UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

ANA ROSA FERREIRA

**GEOMORFOLOGIA, GEODIVERSIDADE E ANÁLISE DA FRAGILIDADE
AMBIENTAL DAS PAISAGENS DO PARQUE ESTADUAL SERRA RICARDO
FRANCO, MT-BRASIL.**

SÃO PAULO

2014

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

**GEOMORFOLOGIA, GEODIVERSIDADE E ANÁLISE DA FRAGILIDADE
AMBIENTAL DAS PAISAGENS DO PARQUE ESTADUAL SERRA RICARDO
FRANCO, MT-BRASIL.**

ANA ROSA FERREIRA

Tese apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Geografia
Física do Departamento de
Geografia da Faculdade de
Filosofia, Letras e Ciências
Humanas da Universidade de São
Paulo, para a obtenção do título de
Doutora em Geografia Física.

ORIENTADOR: PROF. DSc. **JURANDYR LUCIANO SANCHES ROSS**

SÃO PAULO

2014

Autorizo a reprodução e divulgação, total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Assinatura:

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutora em Geografia Física.

Banca Examinadora:

Orientador:

Prof. Dsc. Jurandyr Luciano Sanches Ross.

De acordo

DEDICATÓRIA

A DEUS pela sabedoria, força para resistir aos muitos obstáculos que me foram impostos. À minha FAMÍLIA, apoio e segurança em todos os momentos, e em especial minha grande companheira de vida, minha filha Fernanda Bueno Ferreira da Silva razão da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Universidade do Estado de Mato Grosso que me liberou para a qualificação.

A Universidade de São Paulo que disponibilizou meios para que eu concluísse o doutorado.

Ao meu orientador Prof. DSc Jurandyr Luciano Sanches Ross, pela paciência e compreensão as minhas dificuldades e limitações.

Ao Gerente Regional do Parque Estadual Serra Ricardo Franco Laerte Marques pela valiosa contribuição nos trabalhos de campo.

Ao guia de campo Divino Villas Boas, pela orientação pelos caminhos do Parque.

Aos Amigos inseparáveis Evaldo Ferreira, José Carlos de Oliveira Soares, Miguel Castilho e Paulo de Souza Danelichen pelas muitas horas de conversa e apoio moral nos momentos que não estive bem.

Ao Marciano Coleta Leal pela ajuda na definição geológica e geomorfológica.

Ao grande amigo, companheiro, confidente e Amor, José Mendonça Guilherme, que passou pela minha vida deixando sua contribuição nos muitos momentos que me cobrava resultados na elaboração da Tese e quando, com sua paciência, me ouviu e muito aconselhou sobre o que deveria fazer.

RESUMO

Mato Grosso encontra-se em acelerado processo de desenvolvimento do agronegócio, expandindo cada vez mais suas fronteiras agrícolas. Por outro lado, amplia a criação de áreas de conservação ambiental sendo elas estaduais ou municipais. A concepção de proteção da flora, fauna e de recursos hídricos, manejo de recursos naturais, desenvolvimento de pesquisas científicas, manutenção do equilíbrio climático e ecológico e preservação de recursos genéticos, representa um importante instrumento para a sobrevivência de muitas espécies, inclusive a humana e contribuem para a criação dessas Unidades de Conservação. A região do Parque Estadual da Serra de Ricardo Franco, localizado no município de Vila Vela da Santíssima Trindade, mesmo abrigando grande riqueza da biodiversidade, não possui nenhuma infra-estrutura de gestão do parque que vise o combate a exploração da terra, invasão por grileiros e posseiros, desmatamentos e queimadas. Diante do exposto, essa pesquisa tem como objetivo principal avaliar e analisar a situação atual e importância da geodiversidade (geomorfologia, solos, geologia, clima), da biodiversidade (a cobertura vegetal), por meio principalmente do componente geomorfológicos, para o estudo e determinação da fragilidade da paisagem como subsídio ao planejamento ambiental do referido parque. Dessa forma, a partir dessa avaliação e análise, propor ações de recuperação e restauração dos recursos hídricos, edáficos, e dos ecossistemas degradados. No desenvolvimento desta pesquisa, aplicou-se uma metodologia de estudo que englobou os estudos de geodiversidade, compartimentação geomorfológica, dissecação e declividade do relevo, pedologia, uso do solo e cobertura vegetal e precipitação pluviométrica como subsídios para a produção da carta de fragilidade potencial da região. As cartas com dados geomorfológicos, geológicos e pedológicos foram confeccionados a partir da base de dados de cartas disponíveis pelo IBGE/DSG, CPRM e pela SEPLAN/MT, na escala de 1:1.000.000; 1:500.000, 1:250.000; 1:100.000 e 1:50.000, atualizadas com dados de imagens LANDAST 5 – TM de 1993 a 1995 e 2005 a 2011, sendo as Folhas SD -20 – Z – B e SD 20 – Z – D/SE – 20 – X B, Mapa 001 – MIR 369 e 385/401 as que demonstram o território do Parque Estadual Serra Ricardo Franco. Os resultados obtidos demonstram um relativo equilíbrio ambiental, que ocorre em função dos fatores naturais e pela forma de uso do solo do interior do Parque. Entretanto, os problemas fundiários do entorno do Parque se não forem legalizados, poderão ocasionar sérios problemas ambientais na região. Nesse sentido, torna-se necessário algumas ações de planejamento e gestão ambiental e territorial no intuito de preservar as áreas ainda conservadas. A hierarquização da área conforme as classes de fragilidade potencial, associadas às análises realizadas na presente pesquisa, constituem-se em ferramenta para orientar na definição de planos de recuperação, planejamento e zoneamento territorial e ambiental do Parque Estadual Serra Ricardo Franco, inserido em uma região de grande importância geocológica, econômica e social do Estado de Mato Grosso. Diante do exposto fica explícito que a escolha da área do Parque Estadual Serra Ricardo Franco se deve aos seus aspectos naturais, destacando a compartimentação do relevo e da zona de ecótono entre o bioma Amazônico, o Cerrado e o Pantanal do Guaporé.

Palavras-Chaves: Geomorfologia; Fragilidade Ambiental; Paisagem

ABSTRACT

Mato Grosso is experiencing rapid growth in agribusiness, expanding the state's agricultural frontiers even farther. On the other hand, state and municipal environmental preservation areas are also expanding. The concept of preserving the flora, fauna and water resources, management natural resources, developing scientific research, maintenance of climatic and ecological balance and preservation of genetic resources represents an important tool for the survival of many species, including humankind, and contributes to the creation of these Conservation Units. The region of Serra de Ricardo Franco State Park, located in the municipality of Vila Vela da Santíssima Trindade, despite its rich biodiversity, presents no infrastructure aimed at fighting land exploitation, invasion by encroachers and squatters, deforestations and bush fires. In view of the above considerations, this research seeks to evaluate and analyze the current status and importance of biodiversity (geomorphology, soils, geology and climate), biodiversity (vegetal cover), mainly through the geomorphological components in order to study and determine the fragility of the landscape so as to support the environmental planning of the said park. Thus, from this evaluation and analysis, we propose actions to recover and restore water and edaphic resources of the degraded ecosystems. In the development of this research, we applied the methodology comprising studies on geodiversity, geomorphological compartmentation, relief dissection and declivity, pedology, soil use and vegetal cover and rainfall as subsidies for the production of the potential fragility letter of the region. The letters with geomorphological, geological and pedological data were prepared based on the letters database made available by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE/DSG), the Geological Survey of Brazil (CPRM) and the Secretariat for Regional Planning and Development of the State of Mato Grosso (SEPLAN/MT), in scales of 1:1.000,000; 1:500,000, 1:250,000; 1:100,000 e 1:50,000, updated with LANDAST 5image data – TM from 1993 to 1955 and 2005 to 2011, with pages SD -20 – Z – B and SD 20 – Z – D/SE – 20 – X B, Map 001 – MIR 369 and 385/401 displaying the territory of Serra de Ricardo Franco State Park. The results obtained suggest relative environmental balance as a result of natural factors and the form of soil use in the interior of the park. However, land title problems surrounding the Park have not been legalized and may cause serious environmental problems in the region. Therefore, some environmental and territorial planning and management actions are needed to protect the areas currently preserved. Ranking the area according with potential fragility classes, in addition to the analyses carried out in this research, may help define recovery, planning and territorial and environmental zoning plans of Serra de Ricardo Franco State Park, a region of great geo-ecological, economic and social significance for the State of Mato Grosso. Based on the above considerations, we have made explicit that the choice of the area of Serra de Ricardo Franco State Park is due to its natural features, mainly relief compartmentation and the ecotone zone between the Amazon biome, the Cerrado and Pantanal do Guaporé.

Keywords: Geomorphology; Environmental Fragility; Landscape

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Mapa de localização das unidades de conservação no Estado de Mato Grosso.....	17
Figura 02: Esquema dos fatores abióticos, bióticos e antrópicos.....	23
Figura 03: Esquema de definição teórica de geossistemas proposto por Bertrand (1971).....	64
Figura 04: Morro em rocha cristalina.....	77
Figura 05: Rio Xingu e parte de sua planície de inundação, MT.....	79
Figura 06: Área impactada por processos erosivos, MT.....	83
Figura 07: Distribuição espacial das unidades geológico-ambientais no Estado de Mato Grosso.....	95
Figuras 08: Distribuição areal do Domínio DCDL no Estado de Mato Grosso.....	96
Figuras 09: Superfície aplainada (Domínio DCDL).....	97
Figuras 10: Quebra de relevo no Horizonte Laterítico (visada do topo da unidade para a parte baixa).....	98
Figuras 11: Plantio extensivo de algodão (Domínio DCDL).....	99
Figuras 12: Distribuição do Domínio DSP2 no Estado de Mato Grosso.....	100
Figura 13: Grandes depósitos de encosta em serra de topo plano (formação Vale da Promissão).....	102
Figura 14: Mapa de Localização do Parque Estadual Serra Ricardo Franco.....	106
Figura 15: Mapa das Unidades Climáticas do Estado de Mato Grosso.....	108
Figura 16: Mapa Geológico do Estado de Mato Grosso.....	112

Figura 17: Vista parcial do Canyon da Cachoeira do Jatobá – Parque Estadual Serra Ricardo Franco – Vila Bela da Santíssima Trindade – MT....	117
Figura 18: Vista parcial do Canyon da Cachoeira do Jatobá – Parque Estadual Serra Ricardo Franco – Vila Bela da Santíssima Trindade – MT....	117
Figura 19: Vista parcial dos afloramentos rochosos na Serra Ricardo Franco – Vila Bela da Santíssima Trindade – MT.....	118
Figura 20: Vista parcial dos afloramentos rochosos na Serra Ricardo Franco – Vila Bela da Santíssima Trindade – MT.....	118
Figura 21: Vista do Compartimento Inferior na margem direita do rio Verde – Parque Estadual Serra Ricardo Franco – Vila Bela da Santíssima Trindade – MT.....	119
Figura 22: Vista do Compartimento Inferior na margem direita do rio Verde – Parque Estadual Serra Ricardo Franco – Vila Bela da Santíssima Trindade – MT.....	119
Figura 23: Vista parcial de relevo residual dissecado – Parque Estadual Serra Ricardo Franco – Vila Bela da Santíssima Trindade.....	120
Figura 24: Mapa dos Solos do Estado de Mato Grosso.....	121
Figura 25: Principais Aspectos Geomorfológicos da Serra Ricardo Franco...	127
Figura 26: Mapa de Cobertura Vegetal do Parque Estadual Serra Ricardo Franco, Vila Bela da Santíssima Trindade – MT.....	129
Figura 27: Mapa de Fragilidade Ambiental com apoio nos índices de Dissecção do Relevo – Parque Estadual Serra Ricardo Franco, Vila Bela da Santíssima Trindade – MT.....	136

Figura 28: Vista parcial da presença de sulcos em solo com pastagem, Fazenda Portilho – Parque Estadual Serra Ricardo Franco, Vila Bela da Santíssima Trindade.....	137
Figura 29: Vista parcial da presença de sulcos e rochas expostas em solo com pastagem, Fazenda Portilho – Parque Estadual Serra Ricardo Franco, Vila Bela da Santíssima Trindade.....	137
Figura 30: Vista parcial da presença de ravinas em solo com uso para pastagem, Fazenda Jatuarana – Parque Estadual Serra Ricardo Franco, Vila Bela da Santíssima Trindade.....	138
Figura 31: Vista parcial da presença ravinas em solo com grande ondulação utilizado para pastagem, Fazenda Jatuarana – Parque Estadual Serra Ricardo Franco, Vila Bela da Santíssima Trindade.....	138
Figura 32: Vista parcial da casa de máquinas da mini usina hidrelétrica da Fazenda Jatuarana – Parque Estadual Serra Ricardo Franco, Vila Bela da Santíssima Trindade.....	139
Figura 33: Vista parcial sistema de captação de água para a mini usina hidrelétrica, nascente do rio Turvo, Fazenda Jatuarana – Parque Estadual Serra Ricardo Franco, Vila Bela da Santíssima Trindade.....	139
Figura 34: Vista parcial da cobertura vegetal da Cachoeira do Jatobá – Parque Estadual Serra Ricardo Franco, Vila Bela da Santíssima Trindade....	140
Figura 35: Vista parcial da cobertura vegetal e paredões rochosos do Sítio do Denis – Parque Estadual Serra Ricardo Franco, Vila Bela da Santíssima Trindade.....	140
Figura 36: Mapa de Fragilidade com Apoio nas Classes de Declividade.....	142

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Fatores e elementos de análise para determinação da fragilidade ambiental.....	54
Tabela 02: Conjunto de feições do relevo da Serra Ricardo Franco.....	86
Tabela 03: Matriz dos Índices de Dissecação do Relevo.....	126
Tabela 04: Classe de Dissecação do Relevo.....	127
Tabela 05: Classes de Fragilidade dos Solos.....	129
Tabela 06: Graus de Proteção do Solo segundo a Cobertura Vegetal.....	131
Tabela 07: Níveis hierárquicos dos comportamentos pluviométricos.....	131
Tabela 08: Dados das Classes Fragilidade, Relevo, Tipo de Solo, Uso do Solo; Cobertura Vegetal e Precipitação das Unidades Ecodinâmicas Estáveis do Parque Estadual Serra Ricardo Franco.....	134
Tabela 09: Classes de Fragilidade distribuídas pelos compartimentos com apoio nos Índices de Dissecação do Relevo.....	137

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01: Dados de precipitação média mensal do ano de 2010.....	132
Gráfico 02: Dados de precipitação, média mensal do ano de 2011.....	132
Gráfico 03: Dados de precipitação média mensal do ano de 2012.....	133
Gráfico 04: Dados de precipitação média mensal do ano de 2013.....	133

SUMARIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE TABELAS.....	xii
LISTA DE GRÁFICOS.....	xii
1 – INTRODUÇÃO.....	16
2 – BASES CONCEITUAIS DA GEODIVERSIDADE NO CONTEXTO GEOAMBIENTAL.....	21
2.1. Geodiversidade: Conceitos e Valores.....	25
2.2. Relação Geodiversidade e Biodiversidade.....	30
2.3. A Geodiversidade e seus Elementos.....	32
3 – A GEOMORFOLOGIA NA PERSPECTIVA GEOAMBIENTAL.....	34
3.1. Cartografia na Geomorfologia Aplicada.....	41
3.2. Fragilidade Ambiental, o Relevo e a Paisagem.....	50
4 – O CONCEITO DE PAISAGEM NA ANÁLISE AMBIENTAL.....	56
5 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E TÉCNICOS OPERACIONAIS.....	77
5.1. Procedimentos Metodológicos de Análise da Geodiversidade.....	78
5.1.1 Aspectos Geológicos.....	79
5.1.2. Aspectos Geomorfológicos.....	80
5.2. Métodos de Análise da Geomorfologia e Cartografia da Área em Estudo.....	81
5.2.1. Carta de Localização da Área.....	86
5.2.2. Carta de Amplitude do Relevo.....	87
5.2.3. Carta de Declividade.....	87
5.2.4. Cartas Geológica, Pedológica e Climática.....	88
5.2.5. Carta Geomorfológica.....	88
5.2.6. Carta de Uso e Ocupação do Solo/Cobertura Vegetal.....	89
5.3. Análise Metodológica de Identificação das Fragilidades Ambientais.....	89
5.4. Metodologia de Análise da Paisagem.....	92

6 – CARACTERIZAÇÃO GERAL DA GEODIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO.....	93
6.1. Domínio das Coberturas Cenozóicas Detrito-Lateríticas (DCDL).....	96
6.1.1 Elementos de Definição e Área de Ocorrência.....	96
6.1.2. Geologia.....	96
6.1.3. Formas de Relevo.....	97
6.1.4. Características, Adequabilidades e Limitações Frente ao Uso e à Ocupação.....	98
6.1.5. Potencial Mineral.....	99
6.1.6. Potencial Geoturístico.....	99
6.2. Domínio das Sequências Sedimentares Proterozóicas Dobradas, Metamorfizadas de Baixo a Médio Grau (DSP2).....	100
6.2.1. Elementos de Definição e Área de Ocorrência.....	100
6.2.2 Geologia.....	101
6.2.3. Formas de Relevo.....	102
6.2.4. Características, Adequabilidades e Limitações Frente ao Uso e à Ocupação.....	103
6.2.5. Potencial Mineral.....	103
6.2.6. Potencial Geoturístico.....	104
7 – A GEODIVERSIDADE DAS PAISAGENS DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO – PARQUE ESTADUAL SERRA RICARDO FRANCO.....	105
7.1. As Condições Climáticas.....	107
7.2. A Geologia.....	110
7.3. A Geomorfologia.....	113
7.4. A Pedologia.....	120
8 – O RELEVO FATOR ESTRUTURANTE DA PAISAGEM E DA FRAGILIDADE AMBIENTAL.....	125
8.1. A Fragilidade Ambiental com Base no Relevo.....	125
8.1.1. Índices de Dissecção do Relevo.....	126
8.1.2. Os Solos.....	128
8.1.3. O Uso e Ocupação do Solo/Cobertura Vegetal.....	128
8.1.4. O Papel das Chuvas.....	130

8.2. A Fragilidade a partir dos Índices de Dissecação do Relevo.....	133
8.3. A Fragilidade Potencial com apoio das Classes de Declividade.....	141
8.4. Os Resultados da Fragilidade Ambiental frente ao Relevo e a Geodiversidade do Parque Estadual Serra Ricardo Franco.....	143
9 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	147
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	151

1 – INTRODUÇÃO

As áreas protegidas detêm uma contribuição vital em relação à conservação dos recursos naturais e culturais do planeta. Suas funções permeiam-se desde a preservação de amostras representativas de regiões naturais e de sua diversidade biológica, até a manutenção da estabilidade ecológica de zonas que as circundam (IUCN, 1998 *apud* SILVA, 1999).

Nesse sentido, para a proposição dessa pesquisa, estudou-se a definição legal de unidade de conservação, que a descreve como *um determinado espaço territorial com seus recursos ambientais, legalmente instituídos pelo Poder Público, que visa à conservação do meio ambiente e de seus recursos e biodiversidade, e que podem ser constituídos como (i) unidades de proteção integral e (ii) unidades de uso sustentável, podendo ser federais, estaduais ou municipais* (LEUZINGER, 2001).

Drumond (2002) descreve que as primeiras áreas protegidas no Brasil foram os jardins botânicos e os hortos florestais ou reservas de recursos, em especial aquelas voltadas à manutenção ou produção de água para abastecimento de centros urbanos, como as reservas criadas no final do século XIX, e que hoje compreendem o Parque Nacional da Tijuca (Rio de Janeiro) e Parque Estadual da Serra da Cantareira (São Paulo).

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) define e regulamenta as categorias de unidades de conservação nas instâncias federal, estadual e municipal, separando-as em dois grupos: de proteção integral, com a conservação da biodiversidade como principal objetivo, e áreas de uso sustentável, que permitem várias formas de utilização dos recursos naturais, com a proteção da biodiversidade como um objetivo secundário. Elas correspondem aos termos unidades de conservação de uso indireto (proteção integral) e de uso direto (uso sustentável) utilizados anteriormente ao SNUC (MMA-SNUC, 2000).

Em Mato Grosso registra-se 23 unidades de conservação federal, 45 estaduais e 33 municipais conforme dados da Secretaria Estadual do Meio Ambiente – SEMA - (2012), expresso na figura 01, sendo 31 de Proteção Integral (PI) e 12 de Uso Sustentável (US). O Bioma Amazônia reúne 16 UCs (15 PI, 01US), o Bioma Cerrado 20 UCs (13 PI, 07 US) e o Bioma Pantanal somente 06 (03 PI, 03 US).

Do total de UCs estaduais 04 são indicadas como Estrada Parque, uma categoria de Uso Sustentável instituída pelo Sistema Estadual de Unidades de Conservação (Lei nº 1795, 04.11.1997). Três são Parques Estaduais e estão localizados no perímetro urbano de Cuiabá - PE Mãe Bonifácia, PE Massairo Okamura e PE Zé Bolo Flô.

Figura 01: Mapa de localização das unidades de conservação no Estado de Mato Grosso.

O Parque Estadual da Serra Ricardo Franco possui uma área de 158.621 hectares, está localizado no município de Vila Bela da Santíssima Trindade e faz fronteira com a Bolívia. De acordo com Brasil (1979), na Serra Ricardo Franco a Formação Aguapeí constitui topograficamente a porção em maior destaque nos domínios Folha SD 20 – Guaporé, suas rochas formam a referida Serra, onde se encontram as maiores cotas altimétricas da região. A Serra Ricardo Franco exhibe ao norte feições morfológicas de relevo tabular, o mesmo ocorrendo na porção central, onde a mesma se escalona em dois patamares distintos. Na parte sul da serra, a topografia apresenta-se acidentada, evidenciada pelos distúrbios tectônicos que atingiram a região.

Geomorfologicamente, a região está inserida na Depressão do Guaporé, onde a Serra de Ricardo Franco é um planalto residual que, juntamente com a Serra de Santa Bárbara, também Parque Estadual, e a Serra de São Vicente, constituem as mais notáveis feições de relevo de planalto do Centro-Oeste brasileiro. A hidrografia da UC está relacionada ao alto curso do Rio Guaporé, abarcando vários tributários da margem esquerda do rio (SEMA, 2012).

O Planalto Residual Serra Ricardo Franco engloba a parte oriental da folha SD 20-Z-B, entre os paralelos 14° a 15° Sul, na terminação sul da folha SD Guaporé. Suas altitudes oscilam entre 600 e 1.100m. O rio Verde que nasce na sua parte meridional toma a direção S-N e serve como marco divisor da fronteira Brasil-Bolívia, ao longo de todo seu curso (BRASIL, 1979).

Mato Grosso encontra-se em acelerado processo de criação de áreas de conservação ambiental sendo elas estaduais ou municipais. A concepção de proteção da flora, fauna e de recursos hídricos, manejo de recursos naturais, desenvolvimento de pesquisas científicas, manutenção do equilíbrio climático e ecológico e preservação de recursos genéticos, representando um importante instrumento para a sobrevivência de muitas espécies, inclusive a humana, contribuem para a criação dessas UCs.

A região do Parque Estadual da Serra de Ricardo Franco mesmo abrigando grande riqueza da biodiversidade, não possui nenhuma infraestrutura de gestão do parque que vise o combate a exploração da terra, invasão por grileiros e posseiros, desmatamentos e queimadas.

Guerra (2006) afirma que as Unidades de Conservação podem ser também beneficiadas pelos conhecimentos geomorfológicos, não os que dizem respeito ao Zoneamento Ambiental, como também à execução de Planos de Manejo, Recuperação de Áreas Degradadas, aproveitamento turístico, desenvolvimento de técnicas adequadas ao desenvolvimento do turismo ecológico, definição de trilhas e áreas a serem mais bem aproveitadas, estabelecimento da capacidade de suporte; enfim, a Geomorfologia pode gerar conhecimentos que sejam fundamentais no desenvolvimento sustentável, em especial das Unidades de Conservação.

Cooke e Doornkamp (1977, 1990) enfatizam a importância da paisagem para a sociedade contemporânea, em termos de recreação recebendo diferentes designações, como “cinturões verdes”, “parques nacionais”, “zonas selvagens”, “monumentos naturais”, “paisagens protegidas”, “áreas de grande beleza natural”. Para esses autores as pessoas responsáveis pela gestão dessas áreas têm que adicionar um componente novo ao processo complexo de avaliação desses recursos naturais, sendo a Geomorfologia um ramo do conhecimento que tem tido grande importância nesse processo de avaliação.

Os conhecimentos geomorfológicos são essenciais nesses procedimentos de avaliação, pois subsidia o entendimento de fenômenos como processos erosivos, inundações, instabilidade de terrenos e movimentos de massa, auxiliando ainda, na identificação das potencialidades e fragilidades naturais dos terrenos frente aos diversos tipos de uso e ocupação dos solos. (SANTOS e SOBREIRA, 2008).

Esta pesquisa tem o objetivo geral de identificar e analisar a importância da geomorfologia no contexto da geodiversidade e biodiversidade para identificação das unidades de paisagens e as respectivas fragilidades ambientais potenciais do ambiente da Unidade de Conservação (UC) Parque Estadual Serra Ricardo Franco.

Dessa forma, a partir dessa avaliação e análise, propor ações de recuperação e restauração dos recursos hídricos, edáficos, e dos ecossistemas degradados.

Assim, propõem-se os seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar os fatores geoambientais da unidade de conservação correlacionando-os como subsídios a conservação ambiental local;
- Mapear e analisar as formas de relevo, bem como quais fatores naturais exógenos está transformando essas feições;
- Mapear e analisar as formas de uso e ocupação da terra do entorno e dentro do parque, evidenciando quais fatores determinam esse uso e como estão contribuindo para a fragilidade local;

- Identificar as formações vegetais relacionando-as aos fatores que as determina (relevo-solo-clima);
- Confeccionar mapas, identificar e analisar a fragilidade ambiental e seus diferentes níveis de susceptibilidade à erosão;

Nesta direção parte-se da premissa que norteia a hipótese de que o relevo é um importante geoindicador para identificação da geodiversidade que junto com a biodiversidade indicada pela cobertura vegetal natural, possibilita demarcar as unidades de paisagens que apresentam, em função de suas diferentes características, diferentes fragilidades ambientais potenciais.

Essa pesquisa está assim estruturada:

No capítulo 2 faz-se uma breve conceituação a cerca do termo geodiversidade e sua aplicabilidade nos estudos ambientais. No capítulo 3 a importância da Geomorfologia nos estudos relacionados à fragilidade da paisagem, ao planejamento territorial e como a representação por meio da cartografia é necessária.

No capítulo 4 apresentou-se a importância do estudo da fragilidade ambiental e como realizá-lo na visão de vários autores. No capítulo 5 discutiu-se a análise da paisagem na visão de Tricart, Ab'Saber, Sotchava, Ross entre outros pesquisadores.

No capítulo 6 fez-se o registro da área de estudo, suas características geológicas, geomorfológicas, pedológicas e climáticas. O capítulo 7 trata das questões técnico-operacionais e metodológicas, demonstrando como a pesquisa foi estruturada na sua fase de campo, gabinete, confecção de mapas e análise dos resultados.

Os capítulos 8 e 9 registram os dados sobre a geodiversidade e os dados coletados em campo e gabinete, sua análise, as cartas produzidas, entre elas as de fragilidade e discussão dos mesmos. Coube ao capítulo 10 o registro das considerações finais a cerca de todo o trabalho.

2 – BASES CONCEITUAIS DA GEODIVERSIDADE NO CONTEXTO GEOAMBIENTAL

Conforme Moraes (2010) o termo “geodiversidade” foi empregado pela primeira vez em 1993, na Conferência de Malvern (Reino Unido) sobre “Conservação Geológica e Paisagística. Inicialmente o vocábulo foi aplicado para gestão de áreas de proteção ambiental, como contraponto a “biodiversidade”, já que havia necessidade de um termo que englobasse os elementos não-bióticos do meio natural. (SERRANO CAÑADAS e RUIZ FLÃNO, 2007).

Entretanto, essa expressão havia sido empregada na década de 1940, pelo geógrafo argentino Federico Alberto, para diferenciar áreas da superfície terrestre com uma conotação de Geografia Cultural. (SERRANO CAÑADAS e RUIZ FLÃNO, 2007: p.81). Em 1997, Eberhard *apud* Silva *et al.* 2008 definiu geodiversidade como a diversidade natural entre aspectos geológicos, do relevo e dos solos.

Owen *et al.*(2005), consideram que “Geodiversidade é a variação natural (diversidade) da geologia (rochas, minerais, fósseis, estruturas), geomorfologia (formas e processos) e solos. Essa variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos faz com que essas rochas, minerais, fósseis e solos sejam o substrato para a vida na Terra. Isso inclui suas relações propriedades, interpretações e sistemas que se inter-relacionam com a paisagem, as pessoas e culturas”.

Já Galopim de Carvalho (2007) assume esta definição:

Biodiversidade é uma forma de dizer, numa só palavra, diversidade biológica, ou seja, o conjunto dos seres vivos. É, para muitos, a parte mais visível da natureza, mas não é, seguramente, a mais importante. Outra parte, com idêntica importância, é a geodiversidade, sendo esta entendida como o conjunto das rochas, dos minerais e das suas expressões no subsolo e nas paisagens. A biodiversidade abrange os reinos animal e vegetal e a geodiversidade o mineral.

Geodiversidade, para Brilha *et al.* (2008), “é a variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são o suporte para a vida na Terra”.

O patrimônio natural ligado à diversidade dos aspectos geológico-geomorfológicos impressos na paisagem e à riqueza em recursos naturais configuram o que se entende hoje por geodiversidade. (HOSE, 2010).

Diante das conceituações expostas, fica claro que o papel da geodiversidade é o de englobar todos os elementos do meio físico (geológicos, geomorfológicos, pedológicos) na composição da paisagem, sendo esses elementos o suporte da biodiversidade.

No Brasil, os conceitos de geodiversidade se desenvolveram praticamente de forma simultânea ao pensamento internacional, entretanto, com foco direcionado para o planejamento territorial, embora os estudos voltados para a geoconservação não sejam desconsiderados. (SILVA *et al.*, 2008a).

Para Silva (2008) o Brasil apresenta em seu território, um dos mais completos registros da evolução geológica do planeta Terra, com expressivos testemunhos geológicos das primeiras rochas preservadas, do Arqueano Inferior, datando de mais de 3.0 bilhões de anos e, de forma quase ininterrupta, até os dias atuais.

De acordo com esse autor *l.c.*, no que concerne à formação da geodiversidade do território brasileiro, são destacadas três condições geológicas fundamentais: margens ativas, margens passivas e ambiente intraplaca. Elas nos permitem compreender a intrincada relação geométrica – espacial das unidades geológicas que compõem o arcabouço geológico do território brasileiro que, por conseguinte, forneceu o embasamento teórico factual para a formulação dos critérios para a subdivisão dos geossistemas e das unidades geológico – ambientais.

Para Veiga (2002), a geodiversidade expressa às particularidades do meio físico, abrangendo rochas, relevo, clima, solos e águas subterrâneas e superficiais.

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil – CPRM/SGB (2006) define a geodiversidade como:

O estudo da natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, composição, fenômenos e processos geológicos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, águas, fósseis, solos, clima e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na Terra, tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico.

Já Xavier da Silva e Carvalho Filho (2001) *apud* Silva *et al.* (2008a, p. 12) apresentam definições diferentes da maioria dos autores nacionais e internacionais, definindo geodiversidade a partir da variabilidade das características ambientais de uma determinada área geográfica.

Para Silva *et al.* (2008a, p. 12) “a biodiversidade está assentada sobre a geodiversidade e, por conseguinte, é dependente direta desta, pois as rochas, quando intemperizadas, juntamente com o relevo e o clima, contribuem para a formação dos solos, disponibilizando, assim, nutrientes e micronutrientes, os quais são absorvidos pelas plantas, sustentando e desenvolvendo a vida no planeta.

Em síntese, pode-se avaliar que o conceito de geodiversidade abrange a porção abiótica do geossistema – que é formado pelo tripé que envolve a análise integrada de fatores abióticos, bióticos e antrópicos, conforme figura 02:

Figura 02: Esquema dos fatores abióticos, bióticos e antrópicos

Assim, Moraes (2010) afirma que o conhecimento da geodiversidade nos leva a identificar, de maneira mais segura, as aptidões e restrições de uso do meio físico de uma área, bem como os impactos advindos de seu uso inadequado. Além disso, ampliam-se as possibilidades de melhor conhecer os recursos minerais, os riscos geológicos e as paisagens naturais inerentes a uma determinada região composta por tipos específicos de rochas, relevo, solos e clima. Dessa forma, obtém-se um diagnóstico do meio físico e de sua capacidade de suporte para subsidiar atividades produtivas sustentáveis.

Moraes (2010) levanta o seguinte questionamento a cerca da importância da geodiversidade: em uma determinada região, formada por rochas cristalinas e relevo ondulado, o que seria possível fazer para promover o seu aproveitamento econômico?

O conhecimento da geodiversidade de uma região implica o conhecimento de suas rochas, portanto, nesse caso específico, a rocha, constituindo-se em um granitóide, mostraria aptidões para aproveitamento do material como rocha ornamental ou brita para construção civil em áreas próximas. O relevo ondulado e a pouca espessura do solo seriam outros fatores para auxiliar no desenvolvimento dessa atividade. Deve-se considerar, ainda, que, se essa rocha possuir alto grau de fraturamento, é provável que se soltem blocos, tornando arriscada a ocupação de áreas próximas a essas ocorrências. (MORAES, 2010).

Em outro exemplo, tem-se uma área plana (planície de inundação de um rio) cujo terreno é constituído por areias e argilas, com possível presença de turfas e argilas moles. Nessa situação os espessos pacotes de areia viabilizam a exploração desse material para construção civil. Os grandes rios também possuem alto potencial turístico e são amplamente utilizados para pesca esportiva e lazer, principalmente nos períodos secos, quando formam praias devido ao baixo nível de suas águas. (MORAES, 2010).

