou informações de declividade, geologia, geomorfologia e hipsometria. Com base nas classes de declividade e os dados de suscetibilidade, gerou uma matriz que fundamentou o mapa de potencial erosivo dos solos.

Assim, BELTRAME (1994) sugere os seguintes índices de potencial erosivo dos solos (Quadro 12) necessários para obtenção do parâmetro por setor.

Após, deve-se calcular a área ocupada por cada classe nos setores, relacionando a simbologia.

Para o cálculo do parâmetro para cada setor, Beltrame (1994, p.80) sugere:

- coluna (1) - área de cada classe;
- coluna (2) – índice de potencial erosivo de cada classe;
- coluna (3) – produto das colunas (1) e (2);
- para cada setor, somar os valores da coluna (1) e (3);
- para cada setor, dividir o valor da somatória da coluna (3) pela somatória da coluna (1) encontrando o índice e respectiva simbologia.

Quadro 13 - Escalonamento dos Índices do Potencial Erosivo, Qualificação e Símbolo respectivo

POTENCIAL EROSIVO	SÍMBOLO	ESCALONAMENTO DOS ÍNDICES
Baixo	PE ₁	0,876 - 1
Baixo Moderado	PE ₂	0,751 - 0,875
Moderado a Baixo	PE ₃	0,626 - 0,750
Moderado a Alto	PE ₄	0,501 - 0,625
Alto a Moderado	PE ₅	0,376 - 0,500
Alto a Muito Alto	PE ₆	0,251 - 0,375
Muito Alto a Alto	PE ₇	0,126 - 0,250
Muito Alto	PE ₈	0,000 - 0,125

Fonte: BELTRAME (1994, p.75)

3.2.7- Densidade de drenagem - PARÂMETRO DD

Utilizando-se um curvímeter ou software adequado, mede-se o comprimento total dos canais, por setores e calcula-se:

$$DD = L_t/A$$

onde: DD – densidade de drenagem

L_t - comprimento total dos canais

A - área do setor

Beltrame (1994) sugere a seguinte classificação:

Quadro 14 - Classificação da Densidade de Drenagem –Parâmetro DD

VALORES DA DD (Km/Km²)	QUALIFICAÇÃO	SÍMBOLO
MENOR 0,50	Baixa	DD ₁
0,50 - 2,00	Mediana	DD ₂
2,01 - 5,50	Alta	DD ₃
Maior 3,50	Muito Alta	DD ₄

Fonte: BELTRAME (1994, p.84)

3.2.8 - Balanço hídrico- PARÂMETRO BH

Com base na metodologia de Thornthwaite e Matter (1955) Beltrame (1994) calculou o balanço hídrico por setor, através da fórmula:

$$P = E + Q$$

Onde: P – precipitação total

E – evapotranspiração real

Q – escoamento total ou excedente

É necessário classificar o resultado de cada setor no Estado, estabelecendo intervalos na classificação.

A autora estabeleceu a seguinte classificação para o Estado de Santa Catarina, a partir de dados apresentados por Orselli e Silva (1988) para 107 localidades do Estado (Quadro 14).

Quadro 15 - Classificação Qualitativa dos valores do Balanço Hídrico e respectivos Símbolos para Santa Catarina

BALANÇO HÍDRICO	QUALIFICAÇÃO	SÍMBOLO
Sem deficiência hídrica e excedente hídrico superior a 1.561,0 mm/ano	Muito Alto	BH ₁
Sem deficiência hídrica e excedente hídrico entre 780,5 mm e 1.561,0 mm/ano	Alto	BH ₂
Sem deficiência hídrica e excedente hídrico de até 780,5 mm/ano	Médio	BH ₃
Com deficiência hídrica, pelo menos 01 mês/ano; qualquer excedente	Baixo	BH ₄

Fonte: BELTRAME (1994,p.86)

3.2.9- Fórmula descritiva sugerida

Beltrame (1994, p.89) sugere a seguinte fórmula descritiva:

$$E(f): CO_a CA_b DM_c E_d PE_e DD_f BH_g$$

Deve-se desenvolver a fórmula para cada setor. Para obtenção dos valores finais, somam-se os valores mínimos dos parâmetros, que representa o melhor estado físico-conservacionista e os valores máximos, que representam o pior estado físico-conservacionista.

Com os valores mínimos e máximos, tem-se o ângulo de inclinação da reta (equação da reta). Ao plotarem-se no eixo “x” os valores obtidos nas fórmulas descritivas dos setores e, traçarem-se as perpendiculares até a reta, obtêm-se, nas ordenadas, as unidades de risco de degradação física da bacia.

Com a equação da reta $y = ax + b$, obtém-se esse resultado com maior precisão.

Para avaliar melhor o estado da bacia, deve-se correlacionar o mapa do uso da terra (o mais recente) e o mapa de potencial erosivo do solo, o que resultará no mapa dos conflitos da terra . Esse mapa apresenta as situações conflitantes de sobre-utilização (áreas

com uso que ultrapassam sua capacidade com riscos de degradações físicas do solo) e sub-utilização (áreas com uso abaixo de sua capacidade produtiva).

Assim, resulta-se no mapa proposta de uso racional da terra, com as seguintes classes:

Áreas sobre-utilizadas: áreas que deveriam estar protegidas, mas encontram-se com outro uso; áreas destinadas a culturas perenes, mas estão ocupadas por culturas temporárias.

Áreas subutilizadas: áreas adequadas a culturas perenes, pastagem ou reflorestamentos com exploração seletiva, mas que estão ocupadas por mata ou capoeira; áreas que poderão ser ocupadas por culturas anuais, mas que estão sendo ocupadas por mata, capoeira, campo limpo.

Áreas de uso correspondente: áreas que são utilizadas com a classe de uso conforme sua capacidade de uso, mesmo que não utilizem qualquer técnica conservacionista (áreas povoadas são consideradas nesta classe).

4- APLICAÇÃO DO DIAGNÓSTICO FÍSICO-CONSERVACIONISTA (DFC) PARA BACIA DO RIO QUEBRA-PERNA

4.1 Setorização da bacia

Para a setorização da Bacia do Rio Quebra-Perna (Figura 3) além dos critérios sugeridos por Beltrame (1994) ou seja, critérios hidrográficos, hipsométricos e perfil longitudinal do rio, também foram adicionados os dados geológicos.

Observando-se a fisiografia da Bacia do Rio Quebra-Perna, nota-se uma assimetria no arranjo espacial dos elementos de drenagem (Figura 4). Nos arenitos da Formação Furnas (Figura 2), que se apresentam, como substrato dominante, juntamente com os sistemas de falhas, diques e fraturas (nas direções NE-SW) é possível observar um controle estrutural bastante significativo na rede de drenagem, resultando no desenvolvimento de padrões específicos devido a esses fatores litológicos e estruturais.

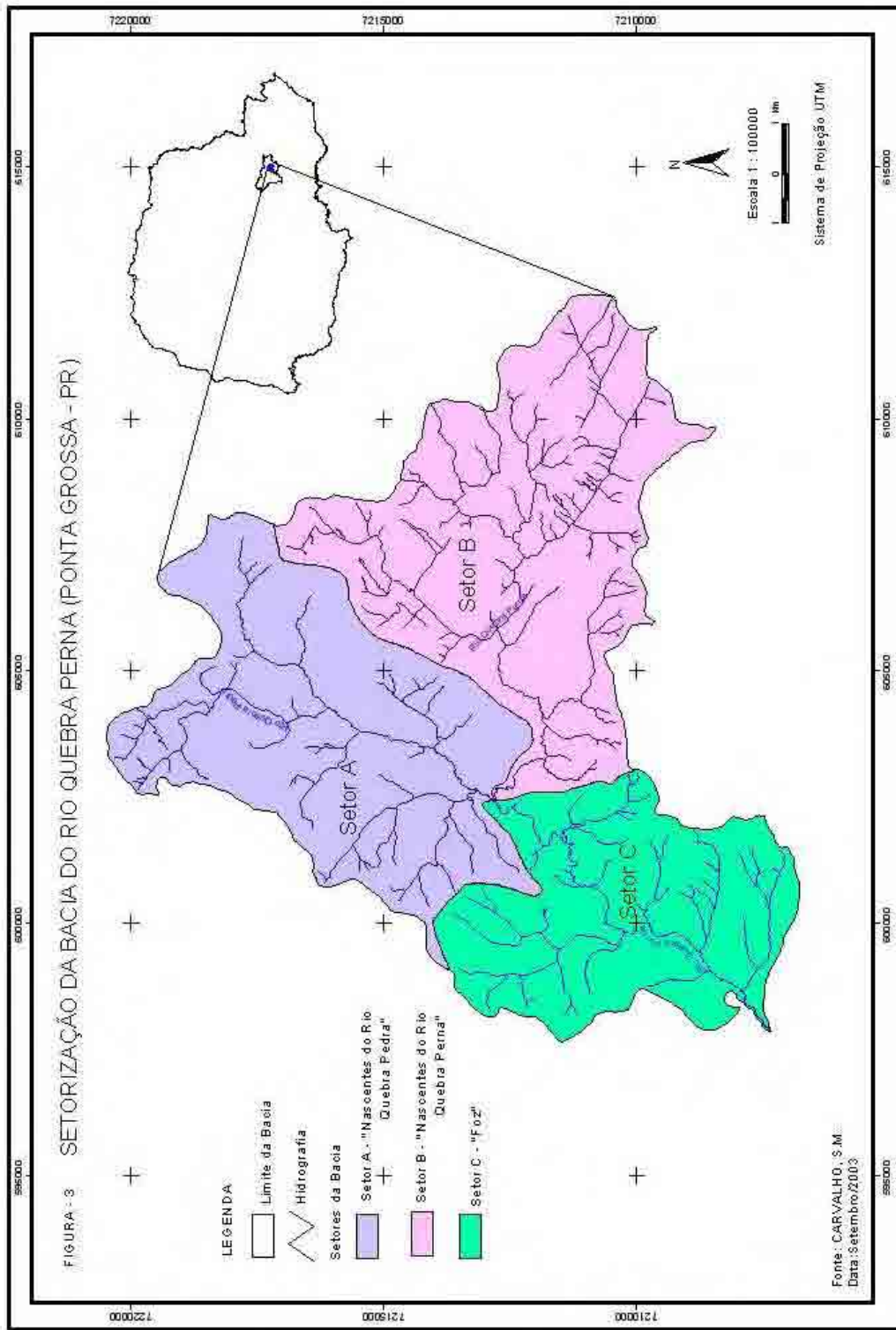
Já as condições hipsométricas revelam altitudes entre 800m a 1100m, com as maiores altitudes nas bordas da bacia.

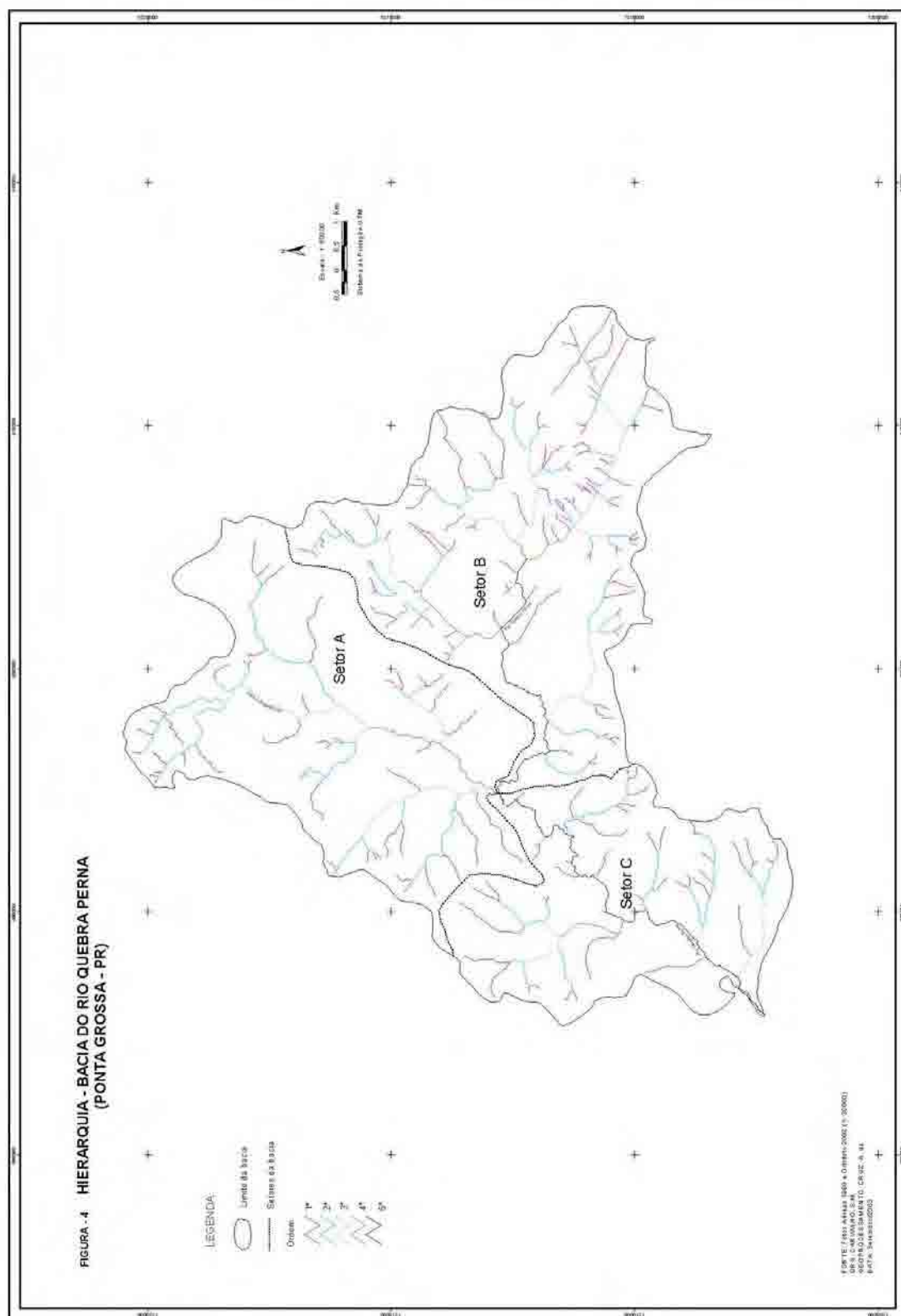
Com base nestas informações, a Bacia do Quebra-Perna foi dividida em três setores, mensurados conforme demonstra o quadro abaixo.

Quadro 16 - Setorização da Bacia do Rio Quebra-Perna

Setores	Área		%	Abrangência
	Km ²	ha		
A	35,81	3.580,60	35,22	Nascentes do Rio Quebra Pedra
B	40,13	4.012,97	39,47	Nascentes do Rio Quebra-Perna
C	25,73	2.572,54	25,31	Foz
TOTAL	101,67	10.166,11	100	

O Setor A compreende as nascentes do Rio Quebra Pedra (principal afluente do Rio Quebra-Perna) com altitudes que variam de 860m a 1100m, tendo como substrato dominante os arenitos da Formação Furnas, e uma drenagem retangular, que obedece as linhas de falhas, principalmente no sentido NE-SW. É bastante comum o aparecimento de furnas e depressões.





O Setor B, o maior em área na Bacia, compreende as nascentes do rio Quebra-Perna (que dá nome a Bacia) com altitudes entre 860m a 1100m, cujo substrato dominante também são os arenitos da Formação Furnas. Entretanto, a rede de drenagem, agora paralela, apresenta-se mais diversificada e com uma densidade maior em relação aos demais setores. O controle estrutural ocorre, tanto na direção NE-SW, quanto na direção SE-NW.

O Setor C, o menor em área na Bacia, abrange a foz do Rio Quebra-Perna, com altitudes entre 800m a 1060m, apresentando um substrato geológico mais variado, com os arenitos da Formação Furnas, além do folhelho da Formação Ponta Grossa e rochas do Grupo Itararé e aluviões quaternários. A rede de drenagem, agora dendrítica, recebe pouca influência dos escassos lineamentos estruturais.

4.2 Cobertura vegetal original - PARÂMETRO CV⁵⁷

A cobertura original encontra-se bastante descaracterizada na área da Bacia do Rio Quebra-Perna, principalmente pelas atividades de criação de gado bovino e expansão de cultivos anuais sobre as áreas de campos. Os campos que predominam em vastas áreas do sul do Brasil, no Paraná, localizam-se ao longo da Escarpa Devoniana, numa longa faixa norte-sul, tradicionalmente conhecida como Campos Gerais (MAACK, 1948 apud MORO 2001, p.481).

Além do aproveitamento para atividades agropecuárias, os campos juntamente com os demais ecossistemas presentes ao longo da Escarpa Devoniana apresentam alto valor cênico, com conseqüente interesse turístico. No entanto, tais atividades também podem ser geradoras de impactos, com risco de destruição de espécies peculiares destes locais. Espera-se que, com o zoneamento da Área de Proteção Ambiental – APA da Escarpa Devoniana, novas ações possam ser concretizadas buscando proteger os remanescentes da cobertura vegetal original.

Devido à existência de contatos entre tipos e encraves vegetacionais diversos, Leite e Klein (apud MORO, 2001, p.484) designam: “A área dos Campos Gerais como de tensão ecológica. Os campos sofrem a expansão dos elementos florestais mistos, e por sua vez a floresta temperada mista aqui estabelecida sofre a pressão dos elementos arbóreos mais agressivos das florestas pluviais do rio Paraná.”

As características edáficas dos Campos Gerais, principalmente nas proximidades da Escarpa Devoniana, com solos litólicos, secos ou hidromórficos, têm dificultado a ocupação total da formação florestal. É reconhecida a existência de apenas um Bioma, para esta área, a Floresta Ombrófila Mista, com diversos ecossistemas associados, entre eles os campos, em seus diversos tipos, inclusive os relictos de cerrado, embora estudos apontem para um estabelecimento bastante recente da Araucária junto à Escarpa Devoniana (11.000 a 8.000 anos A.P.) após o desaparecimento de estações secas periódicas.

Os Campos Gerais são descritos fitogeograficamente como estepe gramíneo-lenhosa (VELOSO et al., 1991, p.93-97). A cobertura é predominantemente herbácea, com elementos arbustivos lenhosos. Associa-se a elementos da Floresta Ombrófila Mista, os quais ocupam posições distintas na paisagem, geralmente nas encostas, vales e matas de galerias, ou formações arredondadas, os capões.

Klein e Hatschbach (apud MORO, 2001, p.487) dividem esta vegetação em campos secos, campos com afloramentos rochosos, campos pedregosos, campos úmidos e brejosos, além de várzeas, capões, matas de galeria e bosques mistos de Araucária.

Para a determinação do Parâmetro da Cobertura Vegetal, adotou-se a proposta de Klein e Hatschbach (op. cit.) e as informações da carta topográfica de Ponta Grossa 1:50:000, editada em 1961, com levantamento de campo de 1957. Em função da impossibilidade de precisar as respectivas áreas com vegetação original, este parâmetro CO, nesta pesquisa, foi renomeado para CV⁵⁷ que corresponde ao período mais antigo da cobertura vegetal para a bacia do Rio Quebra-Perna em que, a classe *campo* (inclui os campos secos, com afloramentos de rochas e pedregosos), *mata* (inclui capões, matas de galeria e bosques mistos de Araucária) e *brejo* (inclui campos úmidos e brejosos e várzeas).

Quadro 17 – Cobertura Vegetal (1957) – Bacia do Rio Quebra-Perna

Tipo	Área (ha)	%
Campo	7.786,13	76,59
Mata	2.315,13	22,77
Brejo	64,76	0,64
Total	10.166,11	100

Quadro 18 – Cobertura Vegetal (1957) – por Setor na Bacia do Rio Quebra-Perna

Setor	Tipo	Área (ha)	% no Setor
A	Campo	2.747,57	76,74
	Mata	809,68	22,61
	Brejo	23,35	0,65
Total		3.580,60	100
B	Campo	3.095,29	77,13
	Mata	876,27	21,84
	Brejo	41,41	1,03
Total		4.012,97	100
C	Campo	1.943,37	75,54
	Mata	629,17	24,46
	Brejo	-	-
Total		2.572,54	100

Para a determinação deste parâmetro, seguiu-se a mesma classificação proposta por Beltrame (1994, p.30) e apresentada no Quadro 8 (p.53) ressaltando-se que o grau de semelhança atribuído refere-se à densidade da cobertura vegetal, e não à semelhança botânica entre espécies originais e atuais. Quantificou-se a área atualmente coberta por campo, mata e brejo em cada um dos setores da bacia, a partir do Mapa de Uso da Terra – 2002 (Figura 6). No entanto, para maior clareza não só quantitativa como qualitativa da alteração da cobertura original, optou-se pela elaboração de uma matriz, chamada aqui de *matriz de semelhança* (Anexo 2) para mensuração da área de cada tipo vegetacional original e o tipo atual que o substitui.

No Quadro 19, é apresentado o grau de semelhança entre a cobertura vegetal atual com a de 1957, para os Setores A, B e C da Bacia do Rio Quebra-Perna.

Quadro 19 – Parâmetro CV^{57} por Setor- Bacia do Rio Quebra-Perna

Setor	Área CV^{57} (ha)	Área Setor (ha)	% no Setor	Índice	Nível de Semelhança
A	1.764,76	3.580,60	49,28	CV^{57}_3	Medianamente Semelhante
B	2.268,12	4.012,97	56,51	CV^{57}_3	Medianamente Semelhante
C	1.969,35	2.572,54	76,55	CV^{57}_2	Semelhante
Total	6.002,23	10.166,11	59,04		

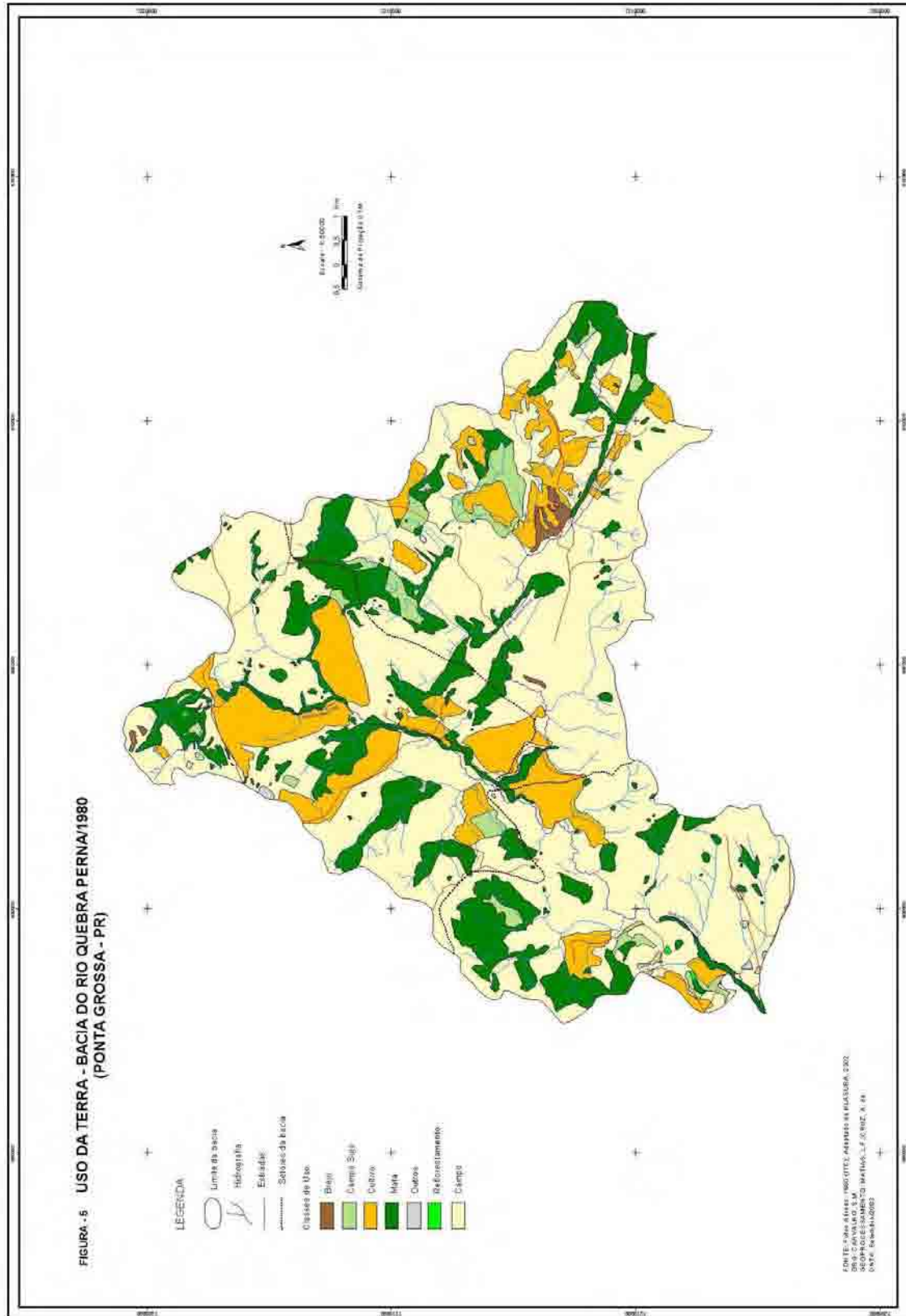
4.3 Proteção da cobertura vegetal atual do solo – PARÂMETRO CA

A cobertura vegetal é o “escudo”, isto é, a defesa natural da superfície contra os processos erosivos. Segundo Botelho (1999, p.285) “é responsável pela proteção contra a ação do impacto das gotas de chuva (splash) pela diminuição da velocidade de escoamento superficial (runoff) através do aumento da rugosidade do terreno, e pela maior estruturação do solo, que passa a oferecer maior resistência à ação dos processos erosivos”.

Evidentemente cada tipo de solo apresenta maior ou menor suscetibilidade à erosão; no entanto a cobertura vegetal, sem dúvida, tende a minimizar em maior ou menor proporção o embate das gotas de chuvas e conseqüentemente a remoção de partículas.

Antes do cálculo propriamente dito do parâmetro CA, é necessário a apresentação das classes de uso da terra, por setor, para a Bacia do Rio Quebra-Perna. As classes de uso aqui adotadas foram as mesmas adotadas no projeto “Caracterização do Patrimônio Natural dos Campos Gerais”, desenvolvido pelo Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa, uma vez que a área de pesquisa encontra-se inserida no contexto deste projeto.

A evolução do uso da terra no período entre 1980 e 2002 (figuras 5 e 6) é demonstrada nos quadros a seguir, no entanto, para o cálculo do parâmetro CA do DFC apenas o levantamento de 2002 foi utilizado.



Quadro 20 –Uso da terra nos setores e na Bacia do Rio Quebra-Perna - 1980

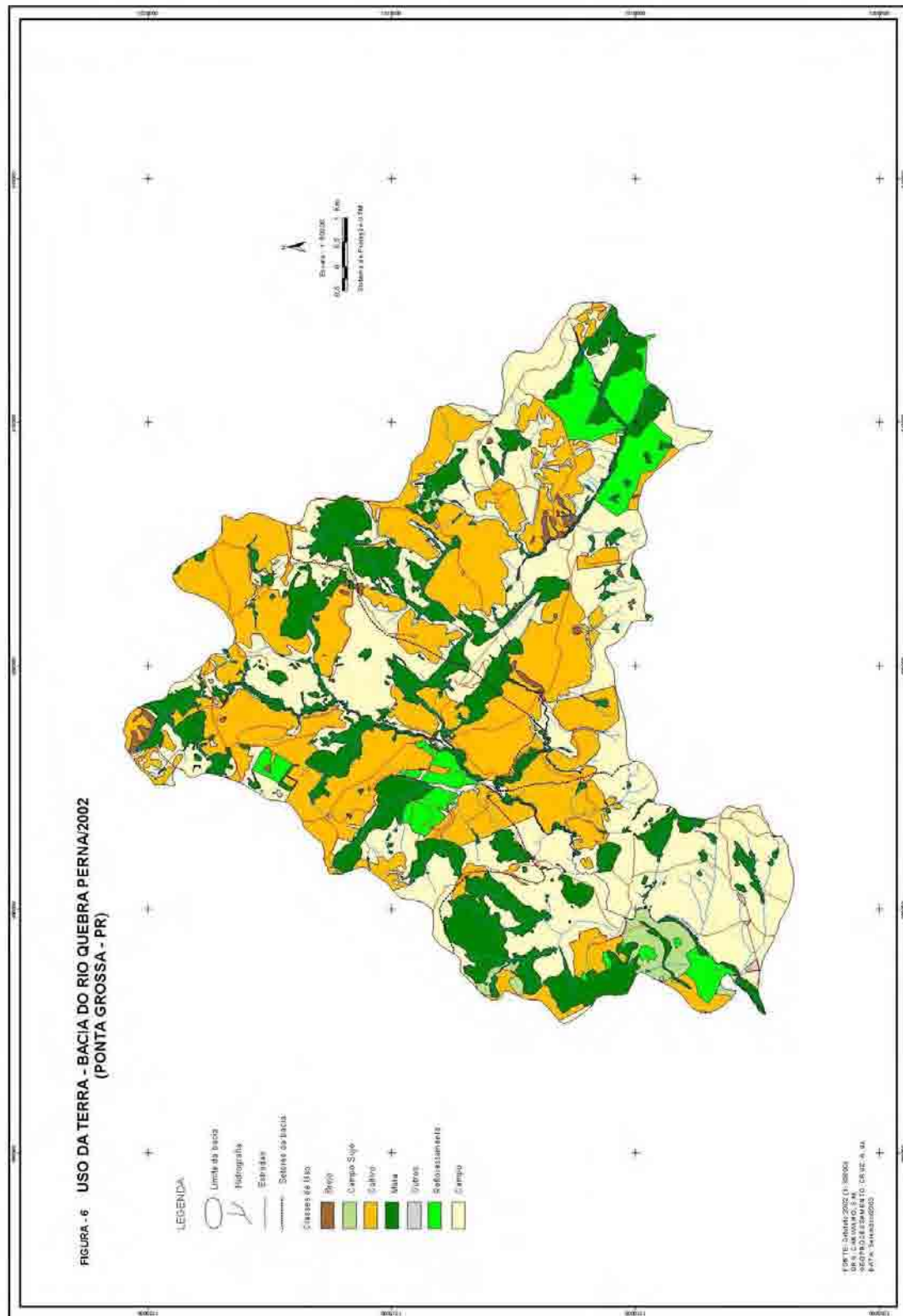
Cobertura	Setor A		Setor B		Setor C		Bacia	
	ha	%	Há	%	ha	%	ha	%
Brejo	6,52	0,18	40,36	1,00	-	-	46,88	0,46
Campo Sujo	52,10	1,46	193,80	4,83	57,30	2,23	303,20	2,98
Cultivo	746,64	20,85	484,57	12,08	222,33	8,64	1.453,54	14,30
Mata	751,70	20,99	663,93	16,54	497,60	19,34	1.913,23	18,82
Outros	7,18	0,20	1,55	0,04	12,60	0,49	21,33	0,21
Reflorestamento	1,37	0,04	-	-	3,25	0,13	4,62	0,05
Campo	2.015,09	56,28	2.628,76	65,51	1.779,46	69,17	6.423,31	63,18
Total	3.580,60	100	4.012,97	100	2.572,54	100	10.166,11	100

Quadro 21 – Uso da terra nos setores e na Bacia do Rio Quebra-Perna – 2002

Cobertura	Setor A		Setor B		Setor C		Bacia	
	ha	%	Há	%	ha	%	ha	%
Brejo	23,35	0,65	41,41	1,03	-	-	64,76	0,64
Campo Sujo	3,31	0,09	10,99	0,27	161,59	6,2	175,89	1,73
Cultivo	1.635,44	45,68	1.387,63	34,58	361,55	14,05	3.384,62	33,29
Mata	767,42	21,43	738,34	18,40	603,76	23,47	2.109,52	20,75
Outros	8,55	0,24	3,62	0,09	8,66	0,34	20,83	0,20
Reflorestamento	147,80	4,13	312,31	7,78	73,41	2,85	533,52	5,25
Campo	994,73	27,78	1.518,67	37,85	1363,57	53,00	3.876,97	38,14
Total	3.580,60	100	4.012,97	100	2.572,54	100	10.166,11	100

A classe brejo abrange os campos brejosos, encontrados em locais planos, de umidade constante, de correnteza muito lenta ou mesmo estagnada. Geralmente terminam num banhado ou pequeno regato. Quando ligados a uma planície de inundação compõem o ecossistema de várzeas que, por ocasião das chuvas mais abundantes, alagam-se, sem no entanto atingir as partes mais altas. Também englobam os campos úmidos, formados por afloramentos do lençol freático nas quebras de relevo e nos solos litólicos mal drenados (MORO, 2001, p.490). Ocupam 0,64% da área total da Bacia e 0,65% do Setor A, 1,03% do

Setor B, estando ausente no Setor C (que apresenta relevo com declividade mais acentuada em relação aos demais setores).



A classe campo sujo: compreende “uma formação campestre com arvoretas” de estrutura mais aberta e bem mais baixa, apresentando normalmente um estrato arbóreo-arbustivo esparsos, perenifólio com folhas coriáceas devido à pobreza do solo, podendo ocorrer isoladas ou em pequenas disjunções, nas altas escarpas do vale do Rio Quebra-Perna (MORO, 2001, p.491). Ocupa 1,73% da área total da Bacia, estando presente em todos os setores: 0,09% (Setor A) 0,27% (Setor B) e 6,20% (Setor C). Sofreu sensível diminuição nos setores A e B, perdendo espaço principalmente para o cultivo. Somente no setor C teve ampliação de área, principalmente pela presença da UC -Unidade de Conservação do Parque Estadual de Vila Velha.

A classe cultivo abrange as áreas cobertas por culturas, tanto temporárias quanto perenes. Predominam as culturas anuais, tanto de soja quanto de milho, alcançando altos índices de produtividade, principalmente após a adoção de técnicas agrícolas mais modernas e sobretudo técnicas avançadas de manejo e conservação dos solos baseados no sistema de plantio direto na palha e de rotação de culturas. Esta prática apresenta melhorias significativas na qualidade ambiental. Segundo o Plano para a Conservação das Paisagens Remanescentes e Desenvolvimento Sustentável na área de Entorno do Parque Estadual de Vila Velha nos Campos Gerais do Paraná (2003, p.15) “a evolução desta tecnologia, por outro lado, proporcionou aos agricultores uma maior capacidade para a transformação e manejo das terras com menor aptidão agrícola, fator que vem contribuído para o estado atual de fragmentação da paisagem”. Observando-se a evolução do uso da terra entre 1980 e 2002, nota-se um incremento substancial das áreas cultivadas de 14,30% para 33,29% , para a área total da Bacia, transformação que ocorreu sobretudo nos setores **A** (20,85% em 1980 e 45,68% em 2002) e **B** (12,08% em 1980 e 34,58% em 2002) e em menor proporção no Setor **C** (8,64% em 1980 e 14,05% em 2002).

A Classe mata corresponde à vegetação mais densa, incluindo-se os *capões*, vegetação arbustiva que aparece nos campos, formando com freqüência manchas de mata quase circulares nas pequenas depressões ou nas cabeceiras das nascentes, as *matas de galeria* (ambiente ripário) que são formações florestais ribeirinhas, mais ou menos amplas e contínuas e os *bosques mistos de araucárias*, onde predominam as araucárias em forma de guarda-chuva (típico da espécie em fase mais avançada) associadas a outras espécies. No

entanto, estas áreas foram bastante alteradas em função de seu valor econômico. Permanecem em estado mais original aquelas matas em encostas íngremes e fundos de vale, de difícil acesso.

Atualmente, observa-se uma nítida melhoria em relação ao estado de conservação e incremento destas áreas na Bacia do Quebra-Perna, quando comparadas com as fotos aéreas das décadas anteriores (18,82% em 1980 e 20,75% em 2002). Talvez, isso venha ocorrendo em função de uma fiscalização mais rigorosa ou de uma conscientização maior com relação à riqueza e diversidade desta formação.

A Classe outros abrange as áreas edificadas, representadas pelas sedes de fazendas e outras construções para usos múltiplos. Praticamente permanece com a mesma área desde 1980 (0,21% e 0,20% em 2002) para a Bacia, sendo mais representativa no Setor **A** (0,24%) e no Setor **C** (0,34).

A Classe reflorestamento inclui as áreas reflorestadas, inicialmente com *Eucaliptus spp* (década de 1950) seguidas pelos reflorestamentos com *Pinus spp* na década de 1960, baseados em incentivos florestais. Praticamente paralisados nas décadas de 70, observa-se mais recentemente, a retomada de investimentos nesta área, com a implantação de novos reflorestamentos, basicamente com *Pinus spp* (SUBPROJETO, 2002, p.15). Atualmente, está presente em todos os setores da Bacia, com 4,13% no Setor **A**, 7,78% no Setor **B** e 2,85% no Setor **C**.

A Classe campo compreende as formações de campos nativos remanescentes, onde a cobertura é predominantemente herbácea, e apresentam características naturais mais ou menos evidentes em função da intensidade de manejo ao longo da história da ocupação e da intensidade de manejo recente, os campos pastejados e os campos com afloramentos rochosos, onde a vegetação desenvolve-se sobre uma tênue capa de solo. Quando comparados os valores de 1980 (63,18%) e 2002 (38,14%) é notória a diminuição das áreas de campo na Bacia do Quebra. O setor **C** apresenta maior área (53%) em relação aos demais setores, em função da presença do Parque Estadual de Vila Velha, uma unidade de conservação de proteção integral, ou seja, com atividades mais restritivas.

Estabeleceu-se a classificação para avaliar a proteção fornecida ao solo pela cobertura vegetal atual (Quadro 21) baseado na metodologia venezuelana (HIDALGO, 1990), no entanto admitindo valores médios para cada classe, uma vez que elas apresentavam intervalos (ver Quadro 9).

Quadro 22– Classificação da proteção fornecida ao solo pelo tipo de cobertura vegetal

Cobertura Vegetal	Índice de Proteção Médio
Brejo	0,65
Campo Sujo	0,65
Cultivo	0,5
Mata	1,0
Reflorestamento	0,6
Campo	0,6

Quadro 23 - Parâmetro CA - Índice de proteção total

ÍNDICE	SÍMBOLO
1,00	CA ₁
0,80 - 0,99	CA ₂
0,60 - 0,79	CA ₃
0,40 - 0,59	CA ₄
0,20 - 0,39	CA ₅
0,01 - 0,19	CA ₆
0,00	CA ₇

Fonte: HIDALGO (1990, p.19)

Para obtenção do índice de proteção fornecido ao solo pela cobertura vegetal atual de cada setor, é necessário:

a) – calcular a área de cada tipo de cobertura vegetal (utilizou-se software Arc View). Assim, determinaram-se os valores da coluna (1) do Quadro 21;

b) – na coluna (2) colocaram-se os respectivos índices de proteção médio de cada tipo de cobertura vegetal existente no setor, de acordo com o quadro 9

c) – a coluna (3) é produto da coluna (1) pela (2);

d) – para cada setor, somaram-se os valores das colunas (1) e (3);

e) – para cada setor, dividiu-se o valor da somatória das colunas (3) pela coluna (1) para obter o índice de proteção total.

Obtido o índice de proteção total por setores, associou-se ao Quadro 22 chegando-se ao símbolo correspondente apresentado no Quadro 25.

Quadro 24 – Índice de proteção fornecido ao solo pela cobertura vegetal – por setores –
Bacia do Rio Quebra-Perna

Setor	Cobertura	(1) Área (ha)	(2) Índice de Proteção médio	(3) Superfície Reduzida	Índice de Proteção total por Setor
A	Brejo	23,35	0,65	15,18	
	Campo Sujo	3,31	0,65	2,15	
	Cultivo	1.635,44	0,50	817,72	
	Mata	767,42	1,0	767,42	
	Reflorestamento	147,80	0,60	88,68	
	Campo	994,73	0,60	596,84	
Total		3.572,05		2.287,99	0,64
B	Brejo	41,41	0,65	26,92	
	Campo Sujo	10,99	0,65	7,14	
	Cultivo	1.387,63	0,50	693,82	
	Mata	738,34	1,0	738,34	
	Reflorestamento	312,31	0,60	187,39	
	Campo	1518,67	0,60	911,20	
Total		4.009,35		2.564,81	0,64
C	Brejo	-	-	-	
	Campo Sujo	161,59	0,65	105,03	
	Cultivo	361,55	0,50	180,78	
	Mata	603,76	1,0	603,76	
	Reflorestamento	73,41	0,60	44,05	
	Campo	1.363,57	0,60	818,14	
Total		2.563,88		1.751,76	0,68

Observação: a classe “outros” não foi considerada.

Quadro 25 – Parâmetro CA por Setor - Bacia do Rio Quebra-Perna

Setor	Índice de Proteção	Símbolo
A	0,64	CA ₃

B	0,64	CA ₃
C	0,68	CA ₃

Os valores de cada setor da Bacia do Rio Quebra-Perna indicam que ela encontra-se bastante deteriorada, sob o ponto de vista da proteção que a cobertura vegetal existente estaria dando ao solo. Esta afirmação é justificada pela substituição, nas últimas décadas, das áreas de campos nativos pelas atividades de cultivo, que proporcionam menor grau de proteção ao solo.

4.4 Declividade média – PARÂMETRO DM

Este parâmetro caracteriza o relevo dos setores da Bacia. Para isso, procedeu-se da seguinte maneira:

- determinou-se a área de cada setor da bacia por meio do software Arc View;
- também pelo *software* determinou-se a longitude (extensão) total das curvas de nível de cada setor;
- conhecendo-se a equidistância entre as curvas de nível, que é de 20 metros (0,02 Km) aplicou-se a seguinte expressão:

$$DM = \frac{L.C.N. \times E}{A}$$

Onde DM - declividade média;

L.C.N. - longitude (extensão) das curvas de nível (por setores);

E - equidistância entre as curvas de nível;

A - área dos setores.

Deve-se ter o cuidado para que as unidades métricas estejam unificadas, ou seja, todas em *m* ou todas em *km*.

Com base nas classes de declividade propostas por Beltrame (1994, p.48) elaborou-se o quadro a seguir:

Quadro 26 – Classes de Declividade, respectivos índices e símbolos utilizados no Diagnóstico Físico-Conservacionista da Bacia do Rio Quebra-Perna

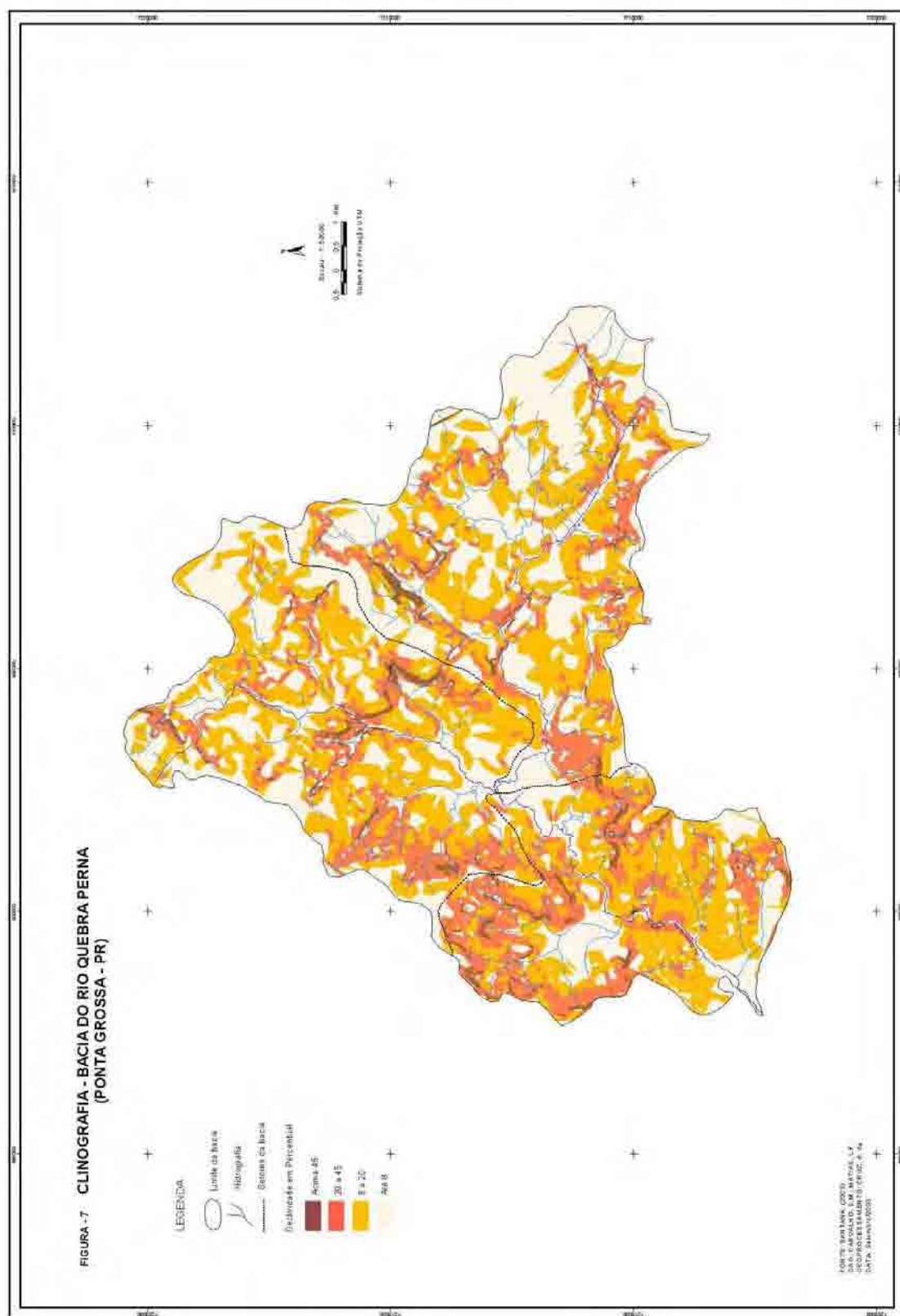
Declividade	Relevo	Símbolo e Subíndice
Até 8%	Suave ondulado	DM ₁
9 a 20%	Ondulado	DM ₂
21 a 45%	Forte Ondulado	DM ₃
Acima de 45%	Montanhoso a escarpado	DM ₄

As declividades médias encontradas para cada setor da bacia foram classificadas de acordo com o quadro acima, obtendo-se os resultados apresentados no Quadro 27.

Quadro 27 – Parâmetro DM por Setor - Bacia do Rio Quebra-Perna

Setor	L.C.N. (Km)	E (Km)	A (km2)	DM %	Relevo	Símbolo
A	271,4000	0,02	35,81	15	Ondulado	DM₂
B	258,7000	0,02	40,13	12	Ondulado	DM₂
C	222,9300	0,02	25,73	17	Ondulado	DM₂

A Carta Clinográfica da bacia do Rio Quebra-Perna (Figura 7) auxilia a melhor visualização dos resultados; embora as médias dos setores correspondam à mesma classe (Ondulado) a distribuição não ocorre de forma homogênea em cada setor.



As altitudes máximas e mínimas são quase as mesmas para os Setores A e B, ou seja, 1100m e 860m, com conseqüente amplitude altimétrica igual 240m (figura 8). Já o Setor C apresenta valores menores tanto para a máxima quanto para a mínima altitude (1060m e 800m) no entanto apresentando uma amplitude altimétrica maior, 260m. O valor médio da declividade deste setor (17%) está próximo do limite entre as duas classes de declividade: ondulado e forte ondulado.

Quadro 28 - Parâmetros hipsométricos por setores - Bacia do Rio Quebra-Perna

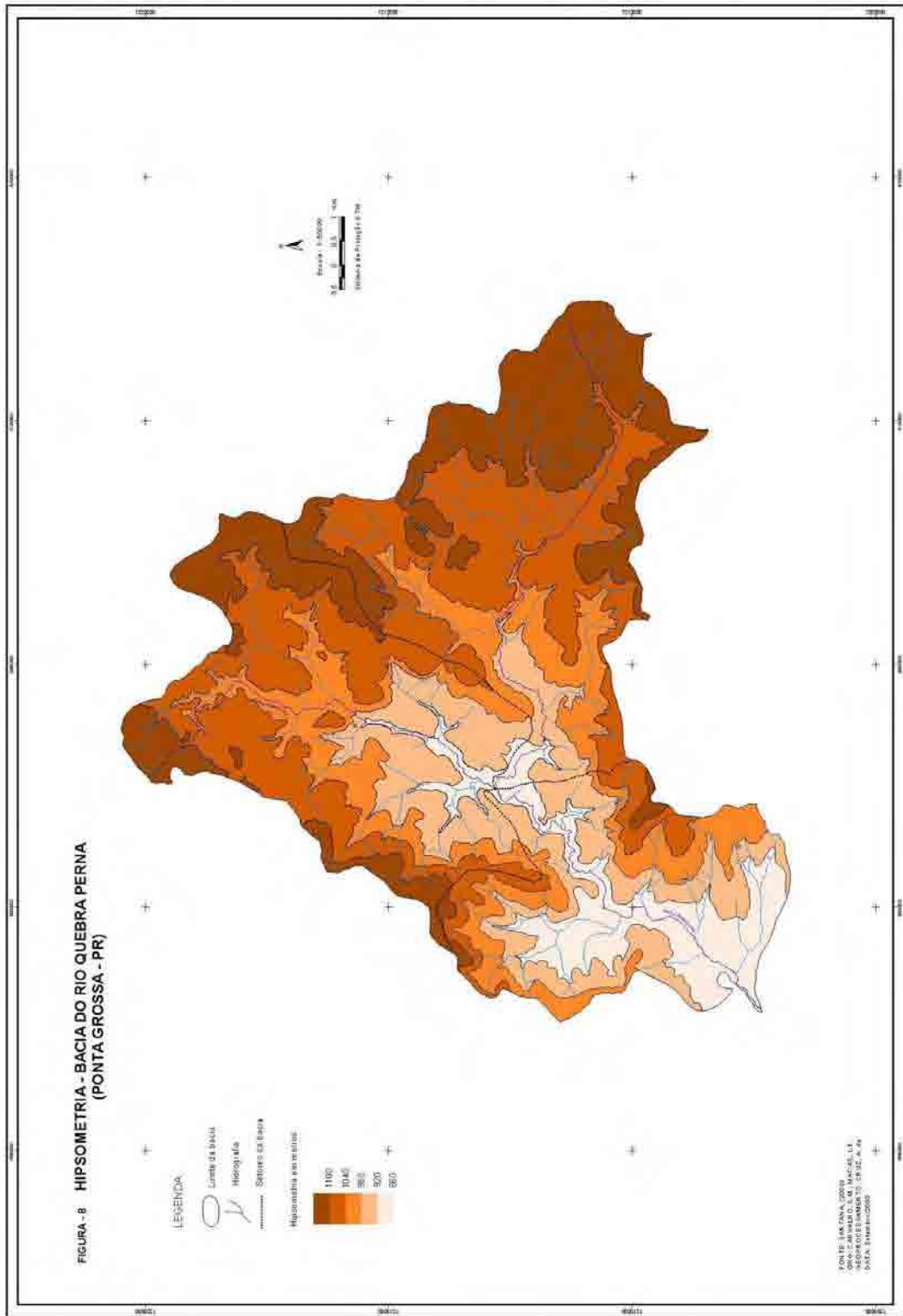
Parâmetros	Setores		
	A	B	C
Área (Km ²)	35,81	40,13	25,73
Altitudes: máxima	1.100	1.100	1.060
(m) mínima	860	860	800
amplitude	240	240	260

4.5 Erosividade da chuva – PARÂMETRO E

No que diz respeito à análise dos mecanismos de erosão hídrica, Mafra (1999, p.302) considera, como fontes de energia, a ação das gotas de chuva e a atuação dos processos hidrológicos de superfície e subsuperfície. A erosão depende das relações existentes entre a capacidade erosiva da chuva e os fluxos de superfície e subsuperfície, assim como da suscetibilidade dos materiais a serem erodidos.

No momento em que as gotas de chuva começam a bater no solo, inicia-se o *splash* ou salpicamento, que pode causar a ruptura dos agregados e conseqüente formação de crostas, com a selagem do solo; de, pois a infiltração de água e a formação de poças (*ponds*) à medida que o solo torna-se saturado. A partir daí, a água começa a escoar na superfície, primeiramente em lençol, depois através de fluxo lineares, que evoluem para microravinas, podendo algumas formar cabeceiras, e algumas dessas cabeceiras podem bifurcar, formando novas ravinas (GUERRA, 1999, p.17).

A energia cinética determina a erosividade, que é a habilidade da chuva em causar erosão. A determinação do potencial erosivo depende principalmente dos parâmetros de erosividade e também das características das gotas da chuva, que variam no tempo e no espaço. Segundo Guerra (1999) existem vários parâmetros que podem ser utilizados para



medir a erosividade da chuva, podendo ser destacados: o total de precipitação, a intensidade da chuva, o momento e a energia cinética.

Para determinação da erosividade da chuva em cada setor da bacia do Rio Quebra-Perna, considerou-se a equação desenvolvida por Bertoni e Moldenhauer adotada por Beltrame (1994, p.54). Com os dados da Estação Ponta Grossa-Vila Velha (código 2550024 ANEEL) para o período de 1980 a 2001, avaliou-se o potencial erosivo da chuva a partir da equação, em que a unidade correspondeu a toneladas de solo por hectare por milímetros de chuva por hora:

$$E = 6,886 (r^2/P)^{0,85}$$

Onde E – média mensal do índice de erosão (t/ha.mm/h);

r - precipitação média mensal em mm;

P - precipitação média anual em mm.

Para efeito de análise, considerou-se o ano de 2001 como base de cálculo para a erosividade média anual dos setores referentes a este ano. Também procedeu-se o cálculo para o período total de 1980 a 2001, o que está representado no quadro abaixo.

Quadro 29 - Erosividade da chuva na Bacia do Rio Quebra-Perna no período de 1980 a 2001.

MESES	EROSIVIDADE (t/ha.mm.h) 1980 A 2001	EROSIVIDADE (t/ha.mm/h) 2001
Janeiro	95,15	87,85
Fevereiro	75,56	69,76
Março	60,35	55,72
Abril	38,81	35,84
Maio	56,47	52,14
Junho	43,77	40,41
Julho	38,77	35,80
Agosto	21,21	19,59
Setembro	62,86	58,04
Outubro	69,41	64,09
Novembro	45,93	42,40
Dezembro	73,97	68,30
TOTAL	682,26	629,94

Fonte: Org. própria

O resultado indica que a erosividade para o período 1980/2001 é ligeiramente maior que a do ano de 2001. No entanto, os meses de maior representatividade, tanto para o período 80/01, como para o ano de 2001 são coincidentes, ou seja, janeiro e fevereiro, 95,15 e 75,56 t/ha.mm/h, para o período e 87,85 e 69,76 t/ha.mm/h para 2001.

Com base em dados de precipitação anual e mensal para o Estado do Paraná, elaborou-se uma classificação dos índices de erosividade. Para isso, utilizaram-se dados das estações pluviométricas paranaenses, verificando-se a mais baixa precipitação anual e a mais elevada precipitação anual para o ano de 2001(dados do SIMEPAR e IAPAR). Portanto, a Estação pluviométrica de Palotina, com 960,6 mm de precipitação média anual, registrou o mais baixo índice, e a Estação pluviométrica de Guaraqueçaba, com 2.765,4 mm de precipitação média anual registrou o mais alto índice (ANEXO 3).

A partir destes dados, calculou-se a média anual dos índices de erosividade para Palotina ,670,15 t/ha.mm/h e Guaraqueçaba 1.203,11 t/ha.mm/h (Anexo 4) definindo-se finalmente a classificação dos índices para este parâmetro.

Quadro 30 - Classificação dos Índices de Erosividade da Chuva para o Estado do Paraná em 2001

ÍNDICE EROSIVIDADE (t/ha.mm.h)	QUALIFICAÇÃO	SÍMBOLO E SUBÍNDICE
Menor 670,15	Erosividade débil	E ₁
670,15 - 847,80	Erosividade média	E ₂
847,81 - 1.025,46	Erosividade forte	E ₃
1.025,47 - 1.203,11	Erosividade muito forte	E ₄
Acima 1.203,11	Erosividade excessiva	E ₅

A partir do cálculo da erosividade da Bacia do Rio Quebra-Perna para o ano de 2001, obtiveram-se os índices de erosividade para os setores da Bacia (Quadro 31).

Quadro 31 - Parâmetro E por Setor - BACIA DO RIO QUEBRA-PERNA

SETOR	ÍNDICE (t/ha.mm/h)	QUALIFICAÇÃO	SÍMBOLO E SUBÍNDICE
A	629,94	Erosividade débil	E ₁
B	629,94	Erosividade débil	E ₁
C	629,94	Erosividade débil	E ₁

4.6 Potencial erosivo dos solos – PARÂMETRO PE

Alguns autores afirmam que a erosão dos solos é um processo que ocorre em duas fases, sendo a primeira constituída da remoção de partículas, e a segunda referente ao transporte deste material. De um modo geral, as pesquisas sobre erosão do solo consideram como fatores controladores dos processos erosivos a erosividade da chuva, as propriedades dos solos (textura, densidade aparente, porosidade, teor de matéria orgânica, teor e estabilidade de agregados e pH do solo) cobertura vegetal e características das encostas. (SILVA, 1999, p. 101).