No estudo da geodiversidade do Estado de Mato Grosso, Moraes (2010) afirma que é importante a observação do uso e ocupação dos terrenos. É comum a presença de áreas que apresentam solos pouco coesos ou muito rasos. Nesses casos, a vegetação é fundamental para frear o processo erosivo. Quando há desmatamento, os solos ficam expostos à ação das chuvas. Nas áreas desmatadas, observam-se diversos pontos com ocorrência de processos erosivos superficiais e profundos.

Importantes projetos nacionais na área de infraestrutura já se utilizam do conhecimento sobre a geodiversidade da área proposta para sua implantação. Ressalta-se que o conhecimento da geodiversidade implica o conhecimento do meio físico no tocante às suas limitações e potencialidades, possibilitando a planejadores e administradores uma melhor visão do tipo de aproveitamento e do uso mais adequado para determinada área ou região.

Dessa forma, para Machado e Ruckys (2010), assim como a biodiversidade corresponde à diversidade da natureza viva a geodiversidade corresponde à variedade de estruturas (sedimentares, tectônicas, geomorfológicas e petrológicas) e materiais geológicos (minerais, rochas, fósseis e solos), que constituem o substrato físico natural de uma região, o qual suporta a biodiversidade.

Azerêdo (2008) salienta que a geodiversidade é o suporte de todos os sistemas terrestres e, portanto, da biodiversidade, sendo essencial conhecer e compreender o seu valor e o seu papel na dinâmica do nosso planeta e na própria vida. Tal deve ser feito numa perspectiva integrada de abordagem científica, extensionista e pedagógica, promovendo o conhecimento sobre os objetos de estudo naturais, em particular os geológicos, sua valorização, preservação e repercussão na sociedade.

Para Manosso e Ondicol (2012) a variação ou diversidade dos elementos abióticos contidos na estrutura de uma paisagem pode ser entendida como geodiversidade. Esse termo procura atender a necessidade dos pesquisadores da área de geociências ao se referirem ao complexo físico da paisagem, ou do ecossistema.

Entre as áreas das geociências, a geologia e geomorfologia são as áreas que têm contribuído de forma mais expressiva na discussão e formulação do conceito de geodiversidade, bem como na atribuição de importância em nível de igualdade com a biodiversidade. Ressalta-se a recomendação do uso do termo geodiversidade, indicada por Troppmair (1994), ao se referir aos geossistemas e à diversidade espacial dos elementos na superfície.

Muggler (2007) considera que é preciso ampliar e disseminar a compreensão da geodiversidade, destacando sua importância não apenas econômica, rompendo com a atual postura de desvalorização desse recurso por parte da sociedade, promovendo uma nova percepção pública dos solos.

Essa mudança está relacionada, portanto, com uma nova forma de conceber esse tipos de patrimônio e para isso é necessário sua inserção no contexto da educação ambiental, esta devendo ser encarada como um processo pelo qual as pessoas aprendem como funciona o ambiente, como dependem dele, como o afetamos e como promovemos a sua sustentabilidade. (MIORANDO *et al.*, 2005).

O grande desafio da atualidade é difundir na sociedade os diversos valores atribuídos aos recursos naturais, não ficando restrito apenas ao seu valor econômico, na tentativa de disseminar novas formas de uso e promover a geoconservação.

2.1. Geodiversidade: Conceitos e Valores

De acordo com Brilha (2005), geodiversidade é um termo de aplicação recente, lembrado por Gray (2008) que esse conceito passa a evoluir, bem como a biodiversidade, a partir da Convenção da Biodiversidade realizada na Conferência Mundial Rio-92.

Entretanto, o termo biodiversidade se difundiu rapidamente em detrimento de uma preocupação mais significativa sobre os aspectos abióticos ou a geodiversidade, incluindo o patrimônio geológico, geomorfológico ou paleontológico.

Nesse sentido, as próprias políticas de conservação da natureza integraram em mesmo nível de importância, os patrimônios bióticos e abióticos. A geodiversidade de uma área também apresenta grande amplitude, ocorrendo desde a escala microscópica, como no caso de minerais, até em grande escala, como montanhas, formações rochosas, feições geomorfológicas e processos ativos.

Gray (2004) se refere à geodiversidade como a diversidade natural dos elementos geológicos e geomorfológicos incluindo os minerais, fósseis, solos, a paisagem e seus processos.

O termo geodiversidade surge por comparação com o termo biodiversidade, que diz respeito à diversidade biológica do planeta e à necessidade da sua preservação. Geólogos e Geomorfólogos começaram a usar o termo na década de 1990 para descrever a variedade no âmbito da natureza abiótica. (GRAY, 2004).

A ênfase nos aspectos biológicos na proteção da natureza tinha vindo a aumentar a diferença nas políticas de valorização e proteção entre os elementos bióticos e abióticos da natureza. Geodiversidade é assim a diversidade dos elementos geológicos (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicos (geoformas, processos) e pedológicos, incluindo as suas inter-relações, propriedades, interpretações e sistemas. (GRAY, 2004).

Conforme Odum e Barret (2007), as ciências ecológicas confirmam que os elementos da geodiversidade servem de base para o desenvolvimento da vida, ao longo das diferentes eras geológicas. Partindo do princípio Darwiniano, a diversidade de situações físicas dos ambientes contribui para as modificações, adaptações e alterações nas características dos seres vivos no decorrer do tempo geológico.

Dixon *et al.* (1997) e Eberhard (1997) *apud* Pereira (2010) definem geodiversidade como a diversidade de elementos geológicos, geomorfológicos e edáficos que evidenciam a história da Terra, sugerindo a inclusão dos processos paleobiológicos ou paleoambientais, bem como os processos geológicos, geomorfológicos ou edáficos, que têm lugar na atualidade, dentro do escopo desse conceito.

De forma mais direta e aplicada, temos três conceitos importantes que merecem ser elencados: o primeiro é de Nieto (2001) que demarca o conceito de geodiversidade como o número e variedade de estruturas, formas e processos geológicos que constituem o substrato de uma região, sobre as quais assenta a atividade orgânica, incluindo a antrópica.

O segundo é de Kozłowski (2004), que se refere à geodiversidade como a variedade natural da superfície terrestre, incluindo os aspectos geológicos, geomorfológicos, solos, águas superficiais, bem como outros sistemas criados como resultados dos processos naturais endógenos e exógenos e atividade humana.

Em terceiro tem-se Serrano Cañadas e Ruiz-Flãno (2007) que usam geodiversidade para definir a variabilidade da natureza abiótica, incluindo os elementos litológicos, tectônicos, geomorfológicos, edáficos, hidrológicos, topográficos e os processos físicos da superfície terrestre, mares, oceanos, juntos aos processos naturais endógenos, exógenos e antrópicos que compreendem a diversidade de partículas, elementos e lugares.

É necessário considerar também que existem conceitos de geodiversidade que buscam entender os elementos abióticos de forma mais ampla, incluindo outras variáveis, como Rojas (2005) que discute a geodiversidade enquanto uma diversidade do espaço geográfico, incluindo as estruturas fisiográficas, também os resultados dos processos e atividades sociais.

Entretanto, sobre essa divisão conceitual, Carcavilla *et al* (2008) alertam que assimilar a geodiversidade fora do âmbito abiótico da natureza pode trazer problemas conceituais e práticos.

Essa argumentação está diretamente relacionada ao fato de Carcavilla *et al* (2009) dizerem que os estudo, ou seja a aplicabilidade do conceito de geodiversidade, está baseado na análise da distribuição, frequência e diversidade do conjunto de entidades geológicas que permitem quantificar e comparar diferentes áreas.

No Brasil a CPRM – Serviço Geológico do Brasil - têm inserido a geodiversidade na agenda de pesquisas e programas, inclusive com o conceito de:

“Estudo da natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, composição, fenômenos e processos geológicos que dão origem às paisagens, rosas, minerais, água, fósseis, solos, clima e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na Terra, tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico”. (CPRM, 2006).

O conceito, embora uma conotação direcionada aos estudos em ecologia, também é aplicado como um possível indicador para áreas de maior biodiversidade. (XAVIER, 2004; IBANES, 2005; SANTUCCI, 2005; MARTINS, 2007; KATERINA e DUSAN, 2008; PARKS e MULLIGAN, 2010).

Portanto, por um lado, tem-se a geodiversidade enquanto elementos abióticos da natureza e que possuem uma variação espacial e por outro, tem-se os diferentes valores associados a essa geodiversidade, sendo que o principal deles é a sua funcionalidade enquanto parte da estrutura do planeta.

Entretanto, a geodiversidade pode ir além da sua importância funcional, pois seus componentes podem abrigar informações importantes sobre a evolução e formação do planeta.

Pereira (2010) apresenta o seu conceito de geodiversidade como:

“Conjunto de elementos abióticos do planeta Terra, incluindo os processos físico-químicos associados, materializados na forma de relevos (conjunto de geoformas), rochas, minerais, fósseis e solos, formados a partir das interações entre os processos das dinâmicas interna e externa do planeta e que são dotados de valor intrínseco, científico, turístico e de uso/gestão”.

Segundo Gray (2004), a geodiversidade deve ser entendida a partir de um conjunto de valores, divididos entre:

- ✓ Valor Intrínseco – associado às particularidades do conjunto de elementos da geodiversidade, que possui este valor independente da conotação antropocêntrica definida por uma sociedade;
- ✓ Valor Cultural - quando determinadas sociedades ou seus traços culturais incorporam elementos ou características da geodiversidade ao se processo de valorização e reconhecimento cultural do ambiente;
- ✓ Valor Estético – embora esse valor também esteja dotado de certo cunho subjetivo, pois envolve os diferentes modos de interpretação humana, é um dos valores mais reconhecidos pela sociedade;
- ✓ Valor Econômico – refere-se ao valor de uso que todos os recursos da natureza habitualmente possuem diante das necessidades humanas;
- ✓ Valor Funcional – além do valor utilitário ou de recurso aos próprios seres humanos, esse valor está relacionado à sua funcionalidade no contexto dos sistemas físico-naturais e ecológicos da superfície terrestre;
- ✓ Valor Científico e Educativo – no domínio das geociências, a geodiversidade configura-se com um valor científico e também educativo, pois a possibilidade de acesso a amostras significativas da geodiversidade permite a sua investigação científica, o seu reconhecimento e também a compreensão da história da Terra.

Diante das formas de ocupação e exploração atual da superfície, grande parte da geodiversidade do planeta, principalmente o seu conteúdo, bem como os seus diferentes valores, que ainda pouco se conhece, estão sob risco ou ameaçados.

Conforme registrado, a geodiversidade apresenta diversas categorias de valor, todas elas funcionando como uma mola propulsora para sua conservação e valorização, haja vista que é de suma importância para a manutenção do planeta Terra e para a humanidade.

Ao atribuir valores à geodiversidade abre-se caminho para o estabelecimento de locais com reconhecida importância, denominados de patrimônio geológico, devendo ser compreendidos como:

“... a ocorrência de um ou mais elementos da geodiversidade (afloramentos quer em resultado da ação de processos naturais quer devido à intervenção humana), bem como delimitados geograficamente e que apresente valor singular do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico ou outro”. (BRILHA, 2005, p.52).

Do mesmo modo que a biodiversidade, quando se perdem as espécies bióticas ainda não estudadas por completo, elementos da geodiversidade também podem se perder, muitas vezes pelo simples desconhecimento sobre sua distribuição espacial, conteúdo e importância. (BRILHA, 2005).

Bruschi (2007) expõe algumas razões fundamentais para o melhor entendimento e conservação da geodiversidade, dizendo que por um lado a geodiversidade se constitui como um reservatório de informação imprescindível à compreensão do passado do planeta, dos processos que operam a natureza atual e a evolução dos mesmos, resultando na possibilidade de mitigação de problemas à sociedade, derivados do funcionamento da geodiversidade. E que por isso, a perda de parte de elementos da geodiversidade, implica na perda de parte da informação, dificultando assim o avanço do conhecimento científico, além do valor enquanto patrimônio da geodiversidade.

O patrimônio geomorfológico, também conhecido como sítio geomorfológico ou geomorfossítio engloba paisagens de grande beleza cênica, como chapadas, picos, quedas d'água, entre outras e designam o conjunto de formas de relevo e/ou depósitos correlativos de grande valor para a sociedade, principalmente valor científico. (PEREIRA, 2006; PANIZZA e PIACENTE, 2008).

Os geomorfossítios são, enfim, áreas naturais onde os atributos principais estão relacionados à dinâmica geomorfológica, apresentando algum valor para a sociedade e sendo classificados em diferentes categorias temáticas considerando suas características litológicas, estruturais, elementos geomorfológicos, entre outras geoformas graníticas, vulcânicas, cársticas, residuais, culturais, fluviais, litorais, tectônicas, glaciárias. (PEREIRA, *et al.* 2006).

A conservação dos aspectos geológicos e geomorfológicos tem como aliado o geoturismo, este sendo uma ótima oportunidade de promoção do patrimônio geológico, sensibilizando o público geral para a importância de sua conservação. (LARWOODE; PROSSER, 1998; PATZAK, 2001 *apud* ARAÚJO, 2005).

2.2. Geodiversidade e Biodiversidade

Santucci (2005) considera que a biodiversidade possui uma relação direta com a geodiversidade e inclusive a elevada geodiversidade tem sido utilizada como um forte indicativo de maior biodiversidade.

Nas avaliações quantitativas da biodiversidade há um predomínio no estudo da diversidade (riqueza e abundância) de elementos taxonômicos e somente nos últimos anos crescem os estudos em nível de diversidade genética. Menor ainda é o número de trabalhos sobre a diversidade funcional, que nem mesmo está bem entendida. (ZAK *et al.*, 1994 *apud* MATOS *et al.*, 1999).

Os estudos da biodiversidade, por meio da estatística da variação dos elementos bióticos, podem apresentar indicativos sobre o equilíbrio natural do ambiente (ecossistema), inclusive entender as mudanças causadas por distúrbios naturais e/ou antrópicos.

Lima (2008) esclarece que muito conhecimento já foi gerado no campo da conservação da natureza, mas grande parte desses esforços foi direcionada a vertente biológica, o que gerou uma defasagem na evolução do conhecimento sobre a geodiversidade e sua importância para a evolução da vida na Terra.

Geodiversidade engloba “a variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos geradores de paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que constituem a base a vida na Terra”. (PATZAK, 2001 *apud* SILVA, 2007, p. 36).

A geodiversidade está relacionada com a variedade de ambientes, fenômenos, processos e elementos abióticos da Terra, evidenciando tempos passados e atuais. Além disso, ela é resultado da interação de diversos fatores como as rochas, o clima, os seres vivos, entre outros, possibilitando o aparecimento de paisagens distintas em todo o mundo. (BRILHA, 2005).

Martins e Santos (1999) ressaltam que uma medida de diversidade pode se configurar como um parâmetro reducionista, que objetiva expressar toda a complexidade estrutural, a riqueza específica e as interações biótica e abiótica de uma comunidade ecológica através de um único número.

Na comparação entre extinção biológica e geológica, Gray (2004) aponta que

“em muitos casos, espécies raras ou ameaçadas podem ser reproduzidas ou criadas em cativeiro, enquanto que as características ou registros geológicos, geomorfológicos ou paleontológicos, são essencialmente relictos ou fósseis, que uma vez perturbados, nunca vão se recuperar ou serão perdidos para sempre”.

Para Silva (2008) um dos primeiros elementos de análise no estudo do meio físico é a paisagem natural ou paisagem geomorfológica. Destaca-se na superfície terrestre uma profusão de diferentes tipos de paisagens naturais com gênese e desenvolvimento distintos. Desde as Cordilheiras, com as montanhas mais altas do planeta (p.ex., Himalaia, Andes, Rochosas, Alpes, Cáucaso, etc.), até as mais extensas planícies fluviais do mundo (p.ex., Amazonas, Congo, Ganges, Yang-Tzé, Mississipi, etc.), pode-se estudar uma grande diversidade de formas de modelado do relevo. Para entender a paisagem natural ou geomorfológica, é necessário estudar a morfologia dos terrenos, sua gênese, evolução e a fisiologia das paisagens.

A morfologia dos terrenos é um dos principais temas de análise da geomorfologia e é resultante de uma intrincada inter-relação de um conjunto de elementos do meio geobiofísico (rochas, clima, solos, água, biota) que está em dinâmica transformação decorrente da ação dos processos geológicos, hidrológicos e atmosféricos. (SELBY, 1985).

Essa dinâmica superficial da paisagem geomorfológica é, por sua vez, continuamente transformada pela ação do homem no espaço geográfico, atividade cada vez mais intensa à medida que a sociedade se torna mais tecnificada.

Desse modo, não é possível preconizar a existência de paisagens naturais, pois todas apresentam, em maior ou menor grau, a interferência do homem. O estudo das paisagens naturais por meio da geomorfologia reveste-se, portanto, de relevante interesse para a avaliação da geodiversidade de uma determinada região, uma vez que a morfologia dos terrenos traduz uma interface entre todas as outras variáveis do meio físico e consiste em um dos elementos em análise. (CPRM, 2006).

A origem das formas de relevo pode ser analisada com relação a seu substrato (ou meio abiótico), pela atuação compartilhada de processos endógenos (tectônica, vulcanismo, sismicidade) – que promovem a geração de massa rochosa e relevos positivos ou negativos – e processos exógenos (intemperismo, erosão, sedimentação) – que promovem a esculturação e a denudação das massas rochosas anteriormente geradas. (SUMMERFIELD, 1991).

Essa denudação do relevo, contudo, não ocorre de forme uniforme, devido à resistência diferencial das distintas litologias frente aos processos de intemperismo (físico e químico) e erosão. Frequentemente, rochas muito resistentes, tais como quartzitos ou granitos, geram relevos residuais positivos em uma paisagem desgastada pela erosão, produzindo serras isoladas ou inselbergs. (SUMMERFIELD, 1991).

2.3. A Geodiversidade e seus Elementos

A seleção de elementos abióticos para compor uma avaliação quantitativa e de distribuição espacial da geodiversidade pode ser muito particular de cada trabalho e se o objetivo é quantificar a diversidade ou não. (MANOSSO e ONDICOL, 2012).

Entretanto, para Manosso e Ondicol (2012) alguns apontamentos podem ser considerados importantes como:

- A seleção de elementos que apresentam características mapeável e que, de fato, possam ser mensurados sob o aspecto da diversidade;
- A escolha da escala de trabalho, tanto sob o aspecto do tamanho da área, unidades amostrais e a escala dos elementos, como p.ex., formações rochosas que possuem diferentes classes de rochas ou solos que possuem vários níveis de classificação;
- A sobreposição entre elementos que possam ser reflexos de suas características. Um exemplo típico pode ser o comportamento de um sistema de drenagem fluvial que está controlado pela presença de alta diversidade de rochas.

Sob o ponto de vista prático, num dos principais objetivos da definição de um conjunto de ferramentas para avaliação da geodiversidade e sua distribuição no espaço, bem como a distinção de lugares com interesse geológico e geomorfológico ou de valorização do geopatrimônio é subsidiar a geoconservação. (MANOSSO e ONDICOL, 2012).

O termo Geoconservação designa as iniciativas de conservação da Geodiversidade. (BRILHA, 2002; GRAY, 2004).

O termo paisagem está também intimamente ligado à questão da geoconservação. Este termo é utilizado normalmente para designar o componente geomorfológico do patrimônio geológico, isto porque, na perspectiva da geoconservação, o seu valor paisagístico (cênico, estético) advém fundamentalmente das geoformas, sobretudo de grande escala. No tema do patrimônio geológico, as paisagens assumem valor enquanto testemunhos de processos e são valorizadas essencialmente pelo seu interesse estético, científico e didático. O termo deve ser usado para designar uma realidade mais vasta, referente a porções do espaço que nos é possível observar e interpretar. (GRANDGIRARD, 1997).

Uma definição clara é a proposta por Pereira (1995) referindo-lhe como a expressão espacial da interação das componentes biofísicas (naturais) e sócio-econômicas (culturais) que constituem o sistema ambiente. A paisagem é aquilo que resulta da nossa percepção da imagem do espaço. Este espaço, de grande escala e ao livre, pode conter simultaneamente elementos naturais (bióticos e abióticos) e culturais (arquitetônicos, agrícolas, industriais) e pode ter ou não valor patrimonial.

Essa geoconservação é entendida como a preservação da diversidade natural de elementos e processos geológicos, geomorfológicos, sistemas de solos e manutenção de valores e processos. (SHARPLES, 2002).

A avaliação da natureza incluindo a distribuição espacial e quantificação da geodiversidade é necessária também para subsidiar avaliações sobre o patrimônio geológico, geomorfológico ou paleontológico existente.

A aplicação e o estudo da geodiversidade concebem a síntese das geociências, que juntamente com outras áreas científicas, tornam-se indispensáveis ao estudo e proposição de planejamentos ambientais e de uso e ocupação do solo, bem como de áreas urbanas.

Por se manifestar no ambiente natural, por meio das paisagens e das características do meio físico: geologia, geomorfologia, pedologia, paleontologia, qualquer intervenção inadequada na geodiversidade gera problemas decisivos para a qualidade de vida e para o ambiente, comprometendo-o para as futuras gerações.

A relação íntima entre a geodiversidade e a biodiversidade, ou seja, do meio físico (suporte) com os componentes bióticos, devem ser encarados de maneira sistemática, pois as relações entre esses dois grupos de componentes ambientais é que define o estabelecimento e a condição de sobrevivência dos seres vivos no planeta.

Com a conceituação de geodiversidade, coube as geociências desenvolverem um instrumento de análise da paisagem de forma integral, onde se utiliza o conhecimento do meio físico a serviço da conservação do meio ambiente, em prol do planejamento territorial em bases sustentáveis, permitindo, assim, avaliar os impactos decorrentes da implantação das atividades econômicas sobre o espaço geográfico.

3 – A GEOMORFOLOGIA NA PERSPECTIVA GEOAMBIENTAL

Para Pereira *et al.* (2005) o patrimônio geológico é constituído pelos locais e objetos geológicos que, pelo seu conteúdo devem ser valorizados e preservados, constituindo documentos que testemunham a história da Terra. O patrimônio geológico engloba vários tipos de geótopos, de acordo com as áreas científicas da geologia. Este pode ser patrimônio mineralógico, paleontológico, geomorfológico.

É neste contexto que se insere o patrimônio geomorfológico, traduzido pelo conjunto de locais de interesse geomorfológico. Nestes, as geoformas (e os processos que as geraram) adquiriram valor científico, histórico/cultural, estético e/ou sócio-econômico, derivado da percepção humana. Mais precisamente têm uma importância particular na reconstrução e na explicação da história da Terra, do seu clima e na vida que suporta. (PANIZZA e PIACENTE, 1993; PANIZZA, 2001; REYNARD, 2004).

Para Panizza e Piacente (1993) e Reynard (2004) o valor de um destes locais pode ser de quatro tipos: científico (p.ex., uma moreia que representa a extensão de um glaciar); histórico/cultural (uma montanha com uma forte carga mística ou religiosa, ou geoformas que dão suporte de atividades culturais ou infraestruturas); estético (paisagens espetaculares em montanha, litorais ou desertos); socioeconômico (algumas dessas paisagens como destino turístico).

A geomorfologia, como seu nome indica, tem como objeto as formas de relevo, com abordagens voltadas para a classificação, descrição da estrutura e dos depósitos superficiais, para a explicação da gênese e da dinâmica, incluindo a cronologia. O estudo do relevo, baseado num conjunto de pressupostos teórico-metodológicos e procedimentos técnicos específicos, contribui para a compreensão da paisagem sob o ponto de vista geográfico. (TRICART, 1965; REYNAUD, 1971).

De acordo com Fujimoto (2005) a análise geomorfológica consiste na identificação e mapeamento dos compartimentos de relevo determinados por fatores naturais, originados por processos climáticos passados e atuais, quando a morfologia encontrava-se em situação original.

A análise geomorfológica consiste na identificação e mapeamento das formas de relevo, com base nos aspectos fisionômicos das formas de relevo, no seu significado morfogenético e nas influências estruturais e esculturais. (ROSS, 1992).

Segundo Moneche (2009) a morfologia do relevo pode transmitir uma falsa impressão de que são componentes que podem ser dissociados da paisagem e que se apresentam de forma estática em diferentes escalas de espaço e tempo. Entretanto, o relevo terrestre está associado aos demais componentes do meio físico natural e suas interações são responsáveis pela gênese das várias fisionomias da crosta terrestre refletindo o todo ambiental que está em constante processo de ajuste.

Dentro dessa proposta, o relevo é um dos elementos que integra o clima, o ciclo hidrológico, os solos e a vegetação, tornando o seu estudo imprescindível para a compreensão dos sistemas ambientais. A atuação antagônica das forças endógenas e exógenas, segundo Ross (1990), são determinantes para toda a existência e toda a dinâmica do meio biótico e abiótico da Terra. Dessa forma, o relevo é resultante e causador dessas forças na medida, p.ex., em que fatores endógenos atuam sobre a crosta alterando sua forma, iniciando ou dando nova roupagem a forças exógenas.

Portanto, o relevo deve ser compreendido através do entendimento do conjunto paisagístico como um todo, mediante a relação existente entre os elementos da paisagem e os mecanismos da gênese morfológica da Terra.

Para Rezende e Salgado (2011), o relevo é, entre os componentes do meio físico, um dos principais definidores de unidades ambientais. Sua compartimentação está frequentemente em estreita relação com a distribuição dos demais atributos formadores da paisagem, como, p.ex., os solos e a vegetação. Deste modo, os estudos e mapeamentos geomorfológicos são de grande valia na definição das melhores formas de uso e manejo de determinada área.

O entendimento do relevo e sua dinâmica, conforme afirma Ross (1992), passa obrigatoriamente pela compreensão do funcionamento e da inter-relação entre os demais componentes naturais (águas, solos, subsolo, clima e cobertura vegetal), e isso é de significativo interesse ao planejamento físico-territorial. Planejamento que deve levar em conta as potencialidades dos recursos e as fragilidades dos ambientes naturais, bem como a capacidade tecnológica, o nível sócio-cultural, os recursos econômicos da população atingida.

Assim, afirma Ross *op cit*, que os estudos geomorfológicos e ambientais, quer sejam eles detalhados ou de âmbito regional, atendem as necessidades político-administrativas e funcionam como instrumento de apoio técnico aos mais diversos interesses políticos e sociais. O primeiro fato que deve estar permanentemente em alerta nos estudiosos da geomorfologia é que as formas do relevo de diferentes tamanhos têm explicação genética e são inter-relacionadas e interdependentes aos demais componentes da natureza.

A superfície terrestre, que se compõem por formas de relevo de diferentes tamanhos ou táxons, de diferentes idades e processos genéticos distintos, é, portanto dinâmica, ainda que os olhos humanos não consigam captar isso. A dinamicidade das formas do relevo apresenta velocidades diferenciadas, mostrando-se ora mais estáveis, ora mais instáveis. (ROSS, 1992).

Tal comportamento depende às vezes, de fatores naturais e outras de interferências dos homens. As mudanças climáticas espontâneas ou induzidas pelo homem alteram a intensidade da dinâmica geomórfica. Os movimentos da crosta terrestre, como os abalos sísmicos, falhamentos e erupções vulcânicas também interferem na dinâmica do relevo. É, entretanto o homem, o maior predador da natureza, e conseqüentemente, o ser animal que mais se julga capaz de alterar e controlar os ambientes naturais. (ROSS, 1992).

Ab' Saber (1969) já propunha uma análise dinâmica da geomorfologia aplicada aos estudos ambientais, com base na pesquisa de três fatores interligados: identificação de uma compartimentação morfológica dos terrenos; levantamentos da estrutura superficial das paisagens; estudo da fisiologia da paisagem.

A compartimentação morfológica dos terrenos é obtida a partir da avaliação empírica dos diversos conjuntos de formas e padrões de relevo posicionados em diferentes níveis topográficos, por meio de observações de campo e análise de sensores remotos (fotografias aéreas, imagens de satélite e Modelo Digital de Terreno – MDT). Essa avaliação é diretamente aplicada aos estudos de ordenamento do uso do solo e planejamento territorial, constituindo-se em uma primeira e fundamental contribuição da geomorfologia. (AB' SABER, 1969).

A estrutura superficial das paisagens pode ser entendida com o estudo dos mantos de alteração *in situ* (formações superficiais autóctones) e das coberturas inconsolidadas (formações superficiais alóctones) que jazem sob a superfície dos terrenos.

Tais estudos são fundamentais para a compreensão da gênese e evolução das formas de relevo, pois, aliados à compreensão da compartimentação morfológica dos terrenos, consistem em uma importante ferramenta para avaliação do grau de fragilidade natural dos terrenos frente aos processos erosivos e deposicionais. (AB' SABER, 1969).

O estudo da fisiologia da paisagem, por sua vez, consiste na análise integrada das diversas variáveis ambientais em sua interface com a geomorfologia, ou seja, a influência dos condicionantes litológico–estruturais, dos padrões climáticos e dos tipos de solos na configuração física das paisagens.

O objetivo de tal avaliação é compreender a ação dos processos erosivo-deposicionais atuais, incluindo todos os impactos decorrentes da ação antropogênica sobre a paisagem natural. Assim, inclui-se na análise geomorfológica o estudo da morfodinâmica, com ênfase para a análise de processos.

A utilização dos Sistemas de Informações Geográficas aliado ao conhecimento geomorfológico traz a possibilidade de elaboração de um conjunto de cartas temáticas, em que o mapeamento geomorfológico se traduz numa carta fundamental para ser entrecruzada a outros planos de informações e gerar diferentes cenários, quer sejam de fragilidades ou potencialidades ambientais. (SILVA, 1995).

As ciências vêm desenvolvendo uma ação no sentido de aprofundar a diagnose dos fenômenos, para chegar a uma melhor base prognóstica ou de controle dos mesmos. A existência de um plano de informações, representado pelo mapeamento geomorfológico, contribui seguramente, na elucidação de problemas erosivos e deposicionais, assim como viabiliza, mediante entrecruzamentos com outros mapeamentos temáticos, a elaboração de cenários ambientais. Dessa forma, vê-se ampliado substancialmente, o poder pragmático da Geomorfologia. (ARGENTO, 1995).

É importante, no entanto, ter entendimento de que as modernas tecnologias disponíveis para a elaboração de mapeamentos temáticos, por si só, não asseguram produtos eficientes, tendo em vista que elas servem de apoio, sobretudo, para melhorar a precisão dos mapas. Uma significativa base conceitual em Geomorfologia, uma adequada escolha de escalas cartográficas e, ainda, uma eficiente interpretação visual das formas de relevo e de seus respectivos processos gerador, são alicerces fundamentais na elaboração de um mapeamento geomorfológico de qualidade.

A análise morfodinâmica levantada por Tricart (1977) considera um importante conjunto de variáveis ambientais, naturais ou elaboradas pelo homem que fundamentam comportamentos dinâmicos mais próximos da estabilidade ou da instabilidade, permitindo que o relevo seja tomado como indicador sintomático dessas tendências, tornando o seu estudo e síntese cartográfica imprescindíveis para o diagnóstico ambiental.

A fundamentação teórico-metodológica, que se propõe para trabalhar a pesquisa geomorfológica tem suas raízes na concepção de Penck (1953) que definiu com clareza as forças geradoras das formas do relevo terrestre, percebendo assim, que o entendimento das atuais formas de relevo da superfície da Terra são produtos dos processos endógenos e exógenos.

Segundo Penck (1953) as forças endógenas se revelam de dois modos distintos, através da estrutura da crosta terrestre: uma é através do processo ativo, comandado pela dinâmica da crosta terrestre – os abalos sísmicos, o vulcanismo, os dobramentos, afundamentos e soerguimentos das plataformas, falhamentos e fraturas que tem explicação hoje na teoria da tectônica de placas. A segunda se processa de modo imperceptível através da resistência ao desgaste que a litologia e seu arranjo estrutural oferece a ação dos processos exógenos ou de erosão. Neste caso é uma ação passiva constante, porém desigual, face ao maior ou menor grau de resistência da litologia.

A ação exógena é também de atuação constante e também diferencial, tanto no espaço quanto no tempo, face às características climáticas locais, regionais e zonais e às mudanças climáticas. O processo de meteorização, erosão e transporte da base rochosa, se exerce tanto pela ação mecânica da água, do vento, da variação térmica como pela ação química da água, que transforma minerais primários em secundários e simultaneamente esculpe as formas de relevo (PENCK, 1953).

Ross (1992) afirma que tendo como princípio teórico os processos endógenos e exógenos como geradores das formas grandes, médias e pequenas do relevo terrestre, Guerasimov (1946) e Mecerjakov (1968) desenvolveram os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura. Todo o relevo terrestre pertence a uma determinada estrutura que o sustenta e mostra um aspecto escultural que é decorrente da ação do tipo climático atual e pretérito que atuou e atua nessa estrutura.

Deste modo a morfoestrutura e a morfoescultura definem situações estáticas, produtos da ação dinâmica dos processos endógenos e exógenos. A noção de morfoescultura não deve ser confundida com a de morfoclimática, pois enquanto a primeira é um produto da ação climática sobre uma determinada estrutura, a segunda se define por processos morfogenéticos comandados por um determinado tipo climático. Assim sendo, pode-se definir que a morfoescultura é fruto de ações climáticas subseqüentes e a morfoclimática é o tipo de agente climático atuante em uma determinada época. (ROSS, 1992; ROSS e MOROZ, 1996).

Segundo Ross (1992), na medida em que as formas do relevo expressam, através de seus componentes, a dinâmica das forças que plasmaram o veículo material que lhes dá existência, nos permite avaliar as influências diretas da esculturação e o desenvolvimento subseqüente dos processos. Desta forma, p. ex., as características morfoestruturais de um cinturão orogenético influenciam a conformação do modelado da morfoescultura, bem como acabam por influenciar a tipologia de formas de relevo dominante e até mesmo nas formas individualizadas, como vertentes e micro formas de relevo.