A erosão progressiva da espessura do horizonte superficial, a qual poderá inclusive ter como ponto de partida a erosão laminar, deixa à superfície, horizontes ou materiais subsuperficiais cujas características podem ser menos favoráveis para o crescimento das raízes e percolação de água no solo. Existirá um momento em que a erosão reduzirá a capacidade de produção de biomassa vegetal, diminuindo conseqüentemente a proteção do solo (MAFRA, 1999, p.308).

Na Bacia do Rio Quebra-Perna, dominam os solos do tipo Cambissolos, Podzólico Vermelho-Amarelo (Argissolos) Solos Litólicos (Neossolos litólicos) Latossolos e Afloramentos de Rochas (UEPG, 2003).

Os Cambissolos compreendem solos minerais não hidromórficos, com horizonte (B) câmbico ou incipiente, o qual corresponde em grande parte à definição de *cambic horizon* (*Soil Taxonomy*). Apresentam seqüência de horizontes A (B) C, com transições normalmente claras e certo grau de evolução, porém não o suficiente para meteorizar completamente minerais primários facilmente intemperizáveis. Não possuem acúmulo significativo de argilas, que permitam identificá-los como B textural Embrapa, 1984

(apud SUBPROJETO, 2002, p.26). Constituídos de areias esbranquiçada proveniente da decomposição do Arenito Furnas.

Solo Podzólico Vermelho-Amarelo (Argissolos): compreende solos minerais não hidromórficos, com horizonte B textural, seqüência de horizonte A, Bt, C. Correspondem aos solos mais desenvolvidos da área, com argila de baixa atividade e caráter distrófico, devido à aplicação de corretivos para o uso agrícola. São encontrados nas superfícies aplainadas de topo e correspondem a áreas pouco dissecadas, com profundidades superiores a 1,20 m. Pode estar associado à Formação Ponta Grossa constituída de folhelhos, originando assim solos argilosos mais profundos (SUBPROJETO, 2002 ; OLIVEIRA, 2001).

Solos Litólicos (Neossolos Litólicos): compreendem solos minerais, pouco desenvolvidos, caracterizados pelo contato lítico a partir de profundidades que variam entre 15 e 80 cm, com rochas consolidadas, em geral não intemperizadas. Demonstram pouca evidência de desenvolvimento de horizontes pedogenéticos devido às características do material de origem e à posição relativa ocupada na bacia.

As superfícies de drenagem de toda a bacia com dissecação lateral mais pronunciada em relação a vertical, ou associados a linhas de ruptura do relevo, apresentam solos litólicos rasos, submetidos a excesso de água temporário ou permanente e com horizonte A húmico; em geral estão associados a solos litólicos rasos com drenagem mais rápida, com horizonte A proeminente ou moderado. No curso superior das bacias, encontram-se associados às superfícies mais dissecadas em relevo ondulado e submetidos a excesso temporário de água do escoamento sub-superficial, das superfícies com textura arenosa dos topos (SUBPROJETO, 2002, p.29).

Latossolos compreendem solos argilosos profundos, originados a partir dos folhelhos da Formação Ponta Grossa. Solos avermelhados com características de latolização são os principais que se desenvolveram do material coluvial proveniente do intemperismo das rochas do subgrupo Itararé. De um modo geral, apresentam perfis bastante profundos, com horizontes pouco diferenciados. Solos de baixa fertilidade natural e elevada acidez, apresentam entretanto, boas propriedades físicas principalmente quanto à profundidade efetiva, aeração e drenagem (OLIVEIRA, 2001, p.15).

Afloramentos de Rochas: abrangem pequena superfície da área total da Bacia, sendo encontrados principalmente no curso superior e nas proximidades do Parque Estadual de Vila Velha, apresentando inclusões de Solos Litólicos.

Diante da impossibilidade da obtenção de um mapa de solos detalhado, uma vez que as informações disponíveis em escala 1:250.000 tornam a análise extremamente genérica podendo incorrer em erro de análise e julgamento, optou-se por desenvolver uma metodologia, baseada na possibilidade de erosão do solo em função de sua posição no relevo.

Para tanto, adotou-se uma metodologia a partir da interpretação de fotos aéreas, em branco e preto pancromáticas na escala 1:70.000 (DGTC, 1962/1963) pertencentes ao Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa, identificando quatro classes associadas a diferentes cotas de altitude e forma do relevo percebidas na fotointerpretação e posteriormente transferidas ao mosaico colorido digital de fotografias aéreas em escala original 1: 30.000 (2002) . O número de classes adotadas está relacionado à identificação clara de três diferentes ambientes: Classe 1, Classe 3 e Classe 4, evidenciando por conseguinte a Classe 2. A nomenclatura adotada para cada classe procurou expressar de uma maneira mais direta possível a posição desta no relevo. Adotou-se a expressão *encosta*² para os ambientes entre as Áreas Baixas (Meia Encosta Suave, Meia Encosta Íngreme) e o Platô (figura 9).

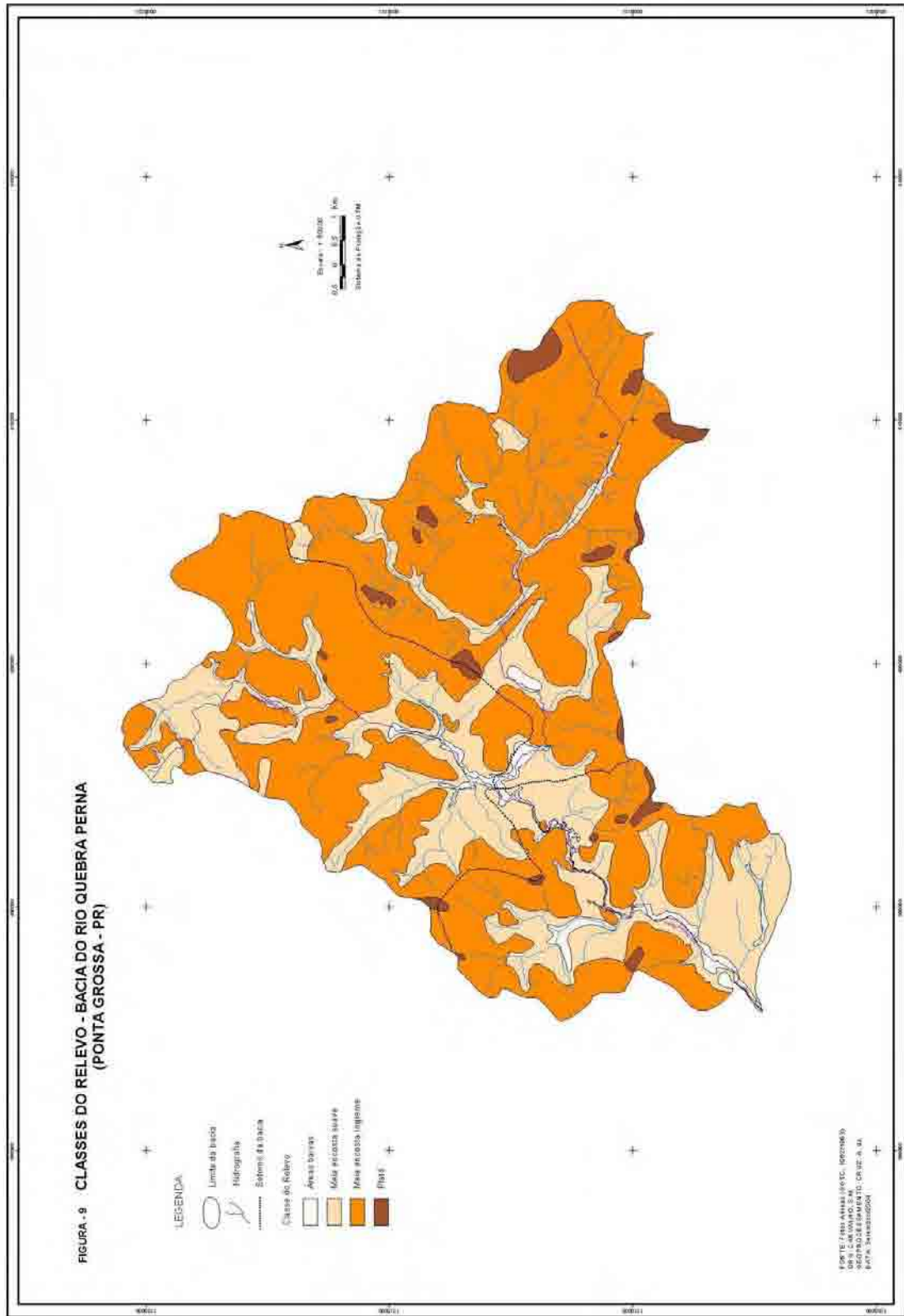
Áreas Baixas (Classe 1) : compreendem as áreas de baixas altitudes, ou seja, aquelas representadas por planícies aluviais, associadas lateralmente a rampas suavemente inclinadas, onde os processos erosivos atuam com menor intensidade. Mais facilmente observadas nas porções Central e Sul da área de estudo.

Meia Encosta Suave (Classe 2): são áreas com cotas altimétricas intermediárias, com relevo menos acentuado, caracterizando-se por rampas suavemente inclinadas. É a segunda classe dominante na área de estudo, exceto pela porção leste da Bacia, com menor representatividade.

Meia Encosta Íngreme (Classe 3) : são áreas com cotas altimétricas elevadas, com relevo bastante colinoso e escarpado, representada por paredões, além de afloramentos rochosos, submetidas a processos erosivos, intensificados pelo índice pluviométrico de 1.523,3 mm. É a classe dominante em toda a Bacia do Rio Quebra-Perna.

² Encosta: elemento da paisagem localizado entre a crista e o pedimento ou planície aluvial. É normalmente, o elemento da paisagem mais afetado pelos processos erosivos. (CURI et al., 1993 p.30.

Platô (Classe 4): são áreas que apesar de estarem em cotas altimétricas elevadas em relação às áreas vizinhas, caracterizam-se por apresentarem topos relativamente aplainados, estando limitadas por paredões, ou seja, por meias encostas íngremes.



Apresentam formas por vezes circulares ou alongadas (p.e Fortaleza) concentrando-se com maior intensidade nas porções leste, oeste e sul da área de pesquisa.

Quadro 32 Classes do Relevo –Bacia do Rio Quebra-Perna

SETOR	CLASSES	ÁREA (ha)	%
Setor A	Áreas Baixas	53,21	1.49
	Meia Encosta Suave	2.292,21	64.01
	Meia Encosta Íngreme	1.211,48	33,83
	Platô	23,70	0.67
Total		3.580,60	100
Setor B	Áreas Baixas	48.20	1.20
	Meia Encosta Suave	3.163,82	78.84
	Meia Encosta Íngreme	612,50	15.26
	Platô	188,45	4,70
Total		4.012,97	100
Setor C	Áreas Baixas	141,96	5,52
	Meia Encosta Suave	1.289,69	50,13
	Meia Encosta Íngreme	1.094,02	42,53
	Platô	46,87	1,82
Total		2.572,54	100
TOTAL		10.166,11	

Org: CARVALHO, S.M. (2004)

Para a determinação do potencial erosivo do solo - parâmetro PE para a Bacia do Rio Quebra-Perna, integraram-se as seguintes informações:

- - carta clinográfica;
- - carta de Classes do Relevo
- - carta geológica.

Com base nas classes de declividade adotadas (ver Quadro 11) na Carta de classe do relevo nas formações geológicas elaborou-se uma matriz, combinando-se as diferentes classes de informações, conforme demonstrado na tabela 3.

Tabela 3**Matriz de Identificação**

Declividade, Classes do Relevo e Geologia - Bacia do Rio Quebra-Perna

CLASSES DO RELEVO		GEOLOGIA		DECLIVIDADE		SÍMBOLO
Classes	Identificador	Formações	Identificador	Classes	Identificador	Identificador
Áreas Baixas	C1	Furnas	F	0 – 8%	1	C1F1
				9 – 20%	2	C1F2
				21 – 45%	3	C1F3
				acima de 45%	4	C1F4
		Itararé	ITA	0 – 8%	1	C1ITA1
				9 – 20%	2	C1ITA2
				21 – 45%	3	C1ITA3
				acima de 45%	4	C1ITA4
		Aluviões Quaternários	AL	0 – 8%	1	C1AL1
				9 – 20%	2	C1AL2
Meia Encosta Suave	C2	Furnas	F	0 – 8%	1	C2F1
				9 – 20%	2	C2F2
				21 – 45%	3	C2F3
				acima de 45%	4	C2F4
		Itararé	ITA	0 – 8%	1	C2ITA1
				9 – 20%	2	C2ITA2
				21 – 45%	3	C2ITA3
				acima de 45%	4	C2ITA4
		Ponta Grossa	PG	0 – 8%	1	C2PG1
				9 – 20%	2	C2PG2
				21 – 45%	3	C2PG3
				acima de 45%	4	C2PG4
		Aluviões Quaternários	AL	0 – 8%	1	C2AL1
				9 – 20%	2	C1AL2
Meia Encosta Íngreme	C3	Furnas	F	0 – 8%	1	C3F1
				9 – 20%	2	C3F2
				21 – 45%	3	C3F3
				acima de 45%	4	C3F4
		Itararé	ITA	0 – 8%	1	C3ITA1
				9 – 20%	2	C3ITA2
				21 – 45%	3	C3ITA3
				acima de 45%	4	C3ITA4
		Ponta Grossa	PG	0 – 8%	1	C3PG1
				9 – 20%	2	C3PG2
				21 – 45%	3	C3PG3
				acima de 45%	4	C3PG4
Platô	C4	Furnas	F	0 – 8%	1	C4F1
				9 – 20%	2	C4F2
				21 – 45%	3	C4F3
				acima de 45%	4	C4F4
		Itararé	ITA	0 – 8%	1	C4ITA1
				9 – 20%	2	C4ITA2
				21 – 45%	3	C4ITA3
				acima de 45%	4	C4ITA4

Partiu-se do princípio de que, em relação ao gradiente de potencial erosivo das formações geológicas, aquela que ofereceria menor suscetibilidade à erosão corresponderia aos Aluviões Quaternários e maior suscetibilidade corresponderia à Formação Furnas, seguida pelo Grupo Itararé e Formação Ponta Grossa.

Aluviões Quaternários: apresentam planícies aluviais relativamente extensas, caracterizadas muito mais pela acumulação de sedimentos. Segundo Melo (2004, p.27) “essas planícies freqüentemente passam lateralmente para rampas suavemente inclinadas, indicando que se trata de complexas associações de depósitos aluviais típicos com depósitos coluviais, estes desenvolvidos ao longo da parte inferior das encostas e cabeceiras de drenagens”.

Formação Furnas: principal unidade aflorante na Bacia do Quebra-Perna, constituindo o leito do rio (MELO, 2004). Como características típicas dessa Formação, predominam arenitos finos a médios, com níveis conglomeráticos restritos, caulínicos, o que lhes confere coloração clara e com marcantes estruturas sedimentares, principalmente estratificações plano-paralelas e cruzadas tabulares, além de marcas onduladas indicativas das paleocorrentes que depositaram os arenitos (SEMA, 2004). Os arenitos da Formação Furnas, assim como aqueles do Grupo Itararé, exibem formas singulares resultantes da associação de processos de dissolução e erosão mecânica, os chamados relevos ruiniformes Melo & Coimbra (apud SEMA, 2004).

Particularmente, a Formação Furnas condiciona o aparecimento das grandes depressões, que incluem as furnas, lagoas, depressões secas ou úmidas, resultantes de processos erosivos subterrâneos que ocorrem em grande profundidade. A descamação superficial do arenito, fenômeno comum neste ambiente, pode estar relacionado à geração de muitas das feições erosivas observadas em afloramentos da Formação Furnas. Segundo Melo (2004, p.23) “as descamações observadas encontram-se em locais onde as paredes do arenito estão relativamente protegidas da ação direta das águas das chuvas e dos processos erosivos mais intensos, de modo que as diversas etapas do fenômeno estão ali preservadas”.

Grupo Itararé: As rochas sedimentares do Grupo Itararé são de natureza variada, refletindo os muitos sub-ambientes do ambiente glacial em que foram formadas. A sucessão dos diversos tipos de rochas do Grupo Itararé, que apresentam diferentes resistências à erosão e litossomas aproximadamente horizontais, determina o aparecimento de muitas cornijas no relevo local (SEMA, 2004). O tom rosado dos arenitos é devido a cimento ferruginoso, o qual determina também a existência de horizontes com diferentes resistências à

erosão, o que contribui para as peculiares formas de erosão observadas, o chamado “relevo ruiforme” resultante de processos superficiais de dissolução e erosão mecânica (Melo & Coimbra, apud MELO, 2004).

Formação Ponta Grossa: representada por folhelhos silto-argilosos micáceos, cinzentos, apresentando fósseis (moldes) de braquiópodes, com intercalações de arenitos cinza claros, finos a muito finos e micáceos. As cores que predominam após a alteração são amarelo, roxo e castanho (SÁ, 1995). Estratigraficamente a Formação Ponta Grossa posiciona-se entre a Formação Furnas sotoposta, mais antiga, e o Grupo Itaré sobreposto.

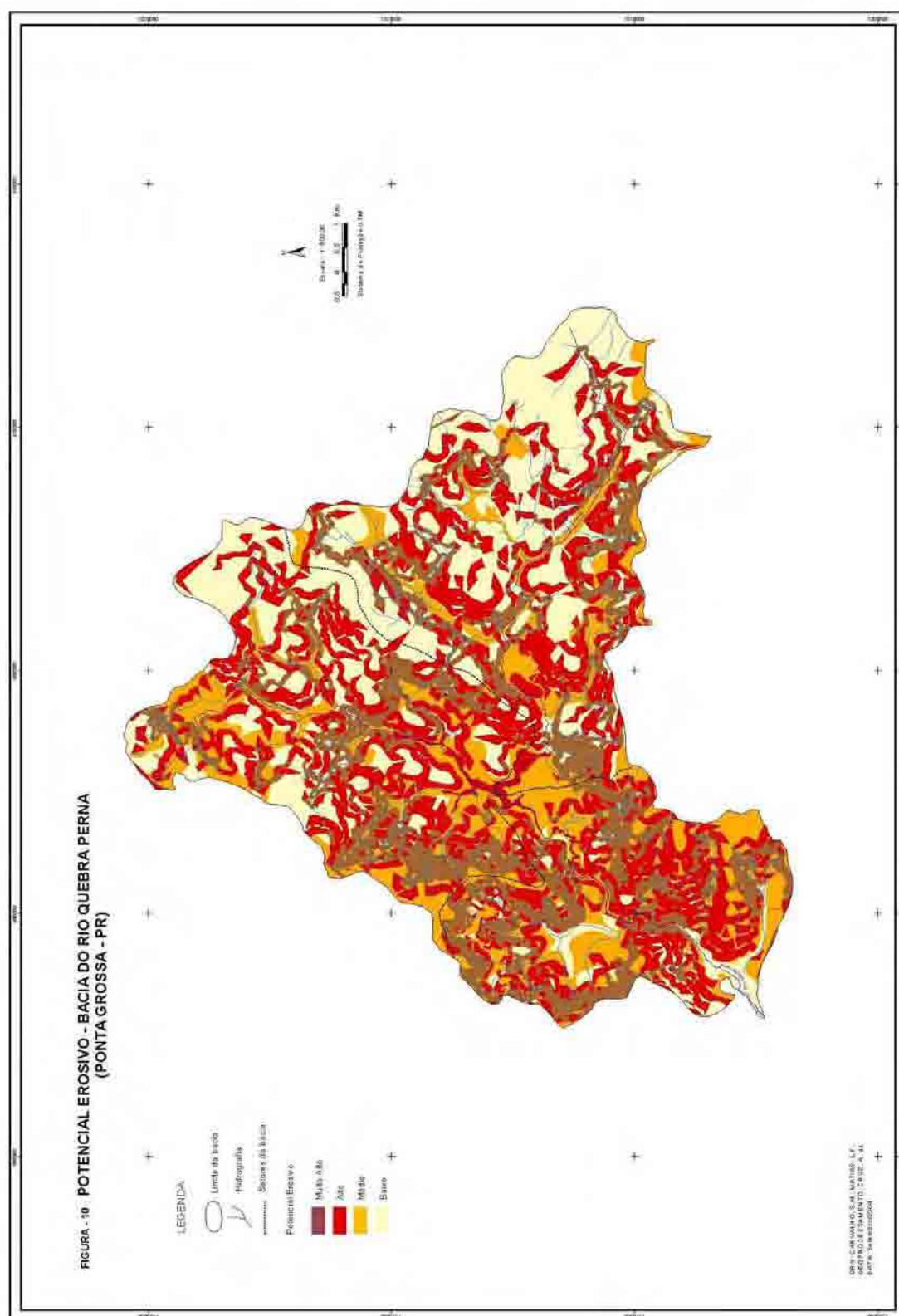
Utilizando-se o software Arc View, cruzou-se a carta de Classe do Relevo com as informações geológicas da Bacia do Rio Quebra-Perna e posteriormente com a carta clinográfica tendo como base de informações a matriz de integração (quadro 33) resultando na Carta do Potencial Erosivo dos Solos da Bacia do Rio Quebra-Perna (Figura 10).

Quadro 33 – Matriz de Integração entre Indicadores de Declividade, Classe do relevo, geologia e Potencial Erosivo para a Bacia do Rio Quebra-Perna

CLASSES	POTENCIAL EROSIVO	CRUZAMENTO INFORMAÇÕES: Classe do relevo, geologia e declividade
1	Baixo	C3F1; C4F1; C3PG1; C1AL1; C1AL2; C2AL1; C2AL2
2	Médio	C2F1; C2ITA1; C3ITA1; C4ITA1; C2PG1; C2PG2; C3PG2;
3	Alto	C1F1; C2F2; C3F2; C1ITA2; C2ITA2; C3ITA2; C4ITA2; C2PG3; C3PG3;
4	Muito Alto	C1F2; C1F3; C1F4; C2F3; C1F4; C3F3; C3F4; C4F2; C4F3; C4F4; C1ITA3; C1ITA4; C2ITA3; C2ITA4; C3ITA3; C3ITA4; C4ITA3; C2PG4; C3PG4;

OBSERVAÇÃO: primeiro símbolo (letra e n°)= classe do relevo, segundo símbolo (letra)= formação geológica e terceiro símbolo (n°) =declividade.

Para uma maior clareza dos procedimentos adotados, segue uma descrição mais detalhada das classes de potencial erosivo resultantes.



Classe 1 – Áreas com baixo potencial erosivo: compreendem as áreas baixas assim como as meias encostas suaves associadas a declividades até 20% e ocasionalmente a meia encosta íngreme e platô (C4F1) quando associados à declividade nunca superior a 8%. Possibilita o uso de maquinário agrícola em função da pouca declividade, no entanto sempre associado a alguma prática conservacionista. Ocorre em 26,53% da Bacia (2.696,85 ha) sendo nos setores A (ha) e B (ha) da Bacia do Quebra-Perna e com menor intensidade no setor C (ha).

Classe 2 – Áreas de médio potencial erosivo: compreendem as meias encostas suaves associadas a uma declividade de até 8% (C2F1,C2ITA1,C2PG1,) e excepcionalmente à declividade até 20% (C2PG2). De forma mais discreta também abrangem as meias encostas íngremes e platô, se associado a uma baixa declividade, até 8% (C3ITA1, C4ITA1). Apresentam algumas limitações em função da declividade, principalmente sob a Formação Furnas, com textura predominantemente arenosa, o que deve estar associado a práticas conservacionistas, como terraceamento, plantio e cultivo em nível, plantio direto. Representam 16,84% (1.712,21 ha) da área da Bacia.

Classe 3 – Áreas de alto potencial erosivo: representadas principalmente pelas meias encostas suaves, com declividade entre 8% (C2F2, C2ITA2) a 45% (C2PG3) e meias encostas íngremes com declividade entre 8% (C3ITA2, C3F2) a 45% (C3PG3). Também podem estar associados a platôs com declividade entre 8% a 20%. Estas áreas ocorrem de maneira marcante em toda a área Bacia do Quebra-Perna, cerca de 3.842,80 ha (37,80%) sendo (ha??) nos setores ABC. Apresentam limitações sobretudo pela declividade e pela pouca profundidade, freqüentemente associados a exposições rochosas nas superfícies. São necessárias práticas complexas de conservação do solo para que estas terras possam ser cultivadas intensivamente, uma vez que a prática do plantio direto, bastante difundida na área pesquisada, sugere o cultivo de culturas anuais em áreas com declividade até 20% e implantação de pastagens nas áreas mais íngremes.

Classe 4 – Áreas de potencial erosivo muito alto: compreendem excepcionalmente as áreas baixas, quando associadas a declividades mais acentuadas (C1F2,C1F3,C1F4,C1ITA3), abrangendo sobretudo as meias encostas suaves e íngremes com declividades entre 20% a

45% e acima de 45% (C3F3, C3F4, C3ITA3, C3ITA4, etc) e ainda os platôs que, embora elevados não são necessariamente planos (C4ITA3, C4F3, C4F4). Apresentam sérias restrições de uso em função da declividade e sobretudo dos solos rasos, geralmente associados a exposições rochosas. Cobrem cerca de 18,83% da área da Bacia (1.914,26 ha) concentrando-se mais nas bordas e espigões centrais. Praticamente impossibilita o uso de maquinário agrícola, sendo indicadas, culturas perenes ou reflorestamento, quando não houver a possibilidade de preservação da cobertura vegetal original.

Quadro 34 - Escalonamento do potencial erosivo dos solos da Bacia do Rio Quebra-Perna, Qualificação e Símbolo

POTENCIAL EROSIVO (QUALIFICAÇÃO)	SÍMBOLO	SUBÍNDICE (*)
Baixo	PE ₁	0 – 0,25
Médio	PE ₂	0,26 – 0,51
Alto	PE ₃	0,52 – 0,77
Muito Alto	PE ₄	0,78 – 1

Fonte: Org. própria

(*) – para os subíndices definiu-se o potencial erosivo mais baixo como sendo zero (0) e o potencial erosivo mais alto como 1 (um). De acordo com as 4 subclasses, estabeleceram-se 4 intervalos ou faixas de potencial erosivo dos solos

A distribuição da participação das classes de potencial erosivo dos solos por setor e na Bacia do Rio Quebra-Perna está representada no quadro abaixo.

Quadro 35 – Cálculo do potencial erosivo dos Solos por Setor Bacia do Rio Quebra-Perna

SETOR	POTENCIAL EROSIVO	(1) ÁREA (ha)	(2) ÍNDICE Médio (QUADRO 34)	(3) SUPERFÍCIE REDUZIDA		ÍNDICE DO POTENCIAL EROS. DO SOLO -TOTAL POR SETOR
				ha	%	
A	Baixo	885,94	0,13	115,17	6.19	0.52
	Médio	611,24	0,39	238,38	12.81	
	Alto	1.448,06	0,65	941,24	50.60	
	Muito Alto	635,36	0,89	565,47	30.40	
TOTAL		3.580,60		1.860,26	100	
B	Baixo	1.588,92	0,13	206,56	11.43	0.45
	Médio	481,59	0,39	187,82	10.39	
	Alto	1.316,57	0,65	855,77	47.35	
	Muito Alto	625,89	0,89	557,04	30.83	
TOTAL		4.012,97		1.807,19	100	
C	Baixo	221,98	0,13	28,86	1.86	0.60
	Médio	619,38	0,39	241,56	15.56	
	Alto	1.078,16	0,65	700,80	45.14	
	Muito Alto	653,02	0,89	581,19	37.44	
TOTAL		2.572,53		1.552,41	100	
TOTAL		10.166,11		5.219,86		0.51

Para o cálculo do índice de potencial erosivo dos solos de cada setor, procedeu-se da seguinte maneira:

- na coluna (1) área ocupada em ha;
- na coluna (2) índices médios com base no Quadro 34;
- na coluna (3) produtos dos valores das colunas (1) e (2);
- para cada setor, somou-se os valores das colunas (1) e (3);
- para cada setor, dividiu-se o valor da somatória das colunas (3) e (1) para obter o índice do potencial erosivo dos solos.

Com os resultados obtidos para este parâmetro, observou-se uma certa coerência em relação às informações sobre os solos dominantes na Bacia, que se caracterizam pela pouca profundidade e textura variando de média a arenosa, principalmente aqueles sobre o Arenito Furnas, resultando num potencial erosivo maior. O Setor C é o que apresenta índice mais elevado, justificando-se mais uma vez a existência da Unidade de Conservação, de proteção integral, representada pelo Parque Estadual de Vila Velha, que restringiria o uso principalmente com atividades agrícolas. Os demais setores, embora apresentem índices mais baixo que o Setor C, ainda assim, estão numa classe de médio a alto potencial erosivo o que sugere, sem dúvida, a necessidade de adoção de técnicas de conservação do solo, para evitar-se o aparecimento ou intensificação dos processos erosivos.

Quadro 36 - Parâmetro PE por Setor - Bacia do Rio Quebra-Perna

SETOR	POTENCIAL EROSIVO	ÍNDICE	SÍMBOLO
A	Alto	0.52	PE3
B	Médio	0.45	PE2
C	Alto	0.60	PE3

4.7 Densidade de drenagem – PARÂMETRO DD

A densidade de drenagem correlaciona o comprimento total dos canais de escoamento com a área da bacia hidrográfica. Para CHRISTOFOLETTI (1980, p.116) repercute o comportamento hidrológico das rochas em um mesmo ambiente climático. Nas rochas onde a infiltração é baixa, ha melhores condições para o escoamento superficial, gerando possibilidades para a esculturação de canais, como entre as rochas de granulação fina, caracterizando elevada densidade de drenagem. O contrário ocorre com as rochas de granulação grossa.

Tem relação inversa com os comprimentos dos rios, pois à medida que aumenta o valor numérico da densidade, ha diminuição quase proporcional do tamanho dos componentes fluviais da bacia.

A densidade de drenagem, segundo Villela e Matos (1975, p.16) é uma boa indicação do grau de desenvolvimento de um sistema de drenagem, pois varia inversamente com a extensão do escoamento superficial e, portanto, fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia.

Com base na classificação apresentada no Quadro 14 (p 60) calculou-se a densidade de drenagem para cada setor da Bacia do Rio Quebra-Perna, sua respectiva classificação e, simbologia representativa.

Quadro 37 – Parâmetro densidade de drenagem por setor - Bacia do Rio Quebra-Perna

SETOR	Dd (Km/Km ²)	QUALIFICAÇÃO	SÍMBOLO
A	1,516	Mediana	DD₂
B	2,156	Alta	DD₃
C	1,924	Mediana	DD₂

O Setor B, onde estão as nascentes do rio Quebra-Perna, apresentou índice mais elevado, corroborando com as informações visualmente percebidas na Figura 4.

4.8 Balanço hídrico – PARÂMETRO BH

O Balanço hídrico é um sistema contábil de monitoramento da água no solo e resulta da aplicação do princípio de conservação de massa para a água num volume de solo vegetado (Pereira et.al. 1997, apud ROLIM e SENTELHAS, s.d p.2). A variação do armazenamento num dado intervalo de tempo representa o balanço entre as entradas e saídas de

água do volume de controle, sendo representados pela chuva, orvalho, escoamento superficial, drenagem lateral, ascensão capilar e irrigação (entradas) e evapotranspiração, escoamento superficial, drenagem lateral e drenagem profunda (saídas).

O balanço hídrico é uma ferramenta empregada em distintas áreas de estudos, como na meteorologia agrícola, delimitando áreas de mesmo potencial hídrico, na irrigação, determinando as deficiências hídricas de uma região, na hidrologia, fornecendo informações sobre as bacias hidrográficas, além de dimensionar reservatórios. De acordo com a aplicabilidade, o balanço hídrico pode vir a ser calculado para várias escalas temporais, ou seja, diária, decenal e mensal.

Segundo Aguilar et al. 1986 (apud ROLIM e SENTELHAS, s.d ,p.3) “os resultados de um balanço hídrico podem ser utilizados para zoneamento agroclimático da região, demanda potencial de água das culturas irrigadas, definição de prioridades no planejamento de pesquisas ou ainda no conhecimento do regime hídrico”.

O balanço hídrico foi considerado por Beltrame (1994, p.85) como parâmetro de fundamental importância para o DFC- Diagnóstico Físico-Conservacionista, podendo ser um indicador potencial natural de degradação e/ou conservação física da bacia hidrográfica. Desequilíbrios no balanço hídrico poderão causar danos irreversíveis sobre os recursos naturais renováveis da área de estudo.

Outro dado importante, segundo Beltrame (op. cit.), derivado do balanço hídrico, é o déficit hídrico, que “corresponde à correlação entre a precipitação e a evapotranspiração, indicando a duração e a época da estação seca.

Para a obtenção dos dados de evapotranspiração potencial e real, de excedente e déficit hídrico, utilizou-se o método de THORNTHWAITE & MATHER (1955) (ROLIM e SENTELHAS, s.d) sendo que a capacidade de armazenamento de água no solo-CAD utilizada foi de 100 mm (ver Anexo 6).

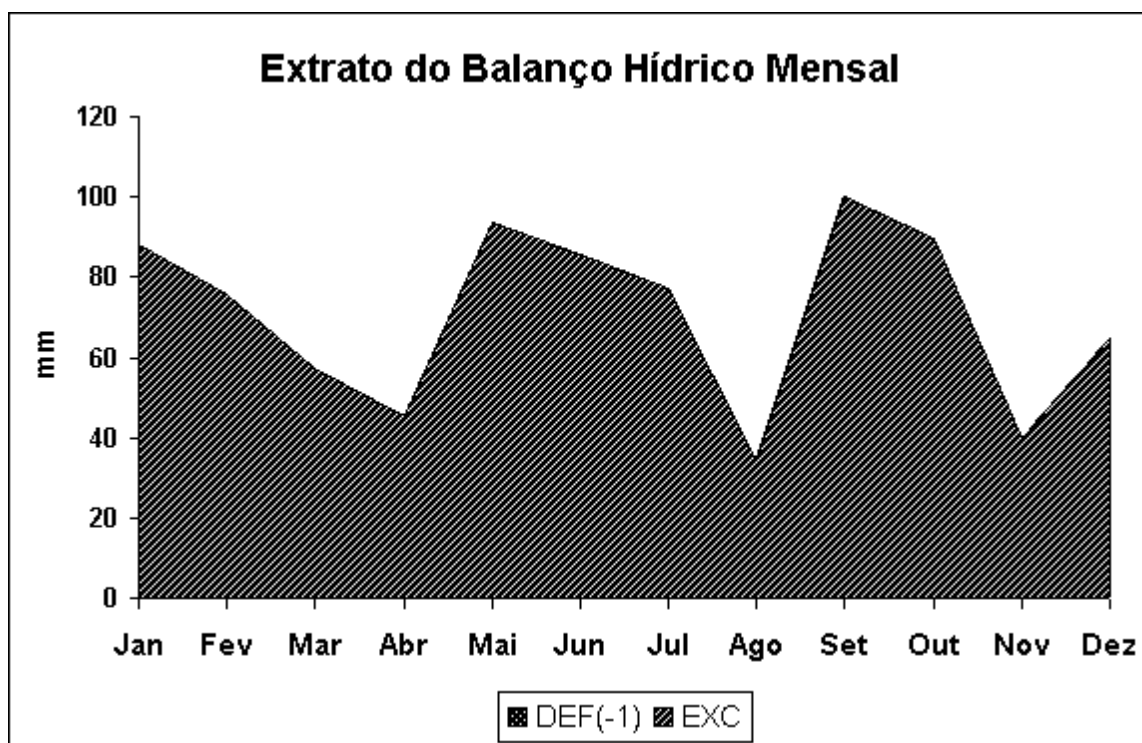
A escolha do valor 100 mm está baseada no próprio método de Thornthwaite e Mather, que sugerem a utilização do balanço hídrico mais para fins de caracterização da disponibilidade hídrica de uma região em bases climatológicas e comparativas. Portanto, a seleção da CAD é feita em função do tipo de cultura ao qual se quer aplicá-lo do que do tipo de solo (PEREIRA, ANGELOCCI e SENTELHAS, 2002. P.253).

Assim, independente do tipo de solo, pode-se adotar valores de CAD entre 25 e 50 mm, para hortaliças; entre 75 e 100mm, para culturas anuais; entre 100 a 125 mm, para culturas perenes; e entre 150 e 300mm, para espécies florestais.

Na Bacia do Rio Quebra-Perna predominam as culturas anuais e em menor proporção as perenes, sendo a média entre as duas classes, o 100 mm adotados para o cálculo do Balanço Hídrico desta bacia.

Para o período de 1980 a 2001, verificou-se que na Estação de Ponta Grossa-Vila Velha houve apenas excedente hídrico, 851,1mm.

Gráfico 1 - Extrato do Balanço Hídrico para a Bacia do Rio Quebra-Perna, 1980/2001



Para uma melhor visualização do comportamento hídrico médio para este período, Vieira ,1978 (apud FERRETTI, 1998, p.153) sugere o cálculo do índice hídrico para cada ano.

O índice hídrico é calculado a partir da fórmula proposta por THORNTHWAITE:

$$Im = \frac{(100e - 60d)}{n}$$

Onde: Im - índice hídrico;

e - excedente anual;

d - deficiência anual;

n - evapotranspiração potencial anual.

Os índices hídricos para a bacia do rio Quebra-Perna de 1980 a 2001 foram os seguintes:

Tabela 4 Índice Hídrico – Bacia do Rio Quebra-Perna 1980/2001

1980: 90,36 mm	1988: 59,15 mm	1996: 120,09 mm
1981: 36,83 mm	1989: 96,71 mm	1997: 132,29 mm
1982: 123,97 mm	1990: 148,29 mm	1998: 191,68mm
1983: 170,72 mm	1991: 60,96 mm	1999: 76,86 mm
1984: 85,92 mm	1992: 105,11mm	2000: 120,16 mm
1985: 11,58 mm	1993: 149,56mm	2001: 117,77 mm
1986: 95,0mm	1994: 92,54 mm	
1987: 68,54 mm	1995: 119,84mm	
1980/2001: 103,36 mm		

Os valores de Im acima de 100 indicam clima superúmido; entre 100 e 20, clima úmido; entre 20 e 0, clima subúmido; entre 0 e -20, clima seco; entre -20 e -40, clima semi-árido e entre -40 e -60, clima árido (VIEIRA, 1978, apud FERRETTI, 1998, p.153).

Dos 22 anos analisados, onze possuem índice acima de 100 (clima superúmido) sendo que os anos de 1998 e 1983 apresentam os maiores índices (191,68 e 170,72mm, respectivamente). Entre 100 e 20 (clima úmido) dez anos encaixam-se nesta faixa, sendo o menor índice de 36,83mm em 1981. Entre 20 e 0 (clima subúmido) apenas o ano de 1985 com 11,58mm.

Assim, pode-se caracterizar o clima da área da Bacia do Rio Quebra-Perna, como *superúmido*. Os índices bastante elevados de 1983 e 1998 relacionam-se com a atuação do *El Nino*, fenômeno que atua na costa oeste do continente sul-americano mas, com uma área de influência bem significativa.

Após o cálculo do balanço hídrico encontrou-se o parâmetro BH para os setores da Bacia. Como os dados pluviométricos referem-se apenas à Estação de Ponta Grossa-

Vila Velha, o valor deste parâmetro será igual para os setores, sendo 851,1 mm de excedente e 0,0 mm de déficit.

Como não foram encontrados para o Estado do Paraná, estudos específicos para a caracterização do Balanço Hídrico, elaborou-se uma classificação qualitativa para este parâmetro a partir das análises dos Balanços Hídricos de quarenta municípios do Estado do Paraná (CARVALHO & STIPP, 2004). Foram estabelecidas quatro classes para o Balanço Hídrico, com base nos valores médios anuais do excedente hídrico (**EXC**) da série temporal disponível para cada um dos quarenta municípios. Foram considerados para o estado, os valores acima do dobro da média de excedente hídrico anual como um BH Muito Alto os valores entre a média e o dobro da média como BH Alto, valores até a média anual como BH médio e finalmente BH baixo para locais com deficiência hídrica em pelo menos um mês do ano, com quaisquer valores de excedente hídrico, conforme a tabela abaixo.

Quadro 38 : Classificação Qualitativa dos Balanços Hídricos para o PR

BALANÇO HÍDRICO	QUALIFICAÇÃO DO BH	SÍMBOLO
Sem deficiência hídrica e excedente hídrico superior a 1596,52 mm/ano	Muito alto	BH ¹
Sem deficiência hídrica e excedente hídrico entre 798,26 até 1596,52mm/ano	Alto	BH ²
Sem deficiência hídrica e excedente hídrico até 798,26 mm/ano	Médio	BH ³
Com deficiência hídrica, pelo menos em um mês/ano; com qualquer excedente hídrico	Baixo	BH ⁴

Fonte: Adaptado de Beltrame (1994).

Com base no exposto acima, os índices para o parâmetro BH foram expressos no quadro 39

Quadro 39- Parâmetro BH por Setor- Bacia do Rio Quebra-Perna

SETOR	EXCEDENTE (mm)	DÉFICIT (mm)	QUALIFICAÇÃO	SÍMBOLO
A	851,1	0.0	Alta	BH₂
B	851,1	0.0	Alta	BH₂
C	851,1	0.0	Alta	BH₂

O ideal seria a utilização de uma classificação estadual para se chegar o mais próximo possível do real estado ambiental da área. Apesar da não existência desta classificação, sabe-se que a classificação utilizada por Beltrame (1994) não está muito distante da realidade da bacia do Rio Quebra-Perna, o que não inviabiliza a aplicação do diagnóstico físico-conservacionista.

4.9 VALOR DO PROCESSO DE DEGRADAÇÃO DA BACIA DO RIO QUEBRA-PERNA

A partir dos parâmetros descritos até o momento, utilizou-se a fórmula descritiva sugerida por Beltrame (1994, p.89):

$$E(f): CO_a CA_b DM_c Ed PE_e DD_f BH_g$$

Onde:

E(f) é o estado físico-conservacionista do setor, que é proporcional aos parâmetros:

CO: grau de semelhança entre a cobertura vegetal original e a atual; “a” é o índice específico do parâmetro, que varia de 1 (altamente semelhante) a 5 (nenhuma semelhança).

CA: proteção da cobertura vegetal atual ao solo; “b” é o índice específico do parâmetro que varia entre 1 (proteção máxima) e 7 (nenhuma proteção).

DM: declividade média; “c” é o índice específico deste parâmetro que varia entre 1 (relevo suave ondulado) e 4 (montanhoso a escarpado).

E: erosividade da chuva; “d” é o índice específico do setor que varia entre 1 (erosão débil) e 5 (erosão excessiva).

PE: potencial erosivo dos solos; “e” é o índice específico do parâmetro que varia de 1 (baixo) a 4 (muito alto).

DD: densidade de drenagem; “f” é o índice específico do parâmetro que varia de 1 (baixa) a 4 (muito alta).

BH:balanço hídrico; “g” é o índice específico do parâmetro, que varia de 1 (muito alto) e 4 (baixo).

Quadro 40 - Síntese dos Setores - Bacia do Rio Quebra-Perna

PARÂMETRO	SETOR A	SETOR B	SETOR C
Cobertura Vegetal	CV^{57}_3	CV^{57}_3	CV^{57}_2
Índice de Proteção Cobertura Vegetal Atual	CA_3	CA_3	CA_3
Declividade Média	DM_2	DM_2	DM_2
Erosividade da Chuva	E_1	E_1	E_1
Potencial Erosivo dos Solos	PE_3	PE_2	PE_3
Densidade de Drenagem	DD^2	DD^3	DD^2
Balanço Hídrico	BH^2	BH^2	BH^2
SOMATÓRIA	16	16	15

Os valores finais das fórmulas descritivas dos setores foram obtidos em percentuais, utilizando-se a equação da reta. De acordo com as classificações utilizadas e/ou elaboradas, o valor mínimo possível de ser obtido na fórmula descritiva é 7 (somatório de todos os índices iguais a 1) o que representa o melhor estado físico-conservacionista de que o setor poderia apresentar; o valor máximo possível de se obter na fórmula descritiva para a bacia do Rio Quebra-Perna é 33 (somatória de todos os índices com valores máximos) o que representa o pior estado físico-conservacionista que o setor poderia apresentar. Com estes valores mínimo de 7 e máximo de 35, tem-se o ângulo de inclinação da reta.

Para uma maior precisão e/ou confirmação, pode-se utilizar a equação da reta:

$$y = ax + b$$

Onde o domínio da variável independente x é o intervalo entre 7 e 33.

$$\text{Se } y = 0$$

$$X = 7$$

$$7a + b = 0$$

$$\text{Se } y = 100$$

$$x = 33$$

$$33a + b - 100 = 0$$

$$33a + b - 100 = 0$$

$$\underline{7a + b = 0 \quad (-1)}$$

$26,9a - 100 = 0$	
$a = \mathbf{3,8}$	$b = \mathbf{-26,9}$

Portanto, a equação da reta será:

$$y = 3,8x - 26,9$$

$$\text{Setor A: } y = 3,8 \times 16 - 26,9$$

$$y = 33,9$$

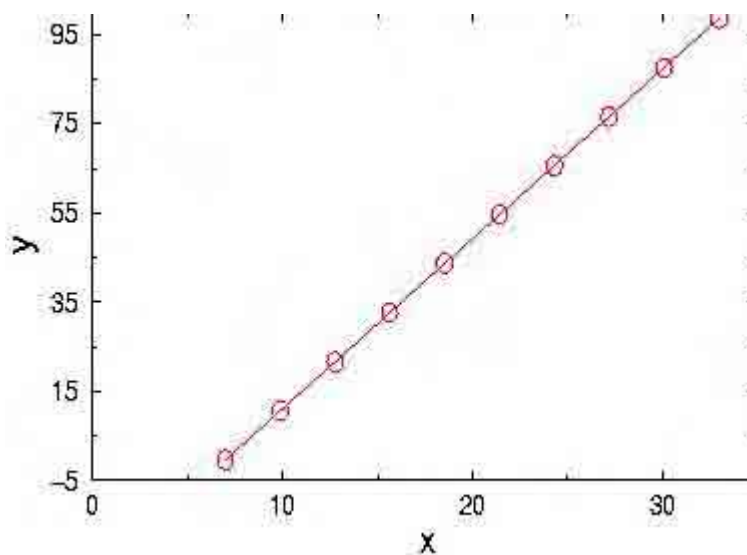
$$\text{Setor B: } y = 3,8 \times 16 - 26,9$$

$$y = 33,9$$

$$\text{Setor C: } y = 3,8 \times 15 - 26,9$$

$$y = 30,1$$

Gráfico2 – Equação da Reta



Assim, após o cálculo da equação da reta, os valores para cada setor da Bacia, ou seja, as unidades de risco de erosão para cada Setor da Bacia do Rio Quebra-Perna, estão expressos no Quadro 41.

Quadro 41 - Unidades de risco de erosão por Setores da Bacia do Rio Quebra-Perna

SETORES	UNIDADES DE RISCO (0 - 100)
A	33,9
B	33,9
C	30,1

5 - ESTADO AMBIENTAL DA BACIA DO RIO QUEBRA-PERNA

A ocupação dos Campos Gerais, incluindo-se a área da Bacia do Rio Quebra-Perna, apresenta nítidas evidências da ocupação do seu ambiente pelo homem dos tempos pré-coloniais, hipótese reforçada pelas pinturas e desenhos rupestres gravados nas paredes e lapas por toda extensão dessa região.

O curto “ciclo do ouro paranaense” deu lugar a novas atividades de subsistência, e a pecuária apontava como atividade de grande potencial.

“tendo-se percebido o bom desenvolvimento das primeiras cabeças de gado introduzidas na região, vindas do litoral, aproveitando os campos nativos de Curitiba... O gado criado nos campos de Curitiba era levado desde 1704 pela estrada que ia de São Paulo e que atravessava os campos de Ponta Grossa....” (OLIVEIRA, 2001, p.9).

Numerosas sesmarias foram sendo concedidas nos Campos Gerais, principalmente na primeira metade do século XVIII, dando lugar a muitas fazendas ou currais de criação de gado, visando principalmente a produção de peles, pois não havia ainda população suficiente que justificasse a produção de carne bovina em grande escala. Os primeiros latifundiários da região obtiveram um rápido enriquecimento, alcançando uma grande independência econômico-administrativa, muito embora possam ser considerados como os responsáveis pelo início do manejo depredatório dos recursos naturais na região.

Com o início da imigração européia, a partir de 1870, intensifica-se o uso das terras; no entanto a agricultura teve caráter básico de subsistência realizada em sistema de pousio nas florestas de Araucária do primeiro planalto do Paraná, devido à baixa fertilidade natural dos solos nas áreas de campo. Colônias de menonitas, russos, poloneses, holandeses e alemães foram fundadas a partir desta época (SUBPROJETO, 2002, p.14).

Na década de 1950, quase a totalidade das superfícies dos Campos Gerais no Mosaico Regional mapeada por Maack (1950) encontrava-se manejada para fins de pastagens extensivas. As exceções referiam-se, nesta época, às áreas urbanas e comunidades rurais.

A partir da década de 1970, a transformação agrícola do Paraná é conseguida através da introdução da cultura da soja e de tecnologias agrícolas modernas, subsidiadas pelas atividades de crédito rural, como estratégia para dominar a baixa fertilidade e elevada acidez dos campos. As extensas superfícies dos Campos Gerais são rapidamente substituídas por práticas de agricultura anual. Inicialmente, foram transformadas áreas ao longo da parte ocidental dos campos, com solos mais profundos e textura mais fina derivados da Formação Ponta Grossa e do Grupo Itararé. A partir da década de 1980, progressivos

aumentos de áreas cultivadas em direção à porção oriental foram observados, apesar de essas áreas apresentarem maiores restrições à introdução das atividades agrícolas, uma vez que derivadas da Formação Furnas, apresentam textura mais grosseira.

Segundo Sá (1995, p.38) acompanhando o desaparecimento da cobertura permanente, surgem sérios problemas agrônômicos ligados à erosão hídrica dos solos: os solos que já eram por natureza pobres (CTC reduzida e baixa saturação por bases) ficam submetidos às exportações das colheitas, erosão intensa, degradação da estrutura do solo e conseqüente irregularidade e diminuição dos rendimentos das culturas.

No entanto hoje, trata-se de uma das regiões agrícolas com os maiores índices de produtividade das culturas da soja e de milho no país, constituindo-se o berço das técnicas avançadas de manejo e conservação dos solos baseados no sistema de plantio direto na palha e de rotação de culturas. Esta prática, segundo Derpsch et. al (1991, p.64) é “em comparação com outros métodos de preparo do solo, o único em que a energia de impacto das gotas de chuva é amortecida pela camada de cobertura morta e em que a erosão do solo é controlada eficazmente”. A evolução desta tecnologia, por outro lado, proporcionou aos agricultores uma maior capacidade para a transformação e manejo das terras com menor aptidão agrícola, fator que vem contribuindo para o acelerado incremento das terras cultivadas na Bacia do Rio Quebra-Perna.

Outras atividades expressivas de uso das terras da região incluem áreas reflorestadas a partir da década de 1950, inicialmente com *Eucaliptus spp*, seguidas pelos reflorestamentos com *Pinus spp* na década de 1960, baseados em incentivos florestais. Praticamente paralisados nas décadas de 70 observa-se, mais recentemente, a retomada de investimentos nesta área, com a implantação de novos reflorestamentos, basicamente com *Pinus spp* (SUBPROJETO, 2002, p.15).

Na Bacia do Quebra-Perna, o aumento da área ocupada por reflorestamento passou de 4,62 ha em 1980 para 533,52 ha em 2002, sendo que a implantação desses novos reflorestamentos privilegiou principalmente o *Pinus spp*.

Segundo Ziller (2000, p.195) as áreas de campo “estepe gramíneo-lenhosa”, no segundo Planalto Paranaense, inclusive a Bacia do Rio Quebra-Perna, encontram-se invadidas por *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* oriundos de plantios comerciais. A autora destaca que estas plantas exóticas

formam grupos de crescimento rápido que, à medida que se adensam, excluem as espécies nativas, dependentes de luminosidade intensa, tanto pelo sombreamento quanto pelo acúmulo de serrapilheira que, constituindo material de espécies exóticas, sofre decomposição muito lenta por fatores físicos, com restrita ação de agentes da fauna local, e se acumula em volumes consideráveis, afetando sua germinação.

Ao contrário de alguns problemas ambientais, como a contaminação por produtos químicos que reduz naturalmente com o decorrer do tempo, pela bioacumulação tende a tornar-se um problema permanente, agravando-se ao longo do tempo.

No decorrer dessas últimas décadas acentuaram-se os impactos ambientais na região, fundamentados na alteração da base econômica da pecuária para a atividade agrícola mecanizada, a qual foi incrementada a partir de tecnologias introduzidas pelos imigrantes europeus. Os riscos de erosão estão condicionados aos tipos de preparo do solo, e segundo a descrição usada por Sá (1995, p.38-39) também passível de reconhecimento na Bacia do Quebra-Perna, podem ser subdivididos em:

- preparo convencional: 1 aração e 2 gradagens;
- cultivo mínimo: 1 escarificação e 1 gradagem;
- plantio direto na palha: a palha da cultura anterior não é revolvida, constituindo um mulch de 5 a 10cm. A semeadura é praticada com semeadora específica, após utilização do rolo faca e/ou dessecação por herbídicidas.

A semeadura direta, que praticamente elimina os sérios problemas de erosão, vem sendo praticada há cerca de 20 anos nesta região por alguns agricultores.

Não obstante o avanço tecnológico, nas áreas com solos originários do arenito Furnas e/ou de relevo um pouco mais acentuado, logo surgiram problemas de erosão. Como forma de superar a acidez e a pobreza em elementos químicos desses mesmos solos, simultaneamente observa-se o incremento acentuado na utilização de corretivos e fertilizantes industriais para o desenvolvimento de cultivos. O mesmo ocorreu com os defensivos agrícolas que se tornaram imprescindíveis para a sustentabilidade das monoculturas dominantes.

Portanto, a execução do Diagnóstico Físico-Conservacionista para cada setor da bacia hidrográfica permite uma avaliação mais realista do seu estado ambiental.

Assim, com base nos resultados obtidos e apresentados no item 5.3, quantificou-se o potencial de degradação física de cada setor da Bacia do Rio Quebra-Perna.

As unidades de risco de erosão para cada setor são apresentadas no quadro 36 e revelam que:

- Os setores A e B apresentam maior unidades de risco **33,9** o que representaria, dentro de uma escala de 0 a 100, um nível intermediário, ou seja, pouco mais de 1/3 de risco de erosão.

- O setor C com menor unidades de risco **30,1** estaria num nível mais baixo de propensão à erosão.

Comparando-se os valores individuais de cada parâmetro por setor, observa-se uma semelhança bastante grande entre eles e até valores idênticos, uma vez que parâmetros como E e BH são influenciados pela mesma estação pluviométrica (Ponta Grossa-Vila Velha) para todos os setores. No caso do parâmetro DM, mesmo ocorrendo valores idênticos para todos os setores, a declividade em % revela que o setor B (12%) está mais próximo do limite inferior da classe “ondulado” (9 a 20%) do que o setor C (17%) mais próximo do limite superior da mesma classe.

O mesmo ocorre com o parâmetro CA, igual para os três setores, mas com um índice de proteção um pouco mais elevado no setor C (0,68) em relação aos demais setores (0,64). Isto pode ser explicado pelo percentual de preservação de campo e mata sempre maior no setor C, embora não o suficiente para colocá-lo num intervalo de classe superior aos demais setores.

Os parâmetros que apresentaram valores diferenciados foram:

Cobertura vegetal:

O aspecto fisionômico original da região dos Campos Gerais, na Bacia do Rio Quebra-Perna caracteriza-se pela presença de extensas áreas de campos limpos secos, ocupando em grande parte os solos pouco profundos e de baixa fertilidade, reconhecido no quadro 17 como tipo “campo” além daqueles associados a áreas permanentemente ou temporariamente úmidas, “brejo”, assim como os conhecidos capões (bosques mistos de Araucária) e matas de galeria³ tipo “mata”.

A área originalmente coberta pelos campos (úmidos ou secos) corresponderia a mais de 70% da área total da bacia, estando distribuídos de forma muito semelhante em cada um dos setores, com uma leve vantagem para o setor B, representado pelas nascentes do rio Quebra-Perna. A mata ocuparia o espaço restante, sendo que o Setor C, que corresponde à foz do rio, apresenta percentual ligeiramente acima dos demais setores.

De um modo geral, o nível de semelhança com a vegetação original apresenta-se medianamente semelhante tanto em relação ao setor A e B e semelhante para o Setor C, no qual, pela existência de uma unidade de conservação de proteção integral, que, em tese, auxiliaria na preservação da cobertura vegetal original. Existem diferentes níveis de alteração

³ usada como sinônimo de florestas ripárias para Oliveira (2001, p.18).

na cobertura vegetal estando associados principalmente ao cultivo agrícola, povoamentos florestais e pastagens artificiais. Predomina o cultivo de soja, milho e culturas de inverno, como trigo e aveia. Segundo Ziller (2000, p.113) são raras as áreas de cultivo onde ainda se cultiva o horizonte A, estando exposto na maior parte das áreas o horizonte B dos solos. No período analisado (1980 a 2002) houve praticamente a duplicação das áreas cultivadas tanto para o Setor A e C e, o que é mais alarmante, a triplicação de área no setor B, em detrimento principalmente das áreas de campo e secundariamente de mata.