Nos ambientes tropicais úmidos, o espessamento do manto de alteração e o processo de pedogênese tendem a camuflar as imposições estruturais, mas mesmo assim estas são identificáveis ao serem submetidas a investigações sistemáticas. (ROSS, 1992; ROSS e MOROZ, 1996).

A proposição de Ross (1992), estabelecendo outra ordem taxonômica para o relevo terrestre, está calcada nessas considerações de natureza conceitual, ressaltando-se que o estrutural e o escultural estão presentes em qualquer tamanho de forma, e que suas categorias de tamanhos, idades, gêneses e formas são passíveis de serem identificadas e cartografadas separadamente e, portanto, em categorias distintas.

Dentro desta concepção, os domínios ou zonas morfoclimáticas atuais não são obrigatoriamente coincidentes com as unidades morfoesculturais identificáveis na superfície terrestre. Isto se deve, primeiro porque as unidades morfoesculturais não são produtos somente da ação climática atual, mas também dos climas do passado; e, segundo, porque as unidades morfoesculturais refletem a influência da diversidade de resistência da litologia, e seu respectivo arranjo estrutural, sobre a qual foi esculpida. Deste modo, em uma determinada unidade morfoestrutural, pode-se ter uma ou mais unidades morfoesculturais que refletem as diversidades litológicas da estrutura, os tipos climáticos que atuaram no passado e os que atuam no presente. (ROSS, 1992).

Para Ross (1992), todas as unidades morfoesculturais podem pertencer a uma mesma zona ou domínio morfoclimático atual. Entretanto, ao passar-se para a identificação e análise de um terceiro táxon (de dimensão inferior), chega-se as Unidades dos Padrões de Formas Semelhantes do Relevo ou os Padrões de Tipos do Relevo que é onde os processos morfoclimáticos atuais começam a ser mais facilmente notados.

Estes padrões de Formas Semelhantes são conjuntos de formas menores do relevo, que apresentam distinções de aparência entre si em função da rugosidade topográfica ou índice de dissecação do relevo, bem como do formato dos topos, vertentes e vales de cada padrão existente. Podem-se ter várias Unidades de Padrões de Formas Semelhantes em cada Unidade Morfoescultural. Dando continuidade a classificação dos níveis ou táxons do relevo terrestre, chegam-se a pelo menos outros três táxons de dimensões espaciais menores – as formas de relevo, as vertentes, as formas atuais (ravinas, voçorocas e cicatrizes de deslizamentos, terracetes de pisoteio, entre outros). (ROSS, 1992).

As formas de relevo individualizadas dentro de cada Unidade de Padrão de Formas Semelhantes correspondem ao 4º táxon na ordem decrescente. As formas de relevo desta categoria tanto podem ser as de agradação tais como as planícies fluviais, terraços fluviais ou marinhos, planícies marinhas, planícies lacustres entre outros ou as de denudação, resultantes do desgaste erosivo, como colinas, morros, cristas, enfim, formas com topos planos, aguçados ou convexos. Assim uma unidade de Padrão de Formas Semelhantes constitui-se por grande número de formas de relevo do 4º táxon, todas semelhantes entre si tanto na morfologia quanto na morfometria, ou seja, no formato, no tamanho, bem como na idade. (ROSS, 1992).

Ross (1992) definiu o 5º táxon na ordem decrescente como sendo as vertentes ou setores das vertentes pertencentes a cada uma das formas individualizadas do relevo. As vertentes de cada tipologia de forma são geneticamente distintas, e cada um dos setores destas vertentes também mostram-se diferentes. Ao mesmo tempo esses setores podem apresentar inclinações diversas que também ajudam a definir as suas características.

Para o mesmo *l.c.*, o 6º táxon corresponde às formas menores produzidas pelos processos erosivos atuais ou por depósitos atuais. Assim, são exemplos as voçorocas, ravinas, cicatrizes de deslizamentos, bancos de sedimentação atual, assoreamentos, terracetes de pisoteio, frutos dos processos morfogenéticos atuais e quase sempre induzidos pelo homem. Pode-se citar ainda, as formas antrópicas como corte, aterros, desmontes de morros entre outros.

Definidos os vários táxons ou categorias de formas de relevo, operacionaliza-se com maior facilidade a pesquisa geomorfológica, utilizando-se técnicas cartográficas das formas de relevo de diferentes tamanhos.

Para Ross (1992) é importante ressaltar que tal proposição de classificação ou de taxonomia apóia-se fundamentalmente no aspecto fisionômico, ou seja, nas formas de relevo de diferentes tamanhos. Entretanto, deve-se frisar também que o aspecto fisionômico é reflexo de determinada influência de ordem genética e ao mesmo tempo indicador de uma determinada idade. Deste modo, pode-se afirmar que, quanto maior a dimensão da forma maior é a sua idade e quanto menor a dimensão, menor idade ela tem. O que não se pode é estabelecer com rigidez o tamanho da forma medida em km², com o tempo geológico e histórico medido em anos e a gênese associada a apenas um determinado processo.

3.1. Cartografia na Geomorfologia Aplicada

Para Christofolotti (1980, p.1) a Geomorfologia é o ramo da geografia que estuda as formas de relevo, por meio das relações pretéritas e atuais, fornecendo assim, subsídios para a compreensão da paisagem morfológica. As formas, os processos e as suas relações constituem o sistema geomorfológico, que é um sistema geomorfológico, que é um sistema aberto, que recebe influência e também atua sobre outros componentes do universo. Os processos que geram as formas do relevo não são homogêneas, isso se deve ao diferente embasamento rochoso, a estrutura geológica, a cobertura pedológica e o clima, que são condicionadores da sua evolução resultando nas diferentes feições do relevo.

De acordo com Barbosa *et al* (1984) entre outros, a experiência acumulada no Brasil sobre mapas geomorfológicos era pequena, dispare em escalas e geralmente calcada em modelos estrangeiros, sendo quase toda ela baseada em aerofotos e elaborada em universidades.

Segundo esses autores *l. c.* uma avaliação dessa experiência foi feita na I Conferência Nacional de Geografia e Cartografia e a súmula dos resultados discutidos por Ab'Saber (1969) *apud* Barbosa *et al* (1984) e Moreira (1969) *apud* Barbosa *et al* (1984), que praticamente lançaram as bases e os princípios de uma cartografia geomorfológica no Brasil, delineando o conteúdo essencial de um mapa geomorfológico, qual seja:

- ❖ Base geológica como elemento essencial;
- ❖ Fixação, delimitação e descrição precisas das formas de relevo em si mesmas;
- ❖ Fixação da altimetria;
- ❖ Representação dos domínios morfoclimáticos e morfoestruturais;
- ❖ Representação da dinâmica de evolução geomorfológica atual;
- ❖ Cartografia das formações superficiais.

Os conceitos utilizados na proposta de mapeamento têm como princípio básico o ordenamento dos fatos geomorfológicos de acordo com uma classificação temporal e espacial, na qual se distinguem os modelados como unidade básica e seus grupamentos hierarquicamente relacionados (IBGE, 2009).

Para a individualização destes conjuntos de feições, são considerados como parâmetros fatores causais, de natureza estrutural, litológica, pedológica, climática e morfodinâmica, responsáveis pela evolução das formas do relevo e pela composição da paisagem no decorrer do tempo geológico (IBGE, 2009).

Lemes e Pires (2009) afirma que um dos diversos métodos utilizados para entendimento dos ambientes naturais é o Mapeamento Geomorfológico que por sua vez serve como subsídio essencial para algumas etapas do planejamento, pois espacializa e localiza os fenômenos morfoclimáticos de uma dada região, assumindo, portanto, um caráter multidisciplinar para a compreensão das estruturas espaciais e para a definição de diretrizes voltadas aos estudos relacionados com o meio ambiente.

Para Lemes e Pires (2009), com o auxílio das novas tecnologias, a Cartografia Geomorfológica possibilita a representação das diferentes morfologias da paisagem, além da caracterização das formas do relevo e os seus principais indicadores.

Em escalas pequenas, de grande abrangência espacial, tal como no mapeamento da geodiversidade do Brasil na escala 1:2.500.000 (CPRM, 2006), a contribuição da geomorfologia para o mapeamento da geodiversidade concentra-se no estudo da morfologia dos terrenos que consiste, em uma primeira abordagem, da análise geomorfológica. Todavia, em nenhum momento deve-se desconsiderar uma avaliação genética e evolutiva do modelado do relevo.

Para a análise do modelado dos terrenos, são utilizados parâmetros morfológicos e morfométricos que mensuram as características fisiográficas do relevo, conforme Ab' Saber (1969), destacando-se:

- ❖ Amplitude do Relevo – é um parâmetro que mensura o desenvolvimento do relevo entre a cota dos fundos de vale e a cota dos seus divisores de água em uma bacia de drenagem. Esse parâmetro retrata o grau de entalhamento de uma determinada unidade de paisagem e a correspondente dimensão das formas de relevo presentes;
- ❖ Gradiente – é um parâmetro que mensura o ângulo de declividade de uma vertente ou de uma bacia de drenagem. Reflete, de forma geral, a vulnerabilidade de uma unidade de paisagem frente aos processos erosivo-deposicionais.
- ❖ Densidade de Drenagem - é um parâmetro que mensura a razão entre o comprimento total de canais e a área da bacia de drenagem. Retrata o grau de dissecação de uma determinada unidade de paisagem.
- ❖ Geometria de topos e vertentes – consiste em uma avaliação morfológica que descreve a forma de denudação de uma determinada unidade de paisagem, indicando o modo pelo qual as formas de relevo foram modeladas ao longo do tempo geológico. As formas geométricas de topos podem ser classificadas em: aguçadas, ou em cristas; arredondadas, ou tabulares. Já as formas geométricas das vertentes podem ser classificadas em: convexas, retilíneas e côncavas.

Com base na leitura qualitativo-quantitativa da fisiografia, pode-se classificar a paisagem natural em distintas unidades geomorfológicas, que consistem no produto da resistência diferencial dos materiais frente aos processos de erosão e sedimentação.

Demek (1967) ao se questionar sobre a representação propôs três níveis de reprodução cartográfica para escalas grandes ou de detalhe, que se configura nos três táxons por ele assim definidos em ordem crescente:

1º táxon – de menor dimensão espacial chamou de “Superfícies Geneticamente Homogêneas”;

2º táxon – de dimensão intermediária chamou de “Formas de Relevo”;

3º táxon – de dimensão maior denominou de “Tipos de Relevo”.

Tal proposta é de significativo valor para a cartografia geomorfológica de escalas de detalhe tipo 1:5.000, 1:10.000, mas mostra-se deficiente quando deseja-se representar áreas maiores e mais complexas, que tendem a apresentar maior diversidade de categorias de formas. A menor unidade taxonômica é a superfície geneticamente homogênea {uma área uniforme geometricamente simples com uma ruptura de vertente mais distinta, geralmente de um tamanho superior a algumas dezenas de m^2 a alguns km^2 (Spiridonov, 1952; Yermolov, 1958; 1964)}, sendo o resultado de um processo geomorfológico ou de um conjunto de processos atuando em uma determinada direção.

Durante esta atividade, segundo Demek (1967), aparece uma superfície ocupando outra posição no espaço em que se encontrava a área plana anterior. A origem das superfícies geneticamente homogêneas está condicionada a processos de três tipos: Processos Endógenos, Exógenos (erosão, denudação e acumulação) e, os Processos devido às Atividades Antrópicas.

De acordo com Demek (1967) as superfícies geneticamente homogêneas criam as formas do relevo, que aparecem devido aos mesmos processos, mas normalmente correspondem a estágios mais longos no desenvolvimento do relevo. Suas dimensões variam sobre uma classe relativamente grande, acima de algumas centenas de m^2 a centenas de km^2 – terraços de acumulação dos rios, erosão-denudação (escarpa do terraço).

Ross (1992) afirma que a cartografia dos fatos geomorfológicos através do uso de sensores como o radar e satélite no Brasil têm sido executados basicamente para escalas médias (1:50.000; 1:100.000) e pequenas (1:250.000; 1: 500.000 e 1:1.000.000). O procedimento técnico operacional para ambos os trabalhos foi o de identificação visual dos diversos padrões de formas semelhantes, que se definem pelo aspecto fisionômico da rugosidade topográfica ou das diferentes intensidades dos padrões de dissecação do relevo.

Dessa forma, o mesmo autor *op.cit.* relata que a base da cartografia têm sido a identificação e batismo de “manchas” de padrões de formas de relevo semelhantes entre si. No âmbito metodológico, o IPT, utilizou o chamado “Sistemas de Relevos” aplicado anteriormente no mapeamento sistemático da Austrália, enquanto o Projeto Radambrasil desenvolveu quatro metodologias ao longo dos 15 anos de atividades, na tentativa de aprimorar a qualidade da informação cartografada.

Na fase inicial a cartografia representava padrões de formas diversos e tentou-se agrupá-los por superfícies ou níveis altimétricos, acreditando-se na relação intrínseca entre níveis topográficos e superfícies de aplanamento. Na segunda fase manteve-se essa concepção, mas alterou-se de modo significativo a maneira de identificar os padrões de formas acrescentando além de letras símbolos, números arábicos que indicavam a dimensão interfluvial média e o grau de entalhamento médio dos vales, apoiados em uma matriz de índices de dissecação do relevo. Na terceira fase manteve-se o mesmo tipo de tratamento para os padrões de formas, mas incorporou-se a concepção de Unidades Geomorfológicas, inspirada na proposta metodológica de Ab’Saber (1969). A quarta fase procurou dar um tratamento mais genético às formas de relevo cartografadas, incorporando-se a concepção de Unidades Morfoestruturais, Unidades Geomorfológicas e Padrões de Formas Homogêneas, inspiradas em Tricart (1965). (ROSS, 1992).

Moneche (2009) afirma que a conceituação de morfoestrutura e morfoescultura foi um importante passo dado pela geomorfologia no sentido de harmonizar os elementos constituintes de sua representação cartográfica o que permitiu a valorização dos aspectos estruturais e esculturais do relevo. A morfoestrutura está relacionada aos fatores endógenos, sua gênese e idade, enquanto que a morfoescultura corresponde aos aspectos exógenos e seus modelados característicos impressos na superfície terrestre.

Ao exemplificar o processo construtivo, Ross (1990) suscita alguns questionamentos que permeiam tal elaboração e levam seu organizador a pensar sobre:

- ❖ O que será considerado como forma de relevo?
- ❖ Como serão agrupadas e classificadas as formas?
- ❖ Como representá-las?

De certa forma, Ross (1990) aponta que, na verdade, a pesquisa geomorfológica torna-se dependente da escala de trabalho e do mapeamento final. Nem sempre é possível operacionalizar uma pesquisa em escalas de trabalho e conformação final iguais sendo comum a utilização de duas ou três escalas diferentes.

Para Ross (1990) a questão escalar suscita ainda a relação entre taxonomias do relevo e representação gráfica. A dimensão das formas e dos processos a serem cartografados deve ser relacionada com a resolução final em que será apresentada a carta geomorfológica normatizada. Ou seja, quanto maiores forem as feições, mais genérico poderá ser o trabalho, favorecendo-se de escalas pequenas. Entretanto, quanto menores forem as formas, maior deve ser a escala, priorizando o máximo de resolução possível.

A produção da carta geomorfológica é um processo empírico que exige tanto o trabalho de gabinete quanto de campo, amplamente amparados pela utilização de cartas topográficas e seus subprodutos - hipsometria, hidrografia e clinometria -, cartas geológicas, pedológicas, de uso e ocupação do solo e imagens de sensoriamento remoto. (MONECHE, 2009).

Para Tricart (1965) os mapas geomorfológicos são o documento de base ao qual se chega à pesquisa moderna, aquele que permite expressar totalmente e de concluir com resultados mais seguros: o controle de um mapa permite geralmente reconhecer as insuficiências da observação ou da coordenação dos trabalhos de campo.

De acordo com Tricart (1963) *apud* Ross (1990), sua elaboração é uma importante ferramenta na pesquisa do relevo, na medida em que norteia todo o trabalho e, quando concluída, torna-se síntese deste. Desse modo, os materiais escolhidos e as metodologias e técnicas de campo e gabinete a serem aplicadas estão intimamente atreladas ao resultado final intentado que, por sua vez, são moldados ao longo da pesquisa geomorfológica de cunho cartográfico.

Nos tempos atuais, diante da hegemônica ideia de que o relevo é resultado do antagonismo entre forças endógenas e exógenas pretéritas e atuais, sua compreensão passa por uma interpretação dinâmica que tem como ponto forte de construção, correlação e síntese, a carta geomorfológica. Dessa forma, esse instrumento tão importante para as pesquisas nessa área do saber, torna-se igualmente relevante para estudos de caracterização ambiental, de planejamento físico territorial, de instalação de grandes projetos de engenharia e de exploração mineral. (ROSS, 1990).

Para Ross (1992) a cartografia geomorfológica deve mapear concretamente o que se vê e não que se deduz da análise geomorfológica, portanto em primeiro plano os mapas geomorfológicos devem representar os diferentes tamanhos de formas de relevo, dentro da escala compatível. Em primeiro plano devem-se representar as formas de diferentes tamanhos, e em planos secundários, a representação da morfometria, morfogênese e morfocronologia, que têm vínculo direto com a tipologia das formas.

Devem-se aplicar para a cartografia geomorfológica os mesmos princípios adotados para a cartografia de solos e de geologia, onde se representa o que estes temas têm de concreto, ou seja, os tipos de solos e as formações rochosas, para a seguir dar outras informações relativas à idade, à gênese e às demais características de um modo descritivo no corpo da legenda. A sobrecarga de informações com manchas, ornamentos, símbolos lineares contidas no interior dos mapas os tornam muito ricos, entretanto extremamente difíceis de serem utilizados.

De acordo com Ross (1992), o acesso a outras propostas metodológicas como as de Demek (1967); Basenina, Aristarchova, Luksov (1972) e Mecerjakov (1968) em associação com a experiência acumulada em mapeamentos com imagens de radar e fotografias aéreas, chegou-se a algumas outras soluções tanto a nível metodológico quanto técnico, contidas em Ross (1990).

Atualmente a evolução tecnológica do mapeamento terrestre e do conhecimento mais pormenorizado dos fenômenos atuantes sobre o relevo apresenta-se com uma importância ímpar; a modificação imposta pelo homem sobre o planeta tem contribuído com a intensificação de eventos extremos.

Nesse sentido, a geomorfologia, ciência que trata do conhecimento sobre o relevo e os processos atuantes em superfície e subsuperfície, têm procurado também evoluir suas técnicas junto ao uso das inovações em SIGs para que, possa servir de subsídios para trabalhos regionais, locais e de planejamento sobre o uso e ocupação da terra. Predizer os acontecimentos, hoje, se faz mais necessário do que antes, quando a preocupação era de conhecer e localizar fenômenos, atualmente etapas já estabelecidas pelo conhecimento científico. A necessidade maior agora é de produzir conhecimento que possa responder às demandas atuais, que quase sempre são urgentes e as futuras, na tentativa de minimizar situações de risco. (FLORES, 2012).

O mapeamento geomorfológico, juntamente com as novas técnicas de cartografia, deve estar associado a esta premissa no que tange à antecipação dos fatos e deve compor o bojo das ciências que compõem aquelas que tratam do conhecimento e cuidado ambiental. (FLORES, 2012).

As investigações geomorfológicas, em especial a cartografia do relevo, ganham importância ainda maior em áreas prioritárias para a preservação ambiental, que comporta elevado grau de biodiversidade. (GONTIJO, 2008).

Para Tricart (1965) *apud* Casseti (1994), o mapa geomorfológico representa uma melhor compreensão das relações espaciais e permite diversos tipos de tratamento, de acordo com o interesse da pesquisa.

Os mapeamentos temáticos para Oliveira e Rodrigues (2007), são essenciais para o planejamento físico-ambiental, já que a localização dos fatos permite representar e tentar compreender as formas do relevo e a dinâmica dos processos. Os estudos geomorfológicos envolvendo o mapeamento assumem grande importância ao serem abordados no contexto geográfico, pois apresentam grandes contribuições no que tange ao planejamento e gestão territorial.

Coltrinari (1984, pág. 96), a respeito do mapeamento, registrou que as cartas geomorfológicas de detalhe possibilitam a descrição completa dos elementos do relevo e do modelado, além de permitirem a descrição completa dos elementos do relevo e do modelado, além de permitirem abranger em um estudo único informações sobre a “morfometria, morfografia, dinâmica e cronologia das formas”, dados esse importante que traduzem informações como dimensões das formas, padrões morfológicos, morfogênese e processos atuantes sobre o modelado. Esse autor (*op. cit.*), ainda esclarece que cartas geomorfológicas de detalhe (escala 1:25.000) apresentam características diferenciadas, pois priorizam a apresentação de processos que criam formas e o próprio modelado, possibilitando a observação na carta de objetos e até tamanho decamétrico.

Rodrigues (1997, 1999, 2000 e 2005) apresenta uma cartografia geomorfológica que não mais se baseia exclusivamente em elementos apresentados pela natureza, mas defende um tratamento de pesquisa geomorfológica sedimentado também nas interferências antrópicas. Essa abordagem diferencia-se das outras por considerar a ação humana uma ação geomorfológica (Geomorfologia Antropogênica).

Argento (2001) atribui à geomorfologia uma capacidade multidisciplinar, o que faz dela arcabouço importante em projetos de cunho de gerenciamento ambiental, mediante cruzamento com outros mapeamentos temáticos, bem como a partir da integração de suas concepções para tomadas de decisões mais interdisciplinares.

A cartografia geomorfológica detalhada proporciona o levantamento preciso dos dados de observação que se referem ao relevo e do modelado da região e que são importantes para sua explicação. Os mapas e cartas provenientes do mapeamento geomorfológico constituem documento que podem auxiliar paralelamente a outros dados físicos uma abordagem mais interdisciplinar. (FLORES, 2012).

Os dados, quando postados corretamente, precisos e definidos conforme pesquisa proposta torna a representação gráfica de fácil entendimento e clareza. Assim, uma boa descrição apresenta, por exemplo, dados morfográficos que fazem referência às formas de relevo. (FLORES, 2012).

Para Flores (2012) as formas de dissecação também são relevantes em um mapeamento de detalhe, visto que formas que podem em uma escala parecer coincidentes em um mapeamento de detalhe apresentam características morfográficas diferentes, denotando processos distintos de formação, além de constituírem unidades singulares, por sua vez, as áreas de acumulação também se apresentarão de uma maneira coincidente com o processo atuante, conferindo ao relevo um caráter morfoclimático próprio. Os dados morfométricos representam outro corpo de dados que conferem a análise elementos importantes na representação, pois dão a dimensão métrica e a variação de valores verticais e horizontais da área estudada.

Os dados estruturais nos mapeamentos geomorfológicos são necessários, porque apresentam a relação do relevo com o quadro rochoso, possibilitando depreender os dados geológicos necessários que definem resistência à erosão.

Por conseguinte, os dados morfogenéticos complementam os estudos, pois apresentam as condições que foram necessárias para a elaboração do relevo e que pode ser observado em campo através do mapeamento. Assim, o mapeamento geomorfológico possibilita as expressões que se sucedem no tempo sobre as formas do relevo, nos oferece uma expressão gráfica dessas mudanças em termos cronológicos, bem como modificações pontuais de um instante atual. (FLORES, 2012).

Verstappen e Zuidan (1975) salientam que o mapeamento geomorfológico é uma ferramenta de enorme valor para a caracterização dos recursos naturais. Os mapeamentos podem ser de três tipos:

- ❖ Mapas Preliminares: confeccionados antes do trabalho de campo e elaborados através da fotointerpretação;
- ❖ Mapas com fins gerais: originados da investigação geomorfológica pura proveniente do trabalho de um geomorfólogo competente;
- ❖ Mapas com fins especiais: provenientes das investigações geomorfológicas aplicadas podem ser mapas de morfoconservação e mapas hidromorfológicos.

Quanto à escala, os autores apresentam duas grandes divisões, Mapas de Escalas Grandes e Médias que são de duas classes distintas:

- Mapas detalhados: verificados no terreno com menor generalização;
- Mapas semi-detalhados: em grande parte verificada nos terrenos e com maior generalização;
- Mapas de pequena escala, também divididos em duas classes;
- Mapas com um padrão de qualidade: de escala pequena, reduzidos e generalizados, a partir de levantamentos semi-detalhados;
- Mapas de reconhecimento: verificados apenas em áreas-chave, com extrapolações e generalizações extensivas.

Tricart (1965) aponta que a carta geomorfológica detalhada deve fornecer descrição racional de todos os elementos do relevo estudado, abordando toda a área de pesquisa, além da superposição de formas. Cartas de detalhe apresentam, fatos morfoestruturais e o entendimento da dinâmica climática local nos indicam a gênese das formas esculturais. O mesmo autor considera que as cartas geomorfológicas de detalhe devem comportar quatro tipos de informação:

- ✓ Morfometria – atributos do relevo possíveis de mensuração, os quais possibilitam a compreensão da morfologia do sistema, os elementos representativos podem ser as curvas de nível, drenagem, declive das vertentes, etc.;
- ✓ Morfografia – é identificada pelos símbolos que localizam e espacializam as formas de relevo, devem repassar a ideia dos processos que deram origem às formas;
- ✓ Morfogênese – os símbolos compreendem origem e gênese das formas;
- ✓ Cronologia – os símbolos denotam o momento histórico da morfogênese da área e região nas quais as formas se desenvolveram.

Para Tricart (1965), a gênese das formas superficiais está imbricada à resistência das mesmas e à atuação dos processos e características do embasamento litológico, tendo no mapeamento geomorfológico uma maneira de identificar tais premissas.

Verstappen e Zuidam (1975) avaliam que tal mapeamento colabora para um documento cartográfico consistente e sistemático do relevo, além dos fatos associados, enfatizando a identificação das formas da área de estudo.

A representação cartográfica apresenta-se como um dos instrumentos fundamentais na organização das atividades do homem sobre a superfície terrestre. Christofolletti (1995) afirmou que o modelado terrestre é parte do sistema ambiental-físico e território das atividades humanas em suas organizações espaciais.

Cunha, Mendes e Sanches (2003) apontam que a avaliação das formas de relevo para a ocupação reflete-se na legislação e que muitas regulamentações sobre o uso do território baseiam-se não apenas nas formas do relevo, mas, sobretudo, em seus atributos, como distância mínima dos leitos fluviais e nascentes, declives e outros aspectos.

3.2. Fragilidade Ambiental, o Relevo e a Paisagem

Os conhecimentos geomorfológicos são fundamentais no processo de análise da susceptibilidade natural dos terrenos aos processos erosivos e fragilidades ambientais, podendo subsidiar o entendimento de fenômenos como erosões, inundações, instabilidade de terrenos e movimentos de massa, além de auxiliar na identificação das potencialidades e fragilidades naturais dos terrenos frente aos diversos tipos de uso e apropriação dos solos. (SANTOS e SOBREIRA, 2008).

As modificações tecnológicas, sociais, econômicas e ambientais tem sido uma constante nas últimas décadas, principalmente em função das intervenções antrópicas, dessa forma os sistemas ambientais apresentam maior ou menor fragilidade conforme suas condições genéticas. Qualquer alteração no relevo, solo, vegetação, clima e recursos hídricos acarretam o comprometimento funcional do sistema, quebrando o seu estado de equilíbrio dinâmico. Estas variáveis tratadas de forma integrada possibilitam obter um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais. (SPÖRL e ROSS, 2004).

De acordo com Ross (1993; 2006) a fragilidade dos ambientes naturais face às intervenções humanas é maior ou menor em função de suas características genéticas. Pode-se estabelecer paralelismo entre o avanço da exploração dos recursos naturais com o cada vez mais complexo desenvolvimento tecnológico, científico e econômico das sociedades humanas.

A identificação dos ambientes naturais e suas fragilidades potenciais e emergentes proporcionam uma melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial, servindo de base para o zoneamento e fornecendo subsídios à gestão do território. (SPÖRL e ROSS, 2004).

No contexto da análise integrada do ambiente, na perspectiva de sua dinâmica, Tricart e Kiewietdejonge (1992) consideram que a análise morfodinâmica é essencial para entender o comportamento do ambiente para o uso racional da terra e avaliação da suscetibilidade de certos tipos de riscos de uso da terra à degradação ambiental.

Para Amaral e Ross (2009) a análise da fragilidade ambiental deve seguir os critérios de avaliação da proposta metodológica de Ross (1994) desenvolvida com base nas concepções de Ecodinâmica e Ecossistema, definidas em trabalhos anteriores como o de Tricart (1977).

De acordo com Ross (1993) o conhecimento das potencialidades dos recursos naturais passa pelos levantamentos dos solos, relevo, rochas e minerais, das águas, do clima, da flora e fauna, enfim de todos os componentes do estrato geográfico que dão suporte a vida animal e do homem.

Para análise da fragilidade, entretanto exige-se que esses conhecimentos setorizados sejam avaliados de forma integrada, calcada sempre no princípio de que a natureza apresenta funcionalidade intrínseca entre os seus componentes físicos e bióticos. (ROSS, 1993).

Para Spörl (2007) as condições de estabilidade/equilíbrio do sistema podem ser rompidas através de alterações realizadas em qualquer um dos componentes da natureza, gerando instabilidade. Qualquer intervenção realizada, não respeitando as vulnerabilidades do sistema, pode acarretar alterações na sensibilidade da paisagem em função do rompimento de seus limiares, resultando então na fragilidade deste sistema.

De acordo com a autora *l. c.*, a maior ou menor facilidade com que este limiar pode ser rompido depende tanto das características “genéticas” dos sistemas ambientais quanto do uso que se faz da terra, desta forma dependendo destas variáveis o ambiente pode ser classificado em diferentes níveis de fragilidade.

O termo fragilidade ambiental está ligado à susceptibilidade do sistema de sofrer intervenções, ou de ser alterado. Quando é quebrado o estado de equilíbrio dinâmico o sistema pode entrar em colapso, passando para uma situação de risco. A desestabilização do sistema pode ter como indutores tanto processos naturais quanto ações antrópicas. (SPÖRL, 2007).

Vitte e Santos (1999) descrevem o termo fragilidade do meio como ambiente de risco, ou risco ambiental, o qual se define como perigo ou possibilidade de perigo ou perda que estão vinculadas à percepção humana da dinâmica da natureza. Fragilidade ambiental é o grau de susceptibilidade a qualquer tipo de dano, ou seja, está relacionado aos ambientes em situação de risco. Dentre os fenômenos de risco mais frequentes destacam-se as erosões, os deslizamentos de encostas, o assoreamento de cursos d’água e as inundações.

As fragilidades ambientais naturais devem ser avaliadas quando se pretende aplicá-la ao planejamento ambiental territorial, baseada no conceito de Unidades Ecodinâmicas preconizadas por Tricart (1977).

Dentro dessa premissa ecológica o ambiente é analisado sob o prisma da Teoria de Sistemas que parte do pressuposto de que na natureza as trocas de energia e matéria se processam por meio de relações em equilíbrio dinâmico. Esse equilíbrio, entretanto, é frequentemente alterado pelas intervenções do homem nos diversos componentes da natureza, gerando estado de desequilíbrios temporários ou até permanentemente. (AMARAL e ROSS, 2009).

De acordo com Ross (1994), para se obter um panorama das condições de susceptibilidade do sistema é necessário realizar um estudo integrado dos elementos componentes do estrato geográfico que dão suporte à vida animal e ao homem, os quais analisados e inter-relacionados geram um produto analítico sintético que retrata a situação da área de estudo. Esta análise integrada permite obter um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais, resultando na carta síntese de Fragilidade/Vulnerabilidade Ambiental.

Esta carta síntese de vulnerabilidade ambiental, segundo Becker e Egler (1997) constitui um dos produtos síntese intermediário e representa a contribuição oferecida pelo meio físico-biótico à ocupação racional do território e o uso sustentável dos recursos naturais. Conforme exposto em Câmara *et al.* (2001), na perspectiva moderna de gestão do território, toda ação de planejamento, ordenação ou monitoramento do espaço deve incluir a análise dos diferentes componentes do ambiente, incluindo o meio físico-biótico, a ocupação humana e seu inter-relacionamento.

A análise integrada dos ambientes naturais, proposta por Ross (1994), é fundamentada na concepção de Tricart (1977) a qual enfatiza a importância de se considerar no planejamento “não somente as potencialidades dos recursos naturais, mas, sobretudo as fragilidades dos ambientes naturais face às diferentes inserções dos homens na natureza”.

Ross (1994) e Spörl (2007) afirmam que as variáveis relevo, solo, rocha, clima e uso da terra/cobertura vegetal, apresentam uma relação extremamente dinâmica e complexa e uma alta interdependência. Ou seja, nos estudos ambientais nada está dissociado, todos os fenômenos se inter-relacionam, se completam e possuem uma dinâmica conjunta. Daí a necessidade de se analisar conjuntamente todas as variáveis.

Segundo Ross (1994) estes estudos devem refletir a interação dos conhecimentos destas variáveis, baseando-se sempre no princípio de que a natureza apresenta uma funcionalidade intrínseca entre suas componentes físicas e bióticas e desta maneira, torna-se possível analisar a fragilidade destes ambientes.

A carta de fragilidade ambiental, segundo Ross (1994) auxilia o diagnóstico-síntese que pode nortear as intervenções antrópicas futura e corrigir as presentes. É, portanto, um instrumento importante no trabalho de planejamento físico territorial.