Além do cultivo, vem substituindo as áreas de campo o povoamento florestal com exóticas, em maior parte, *Pinus elliottii*, *P. taeda* e espécies do gênero *Eucalyptus*. Rapport (apud Ziller, 2000) destaca algumas das alterações provocadas nos sistemas naturais por plantas invasoras⁴:

- mudança no nível de acidez do solo, com conseqüentes alterações na microfauna e microflora inviabilizando a sobrevivência de espécies de vertebrados e invertebrados;
- redução na diversidade estrutural, o que reduz o valor da comunidade como habitat para a vida selvagem;
- aumento de biomassa, que implica aumento na interceptação e na perda de água por transpiração e conseqüente redução no fluxo hídrico, além do acúmulo de material combustível;
- alteração na dinâmica da comunidade, em especial no tocante ao regime de incêndios periódicos típico de comunidades campestres e savanícolas;
- alterações na ciclagem de nutrientes em função de enriquecimento do solo com nutrientes (em solos pobres da Austrália e Nova Zelândia) mudanças nos níveis totais de fósforo e nitratos reativos, densidade reduzida de organismos decompositores e redução da taxa de decomposição.

Igualmente, a conversão da estepe em pastagens pode ser tão impactante quanto o uso para povoamentos florestais ou agricultura no caso da introdução de exóticas forrageiras, pois ocorre o mesmo processo de substituição total da vegetação nativa. Podem ocorrer alterações em múltiplos níveis de organização ecológica do ecossistema, sendo uma das

⁴ Ziller (2000, p.145) acrescenta o Brasil a lista dos países onde as espécies do gênero *Pinus*, ocorrem como invasoras.

mais freqüentes a mudança no ciclo natural de queimadas devido à formação de maior volume de biomassa.

Potencial erosivo dos solos:

Este parâmetro resultou do cruzamento de informações sobre a classe do relevo, geologia e clinografia de cada setor da Bacia, considerando, grosso modo, as áreas de meia encosta íngreme, a formação furnas e declividade acima de 45% como pontencial extremo de erosão e áreas baixas, aluviões quaternários e declividade de 0% a 8% como potencial mínimo de erosão.

Dos três setores, dois apresentam maior concentração de área na classe **alto e muito alto** potencial erosivo evidenciando a necessidade indispensável de práticas conservacionistas. Segundo dados do Subprojeto (2002, p.36):

Sucessão Agricultura / Pastagem de Inverno: este sistema é encontrado nas superfícies aplainadas de interflúvios, correspondendo às áreas cultivadas com tração mecânica, envolvendo 11,5% da superfície total da bacia⁵. Inclui também, as áreas expressivas com de reflorestamento com *Pinnus spp.* Correspondem, de modo geral, às áreas de melhor aptidão agrícola da bacia. Até a safra 1993/1994, todas as áreas sob este uso valiam-se do sistema tradicional de preparo do solo envolvendo o uso da aração. Estas práticas estão entre as principais causas do processo de erosão no Paraná, com perdas significativas de fertilidade dos solos.

As técnicas de Plantio Direto adotadas na prática da agricultura, geralmente realizada por arrendatários, abrangendo aproximadamente 32 % do total da área de entorno (SUBPROJETO, 2002) onde a rotação de culturas atuaria como um dos princípios básicos, embora alguns produtores procurem evitar a cultura do milho, quebrando a rotação de culturas preconizada no sistema plantio direto.

Aliado às técnicas conservacionistas, como o plantio direto associado à rotação de culturas, o respeito a classes de uso do solo é necessária à manutenção e sobretudo à recuperação das áreas de preservação permanentes (APPs) e de reserva legal.

Densidade de drenagem:

Conhecendo a densidade de drenagem é possível avaliar o potencial erosivo da bacia e de seus setores, permitindo maior ou menor escoamento superficial da água, o que conseqüentemente conduzirá a uma maior ou menor intensidade dos processos erosivos na esculturação de canais.

Na bacia hidrográfica do Rio Quebra-Perna a densidade de drenagem caracteriza-se de mediana (Setores A e C) a alta (Setor B) fato este facilmente percebido quando visualizada a figura 4

⁵ Área total considerada neste estudo: 195 Km² (SUBPROJETO, 2002).

5.1 Conflitos de uso da terra na Bacia do Rio Quebra-Perna

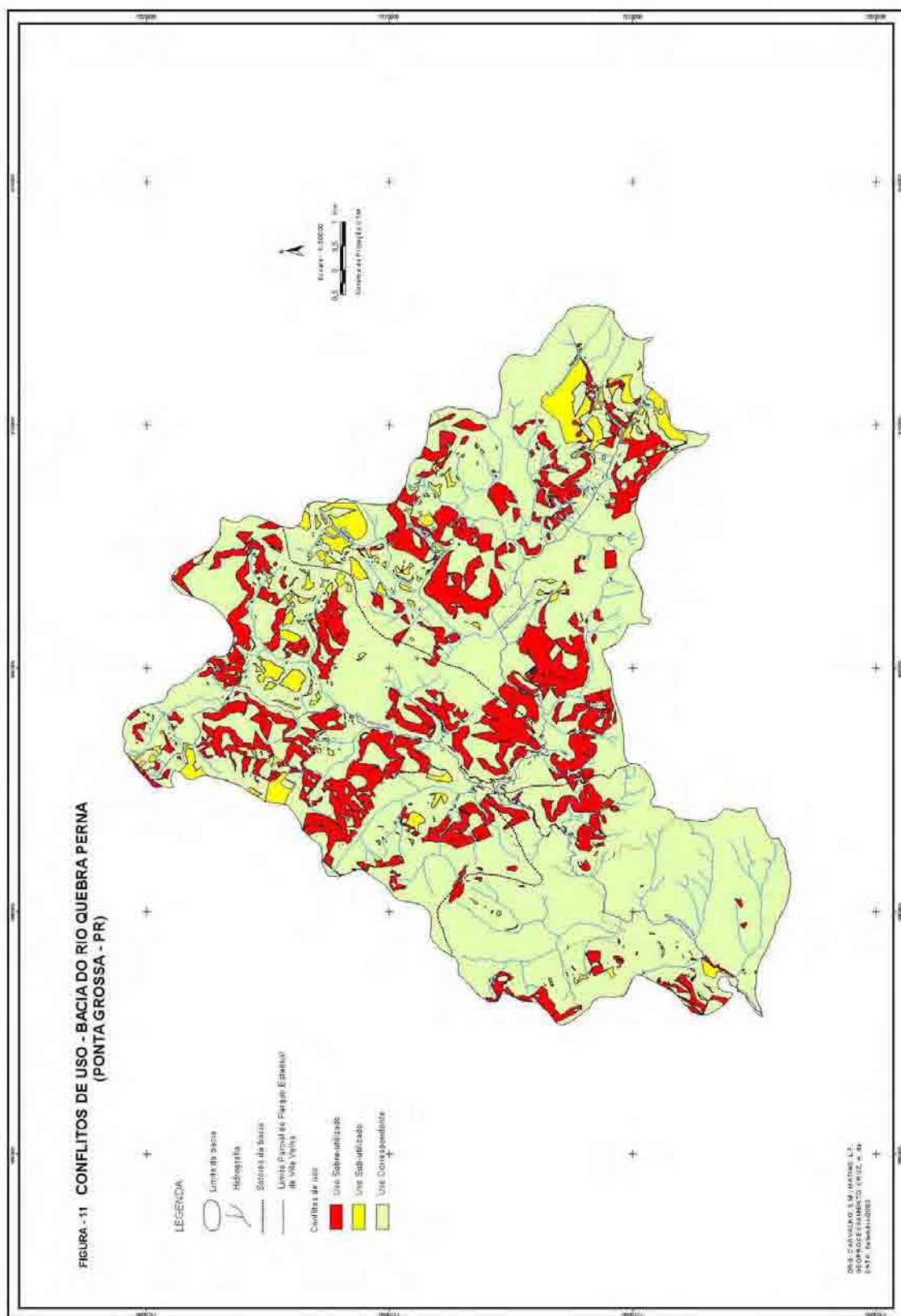
Procurando detectar situações de conflito de uso da terra na Bacia do rio Quebra-Perna (figura 11) foi estabelecida uma correlação entre o mapa de potencial erosivo e o de uso atual, gerando assim os quadros 37.

Os conflitos de uso da terra foram representados pelas classes:

- **Uso correspondente:** são áreas que estão sendo utilizadas conforme sua capacidade de uso, como a manutenção de brejo, campo e campo sujo em todas as classes de potencial erosivo, o cultivo somente em áreas de potencial erosivo baixo e médio (aliados a práticas conservacionistas) a permanência de mata em áreas de potencial erosivo de médio a muito alto e finalmente reflorestamentos que estejam em áreas de potencial erosivo de médio a alto, quando da impossibilidade de preservação de vegetação nativa ou algum tipo de cultivo. Representa a grande parte da Bacia, apresentando percentual mais elevado no setor C, justificado pela existência da Unidade de Conservação do Parque Estadual de Vila Velha, muito embora, até o ano de 2003, apresentava alguns povoamentos com *Pinus spp.* em função de ter sua área dividida com a Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR).

- **Sobre-utilizada:** são áreas cuja destinação principal recairia na preservação permanente, uma vez que correspondem a um potencial erosivo do solo de alto a muito alto com declividades muito elevadas. São representadas quase que exclusivamente por cultivos (ambas as classes de potencial erosivo) e reflorestamento (potencial muito alto). Este último tem sua exploração recomendada em ambientes de médio a alto potencial erosivo. Corresponde a 18,13% da área da Bacia, com maior concentração nos setores A e B, respectivamente.

- **Subutilizada:** são áreas cobertas por campo e mata que poderão ter outro destino, como, por exemplo, o cultivo e pastoreio, por apresentarem um baixo potencial erosivo, no entanto com a adoção de alguma prática conservacionista, em função da declividade aí dominante de 8% a 20%. Outro destino também se aplicaria as áreas ocupadas nesta classe: por reflorestamento. Possui pequena representatividade (4,60%) justificada pela exploração agrícola crescente nas últimas duas décadas na Bacia do Rio Quebra-Perna.



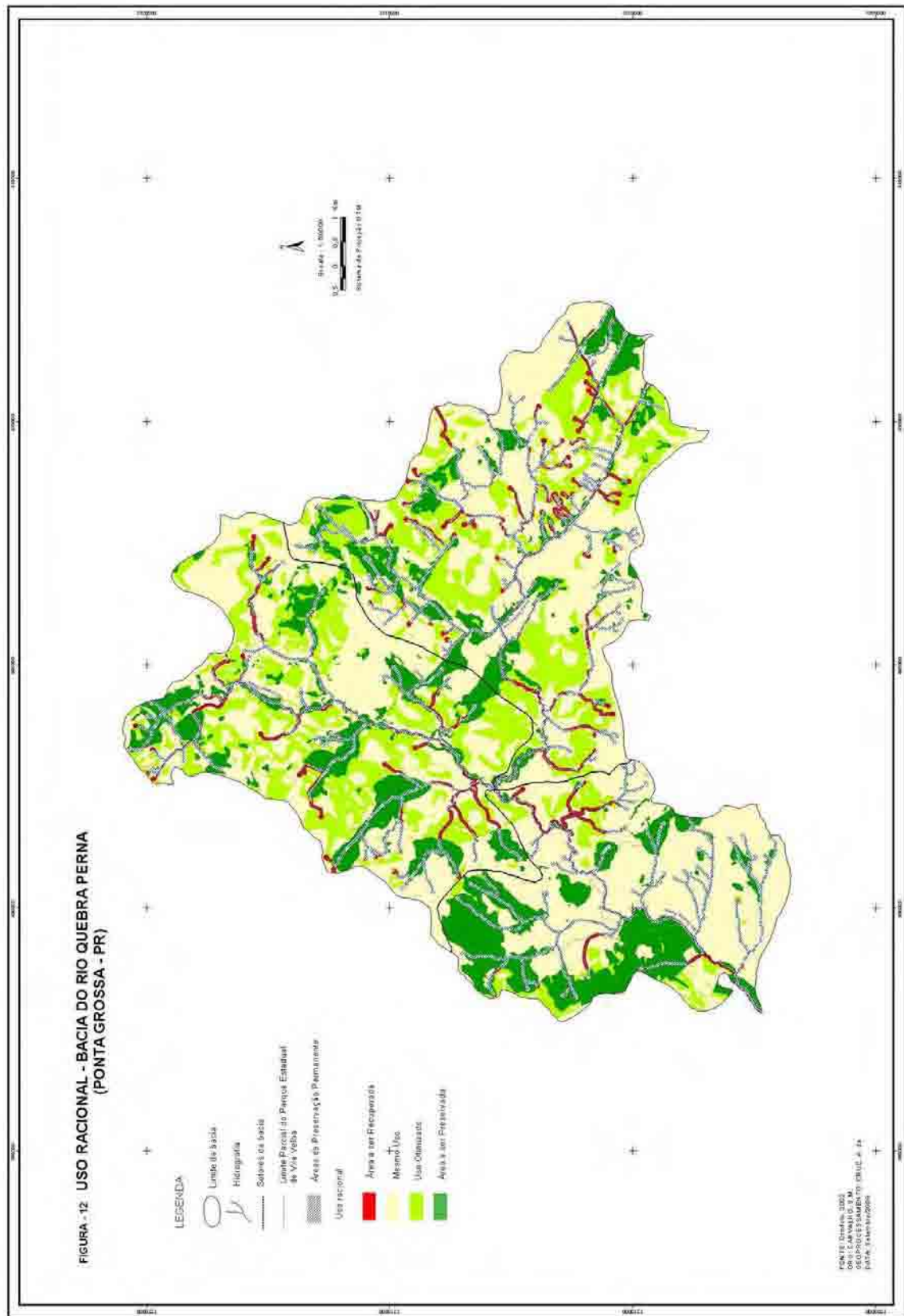
Quadro 42 – Conflitos de uso da terra- Bacia do Rio Quebra-Perna

CLASSES	SETOR A (ha)	SETOR B (ha)	SETOR C (ha)	BACIA (ha)	%
Uso correspondente	2.557,64	2.928,66	2.369,23	7.855,53	77.27
Sobre-utilizada	862,68	797,33	183,23	1.843,24	18.13
Sub-utilizada	160,28	286,98	20,08	467,34	4.60
TOTAL	3.580,60	4.012,97	2.572,54	10.166,11	100

Apesar dos valores bastante elevados para a classe de uso correspondente, são necessárias algumas considerações a respeito. Dentro da classe de uso campo, não foram estabelecidas diferenciações entre “campo nativo” e “campo degradado”, sendo considerado este último como uso correspondente desde que não esteja associado à introdução de exóticas forrageiras, o que ocasionaria a substituição total da vegetação nativa, com conseqüente impactação tão grande quanto a substituição por povoamentos florestais ou agricultura. Também é alarmante a velocidade de transformação desta paisagem, desencadeada nas últimas três décadas, mas verificada mais fielmente no período de 1980 a 2002 através da fotointerpretação. O sistema de plantio direto associado ao sistema de rotação de culturas é considerado uma prática bastante eficaz no controle da erosão, no entanto como demonstrado nos estudos realizados dentro do Subprojeto (2002), não é adotado por todos os proprietários ou arrendatários de terras na Bacia do Quebra-Perna. Além do que a cultura do milho no sistema de rotação de culturas, muitas vezes é substituída pela do soja, mais rentável, por isso cultivada de forma mais intensiva.

5.2 Proposta de uso racional da terra na Bacia do Rio Quebra-Perna

Analisando mais intensamente as classes de conflito de uso da terra, “sobre-utilizada” e “sub-utilizada” e buscando sempre auxiliar por meio do conhecimento técnico a otimização da relação homem – natureza e não apenas servir como dedo indicador de erros ou incoerências daqueles que usufruem da terra para sua sobrevivência e geração de divisas que sustentam a própria economia, local e por conseguinte regional e nacional, é esboçada no quadro 42 e representada espacialmente na figura 12. uma proposta de uso racional na área da Bacia do Rio Quebra-Perna.



Quadro 43 - Proposta de uso racional da terra na Bacia do Rio Quebra-Perna

CLASSES	SETOR A (ha)	SETOR B (ha)	SETOR C (ha)	BACIA (ha)	%
1- Áreas a serem mantidas com o mesmo uso	1.688,32	2.004,93	1.450,00	5.143,25	50.59
2- Áreas a serem otimizadas	997,44	1.038,60	191,23	2.227,27	21.91
3- Áreas a serem preservadas	827,85	879,57	898,01	2.605,43	25.63
4- Áreas a serem recuperadas	66,99	89,87	33,30	190,16	1.87
TOTAL	3.580,60	4.012,97	2.572,54	10.166,11	100

1- Áreas a serem mantidas com o mesmo uso: são as que apresentam uso correspondente⁶, ou seja, adequadas às características do ambiente onde se encontram, como por exemplo cultivos em áreas de baixo e médio potencial erosivo, o brejo, campo sujo, campo e mata em todos os ambientes que não aqueles de Área de Preservação Permanente-APP (inserida em outra classe) além dos reflorestamentos em áreas de médio e alto potencial erosivo.

2- Áreas a serem otimizadas: aquelas que, levando em consideração suas características, deverão propor atividades coerentes à capacidade de uso. São áreas que hoje estão ocupadas com campo, mata, reflorestamento e outros (edificações) mas em ambientes com baixo potencial erosivo, havendo a possibilidade de exploração econômica como pastoreio (com vegetação nativa) e cultivo nunca dissociados das práticas conservacionistas recomendadas, além de atividades como visitação pública, turismo rural e ecológico, obedecendo sempre parâmetros norteadores, como, por exemplo, a capacidade receptiva dos ambientes naturais, a partir da combinação da capacidade material⁷, capacidade psicológica e capacidade ecológica;

⁶ Entende-se como uso correspondente: as áreas preservadas com vegetação nativa, cultivo e reflorestamento associados a práticas conservacionistas adequadas.

⁷ Boullón (2002, p.177) refere-se à *capacidade material* como: as condições de qualquer superfície de água ou terra, em função de suas características geográficas, geológicas, topográficas, da vegetação e das condições de segurança estabelecidas para a visitação; *capacidade psicológica*: refere-se ao nº de visitantes simultâneos que uma área natural pode acolher, permitindo a todos obter uma experiência satisfatória; *capacidade ecológica*: refere-se a quantidade de dias por ano, nº de visitantes simultâneos e a rotatividade diária que uma área pode absorver sem que o equilíbrio ecológico seja alterado.

3- Áreas a serem preservadas: correspondem àquelas áreas com vegetação nativa em áreas de Preservação Permanente- APPs como nascentes (50m) margens dos cursos d'água (30m) áreas com declividade acima de 45°, nos topos de morros, ao redor das lagoas e protegendo sítios de excepcional beleza ou de valor científico e histórico (ver próximo capítulo) além das reservas legais (20% da propriedade);

4- Áreas a serem recuperadas: compreendem as áreas de Preservação Permanente –APP, representadas na pelo buffer⁸ de 30m ao longo dos cursos d'água e 50m ao redor das nascentes que deveriam estar cobertas por vegetação nativa (campo, mata) e que se encontram ocupadas por cultivos e reflorestamentos com espécies exóticas. Este processo de recomposição da cobertura vegetal nativa auxiliaria diretamente na melhoria do estado ambiental da Bacia do Rio Quebra-Perna, uma vez que seriam recuperados os parâmetros CO (Cobertura vegetal original) e CA (Índice de Proteção total).

De um modo geral, a situação por setor da Bacia do Rio Quebra-Perna encontra-se da seguinte forma:

Setor A : juntamente com o setor B apresenta os valores mais elevados de unidades de risco de erosão 33,9 unidades. As áreas a serem recuperadas concentram-se mais nas porções norte, sul e leste do setor. As áreas melhor preservadas, a partir das nascentes do Rio Quebra Pedra, são representadas pelo campo na margem esquerda e pelas matas na margem direita. Oferece grande potencial para a criação de Reservas Particulares do Patrimônio Natural- RPPNs.

As áreas a serem otimizadas e a as que devem manter o mesmo uso estão distribuídas por todo o setor.

Setor B: com 33,9 unidades de risco, concentradas principalmente na porção leste do setor, onde se encontra a maior parte das áreas a serem recuperadas, sobretudo próximo às nascentes do rio Quebra-Perna cuja presença crescente de reflorestamento é preocupante. A quantidade de mata e campo preservados oferece igualmente ao setor A possibilidades para criação de RPPN.

As áreas a serem otimizadas e preservadas encontram-se distribuídas de modo equilibrado por todo o setor.

Setor C: apresenta o índice mais baixo de risco de erosão dos três setores, 30,1 unidades. Os valores elevados para as áreas preservadas (34.91%) e baixos para a classe 4- a

⁸ Buffer: área de abrangência ou corredor geográfico

serem recuperadas (1.29%) refletem mais uma vez a atitude coerente com a presença de parte de uma unidade de conservação, o Parque Estadual de Vila Velha, na porção mais ao sul do setor. As áreas a serem mantidas com o mesmo uso estão distribuídas principalmente na porção oriental do setor.

6- SÍTIOS NATURAIS DE DESTAQUE NA BACIA DO RIO QUEBRA-PERNA

6.1 Caracterização dos Sítios Naturais

A Bacia do rio Quebra-Perna está inserida no contexto espacial dos Campos Gerais do Paraná, área onde o patrimônio natural tem marcante influência na identidade local. Segundo Melo (2001:9), “poderá ter também marcante influência na autonomia, se devidamente utilizado para atividades de pesquisa científica, educação ambiental, além das atividades econômicas, envolvendo lazer, esportes e turismo ecológico, entre outras”.

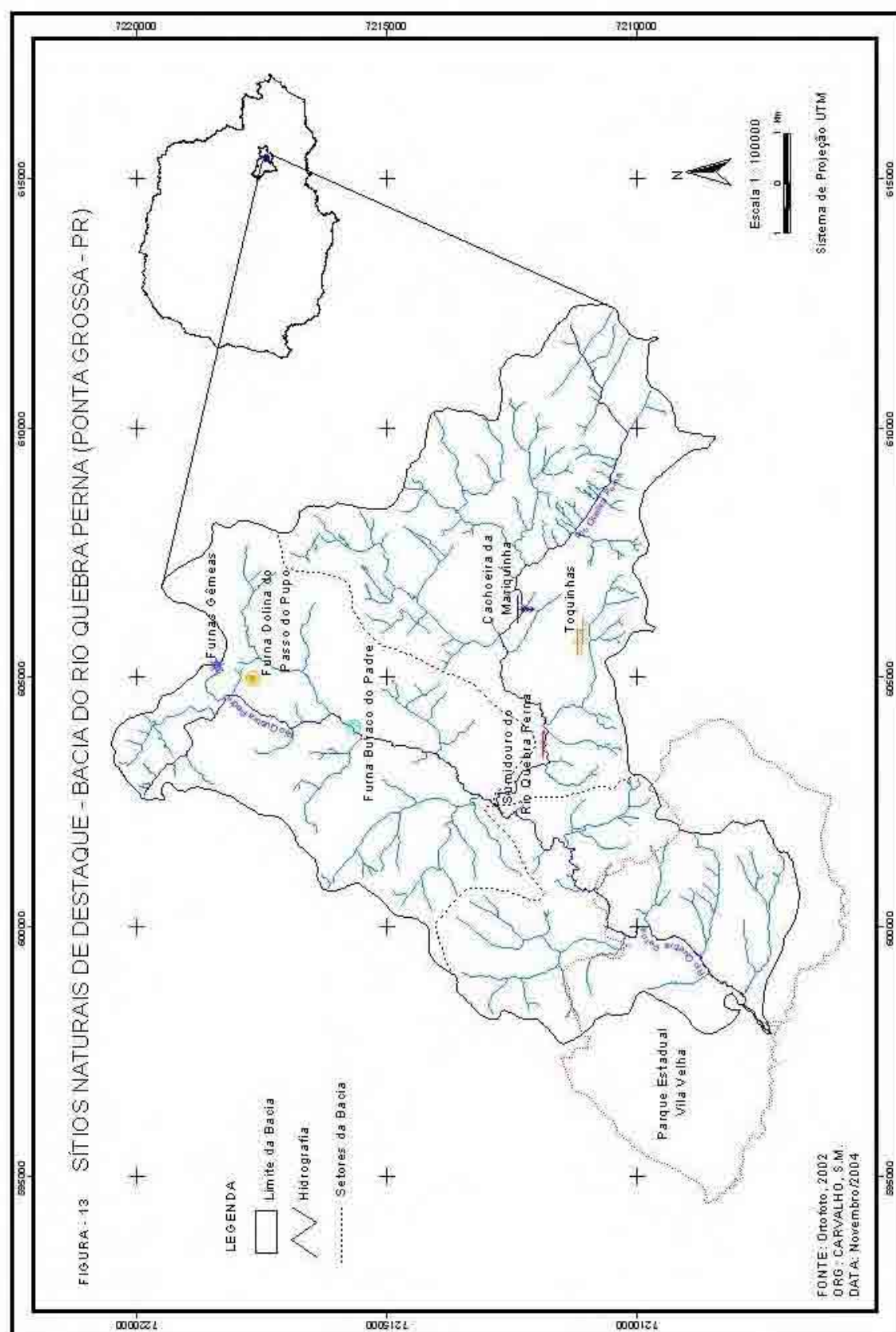
A paisagem dos extensos campos naturais colinosos, com capões de matas de Aracucária e lajeados de águas límpidas e encachoeiradas, intimamente mesclada com imagens dos colonizadores que conduziram suas tropas por esses campos povoam o imaginário popular do habitante da região. Por outro lado, paisagens de exceção, como as esculturas em arenitos de Vila Velha, as furnas têm atraído turistas de muitas procedências, evidenciando uma das possibilidades de uso econômico do patrimônio natural da região, ao mesmo tempo em que deve haver a preocupação com sua preservação.

Vários sítios naturais foram destacados na Bacia do Rio Quebra-Perna (figura 13), entre eles alguns com tradição bastante marcante na região e outros potencialmente importantes. Destacam-se sítios representados por relevos runíformes, escarpamentos, lajeados e cachoeiras, furnas e lagoas, cavernas e fendas, ecossistemas (floresta de Araucária, campos) espécies endêmicas e ameaçadas.

Nesta proposta para a Gestão Ambiental na Área da Bacia do Rio Quebra-Perna, cabe a aplicação do conceito de *desenvolvimento sustentável*, associada a estratégias de gestão como: sustentabilidade econômica, envolvimento dos agentes sociais e aceitação social; instrumentos de monitoramento e pesquisa; uso do conhecimento científico e do conhecimento popular tradicional; restauração ambiental.

6.1.1 Parque Estadual de Vila Velha

O Parque Estadual de Vila Velha- PEVV situa-se no Segundo Planalto Paranaense, na região dos Campos Gerais, aproximadamente a 20km da cidade de Ponta Grossa. Com uma área de 3.122,11 ha, está localizado entre as coordenadas 25°12'34" e 25°15'35" de latitude S, 49°58'04" e 50°03'37" e (figura 14) com uma altitude máxima de 1.068m na área denominada Fortaleza.



Diz a lenda sobre Vila Velha:

A lenda de Vila Velha, ou de Itacueretaba ("cidade perdida de pedra") é de domínio popular e não se sabe a proveniência da narrativa, já que é da cultura informal vocalizada.

Esse recanto foi escolhido pelos primitivos habitantes para ser o Abaretama, "terra dos homens", onde esconderiam o precioso tesouro "itainhareru". Tendo a proteção de Tupã, era cuidadosamente vigiado pelos apiabas, varões escolhidos entre os melhores homens de todas as tribos. Os apiabas desfrutavam de todas as regalias, porém era-lhes vedado o contato com as mulheres, mesmo de suas próprias tribos. A tradição dizia que as mulheres, estando de posse do segredo do Abaretama, revelariam aos quatro ventos e, chegada a notícia aos ouvidos do inimigo, estes tomariam o tesouro para si.

Dhui fora escolhido para chefe supremo dos apiabas. Entretanto, não desejava seguir aquele destino. Seu sangue se achava perturbado pelo fascínio feminino. As tribos rivais, ao terem conhecimento do fato, escolheram Aracê Poranga para tentar o jovem guerreiro e tomar-lhe o coração para conseguir o segredo do tesouro.