Tricart (1977) definiu que os ambientes, quando estão em equilíbrio dinâmico são estáveis, quando em desequilíbrio são instáveis. Esses conceitos foram utilizados por Ross (1990), oportunidade que inseriu novos critérios para definir as Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Unidades Ecodinâmicas Instáveis, sendo essas definidas como sendo aquelas cujas intervenções antrópicas modificaram intensamente os ambientes naturais através dos desmatamentos e práticas de atividades econômicas diversas, enquanto as primeiras são as que estão em equilíbrio dinâmico e foram poupadas da ação humana, encontrando-se, portanto em seu estado natural.

Para que esses conceitos pudessem ser utilizados como subsídio ao Planejamento Ambiental, Ross (*op. cit.*) ampliou o uso do conceito, estabelecendo as Unidades Ecodinâmicas Instáveis ou de Instabilidade Emergente em vários graus, desde Instabilidade Muito Fraca a Muito Forte. Aplicou o mesmo para as Unidades Ecodinâmicas Estáveis, que apesar de estarem em equilíbrio dinâmico, apresentam Instabilidade Potencial qualitativamente previsível face as suas características naturais e a sempre possível inserção antrópica. Deste modo as Unidades Ecodinâmicas Estáveis, apresentam-se como Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial em diferentes graus, tais como as de Instabilidade Emergente, ou seja, de Muito Fraca a Muito Forte.

Para Amaral e Ross (2009), no entanto, a ação antrópica na natureza afeta a funcionalidade do sistema e induz aos processos degenerativos. Normalmente, busca-se o retorno técnico e econômico imediato, sem prognosticar as conseqüências passíveis de ocorrer em longo prazo devido a essas intervenções. Com base nesses fatos acredita-se que todo planejamento deva considerar as potencialidades dos recursos naturais, mas, sobretudo, as fragilidades diante das diferentes intervenções antrópicas na natureza.

A classificação de Ross (1994) identifica as Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial (Estáveis) como sendo aquelas que estão em equilíbrio dinâmico em seu estado natural, porém, há uma instabilidade potencial contida nelas diante da possibilidade da intervenção antrópica.

Já as Unidades Ecodinâmicas Emergente (Instáveis) foram definidas por Ross (1994) como sendo os ambientes naturais que foram modificados intensamente pelo homem com desmatamentos, agriculturas, industrialização e urbanização, ambientes antropizados.

Para se obter a classificação das unidades ecodinâmicas é necessário proceder a levantamentos de dados sobre o uso da terra (componente antrópica) e de relevo, solos e climas (componentes ambientais), que se constituirão fatores determinantes dos graus de fragilidade ambiental. Os fatores e os respectivos elementos que os compõem, considerados nesta análise, são dispostos na Tabela 1.

Tabela 1: Fatores e elementos de análise para determinação da fragilidade ambiental.

Fatores de Análise para Fragilidade Ambiental	Elementos
Uso da Terra/Cobertura Vegetal	-Densidade da Cobertura Vegetal. - Presença e práticas conservacionistas
Relevo	- Tipos de Vertentes. Índices de Declividade.
Solos	- Textura (análise granulométrica). -Profundidade/espessura dos horizontes superficiais e subsuperficiais. -Permeabilidade/compactação
Clima	Distribuição anual e intensidade pluviométrica.

Organização: AMARAL, 2008.

Cada um dos fatores analisados deve ser hierarquizado em graus de fragilidade, que variam entre muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto. A composição final do grau de fragilidade é a associação dos quatro fatores analisados, em que o fator uso da terra/cobertura vegetal é preponderante para determinar a classificação da Unidade Ecodinâmica (AMARAL e ROSS, 2009).

Assim, a associação numérica representa um dígito para o grau de proteção aos solos pela vegetação (natural ou cultivada), variando da mais protetora a menos protetora, outro para a intensidade de dissecação do relevo ou declividade, outro para a suscetibilidade à erosão dos tipos de solos, do menos suscetível ao mais suscetível, e, finalmente, o quarto dígito, referente aos tipos de comportamento pluviométrico.

Desta forma, o estudo da fragilidade ambiental se constitui num passo indispensável à medida que, atualmente, é cada vez mais necessário conhecer e compreender a dinâmica do sistema e as transformações dele decorrentes para subsidiar o planejamento nas definições das ações prioritárias a serem tomadas, destinadas a assegurar a qualidade dos recursos hídricos e do solo, e a conservação da biodiversidade.

Quando se fala em vulnerabilidade e ou fragilidade ambiental, faz-se referência aos vários desequilíbrios que são impostos aos sistemas naturais, entre eles destacam-se as erosões, que são caracterizadas como processos naturais de desagregação, decomposição, transporte e deposição de materiais de rochas e solos que vem agindo sobre a superfície terrestre desde os seus princípios. (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999).

Contudo, a ação humana sobre a paisagem contribui de forma rápida e, até exagerada, para a aceleração do processo, trazendo como conseqüências, a perda de solos férteis, a poluição da água, o assoreamento dos cursos d'água e reservatório e a degradação e redução da produtividade tanto dos ecossistemas terrestres quanto aquáticos.

Os processos erosivos são condicionados basicamente por alterações do sistema, provocadas pelo uso do solo nas suas várias formas, desde o desmatamento e a agricultura, até obras urbanas e viárias, que, de alguma forma, propiciam a concentração das águas de escoamento superficial. (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999; SPÖRL, 2007).

A erosão do solo constitui a principal causa de esgotamento das terras. As enxurradas provenientes das águas de chuva que não ficaram retidas sobre a superfície, ou não se infiltraram, transportam partículas de solo em suspensão e elementos nutritivos essenciais em dissolução. Outras vezes, esse transporte de partículas de solo se verifica pela ação do vento. (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1999).

Dentre os principais fatores que influenciam no processo erosivo destacam-se a chuva, o solo, a topografia, a cobertura vegetal e a ação antrópica, assim como, o desmatamento e as formas de uso e ocupação do solo.

Bertoni e Lombardi Neto (1999) afirmam que é importante detectar os lugares onde a erosão apresenta-se em estágio mais avançado, visando definir medidas de correção e proteção ao meio, determinar as zonas mais sensíveis à erosão ao se planejar uma mudança de uso do solo e detectar os lugares onde o fenômeno erosivo é ou pode ser mais intenso com o propósito de se evitar prejuízos sobre obras a serem executadas. Tornou-se relevante, portanto, dimensionar nos estudos a erosão atual (erosão que existe em um determinado lugar, no momento presente) e a erosão potencial (susceptibilidade à erosão).

4 – O CONCEITO DA PAISAGEM NA ANÁLISE AMBIENTAL

A análise da paisagem na ótica geográfica perpassa não só pelas observações empíricas, mas pelo uso dos vários ramos da ciência e da tecnologia que se ocupam com a pesquisa ambiental. De acordo com Ross (1995) a pesquisa ambiental na Geografia tem como objetivo entender as relações das sociedades humanas com a natureza dentro de uma perspectiva absolutamente dinâmica nos aspectos culturais, sociais, econômicos e naturais.

Seguindo os pressupostos geossistêmicos de Sotchava (1976), acredita-se que a preocupação central dos estudos da Geografia Física, não é simplesmente estudar os componentes da natureza, mas sim, as conexões entre eles, o estudo não deve ficar restrito a morfologia da paisagem e suas subdivisões, mas extrapolar para o estudo da sua dinâmica, não deixando de lado a conexão entre o homem e a natureza.

De Martonne (1959) *apud* Cruz (1985) fez duas considerações a cerca da geografia física: a 1ª considera as paisagens naturais como objeto da geografia física e como o produto de combinações complexas sob um plano histórico, na mesma escala cronológica da vida humana. Na 2ª, as paisagens naturais nada mais seriam que um corte momentâneo de uma evolução contínua durante a qual a crosta continental e oceânica se deforma, se desgasta, as rochas se desagregam, o nível marinho sofre mudanças, o clima se modifica e com ele a vegetação.

Para De Martonne (1959) *apud* Cruz (1985) a interação dos fatores múltiplos dos sistemas erosivos que elaboram as paisagens tais como os estruturais, climáticos, topográfico-geomorfológicos, comportamento da água, composição do solo e pedogênese, gênese e gasto das vertentes, aplainamentos, ações biológicas; enfim tudo o que se passa desde as vertentes aos rios e oceanos, pela solidariedade estreita entre as diferentes ordens de fenômenos, dão uma compartimentação morfoestrutural e identificam os domínios naturais nas diversas zonas do globo, como p.ex., o da floresta tropical úmida.

Grigoriev (1968) destaca o caráter dinâmico e interativo entre os diversos estratos geográficos terrestres, compostos pela crosta terrestre, hidrosfera, troposfera, cobertura vegetal e reino animal, que em conjunto, definem os ambientes onde vivem os homens. O estrato geográfico só pode ser estudado com sucesso, quando o efeito da sociedade humana e de seus modos de produção sobre a natureza for levado em consideração. Sendo assim, nossa tarefa é estudar os componentes do estrato geográfico como partes de um todo, não isoladamente.

Para Cruz (1985) a dinâmica das paisagens leva em conta, de maneira substancial, o mecanismo e a dinâmica dos processos geomórficos, levantados, observados e medidos através da fotointerpretação em escalas maiores, das observações e medidas pontuais nos trabalhos de campo e de laboratório. Porém, a dificuldade está em conciliar dados e interpretações sobre os processos atuais com a explicação da evolução geral das paisagens.

De acordo com Monteiro (1978):

O Geossistema é um sistema singular, complexo, onde interagem elementos humanos, físicos, químicos e biológicos, e onde os elementos sócio-econômicos não constituem um sistema antagônico e oponente, mas sim estão incluídos no funcionamento do próprio sistema.

Segundo Troppmair (1988), a paisagem é um sistema espacial dinâmico de fenômenos naturais e sócio-econômicos. A paisagem é uma realidade independente da presença do homem. Se este estiver presente, introduz modificações, ou mesmo, desequilíbrio nesta realidade.

Christofolletti (1999) afirma que a paisagem constitui-se no campo de investigação da Geografia, onde se permite que o espaço seja comprometido como um sistema ambiental, físico e sócio-econômico, com estruturação, funcionamento e dinâmica dos elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos.

As relações e distribuições espaciais desses fenômenos são compreendidas na atualidade com o estudo da complexidade, inerente às organizações espaciais (Christofolletti, 2004). Nessa perspectiva, a ciência da paisagem vai corresponder ao encontro entre a ecologia e a geografia, e o geossistema será a projeção do ecossistema no espaço sobre o substrato abiótico. (CRUZ, 1985 *apud* ROUGERIE e BEROUTCHACHVILI, 1991).

Bolós (1981) afirma que a paisagem, em sua abordagem sistêmica e complexa, será sempre dinâmica e compreendida como o somatório das inter-relações entre os elementos físicos e biológicos que formam a natureza e as intervenções da sociedade no tempo e no espaço, em constante transformação. A dinâmica e evolução da paisagem são determinadas por processos políticos, econômicos e culturais.

Soares (2001) destaca que a paisagem é composta por características homogêneas, cujos limites ultrapassam as demarcações jurídicas e administrativas, sendo delimitada por elementos naturais, como bacias hidrográficas, e as formas de uso da terra.

A identificação de áreas como unidade ambiental e as intervenções por esta sofrida ao longo de sua história conduzem “o estudo da paisagem na aplicação de métodos e técnicas as mais variadas, mas necessários na identificação, classificação, diagnóstico, prognóstico e análise da mesma”.

Nessa perspectiva, a Geografia Física caracteriza-se como uma ciência de integração e síntese, pois inclui o ser humano e suas atividades nas análises dos aspectos físicos da natureza. A necessidade de estudos que possam subsidiar o planejamento do ambiente, e que sejam abrangentes e capazes de avaliar a degradação crescente dos recursos naturais, aponta para uma visão holística e integrada do diagnóstico e avaliação das características e funcionamento dos elementos que compõem os sistemas ambientais físicos, sociais e econômicos. (JARDI, 1990).

Para Delpoux (1974) qualquer parte, sem exceção, da superfície terrestre constitui uma paisagem, um setor, ou um mosaico de paisagens. Todos os casos concretos de paisagens (biótica, abiótica e antrópica) podem ser divididos em duas unidades elementares: o suporte e suas características (forma, cor, textura, micro-relevo); e a cobertura desta forma com seus próprios caracteres.

De acordo com Delpoux (1974) tais são os dois constituintes fundamentais das paisagens, cada um deles integrando a ação como fatores próprios: o suporte está ligado às características geológicas no sentido mais amplo (orogênese, estratigrafia, litologia), climáticas por parte (tipo de erosão), antrópicas (barragens, grandes obras); a cobertura materializa a influência dos parâmetros climáticos, pedológicos, biológicos (florístico, faunístico) e, entre eles, do parâmetro antrópico (pressão humana atual ou passada, reflexo da atividade sócio-econômica: industrialização, urbanização, atividades artísticas).

Por outro lado, Delpoux (1974) afirma que ainda que sofrendo em parte a influência dos mesmos fatores, forma e cobertura apresentam uma variação independente no espaço e no tempo, o que conduz a diversidade de tipos de paisagens em consequência da variação muito grande de combinações possíveis entre as duas.

Assim é possível definir a paisagem como a entidade espacial correspondente a soma de um tipo geomorfológico e de uma cobertura no sentido mais amplo deste termo (da floresta à aglomeração e à zona industrial passando pelas culturas ou superfícies aquáticas). (DELPOUX, 1974).

Esta independência na distribuição dos dois constituintes fundamentais das paisagens leva, ao menos teoricamente, a uma diversidade mais ou menos derivada do acaso. Com efeito, em consequência de certa ordem na distribuição dos tipos geomorfológicos, e da influência destes nas particularidades próprias da cobertura, certa organização pode ser revelada na distribuição das paisagens. (DELPOUX, 1974).

Espaço, paisagem, unidade elementar da paisagem, tais são os três níveis importantes no estudo e na descrição do nosso meio. As realidades as quais eles correspondem constituem os objetos ou o material concreto de estudos. A paisagem apresenta o nível intermediário direta e indiretamente observável. Tratamentos sintéticos e analíticos são necessários respectivamente em direção aos níveis superior ou inferior. Nos dois casos implicam em metodologias adaptadas; destinadas a fornecer imagens dentro dos limites das possibilidades de observação (particularmente cartas). (DELPOUX, 1974).

Para Bolós (1981), o objetivo do estudo da geografia e da paisagem deve ser visto como uma realidade integrada, onde os elementos abióticos, bióticos e antrópicos aparecem associados de tal maneira, que os conjuntos podem ser trabalhados como um modelo de sistema. Para a referida autora, a paisagem aparece perceptível diretamente através de um sistema e a partir do modelo de processo, sendo possível se levantarem diagnósticos e prognósticos a partir das observações coletadas.

Segundo Bolós (1981), com a análise sistêmica no estudo da paisagem, a geografia se amolda ou se adapta a essa tendência através do estudo do geossistema, que corresponde a um modelo teórico, da mesma forma como o ecossistema, ou seja, não existindo na prática e correspondendo a uma construção mental e subjetiva da realidade.

Bolós *op cit.* ainda define a paisagem integrada como uma área geográfica, unidade espacial, cuja morfologia agrega uma complexa inter-relação entre litologia, estrutura, solo, flora e fauna, sob a ação constante da sociedade, que a transforma. Para a referida autora, corresponde, portanto, ao espaço geográfico onde as intervenções da sociedade alternam-se ao longo do tempo e sua dinâmica e evolução são determinadas por processos históricos e naturais.

Com relação à sua classificação, Bolós (1981) se baseia em três critérios fundamentais: o tipo de sistema, tamanho e tempo, enfatizando que se deve, inicialmente, efetuar um inventário dos elementos físico-naturais e sócio-econômicos, em que a paisagem será levada em consideração quanto à sua tipificação.

Na atualidade, conforme afirma Guerra e Marçal (2006) usam-se muito o conceito de suscetibilidade de paisagem em geomorfologia, que considera a paisagem como um sistema complexo composto de rochas, depósitos superficiais, relevo, solos, plantas, animais e sociedade. A paisagem sofre permanentes transformações espaciais e temporais em função da dinâmica dos processos.

Para Lima e Ribeiro (2012), a ciência geomorfológica encontra na investigação da paisagem uma abordagem integradora e sistêmica do espaço geográfico, que envolvem as formas de relevo e seus processos dinâmicos, e atualmente as atividades antrópicas, enquanto cultura e sociedade, atuante junto à natureza.

Para Bertrand (1971), paisagem é um termo pouco usado e impreciso, e por isto, cômodo, que cada um utiliza como lhe convém, na maior parte das vezes anexando um qualificativo de restrição que altera seu sentido – paisagem vegetal, etc. Emprega-se mais o termo meio, mesmo tendo este outro significado (“meio se define em relação a qualquer coisa; sendo impregnado numa finalidade ecológica que não é encontrada na palavra *paisagem*).

O conceito de “paisagem” ficou quase estranho à geografia física moderna e não tem suscitado nenhum estudo adequado. É verdade que tal tentativa implica numa reflexão metodológica e pesquisas específicas que escapam parcialmente à geografia física tradicional. Esta é, com efeito, desequilibrada pela hipertrofia da pesquisa geomorfológica e por graves carências em particular no domínio das ciências biogeográficas. Enfim, ela permanece essencialmente analítica e “separativa”, enquanto que o estudo das paisagens não pode ser realizado senão no quadro de uma Geografia Física Global.

Bertrand (1971; 2004) afirma que “paisagem é, em uma determinada porção do espaço, uma unidade caracterizada pela combinação dinâmica, portanto instável, dos elementos geográficos diferenciados (físicos, biológicos e antrópicos), e que o estudo desses elementos não pode ocorrer de forma isolada, no âmbito da climatologia, geomorfologia e ou biogeografia, p.ex., e que reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução”.

Ao contrário, a proposta metodológica da Geografia Física Global (Bertrand, 1972) é que a paisagem, categoria de análise geográfica, deve ser abordada do ponto de vista de sua totalidade, constituída pela relação indissociável dos seus componentes. Dentre os componentes físicos da paisagem, figura o relevo enquanto potencial ecológico em interação com a exploração biológica e a ação antrópica.

Bertrand (1971); Tricart (1976, 1977); Bolós (1981); Jardi (1990); Ross (1990); Troll (1997); Venturi (1997, 2004); Martinelli e Pedrotti (2001), discutem o dimensionamento territorial da paisagem devido à grande importância que o assunto vem ganhando frente às metodologias utilizadas de divisão e classificação da paisagem visando ao planejamento ambiental.

Venturi (2004) destaca que a dimensão da paisagem implica caracterizar qualquer área de estudo em qualquer escala de trabalho, desde que possa ser aceita na ciência geográfica. Isso acarreta, também, a considerar inúmeras possibilidades de dimensionamento, em função das diferentes perspectivas de análise.

Troll (1997) foi um dos primeiros autores a caracterizar a paisagem do ponto de vista da sua dimensionalidade, enfatizando que ela reflete transformações temporais e conserva testemunhos de outros tempos. Segundo o autor, para chegar à sua dimensionalidade, inicialmente se deve detectar e delimitar as suas diferenças para em seguida, através de seu conteúdo e limites, se chegar à compreensão da sua estrutura e classificá-la em diferentes escalas e territórios.

A necessidade de estabelecer a dimensão da área a ser investigada levou à definição de sistema de classificação em unidades, que representam o dimensionamento ou atribuições escalares ao conceito de paisagem (Bolós, 1981; Soares, 2001). A busca da representação daquilo que era observado aproximou a cartografia geomorfológica com os estudos voltados à paisagem, e a relação entre a área observada e sua representação pode ser solucionada pela taxonomia. (SOARES, 2001).

Dos sistemas de classificação da paisagem, talvez os mais conhecidos e trabalhados atualmente sejam as propostas apresentadas por Bertrand (1971) e Tricart (1977), que abordam o conceito de paisagem com o caráter dinâmico em contínua evolução.

Tricart (1965) apresenta uma das formas mais antigas de se subdividir a paisagem terrestre, onde apresenta uma classificação para o globo em oito níveis de grandeza espacial. Ele considera as quatro primeiras ordens de grandeza como global sob influência da estrutura, enquanto que as demais, como formações regionais diretamente ligadas ao clima, modelados de erosão e sedimentação. Essa classificação do globo terrestre norteia vários trabalhos que visam a dimensionar as diferentes formas e tamanhos do relevo, sob influência do clima e estrutura das rochas.

A concepção de escalas têmporo-espaciais em geomorfologia, de Cailleux e Tricart (1957), é referência para a taxonomia das unidades de paisagem de Bertrand (1972) e foram utilizadas como base geral de referência para todos os fenômenos geográficos. A escala cartográfica, articulada com a escala taxonômica, que ajusta a generalização ou o detalhamento da representação do relevo, é usada como elemento de delimitação e hierarquização de unidades de paisagem. O sistema geomorfo-genético, com os seus componentes bioclimáticos e dinâmicos, determinam o sistema de evolução geral da paisagem.

A seguir, fez-se uma breve exposição sobre a proposição de Bertrand (1972) para discussão da paisagem:

I - Análise da Paisagem:

1 – As classificações elementares – cada disciplina especializada no estudo de um aspecto de paisagem se apóia num sistema de delimitação mais ou menos esquemático formado de unidades homogêneas e hierarquizada, que se encaixam uma nas outras.

As classificações climáticas e pedológicas são também tão gerais como teóricas e, além disso, são bastante discutíveis. As paisagens ditas “físicas” são, com efeito, quase sempre amplamente remodeladas pela exploração antrópica. A divisão em parcelas, territórios, comunidades, quarteirões e “pays” vai então constituir um dos critérios essenciais da taxonomia das paisagens.

No entanto, a melhor aproximação do problema é fornecida pela vegetação que se comporta sempre como verdadeiro “reativador” do meio.

2 – As combinações bio-ecológicas – a biocenose é “um agrupamento de seres vivos, correspondendo, pela combinação e pelo número das espécies e dos indivíduos, a certas condições médias do meio, agrupamento de organismos ligados por uma dependência recíproca que se mantém por reprodução de maneira permanente.

As unidades biogeográficas superiores, como tundra, savana, floresta tropical úmida, são qualificadas de “biomas”, sendo massas relativamente homogêneas de vegetais e de animais, em equilíbrio entre elas, e com o clima. As “zonas ecológicas equipotenciais” poderiam servir de unidades intermediárias entre a biocenose e o bioma, tanto mais que elas tentam integrar certos dados geológicos e humanos.

Sobre essa noção de equipotencialidade ecológica com aplicação de métodos de análises multifatoriais estabelecidos por Berry no domínio da pesquisa sociopsicológica, Phipps determina as estruturas da “paisagem biogeográfica” e de definir matematicamente um “modelo biogeográfico” da paisagem.

3 – As primeiras sínteses geográfica – a “região natural” foi durante longo tempo o pilar da geografia francesa. “O termo de região de aplica... tanto a conjuntos físicos, estruturais ou climáticos como a domínios caracterizados pela sua vegetação” (CHOLLEY, 1951: 31). Realmente, a “região natural” escapa a toda definição racional tanto pelo conteúdo como pela superfície coberta.

II - A Síntese da Paisagem – “Todas as delimitações geográficas são arbitrárias e é impossível achar um sistema geral do espaço que respeite os limites próprios para cada ordem de fenômenos (Claval, 1967: 83-94), contudo, pode-se vislumbrar uma taxonomia das paisagens com dominância física sob a condição de fixar seus limites.

1º - A delimitação não deve nunca ser considerada como um fim em si, mas somente como um meio de aproximação em relação com a realidade geográfica. Em lugar de impor categorias pré-estabelecidas, trata-se de pesquisar as descontinuidades objetivas da paisagem.

2º - É preciso de uma vez por todas renunciar a determinar unidades sintéticas na base de um compromisso a partir das unidades elementares; seria certamente um mau método querer superpor, seja pelo método cartográfico direto, seja pelo método matemático (sistema de rede), o máximo de unidades elementares para destacar daí uma unidade “média” que não exprimiria nenhuma realidade por existir a estrutura dialética das paisagens.

3º - O sistema taxonômico deve permitir classificar as paisagens em função da escala, isto é, situá-las na dupla perspectiva do tempo e do espaço. Realmente, se os elementos constituintes de uma paisagem são mais ou menos sempre os mesmos, seu lugar respectivo e, sobretudo suas manifestações no seio das combinações geográficas dependem da escala têmporo-espacial. Existem para cada ordem de fenômenos “inícios de manifestação” e de “extinção” e por eles pode-se legitimar a delimitação sistemática das paisagens em unidades hierarquizadas.

Isto nos leva a dizer que a definição de uma paisagem é função da escala. No seio de um mesmo sistema taxonômico, os elementos climáticos e estruturais são básicos nas unidades superiores e os elementos biogeográficos e antrópicos nas unidades inferiores.

O sistema de classificação finalmente escolhido comporta seis níveis têmporo-espaciais; de uma parte a zona, o domínio e a região; de outra parte, o geossistema, o geofáceis e o geótopo.

1 – As Unidades Superiores – as pesquisas têm-se limitado às unidades inferiores. No entanto, pareceu necessário apresentar um sistema taxonômico completo. O qualificativo de zona deve ser imperativamente ligado ao conceito de zonalidade planetária. É então reservado aos conjuntos de 1ª grandeza (zona temperada). Na realidade, a zona se define primeiramente pelo seu clima e seus “biomas”, acessoriamente por certas megaestruturas (os escudos das áreas tropicais...).

O domínio corresponde a unidades de 2ª grandeza. A definição do domínio deve ficar suficientemente maleável para permitir reagrupamentos diferentes nos quais a hierarquia dos fatores pode não ser a mesma. A região natural situa-se entre a 3ª e 4ª grandeza.

2 – As Unidades Inferiores – foi necessário montar as peças das unidades globais inferiores à região natural. Surge 3 novas entidades: o geossistema, o geofáceis e o geótopo. Na verdade, geo “sistema” acentua o complexo geográfico e a dinâmica de conjunto; geo “fáceis” insiste no aspecto fisionômico e geo “topo” situa essa unidade no último nível da escala espacial.

a) Geossistema:

Figura 03: Esquema de definição teórica de geossistemas proposto por Bertrand (1971).

O geossistema situa-se entre 4ª e 5ª grandeza têmporo-espacial. Trata-se, portanto de uma unidade dimensional compreendida entre alguns kms² e algumas centenas de kms². É nesta escala que se sita a maior parte dos fenômenos de interferência entre os elementos da paisagem, e que evoluem as combinações dialéticas as mais interessantes para o geógrafo. Nos níveis superiores a ele só o relevo e o clima importam e, acessoriamente, as grandes massas vegetais. Nos níveis inferiores, os elementos biogeográficos são capazes de mascarar as combinações de conjunto. Enfim, o geossistema constitui uma boa base para os estudos de organização do espaço porque ele é compatível com a escala humana.

O geossistema corresponde a dados ecológicos relativamente estáveis. Ele resulta da combinação de fatores geomorfológicos (natureza das rochas e dos mantos superficiais, valor do declive, dinâmica das vertentes...), climáticos (precipitações, temperatura,...), e hidrológicos (lençóis freáticos epidérmicos e nascentes, pH das águas, tempos de ressecamento do solo...). É o “potencial ecológico” do geossistema.

O geossistema se define em seguida por certo tipo de exploração biológica do espaço. O geossistema está em estado de clímax quando há um equilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração biológica.

Com efeito, o geossistema é um complexo essencialmente dinâmico mesmo num espaço-tempo muito breve, p.ex.; de tipo histórico. O clímax está longe de ser sempre realizado. O potencial ecológico e a ocupação biológica são dados instáveis que variam tanto no tempo como no espaço. A mobilidade biológica é bem conhecida (dinâmica natural da vegetação e dos solos, intervenções antrópicas, etc...).

Por essa dinâmica interna, o geossistema não apresenta uma grande homogeneidade fisionômica. Na maior parte ele é formado de paisagens diferentes que representam os diversos estágios da evolução do geossistema.

b) O Geofáceis e o Geótopo – no interior de um mesmo geossistema, o geofáceis corresponde a um setor fisionomicamente homogêneo onde se desenvolve uma mesma fase de evolução geral do geossistema. Em relação à superfície coberta, algumas centenas de m² em média, o geofáceis se situa na 6^a grandeza de escala da Cailleux e Tricart.

Como para o geossistema, pode-se distinguir em cada geofáceis um potencial ecológico e uma exploração biológica. Nessa escala, é muitas vezes esta última que vem a ser determinante e que repercute diretamente na evolução do potencial ecológico. O geofáceis representa assim uma pequena malha na cadeia das paisagens que se sucedem no tempo e no espaço no interior de um mesmo geossistema. Na superfície de um geossistema, os geofáceis desenham um mosaico mutante cuja estrutura e dinâmica traduzem fielmente os detalhes ecológicos e as pulsações de ordem biológica. O estudo dos geofáceis deve sempre ser recolocado nessa perspectiva dinâmica.

III – A Dinâmica da Paisagem – considerando a paisagem como uma entidade global, admite-se implicitamente que os elementos que a constituem participam de uma dinâmica comum que não corresponde obrigatoriamente à evolução de cada um dentre eles tomados separadamente.

O “sistema de erosão” de Cholley inspirou diretamente esta ordem metodológica. Por que não alargar o conceito de “sistema de erosão” no conjunto da paisagem? Passar-se-ia assim de um fato estritamente geomorfológico à noção mais vasta, mais completa e, sobretudo mais geográfica, de “sistema geral de evolução” da paisagem.

IV – A Tipologia das Paisagens – designa-se o geossistema pela vegetação correspondente que representa muitas vezes a melhor síntese do meio. Como o nome de uma espécie não é suficiente, pode-se reter o da formação vegetal clímax e seu traço ecológico essencial. Todavia, não se pode fazer disso uma regra geral porque o tapete vegetal não é sempre o elemento dominante ou característico da combinação.

Os geofáceis se definem facilmente no interior de cada geossistema porque eles correspondem sempre a uma combinação característica.

1 – Os Geossistemas em biostasia – trata-se de paisagens onde a atividade geomorfológica é fraca ou nula. O potencial ecológico é, no caso, mais ou menos estável. O Sistema de Evolução é dominado pelos agentes e os processos bioquímicos: pedogênese, concorrência entre as espécies vegetais, etc. A intervenção antrópica pode provocar uma dinâmica regressiva da vegetação e dos solos, mas ela nunca compromete gravemente o equilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração biológica.

1a) Os geossistemas “climáticos”, “plesioclimáticos” ou “subclimáticos” correspondem a paisagens onde o clímax é mais ou menos bem conservado. A intervenção humana, de caráter limitado, não compromete o equilíbrio de conjunto de geossistema. No caso de um desmatamento ou mesmo de um acidente “natural” (corrida de lama), observa-se bem rapidamente uma reconstituição da cobertura vegetal e dos solos; o potencial ecológico não parece modificado.

1b) Os geossistemas “paraclimáticos” aparecem no decorrer de uma evolução regressiva, geralmente de origem antrópica, logo que se opera um bloqueamento relativamente longo ligado a uma modificação parcial do potencial ecológico ou de exploração biológica.

1c)) Os geossistemas degradados com dinâmica progressiva são bem frequentes nas montanhas temperadas úmidas submetidas ao êxodo rural. Os territórios rurais cultivados passam ao abandono, com “landes”, capoeiras e retorno a um estado florestal que é, na maior parte dos casos, diferente da floresta-clímax.

1d) Os geossistemas degradados com dinâmica regressiva sem modificação importante do potencial ecológico representam as paisagens fortemente humanizadas. A vegetação é modificada ou destruída, os solos são transformados pelas práticas culturais e o percurso dos animais. No entanto, o equilíbrio ecológico não é rompido malgrado um início de “ressecamento ecológico”. As erosões mecânicas sempre muito localizadas guardam um caráter excepcional.

2 – Os Geossistemas em resistasia – a geomorfogênese domina a dinâmica global das paisagens. A erosão, o transporte e a acumulação dos detritos de toda a sorte (húmus, detritos vegetais, horizontes pedológicos, mantos superficiais e fragmentos de rocha *in loco*) levam a uma mobilidade das vertentes e a uma modificação mais ou menos passante do potencial ecológico. A geomorfogênese contraria a pedogênese e a colonização vegetal.

No entanto, é preciso distinguir os dois (2) níveis de intensidade: de um lado, os casos de resistasia verdadeira ligados a uma crise geomorfoclimática capaz de modificar o modelado e o relevo. O sistema de evolução das paisagens se reduz então ao sistema de erosão clássico. A destruição da vegetação e do solo podem nesse caso ser total. Cria-se um geossistema inteiramente novo. Este fenômeno é freqüente nas margens de regiões áridas onde ele é muitas vezes acelerado pela exploração antrópica. Pode tratar-se também de uma ruptura de equilíbrio “catastrófica”.

Por outro lado, os casos de resistasia limitada à “cobertura viva” da vertente, isto é, à parte superficial das vertentes: vegetação, restos vegetais, húmus, solos e às vezes manto superficial, lençol freáticos epidérmicos. Pode-se qualificar esta erosão de “epidérmica” para bem distingui-la da erosão verdadeira ou “geomorfológica” e para evitar as confusões e as discussões inúteis que durante um certo tempo puseram em oposição os contra e a favor da erosão sob cobertura vegetal: eles não falavam do mesmo tipo de erosão nem da mesma cobertura vegetal e não se situavam na mesma escala. A erosão epidérmica tinha já sido definida sob o nome de erosão “biológica”, mas este qualificativo era uma fonte de confusão.

2a) Os geossistemas com geomorfogênese “natural”. Nas regiões áridas e semi-áridas, assim como na alta montanha, a erosão faz parte do clímax, isto é, ela contribui a limitar naturalmente o desenvolvimento da vegetação e dos solos.

2b) Os geossistemas regressivos com geomorfogênese ligada à ação antrópica. É preciso encarar três (3) casos: 1º os geossistemas em resistasia bioclimática cuja geomorfogênese é ativada pelo homem. 2º os geossistemas marginais em “mosaico”, isto é, com geofáceis em resistasia e com geofáceis em biostasia, caracterizados por certo desequilíbrio e certa fragilidade natural. Enfim, os geossistemas regressivos e com potencial ecológico degradado que se desenvolvem por intervenção antrópica no seio das paisagens em plena biostasia.

V – A Cartografia das Paisagens – a representação cartográfica das paisagens exige um inventário geográfico completo e relativamente detalhado. A análise deve ao menos descer até o nível dos geofáceis mesmo se eles não figurarem na carta. O essencial do trabalho se efetua no terreno: levantamentos geomorfológicos, pedológicos e fitogeográficos, exame das águas superficiais, observações meteorológicas elementares, inquéritos sobre o sistema de valorização econômica (gestão florestal, percursos pastoris, direitos de uso, etc...).

Essas informações e levantamentos temáticos são completados pelos trabalhos de arquivos e inquéritos diversos. Para orientar toda essa documentação volumosa e disparatada, é preciso escolher uma linha mestra. Ela é fornecida pelo tapete vegetal cujo levantamento sistemático a 1:50.000 segundo um método simplificado, intermediário e entre o do Serviço da Carta da Vegetação a 1:200.000 da França e o da Carta da Vegetação a 1:100.000 dos Alpes.

A interpretação das fotografias aéreas constitui um apoio precioso porque fornece uma visão sintética e instantânea das paisagens. Para França *et al.* (2010), os levantamentos geomorfológicos fazem parte do inventário geográfico para a delimitação e caracterização fisionômica, ecológica e dinâmica das unidades de paisagem. A representação da compartimentação morfológica e do conjunto de informações sobre as coberturas superficiais (litologia, espessura, estratigrafia, dobramentos e falhamentos, etc.) permitem discutir a estrutura da paisagem.

Compreende-se assim, que existem tantas paisagens quanto diferentes combinações e que a geomorfologia tem uma tarefa árdua no entendimento destas. Para tanto ressalta-se estudos de Hack (1960) com a Teoria do Equilíbrio Dinâmico, aplicada aos estudos geomorfológicos de detalhe, quando se referem a estudos de avaliação das condições ambientais atuais, e que tem como princípio básico, o pressuposto de que o ambiente natural encontra-se em equilíbrio não estático, mas que prevê situações de desequilíbrio que são geradas pela entrada de fluxos de energia que a alteração da paisagem por influência humana.

Já Erhart (1965) reconhece dois conjuntos dinâmicos sendo eles os de **paisagens em biostasia**, onde a atividade geomorfológica é fraca ou nula, o potencial ecológico é mais ou menos estável, o sistema de evolução é dominado pelos agentes e os processos bioquímicos, a intervenção antrópica nunca compromete gravemente o equilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração biológica e os das **paisagens em resistasia**, onde a morfogênese domina a dinâmica global.

Tricart (1977) utiliza-se dos sistemas para estudar o que acredita ser o mais importante da dinâmica da superfície terrestre que é a morfogênese. Este autor afirma que os processos morfogenéticos produzem instabilidade da superfície que é um limitante muito importante do desenvolvimento dos seres vivos, inclusive do desenvolvimento humano, justificando que nas pesquisas que se propõem a subsidiar a administração e ordenamento (futuro) do meio ambiente uma das metas é diminuir a instabilidade morfodinâmica.

Tricart (*op. cit.*) propõem uma análise da paisagem tomando como ponto de partida a sua dinamicidade, através da identificação de unidades ecodinâmicas que, em conjunto, refletem o comportamento morfodinâmico. A compreensão da unidade ecodinâmica passa pelo enfoque das relações entre os componentes ambientais – clima, solo, relevo, vegetação e ciclo hidrológico – e seus respectivos fluxos de energia e matéria, fato que integra o conceito de unidades ecodinâmicas com o de ecossistema, no sentido de elencar os fluxos de energia e matéria que interferem de forma direta na manutenção dos sistemas ambientais.

Em sua proposta de classificação da paisagem, Tricart (1977) destaca que a ótica da dinâmica impõe-se em matéria de organização do espaço, e suas alterações podem se processar em diferentes velocidades, de forma harmoniosa ou catastrófica. Em função da intensidade dos processos atuantes, Tricart (1977) propõe uma classificação da paisagem em três tipos de meios morfodinâmicos:

- Meios Estáveis – caracterizados pelo predomínio da pedogênese sobre a morfogênese. Prevalece a condição de climas, onde o modelado evolui lentamente;
- Meios Intergrades ou de Transição – caracterizam uma passagem gradual entre os meios estáveis e instáveis, ou seja, um balanço entre as interferências pedogenéticas e morfogenéticas. Constata-se uma interferência permanente na relação pedogênese/morfogênese;
- Meios Fortemente Instáveis – a morfogênese é o elemento predominante na dinâmica, apresentando características de desequilíbrio ou de instabilidade morfogenética.

Em sua classificação, o solo aparece como o referencial de análise temporal da paisagem, levando em consideração a relação pedogênese/morfogênese para as condições de estabilidade. (CASSETI, 1991).

A análise morfodinâmica de Tricart (1977) baseia-se em:

- 1) No estudo do Sistema Morfogenético, que é função das condições climáticas;
- 2) No estudo dos processos atuais, caracterizando tipos, a densidade e a distribuição;
- 3) Nas influências antrópicas com os graus de degradação decorrentes.

Bolós (1981) apresenta sua proposta de classificação em que reforça o papel da energia no controle da dinâmica ambiental. Para essa autora, a paisagem é uma porção do espaço geográfico que se ajusta ao modelo geossistêmico, proposto por Sotchava, e, enfatiza que a mesma é resultado da interação do geossistema (elementos, estrutura e dinâmica), com sua localização espaço-temporal:

- a) Paisagem Natural;
- b) Paisagem Equilibrada;
- c) Paisagem Abiótica;
- d) Paisagem Biótica;
- e) Paisagem Antrópica.

Ao relacionar a paisagem ao estado de relativo equilíbrio de sua evolução, Bolós (1981) afirma que de acordo com a entrada e saída de matéria e energia, a paisagem pode ser classificada com base na sua dinâmica em:

- a) Paisagem em Equilíbrio – esta paisagem caracteriza-se quando a entrada e saída de energia se equivalem;
- b) Paisagem em Progressão – quando a entrada de energia é maior do que a saída;
- c) Paisagem em Regressão – nesse caso ocorre o contrário do caso anterior, ou seja, a saída de energia é maior do que a entrada.

Em todas as classificações apresentadas, observa-se que as espacializações das unidades de paisagem podem se dar a partir de inúmeras possibilidades de dimensionamento, levando-se em conta a escala, e variam de acordo com a perspectiva de análise. (GUERRA e MARÇAL, 2006).

Para Venturi (2004) o conceito de paisagem, por apresentar variações de autor para autor ao longo de sua evolução, levou a atrelar o seu dimensionamento à visão de cada escala, caracterizando as inúmeras possibilidades de dimensionamento, em função das diferentes perspectivas de análise.

O conceito elaborado por Tricart (1977) não se limita ao reconhecimento de tais unidades, mas propõe-se a auxiliar a avaliação da inserção da tecnologia humana nos ecossistemas e a capacidade desses em fornecer recursos sem que se degrade.

De forma ilustrativa, Tricart (1977) *apud* Ross (1990) expõe o seguinte: “a primeira intervenção humana sobre o meio natural recai sobre a vegetação resultando em sua remoção parcial ou completa. Muitas são as conseqüências desse fato, mas, em termos geomorfológicos, a implicação dessa mudança sobre o ciclo hídrico suscita uma série de comportamentos que refletirão diretamente no relevo e suas estruturas, trazendo conseqüências diretas para todo o meio”.

Entretanto, a manutenção de tais condições inscreve no relevo uma série de cicatrizes indicadoras da destruição de sua estrutura e potencialidades naturais. A intensidade dessas alterações pode ser captada mediante a confrontação de dois processos distintos que são a pedogênese e a morfogênese.

Rodrigues (2001) afirma que a abordagem morfodinâmica de Tricart, é “prima-irmã” da Teoria dos Geossistemas, e tem sido uma das principais saídas para trabalhar unidades de planejamento físico-territorial.

Assim como a Teoria dos Geossistemas, a abordagem morfodinâmica possibilita a delimitação espacial de unidades cujos processos atuais podem ser semelhantes. Por isso é possível classificar essas unidades quanto à sua estabilidade (formas e processos), singularidade e grau de recorrência (diversidade ambiental), fragilidade ou vulnerabilidade no que se refere às interferências antrópicas, entre outras discriminações úteis na esfera do planejamento e gestão territorial característicos. (RODRIGUES, 2001, p.75-76).

A geodiversidade associada a outros elementos que compõem a paisagem tem atraído o interesse de turistas de natureza e despertado a atenção de pesquisadores, sensibilizados pela necessidade de conservar não apenas a biodiversidade, mas também elementos abióticos que ajudam a compor a macro-estrutura natural de paisagens singulares.

Ao contrário de outros países onde a interpretação geológico-geomorfológico já suscita um importante movimento no sentido da conservação da paisagem (Carvalho; Rodrigues e Jacinto, 2009), no Brasil ainda existe uma grande negligência quanto às leis de proteção e conservação dos aspectos abióticos notáveis da natureza, ao contrário do que ocorre com elementos da biodiversidade e da cultura.

A ênfase nos processos de conservação da natureza esteve, na maioria das vezes, focada na conservação da biodiversidade, em detrimento da conservação de feições geológicas da natureza e de processos que modelaram a Terra. (PEREIRA, 2010).

Pereira (2010, p. 09) salienta que:

O patrimônio natural é composto por elementos bióticos, que integram a biodiversidade, e elementos abióticos, que compõem a geodiversidade. Historicamente, todas as iniciativas voltadas para a conservação deste patrimônio estiveram focadas, na sua quase totalidade, na conservação dos seus componentes bióticos, de modo, que a conservação da natureza acabou por ser quase que um sinônimo exclusivo desta vertente. Todavia, a conservação dos elementos de destaque da geodiversidade, cujo conjunto representa o patrimônio geológico, é conhecida por geoconservação e foi relegada a um papel menor, ou mesmo inexistente, dentro das temáticas de conservação da natureza.

Para Rodriguez e Silva (2002) a concepção do estudo das paisagens, a partir de uma visão sistêmica, visa a garantir os fundamentos conceituais, sobre os quais deveria estar inserida a análise sobre a sustentabilidade. Um problema fundamental da concepção geossistêmica no estudo das paisagens é o da classificação. Existem muitas divergências e análises equivocadas sobre o problema da classificação, que muitas vezes, partem de uma concepção díspar dos conceitos de paisagens e geossistemas.

Segundo Rodriguez e Silva (2002) quando se discute a classificação das paisagens, pensa-se nas seguintes questões fundamentais:

- Primeiro é necessário diferenciar e classificar as paisagens naturais, ou seja, os corpos naturais. Depois, é preciso distinguir as formas de ocupação (densidade, intensidade e tipos de ocupação), e por último, passar à classificação das paisagens culturais. Esse procedimento permitirá entender como é a transformação das paisagens naturais em paisagens culturais.

- Para a classificação das paisagens naturais (e também dos outros sistemas ambientais), é preciso distinguir duas categorias de sistematização: a tipologia e a regionalização. A tipologia significa distinguir as unidades pela sua semelhança e repetição, dependendo de determinados parâmetros de homogeneidade. A regionalização significa determinar as unidades pela sua personalidade e individualidade. As duas categorias se complementam, mas elas não são idênticas. Tem, ainda, diferentes valores e utilidades para o planejamento e a gestão ambiental e territorial.
- A realidade e objetividade que representam as paisagens ou geossistemas naturais não são arbitrárias. Elas se organizam de acordo com relações de forças onde existem ordem e hierarquia. Essas forças são as leis ou regularidades geoecológicas (ou geográficas). A classificação, ou seja, a construção da hierarquia e dos sistemas de unidades taxonômicas deverá responder a essas leis. Uma simplificação excessiva da hierarquia das unidades pode levar a um reducionismo na interpretação da realidade. Trata-se, então, de elaborar princípios de classificação que correspondam à realidade.
- Deverá existir uma coerência entre os termos utilizados e o conteúdo dos conceitos refletidos. Paisagem natural e geossistemas são conceitos genéricos, pois designam um conteúdo geral (p.ex.; é similar ao conceito de vegetação, relevo ou solo); não é possível identificar uma determinada unidade taxonômica através de termo que designa uma noção genérica (p.ex.; denominar como geossistemas uma das unidades taxonômicas). Cada uma das unidades da hierarquia ou do sistema de unidades taxonômicas deverá ser definida por determinados índices ou parâmetros diagnósticos claros e precisos.

Rodriguez e Silva (2002) afirmam que as unidades que são diferenciadas na tipologia das paisagens do Brasil, baseadas na homogeneidade relativa, de acordo com a escala, são as seguintes: tipo, subtipo, classe, grupo, subgrupo e espécie. Afirmam ainda que, as unidades que são definidas na regionalização das paisagens naturais do Brasil, baseadas na homogeneidade relativa, de acordo com a escala são as seguintes: subcontinente, país, domínio, província, distrito, região e sub-região.

Venturi (1997) chama a atenção para o fato de que as “unidades de paisagens, por serem assim como os ecossistemas, entidades lógicas, apresentam algumas vantagens sobre esses ao possibilitarem um dimensionamento mais definido e uma representação cartográfica mais precisa”.

Entretanto, Martinelli e Pedrotti (2001) alertam para o fato de a questão metodológica fundamental para o discernimento das paisagens ser a definição das escalas espaço-temporais. Os autores fazem uma reflexão sobre a abordagem metodológica da cartografia ambiental e propõem que o estudo sobre o ambiente não englobe apenas os relacionados à natureza, mas também os da sociedade sobre esse ambiente.

De acordo com esses autores, para a elaboração da cartografia das unidades de paisagem, o encaminhamento parte do conhecimento litomorfológico, em nível dinâmico da realidade que se deseja conhecer para, em etapas sucessivas, passar para raciocínios analíticos que consideram a vegetação e sua dinâmica, a vegetação real e as respectivas tendências evolutivas no espaço produzido pela sociedade, dinamizados pela periodização dos modos de produção que a humanidade viveu e está vivendo em sua história.

Em resumo, a partir das ponderações colocadas por Venturi (1997) e Martinelli e Pedrotti (2001), pode-se observar que a unidade de paisagem pode ser identificada por diferentes variáveis físicas e pelas transformações históricas da dinâmica do uso da terra, em determinada unidade. Elas se espacializam através do mapeamento dos impactos em diferentes momentos das atividades humanas, caracterizando sua dinâmica, ou seja, a unidade de paisagem vai corresponder à dimensão territorial de uma variável física, e só terá significado se estiver representando as modificações que a sociedade impõe sobre ela, ao longo do tempo.

Sob esse panorama, Soares (2001) coloca que a definição das unidades de paisagem pode ser aplicada ao planejamento ambiental e à pesquisa em Geografia Física. Os estudos serão realizados com base no entendimento de como se comporta o arranjo dos elementos naturais, em determinada condição temporal, e como reage às modificações da sociedade, quando da implantação de uso e ocupação da terra em determinado espaço. Conforme Soares *op cit.* o dinamismo da paisagem vai construir-se com as modificações de uso e ocupação criadoras de novos arranjos e feições que são determinadas por atividades diversas.

Para autores como Penteado (1978); Goudie (1989); Casetti (1994); Christofolletti (1980, 2005); Guerra e Cunha (2005), a importância da geomorfologia no estudo integrado da paisagem passa pela compreensão inicial de qual seja seu objetivo de estudo, visto que a geomorfologia é a ciência que aborda o estudo das formas de relevo, considerando a origem, a estrutura, a natureza das rochas, o clima da região e as diferentes forças endógenas e exógenas.

Ressalta-se ainda em sua análise que nesta deve estar inserida a compreensão das relações processuais pretéritas e atuais, que são também importantes na compreensão racional da forma de apropriação do relevo, considerando a conversão das propriedades geoecológicas (suporte e recurso) em sócio reprodutoras. (CASSETI, 1994).

Dessa forma, o objetivo do estudo da geomorfologia corresponde à superfície terrestre, envolvendo em sua análise as características morfológicas, os materiais componentes, os processos atuantes e fatores controladores, assim como sua dinâmica evolutiva. (CHRISTOFOLETTI, 2003).

Sobre a dinâmica da paisagem, Goudie (1989) ressalta que esta envolve muitos processos e sistemas complexos, que podem agir isoladamente e/ou interagir entre si, podendo destacar-se o sistema antrópico, devido a sua influência direta ou indireta sobre os sistemas ambientais. As mudanças ambientais ocorrem muito antes do surgimento do homem, sendo sua principal consequência o remodelamento da paisagem.

Soares (2001); Ross (2003); Argento (2005), Xavier da Silva (2005) destacam que a pesquisa ambiental na abordagem geomorfológica vem objetivando o diagnóstico e o prognóstico, em que Argento (2005) destaca que a preocupação não está só no presente, mas, principalmente, no futuro, ou seja, nos fenômenos que irão acontecer por isso à preocupação com o aprimoramento das técnicas para melhor prever os problemas futuros.

No entanto, Venturi (2004) assinala que o estudo do relevo deve ser considerado como um recurso imaterial, em função de este não possuir suas próprias características físicas e estruturais, sendo sua forma resultante de forças que atuam sobre meios materiais, como os solos e o substrato rochoso. De acordo com esse autor, “o clima, os solos, a hidrografia, a vegetação, o substrato rochoso, cada um possui suas próprias características físicas e estruturais, diferentemente do relevo”, que por meio das interações entre seus elementos, definem formas variadas sobre a superfície da Terra, sendo o homem também um agente transformador.

Nesse ponto de vista, Venturi (2004) assinala que os “estudos geomorfológicos podem promover, por meio de estudos da dinâmica do relevo, a compreensão do funcionamento da paisagem como um todo, ao incorporar os outros componentes da natureza, estabelecendo relações entre relevo e solos, relevo e clima, relevo e hidrografia, cobertura vegetal e substrato geológico”.

As pesquisas geomorfológicas devem incorporar, além dos estudos relacionados à sua forma, classificação e análise dos processos, preocupação com a forma de representação cartográfica, onde Ross (2002) assinala que “ao se tratar de taxonomia e representação cartográfica das formas, estão considerados os elementos básicos de um sistema funcional, forma ou fisionomia, estrutura e dinâmica ou funcionalidade e, portanto, gênese e cronologia, ainda que relativa”.

5 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E TÉCNICOS OPERACIONAIS

De acordo com Ross (1992), a metodologia está diretamente atrelada à fundamentação teórica e se define por nortear a pesquisa, enquanto as técnicas são os meios para gerar os trabalhos e atingir com isso os objetivos. Assim sendo, a metodologia determina a linha a seguir, é a espinha dorsal, enquanto as técnicas são as ferramentas para execução das tarefas da pesquisa.

A organização operacional foi realizada segundo as etapas propostas por Libault (1971), quando são considerados quatro níveis de estruturação processual nos estudos geográficos: nível compilatório, correlativo, semântico e normativo.

O primeiro nível, o compilatório consiste na coleta de dados, ou seja, na seleção dos dados necessários para a pesquisa, na seleção de diferentes tipos de dados que passarão da subjetividade para uma determinada objetividade como afirma Libault (1971). A ideia, de acordo com o autor, é organizar racionalmente a pesquisa, de modo que os dados coletados e hierarquizados pertençam a uma linha de variáveis essenciais à pesquisa e que ao final possam ser examinados e detalhados.

Ross (1990) citando Libault (1971), afirma que esta etapa tem duas fases, a primeira refere-se à obtenção de dados de natureza diversa e a segunda a seleção de informações fundamentais para a pesquisa, sempre se levando em conta o domínio do conhecimento teórico-conceitual, a fim de obter dados que possuem valor. Quanto aos aspectos geomorfológicos necessários nessa etapa, as informações relevantes estão a cerca das características de morfogênese, morfoescultura e estrutura superficial atual, com o intuito de estabelecer uma sistemática para a interpretação dos fatos observados e descritos.

Segundo Ross (1990), faz parte desse nível o levantamento bibliográfico e sua análise, a fim de estabelecer o referencial teórico conceitual a serem utilizadas, as técnicas e as características intrínsecas à bacia. Entre as etapas de tratamento do material coletado, está a fotointerpretação das fotografias aéreas utilizadas; a seleção das imagens de satélite necessárias; confecção da carta base; levantamento de dados sobre a estrutura geológica, dos lineamentos estruturais, da morfologia, da dinâmica da paisagem, das características pedológicas e hidrológica.

No nível correlatório, foram agrupadas as informações e dados coletados para a confecção do trabalho, incluindo a análise dos mapas e cartas elaboradas que serviram de base para as interpretações e constatações no nível semântico.

O nível correlatório, conforme Libault (1971), consiste nas manifestações do mesmo fenômeno em vários locais e remete-se aos tipos morfológicos e no levantamento das variáveis que caracterizam os tipos. Neste caso, esta etapa serviu para delimitar os níveis morfológicos identificados na região do Parque Estadual Serra de Ricardo Franco em Vila Bela da Santíssima Trindade. A medição dos valores dessas variáveis, como menciona Libault (1971), ficou a cerca da própria caracterização do grupo estrutural que nos forneceu informações sobre os aspectos morfométrico das cartas confeccionadas.

Ross (1990) afirma que esta fase é o momento para aprimorar a interpretação, selecionando informações de caráter homogêneo, ou seja, dados de mesma natureza, para quem possam correlacioná-los.

O nível semântico definido por Libault (1971) consiste em buscar uma abordagem de raciocínio que procure efetuar uma combinação sintética dos fatos determinados nas etapas anteriores. As relações são estabelecidas a fim de identificar os problemas parciais dentro de uma organização mais globalizada.

Ross (1990) afirma que este nível é o momento da interpretação dos dados e da geração de dados conclusivos a partir das etapas anteriores (compilatório e correlativo). O estabelecimento de generalizações se dá nessa fase da pesquisa, possibilitando a determinação de fenômenos, parâmetros, leis, etc.

O nível normativo de Libault (1971) traduz os resultados de fatores que sustentam a estrutura geral que compõem a ciência geográfica, na qual as tipologias estabelecidas expressam um modelo a ser aplicado, sendo que se utiliza uma nova seleção racional dos fatores levantados para caracterizar o fenômeno abordado.

5.1. Procedimentos Metodológicos de Análise da Geodiversidade

Para a descrição e análise da geodiversidade do Parque Estadual Serra de Ricardo Franco em Vila Bela da Santíssima Trindade - MT buscou-se dados elaborados pela CPRM (2006), com a devida caracterização geológica e mapeamento da região, obedecendo as descrições e registros feitas por RAMOS *et al.* (2006) como segue a seguir.

Assim como para o Mapa Geodiversidade do Brasil e o SIG Geodiversidade ao Milionésimo, os levantamentos estaduais foram elaborados seguindo as orientações contidas em roteiro metodológico preparado para essa fase, apoiados em *kits* digitais personalizados para cada estado, que contêm todo o material digital (imagens, arquivos vetoriais etc.) necessário ao bom desempenho da tarefa (RAMOS, *et al.*, 2006).

A sistemática de trabalho adotada permitiu a continuação da organização dos dados na Base Geodiversidade inserida no GeoBank (CPRM/SGB), desde a fase do recorte ao milionésimo até os estaduais e, sucessivamente, em escalas de maior detalhe (em trabalhos futuros), de forma a possibilitar a conexão dos dados vetoriais aos dados alfanuméricos. Em uma primeira fase, com auxílio dos elementos-chave descritos nas tabelas dos dados vetoriais, é possível vincular facilmente mapas digitais ao GeoBank (CPRM/SGB), como na montagem de SIGs, em que as tabelas das *shapefiles* (arquivos vetoriais) são produtos da consulta sistemática ao banco de dados (RAMOS *et al.*, 2006).

5.1.1 Aspectos Geológicos:

A definição dos Domínios e Unidades Geológico-Ambientais e suas subdivisões para o Estado de Mato Grosso se insere nos critérios para a definição dos domínios e unidades geológico-ambientais do Brasil, com o objetivo de se agrupar conjuntos estratigráficos de comportamento semelhante frente ao uso e ocupação dos terrenos.

Da mesma forma, o resultado obtido não foi um mapa geológico ou tectônico, mas sim um novo produto, denominado Mapa Geodiversidade do Estado do Mato Grosso, no qual foram inseridas informações de cunho ambiental, muito embora a matéria-prima para as análises e agrupamentos tenha sido proveniente das informações contidas nas bases de dados de Litoestratigrafia e Recursos Minerais do GeoBank (CPRM/ SGB), bem como na larga experiência em mapeamento e em projetos de ordenamento e gestão do território dos profissionais da CPRM/SGB.

Em alguns casos foram agrupadas, em um mesmo domínio, unidades estratigráficas com idades diferentes, desde que a elas se aplicasse um conjunto de critérios classificatórios, como: posicionamento tectônico, nível crustal, classe da rocha, grau de coesão, textura, composição, tipos e graus de deformação, expressividade do corpo rochoso, tipos de metamorfismo, expressão geomorfológica ou litotipos especiais.

O principal objetivo para tal compartimentação é atender a uma ampla gama de usos e usuários interessados em conhecer as implicações ambientais decorrentes do embasamento geológico. Para a elaboração do Mapa Geodiversidade do Brasil (escala 1:2.500.000), analisaram-se somente as implicações ambientais provenientes de características físico-químicas, geométricas e genéticas dos corpos rochosos. Na escala 1:1.000.000, do recorte ao milionésimo e dos estados, foram selecionados atributos aplicáveis ao planejamento e dos compartimentos de relevo, reservando--se para as escalas de maior detalhe o cruzamento com informações sobre clima, solo e vegetação.

5.1.2. Aspectos Geomorfológicos:

Ressalta-se que aqui está descrição dada pela CPRM quanto à estrutura geomorfológica do Estado de Mato Grosso, não representando a descrição e análise realizadas em campo quando da coleta de dados.

Com o objetivo de conferir uma informação geomorfológica clara e aplicada ao mapeamento da geodiversidade do território brasileiro e dos estados federativos em escalas de análise muito reduzidas (1:500.000 a 1:1.000.000), procurou-se identificar os grandes conjuntos morfológicos passíveis de serem delimitados em tal tipo de escala, sem muitas preocupações quanto à gênese e evolução morfodinâmica das unidades em análise, assim como aos processos geomorfológicos atuantes.

Tais avaliações e controvérsias, de âmbito exclusivamente geomorfológico, seriam de pouca valia para atender aos propósitos deste estudo. Portanto, termos como: depressão, crista, patamar, platô, *cuesta*, *hog-back*, pediplano, peneplanos, *etchplano*, escarpa, serra e maciço, dentre tantos outros, foram englobados em um reduzido número de conjuntos morfológicos.

Portanto, esta proposta difere, substancialmente, das metodologias de mapeamento geomorfológico presentes na literatura, tais como: a análise integrada entre a compartimentação morfológica dos terrenos, a estrutura subsuperficial dos terrenos e a fisiologia da paisagem, proposta por Ab'Saber (1969); as abordagens descritivas em base morfométrica, como as elaboradas por Barbosa *et al.* (1977), para o Projeto Radambrasil, e Ponçano *et al.* (1979) e Ross e Moroz (1996) para o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT); as abordagens sistêmicas, com base na compartimentação topográfica em bacias de drenagem (MEIS *et al.*, 1982); ou a reconstituição de superfícies regionais de aplainamento (LATRUBESSE *et al.*, 1998).

O mapeamento de padrões de relevo é, essencialmente, uma análise morfológica do relevo com base em fotointerpretação da textura e rugosidade dos terrenos a partir de diversos sensores remotos. Nesse sentido, é de fundamental importância esclarecer que não se pretendeu produzir um mapa geomorfológico, mas um mapeamento dos padrões de relevo em consonância com os objetivos e as necessidades de um mapeamento da geodiversidade do território nacional em escala continental.

Com esse enfoque, foram selecionados 28 padrões de relevo para os terrenos existentes no território brasileiro, levando-se, essencialmente, em consideração:

- Parâmetros morfológicos e morfométricos que pudessem ser avaliados pelo instrumental tecnológico disponível nos *kits* digitais (imagens LandSat Geo-Cover e Modelo Digital de Terreno (MDT) e Relevo Sombreado (SRTM); mapa de classes de hipsometria; mapa de classes de declividade).
- Reinterpretação das informações existentes nos mapas geomorfológicos produzidos por instituições diversas, em especial os mapas desenvolvidos no âmbito do Projeto Radambrasil, em escala 1:1.000.000.
- Execução de uma série de perfis de campo, com o objetivo de aferir a classificação executada.

Para cada um dos atributos de relevo, com suas respectivas bibliotecas, há uma legenda explicativa que agrupa características morfológicas e morfométricas gerais, assim como informações muito elementares e generalizadas quanto à sua gênese e vulnerabilidade frente aos processos geomorfológicos (intempéricos, erosivos e deposicionais).

Evidentemente, considerando-se a vastidão e a enorme geodiversidade do território brasileiro, assim como seu conjunto diversificado de paisagens bioclimáticas e condicionantes geológico-geomorfológicas singulares, as informações de amplitude de relevo e declividade, dentre outras, devem ser reconhecidas como valores-padrão, não aplicáveis indiscriminadamente a todas as regiões.

A utilização do Modelo Digital de Terreno ou Modelo Digital de Elevação ou Modelo Numérico de Terreno, no contexto do Mapa Geodiversidade do Estado do Mato Grosso, justifica-se por sua grande utilidade em estudos de análise ambiental.

5.2. Métodos de Análise da Geomorfologia e Cartografia da Área em Estudo:

Para analisar o quadro geomorfológico da área pesquisada, assim como sua gênese e dinâmica, com base na compartimentação e estruturação da paisagem local (Ab' Saber, 1969), utilizou-se da proposta taxonômica de Ross (1992). Com táxons ou categorias de formas de relevos definidos, pode-se com maior facilidade operacionalizar uma pesquisa geomorfológica, tendo como apoio a cartografia das formas do relevo de diferentes tamanhos. (ROSS, 1994). Avaliou-se da Unidade Morfoestrutural às Formas de Processos Atuais (ROSS, 1992) verificadas na área de estudo.

Consideraram-se os três níveis de tratamento de uma pesquisa sobre o relevo conforme Ab' Saber (1969), sendo o primeiro e segundo nível (compartimentação e sistematização da estrutura superficial da paisagem), e o terceiro (entendimento dos processos morfodinâmicos e pedogenéticos, bem como a compreensão da fisiologia da paisagem) que necessitou da mensuração de dados e coleta destes, de forma mais precisa (quantificados estatisticamente).

Desta forma, este terceiro nível de Ab'Saber (1969) priorizou a apresentação de dados secundários, de observações pontuais retirados em campo e da interpretação a partir da confecção de cartas.

Ross (1990) atribui a esse terceiro nível de Ab'Saber (*op. cit.*) um caráter mais experimental e os dois primeiros um caráter mais empírico, sendo que ambos se complementam, a pesquisa empírica fornece o conhecimento básico (referencial teórico-metodológico) que norteia a fase seguinte que é o experimento.

Conceitualmente, Ab' Saber (1969) afirmou que os estudos mais modernos de geomorfologia deveriam abordar pelo menos três grupos de fatos fisiográficas, que são fundamentais na elaboração de cartas geomorfológicas:

- 1 – A compartimentação da topografia regional, em escala adequada levando-se em conta as formas de relevo dos setores considerados;
- 2 - As estruturas superficiais das paisagens, aliado as implicações genéticas e cronogeomorfológicas;
- 3 – A fisiologia da paisagem, a fim de caracterizar a morfogênese em processos e das modificações das ações antrópicas.

O autor *op.cit.* registrou ainda que, fatos relacionados à estrutura superficial da paisagem são mais difíceis de serem representados e que, portanto, uma boa carta geomorfológica deve representar bem a compartimentação topográfica e as formas de relevo, deixando que fatos de ordem morfoclimática sejam analisados por estudos regionais de fatos de vertentes, vales e interflúvios. Dessa forma, uma carta geomorfológica deveria representar bem a realidade fisiográfica regional, baseada na integração dos componentes básicos da paisagem, deixando sempre a possibilidade de visualização da compartimentação e formas de relevo que estruturam a paisagem morfológica (AB' SABER, 1969).

De acordo com Flores (2012) o entendimento do conceito de compartimentação topográfica é fundamental, pois se trata da individualização de um conjunto de formas com características semelhantes, que foram elaboradas em determinadas condições morfogenéticas e morfoclimáticas, com relações litoestratigráficas ou que tenham sido submetidas a eventos tectodinâmicos importantes. Portanto, a caracterização das formas de relevo, da situação topográfica ou altimétrica e a existência de traços genéticos comuns como fatores de individualização do conjunto nos fornecem variadas interpretações da ação, ao longo do tempo, dos agentes internos e externos, na conjugação do modelado terrestre.

Seguindo a linha de pesquisa sobre a importância da caracterização morfogenética, bem como morfoestrutural e morfoescultural no mapeamento geomorfológico, Ross (1992) entende que os estudos geomorfológicos e ambientais de detalhes ou regionais funcionam como um instrumento de apoio técnico aos interesses políticos e sociais e, para tal, a inter-relação entre os componentes naturais é de significativo interesse ao planejamento físico e territorial.

Para o referido pesquisador, as formas de relevo de diferentes tamanhos têm uma explicação genética, compondo distintos tamanhos ou diferentes táxons, com idades distintas, processos genéticos variados e, portanto, dinâmica própria.

De acordo com Lemes e Pires (2009), para representar uma determinada compartimentação geomorfológica, deve-se levar em conta todos os elementos estruturadores da paisagem. A interpretação de seus condicionantes, os processos erosivos, o uso e ocupação do solo, e as áreas de degradação, tem como objetivo final a elaboração de um mapa de compartimentação geomorfológica com esses indicadores, o que necessita de uma metodologia que supra todos estes aspectos apresentando-os de forma sistematizada.