Não foi difícil Aracê se apaixonar completamente por Dhui. Numa tarde primaveril, Aracê veio ao encontro de Dhui trazendo uma taça de "uirucuri", o licor de butias, para embriagar Dhui. No entanto, o amor já se assenhorava de sua razão e ela também tomou o licor, ficando ambos sob a sombra de um Ipê, languidamente entrelaçados.

Tupã vingou-se, desencadeando um terremoto que abalou toda a planície. Abaretama, completamente destruída, tornou-se pedra. O tesouro de ouro fundiu-se e liquidificou-se transformando-se na Lagoa Dourada. Os dois amantes, castigados, foram petrificados um ao lado do outro. Junto a eles ficou a taça, igualmente petrificada. E foi assim que Abaretama se tornou Itacueretaba. (PLANO DE MANEJO PARQUE ESTADUAL DE PONTA GROSSA, 2004_3, p.5).

Criado em 1953, o Parque Estadual de Vila Velha objetivava promover atividades voltadas à recreação e turismo. Durante as três últimas décadas passou por vários fracionamentos de responsabilidade administrativa, gerando situações de diferentes titularidades e conflitos pela realização de atividades muitas vezes não condizentes com as normas estabelecidas para este tipo de Unidade de Conservação.

Na tabela 5 procurou-se demonstrar, de forma sintética, as várias "fases" administrativas por que passou o Parque.

Figura 14 Plano de manejo – Parque Estadual de Vila Velha

Fonte: Plano de Manejo Parque Estadual de Vila Velha, 2004

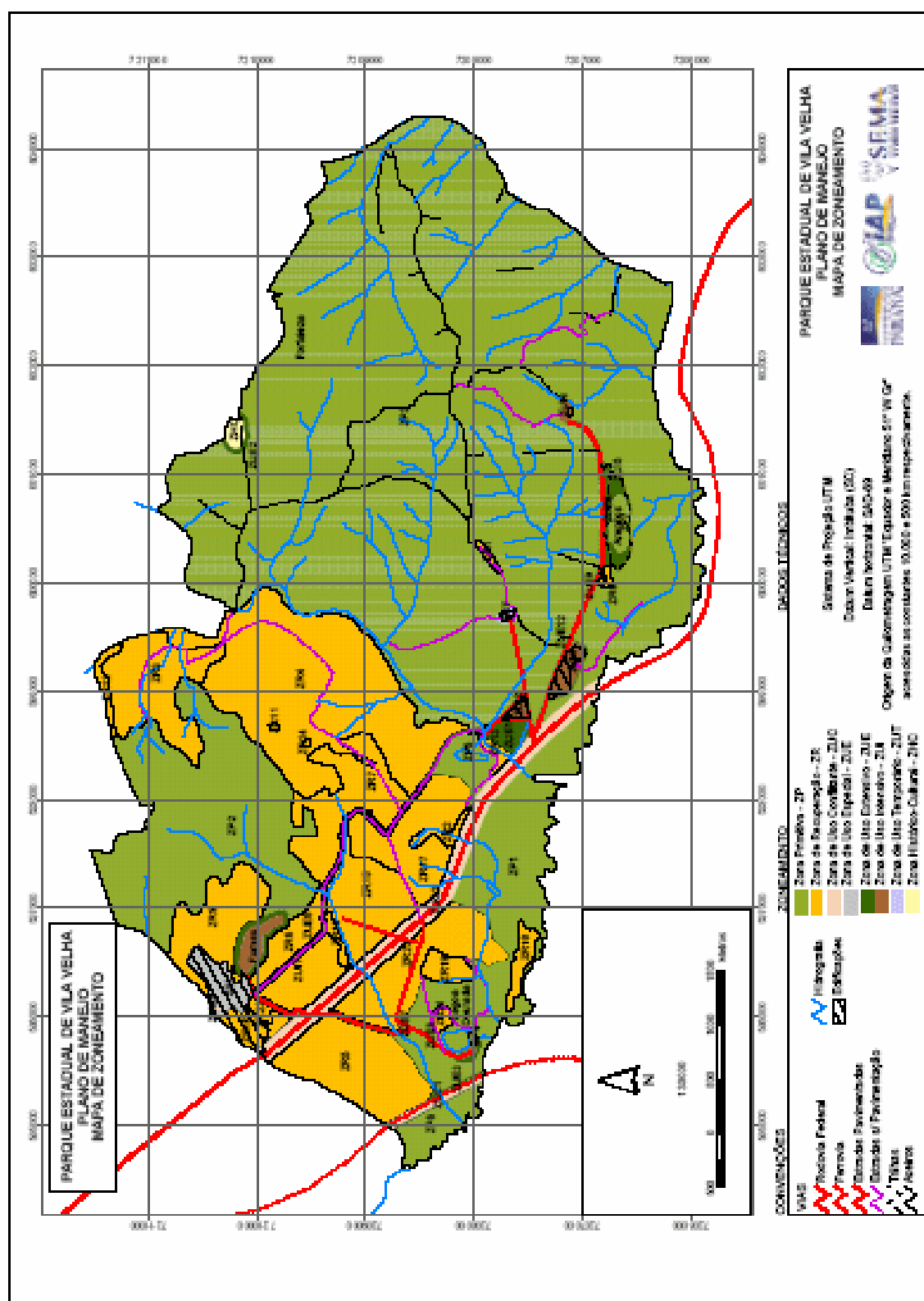


Tabela 5 Fases Administrativas do Parque Estadual de Vila Velha

Data	Ato Legal	Descrição	Observações
16 de outubro de 1942	Decreto-Lei n.º 86	Imóveis denominados Lagoa Dourada e Vila Velha foram declarados de utilidade pública, pelo Governo do Estado do Paraná para fins de desapropriação	
12 de outubro de 1953	Lei Estadual n.º 1.292	Cria o Parque Estadual de Vila Velha	com área de 3.122,11ha dos imóveis denominados Lagoa Dourada e Vila Velha.
18 de janeiro de 1966	Processo n.º 05	Tombado pelo Patrimônio Histórico e Artístico do Estado do Paraná, como Conjunto de Vila Velha: Arenitos, Furnas e Lagoa Dourada, com a finalidade de Parque Estadual	Livro do Tombo Arqueológico, Etnográfico e Paisagístico
A partir de 1970	Escritura Pública	O estado transfere 424,88 ha da área do PEVV para o patrimônio da Paranatur	1º fracionamento de responsabilidade administrativa
10 de junho de 1975	Decreto Estadual n.º 573	Secretaria da Agricultura cede ao Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), através do Contrato de Concessão de Uso, o imóvel em sua integralidade, ou seja, os 3.122,11ha, no entanto com 1.397,24ha de atuação efetiva	2º fracionamento
20 de setembro de 1972	Lei n.º 6.316	Institui a Fundação Instituto de Terras e Cartografia do Estado do Paraná (ITC) com o objetivo de administrar os parques e reservas de domínio do Estado, administrando uma área de 1.344,72 ha do Parque	3º fracionamento
12 de maio de 1989	Convênio de cooperação técnico-administrativo-financeiro	Entre Paranatur (agora Festur) com Município de Ponta Grossa	4º fracionamento
13 de maio de 1994	Renovação convênio de cooperação técnico-administrativo-financeiro	Com Município de Ponta Grossa	Duração de 5 anos
Dezembro de 1996	Por decisão da Prefeitura Municipal de Ponta Grossa	Administração do Parque foi repassada para a Paraná Turismo	sucessora da FESTUR.
5 de junho de 2002	Decreto nº 5767	Amplia o Parque Estadual de Vila Velha em 681 ha, passa a ter área de 3.803,28 ha.	prazo de 5 anos para efetuar a regularização fundiária.

Fonte: Plano de Manejo Parque Estadual de Vila Velha –2004

Org: Carvalho, S.M.(2004)

Apesar da elaboração de diversos documentos e instrumentos de gestão visando organizar e disciplinar o uso da UC, ficou descaracterizado por três décadas o uso social adequado e compatível com os princípios da criação de uma unidade de conservação. A falta de integração

gerencial do Parque, com diversos organismos gerenciadores realizando distintas atividades, muitas delas conflitantes, e uma infra-estrutura abandonada à própria sorte levaram o parque literalmente à degradação com instalações destruídas, inscrições nas rochas e ausência de sinalização.

Os principais atrativos do Parque, os Arenitos, Furnas e Lagoa Dourada, foram alvos de diversas pesquisas e levantamentos, conforme demonstrado no anexo 9.

Os arenitos representam a área de maior visitação pois é onde ocorre a maior concentração de formas ruiformes do parque, compreendendo as formas "antropomórficas" e "zoomórficas", conhecidas como taça, camelo, entre outras.

As furnas, reconhecidas como feições de abatimento do terreno, que aparecem na forma de profundos poços e lagoas, geralmente num formato aproximadamente circular (MELO, 2000, p.163), são percebidas em seis diferentes pontos do Parque. De acordo com a forma como hoje se apresentam, Melo (2004, p.32) relaciona três tipos de furnas:

a) **as inundadas**, como as furnas nº 1, 2 e 4 do Parque, em cujo fundo aflora o lençol freático, formando-se lagos e micro-ambientes muito particulares, onde se desenvolve fauna endêmica;

b) **as secas**, cujo fundo sem água denota que não chegaram a ultrapassar a profundidade do lençol freático, como no caso da fuma nº 3 do Parque;

c) **as furnas assoreadas**, ou seja, entulhadas de sedimentos, em decorrência de sua localização na planície de inundação do rio Guabiroba, o que faz com que recebam águas turvas, carregadas de sedimentos em suspensão, durante as cheias do rio, o que contribui para seu entalhamento, caso que ocorre nas Lagoas Dourada e Tarumã.

A Lagoa Dourada, considerada uma fuma assoreada com sedimentos predominantemente finos (argilo-siltosos), representa um testemunho de alterações paleoclimáticas quaternárias que resultaram em pelo menos 12,2 metros de sedimentos (MELO, 1999, p.39). Esse autor considera pela “convergência de indicadores paleoclimáticos sedimentológicos e paleontológicos que pelos menos uma fase paleoclimática mais seca esteja testemunhada nos sedimentos da Lagoa Dourada, abrangendo datação de 8720 ± 150 anos AP”.

Artoni e Almeida (2001, p.511) destacam a importância dessas feições por constituírem um ambiente restrito e peculiar do ponto de vista geológico e biológico, sobretudo por apresentarem uma ictiofauna endêmica e ainda desconhecida sob todos os aspectos biológicos. Visando estudar a variabilidade genética de peixes neotropicais na região do PEVV, foram realizadas, por esses autores, análises morfológicas, citogenética e genética molecular, com vistas à evolução e conservação desses peixes.

As observações dos lambaris do gênero *Astyanax*, que ocorrem nas furnas,

reafirmam a complexa estrutura cariotípica verificada em diferentes populações do gênero *Astyanax*, mas principalmente apresentam a estrutura cariotípica de populações possivelmente isoladas, reforçando a hipótese de endemismo e fixação de arranjos cromossômicos que levaram a atual constituição cariotípica de *Astyanax* sp. (ARTONI & ALMEIDA, 2001, p.514).

No caso da Lagoa Dourada que se admite ter ligação com as demais furnas, exceto a nº 3, através de pequenas fendas, a ictiofauna apresenta grande variedade de espécies, constituindo-se num local para desova e/ou crescimento, durante o ano. A Lagoa Dourada, segundo Artoni e Almeida (op.cit), pode ser considerada um “santuário” de peixes, destacando-se entre as espécies verificadas: *Astyanax* sp., *Astyanax* cf. *bimaculatus*, *Astyanax* cf. *scabripinnis*, *Salminus hilarii*, *Oligosarcus paranae*, *Leporinus striatus*, *Ciclossoma fascetum*, *Geophagus brasiliensis*, *Hoplias* cf. *malabaricus*, *Prochilodus* cf. *leneatus*, *Parodon* sp., *Corydoras erhardt* e *Corydoras paleatus*.

Análises fitogeográficas, realizadas por Takeda, Farago e Presner (2000a, 2000b) no PEVV e no Parque Estadual do Guartelá, constataram a presença de espécies campestres (de campo seco e de campo úmido) rupestres e de matas de galeria, pertencentes à floresta com Araucárias, ou seja, floresta ombrófila mista.

Foram listadas as espécies de fanerógamas ocorrentes nos locais, relacionando-as com sua geografia, com vistas à preservação e ao ecoturismo. Destacam-se no PEVV: *Araucária angustifolia* (Bertol.) O. Ktze., *Dyschorites hygrophylloides* (Ness) Kuntze, *Mandevilla velutina* (Mart.) Woodson, *Aspilia setosa* Griseb., *Baccharis trimera* (Less.) DC., *Gochnatia velutina* (Borg.) Cabr., *Senecio brasiliensis* (Spreng.) Less., *Jacarandá oxyphylla* Cham., *Aechmea bromeliifolia* (Rudge) Bek., *Tillandsia geminiflora* Brogn., *Lamanonia ternata* Vell., *Clethra scabra* Pers., *Carex brasiliensis* St. Hil., *Salvia rosmarinoides* St. Hill., *Sida viarum* St. Hil., *Ludwigia sericea* (Camb.) Hara., *Vitex megapotamica* (Spreng.) Moldenke, *Gomphrena graminea* Moq., *G. paranaensis* R. E Fries, *Ocotea porosa* (Ness) L. Barroso, *Dorstenia brasiliensis* Lam., *Galeandra paraguayensis* Cogn..

Foram listadas as espécies encontradas no PEVV que figuram entre as que compõem a Lista Vermelha de Plantas ameaçadas de extinção no estado do Paraná. O critério adotado leva em conta “espécies em perigo, que em breve estarão extintas a menos que sejam tomadas medidas urgentes de proteção (maior ameaça); espécies vulneráveis, que em breve passarão à categoria de maior ameaça; espécies raras, cuja população é atualmente reduzida, mas que não se encaixa nas categorias acima” (TAKEDA, FARAGO & PRESNER, 2000, p.155).

No Parque Estadual de Vila Velha destacam-se: *Gomphrena graminea* Moq. (**em perigo**) *G. paranaensis* R.E. Fries (**rara**) *Tillandsia lorentziana* Griseb. (**vulnerável**) *Ocotea porosa* (Nees) L. Barroso (**rara**) *Dorstenia brasiliensis* Lam. (**em perigo**) *Galeandra paraguayensis* Cogn. (**em perigo**) *Leandra parvifolia* Cogn. (**rara**) *Araucária angustifolia* (Bertol.) O. Ktze. (**rara**) *Gomphrena macrocephala* St. Hil. (**rara**) *Mandevilla coccinea* (H. & A.) Woods (**rara**) *Cayaponia espelina* (Manso) Cogn. (**rara**) *Aegiphila australis* Moldenke (**vulnerável**).

Por tratar-se de uma unidade de conservação, é imprescindível a execução de um plano de manejo adequado às condições da flora existente, com vistas a sua preservação.

Buscando ações que nortegassem a gestão integral do Parque, em 1989 a Prefeitura Municipal de Ponta Grossa contratou a elaboração do Plano Diretor de Vila Velha (aprovado em 1990) que entre outras questões abordava aquela ligada à estrutura administrativa da gestão do Parque de Vila Velha.

Em 2000 sob responsabilidade do Instituto Ambiental do Paraná – IAP, foi idealizado o Plano de Manejo do Parque Estadual de Vila Velha, publicado em 2001 (primeira versão) reestruturado em 2003 e publicada nova versão em 2004.

A revisão do Plano de Manejo do Parque Estadual de Vila Velha obedeceu a quatro etapas distintas:

Etapas 1: Avaliação do plano de manejo versão 2001.

Etapas 2: Levantamentos e elaboração de relatórios temáticos.

Etapas 3: Redefinição do Zoneamento do PEVV com base nos relatórios e no mapeamento.

Etapas 4: Elaboração do Plano de Manejo do PEVV.

Segundo o Plano de Manejo do Parque Estadual de Vila Velha (2004,p.35) foram definidos os seguintes objetivos de manejo para o Parque:

- 1.Conservação de um dos mais significativos remanescentes das formações vegetais da região dos Campos Gerais do Paraná;
- 2.Assegurar a proteção das formações geológicas (arenitos) que compõem a paisagem do PEVV;
- 3.Desenvolver um processo de normatização da visitação do PEVV, em que seja crescente a participação de guias e condutores, preferencialmente locais, nas atividades de uso público que ocorrerem dentro de seu perímetro;
- 4.Desenvolvimento de pesquisa científica, relativa aos componentes dos ecossistemas e suas inter-relações;
- 5.Desenvolver ações de conservação e/ou recuperação nas áreas que estejam comprometendo a integridade da biodiversidade local no interior do PEVV, e estimular ações em seu entorno;
- 6.Readequar/adequar os usos, atualmente praticados na área do PEVV conflitantes com a categoria e os objetivos do mesmo;
- 7.Promover a educação ambiental dirigida, objetivando a consciência ambiental

local e regional;

8. Assegurar uma administração que garanta a integridade do seu patrimônio natural e, ao mesmo tempo, que possibilite sua visitação com a finalidade científica, educacional, turística, recreativa e cultural.

Visando atender os objetivos propostos pelo Plano de Manejo, sem contudo privar o visitante do acesso às belezas naturais presentes no PEVV, algumas ações foram propostas (anexo 8) antes da reabertura do parque em janeiro de 2004, após um interstício de quase dois anos. Dentre essas ações, destacam-se:

- As áreas destinadas à visitação tiveram seus roteiros alterados, evitando o trânsito dos visitantes pelo interior do bosque nos Arenitos e o contato direto entre eles. O novo roteiro, agora pela borda do bosque, é feito sobre trilha “pavimentada”, evitando o aparecimento ou intensificação dos processos erosivos verificados anteriormente nas antigas trilhas e por trilhas internas (com transporte do próprio Parque) até Furnas e Lagoa Dourada.

- A capacidade de carga diária foi estipulada em 800 pessoas, havendo necessidade de reserva prévia, quando o número de visitantes por grupo for maior que 20. Os visitantes deverão estar sempre acompanhados por um guia durante o percurso tanto nos Arenitos, quanto nas Furnas e Lagoa Dourada. O visitante poderá optar pelo roteiro completo que inclui os três pontos ou apenas aquele que inclui os Arenitos, havendo diferenciação no pagamento do ingresso conforme opção de roteiro previamente escolhida.

- A retirada, de junto dos Arenitos, das antigas instalações de lanchonetes e sanitários, agora localizados no prédio do Centro de visitantes, que também conta com mini-auditório para recepção dos visitantes, como forma de primeiro contato informativo (por meio de um vídeo de mais ou menos 10 minutos) anterior ao percurso das trilhas.

- O horário para visitação, de 8 às 18 horas diariamente, exceto às terças-feiras, quando o Parque permanece fechado para manutenção.

- Para o zoneamento do PEVV foram definidas *oito zonas de uso* (Figura 14) tendo como base o Decreto n.º 84.017/79 (Regulamento dos Parques Nacionais Brasileiros) e o Roteiro Metodológico para Planejamento de Unidades de Conservação de Uso Indireto (PLANO DE MANEJO DO PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA, 2004).

6.1.2 Sumidouro do Rio Quebra-Perna

Está localizado próximo às nascentes do Rio Quebra-Perna, na porção oeste do setor B da Bacia. O acesso ao local se dá pela Rodovia do Talco, utilizando-se a mesma

estrada secundária que leva ao Buraco do Padre (região do Passo do Pupo), outro sítio bastante conhecido e bem sinalizado.

Segundo Santana (2001,p.70), neste local “o rio encontra sistema de fraturas paralelas de direção NE-SW, encaixando-se e desaparecendo por debaixo das rochas, formando uma intrincada rede de canais subterrâneos e uma seqüência de cachoeiras, ocasionadas pelos desaparecimentos e ressurgências”. São observados paleo-leitos, com níveis de base mais altos que o atual, podendo estar associados aos túneis secos que ocorrem entre as fraturas e que se apresentam mais elevados que o leito atual do rio.

O relevo ruiniforme presente nesta área sofre ação de processos erosivos das águas do rio e da chuva, ocasionando o aparecimento de lapiés, embaciamentos, lapas e erosões alveolares. Além da beleza singular, este sítio abriga importante patrimônio arqueológico, com grandes painéis com detalhadas pinturas rupestres, principalmente zoomorfas, em bom estado de conservação.

A área de entorno do Sumidouro é ocupada por mata nativa (Floresta Ombrófila Mista), campos predominando nas elevações e matas ciliares com a presença da Araucária, além de atividade agrícola e pecuária muito próxima das margens. Quanto à fauna, Santana (op cit.) destaca que “já foram encontradas evidências de felinos de grande porte (suçuarana) mas atualmente outros animais podem ser vistos, tais como capivaras, cachorros-do-mato, inúmeras espécies de aves”.

Embora não possua qualquer infra-estrutura, é alvo de acampamentos, ocupação com pastagem nativa, manejada com fogo (PMPG, 1990) e até de deposição de barris metálicos de agrotóxicos. Constitui-se num espaço de relevância alta turística, sendo favorável para realização de pesquisas, atividades de educação ambiental e ecoturismo, podendo ser inserido dentro de uma rota que inclua, por exemplo, outros sítios próximos, como o próprio Parque Estadual de Vila Velha e o Buraco do Padre, este último a 8 km de distância.

6.1.3 Furna do Buraco do Padre

Esta furna está na localidade de Cercadinho, distrito de Itaiacoca, região de beleza cênica inquestionável, figurando como segundo ponto turístico mais visitado de Ponta Grossa (HERTEL, 1995). Depois de Vila Velha, é o único com alguma infra-estrutura organizada para receber visitantes. Segundo Soares (apud SANTANA, 2003) suas dimensões são 43m de profundidade máxima, com diâmetro de base entre 25 a 37 metros e a abóboda entre 19 a 25 metros (foto 1)

Santana ainda destaca a presença de um escarpamento bastante expressivo, com

orientação NW-SE, sustentado por arenitos da Formação Furnas. Apresenta em seu interior uma imponente cascata de aproximadamente 30m, oriunda das águas do rio Quebra Pedra, importante afluente do Rio Quebra-Perna. O rio percorre um caminho encaixado em fraturas, passando a percorrer um caminho subterraneamente (através de uma caverna) até precipitar-se no interior da fuma e depois o leito do rio segue em direção a outra caverna por onde o curso d'água abandona a fuma.

Oliveira (2001, p.34) destaca a conformação de Floresta Ombrófila Mista no interior da fuma, situação diferente daquela observada nas fotos aéreas de 1953, que apresentavam áreas de campo em seu centro, “podendo isto ser uma prova do avanço das formas florestais, mais adaptadas às condições climáticas atuais, sobre as formações campestres, tanto enfatizada por Maack, Klein e Bigarella, dentre outros” Moro et. al (2001, p.73-74) efetuaram coletas esporádicas entre 1989 até 2001 e observações de campo, elaborando uma listagem de 207 táxons, pertencentes a 59 famílias. “As famílias melhor representadas foram Asteraceae (34 espécies) Fabaceae (20) Rubiaceae (15) Melastomataceae (09) Caesalpinaceae (08) Poaceae (06) e Verbenaceae (06)”. Os campos rupestres, capoeiras e vegetação ripária no entorno do Rio Quebra Pedra formam três zonas fitofisionômicas distintas, abrigando os diversos táxons.

O nome curioso deste sítio natural faz parte da memória da região dos Campos Gerais e pode estar relacionado à presença de jesuítas, proprietários das sesmarias de terras do Pitangui que abrigavam também o antigo caminho das tropas.

Local de intensa visitação, tanto pela presença da cachoeira como dos paredões (para prática de rapel- foto 2) o Buraco do Padre chegou a figurar como Parque Municipal, pelo decreto municipal 4832/92, com uma área de 290.763,00 m², os quais seriam desmembrados da Fazenda RIMA, na localidade de cercadinho. No entanto, em função da não efetivação do processo de desapropriação, este parque não veio a concretizar-se.

Monastirsky (1996), procurando levantar as características e funcionalidade dos espaços naturais que se tornaram atrativos para a população urbana de Ponta Grossa, procurou avaliar o processo de utilização dessas áreas e o perfil do usuário. Além do Buraco do Padre, foram alvos deste estudo o Rio São Jorge, o Parque de Vila Velha, Alagados, Capão da Onça, Balneário Rio Verde e Recanto Botuquara.

Os usuários das áreas naturais são predominantemente do sexo masculino, numa faixa etária entre 21 a 25 anos, solteiros, com escolaridade formada por dois grupos principais 1º grau e nível superior. A ocupação profissional dos freqüentadores divide-se entre serviços

gerais⁹, escriturários e estudantes, com renda entre 1 a 5 salários mínimos, utilizando-se de automóveis e bicicletas como meio de transporte para o acesso a estas áreas, que se dão preferencialmente nos finais de semana durante todo o ano, havendo uma maior demanda nos meses de verão em função da presença das águas dos rios e cachoeiras.

Ha dois grupos distintos de freqüentadores, segundo Monastirsky (1996,p.45), “os que buscam diversão nos lugares naturais por não a encontrarem no perímetro urbano (classe média e baixa) e aqueles que buscam essas regiões apenas pelo contato com a natureza (qualquer classe) havendo evidentemente os que fazem as duas coisas ao mesmo tempo”. Nadar é a principal atividade de lazer apontada por esses freqüentadores.

A infra-estrutura presente conta com banheiros, bebedouros, trilhas e estacionamento. Atualmente a prática de rapel está proibida aos freqüentadores.

Segundo comunicação pessoal do proprietário, ele está preparando projeto para implantação de uma RPPN que inclua em sua área a fuma do Buraco do Padre.

Foto 1 Fuma Buraco do Padre- Vista de cima



Fonte: foto de campo (Carvalho, S.M.,2004)

⁹ Esta categoria está representada por autônomos e pequenos serviços (MONASTIRSKY, 1996, p.41)

Foto 2 Escarpamento Buraco do Padre



Fonte: foto de campo (Carvalho, S.M., 2004)

6.1.4 Cachoeira da Mariquinha

Localiza-se à montante da área do Sumidouro, no setor B da Bacia. Segundo Santana (2003, p.32) “nessa área o leito do rio Quebra-Perna encaixa-se numa estrutura rúptil de direção NW-SE, formando uma cachoeira com altura aproximada de trinta metros”.

Apresenta vegetação ripária ao longo do rio (foto 3) além de algumas manchas de campos com afloramentos rochosos; as áreas próximas são ocupadas intensivamente para cultivo e pastoreio, principalmente em direção às nascentes e às áreas que antecedem a cachoeira.

Além do potencial arqueológico, representado por pinturas rupestres, destacam-se no local escarpamentos do arenito Furnas e relevo ruíniforme. Apesar de estar em uma propriedade particular e não oferecer infra-estrutura adequada, este sítio recebe intensa visitação principalmente nos finais de semana, pois encontra-se a menos de 30km da área urbana. Apresenta alta relevância turística e “localiza-se em ponto estratégico para o apoio intermediário de roteiros de atividades turísticas ecológicas” (PMPG, 1990).

Santana (op. cit) destaca atividades nas adjacências que geram uma situação de ameaça a este am

biente, como visitação intensa , atividades agrícolas mecanizadas e pecuária. A repercussão disso

pode ser sentida nas trilhas e caminhos, “nos quais o solo encontra-se bastante compactado, com indícios de ravinamento e princípios de erosão”.

Foto 3 Cachoeira da Mariquinha



Fonte: CARVALHO, S.M.(2004)

6.1.5 Toquinhas

Morro testemunho sustentado por rochas carboníferas do Subgrupo Itararé (240 MA) que atualmente apresentam relevo ruiforme, escarpamentos e banqueamentos (SANTANA, 2003, p.32). Estruturas e processos de erosão acham-se bastante evidentes neste local, evidenciando os sinais dos paleoagentes de transporte e deposição atuantes em épocas pretéritas, os quais resultaram em estratificações, processos de erosão diferencial, relevo ruiforme, marcas de ondas preservadas por crostas oxidadas sobre os arenitos.

Toquinhas é destacada das demais formações por seu alto grau de preservação, pois suas estruturas rochosas apresentam conformação geomorfológica que impede o avanço do gado, permanecendo como um nicho de campo limpo seco com o mais alto grau de preservação de toda área (PMPG, 1990).

Foto 4 Toquinhas



Fonte: foto de campo (Carvalho, S.M., 2004)

6.1.6 Furnas Gêmeas e Dolina do Passo do Pupo

Localizadas em propriedades particulares, na localidade do Passo do Pupo no distrito de Itaiacoca, estas furnas são feições de abatimento do terreno. As furnas Gêmeas, assim chamadas, por estarem posicionadas lado a lado, estão separadas por uma espécie de “passarela” natural (figura???) formada pelo arenito apresentando profundidade estimada de 45m . Atualmente, segundo Santana (2003, p.31), “a hipótese mais aceita para gênese dessas feições na região é dissolução e erosão mecânica do próprio arenito Furnas, promovida por percolação de água através das fraturas”.