De acordo com Ross (1996), esta proposta está teoricamente embasada no princípio de Penck (1953) relativo aos processos endógenos e exógenos, nos conceitos e classificações formulados a partir de morfoestrutura e morfoescultura de Gerasimov e Mescherikov (1968).

Nessa perspectiva, a morfoestrutura é definida pelo relevo que é mantido por uma determinada estrutura geológica e apresenta como características esculturais, as morfoesculturas, que nada mais são do que o produto da ação climática pretérita e atual. Além de ser mais atual, essa proposta é considerada a mais apropriada para a representação dos fatos geomórficos de diversas escalas e a que valoriza também o uso de geotecnologias como uma ferramenta de apoio na identificação de padrões e formas de relevo.

Tais conceitos são importantes, porque as unidades morfoestruturais podem conter unidades morfoesculturais distintas, uma vez que estas não só refletem a diversidade litológica da estrutura, mas também os tipos climáticos que atuaram no passado e que ocorrem atualmente. Na determinação das unidades a partir da morfoestrutura, leva-se em conta a formação genética, a fim de estabelecer um padrão de formas do relevo. A determinação das unidades morfoesculturais prioriza os tipos climáticos atuantes ao longo do tempo geológico.

Assim, entende-se a determinação dos primeiros e segundos táxons contextualizados por Ross (1992), em que a interpretação genética e o entendimento da atuação climática são relevantes na configuração do padrão estrutural no primeiro caso, e morfoescultural no segundo.

A conceituação definida e proposta por Ross (1992) é importante para a geomorfologia, pois facilita a representação cartográfica e possibilita melhor definição de escala a ser utilizada e considerada nos trabalhos que têm o mapeamento como um instrumento norteador de tomada de decisão. Para o autor *l. c.* a representação gráfica das formas do relevo deve possuir uma classificação delas, pois por serem de tamanhos distintos, estão associadas a uma cronologia e gênese específica.

A Cartografia Geomorfológica, portanto, assume um papel fundamental, no que tange à interpretação dos fatos geomorfológicos, porque possui arcabouço gráfico vasto e específico para apresentar tais fatos. Quando enquadrado em escala compatível, possibilita a constituição de uma base de pesquisa, além da concretização gráfica da pesquisa elaborada, como afirma Tricart (1965).

Os três níveis de investigação do relevo proposta por Ab'Saber (1969) associado a Ross (1992, 2002), estabelece a cartografia pela identificação e mapeamento dos fatos geomorfológicos; seguindo os níveis taxonômicos sendo o primeiro a compartimentação topográfica, que estabelece a divisão do relevo em compartimentos e elabora-se o mais preciso possível a descrição das formas de relevo; o segundo é o entendimento da estrutura superficial da paisagem, referindo-se ao entendimento da estrutura superficial da paisagem descrever analiticamente e estabelecer correlações dos fatos observados em campo no que se refere a relação entre os elementos das formas do relevo, a cobertura pedológica, os depósitos coluviais, aluviais, características dos elúvios, bem como da litologia e de seu arranjo estrutural, além das correlações com a cobertura vegetal e as características climáticas atuais e elementos indicadores de paleoclimas e o terceiro, a fisiologia da paisagem, que é centrado na aferição da dinâmica atual, que constrói ao longo do tempo as formas do relevo e desenvolve os tipos de solos, bem como de toda a funcionalidade da “paisagem natural”.

O primeiro momento dos procedimentos metodológicos operacionais consistiu no levantamento de campo, serviços de gabinete visando gerar produtos com base cartográfica (mapas de amplitude do relevo, pedologia, geologia e uso da terra); na produção de dados primários (mapas de declividade e geomorfológico) e compreenderam levantamento bibliográfico sobre estudos realizados nas áreas de estudos destacando-se os estudos geológicos, pedológicos, hidrológicos e de usos da terra; assim como, levantamento de documentação cartográfica básica, destacando-se a aquisição de fotografias aéreas e de cartas topográficas e a produção de novos documentos cartográficos.

Na elaboração dos mapas, bem como a apresentação dos elementos de Amplitude de Relevo, Declividade e Cobertura Vegetal, foi utilizado o ArcGIS. O ArcGIS é um pacote de softwares da ESRI (Environmental Systems Research Institute) de elaboração e manipulação de informações vetoriais e matriciais para o uso e gerenciamento de bases temáticas. O ArcGIS disponibiliza em um ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) uma gama de ferramentas de forma integrada e de fácil utilização.

Dentro do ArcGIS temos o ArcMAP, comumente chamado de ArcGIS, este é o desktop GIS do pacote, um software de interface gráfica e amigável, que permite a sobreposição de planos de informação vetoriais e matriciais, além de objetos gráficos, fontes (letras) e figuras, com a finalidade de mapeamento temático. Também permite pesquisas e análises espaciais, criação e edição de dados, padronização e impressão de mapas¹. O ArcCatalog que disponibilizava ferramentas para a exploração, armazenamento, pesquisa e gerenciamento de dados, criação e preenchimento de metadados e por fim, o ArcToolBox, que agiliza a busca das ferramentas de geoprocessamento (geoprocessing) e rotinas (scripts), fornecendo em um único ambiente a busca e a execução de comandos. As ferramentas de geoprocessamento estão organizadas em toolboxes (caixas de ferramentas) e toolsets (série de ferramentas) dentro de ArcToolbox e podem ser usadas individualmente ou em combinação de ferramentas e scripts².

Para a identificação da Amplitude de Relevo e Declividades, foram utilizados os dados do SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). O SRTM é o resultado de uma missão em colaboração com a National Aeronautics and Space Administration (NASA), a National Imagery and Mapping Agency (NIMA), a German Space Agency (DLR) e a Italian Space Agency (ASI), com o objetivo de gerar um modelo digital de elevação da terra usando interferometria por radar. O instrumento SRTM consiste de um equipamento espacial de radar-C (SIR-C) modificado com um mastro e uma antena adicional para formar um interferômetro com 60 metros de distância como base.

O vôo do SRTM ocorreu no período de 11 a 22 de fevereiro de 2000 na missão STS-99 cujos objetivos foram completados com sucesso. Seguidos de uma fase de calibração de altitude e validação, os 12 terabytes de dados estão sendo processados para a geração de mapas digitais de grande parte da Terra.

Os dados SRTM estão sendo disponibilizados em um conjunto de células individuais rasterizadas, ou quadrantes, cada um cobrindo um grau por um grau na latitude e na longitude. O espaçamento amostral para pontos de dados individuais estão ao redor de um arco de segundo ou 3 arcos de segundo, referidos como SRTM-1 e SRTM-3 respectivamente. Um arco de segundos na região do Equador corresponde a aproximadamente 30 metros na extensão horizontal, as partes são algumas vezes chamadas de dados “30 metros” ou “90 metros”. A precisão absoluta da altitude está ao redor de 16 m para mais ou para menos, podendo ser acessado em <http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>

Os dados estão todos estruturados em quadrículas compatíveis com a articulação 1:250.000, portanto, em folhas de 1° de latitude por 1,5° de longitude. Na versão atual, os arquivos estão nomeados seguindo-se uma única notação para cada conjunto de uma mesma folha. As folhas estão identificadas seguindo o prefixo de 6 letras LAHLON, em que LA é a latitude do canto superior esquerdo da quadrícula, H refere-se ao hemisfério desta posição (S-Sul ou N-Norte) e LON sua longitude, na seguinte notação: nn5 quando longitude for nn graus e 30' e nn_ quando a coordenada for nn graus inteiros.

Especificamente para os conjuntos de formato GeoTiff, pode-se fazer a navegação, a seleção e a obtenção dos arquivos com recursos interativos do Google maps e/ou OpenStreetMap, por meio do endereço: <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata>.

Para a elaboração do Mapa Cobertura Vegetal, foi utilizada as imagens dos satélite Landsat 8, com resolução espacial de 15m.

As cartas com dados geomorfológicos, geológicos e pedológicos foram confeccionados a partir da base de dados de cartas disponíveis pelo IBGE/DSG, CPRM e pela SEPLAN/MT, na escala de 1:1.000.000; 1:500.000, 1:250.000; 1:100.000 e 1:50.000, atualizadas com dados de imagens LANDAST 5 – TM de 1993 a 1995 e 2005 a 2011, sendo as Folhas SD -20 – Z – B e SD 20 – Z – D/SE – 20 – X B, Mapa 001 – MIR 369 e 385/401 as que demonstram o território do Parque Estadual Serra Ricardo Franco.

5.2.1. Carta de Localização da Área

Ao longo do Parque foram plotados nove (9) pontos de observação das condições geoambientais para construção da carta de fragilidade sendo eles:

1. Fazenda Guará – 1502’35” S e 06002’10” W;
2. Córrego Paraíso – 1448’49” S e 06009’20” W;
3. Cachoeira Capivari – 1442’42” S e 060 14’59” W;
4. Paredão Término da Serra Ricardo Franco – 1355’55” S e 06027’03” W;
5. Fazenda Jatuarana – 1410’15” S e 06028’11” W;
6. Sítio do Dênis – 1452’48” S e 06004’53” W;
7. Cachoeira do Jatobá – 1455’04” S e 06004’27” W;
8. Rio Paraíso – Fazenda Portilho – 1451’04” S e 06014’05” W;
9. Fazenda Shangrilá – nascente do rio Turvo – 1458’40” S e 06007’09” W.

5.2.2. Carta de Amplitude do Relevo

Não havendo uma convenção internacional para a definição das curvas a serem agrupadas, utilizou-se na determinação do intervalo das isopas uma análise da topografia da rea. Desta forma, levou-se em consideração a topografia do Parque Serra Ricardo Franco e dos pontos plotados, sendo estabelecidas neste trabalho as seguintes classes altimétricas:

- 100 – 149 m;
- 149,1 – 277 m;
- 277,1 – 405 m;
- 405,1 – 533 m;
- 533,1 – 661 m;
- 661,1 – 789 m;
- 789,1 – 917 m;
- 917,1 – 1045 m;
- > 1045,1

5.2.3. Carta de Declividade

No intuito de correlacionar as declividades com as formas de relevo e o uso da terra, elaborou-se a carta de declividades. O mapa de declividade foi elaborado usando quadrícula de declividade disponibilizada no Banco de Dados Geomorfomtrico do Brasil (Topodata).

O modelo numérico obtido após a triangulação foi reclassificado visando gerar sete classes de declividade, apresentados a seguir:

- $A < 2 \%$;
- B 2 – 5 %;

- C – 5 – 10 %
- D – 10 – 15 %;
- E – 15 – 45%;
- F – 45 – 70%;
- G - Acima de 70%.

5.2.4. Cartas Geológica, Pedológica e Climática

Visando o conhecimento e a interação dos elementos geológicos, pedológicos e climáticos, recorreu-se as cartas do IBGE, CPRM e SEPLAN/MT para consulta e análise. Os dados pluviométricos foram obtidos no acervo histórico do INMET – BDMEP, onde utilizou-se os dados de 2010, 2011, 2012 e 2013 das médias pluviométricas anuais que estão dispostas em gráficos.

5.2.5. Carta Geomorfológica

A cartografia e análise geomorfológica seguiram os parâmetros propostos na metodologia de Ross (1990, 1992), obedecendo aos níveis taxonômicos, descrição das características morfológicas (formas de relevo e tipos de vertentes) e morfométricas (amplitude das formas, altimetria e declividade) do relevo.

Tornando-se necessária a confecção do mapa geomorfológico, foi necessário a elaboração das cartas morfográficas (representando as diferentes formas topográficas); cartas morfométricas (fornecendo valores quantitativos das formas topográficas) e as cartas genéticas (gênese das formas, bem como a cronologia dos processos genéticos) em diferentes escalas de detalhamento com as informações pertinentes às alterações no relevo local, delimitação de bacia hidrográfica, estabelecimento de perfil topográfico, visando a identificação das áreas com fragilidades ambientais, uma vez que é importante instrumento a pesquisa do relevo, conforme orientações de Ross, Matos Fierz e Vieira (2011).

Para a confecção dos mapas com definição morfométrica e morfológica utilizou-se de materiais cartográficos e recursos de sensoriamento remoto, tais como imagens de satélites e fotos aéreas, sendo elaborados conforme orientação de De Biasi (1992) e Ross (1992), a partir dos levantamentos dos dados das unidades de conservação, com bases geomorfológicas, complementadas com informações geoambientais como geologia, solos, recursos hídricos, vegetação e outros de interesse ao planejamento ambiental.

Os conhecimentos geomorfológicos são fundamentais nesse processo de pesquisa, podendo subsidiar o entendimento de fenômenos como processos erosivos, inundações, instabilidade de terrenos e movimentos de massa, além de auxiliar na identificação das potencialidades e fragilidades naturais dos terrenos frente aos diversos tipos de uso e apropriação dos solos.

5.2.6. Carta de Uso e Ocupação do Solo/Cobertura Vegetal

O mapeamento do uso e ocupação do solo/cobertura vegetal foi realizado a partir de fotointerpretação de imagens de satélites e trabalhos de campo. Dentre as imagens utilizadas destacam-se a do satélite LANDSAT 5 TM, LANDSAT 8 cena 229/070 de 06/08/2013, Quick Bird II, SPOT de 1993, 1995, 2001, 2005 e 2011, disponibilizadas para consulta pela SEPLAN/MT, Departamento de Geografia – Laboratório de Cartografia da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), site do INPE e software do Google Earth.

De acordo com Ross (1994) os efeitos do uso desordenado geram deterioração ao ambiente, sendo dessa forma necessário o levantamento do uso da terra. Sendo que as informações atualizadas sobre o uso da terra e sua distribuição levam a um manejo adequado dos recursos agrícolas, florestais e hídricos.

5.3. Análise Metodológica de Identificação das Fragilidades Ambientais:

A análise empírica da fragilidade exige estudos básicos do relevo, do subsolo, do solo, do uso da terra, do clima. Os estudos passam pelo levantamento de campo, pelos serviços de gabinete, a partir dos quais gera-se produtos cartográficos temáticos de geomorfologia, geologia, pedologia, climatologia e uso da terra/vegetação. Dessa forma, os estudos dos solos prestam-se por um lado a avaliação da potencialidade agrícola (aptidão agrícola ou capacidade de uso) e de outro subsidia a análise da fragilidade do ambiente face às ações humanas ligadas à agropecuária. (ROSS, 1993).

Os levantamentos geológicos além da sua função primeira que é conhecer as potencialidades minerais são básicos para o entendimento da relação relevo/solo/rocha; as informações climáticas, sobretudo, as de chuvas (intensidade, volume, duração), se prestam tanto para a análise da potencialidade agrícola como para a avaliação da potencialidade para gerar processos erosivos, deslizamentos de terra, inundações.

A rugosidade topográfica do relevo (índices de dissecação), morfologia e declividades das vertentes são parâmetros importantes para classificar os graus de fragilidade ambiental.

Os levantamentos dos tipos de solos, de usos da terra, manejo dos solos para a agricultura, tratados integradamente possibilitam chegar a um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais. (ROSS, FIERZ e AMARAL, 2009).

Para a análise da susceptibilidade erosiva ou da vulnerabilidade natural à perda de solo, utilizaram-se as propostas metodológicas de Ross (1992; 1994; 2000) que sugerem a avaliação dos terrenos segundo a análise integrada dos aspectos do meio físico, resultando em registros cartográficos que expressam a fragilidade natural dos terrenos. Nesse contexto, os termos fragilidade e vulnerabilidade significam a predisposição natural dos terrenos em serem erodidos.

A avaliação da área de estudo no que se refere às fragilidades ambientais foi utilizada a proposta metodológica de Ross (1994), em que se utiliza o conceito de Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial e de Instabilidade Emergente, classificadas em graus de fragilidade. Essa proposta foi desenvolvida com base na concepção de Ecodinâmica definida por Tricart (1977).

Ambas as metodologias têm como objetivo proceder a análises integradas dos dados, resultados de combinações dinâmicas de elementos físicos, biológicos e antrópicos que fazem da paisagem um conjunto único e indissociável sempre em evolução (BERTRAND, 1971).

No modelo proposto por Ross (1992; 1994; 2000), a análise da fragilidade pode ser feita a partir dos aspectos relacionados ao relevo seguindo duas formas de abordagem: em trabalhos de escala média (1:50.000; 1:100.000) utiliza-se os Índices de Dissecção dos Relevos, abordando os aspectos morfométricos, e nos estudos em escalas de maior detalhe (1:25.000; 1:10.000; 1:5.000) utiliza-se como base as classes de Declividades dos Terrenos.

Para Ross (1994) as unidades de fragilidade dos ambientes naturais devem ser resultantes dos levantamentos básicos de geomorfologia, solos, cobertura vegetal/uso da terra e clima. Esses elementos tratados de forma integrada possibilitam obter um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas da fragilidade dos ambientes naturais.

A proposta metodológica atribui um índice de fragilidade que varia de 1 a 5 para cada componente do meio físico analisado, conforme o grau de fragilidade para cada parâmetro, conforme descrito em Ross (1992; 1994; 2000). O índice 1 indica maior resistência a ocorrência de processos erosivos e o índice 5 o contrário. Dessa forma, são analisados Formas de Relevo, Tipos de Solos, Cobertura Vegetal/Uso do Solo e a Pluviometria da área em estudo, sendo atribuído um índice de fragilidade para cada uma dessas características.

Após a definição do índice de fragilidade de cada elemento do meio físico, de forma automatizada, é feita a combinação das informações (associação entre os índices), que resulta no índice de Instabilidade Emergente ou Potencial, definindo a Classe de Fragilidade daquele ambiente. (SPÖRL e ROSS, 2004).

Este modelo propõe que cada uma destas variáveis seja hierarquizada em cinco classes de acordo com sua vulnerabilidade. Assim, as variáveis mais estáveis apresentarão valores mais próximos de 1, as intermediárias ao redor de 3 e as mais vulneráveis estarão próximas de 5. Desta forma, a partir da composição das relações destas quatro variáveis:

- ✓ Índices de Dissecção do relevo – categoria hierárquica muito fraca (1) a muito forte (5);
- ✓ Solos – classes de fragilidade muito fraca (1) a muito forte (5);
- ✓ Cobertura Vegetal – grau de proteção muito alto (1) a muito baixo/nulo (5);
- ✓ Pluviosidade – categoria hierárquica muito fraca (1) a muito forte (5).

Estabeleceu-se uma classificação da fragilidade por meio da composição entre estes quatro elementos, composta pelas categorias e algarismos acima mencionados. O primeiro relacionado ao relevo, o segundo ao solo, o terceiro à cobertura vegetal/uso da terra e o quarto à pluviosidade.

Da classificação desses algarismos (p.ex.: 1111, 1412, 2255, 3545, 5555), foi possível hierarquizar os graus de fragilidade natural. Nesta convenção, o conjunto numérico 1111 representa todas as variáveis favoráveis (fragilidade muito baixo), e o conjunto numérico 5555 apresenta todas as variáveis desfavoráveis (fragilidade muito forte).

De acordo com Santos (2007), a identificação do grau de fragilidade relativo ao relevo e dos demais elementos do meio físico é realizada por meio da combinação de ambos os métodos, tendo como referência as características identificadas nas unidades geomorfológicas, complementados pela caracterização do comportamento pluviométrico da região.

Para a confecção da carta-síntese de fragilidade, utilizaram-se as classes de declividade, estabelecendo os intervalos das classes de declividade utilizando os intervalos já aplicados nos estudos de capacidade de Uso/Aptidão Agrícola associados aos valores conhecidos de limites críticos de geotecnia.

As variáveis solo, cobertura vegetal/uso da terra e pluviosidade mantém os mesmos parâmetros aplicados para o modelo anterior. Cada uma destas variáveis foi classificada em cinco graus diferenciados de fragilidade, conforme orientações de Spörl e Ross (2004) e apresentado a seguir:

- ✓ Classes de Declividade – categoria hierárquica muito fraca (1) a muito forte (5);
- ✓ Solos – classe de fragilidade muito baixa (1) a muito forte (5);
- ✓ Cobertura Vegetal – grau de proteção muito alto (1) a muito baixo /nulo (5);
- ✓ Pluviosidade – categoria hierárquica muito fraca (1) a muito forte (5).

5.4. Metodologia de Análise da Paisagem:

Conforme Crepani *et al.* (1996) esta metodologia foi desenvolvida a partir do conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977), com base na relação morfogênese/pedogênese e da potencialidade para estudos integrados das imagens TM-LANDSAT, uma vez que permitem uma visão sinótica e holística da paisagem.

Para Crepani *et al.* (1996) ao se analisar uma unidade de paisagem natural é necessário conhecer sua gênese, constituição física, forma e estágio de evolução, bem como o tipo de cobertura vegetal que sobre ela se desenvolve. Estas informações são fornecidas pela geologia, geomorfologia, pedologia e fitogeografia e precisam ser integradas para que se tenha um relatório fiel do comportamento de unidade frente à sua ocupação.

Finalmente, é necessário o auxílio da climatologia para que se conheçam algumas características climáticas da região onde se localiza a unidade de paisagem, a fim de que se antevêa o seu comportamento frente às alterações impostas pela ocupação.

De acordo com Tricart (1977) a análise morfodinâmica das unidades de paisagem natural pode ser feita a partir dos princípios da Ecodinâmica que estabelece uma relação entre os processos de morfogênese/pedogênese. Quando predomina a morfogênese prevalecem os processos erosivos modificadores das formas de relevo, e quando predomina a pedogênese prevalecem os processos formadores de solos.

Conforme a metodologia proposta por Tricart (1977) *apud* Crepani *et al.* (1996), a geomorfologia oferece para a caracterização da estabilidade das unidades de paisagem natural, as informações relativas à Morfometria que influenciam de maneira marcante os processos ecodinâmicos.

6 – CARACTERIZAÇÃO GERAL DA GEODIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO

A necessidade do conhecimento da geodiversidade de determinada região, possibilita a identificação áreas aptas e restritas de uso do meio físico, assim como os impactos oriundos de seu uso inadequado. Torna-se possível também, ampliar as possibilidades de melhor conhecer os recursos minerais, os riscos geológicos e as paisagens naturais de determinada região por meio dos tipos específicos de rochas, relevo, solos e clima. Assim, obtêm-se um diagnóstico do meio físico e de sua capacidade de suporte para auxiliar atividades produtivas sustentáveis.

Para Moraes (2010) o conhecimento da geodiversidade de uma região implica o conhecimento de suas rochas, portanto, nesse caso específico, a rocha, constituindo-se em um granitóide, mostraria aptidões para aproveitamento do material como rocha ornamental ou brita para construção civil em áreas próximas. O relevo ondulado e a pouca espessura do solo (figura 04 seriam outros fatores para auxiliar no desenvolvimento dessa atividade. Deve-se considerar, ainda, que, se essa rocha possuir alto grau de fraturamento, é provável que se soltem blocos, tornando arriscada a ocupação de áreas próximas a essas ocorrências

FONTE: MORAES (2010)

Figura 04: Morro em rocha cristalina (MT).

Em outro exemplo, (Moraes, 2010) que tem-se uma área plana (planície de inundação de um rio) cujo terreno é constituído por areias e argilas, com possível presença de turfas e argilas moles. Nessa situação, os espessos pacotes de areia viabilizam a exploração desse material para construção civil. Os grandes rios também possuem alto potencial turístico e são amplamente utilizados para pesca esportiva e lazer, principalmente nos períodos secos, quando formam praias devido ao baixo nível de suas águas (Figura 05).

FONTE: MORAES (2010)

Figura 05: Rio Xingu e parte de sua planície de inundação, MT.

No estudo da geodiversidade do Estado do Mato Grosso, é importante a observação do uso e ocupação dos terrenos. É comum a presença de áreas que apresentam solos pouco coesos ou muito rasos. Nesses casos, a vegetação é fundamental para frear o processo erosivo. Quando há desmatamento, os solos ficam expostos à ação das chuvas. Nas áreas desmatadas, observam-se diversos pontos com ocorrência de processos erosivos superficiais e profundos (Figura 06). (MORAES, 2010).

FONTE: MORAES (2010)

Figura 06: Área impactada por processos erosivos, MT.

As unidades geológicas presentes no estado do Mato Grosso, segundo a classificação do Mapa Geológico do Estado do Mato Grosso, escala 1:1.000.000 (LACERDA FILHO *et al.*, 2004), foram enquadradas em 54 unidades geológico-ambientais, que, por sua vez, agrupam-se em 18 domínios geológicos. Esses diversos domínios geológicos e as unidades geológico-ambientais relacionadas, quando associadas ao relevo, podem apresentar diferentes respostas frente ao uso e à ocupação do território (Figura 07). (MORAES, 2010).

FONTE: MORAES (2010)

Figura 08: Distribuição espacial das unidades geológico-ambientais no estado do Mato Grosso.

Com o objetivo de contribuir para a elaboração das macro diretrizes do planejamento estadual, apresenta-se, a seguir, a origem dos geossistemas formadores do território mato-grossense (domínios geológico-ambientais) ao longo do tempo geológico e seus aspectos relevantes sobre as adequabilidades/potencialidades e limitações de cada unidade geológico-ambiental, frente ao uso e ocupação do território. (MORAES, 2010).

6.1. Domínio das Coberturas Cenozóicas Detrito-Lateríticas (DCDL)

6.1.1 Elementos de Definição e Área de Ocorrência

Esse domínio ocorre sob a forma de extensas superfícies planas, de interflúvios tabulares, distribuídas nas porções central e centro-oeste do estado do Mato Grosso, principalmente na região do vale do Guaporé (Figura 08). Dentre as unidades geológico-ambientais que o compõem, a que ocorre no estado é o horizonte laterítico *in situ* (DCDLi).

Fonte: MORAES (2010)

Figura 19: Distribuição areal do domínio DCDL no estado do Mato Grosso.

6.1.2. Geologia

Um perfil laterítico é formado pela ação da variação lenta do nível do lençol freático e é composto, da base para o topo, pelo saprólito, que ainda preserva propriedades da rocha que o originou, seguido de horizonte pálido, que foi lixiviado pela ação oscilatória do nível da água (mais expressivo em perfis maduros). Sobreposto, tem-se um horizonte mosqueado seguido de uma crosta concrecionária ferruginosa e de Latossolo arenoargiloso. No estado do Mato Grosso, observam-se principalmente perfis lateríticos imaturos, localmente maduros.

As superfícies aplainadas que representam esse domínio são constituídas por solos argilo-arenosos de tonalidade avermelhada, podendo conter concreções ferruginosas (que constituem a parte superior do perfil e sustentam as porções mais elevadas do relevo), além de níveis de argilas coloridas e areias inconsolidadas. Nas encostas, aflora a parte mediana do perfil laterítico (horizonte mosqueado), que pode estar parcialmente recoberta por colúvios-alúvios arenoargilosos (LACERDA FILHO *et al.*, 2004).

6.1.3. Formas de Relevo

O domínio de coberturas lateríticas se apresenta na forma de extensas superfícies aplainadas (Figura 09). As porções em que o perfil laterítico é mais evoluído apresentam o horizonte superior (concrecionário) sustentando as áreas mais altas do relevo (Figura 10). Nesse caso, os tipos de relevo mais comuns encontrados são planaltos, chapadas e platôs e, subordinadamente, podem representar terraços fluviais. As partes baixas do relevo são compostas predominantemente por solo argiloso do horizonte mosqueado. Nesse caso, são observadas, predominantemente, superfícies aplainadas retocadas, colinas amplas e suaves e colinas dissecadas e morros baixos.

Fonte: MORAES (2010)

Figura 09: Superfície aplainada (domínio DCDL).

Fonte: MORAES (2010)

Figura 10: Quebra de relevo no horizonte laterítico (visada do topo da unidade para a parte baixa).

6.1.4. Características, Adequabilidades e Limitações Frente ao Uso e à Ocupação

Esse domínio ocorre sob a forma de grandes superfícies planas, sustentadas por carapaças endurecidas, que são recobertas por latossolo arenoargiloso, representantes do nível superior do horizonte laterítico. Tal horizonte possui baixa erosividade natural e boa estabilidade em taludes de corte; em contrapartida, possui alta resistência ao corte e à penetração.

Os solos costumam apresentar fertilidade natural muito baixa e, normalmente, contêm excesso de alumínio, portanto, são bastante ácidos. Por outro lado, o relevo plano e a ausência de seixos favorecem a mecanização da agricultura que, com a apropriada correção do solo, pode se desenvolver normalmente. Como exemplo bem-sucedido de produção agrícola em áreas de coberturas lateríticas, tem-se os municípios de Sapezal e Campos de Júlio, portadores de extensas áreas de produção de algodão (Figura 11).

Fonte: MORAES (2010)

Figura 11: Plantio extensivo de algodão (domínio DCDL).

Nas porções centrais dos platôs, o nível do lençol freático é raso, o que, associado à alta permeabilidade das crostas lateríticas, aumenta a vulnerabilidade dos aquíferos subjacentes. Já nas bordas da unidade, onde há exposição do horizonte mosqueado, os solos argilosos tornam o processo de infiltração mais lento e protegem o lençol freático de possíveis contaminantes.

6.1.5. Potencial Mineral

O potencial mineral desse domínio está diretamente relacionado às características químicas e mineralógicas das rochas sobre as quais ele se desenvolve. Possui, portanto, potencial para existência de mineralizações secundárias diversas. As mais comuns são de bauxita (alumínio) e níquel laterítico (garnierita), que ocorrem em horizontes lateríticos bem desenvolvidos, além de minério de ferro (horizonte concrecionário), caulim (horizonte pálido) e depósitos de manganês, em decorrência do próprio processo de laterização que lixivia e concentra determinados elementos em diferentes níveis do solo. Em depósitos sulfetados primários podem ocorrer mineralizações secundárias de cobre (*gossans*).

A porção basal do horizonte concrecionário apresenta características físico-químicas especiais para utilização nas bases de estradas. Quando há formação de blocos, pode ser usado como pedra de cantaria e de revestimento.

6.1.6. Potencial Geoturístico

A morfologia desse domínio apresenta regiões de beleza cênica, que podem ser exploradas para o turismo ecológico, como caminhadas e cavalgadas.

6.2. Domínio das Sequências Sedimentares Proterozóicas Dobradas, Metamorfizadas de Baixo a Médio Grau (DSP2)

6.2.1. Elementos de Definição e Área de Ocorrência

O Domínio DSP2 ocorre na região sul do estado do Mato Grosso, na forma de faixas alongadas em um eixo predominantemente NE-SW, com menores exposições no sudoeste do estado, alongadas no eixo NW-SE (Figura 23).

Foram discriminadas nesse domínio e individualizadas com base em suas composições litológicas cinco unidades geológico-ambientais: DSP2mcsaa (Predomínio de Metacalcários, com Intercalações Subordinadas de Metassedimentos Siltico-Argilosos e Arenosos); DSP2mcx (Intercalações Irregulares de Metassedimentos Arenosos, Metacalcários, Calcissilicáticas e Xistos Calcíferos); DSP2mqmtc (Metarenito, Quartzitos e Metaconglomerados); DSP2msa (Intercalações Irregulares de Metassedimentos Arenosos e Siltico-Argilosos); DSP2sag (Predomínio de Metassedimentos Siltico-Argilosos, com Intercalações de Metagrauvacas).

Fonte: MORAES (2010)

Figura 12: Distribuição do domínio DSP2 no estado do Mato Grosso.

6.2.2 Geologia

Compõem o Domínio DSP2 rochas de unidades geológicas que fazem parte das principais faixas de dobramentos do estado do Mato Grosso, como Paraguai e Aguapeí. A Faixa Paraguai é caracterizada por uma sequência de rochas metassedimentares e metavulcanossedimentares de margem passiva, com remanescentes de crosta oceânica e de bacia de antepaís, às quais estão relacionados importantes depósitos de rochas carbonáticas. A Bacia/Faixa Aguapeí situa-se na Província Sunsás, sudoeste do Cráton Amazônico, e é composta por rochas sedimentares depositadas em ambiente transgressivo-regressivo, posteriormente metamorfizadas, aflorantes de forma restrita no extremo sudoeste do estado.

Como partes integrantes dessas faixas móveis, afloram no estado do Mato Grosso as formações Fortuna, Morro Cristalino, Vale da Promissão, Araras, Diamantino, Raizama, Puga e o Grupo Cuiabá.

A Formação Fortuna (Bacia/Faixa Aguapeí) é composta por conglomerado oligomítico basal, com seixos de quartzo e quartzito em matriz de sericita, que, localmente, é recoberto por metarenitos e metapelitos avermelhados.

A Formação Morro Cristalino (Bacia/Faixa Aguapeí) é composta por arenitos frequentemente seixosos com estratificações cruzadas tabulares e por arenitos finos com estratificações cruzadas festonadas, cujos graus de deformação são bastante variados.

A Formação Vale da Promissão (Bacia/Faixa Aguapeí) é composta por metassiltitos, ardósias e metargilitos que apresentam sequências granocrescentes cíclicas, além de metarenitos subordinados.

A Formação Araras (Faixa Paraguai) é composta por um pacote pelitocarbonático, subdividido nos membros Inferior e Superior. O Membro Inferior é constituído por margas com seixos ou conglomerados com matriz margosa na base, seguidos de calcários margosos com intercalações de siltitos, argilitos calcíferos e calcários calcíticos e dolomíticos no topo. O Membro Superior é composto por dolomitos com intercalações subordinadas de arenitos, siltitos e argilitos calcíferos, com níveis de sílex e concreções silicosas.

A Formação Diamantino (Faixa Paraguai) é composta por arcóseos basais seguidos por um espesso pacote de folhelhos e siltitos micáceos, estratificados e finalmente laminados, que ocorrem nas bordas do Planalto dos Parecis.

A Formação Raizama (Faixa Paraguai) é composta por quartzitos médios com níveis conglomeráticos, passando a arenitos feldspáticos e arcoseanos brancos e róseos, granulação média, que possuem estratificações plano paralelas, marcas de onda e finas intercalações de folhelhos.

O Grupo Cuiabá (Faixa Paraguai) compreende uma sequência de metassedimentos filitosos e xistosos integrantes da Faixa Paraguai, que foram subdivididos informalmente em nove unidades por Luz *et al.* (1980).

A Formação Puga (Faixa Paraguai) constitui-se de camadas de diamictito associadas a paraconglomerados (com blocos de quartzitos, calcários, gnaisses, anfíbolitos, granitos e riodacitos), arenito, siltito e folhelho.

6.2.3. Formas de Relevo

O Domínio DSP2 comporta litologias que, por sua natureza sedimentar, apresentam morfologia planar, de maneira a gerar relevos também aplainados. Por isso, as feições de relevo mais comumente encontradas são dos tipos baixos platôs, chapadas e platôs, planaltos, superfícies aplainadas conservadas e retocadas, degraus estruturais, colinas amplas e suaves, colinas dissecadas e morros baixos, morros e serras baixas.

Quando a litologia é resistente ao intemperismo, sustenta relevos mais acidentados do tipo montanhoso, escarpas serranas e *inselbergs*. Também se observa a presença de vales encaixados e vertentes recobertas por depósitos de encosta (figura 13).

FONTE: MORAES (2010)

Figura 13: Grandes depósitos de encosta em serra de topo plano (formação Vale da Promissão).

6.2.4. Características, Adequabilidades e Limitações Frente ao Uso e à Ocupação

O Domínio DSP2 possui intercalação de metassedimentos de composições muito variadas, que geram respostas geoambientais muito diferentes. As unidades geológico-ambientais cujas litologias são finamente laminadas possuem alta fissibilidade, maior heterogeneidade vertical e podem conter argilominerais expansivos. São, portanto, mais suscetíveis a desestabilizações em taludes de corte e a movimentos naturais de massa, além de oferecerem resistência à perfuração, devido à alta cerosidade.

Os metassedimentos ricos em quartzo são fraturados e liberam placas em taludes de corte. Já as rochas calcárias, dissolvem-se com facilidade pela ação das águas e podem conter cavidades que ocasionam colapsos na superfície e abatimentos.

Os metassedimentos quartzosos, quando alterados, geram solos residuais arenosos bons para serem usados como saibro, mas erosivos e permeáveis, que propiciam aos poluentes se infiltrar e contaminar as águas subterrâneas. O mesmo acontece nas regiões calcárias, por causa das cavidades que conectam diretamente as águas subterrâneas e de superfície. Os solos argilosos, por outro lado, devido à sua alta porosidade e baixa permeabilidade, possuem alta capacidade de reter poluentes.

Os solos arenosos possuem também baixa fertilidade natural, pois são bastante permeáveis (perdem água rapidamente) e ácidos. Por outro lado, os solos argilosos ou argilossiltosos são pouco permeáveis e possuem boa capacidade de assimilar matéria orgânica. Já os solos de rochas calcárias possuem boa fertilidade natural, baixa erosividade, baixa acidez e muito alta capacidade de fixar nutrientes e assimilar matéria orgânica.

6.2.5. Potencial Mineral

A ambiência geológica do Domínio DSP2 é favorável a mineralizações de chumbo, prata, cobre, ferro e manganês sedimentar e supergênico, além de mineralizações fosfatadas em rochas pelíticas e fluorita em rochas metacalcárias.

As rochas calcárias podem ser exploradas para fabricação da cal, corretivo de solo, cimento e vários outros usos industriais. Também são bastante adequadas para a produção de brita e de rocha ornamental. As rochas calcárias pertencentes a esse domínio constituem-se nos principais depósitos de calcário do centro-oeste e são amplamente exploradas.

6.2.6. Potencial Geoturístico

Os relevos altos de topos planos costumam gerar excelentes mirantes de incrível beleza paisagística. Nos locais onde há quebra de relevo, costumam ser portadores de rios com cachoeiras, corredeiras e piscinas naturais. Nos domínios de rochas calcárias, há cavernas, sumidouros e rios subterrâneos, favoráveis a empreendimentos geoturísticos.

7 – A GEODIVERSIDADE DAS PAISAGENS DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO – PARQUE ESTADUAL SERRA RICARDO FRANCO

A área de estudo, Parque Estadual Serra Ricardo Franco, localiza-se no estado de Mato Grosso, está compreendida entre os paralelos 14° e 15° latitude Sul e os meridianos 60° e 60° 30' de longitude Oeste de Greenwich, conforme figura 14. A região de estudo abrange uma área de 158.621 hectares, inserida no município de Vila Bela da Santíssima Trindade. (MATO GROSSO, 1996).

O referido Parque tem como limites ao leste o rio Guaporé, de Vila Bela da Santíssima Trindade até o seu encontro com o rio Verde, na fronteira Brasil-Bolívia, seguindo por este último acima até o seu encontro com o traçado da Rodovia MT-199, próximo do rio Capivari, e na direção sudoeste pelo traçado da Rodovia MT-199, até a cidade de Vila Bela da Santíssima Trindade. (MATO GROSSO, 1996).

A área da Serra Ricardo Franco está inserida no que se convencionou denominar de Planalto Sedimentar – Formação Guaporé. É constituído por embasamento de rochas cristalinas e metamórficas, como grande granito, gnaiss, xisto, micaxisto e quartzito, recoberto por sedimentos mesozóicos horizontais ou sub-horizontais. Sua espessura varia desde poucos metros até algumas centenas de metros e dá origem a um relevo de “mesetas” e chapadas. (MATO GROSSO, 1996).

A coloração desses sedimentos varia de creme para o amarelo-escuro, indo até, em alguns casos, à coloração vermelha. A variabilidade de espessura destes sedimentos, bem como a diferente capacidade de retenção de água dos solos por eles formados, reveste-se de grande importância na região, influenciando mesmo no tipo de cobertura vegetal. A intensa erosão natural tem desbastado grandes porções desse capeamento sedimentar, pondo a descoberto, em muitos pontos, a peneplanície fóssil, e originando escarpas íngremes. (MATO GROSSO, 1996).

Na Serra Ricardo Franco observa-se uma extensa planície circundada por uma escarpa semicircular, que se estende desde Vila Bela da Santíssima Trindade até as proximidades de Cuiabá. Na base desta escarpa aparece uma faixa intermediária de altura oscilando entre 300 a 400 metros. (MATO GROSSO, 1996).

Nas porções mais elevadas dos chapadões encontra-se os cursos superiores dos rios da região, como o Guaporé, tendo como afluentes, tanto pela margem direita como pela esquerda, pelos rios Verde, Piolhinho, Galera, Capivari, Sararé, Alegre e Barbado.

Figura 14: Mapa de Localização do Parque Estadual Serra Ricardo Franco – Vila Bela da Santíssima Trindade – MT.

De acordo Ab'Saber (1977) *apud* Brasil (1981b), na divisão do Brasil em grandes domínios morfoclimáticos e fitogeográficos a Serra Ricardo Franco encontra-se em uma área de transição entre o Domínio dos Cerrados e Domínio do Chaco Central.

O Domínio do Chaco Central compreende uma área de planícies centrais sul-americanas, com bosques secos dotada de clima tropical sub-úmido e subtropical semi-árido rústico, distribuída pela Bolívia, Paraguai e Argentina. (AB'SABER, 1977).

As áreas de transição incluem paisagens construídas à custa de dois, três ou mais elementos, oriundos do contato dos componentes fisiográficos, situados em posição *vis-à-vis*. Caracterizam-se por apresentar uma combinação própria de fatos fisiográficos e ecológicos, baseada em modelos quase exclusivos que podem ou não se repetir em áreas contíguas e que, quase sempre, não se repetem em quadrantes mais distantes (AB'SABER, 1971).

7.1. As Condições Climáticas

Segundo Tarifa (1986) a extensa banda de nebulosidade que corta a Amazônia e o Brasil Central de NW-SE é responsável pela produção da maior parte das chuvas de primavera-verão (setembro – outubro) da região, que também recebe a influência da Frente Polar Atlântica, um sistema atmosférico com maior mobilidade e grau de penetração em território brasileiro.

A umidade do ar apresenta valores médios mensais máximos de 84-86% ao longo do período chuvoso (outubro-abril). A partir de maio diminui ligeiramente, definindo valores médios mensais mínimos de 58 e 70% no período de julho – setembro.

A região apresenta uma distribuição sazonal de pluviosidade com oferta extremamente baixa no outono-inverno e uma concentração substancial das chuvas no período de primavera-verão. Registra-se para a região em estudo uma pluviosidade de 1.300 a 1.500mm.

O campo de variação da temperatura média anual no Estado de Mato Grosso, conforme dados de Tarifa (2011), é de 21,0 a 26, 0°C, como ilustra a figura 15. As regiões mais frias correspondem às faixas de latitudes entre 16 e 18° latitude Sul, onde as altitudes são superiores a aproximadamente 800 metros. Na realidade, são pequenas áreas dos topos dos chapadões do Alto taquari, Alto Araguaia, Campo Verde (Alto Rio das Mortes), Chapada dos Guimarães e em algumas serras isoladas como Ricardo Franco, Santa Bárbara e Serra da Estrela. Nesses sítios e no seu entorno, se agregam climas mesotérmicos ou Topicais de Altitude com temperaturas médias anuais entre 22 e 23°C e em faixas altitudinais entre 600 e 800 metros.

As áreas mais baixas (altitudes menores que 200 metros) do Vale do Guaporé, Depressão do Alto Paraguai e da Depressão Cuiabana, incluindo o pantanal indicam valores entre 25 e 26°C de temperatura média anual.

De acordo com a classificação de Tarifa (2011), a região do Vale do Guaporé apresenta clima Tropical Continental Alternadamente Úmido e Seco das Chapadas, Planaltos e Depressões, subdividido em: D – Mesotérmico Úmido dos Baixos Planaltos e Depressões e F – Úmido de Altitude Maciço Isolados. Apresenta como a mais importante característica, a repetição e alternância quase cíclica do movimento estacional quente e úmido, que conferem a esta realidade climática um grande espectro de uso e exploração dos recursos climáticos.

O segundo aspecto em termos de importância é a existência de um conjunto substancial de terras elevadas (chapadas e planaltos com altitudes entre 400 e 800 m), o que significa diferentes tipos de graus de alteração térmica, possibilitando reagrupar conjuntos e realidades climáticas distintas. A atenuação térmica conduz implicitamente a um aumento da disponibilidade hídrica, diminuindo o rigor das altas perdas de água superficial. Além deste aspecto, a orientação, a forma e a altitude agem dinamicamente nos fluxos de vento, aumentando os valores da precipitação pluviométrica.

Tarifa (2011) afirma que os grandes sistemas coletores de água dos planaltos (Depressão do Guaporé, Pantanal e Depressão do Araguaia) têm os seus valores quantitativos de chuva reduzidos pelo “efeito orográfico”. Neste aspecto merecem atenção especial por se encontrarem mais próximos dos limites inferiores ou superiores das oscilações rítmicas. No caso de anos com “extrema de seca”, vão ser afetados pela produção local menor da pluviosidade, com menores volumes de escoamento fluvial, superficial e subterrâneo das chapadas e planaltos elevados, e no caso de anos com “ciclos de águas altas”, vão ser afetados com o aumento local da pluviosidade e escoamento, resultando em cheias que podem atingir os limites superiores.

Na região da Depressão do Guaporé, latitudes 13 a 16° Sul e longitude 59 a 61° Oeste, com altitudes que variam de 200 a 300 metros, a temperatura média é oscila entre 24,4 e 24,9°C, onde as máximas registradas oscilam de 31,7 a 32,3°C e as mínimas de 19,6 a 20,6°C, apresentando 5 meses secos durante o ano entre os meses de junho a outubro registrando pluviosidade neste período de 200 a 300 mm. Já nos meses de janeiro a abril registra-se pluviosidade de 400 a 600 mm.

A Planície do Guaporé localiza-se nas coordenadas 14 e 15° latitude Sul e 60° longitude oeste, com altitudes variando entre 150 e 200 m. A temperatura média oscila entre 24 a 25,2°C, sendo que a máxima varia de 32,3 a 32,6°C e a mínima de 20,3 a 20,7°C, apresentando 6 meses secos de maio a outubro com pluviosidade entre 250 a 300 mm e os mais chuvosos de janeiro a abril com precipitação variando de 300 a 400 mm.

Já na Serra Ricardo Franco, 14 a 15° latitude Sul e 60°15' longitude oeste, altitude variando de 300 a 900m, a temperatura média registrada oscila entre 21,3 a 24,4°C, a máxima registrada oscila entre 28,1 a 31,7°C e a mínima entre 16,2 a 19,9°C. Os meses de junho a setembro apresentam a maior deficiência hídrica 100 a 300 mm de pluviosidade e os meses de novembro a abril o excesso hídrico com 600 a 800 mm de pluviosidade.

7.2. A Geologia

O Parque Estadual Serra Ricardo Franco localiza-se na região cratônica do Guaporé, na porção meridional da Plataforma Amazônica. De acordo com Barros *et al.* (1982) e Santos *et al.* (1979), o embasamento é representado dubiamente pelo Complexo Xingu, de idade em torno de 1.800 ma (Pré-cambriano Médio a Superior). A associação petroectônica é formada por um conjunto de rochas resultantes de processos metamórficos sobrepostos, nos quais é possível distinguir litológicos petrograficamente pertencentes às fáceis epídoto-anfibolito e almandina-anfibolito, com associação de fáceis xisto-verde.

Na faixa marginal arrasada, situada ao sul da Serra Ricardo Franco, afloram rochas pré-cambrianas (migmatitos) do Complexo Xingu (Grupo Costa Marques). Limitado por escarpas, o platô tabular serrano é constituído pelos depósitos de cobertura de idade pré-cambriana superior, incluídos no Grupo Aguapeí, formado por arenitos litificados ou silicificados de granulação fina a conglomerática, e de coloração rosa, vermelha ou arroxeada. Às vezes, o arenito apresenta-se argiloso ou ferruginoso. Os arenitos estratificados possuem intercalações de siltitos e lentes de conglomerados relacionados a zonas de falhas.

O Grupo Aguapeí compreende três subunidades referidas como formações Fortuna, Vale da promessa e Morro Cristalino (Souza e Hildred, 1980). Entretanto, na Serra Ricardo Franco, de acordo com Figueiredo *et al.* (1974), há certa dificuldade em estabelecer-se uma sub-divisão estratigráfica segura. Nessa região, a subunidade inferior é composta por metaconglomerados oligomíticos e metaarenitos ortoquartzíticos com níveis conglomeráticos.

A subunidade média é formada de metassiltitos, argilitos siltosos, ardósias e subordinadamente metarcóseo. A subunidade superior é constituída de metaarenitos arcoseanos e metassiltitos em corpos lenticulares. (SANTOS *et al.*, 1979).

No flanco sudeste da Serra Ricardo Franco, na região limítrofe com a Bolívia, ocorre rochas magmáticas básicas com cerca de 120 metros de espessura, associadas à sequência Aguapeí, na forma provável de um sill.

As rochas do Grupo Aguapeí possuem uma espessura da ordem de 800-850 metros (Figueiredo *et al.*, 1974; SANTOS *et al.*, 1979) e uma idade presumível entre 1.400 e 1.130 ma. (BARROS *et al.*, 1982).

O contato entre o Complexo Xingu e o grupo Aguapeí é tectônico. O contato litológico situa-se no ponto em que o embasamento encontra-se bastante arrasado e, frequentemente, recoberto por um manto de intemperismo espesso, contrastando com as escarpas íngremes dos metassedimentos do Grupo Aguapeí.

De acordo com Figueiredo *et al.* (1974), as rochas do Grupo Aguapeí representam uma sequência transgressiva-regressiva sobre uma plataforma amplamente arrasada. Os sedimentos a Formação Fortuna estariam relacionados à fase transgressiva tendo sido depositados em ambiente costeiro. A Formação da Promissão teria sido formada em ambiente epinerítico, enquanto a Formação Morro Cristalino representaria a fase regressiva, sedimentada em ambiente costeiro. As rochas da Formação Fortuna constituem o pacote basal do Grupo Aguapeí e formam as escarpas inferiores da Serra Ricardo Franco.

Na Serra Ricardo Franco, o contato entre o Grupo Aguapeí e as rochas do embasamento encontra-se encoberto por espessas camadas colúvio-aluvionares recentes, resultantes da erosão e recuo das escarpas. A unidade inferior do referido grupo inicia-se por um conglomerado compacto de coloração avermelhada, constituído por seixos de quartzo e de quartzito de forma arredondada; matriz arenácea, bem recristalizada. Sobre o conglomerado encontram-se arenitos bem silicificados de coloração variada cinza, rósea e avermelhada. Geralmente a granulação é média, podendo chegar a grosseira.

Estratigraficamente mais acima, encontram-se intercalações cíclicas entre arenitos, arenito conglomerático, siltitos e folhelhos. Os arenitos apresentam coloração rósea clara a avermelhada. São micáceos e possuem granulação média, a qual passa gradacionalmente a um arenito fino. Ocasionalmente, passam gradualmente a arenitos grosseiros ou conglomeráticos. Os siltitos possuem bastante muscovita que apresentam coloração vermelho-arroxeadas. (BARROS *et al.*, 1982).

Na porção mais meridional da Serra Ricardo Franco encontram-se arenitos feldspáticos de cor róseo-clara, silicificados e com granulação média e grosseira, contendo palhetas de muscovita. Na figura 16 estão dispostas as unidades geológicas do Estado de Mato Grosso.

O conjunto das rochas do Grupo Aguapeí evidencia transformações metamórficas de baixo grau, destacando-se variedades muito silicificadas e outras bem recristalizadas. Os movimentos ao longo dos planos de falha provocaram dobramentos locais. Na borda leste do platô da Serra Ricardo Franco, as camadas chegam a inclinar-se de 30° a 35° para sudeste.

Nas áreas interplanálticas, entre as Serras Ricardo Franco e Santa Bárbara predominam as coberturas quaternárias designadas como Formação Guaporé, abrangendo duas sequências distintas. A sequência inferior (basal) é constituída por sedimentos argilo-arenosos fracamente laterizados, sendo encontrados na porção não inundável da planície. A sequência superior (ainda em deposição) ocorre nas áreas inundáveis. (SANTOS *et al.*, 1979).

Os sedimentos inconsolidados da Formação Guaporé recobrem discordantemente as rochas do Complexo Xingu e do Complexo Aguapeí. Os sedimentos argilo-arenosos mais antigos possuem coloração esbranquiçada, com manchas amarelas e cinzentas. A granulometria é média e grosseira, os grãos de quartzo apresentam-se subarredondados a angulosos. Quando os sedimentos encontram-se parcialmente laterizados, sua coloração passa a marrom-avermelhada. Subordinadamente ocorrem lentes siltosas e argilosas. (SANTOS, *et al.*, 1982; BARROS *et al.*, 1982).

Os sedimentos mais recentes ocorrem nas áreas inferiores da planície, ao longo da calha do rio Guaporé ou de seus tributários. Quando comparados aos mais antigos, apresentam-se melhor selecionados com granulação mais fina, coloração cinzenta e são amarelada e parcialmente laterizados. Associados a esses sedimentos, existem lentes de silte e argila.

Nas planícies de inundação encontram-se as aluviões holocênicas constituídas de areias, siltes, argilas e cascalhos de pequena espessura (menos de 10 metros).

7.3. A Geomorfologia

A área em estudo estende-se, em sua maior parte, sobre a Depressão do Guaporé. Santos *et al. apud* (1979) relacionam a Depressão do Guaporé ao aplainamento inferior, cuja morfologia atual tem sua origem relacionada à evolução paleoclimática ocorrida após o estabelecimento do sistema de drenagem atual.

O estabelecimento desse sistema é reportado ao Cretáceo Superior e Terciário Inferior que, após formar vasta superfície pediplanada, foi intensamente dissecado ao longo do Cenozóico, resultando, em seus últimos eventos de erosão e sedimentação, o “Pantanal do Médio e Alto Guaporé”.

As unidades sedimentares quaternárias da Bacia do Guaporé, assim como as demais unidades litoestratigráficas integrantes do conjunto regional, tanto intrusivas quanto sedimentares antigas (sedimentos pré-cambrianos constituintes do Grupo Aguapeí), ocorrem sobre o embasamento metamórfico do Complexo Xingu, conforme disposto na tabela 02.

Tabela 02: Conjunto de feições do relevo da Serra Ricardo Franco.

GRANDES UNIDADES GEOLÓGICAS	CONJUNTO MORFO-GEOGRÁFICO	UNIDADES DE RELEVO	SUB-UNIDADES
Cobertura Sedimentar Holocênica	Terras Baixas e Pantanal	Planícies Fluviais Amplas. Planícies Fluviais Restritas.	
Formação Guaporé		Baixo Pantanal	
Complexo Xingu		Médio Pantanal Alto Pantanal	
Grupo Aguapeí	Terras Elevadas	Compartimento Superior Mesocompartimento Compartimento Inferior	Compartimento intermediário inferior. Compartimento intermediário superior.
Grupo Aguapeí e Complexo Xingu	Terras Intermediárias e Transição	Superfícies Pediplanadas. Escarpas e Vertentes Íngremes Cristas	

FONTE: MATO GROSSO (1998).

Essa unidade serrana é localmente circundada por ambientes deprimidos (Depressão do Guaporé) com alto contraste morfodinâmico entre eles (remoção-acumulação), separados por elevada amplitude topográfica (em grande parte acima de 400 metros) e contrastados por formações fitogeográficas distintas: os cerrados, na serra; e florestas, na depressão adjacente.

As características da vegetação de cobertura, em tais áreas de acumulação, são atribuídas a limitações edáficas relacionadas a características geomorfológicas da cobertura sedimentar, no que se refere a quase esterilidade destes materiais e/ou a má formação edáfica.

Na unidade geomorfológica Planícies e Pantanaís do Médio e Alto Guaporé, intercalam-se as planícies fluviais ao longo do Guaporé e afluentes. Destacam-se os cursos dos rios Guaporé e Barbado, que apresentam porções permanentemente encharcadas na Planície Fluvial e os baixo-cursos dos demais afluentes.

É marcante o predomínio da cobertura sedimentar pouco consolidada e, principalmente, da inconsolidada, depositada na planície aluvial do rio Guaporé e afluentes, denominada Cobertura do rio Guaporé, por Leal *et al.* (1978) *apud* Santos *et al.* (1979), e Formação Guaporé, por Figueiredo *et al.* (1974). Esta cobertura sedimentar foi subdividida por Figueiredo *et al.* (1974) em nível inferior (mais antiga) nível superior (mais recente). Este último nível constitui a superfície da planície de inundação atual.

O nível inferior da cobertura sedimentar compreende sedimentos argilo-arenosos fracamente laterizados, encontrados nas porções não inundáveis. Já o nível superior das áreas deposicionais atuais é constituído de sedimentos aluviais.

A região da Serra Ricardo Franco compreende parte do domínio da Savana-pantanal, na Planície e Pantanal Alto Guaporé, conforme Brasil (1979). Constitui faixa paralela ou adjacente aos cursos fluviais dos rios Guaporé e Barbado, onde a cobertura característica é a de savana-estépica e floresta, nas superfícies pediplanadas. Juntamente com as planícies e pantanais, constituem a paisagem da serra Ricardo Franco, superfícies pediplanadas associadas a relevos residuais, cuja cobertura florestal original encontra-se, em sua maior parte, devastada pela ocupação agropecuária, compreendendo acima de 50% da área de abrangência originalmente definida para implantação desta unidade de conservação. Compõem ainda a paisagem da área os Domínio de Savana e Estepes dos Planaltos Residuais, conhecido pela denominação regional de Serras.

Na Serra Ricardo Franco são identificados os seguintes conjuntos morfológicos:

✓ **Conjunto das Terras Baixas - Planícies e Pantanais do Alto Guaporé:**

A – Planícies Fluviais do Alto Guaporé (Terras Baixas) – Caracterizam-se pelos inúmeros canais meandantes e meandros abandonados (baías), ao longo do rio Guaporé. Com individualização especialmente destacada pela cobertura florestal densa, sujeita a inundações sazonais, tem suas tipologias relacionadas aos solos Gley Pouco Húmico e Aluviais e apresenta cobertura característica de Floresta Semidecídua.

Os aspectos da morfodinâmica permitem distinguir duas unidades, originadas pelo processo decorrente da perda de capacidade de transporte pelos rios que atravessam estas áreas praticamente sem gradiente.

A.1 – Planícies Amplas – localizadas no Pantanal e ao longo do Guaporé; nessa unidade encontram-se lagos (baías), meandros abandonados e outras feições fluviais como barras de meandros e restingas fluviais.

A.2 – Planícies Fluviais Restritas – a montante do pantanal, em afluentes dos rios Guaporé e Barbado junto à região da Serra Ricardo Franco; apresentam sedimentação diferenciada daquele das Planícies Amplas, devido à maior velocidade de vazão. Além da planície aluvial, são incluídas nessa unidade as superfícies de baixa encosta ou baixas rampas colúvio-aluviais, baixos terraços, os quais, mesmo que anteriores a tais planícies, ainda sofrem forte influência da dinâmica fluvial atual.

B - Planície do Pantanal Alto Guaporé (Pantanal):

B.1 – Baixo Pantanal constitui o compartimento mais baixo do Pantanal do Alto Guaporé, localizado na porção ocidental delimitado pelo rio Barbado com altitude média em torno de 205 metros. (BRASIL, 1975; 1976).

B.2 – Médio Pantanal – apresenta altitudes de aproximadamente 205 a 230 metros em média até 10 metros acima do nível do Baixo Pantanal (BRASIL, 1975). A posição destas superfícies indicam que foram construídas por alternâncias climáticas (climas secos e úmidos) ocorridas no passado geológico recente (Quaternário).

B.3 – Alto Pantanal – é composto por superfícies relacionadas a prováveis depósitos correlativos de natureza colúvio-aluvial, comportando antigas rampas e terraços resultantes de processos de pedimentação, e por superfícies remanescentes residuais muito rebaixadas de pedimento. Esse compartimento geomorfológico é resultante de pedimentação posterior à elaboração das superfícies pediplanadas situadas no conjunto intermediário mais elevado.

✓ **Conjunto das Terras Elevadas – Serras ou Planaltos Residuais (Terras Elevadas):**

Compostas por diversos níveis de aplainamento em forma de pedimentos, estas superfícies são relacionadas aos níveis referidos por Kux *et al.* (1979) apud Mato Grosso (1996) como sendo “Aplainamento Intermediário” do Terciário Médio – o nível mais elevado denominado de Serra; “Aplainamento Inferior”, do Neo-pleistocênico – o nível mais baixo.

Os terrenos cristalinos, nesta porção, foram bastante rebaixados pela pediplanação neogênica e retrabalhados pelos ciclos erosivos do Quaternário relacionados a oscilações paleoclimáticas, não existindo evidências da ocorrência de afloramentos rochosos nas principais elevações encontradas em áreas testemunhas de antigos inselberg's.

Os conjuntos das serras definidos e caracterizados como Planaltos Residuais (Brasil, 1979; 1982) devem esta classificação à sua morfologia de resíduos de planalto mais ou menos dissecado, constituído de litologia similar aos planaltos próximos, onde predominam sedimentos relacionados à formação Aguapeí (FIGUEIREDO *et al.*, 1979).

Esta unidade está subdividida, segundo os autores em três compartimentos: o inferior (metarenitos), o médio (ardósias, metassiltitos e gaudas) e o superior (metacórseos, metarenitos e metassiltitos). Contornados por uma depressão e limitando-se por contato geralmente cuestiforme, estes compartimentos apresentam as seguintes características:

A – Compartimento Superior – comportando diversos planos de fraqueza NE-SW e E-NE-W, esses conjuntos geomorfológicos têm grande parte da rede de drenagem ajustadas a tais planos, exibindo, em muitos casos, vales com corredeiras e morfologia de canyons, conforme visualizado nas figuras 17 e 18, o canyon da região da Cachoeira do Jatobá.

Figuras 17 e 18: Vista parcial do canyon da Cachoeira do Jatobá – Parque Estadual Serra Ricardo Franco – Vila Bela da Santíssima Trindade –MT.

A disposição sub-horizontal das rochas constituintes dos referidos conjuntos é ligeiramente mais inclinados nas escarpas, favorecendo a formação de degraus estruturais, os quais, por vezes, são suavizados por superfícies de pedimentação, ou ainda recortados por profundos vales junto aos cursos fluviais maiores. Em seus limites, essas unidades escarpadas, quando profundamente dissecadas, exibem superfícies com muitas ravinas, ombreiras e cristas estruturais.

Além do perímetro cuestiforme, as unidades serranas exibem afloramentos rochosos que associados a solos de pequeno desenvolvimento, limitam o grau de desenvolvimento da cobertura arbórea nessa unidade (Figura 19 e 20).

FONTE: FERREIRA, A. R

Figuras 19 e 20: Vista parcial dos afloramentos rochosos na Serra Ricardo Franco – Vila Bela da Santíssima Trindade – MT.

Com altitude oscilando entre 600 a 1.120 metros, as serras constituem conjunto de blocos elevados, bordejados por superfícies pediplanadas, intercalados por planícies e pantanais do Alto Guaporé juntos aos vales do rio Guaporé e do afluente rio Barbado. Registra-se na Serra Ricardo Franco, junto às cabeceiras do Córrego da Passagem situado no limite meridional desse conjunto, altitude máxima de 1.078 metros.

B – Mesocompartimento – com altitudes entre 450 a 600 metros, essa subunidade desenvolve-se ao longo do vale do rio Verde na Serra Ricardo Franco. A ocorrência de níveis de pedimentos e de escarpas erosivas é marcante nessa unidade de topos aplainados e por vezes angulosos, onde sugere dissecação mais intensa dessa superfície cortada pelos cursos, geralmente de primeira ordem, oriundos das escarpas a montante.

Na Serra Ricardo Franco, o mesocompartimento subdivide-se, face às características de rebaixamento e dissecação, em duas unidades: o mesocompartimento superior, mais preservado, com topos planos e amplos, e o mesocompartimento inferior, rebaixado, com topos estreitos arredondados e angulosos.

C – Compartimento Inferior – apresenta altitude entre 300 e 400 metros, constituído pelas formações dissecadas de topo plano. Essas formas estão relacionadas a níveis embutidos de pedimentos ao longo do vale do rio Verde e afluentes, compondo a porção noroeste da Serra Ricardo Franco (Figuras 21 e 22).

FONTE: Ferreira, A. R.

Figuras 21 e 22: Vista do Compartimento Inferior na margem direita do rio Verde – Parque Estadual Serra Ricardo Franco – Vila Bela da Santíssima Trindade – MT.

✓ **Conjunto das Terras Intermediárias – Depressão do Guaporé:**

A Depressão do Guaporé constitui prolongamento meridional do Pediplano Centro Ocidental Brasileiro definido e caracterizado por Mello, Costa e Natali (1978) *apud* Mato Grosso (1996), passando a referida denominação a ser adotada (Brasil, 1979; 1982). A Depressão do Guaporé, que constitui a maior parte da área de estudo, originalmente apresentava maior estabilidade morfodinâmica natural e melhor desenvolvimento dos solos. Atualmente, está muito comprometida pela ocupação antrópica, sujeita a grande degradação face aos agentes climáticos, à fragilidade dos solos e à natureza inconsolidada de seus materiais originários.

Sobre a dominante superfície pediplanada, desse conjunto ocorrem, isoladamente ou em grupos, topos residuais de litologias diversas, identificados como inselbergs, o que permite individualizar duas unidades morfológicas originalmente identificadas pelo Projeto RADAMBRASIL (Brasil, 1979) para esse conjunto: Superfícies Pediplanadas e Relevos Residuais.

A – Superfícies Pediplanadas – constituem superfícies contínuas, dissecadas por afluentes do rio Guaporé junto à região da Serra Ricardo Franco, delimitadas pela Serra na porção oriental e pelo conjunto de terras baixas na face oriental.

Permeiam essa unidade áreas de acumulação atuais das planícies fluviais, e ocorrem ainda, em níveis topográficos muito próximos, unidades de sedimentação mais antigas correlacionadas com as últimas fases de pedimentação, constituindo áreas inundáveis.

Do ponto de vista espacial, é a unidade predominante no conjunto e a mais alterada pela ocupação. A destruição desse ambiente certamente gera impactos nas planícies e pantanais adjacentes e no sistema flúvio lacustre contíguo e a jusante.

B – Relevos Residuais – eventualmente ocorrem neste conjunto inselbergs residuais dissecados, isolados ou em pequenos grupos, associados a superfícies bastante rebaixadas e dissecadas, residuais de pediplano, relacionados ao Aplainamento Inferior da Depressão do Guaporé descrito por Kux *et al.* (1979) *apud* Mato Grosso (1996). (Figura 23).

FONTE: Ferreira, A. R.

Figura 13: Vista parcial de relevo residual dissecado – Parque Estadual Serra Ricardo Franco – Vila Bela da Santíssima Trindade – MT.

7.4. A Pedologia

Na avaliação ecológica da área, o reconhecimento das diferentes classes de solos, como decorrência de aspectos geológicos, climáticos, biológicos e geomorfológicos e condicionador do ambiente biológico e socioeconômico da região é de fundamental importância. A área em estudo não apresenta grande heterogeneidade de tipos de solos, mas registra diferenças morfo-pedogenéticas entre si, conforme figura 14. A distribuição de suas ocorrências confirma suas relações diretas com a vegetação.

De acordo com SEPLAN (2011), foram identificadas, quantificadas e mapeadas as seguintes classes de solos, descritas abaixo:

➤ **Latossolo Amarelo** (classificação anterior a 1999) LVd – de acordo com SiBCS (1999) atualmente é denominado **Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico** LVd52 – Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico A moderado textura média fase Floresta Tropical Subcaducifolia, relevo plano; Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico e distrófico Tb A moderado e chernozêmico textura média/argilosa fase Floresta Tropical Subcaducifolia relevo suave ondulado; Latossolo Vermelho-Amarelo álico A moderado textura média fase Floresta Tropical Subcaducifolia relevo plano; Areias Quartzosas álicas A moderado fase Floresta Tropical Subcaducifolia relevo plano.