A Dolina do Passo do Pupo, também conhecida como “Buraco Grande” ou “Dolina Grande”, apresenta em seu interior vegetação de porte arbóreo, tipificada pela Floresta Ombrófila Mista, destacando-se a Araucária, além de árvores frutíferas, algas, líquens, cipós, constituindo-se num importante ambiente onde interagem diferentes espécies. Apresenta dimensões maiores que as anteriores, ultrapassando os setenta metros em uma de suas laterais.

Pela alta relevância turística, estas feições podem integrar um roteiro para a prática do ecoturismo.

Foto 5 “Passarela Natural” Furnas Gêmeas



Fonte: Vagner Zamboni

Foto 6 Furnas Gêmeas Foto:
Fonte: Gilson Campos Ferreira da Cruz



6.2 Unidades de Conservação na Bacia do Rio Quebra-Perna

A política ambiental, oficialmente implementada no Brasil com a preocupação de formar um conjunto coerente de ações no sentido da conservação ambiental, teve início a partir da década de 1970, após a Conferência de Estocolmo. Inúmeras ações posteriormente foram tomadas a esse respeito, e hoje o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, instituído em 2000, está se consolidando de modo a ordenar as áreas protegidas, nos níveis federal, estadual e municipal.

São três as unidades de conservação existentes formalmente na Bacia do Quebra-Perna: uma de proteção integral, representada pelo Parque Estadual de Vila Velha, e duas de proteção parcial, a Área de Proteção Ambiental – APA da Escarpa Devoniana e a Reserva Particular do Patrimônio Natural –RPPN Estadual Paiquerê (figura 15)

6.2.1 Parque Estadual de Vila Velha

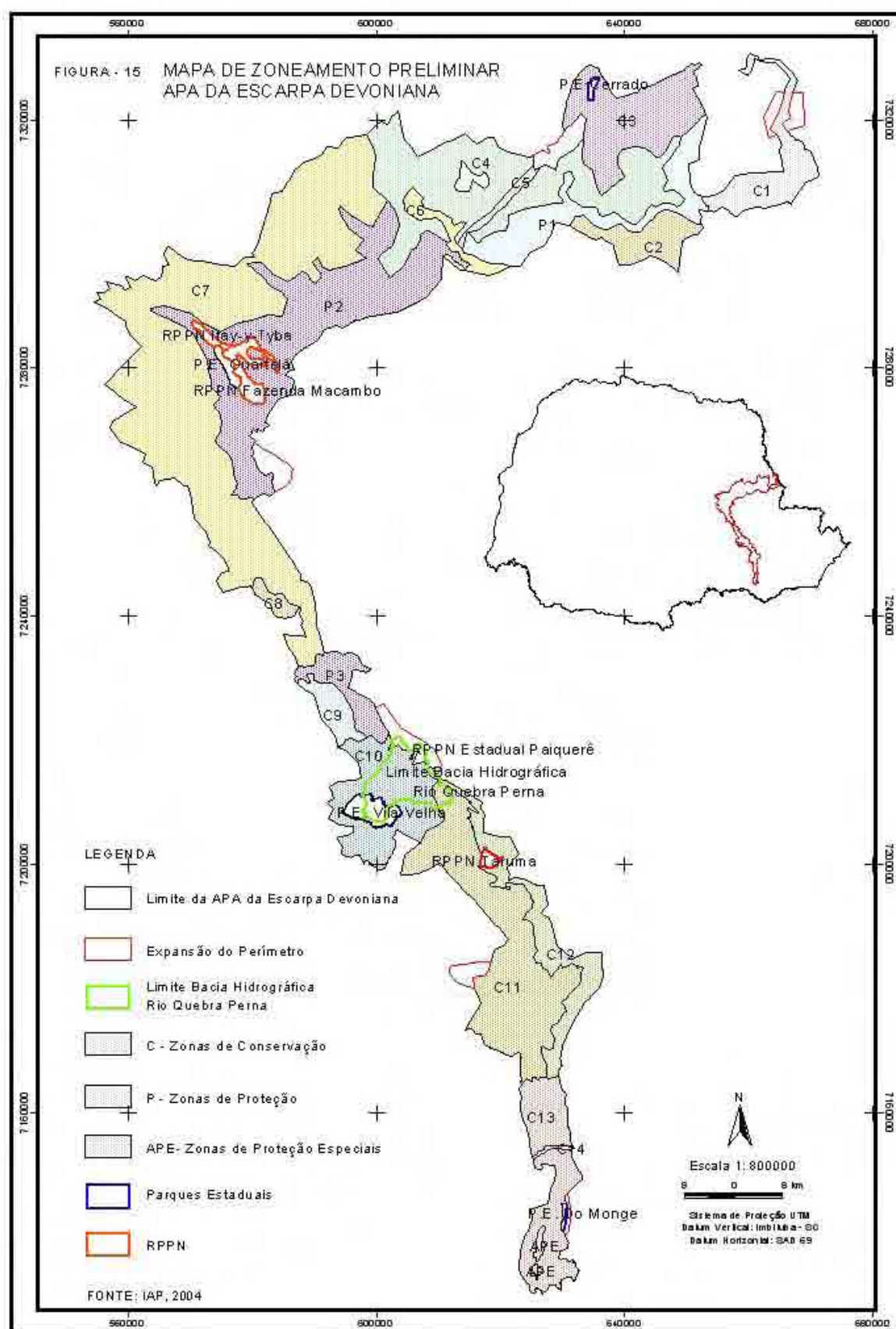
Apesar de ser uma Unidade de Conservação de proteção integral, o parque apresentava atividades conflitantes com os objetivos desta categoria, permanecendo fechado para visitação pública por quase dois anos. Neste ínterim, ações conjuntas de órgãos ambientais estaduais e entidades de classe, além da sociedade civil, participaram ativamente de um Plano de Revitalização para o PEVV, culminando com a atualização do Plano de Manejo (2004) conforme descrito no capítulo 7 (item 7.1.1).

6.2.2 Área de Proteção Ambiental Estadual – APA da Escarpa Devoniana

A categoria APA foi criada em 1981(Lei nº 6.902) com o interesse na proteção ambiental, para conservar ou melhorar as condições ecológicas locais e assegurar o bem-estar das populações humanas (IBAMA, 2001). De acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC, adota-se o conceito que:

Área de Proteção Ambiental é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem –estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (IBAMA, 2001, p.17).

A APA da Escarpa Devoniana foi instituída pelo decreto 1.231 de 27/03/1992, com uma área de 392.363,38 ha, abrangendo onze municípios: Jaguariaíva, Lapa, Balsa Nova, Porto Amazonas, Ponta Grossa, Castro, Tibagi, Sengés, Arapoti, Piraí do Sul e Palmeira. É composta, por vegetação de campos, capões de Floresta Ombrófila Mista, matas



de galeria, vegetação rupestre, afloramentos rochosos e sítios arqueológicos. Nos limites da APA estão situados quatro Parques Estaduais, Parque Estadual do Monge, Parque Estadual de Vila Velha, Parque Estadual do Guartelá e Parque Estadual do Cerrado, e a escarpa que separa o Primeiro Planalto do Segundo Planalto Paranaense (SEMA-PR, 2004).

Atualmente o Zoneamento Ambiental da APA encontra-se em fase de estudos, balizado pelo método de Zoneamento Ecológico Econômico¹⁰, considerando fatores de natureza legal¹¹, social ou ambiental. A resolução CONAMA nº 13/90 “estabelece um raio de 10 km como área de influência regional do território da APA, na qual o órgão ambiental competente deverá efetuar o licenciamento ambiental observando qualquer atividade que possa afetar a biota da APA” (IAP, 2004).

A proposta metodológica aplicada neste Zoneamento Preliminar (figura 15) considera dois padrões de enquadramento das áreas ambientais homogêneas, conforme roteiro metodológico para gestão de APAS, proposto pelo IBAMA em 2001:

- Zonas de proteção: a política nessas áreas é de preservar espaços com função principal de proteger a biodiversidade, sistemas naturais ou patrimônio cultural existentes, embora possa admitir um nível de utilização em setores já alterados do território, com normas de controle bastante rigorosas.
- Zonas de conservação: nas áreas assim identificadas admite-se a ocupação do território sob condições adequadas de manejo e de utilização sustentada dos recursos naturais. Nelas predominam recursos e fatores ambientais alterados pelo processo de uso e ocupação do solo. Apresentam níveis diferenciados de fragilidade, conservação e alteração. Devem, portanto, ser correlacionados com objetivos e necessidades específicas de conservação ambiental. As normas de uso e ocupação do solo devem estabelecer condições de manejo dos recursos e fatores ambientais para as atividades socioeconômicas. Devem também refletir medidas rigorosas de conservação aplicadas a peculiaridades ambientais frágeis ou de valor relevante, presentes na área.

A Bacia do Rio Quebra-Perna seria abrangida pela “Zona C10” , que segundo proposta preliminar do IAP (2004):

abrange paisagens naturais de campos nativos e florestas de galeria situadas na área de entorno do Parque Estadual de Vila Velha, correspondendo às bacias dos rios Quebra-Perna e Guabiroba e nascentes do rio Botuquara em Ponta Grossa. Compreende áreas situadas no Reverso da Escarpa Devoniana e os vales dos rios e mesetas ao longo dos divisores de águas, formando paisagens notáveis de excepcional beleza, incluindo o Buraco do Padre e nascentes do rio Quebra-Perna.

Nesta área encontram-se solos desde rasos até profundos, oriundos de rochas sedimentares do Devoniano e Permo-Carbonífero. Nas quebradas abruptas do relevo em áreas de encosta íngreme e em áreas próximas à Escarpa Devoniana é comum a presença de

¹⁰ o Zoneamento Ecológico Econômico é considerado pela lei 6.938/81 como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.

¹¹ Aqueles previstos na legislação incidente na APA, observando a legislação referente ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação , o Código Florestal, o Código de Mineração e o Código das Águas (IAP, 2004).

afloramentos de rocha. O uso da terra nesta zona inclui agricultura intensiva e reflorestamentos, assim como manejo de pastagens nativas e atividades de turismo.

6.2.3 Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN Estadual Paiquerê

A Reserva Particular do Patrimônio Natural é uma área privada gravada com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica. Unidade de Conservação de caráter particular, especialmente protegida, que por ato voluntário de seu proprietário e devidamente reconhecida pelo Poder Público (IBAMA ou IAP) no todo ou em parte do imóvel, com relevante importância para a conservação da biodiversidade, que pode ser caracterizada por seus atributos naturais, entre os quais pode-se destacar aspectos paisagísticos, cênicos e de rara beleza, área que abrigue espécies da fauna ou flora raras e ameaçadas de extinção, ou ainda locais que justifiquem a recuperação devido a sua grande importância para aquele ecossistema e ou região. O gravame de que trata este artigo constará de termo de compromisso assinado perante o órgão ambiental, que verificará a existência de interesse público, e será averbado à margem da inscrição no Registro Público de Imóveis (IAP, 2004).

Só poderá ser permitida, na Reserva Particular do Patrimônio Natural, conforme se dispuser em regulamento:

- I - a pesquisa científica;
- II - a visitação com objetivos turísticos, recreativos e educacionais;
- III - (VETADO)

A RPPN Estadual Paiquerê foi criada em 1997 e responde por uma área de 60 ha.

6.3 Sítios naturais e RPPN: uma parceira para conservação da biodiversidade na Bacia do Rio Quebra-Perna

Os sítios naturais inseridos na Bacia do Quebra-Perna, tanto os destacados nesta pesquisa como em outros estudos, formam uma verdadeira “rede ecológica” que possui um grande potencial cênico e científico para o desenvolvimento de ações de busquem simultaneamente a conservação da biodiversidade e a realização de atividades ligadas ao ecoturismo. Este último, como destaca Moreira (2002), deve ser um turismo de baixo impacto, trazendo benefícios econômicos para o meio e comunidade local.

Iniciativas visando programas de integração desses vários sítios foram propostas pela PMPG (1990) com o Plano de Integração Parque Estadual de Vila Velha Rio

São Jorge – Complexo Turístico-Ecológico Vila Velha-São Jorge, que chama atenção para o potencial fabuloso dessa área para desenvolvimento do turismo ecológico, associado a uma estratégia de divulgação e educação ambiental de base.

O relatório final do projeto “Caracterização do Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná” (UEPG, 2003, p.208), além de evidenciar as paisagens únicas da região dos Campos Gerais, na qual se insere a Bacia do Quebra-Perna, alerta para a forte pressão que tende a alterar profundamente o quadro natural e a necessidade de estudos mais detalhados para subsidiar a criação de novas unidades de conservação, enfatizando que:

três princípios que devem direcionar a gestão do patrimônio natural dos Campos Gerais, de modo que ele venha a cumprir o papel que lhe cabe no desenvolvimento da identidade e da autonomia regionais: a abordagem regional (planejamento de ecossistemas) o manejo participativo (envolvimento dos vários interesses) e a gestão integrada do patrimônio natural e cultural.

Estudos pontuais e temáticos também têm contribuído para a ampliação do conhecimento acerca desses sítios naturais que, na maior parte, estão inseridos em Áreas de Preservação Permanente- APP ou em suas adjacências, conspirando positivamente para sua proteção. A associação desses sítios a APP e/ou Unidades de Conservação parece apontar para um caminho favorável e profícuo.

A criação ou a ampliação de RPPN é uma idéia que tem ganhado corpo na atualidade (Anexo8), principalmente em virtude da representatividade dessas UCs no cenário ecológico nacional. No Brasil as RPPN se tornaram mais conhecidas a partir da metade da década de 1990, quando houve um crescimento significativo na criação de reservas, representando hoje um número expressivo da área protegida no país. Segundo Pinto et al. (2004, p.7):

Em biomas como o Pantanal e a Caatinga, as RPPN já representam uma parcela significativa da área coberta pela rede de unidades de conservação. Na Mata Atlântica, mesmo sem uma representação de área expressiva, as RPPN já são o dobro em número de unidades em relação às unidades de conservação públicas de proteção integral e, no Cerrado, as RPPN já representam a metade do número das áreas protegidas do bioma.

Mesmo instituídas desde 1990 por meio de um programa do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama, as RPPN são pouco divulgadas e até recentemente pouco incentivadas. Este quadro vem mudando principalmente com o acontecimento de eventos em nível nacional, como foi o I Encontro Nacional de RPPN em 1996, no qual surgiu a RENAPP – Rede Nacional de Áreas Particulares Protegidas, “com o objetivo de unir forças em prol do movimento, mas apesar de ter sido oficializada, esta iniciativa não se consolidou” (WIEDMANN, 2004, p.134).

Outros eventos importantes no processo histórico da criação das RPPN foram: em 1997 o surgimento da primeira Associação de Proprietários de RPPN no Rio de Janeiro; em 1998 a criação da Associação no estado do Paraná e, hoje, são 12 associações estaduais e regionais no país; em 2000 o reconhecimento das RPPN como Unidades de Conservação pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei Federal 9.985/2000) em 2001 a realização do 3º Encontro de Sustentabilidade e Conservação das RPPN, onde foi fundada a Confederação Nacional de RPPN, grande responsável junto a outros parceiros pela realização do II Congresso Brasileiro de RPPN em 2004.

Como resultado desses esforços conjuntos, a representatividade desta Categoria de UC soma hoje no Brasil 656 RPPN federais e estaduais, cobrindo um total de mais de 500 mil hectares (HIROTA et. al. 2004, p.69) e 184 no estado do Paraná, sendo 177 criadas por meio de legislação estadual e 7 de legislação federal (LOUREIRO & MARTINEZ, 2004, p.39).

São destacados como pontos positivos no estabelecimento de áreas de proteção em terras particulares:

- a manutenção de amostras representativas de ambientes naturais, da diversidade de espécies e sua variabilidade (PINTO et. al., 2004);
- instrumento adicional para o fortalecimento do SNUC (PINTO et. al., 2004, IBAMA, 2004);
- aumento da conectividade da paisagem natural (PINTO et. al., 2004);
- proteção de áreas chave ao longo dos biomas brasileiros (PINTO et. al., 2004);
- atuam como áreas de amortecimento de unidades de conservação, constituindo-se em corredores ecológicos (PINTO et. al. 2004; LIMA, 2004; LEVY, 2004);
- preservam belezas cênicas e ambientes históricos (LEVY, 2004);
- possibilitam a participação da iniciativa privada no esforço nacional de conservação (LEVY, 2004).

As reservas particulares de patrimônio natural serão a primeira categoria de unidade de conservação a ter regulamentação própria pelo IBAMA, cujo decreto detalhará regras para criação e manutenção de RPPN previstas pela Lei 9.985. Além disto, o IBAMA lançou nesse mês de novembro o "Roteiro Metodológico para Elaboração de Plano de Manejo para as RPPN- Reservas Particulares do Patrimônio Natural", que passa a ser uma referência para planejar o uso da área protegida para fins de conservação, pesquisa e ecoturismo.

Um dos grandes desafios apontados para a criação e manutenção de Reservas Particulares do Patrimônio Natural, além da burocracia e lentidão dos processos apontados por um número grande de proprietários, é a obtenção de recursos, principalmente financeiros. Durante o II Congresso Brasileiro de RPPN, este assunto recebeu atenção especial, figurando como tema abordado durante o evento, onde foram apontadas diversas fontes de geração de recursos, tais como: parcerias com instituições de ensino e pesquisa para condução de projetos de investigação científica, apoio de instituições governamentais por meio de incentivos fiscais e isenções de tributos, além de compensação financeira oriunda do repasse do ICMS Ecológico (pioneiro no caso do estado do Paraná) serviços ambientais¹², projetos para reflorestar áreas com espécies nativas sem uma finalidade comercial mas com o objetivo do seqüestro de carbono, projetos submetidos ao Fundo Nacional do Meio Ambiente-FNMA, Aliança para conservação da Mata Atlântica, Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, ecoturismo, entre outros.

Na Bacia do Rio Quebra-Perna, apesar da existência de apenas uma RPPN (Paiquerê), existe um potencial muito grande para criação de outras UCs como estas, em função da proximidade de vários sítios naturais das áreas de preservação permanente ou de remanescentes de vegetação nativa (Furna Buraco do Padre, Cachoeira da Mariquinha, Sumidouro do Rio Quebra-Perna, Furnas Gêmeas) que poderiam compor corredores ecológicos. A associação de novas RPPN com as UCs já existentes, Parque Estadual de Vila Velha, APA Estadual da Escarpa Devoniana e demais APP auxiliaria o fluxo gênico de animais e plantas.

Não há impedimento legal na superposição de unidades de conservação do mesmo grupo, ou seja, não haveria problemas na criação de RPPN dentro da APA da Escarpa Devoniana, podendo ter uma gestão integrada e participativa. Segundo comunicação pessoal, o proprietário da área que engloba a Furna do Buraco do Padre está ultimando projeto para criação de uma RPPN contemplando este sítio natural.

¹² são produtos gerados pelos ecossistemas, nem sempre considerados na 'produção' das unidades de conservação... como manutenção da qualidade do ar e controle da poluição, controle da temperatura e do regime das chuvas, regulação do fluxo de águas superficiais e controle de enchentes, formação e manutenção do solo, degradação de dejetos industriais e agrícolas e ciclagem de minerais, redução da incidência de pragas e doenças pelo controle biológico e polinização de plantas agrícolas e silvestres (MESQUITA, 2004).

7-CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento dessa tese objetivou num primeiro momento diagnosticar os aspectos físicos, bióticos e uso da terra na Bacia do Rio Quebra-Perna em Ponta Grossa – PR, para dar suporte à elaboração de diretrizes e estratégias de ação que pudessem contribuir num processo de gestão.

A estruturação dos elementos físicos, em uma bacia hidrográfica, tem repercussão não só nas características expressas pela beleza cênica mas sobretudo na forma de apropriação desse espaço. A configuração e os arranjos espaciais refletem a atuação dos agentes sociais e do contexto social envolvidos. A dinâmica instalada pelas atividades agrícolas, de silvicultura, de pecuária e mais recentemente do turismo aponta para uma necessidade cada vez mais crescente de discussões e ações ambientais.

O conceito de gestão, antes ligado ao ambiente empresarial, hoje admite uma dimensão mais global, envolvendo a gestão ambiental, que, a partir de um modelo de conservação e desenvolvimento almejado, articula ações por meio de instrumentos como a política ambiental, o planejamento ambiental, a avaliação de impacto ambiental, o zoneamento ambiental e gerenciamento de bacias hidrográficas. A gestão ambiental reflete, em última instância, a enorme tensão existente entre mudanças estruturais no sistema sócioeconômico - freqüentemente no mundo todo - e o potencial de reação/adaptação a tais mudanças por parte de cada sociedade.

A adoção da bacia hidrográfica como unidade de análise e gestão mostrou-se bastante eficaz e pressupõe a identificação de seus componentes principais, bem como as suas relações com o seu contexto, através dos inputs e outputs de uma forma globalizada e não apenas compartimentalizada. Dos modelos conceituais para auxiliar no gerenciamento de bacias hidrográficas, expressos no quadro 5, o modelo de decisões (F) com base em critérios técnico-científicos procura estabelecer um zoneamento ambiental e diretrizes de uso, condições que nortearam a elaboração do presente estudo. A utilização da metodologia do diagnóstico físico-conservacionista veio reforçar as condições para atingir os objetivos propostos.

O diagnóstico físico-conservacionista se mostrou eficiente na avaliação da degradação física da bacia do Rio Quebra-Perna, indo além da mera aplicação, pois o

aperfeiçoamento e o incremento de soluções para a obtenção de determinados índices dos parâmetros se constituiu num exercício metodológico e intelectual. Exige uma equipe multidisciplinar, o que pode oferecer desafios, porém não impossibilidades, quando empregada em uma tese de doutoramento, que consiste em um trabalho individual.

A partir da proposta elaborada por Beltrame (1994), que apresenta uma flexibilidade em certo grau, como, por exemplo, na setorização da bacia. Foram necessárias algumas adequações em função das condições próprias da área de estudo, de suas peculiaridades e dos dados que subsidiaram a obtenção dos índices que compõem a “função descritiva final”, matematicamente falando.

Desta forma, para a setorização da bacia, além dos critérios sugeridos por Beltrame (1994), também foram adicionados os dados geológicos.

Na obtenção do índice do parâmetro da cobertura original adotou-se a mesma classificação proposta na metodologia brasileira, no entanto, para maior clareza não só quantitativa como qualitativa da alteração da cobertura, optou-se pela elaboração de uma matriz (matriz de semelhança) objetivando a mensuração da área de cada tipo vegetacional original e em caso de substituição o tipo atual. Com relação ao índice de proteção total da cobertura vegetal atual, em função do seu uso, utilizaram-se os critérios adotados por Hidalgo (1990).

Uma outra adaptação que se fez necessária foi no cálculo do índice do potencial erosivo, uma vez que as informações pedológicas disponíveis estavam em escala inadequada para uma representação nos mapas 1:50.000. Sendo assim, os valores resultaram da associação da declividade, geologia e classes do relevo, expressando de modo satisfatório o potencial e erosivo da área, se comparado a dados empíricos.

Com relação ao parâmetro Balanço Hídrico houve a necessidade de elaboração de uma classificação específica para o Estado do Paraná, pois não foram encontrados estudos que fizessem referência à classificação do índice de excedente ou déficit hídrico para o estado. Para elaboração de uma classificação qualitativa do balanço hídrico foram analisados os Balanços Hídricos de quarenta municípios do Estado do Paraná e posteriormente procedeu-se segundo a proposta de Beltrame (1994) para o estado de Santa Catarina.

Como sugestão ao aprimoramento da função descritiva para o cálculo do valor do processo de degradação sugere-se a representação gráfica do sinal de adição entre cada parâmetro, ou seja: $E(f): CO_a + CA_b + DM_c + Ed + PE_e + DD_f + BH_g$ sugerindo

efetivamente a operação que se realizará, uma vez que a representação original deixa margens para associação à outra operação matemática.

As unidades de risco de erosão para os três setores da bacia evidenciam os resultados negativos de uma expansão agrícola crescente nas últimas três décadas com o aumento das áreas de soja, milho e trigo em detrimento principalmente das áreas de campo. O emprego do sistema de plantio direto associado à rotação de culturas, que de um lado oferece uma proteção maior ao solo, mas de outro possibilita a ocupação de áreas antes consideradas impróprias para cultivo, principalmente pelo fator declividade. Áreas destinadas por lei à preservação permanente estão ocupadas por cultivos e reflorestamentos, o que demanda atitudes imediatas para sua recomposição. Exigir de proprietários ou da grande parcela de arrendatários o cumprimento imediato da lei, ou simplesmente ignorar os acontecimentos, pode levar a conflitos maiores do que os já instalados. Uma terceira via seria a negociação para redução gradual das áreas cultivadas até atingirem-se as condições propostas na legislação.

O incentivo à criação de unidades de conservação particulares, como é o caso das RPPN, também pode auxiliar na conservação da biodiversidade dos Campos Gerais, presente na bacia do Quebra-Perna e apontada em trabalhos pontuais. A criação de novas unidades de conservação integrando os sítios naturais existentes poderia potencializar o desenvolvimento de atividades ligadas ao ecoturismo na região.

8- BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, M.A. **Política de Desenvolvimento e Estruturação do Espaço Regional da Área de Bodoquena em Mato Grosso do Sul**. 2003. 244F. Qualificação (Doutorado em Desenvolvimento Regional e Planejamento Ambiental). FCT- UNESP Presidente Prudente. Presidente Prudente.

ALMEIDA, Neide Oliveira de. **Delimitação e caracterização de unidades de manejo ambiental: uma contribuição metodológica**. Rio de Janeiro, 1982. Dissertação (Mestre em Ciências). Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ANDRADE, R. O. B. de; TACHIZAWA, T. e CARVALHO, A. B. **Gestão Ambiental: enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Makron Books, 2000. 206p.

ARTONI , R. & ALMEIDA, M.C. **A singular diversidade dos peixes dos Campos Gerais: uma visão genética para abordagem conservacionista na região**. In: DITZEL, C.H. M. & SAHR, C.L.L. (Eds), Ponta Grossa e os Campos Gerais: estudos de Geografia e História Regional. Ponta Grossa, Editora UEPG, p.505-518.

BELTRAME, A. da V. **Diagnóstico do meio físico de Bacias Hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 1994. 112p.

BETIOLI, A. M. e STIPP, N. A. F. **Alguns tópicos essenciais sobre Gestão Ambiental**. Ciência Geográfica. Bauru. VII- Vol. III (20): Setembro/Dezembro, 2001.

BOTELHO, R. G. M. **Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica**. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S e BOTELHO, R. G. M. (org.) Erosão e Conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p269-293.

BRITO, F. de A. **Gestão Ambiental por resultados para a APA Bacia do Rio Descoberto**. 1999. 173f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável), Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília. Brasília.

BRITO, F. A. & CÂMARA, J. B.D. **Democratização e Gestão ambiental**: em busca do desenvolvimento sustentável. Petrópolis-RJ: Vozes, 1998, 332p.

DE BRUNS , G. B. **Afinal, o que é Gestão Ambiental**. 2000. www.ambientebrasil.com.br

CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus, BA: Editus, 2002. p.17-35.

CANALI, Naldy Emerson. **Análise morfométrica da bacia do rio Açungui**. Curitiba:1986.Tese (Professor Titular). Departamento de Geografia, da Universidade Federal do Paraná.

CARAMORI, P. H. **Caracterização climática do Parque Estadual de Vila Velha, Estado do Paraná**. In: PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA – PEVV:Estudos para Complementação e Revisão do Plano de Manejo. PILATTI, F. (org.). NUCLEAM, UEPG.2002.

CARVALHO, S. M. & STIPP, N. A. F. Contribuição ao estudo do Balanço Hídrico no estado do Paraná: uma proposta de classificação qualitativa.**Geografia** - Revista do Departamento de Geociências - v.13, n.1 jan/jun, 2004 (revista eletrônica).

CAVALCANTI, A. P. B. (org.) et. Al. **Desenvolvimento Sustentável e Planejamento**: bases teóricas e conceituais. Fortaleza – UFC, Imprensa Universitária.1997. 86p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ª ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1980. 188p.

COIMBRA, J. A.A. **O outro lado do meio ambiente**. São Paulo: CETESB, 1985, 204p.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. 2ª ed. Rio de Janeiro:Ed. Fund. Getúlio Vargas, 1991.

CUNHA, L.H. e COELHO, M. C. N. **Política e Gestão Ambiental**. IN: A questão ambiental: diferentes abordagens. CUNHA, S. B. da e GUERRA, A. J. T. (org.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.43-79p.

CURI, N. et al. (coord.). **Vocabulário de Ciência do Solo**.Campinas, SP. 1993.Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

DERPSCH, R. et. al. **Controle de erosão no Paraná, Brasil**: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Eschborn, 1991. 272p.

DIEGUES, A. C. **O Mito moderno da natureza intocada**. São Paulo: HUCITEC, 1994.

FERRETTI, E. R. **Diagnóstico físico-conservacionista –DFC da Bacia do rio Marrecas – Sudoeste do PR**. 1998. 194 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

FLEISCHFRESSER, V. **Nas redes da conservação**: políticas públicas e construção social das microbacias hidrográficas. 1999. 252 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

GODARD, O. **A Gestão integrada dos recursos naturais e do meio ambiente**: conceitos, instituições e desafios de legitimação. IN: VIEIRA, P. F. e WEBER, J. (org.) Gestão de Recursos Naturais Renováveis e Desenvolvimento : novos desafios para a pesquisa ambiental. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2000.p.201-266.

GUERRA, A. J. T. **O início do processo erosivo**. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S e BOTELHO, R. G. M. (org.) Erosão e Conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p17-50.

GUIMARÃES, E. M.A.. **Trabalhos de campo em bacias hidrográficas**: os caminhos de uma experiência em Educação Ambiental. 1999. 172 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

HERTEL, M. **A potencialidade turística em áreas naturais de Ponta Grossa:** os casos Botuquara, Buraco do Padre e Rio São Jorge. 1995. Monografia de Graduação (Curso de Bacharelado em Geografia) –Departamento de Geociências , Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa.

HIDALGO, P. **Manejo Conservacionista em Bacias Hidrográficas:** Diagnóstico Físico-Conservacionista. 1990.v.2. Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente – SUREHMA, Consórcio Intermunicipal para Proteção Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi –COPATI. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente – IBAMA. Londrina, agosto, 1990.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS- IBAMA. **Roteiro Metodológico para a gestão de área de proteção ambiental-APA.** Brasília: Ed. IBAMA,2001. 240p.

IAP- INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. Zoneamento Preliminar APA da Escarpa Devoniana.Curitiba. março/2004.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE ANN NATURAL RESOURCES- IUCN. www.iucn.org. 2001.

LANNA, A. E. L. **Gerenciamento de Bacia Hidrográfica:** aspectos conceituais e metodológicos. Brasília: IBAMA, 1995. 171p.

LORANDI, R.; CANÇADO, C. J. **Parâmetros físicos para gerenciamento de bacias hidrográficas.** . In: SCHIAVETTI, A. e CAMARGO, A. F. M. Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações.Ilhéus, BA: Editus, 2002. p.37-65.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná.** 2ª ed.Curitiba:Secretaria da Cultura e Esporte do Governo do Estado do Paraná, 1981, 450p.

MAFRA, N. M. C. **Erosão e planificação de uso do solo.** In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S e BOTELHO, R. G. M. (org.) Erosão e Conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p.301-320.

MAGRINI, A. e SANTOS, M. A. (editores). **Gestão Ambiental de Bacias Hidrográficas**. Rio de Janeiro: UFRJ, COPPE, Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais. 2001. 271p.

MELO, M. S. de. **Ecoturismo nos Campos Gerais** – a nova Vila Velha. In: ENCONTRO NACIONAL DE TURISMO COM BASE LOCAL. v.1 São Paulo. 1997. **Resumos**, p.105-106.

_____. **Análise Sedimentológica dos depósitos da Lagoa Dourada, Vila Velha, Ponta Grossa, PR**. Ponta Grossa: UEPG, 1999. Relatório Final de Pesquisa. 74p.

_____. Evidências paleoclimáticas dos sedimentos da Lagoa Dourada, Fumaça assoreada do Parque Estadual de Vila Velha, Pr. II Jornada Científica de Geografia. **Boletim de Resumos**. DEGEO, UEPG. 18 a 24 set, 2000.p163-164.

_____ & MENEGUZZO, I. S. **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. In: Espaço e Cultura: Ponta Grossa e Campos Gerais. Ponta Grossa-Pr: Ed. UEPG, 2001.p. 415-428.

_____ et. al A geologia no plano diretor do Parque Estadual de Vila Velha, PR. **Revista Brasileira Geociências**, v.34 n.4 (no prelo).

MONASTIRSKY, L. B. **Utilização das áreas naturais como ambiente de lazer pela população de Ponta Grossa**. 1996. 74 f. Relatório final de pesquisa. Departamento de Geociências , Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa.

MORO, R. S. **A vegetação dos Campos Gerais da Escarpa Devoniana**. In: Espaço e Cultura: Ponta Grossa e Campos Gerais. Ponta Grossa-Pr: Ed. UEPG, 2001.p. 481-504.

OLIVEIRA, E. A. de **Caracterização florística, fitossociológica e pedológica de um trecho de floresta ripária dos Campos Gerais do Paraná**. 2001. 106F. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA – PEVV: **Estudos para Complementação e Revisão do Plano de Manejo**. PILATTI, F. (org.). NUCLEAM, UEPG. 2002.

PASSOS, M.M. **Biogeografia e Paisagem**. Maringá: Programa de Mestrado-Doutorado em Geografia FCT/UNESP/Campus Presidente Prudente-SP e Programa de Mestrado em Geografia/UEM-Maringá-PR, 1988. 278p.

PEREIRA, M .A. **Diagnóstico Físico e SocioAmbiental do Parque municipal da Lagoa do Peri**: subsídios ao Plano de Manejo. 2001. 243f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Departamento de Geociências, UFSC, Florianópolis.

PEREIRA, A. R. ; ANGELOCCI, L. R. e SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia**: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba- RS: Agropecuária, 2002. 478p.

PHILLIPS, A. **Management Guidelines for IUCN Category V Protected Áreas Protected Landscapes/Seascapes**. World Commission on Protected Áreas (WCPA), Best Practice Protected Area Guidelines Series. N.9 IUCN, 2002.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E. dos; DEL PRETTE, M. E. **A utilização do conceito de bacia hidrográfica para a conservação dos recursos naturais**. In: SCHIAVETTI, A. e CAMARGO, A. F. M. (ed.) **Conceitos de Bacias Hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus-Bahia: Editus, 2002. 293p.

PLANO DE MANEJO DO PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA. PILATTI, F. (org.). NUCLEAM, UEPG. 2001.

PLANO DE MANEJO DO PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA. Governo do Estado do Paraná, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Instituto Ambiental do Paraná –IAP, Diretoria de Biodiversidade de Áreas Protegidas. Curitiba. 2004_3. **Encarte 3- Informações gerais do Parque Estadual de Vila Velha**. Versão preliminar.

PMPG – Prefeitura Municipal de Ponta Grossa. **Plano de Integração Parque Estadual de Vila Velha Rio São Jorge**: Complexo Turístico-Ecológico Vila Velha – São Jorge. Ponta Grossa –PR. Itupahva S/C Ltda. 1990.

ROCHA, C. H. **Ecologia da paisagem e manejo sustentável em bacias hidrográficas: estudo do Rio São Jorge nos Campos Gerais do Paraná**. 1995. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola de Agronomia da UFPR. UFPR. Curitiba.

_____. **Parque Estadual do Guartelá – o louvável, o questionável e o lastimável**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, v.2, 1997, , Curitiba, Anais...Curitiba: IAP-UNILIVRE, 1997. p.294-306.

ROLIM, G. de S. e SENTELHAS, P. C. **Balanços Hídricos e Produtividade de culturas v 6.2 para EXCELL 7.0TM**. 12p. EMBRAPA. Londrina- PR.

SÁ, M. F.M. **Influência do material de origem, superfícies geomórficas e posição na vertente nos atributos de solos da região dos Campos Gerais, PR**. 1995. 182 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Setor de Ciências Agrárias. UFPR. Curitiba.

SANTANA, A. C; MELO, M. S. Sumidouro do Rio Quebra-Perna, Ponta Grossa, PR: um complexo de informações geográficas. In: III JORNADA CIENTÍFICA DE GEOGRAFIA. 2001. Ponta Grossa. **Boletim de Resumos**.Ponta Grossa: UEPG, Setembro/70-72.

SANTANA, A.C. **Construção e análise do modelo digital de elevação da Bacia Hidrográfica do Rio Quebra-Perna, Ponta Grossa- PR, para fins de caracterização geomorfológica**. 2003. 153f. Monografia (Curso de Bacharelado em Geografia) – DEGEO,UEPG.Ponta Grossa-PR.

SANTOS, M. **Metamorfose do espaço habitado: fundamentos teóricos e metodológicos da Geografia**., 1988.

SCHIAVETTI, A. e CAMARGO, A. F. M. (ed.) **Conceitos de Bacias Hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus- Bahia: Editus, 2002. 293p.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. DIRETORIA DE BIODIVERSIDADE DE ÁREAS PROTEGIDAS. **Plano de Manejo do Parque Estadual de Vila Velha**. 2004.

SEMA - SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Área de Proteção Ambiental Estadual da Escarpa Devoniana. 2004. disponível em <http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./snuc/index.html&conteudo=./snuc/sul/apae/devoniana.html>. Acesso 04/11/2004.

SILVA, C. A. **Questionando o Paraná-Rural**: uma análise do modelo ambiental para a agricultura. 1995. 207 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Agrícola) – Insituto de Ciências Humanas e Sociais. UFRRJ. Rio de Janeiro.

SUBPROJETO: **Entorno do Parque Estadual de Vila Velha, Paraná**/PROBIO/MMA/BIRD/GEF/CNPq. 2002. relatório preliminar. 55p.

_____: **Entorno do Parque Estadual de Vila Velha, Paraná**/PROBIO/MMA/BIRD/GEF/CNPq. 2002. Ortofoto..

TAKEDA, I. J. M. ,FARAGO, P. V. & PRESNER, A. D. Análise fitogeográfica das espécies fanerógamas ocorrentes nos Parques estaduais de Vila Velha e Guartelá. IN: II JORNADA CIENTÍFICA DE GEOGRAFIA. 2000a. Ponta Grossa. **Boletim de Resumos**. Ponta Grossa: UEPG, Setembro/153-154.

TAKEDA, I. J. M. ,FARAGO, P. V. & PRESNER, A. D. Espécies fanerógamas ocorrentes nos Parques estaduais de Vila Velha e Guartelá que constam na “Lista Vermelha do Paraná”. IN: II JORNADA CIENTÍFICA DE GEOGRAFIA. 2000b. Ponta Grossa. **Boletim de Resumos**. Ponta Grossa: UEPG, Setembro/155-156.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA – UEPG. Caracterização do Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná. 2003. Fundação Araucária, CNPq-PSPPG e Prefeitura Municipal de Tibagi. Relatório de Pesquisa. 239p.

VEIGA, J. E. **Ciência Ambiental**: primeiros mestrados. São Paulo:Annablume:FAPESP, 1998.351p.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L.R; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123p.

VIEIRA, P. F. e WEBER, J. (org.) **Gestão de Recursos Naturais Renováveis e Desenvolvimento** : novos desafios para a pesquisa ambiental. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2000.500p.

VILLELA, S. M. e MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.

VITTERBO JÚNIOR, E. **Sistema Integrado de Gestão Ambiental**: como implementar um Sistema de Gestão que atenda à norma ISSO 14001, a partir de um sistema baseado na norma ISSO 9000.

ANEXOS

Setor C		Atual	Campo Sujo (ha)	%	Brejo (ha)	%	Cultivo (ha)	%	Mata (ha)	%	Outros (ha)	%	Reforest. (ha)	%	Campo (ha)	%
Setor C	Original															
	Campo (1.943,37)		130,11	6,70	0,00	0	359,53	18,5	0,00	0	8,66	0,45	73,41	3,78	1.371,66	70,57
	Mata (629,17)		31,48	5,00	0,00	0	0,00	0	597,69	95,0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
	Brejo (0,0)		0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
	Total (2.572,54)															

Matriz de Semelhança

$S = \text{Área de campo remanescente} + \text{Área de mata remanescente} + \text{Área de brejo remanescente} = \text{índice similaridade}$

A campo + A mata + A brejo (originais = área total do setor)

SETOR A

$$S = \frac{973,95 + 767,46 + 23,35}{3.580,60} \times 100 = 49,29\% \quad (CV^{57}_3) \text{ medianamente semelhança}$$

SETOR B

$$S = \frac{1.488,34 + 738,37 + 41,41}{4.012,97} \times 100 = 56,51\% \quad (CV^{57}_3) \text{ medianamente semelhança}$$

SETOR C

$$S = \frac{1.371,66 + 597,69}{76,55\%} \times 100 = 76,55\% \quad (CV^{57}_2) \text{ semelhança}$$

ANEXO 2**ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS DO ESTADO DO PARANÁ E RESPECTIVOS ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS NO ANO DE 2001**Fonte: SIMEPAR¹ /IAPAR

Antonina ¹ :	2462,4 mm	Laranjeiras do Sul:	1993,3 mm
Apucarana ¹ :	1482,5 mm	Londrina ¹ :	1356,5 mm
Bandeirantes:	1181,7 mm	Morretes:	2308,8 mm
Bela Vista do Paraná:	1265,1 mm	Nova Cantu:	2089,0 mm
Cambara ¹ :	1321,0 mm	Palmas ¹ :	1766,0 mm
Cândido de Abreu ¹ :	1554,0 mm	Palotina ¹ :	960,6 mm
Cascavel ¹ :	1882,2 mm	Paranavaí ¹ :	1382,3 mm
Cerro Azul ¹ :	1193,0 mm	Pato Branco ¹ :	2159,8 mm
Cianorte:	1678,2 mm	Pinhais ¹ :	1376,5 mm
Clevelândia:	1971,9 mm	Piraquara:	não fornecido
Fernandes Pinheiro ¹ :	1255,0 mm	Planalto:	1799,8 mm
Francisco Beltrão:	2034,5 mm	Ponta Grossa ¹ :	1397,0 mm
Guarapuava ¹ :	1842,3 mm	Quedas do Iguaçu:	não fornecido
Guaraqueçaba:	2765,4 mm	São Miguel do Iguaçu ¹ :	2008,5 mm
Ibiporã:	1311,9 mm	Teixeira Soares:	não fornecido
Joaquim Távora:	1378,8 mm	Telêmaco Borba ¹ :	1311,0 mm
Lapa ¹ :	1374,0 mm	Umuarama ¹ :	1527,7 mm

ANEXO 3**Erosividade da chuva na Estação de Guaraqueçaba/Palotina - 2001**

MESES	GUARAQUEÇABA		PALOTINA	
	PRECIPITAÇÃO (mm)	EROSIVIDADE (t/ha.mm.h) 2001	PRECIPITAÇÃO (mm)	EROSIVIDADE (t/ha.mm/h) 2001
Janeiro	381,0	199,55	196,3	158,77
Fevereiro	536,3	356,83	52,5	16,87
Março	406,6	222,87	5,5	0,36
Abril	156,3	43,87	0,0	0,00
Maio	225,2	81,63	249,3	238,36
Junho	151,0	41,37	8,6	0,78
Julho	168,6	49,90	24,6	4,65
Agosto	90,2	17,23	35,2	8,55
Setembro	133,2	33,43	100,0	50,44
Outubro	195,5	64,18	115,5	106,84
Novembro	150,7	41,23	56,7	19,23
Dezembro	170,8	51,02	116,4	65,30
TOTAL	2.765,4	1.203,11	960,6	670,15

Fonte: SIMEPAR/ IAPAR

ANEXO 4

BALANÇO HÍDRICO

LOCALIDADE: PONTA GROSSA CÓDIGO: 20030825 PERÍODO: 1980 – 2001
CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DO SOLO: 100 mm

RESULTADOS		T	P	N	I	A	ETP Thornthwaite 1948	P-ETP mm	NEG- AC	ARM mm	ALT mm	ETR mm	DEF mm	EXC mm
Meses	Num De Dias	OC	Mm	Horas										
Jan	30	21,4	191,7	13,5	9,1	1,8	103,46	88,3	0,0	100,00	0,00	103,5	0,0	88,3
Fev	28	21,2	167,4	13,2	8,9	1,8	91,77	75,6	0,0	100,00	0,00	91,8	0,0	75,6
Mar	31	20,3	146,7	12,5	8,3	1,8	89,56	57,1	0,0	100,00	0,00	89,6	0,0	57,1
Abr	30	18,4	113,1	11,8	7,2	1,8	67,89	45,2	0,0	100,00	0,00	67,9	0,0	45,2
Mai	31	15,4	141,0	11,1	5,5	1,8	47,37	93,7	0,0	100,00	0,00	47,4	0,0	93,7
Jun	30	13,8	121,4	10,5	4,6	1,8	35,86	85,6	0,0	100,00	0,00	35,9	0,0	85,6
Jul	31	13,7	113,1	10,4	4,6	1,8	36,08	77,0	0,0	100,00	0,00	36,1	0,0	77,0
Ago	31	15,1	79,3	10,8	5,3	1,8	44,78	34,5	0,0	100,00	0,00	44,8	0,0	34,5
Set	30	15,8	150,2	11,5	5,7	1,8	50,37	99,9	0,0	100,00	0,00	50,4	0,0	99,9
Out	31	17,9	159,3	12,2	6,9	1,8	69,70	89,6	0,0	100,00	0,00	69,7	0,0	89,6
Nov	30	19,7	124,9	13,0	8,0	1,8	84,86	40,0	0,0	100,00	0,00	84,9	0,0	40,0
Dez	31	20,8	165,3	13,5	8,7	1,8	100,63	64,7	0,0	100,00	0,00	100,6	0,0	64,7
TOTAIS		213,4	1673,4	144,0	82,7	22,0	822,34	851,1		1200	0,00	822,3	0,0	851,1
MÉDIAS		17,8	139,5	12,0	6,9	1,8	68,53	70,9		100,0		68,5	0,0	70,9

ANEXO 5

Dados para o cálculo do Índice Hídrico para a Bacia do Rio Quebra Perna 1980/2001

Ano	Excedente Anual mm (e)	Deficiência Anual mm (d)	Evapotranspiração Potencial Anual mm (n)	Índice Hídrico mm (Im)
1980	741,1	4,2	817,40	90,36
1981	309,5	14,9	816,06	36,83
1982	1.009,3	14,7	807,05	123,97
1983	1.405,0	8,5	820,01	170,72
1984	739,1	40,0	832,24	85,92
1985	131,6	57,9	836,10	11,58
1986	799,2	7,4	836,61	95,0
1987	580,4	26,2	823,82	68,54
1988	505,0	29,0	824,30	59,15
1989	777,1	7,1	799,10	96,71
1990	1.234,7	9,4	828,84	148,29
1991	512,5	11,8	829,06	60,96
1992	867,0	8,3	820,14	105,11
1993	1.242,8	2,2	830,07	149,56
1994	790,8	24,6	838,60	92,54
1995	997,3	6,2	829,11	119,84
1996	987,2	9,8	817,17	120,09
1997	1.105,9	14,1	829,59	132,29
1998	1.581,7	7,2	822,91	191,68
1999	621,2	8,2	801,78	76,86
2000	987,8	10,7	816,70	120,16
2001	994,4	0,4	844,17	117,77

ANEXO 6

NORMAS GERAIS DO PARQUE ESTADUAL DE VILA VELHA

As normas gerais para o PEVV tratam de princípios ou preceitos que estabelecem, regulamentam e esclarecem as atividades a serem desenvolvidas na Unidade de Conservação.

- O parque deverá permanecer fechado à visitação pública nas terças-feiras, para que se possam realizar trabalhos internos de manutenção e administração geral.
- As atividades especiais fora do horário de visitação deverão ser autorizadas pelo IAP/DIBAP.

Toda e qualquer atividade de pesquisa deverá seguir o definido na Instrução Normativa 01/2001 DIBAP/IAP.

Todas as atividades desenvolvidas pela gerência ou por outra instituição (agendadas previamente), em nome do PEVV, tais como reuniões, palestras, cursos, entre outros deverão ser registradas em relatório escrito e, quando couber, deverá ser realizado registro fotográfico. Estes deverão ser arquivados na sede do PEVV.

É proibida coleta de material arqueológico, paleontológico biológico, geológico e pedológico, salvo para pesquisas, cumpridos todos os requisitos legais e previamente autorizados pela administração.

A realização de pesquisas que envolvam captura ou coleta somente será permitida mediante autorização do Instituto Ambiental do Paraná por meio do Departamento de Biodiversidade e Áreas Protegidas (DIBAP), após processar-se a análise técnica da proposta de pesquisa para avaliação da pertinência dos métodos em questão, o que não exclui a devida licença concedida pelos órgãos. A realização de pesquisa na área de arqueologia deverá ser avaliada e ter a permissão da Coordenadoria do patrimônio Cultural e Instituto do patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN); competentes e suas especificações.

-Todas as publicações e relatórios oriundos de pesquisas desenvolvidas no parque deverão ter cópia encaminhada para o acervo da unidade.

-Os pesquisadores com projetos na UC deverão realizar palestras sobre projeto para os funcionários, além de entregar relatório para arquivo no parque.

-Proibida a entrada e permanência de animais domésticos no PEVV.

-O trânsito de veículos só poderá ser feito a baixas velocidades (máximo de 40 km/hora).

-Proibidos vãos panorâmicos, exceto em casos especiais somente com autorização do IAP.

-Os resíduos vegetais oriundos da poda, roçada e varredura das zonas de uso intensivo e especial, deverão ser utilizados para recuperação de áreas degradadas ou compostagem.

-Não será permitido qualquer tipo de comércio ambulante na área do parque.

-No PEVV poderão ser comercializados, de acordo com normas específicas, materiais com temas relacionados à unidade, visando angariar fundos para sua manutenção e divulgação.

-O tratamento de efluentes deve ser eficiente, de modo a não permitir a contaminação dos recursos hídricos, dos solos e do subsolo, priorizando tecnologias alternativas de baixo impacto.

-É proibida a realização de qualquer atividade esportiva, desportiva com caráter competitivo ou similar (rapel, rally, motocross, entre outros) que possa incorrer em danos ao PEVV.

-A instalação de infra-estrutura na unidade somente poderá ser realizada em zona compatível, mediante a elaboração de projeto específico, que vise o atendimento ao público, a integridade física do visitante, a administração/manutenção/fiscalização do parque e/ou a conservação do ambiente, desde que não promova interferência agressiva à paisagem natural do PEVV, a intervenção deverá necessariamente ter uma avaliação arqueológica.

-Todas as instalações, readequações e construções deverão respeitar a legislação e normas pertinentes, o zoneamento, o Plano de Manejo e as normas de construção de mínimo impacto.

-As trilhas, caminhos e estradas deverão ser conservados em boas

condições de uso, fornecendo segurança ao visitante e aos funcionários.

-São proibidos o ingresso e a permanência no parque de pessoas portando armas, materiais ou instrumentos destinados ao corte, caça, pesca ou qualquer outra atividade que possa provocar prejuízo aos recursos naturais. Excetuando-se pessoal autorizado pelo IAP, relacionados a trabalhos de pesquisa, fiscalização, vigilância e manutenção.

-Deverá ser respeitado o número máximo de visitantes no parque conforme indicado nas normas e capacidade de carga.

-As visitas de grupos organizados devem ser agendadas, com antecedência, junto à administração do parque.

-É vedada a construção de quaisquer obras de engenharia que não sejam de interesse para o parque, tais como rodovias, barragens, aquedutos, oleodutos, linhas de transmissão, entre outros.

-A fiscalização deverá ser permanente e sistemática.

-São proibidas a caça, a pesca, a coleta e apanha de peças do meio físico e de espécimes da flora e da fauna em todas as zonas de manejo, ressalvadas aquelas com finalidades científicas, desde que autorizadas pelo IAP - Departamento de Unidades de Conservação da Diretoria de Biodiversidade e Áreas Protegidas (DIBAP).

-Não será permitida a criação de animais domésticos, bem como a introdução de espécies de fauna e flora exóticas ou ainda a manutenção e criação de animais silvestres em cativeiro.

-Não será permitido alimentar os animais.

-Não será permitida a utilização de cevas ou qualquer outro subterfúgio, com objetivo de atrair a fauna local como atrativo para os visitantes.

-As espécies exóticas ou domésticas, porventura ocorrentes na área, deverão ser removidas adotando-se medidas de proteção, manejo, monitoramento e fiscalização contra novas invasões.

-A reintrodução de qualquer espécie só será permitida depois de comprovada tecnicamente sua necessidade. No caso de se permitir a reintrodução será exigido um plano de monitoramento do indivíduo reintroduzido e, se possível, dos demais representantes desta espécie que se encontram dentro dos limites do PEVV.

-É proibido o consumo de bebida alcoólica em locais não autorizados no parque.

-Não é permitido o uso de fogueiras.

-Não é permitido fazer churrasco.

-Não serão permitidos acampamentos.

-Todos os visitantes deverão ser informados sobre as normas de segurança, o comportamento ideal para as diferentes atividades a serem realizadas e a importância do uso de vestimentas e calçados adequados.

-Os materiais para construção e reforma de qualquer infra-estrutura não poderão ser retirados dos recursos naturais do parque, com exceção dos oriundos das espécies exóticas removidas da unidade (pinus e eucaliptos, por exemplo).

- Não é permitida a realização de necessidades fisiológicas em locais não adequados a este fim.

-Não será permitida a entrada e permanência de visitantes alcoolizados ou drogados no PEVV.

-Os condutores deverão passar por cursos de capacitação, primeiros socorros, mínimo impacto, periodicamente, bem como os funcionários que tenham atividade na UC.

-Os animais silvestres encontrados mortos na área do parque deverão, se for o caso, ser coletados e encaminhados a instituições científicas de interesse (por exemplo, Museus).

-Deverá ser mantido na UC um banco de informações sobre ocorrência excepcional (fogo, caça, acidentes naturais etc.).

- Os funcionários deverão estar uniformizados e identificados.

-Os veículos que irão circular no parque devem ser devidamente adequados para minimização de poluentes e ruídos;

-Deverá ser elaborado o regimento interno do Parque

Fonte: Plano de Manejo Parque Estadual de Ponta Grossa, 2004.

Anexo 7 Pesquisas realizadas no PEVV

PESQUISAS NO PEVV	INSTITUIÇÃO/ÓRGÃO FINANCIADOR	ANO
- Avaliação da importância da fragmentação, disponibilidade de alimento e predação na reprodução de <i>Thamnophilus caeruleus</i> no PEVV;	UFPR Fernando Oscar Miñarro	2003
- Ecologia da curicaca e a influência da agricultura convencional sobre a fauna dos campos gerais no PEVV;	Alexandre Lorenzetto	2003
- Estudo florístico e fitossociológico da borda de um capão de Floresta Ombrófila Mista no PEVV;	UFPR / CNPq Fernando Matsuno Ramos	2000 / 2003
- Bromeliáceas dos campos gerais do estado do Paraná;	UEPG Rosângela Capuano Tardivo	1999
- Ecologia do curiangão-do-banhado <i>Eleothreptus anomalus</i> no PEVV;	CEO São Paulo / Fundação O Boticário Dante Corrêa Buzzetti	2001 / 2002
- Sistemática morfológica e biologia de insetos da Ordem Hymenoptera no PEVV;	Gabriel A. R. de Melo	2001
- Levantamento de fauna de abelhas dos campos do Parque	UFPR Gabriel Augusto Rodríguez de Melo	2003 / 2005
- Biodiversidade, citogenética e preservação dos peixes da bacia do Alto Tibagi: Sistemas de Furnas e Lagoa Dourada no PEVV;	UEPG Prof. Roberto Ferreira Artoni	1999
- Efeito do tamanho do habitat na taxa de predação em ninhos artificiais de aves no PEVV;	UFPR Maximiliano Niedeck Rodríguez	12 meses
- Projeto Lobo – Guará	Almir Pontes Filho	2001 a 2002
- Dinâmica populacional e história natural de quatro colônias de <i>Streptoprocne biscutata</i> do leste do estado do Paraná;	UFPR Mauro Pichorim	1999
- Estudos de biologia do Lobo guará (<i>Chrysocyon brachyurus</i>) nos Campos Gerais e a coleta de vestígios de quaisquer animais carnívoros dentro do PEVV	Méd. Vet. Rogério Ribas Lange	
- Estudo da variabilidade genética dos grupos de <i>Cyanocorax chrysops</i> (gralha picaça) residentes no Parque	UEPG / UTP Kassiano Francisco Wisniewski de Almeida	2004 / 2005
- Pteridófitas do PEVV	UFPR Paulo Henrique Labiak	2003 / 2004
- Reconstituição da cobertura vegetal	EMBRAPA / Concessionárias de Estradas Caminhos do Paraná Letícia Perino de Sousa	2003 / 2004
- Deslocamento de aves entre fragmentos naturais no parque – uma proposta para a conservação de ambientes fragmentados	Sociedade Fritz Müller de Ciências Naturais Josiane Sabóia Gruber	2003 / 2004

Fonte: Plano de Manejo Parque Estadual de Vila Velha, 2004.