Solos minerais não hidromórficos, com horizonte B latossólico e coloração amarelada. Apresenta baixo teores de FeO_3 , na sua maioria menor que 7%. A fração argila é constituída essencialmente de caulinita e uma porcentagem pequena de goethita.

São bem drenados, profundos com predominância de textura média, baixa relação textural e pouca diferenciação entre os horizontes. Sob o aspecto químico, apresentam baixa saturação de base, podendo ser álicos ou distróficos.

As principais limitações destes solos decorrem da forte acidez, alta saturação com alumínio extraível (casos dos álicos), e baixa fertilidade natural.

➤ **Podzólico Vermelho-Amarelo** (sistema anterior a 1999) PVd – **Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico** (SiBCS, 1999) PVd27 – Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico Tb A moderado textura média/argilosa fase Floresta Tropical Subcaducifolia relevo suave ondulado; Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico e álico A moderado textura média fase Floresta Tropical Subcaducifolia relevo plano; Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico Tb A moderado cascalhento textura média/argilosa fase Floresta Tropical Subcaducifolia relevo suave ondulado e ondulado.

Solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural não plúntico e distinta individualização de horizontes no que diz respeito a cor, estrutura e textura, a qual é mais leve no A e mais pesada no B, com cores variando de vermelho a amarelo.

São profundos a pouco profundos, moderadamente a bem drenados com textura muito variável, porém com predomínio de média no A e argilosa no horizonte Bt, inclusive com presença ou não de cascalhos. Solos com textura arenosa no A e média no B, ou somente argilosa ou média ao longo do perfil.

São solos que apresentam uma porosidade total baixa a média, possuindo a grande maioria argila de atividade baixa.

➤ **Plintossolo Álico** (sistema anterior a 1999) PTa – **Plintossolo Argilúvico Distrófico** (SiBCS, 1999) PTa11 – Plintossolo álico Tb A moderado textura média fase Campo Cerrado relevo plano com murundus; Areias Quartzosas Hidromórficas álicas A moderado fase Campo Cerrado relevo plano com murundus; Plintossolo distrófico Tb A moderado textura média e média/argilosa fase Floresta Tropical Subcaducifolia relevo plano; Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico A moderado fase Floresta Subcaducifolia relevo plano; Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico A moderado plântico textura média fase Campo Cerrado relevo plano com murundus.

A presença do horizonte plântico (horizonte contendo mosqueados vermelhos e amarelos, macios quando úmidos, mas que endurecem irreversivelmente quando secam, formando nódulos duros), dentro dos primeiros 40 cm ou a te 160 cm, desde que abaixo de horizontes, com muito mosqueado de redução ou essencialmente petroplântico é tida como a principal característica diferencial dos plintossolos (EMBRAPA, 1984; OLIVEIRA *et al.*, 1992 *apud* Mato Grosso, 1996).

Quanto à quantidade de plintita no horizonte plântico o requisito é que o ocupe no mínimo 15% do volume do horizonte e tenha no mínimo 15 cm de espessura (CAMARGO *et al.*, 1987 *apud* Mato Grosso, 1996).

➤ **Areia Quartzosa Distrófica** (sistema anterior a 1999) AQd – **Neossolo Quartzarênico Distrófico** AQd2 – Areias Quartzosas distróficas e álicas A moderado fase Floresta Tropical Subcaducifolia relevo plano e suave ondulado.

Esta classe compreende solos minerais arenosos hidromórficos ou não, normalmente profundos ou muito profundos, essencialmente quartzosos, virtualmente destituídos de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo.

Possuem textura das classes de areia e arei franca (pelo menos até 2 m de profundidade); cores vermelhas, amarelas ou mais claras. São solos normalmente muito pobres, com capacidade de troca de cátions e saturação de bases baixas, frequentemente álicas e distróficas.

➤ **Solo Litólico Álico** (sistema anterior a 1999) Ra – **Neossolo Litólico Eutrófico** Ra7 – Solos Litólicos álicos A moderado textura indiscriminada fase Cerrado Tropical Subcaducifólio relevo forte ondulado, substrato arenitos e siltitos; Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico Tb A moderado pouco profundo textura média/argilosa fase Floresta Tropical Subcaducifolia relevo ondulado e forte ondulado. Cambissolo álico Tb A moderado textura média fase Floresta Tropical Subcaducifolia relevo forte ondulado. Afloramento de rocha relevo forte ondulado.

Estes solos ocorrem em condições de topografia acidentada, onde á a formação de um solo raso (< 50 cm), perfil tipo A-R, isto é, um horizonte A sobre a rocha, ou tipo A-C-R sendo C pouco espesso.

São solos minerais não hidromórficos de textura variável, frequentemente arenosa ou média cascalhenta, ocorrendo textura argilosa e raramente siltosa. São também heterogêneos quanto às propriedades químicas, podendo ser álicos, distróficos ou eutróficos, em função da rocha de origem e das condições climáticas.

8 – O RELEVO FATOR ESTRUTURANTE DA PAISAGEM E DA FRAGILIDADE AMBIENTAL

Por ser fonte de obtenção de leis e de padrões de comportamento espacial, o relevo institui-se o veículo de articulação dos elementos ecológicos e sociais que definem o sistema territorial operado pela sociedade em função dos seus objetivos e condições. (ABREU, 1985).

Ao apresentar propriedades dinâmicas ligadas a natureza e sócio reprodutoras, ligadas ao uso da terra pelo homem, o relevo apresenta grande importância no seu estudo e na relação com a análise da fragilidade ambiental, pois é um dos principais definidores de unidades de paisagens.

Sua compartimentação está em estreita relação com a distribuição dos demais atributos formadores da paisagem, como, p.ex., os solos e a vegetação. Assim, os estudos do relevo que visem o mapeamento, em especial das áreas com fragilidade potencial, são de grande valor na definição das melhores formas de uso, manejo e no planejamento territorial e ambiental da UC Parque Estadual Serra Ricardo Franco.

8.1. A Fragilidade Ambiental com base no Relevo

A compreensão da situação ambiental de determinada região, estadual, municipal, bacia hidrográfica ou unidade de conservação, permeia pela análise integrada dos elementos naturais e dos aspectos influenciados pelo homem.

Essa análise nem sempre é fácil de ser realizada, muitas vezes não podendo ser explicada em sua totalidade sem uma proposta metodológica adequada e consistente, transformando-se assim, em um grande desafio aos trabalhos científicos.

Na presente pesquisa, para contribuição dessa questão, utilizou-se a proposta metodológica de Ross (1990 e 1994), onde propõe a analisar a Unidade de Conservação Parque Estadual Serra Ricardo Franco, apresentando sua situação ambiental atual.

Neste sentido, e como subsídio básico para a compreensão da situação ambiental da referida UC, parte-se da análise de aspectos que, apesar de não serem os únicos, constituem-se como importantes, para a determinação do grau de fragilidade ambiental.

Desta forma, a análise dos tipos de solos, dissecação do relevo, uso e ocupação dos solos/cobertura vegetal e da pluviosidade que ocorre na área da UC, são os principais parâmetros que indicam o comportamento da bacia considerando a atuação integrada destes fatores.

8.1.1. Índices de Dissecação do Relevo

Com base em Ross (1992), tomou-se como base para o referencial morfométrico a matriz dos Índices de Dissecação do Relevo, embasados na relação da densidade de drenagem/dimensão interfluvial média, onde se estabeleceu categorias de influência de Muito Fraca a Muito Forte, estando representadas na tabela 03.

Tabela 03: Matriz dos Índices de Dissecação do Relevo

Densidade de Drenagem ou Dimensão Interfluvial (classes)	Muito Alta (1)	Alta (2)	Média (3)	Baixa (4)	Muito Baixa (5)
	>3750 m	1750 a 3750 m	750 a 1750 m	250 a 750 m	< 250 m
Grau de Entalhamento dos Vales (classes)					
Muito Fraco (1) < 20m	11	12	13	14	15
Fraco (2) 20 a 40 m	21	22	23	24	25
Médio (3) 40 – 80 m	31	32	33	34	35
Forte (4) 80 a 160 m	41	42	43	44	45
Muito Forte (5) >160m	51	52	53	54	55

Fonte: Modificado a partir do tema Geomorfologia do Projeto Radambrasil – MME/DNPM – 1982 e ROSS (1992, 1994)

Organização: Ferreira, A. R.

Classificou-se as categorias morfométricas seguindo como referencial esta matriz, estando dispostas na tabela 04.

Tabela 04: Classe de Dissecação do Relevo

1 – Muito Fraca	11
2 - Fraca	21, 22, 12
3 - Média	31, 32, 33, 13, 23
4 - Forte	41, 42, 43, 44, 14, 24, 34
5 – Muito Forte	51, 52, 53, 54, 55, 15, 25, 35, 45

Fonte: Elaborado com base ROSS (1994)

Organização: Ferreira, A. R.

Na figura 25 estão representados os dados da compartimentação geomorfológica, qualificadores do índice de dissecação e a classificação dos índices de dissecação.

8.1.2. Os Solos

Na variável solo, consideraram-se os tipos de solos encontrados na área de estudo, comparando-os com as classes de fragilidade apresentadas na tabela 05 proposta por Ross (1994).

Esta tabela leva em consideração parâmetros de textura, estrutura, plasticidade, grau de coesão das partículas e profundidade/espessura dos horizontes superficiais e subsuperficiais que identificam os vários tipos de solos. Dessa forma, mediante as características expostas, os solos são classificados conforme sua fragilidade, em cinco categorias hierárquicas, sendo elas desde a classe da fragilidade muito baixa (1) até muito forte (5).

Tabela 05: Classes de Fragilidade dos Solos

Classes de Fragilidade	Tipos de Solos
1 – Muito Baixa	Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho escuro e Vermelho amarelo textura argilosa.
2 - Baixa	Latossolo Amarelo e Vermelho amarelo textura média /argilosa. Plintossolo Argilúvico Distrófico.
3 - Média	Latossolo Vermelho-amarelo, Terra Roxa, Terra Bruna, Podzólico Vermelho-amarelo textura média/argilosa
4 - Forte	Podzólico Vermelho-amarelo textura média/arenosa, Podzólico Vermelho-amarelo Distrófico , Cambissolos.
5 – Muito Forte	Podzolizados com cascalho, Litólicos e Areias Quartzosas (Neossolo Quartzênico e Neossolo Litólico Eutrófico)

Fonte: Elaborado com base em Ross (1994)

Organização: Ferreira, A. R.

Obs.: Os tipos de solos em negrito na tabela são os encontrados na área de estudo.

8.1.3. O Uso e a Ocupação da Terra e a Cobertura Vegetal

As diferentes formas de ocupação e utilização que o ser humano realiza sobre o ambiente natural, decorrem do processo histórico que condicionou determinado uso e ocupação. (SANTOS, 2005).

Desta forma, a sociedade cria relações entre os indivíduos participantes da sociedade e também relações entre o ser humano e a natureza que o cerca. A relação ser humano com natureza ocorre a partir de um processo de ocupação realizado pelo ser humano sobre determinado ambiente natural.(SANTOS, 2005).

A ocupação da terra para uso agropecuário está na maior parte plana do Parque Estadual Serra Ricardo Franco, sendo essa atividade econômica desenvolvida também nas partes mais elevadas do referido Parque (figura 26).

Figura 26: Mapa de Cobertura Vegetal do Parque Estadual Serra Ricardo Franco, Vila Bela da Santíssima Trindade – MT.

No que se refere à cobertura vegetal, registra-se a presença de Campo Cerrado, Formação Savânica Associada a Vertentes, Cerrado, Floresta Estacional, Floresta Estacional/Savana, Formações Secundárias. Registram-se também áreas com extrativismo vegetal e mineral e reflorestamento.

Utilizando como subsidio básicos os critérios propostos por Ross (1994), foi estabelecido uma hierarquia obedecendo à ordem decrescente quanto à capacidade de proteção dos solos, conforme verificado na tabela 06.

Tabela 06: Graus de Proteção do Solo segundo a Cobertura Vegetal

Graus de Proteção	Tipos de Cobertura Vegetal
1 – Muito Alto	Floresta Estacional, Cerradão
2 - Alto	Cerrado, Floresta Savânica
3 - Médio	Formações Secundárias, Pastagem
4 - Baixo	Agricultura Temporária (soja), solo desnudo

Fonte: Elaborado com base em ROSS (1994)

Organização: Ferreira, A. R.

8.1.4. O Papel das Chuvas

Na análise da fragilidade, os elementos climáticos, em especial as chuvas, são fundamentais pela sua ação direta na dinâmica ambiental. A ação das chuvas é um importante elemento escultor do relevo, pois regula e ativa todos os processos morfodinâmicos contribuindo diretamente para acelerar os processos erosivos.

Tendo como base os principais domínios climáticos que ocorrem no território brasileiro, estabeleceu-se níveis hierárquicos quanto às características climatológicas de acordo com a maior ou menor intensidade do efeito da pluviosidade sobre os processos morfodinâmicos, obedecendo a uma hierarquização de ordem crescente quanto a capacidade de interferência da estabilidade do ambiente. Estas categorias vão desde a classe de fragilidade muito baixa até a muito forte, conforme orientações de Ross (2000) e Spörl (2001), apresentadas na tabela 07.

Tabela 07: Níveis hierárquicos dos comportamentos pluviométricos

Níveis Hierárquicos	Características Pluviométricas
1 – Muito baixa	Situação pluviométrica com distribuição regular ao longo do ano, com volumes anuais não muito superiores a 1000 mm/ano.
2 - Baixa	Situação pluviométrica com distribuição regular ao longo do ano, com volumes anuais não muito superiores a 2000 mm/ano.
3 - Média	Situação pluviométrica com distribuição anual desigual, com períodos secos entre e 3 meses no inverno, e no verão com maiores intensidades de dezembro a março.

4 - Forte	Situação pluviométrica com distribuição anual desigual, com período seco entre 3 e 6 meses e alta concentração das chuvas no verão entre novembro e abril quando ocorrem de 70 a 80% do total das chuvas.
5 – Muito Forte	Situação pluviométrica com distribuição regular, ou não, ao longo do ano, com grandes volumes anuais ultrapassando 2500 mm/ano; ou ainda, comportamentos pluviométricos irregulares ao longo do ano, com episódios de chuvas de alta intensidade e volumes anuais baixos, geralmente abaixo de 900 mm/ano (semi-árido).

Os dados de precipitação foram obtidos no site do INMET, estações e dados, BDMEP, Estação Automática A922 Vila Bela da Santíssima Trindade, dados históricos. Os índices de precipitação dos anos de 2010, 2011, 2012 e 2013 estão representados nos gráficos 01, 02, 03 e 04.

Gráfico 01: Dados de precipitação média mensal do ano de 2010.

Fonte: www.inmet.gov.br/bdmeq

Gráfico 02: Dados de precipitação, média mensal do ano de 2011.

Fonte: www.inmet.gov.br/hdmen

8.2. A Fragilidade a partir dos Índices de Dissecação do Relevo

A relação das variáveis: Índices de Dissecação, Solos, Uso dos Solos/Cobertura Vegetal e Precipitação, possibilitou uma classificação da fragilidade por meio da correlação destes quatro elementos de informação e dígitos já mencionados, sendo o primeiro relacionado ao índice de dissecação do relevo, seguido pelo solo, uso do solo/cobertura vegetal e a precipitação.

Quando combinados, esses conjuntos arábicos entre si podem representar uma expressão numérica do tipo 1111, 1214, 2233, 3455 ou mesmo 5555. Dessa forma, uma combinação do tipo 1111 representa uma área com relevo de dissecação muito fraca, solos de muito fraca erodibilidade, cobertura vegetal com representantes florestais e situação de precipitação regular com volumes próximos de 1.000mm/ano. Entretanto, se a combinação expressa for do tipo 5555, todas as variáveis são desfavoráveis, indicando uma fragilidade no ambiente muito grande.

Uma área pode apresentar combinação numérica intermediária, como por exemplo, a classificação 3343, em que o relevo apresenta uma dissecação média (3), solos podzólicos medianamente frágeis aos processos erosivos (3), produção formações secundárias ou pastagem (4) e precipitação média (3).

As combinações numéricas identificam áreas com diferentes graus de instabilidade, evidenciando locais com pouca ou nenhuma interferência antrópica, consideradas áreas com equilíbrio dinâmico e outras em que as ações humanas já comprometem o equilíbrio, sendo consideradas áreas de risco e de desequilíbrio morfodinâmico emergentes.

A avaliação da fragilidade ambiental ocorre quando se pretende aplicá-la ao planejamento territorial ambiental. Com base em Tricart (1977) e Ross (1990) por meio de uma concepção ecológica onde o ambiente é analisado sobre a égide da Teoria dos Sistemas, que parte do princípio de que na natureza as trocas de energia e matéria se processam por intermédio das relações de equilíbrio dinâmico, utilizou-se o conceito das Classes de Instabilidade para indicarem o grau de fragilidade do Parque Estadual Serra Ricardo Franco, classificado em Unidades Ecodinâmicas Estáveis, conforme dados expressos na tabela 08.

Tabela 08: Dados das Classes Fragilidade, Relevo, Tipo de Solo, Uso do Solo; Cobertura Vegetal e Precipitação das Unidades Ecodinâmicas Estáveis do Parque Estadual Serra Ricardo Franco.

Ambientes de Fragilidade	Classes de Fragilidade	Índices de Instabilidade Potencial	Características do Relevo	Tipo de Solo	Uso do Solo/ Cobertura Vegetal	Características de Precipitação
Unidades Ecodinâmicas Estáveis	FRACA	2214	Colinas e Morros com suave dissecação.	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico	Florestas Estacionais e Cerradão	Distribuição anual desigual, com período seco de 3 a 4 meses e alta concentração das chuvas no verão entre novembro e abril quando ocorrem de 70

Unidades Ecodinâmicas Estáveis						a 80% do total das chuvas registrando nesses meses até 1.500mm.
	MÉDIA	3424	Planaltos com estratos horizontais, formas dissecadas com topos apresentando morfologias tabulares.	Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico	Formações de florestas savânicas e cerrado	Distribuição anual desigual, com período seco de 3 a 4 meses e alta concentração das chuvas no verão entre novembro e abril quando ocorrem de 70 a 80% do total das chuvas registrando nesses meses até 1.500mm.
	FORTE	4423	Planaltos com estratos horizontais, formas dissecadas com topos apresentando morfologias tabulares.	Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico	Formações de florestas savânicas e cerrado	Distribuição anual desigual, com período seco de 3 a 4 meses e alta concentração das chuvas no verão entre novembro e abril quando ocorrem de 70 a 80% do total das chuvas registrando nesses meses até 1.500mm.
	MUITO FORTE	5533	Escarpas com forte dissecção do relevo	Litólicos e Areias Quartzosas (Neossolo Quartzênico e Neossolo Litólico Eutrófico)	Formações secundárias (capoeiras, campo limpo) e pastagens	Distribuição anual desigual, com período seco de 3 a 4 meses e alta concentração das chuvas no verão entre novembro e abril quando ocorrem de 70 a 80% do total das chuvas registrando nesses meses até 1.500mm.

Por meio desta análise empírica e diante da conceitualização de Tricart (1977) e Ross (1990) a cerca das Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Instáveis, mesmo os locais com fragilidade potencial Forte e Muito Forte, essa pesquisa não indicou áreas com Unidades Ecodinâmicas Instáveis por se tratar de uma Unidade de Conservação.

Na figura 27 registra-se as classes de fragilidade ambiental baseada no índice de dissecação do Parque Estadual Serra Ricardo Franco, representando quatro classes: Fraca, Média, Forte e Muito Forte, predominando a Classe Média (3424) com quatro localidades (Fazenda Shangrilá, Fazenda Guará, Córrego Paraíso e Sítio do Denis), seguida da Classe Forte (4423) com duas áreas (Fazenda Portilho e Cachoeira do Jatobá), sendo que as Classes Fraca (2214) e Muito Forte (5533) obtiveram uma indicação cada (Cachoeira Capivari e Fazenda Jatuarana respectivamente).

A área das Fazendas Jatuarana e Portilho, com classe de fragilidade Muito Forte, são as que apresentam áreas com grande desmate e vulnerabilidade a erosão, em ambos os locais visualiza-se sulcos e ravinas, ocasionados pelo uso do solo para pastagem do gado conforme observado nas figuras 27, 28, 29 e 30.

Na Fazenda Shangrilá também registra-se pastagens para o gado e a intervenção humana na nascente do Rio Turvo, onde o proprietário construiu uma mini usina hidrelétrica sem conhecimento da vazão hídrica e não levando em conta o longo período de estiagem que se registra na região, em média 3 meses sem chuvas, dessa forma o nível do lençol freático fica muito baixa, o que impossibilita o funcionamento da referida usina, conforme observado nas figuras 31 e 32.

As áreas da Cachoeira Capivari, Cachoeira do Jatobá e Sítio do Denis são as que apresentam nenhuma ou pouca alteração antrópica, conforme as figuras 33 e 34, sendo possível visualizar a cobertura vegetal representadas por matas, cerradão e cerrado, sendo muito procuradas por turistas. Na tabela 09 registram-se os valores em km² e porcentagem (%) de cada área de coleta de dados e suas respectivas classes de fragilidade com base nos índices de dissecação do relevo.

Tabela 09: Classes de Fragilidade distribuídas pelos compartimentos com apoio nos Índices de Dissecação do Relevo.

Graus de Fragilidade	Área (km ²)	%
Fraca	200	3,27
Média	3560	58,24
Forte	1400	22,9
Muito Forte	952	15,57

Figura 27: Mapa de Fragilidade Ambiental com apoio nos índices de Dissecação do Relevo – Parque Estadual Serra Ricardo Franco, Vila Bela da Santíssima Trindade – MT.

Figura 28: Vista parcial da presença de sulcos em solo com pastagem, Fazenda Portilho – Parque Estadual Serra Ricardo Franco, Vila Bela da Santíssima Trindade.

Figura 29: Vista parcial da presença de sulcos e rochas expostas em solo com pastagem, Fazenda Portilho – Parque Estadual Serra Ricardo Franco, Vila Bela da Santíssima Trindade.

Figura 30: Vista parcial da presença de ravinas em solo com uso para pastagem, Fazenda Jatuarana – Parque Estadual Serra Ricardo Franco, Vila Bela da Santíssima Trindade.

Figura 31: Vista parcial da presença ravinas em solo com grande ondulação utilizado para pastagem, Fazenda Jatuarana – Parque Estadual Serra Ricardo Franco, Vila Bela da Santíssima Trindade.

Figura 32: Vista parcial da casa de máquinas da mini usina hidrelétrica da Fazenda Jatuarana – Parque Estadual Serra Ricardo Franco, Vila Bela da Santíssima Trindade.

Figura 33: Vista parcial sistema de captação de água para a mini usina hidrelétrica, nascente do rio Turvo, Fazenda Jatuarana – Parque Estadual Serra Ricardo Franco, Vila Bela da Santíssima Trindade.

Figura 34: Vista parcial da cobertura vegetal da Cachoeira do Jatobá – Parque Estadual Serra Ricardo Franco, Vila Bela da Santíssima Trindade.

Figura 35: Vista parcial da cobertura vegetal e paredões rochosos do Sítio do Denis – Parque Estadual Serra Ricardo Franco, Vila Bela da Santíssima Trindade.

8.3. A Fragilidade Potencial com apoio das Classes de Declividade.

A fragilidade ambiental, também chamada de potencial, se caracteriza pela fragilidade natural a que uma determinada área está submetida, ou seja, a partir do tipo de solo, declividade do relevo, índice de pluviosidade, entre outros, esse local poderá ou não apresentar um equilíbrio natural.

Os elementos que caracterizam a fragilidade natural por intermédio da declividade, figura 36, foram hierarquizadas levando em consideração as Classes de Declividade, Tipos de Solos, Uso dos Solos/Cobertura Vegetal e Precipitação, sendo que as Classes de Declividade apresentam os seguintes intervalos e graus de fragilidade:

Muito Fraco - < 6% (1)

Fraco – 6 a 12% (2)

Médio – 12 a 20% (3)

Forte – 20 a 30% (4)

Muito Forte - > 30% (5)

A classe de fragilidade potencial **muito fraca** corresponde à área de coleta denominada Fazenda Guará, com declividade de < 6%, latossolo vermelho-amarelo distrófico, com domínio de colinas e morros com suave dissecação, cobertura vegetal onde predominam florestas savânicas e cerrado.

A fragilidade potencial **fraca** é registrada na Cachoeira Capivari e Córrego Paraíso, onde as declividade vão de 6 a 12%, com latossolo vermelho-amarelo distrófico e Solos Nitólicos, o relevo apresenta planaltos com estratos horizontais, formas dissecadas com topos apresentando morfologias tabulares, vegetação com florestas estacionais, florestas savânicas e cerrado.

A classe de fragilidade **média** é identificada no Sítio do Denis apresentando declividade de 12 a 20%, solo podzólico vermelho-amarelo eutrófico, planaltos com formas dissecadas e morfologias tabulares, vegetação com florestas estacionais, florestas savânicas e cerrado.

A fragilidade **forte** é registrada na Fazenda Jatuarana, Fazenda Portilho e Fazenda Shangrilá com índices de declividade de 20 a 30%, apresentando neossolos quartzênicos (areias quartzosas e podzólico vermelho-amarelo, planaltos com estratos horizontais e escarpas com forte dissecação, Formações Secundárias, Pastagem e agricultura temporária (soja).

A classe de fragilidade **muito forte** é registrada na Cachoeira do Jatobá, pois apresenta declividade acima de 30%, neossolos quartzênicos (areias quartzosas), campo limpo.

Figura 36: Mapa de Fragilidade com Apoio nas Classes de Declividade.

A variável declividade comporta melhor detalhamento das classes de fragilidade, pois em relação aos índices de dissecação do relevo, a identificação do grau de fragilidade torna-se mais fragmentada, mais minuciosa.

A área pesquisada apresenta grande diversificação entre os graus de fragilidade, desde muito fraca a muito forte, decorrente da grande variação de classes de declividades, variando de declividades inferiores a 6% até áreas com mais de 30%.

A fragilidade potencial identificada por meio dos parâmetros Índices de Dissecação do Relevo e Classes de Declividades, que leva em consideração os elementos naturais (tipos de solos, uso do solo/cobertura vegetal e precipitação pluviométrica), deve-se considerar o elemento antrópico, que se caracteriza pela forma como utiliza o solo. No caso específico para a região do Parque Estadual Ricardo Franco, registra-se duas formas distintas de utilização: agricultura sazonal (soja) e pecuária extensiva, conforme pode ser observado no mapa de cobertura vegetal já apresentado.

Dessa forma, na pesquisa ambiental é necessário não só a observação dos elementos formadores do ambiente natural, conhecer os processos que os formaram para entender as dinâmicas dos mesmos, como também, considerar a dinâmica de ocupação local, a partir da ação antrópica, uma vez que essa ação é em muitos casos fator determinante para o equilíbrio ou desequilíbrio do sistema.

Apesar da maior área do Parque Estadual Serra Ricardo Franco estar incluída em uma classe de fragilidade potencial que varia de fraca a média, as perdas de solo pelo desmatamento para plantação de culturas sazonais e pastagens, precisam ser levadas em consideração, visto que já apresentam áreas com sulcos e ravinas, que podem contribuir para a poluição e o assoreamento de córregos e rios, uma vez que água que chega até esses canais transportam em solução os fertilizantes aplicados nas culturas agrícolas.

8.4. Os Resultados da Fragilidade Ambiental frente ao Relevo e a Geodiversidade do Parque Estadual Serra Ricardo Franco

No que se refere às condições de fragilidade analisadas sob os parâmetros da geodiversidade, o Parque Estadual Serra Ricardo Franco apresenta nas áreas de Coberturas Cenozóicas Detrito – Lateríticas, baixa erosividade natural e boa estabilidade em taludes de corte, onde os solos apresentam baixa fertilidade natural, excesso de alumínio. Essas áreas ocorrem onde a análise indicou a classe de fragilidade muito fraca, fraca e média devido a diferença de declividade do relevo.

Nas áreas com Domínio das Sequências Sedimentares Proterozóica Dobradas Metamorfizadas de Baixa a Médio Grau, apresentam solos arenosos com baixa fertilidade natural e ácidos, indicando a classes de fragilidade média, forte e muito forte, por apresentar as maiores declividades, solos mais instáveis e maior alteração na cobertura vegetal natural.

Os resultados obtidos a partir da análise do relevo resultou nas cartas de fragilidade ambiental com apoio na dissecação e na declividade da compartimentação geomorfológica, segundo os pressupostos de Grigoriev (1968), Gerasimov (1980) e Canil (2006), essa análise ambiental, que toma o relevo como fator estruturante e considera a ação antrópica agente atuante na modificação do mesmo, é que emerge a geomorfologia aplicada, oferecendo suporte para o conhecimento da dinâmica das paisagens, apontando indicadores que subsidiem ações nas formas de uso e ocupação das terras e a utilização dos recursos naturais na formulação de diagnósticos e descrição da dinâmica dos processos. (TRICART, 1964; CANIL, 2006).

A fragilidade potencial compreende a integração dos elementos físicos naturais, como a geomorfologia, tipos de solos, declividade, clima, uso da terra e cobertura vegetal. Ross (1992) afirma que as formas dos terrenos possuem uma explicação genética e são interdependentes e inter-relacionadas aos demais componentes da natureza (geologia, cobertura pedológica, clima, hidrografia e vegetação).

No que se refere a proposta metodológica de Ross (1994), o que diferencia as Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial (Estáveis) das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Emergente (Instáveis) é o elemento uso da terra e a cobertura vegetal, que na área pesquisada, ainda encontra-se bem conservada com a presença de Unidades de Paisagem compostas por formações florestais estacionais e savânicas, cerrado e cerrado.

Ressalta-se que os mapas de fragilidade são ferramentas que atendem a necessidade de caracterização em Unidades Ecodinâmicas, sendo instrumentos de avaliação das fragilidades e potencialidades que sintetizam as características naturais dos meios às restrições e/ou aptidões em face de distintas formas de uso e ocupação. A elaboração de mapas de fragilidade ambiental mostra em termos de intensidade e de distribuição espacial, a susceptibilidade do meio físico, considerando-se os fatores geológicos, geomorfológicos e pedológicos e as suas respostas às pressões antrópicas.

Para Ross (2006) a identificação das Unidades de Paisagem tem que considerar as informações integradas sobre o ambiente e a sociedade, resultando na identificação de espaços territoriais: Unidades de Paisagem, Unidades de Terras, Unidades Ambientais ou Sistemas Ambientais, e assim, por meio dessa interação de fatores e tendo o relevo como elemento da paisagem junto com a vegetação os que mais apresentam alterações ambientais visíveis, é que chegou-se ao diagnóstico de fragilidade ambiental nas áreas com maior dissecação e declividade do relevo.

Entretanto, nesta pesquisa, com base na análise dos dados e nas concepções de Tricart (1977) e Ross (1994), podem ser classificadas como Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial (Estáveis), porém, vale ressaltar que em alguns pontos do Parque Estadual Serra Ricardo Franco, há uma instabilidade potencial, pois há intervenção antrópica no que diz respeito à substituição da cobertura vegetal por pastagem e agricultura temporária.

Com relação a vulnerabilidade ou mesmo a presença de erosões, registra-se em dois pontos de coleta, Fazenda Jatuarana e Fazenda Portilho, a presença de ravinas e sulcos em decorrência do solo suscetível à erosão, das chuvas concentradas nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro e da retirada da cobertura vegetal, utilizando a terra para pecuária.

Diante do exposto, é possível afirmar que o relevo é um dos principais definidores da paisagem na UC Parque Estadual Serra Ricardo Franco, pois sua compartimentação geomorfológica, planalto residual, com seus tipos de solos e vegetação típica em cada patamar de elevação, destaca-se na região, composta ainda pela depressão e planície do Guaporé, e a interação dos fatores (relevo, solo, clima e vegetação) está dando o caráter de Unidade Ecodinâmica de Instabilidade Potencial (Estável).

A análise da paisagem do Parque Estadual Serra Ricardo Franco sob a ótica do geossistema, proposta por Bertrand (1971), apresenta a área pesquisada com grande potencial ecológico (geomorfologia, clima, hidrologia) em relação harmônica com os elementos solo e vegetação, com pouca a média exploração antrópica, estando em estado de clímax entre o potencial ecológico e a exploração econômica, apresentando-se como geossistema climáticos, paleoclimáticos ou subclimáticos em biostasia, onde a intervenção antrópica que existe, pode provocar uma dinâmica regressiva da vegetação e dos solos, locais onde os solos apresentam processos iniciais erosivos, pastagem e agricultura temporária, mas ainda não compromete gravemente o equilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração biológica.

Na concepção de Bolós (1981), seguindo o modelo de Sotchava (1976), onde a paisagem é resultado da interação do geossistema com sua localização espaço-temporal, a UC pesquisada pode ser classificada como Paisagem Natural e Equilibrada, ou Paisagem em Equilíbrio, com equivalência na entrada e saída de energia.

Fica evidente que na área do Parque Estadual Serra Ricardo Franco, a alteração que ocorre está no solo onde a vegetação nativa foi retirada para dar lugar às atividades agropecuárias, não sendo observado escorregamentos, deslizamentos ou mesmo rastejamentos nas encostas, em função do tipo de solo associado à presença da cobertura vegetal nativa.

9 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da geodiversidade com a identificação e compartimentação da área do Parque Estadual Serra Ricardo Franco, nas referidas unidades geológico-ambientais, é de grande importância para conhecimento das potencialidades naturais e vão subsidiar melhor planejamento territorial, por criar subsídios e critérios de seleção de áreas para diversos tipos de ocupação.

O conhecimento da geodiversidade e a consideração das características dos materiais geológicos formadores do substrato de uma região são fundamentais para o planejamento e a gestão territorial. Convém ressaltar que as informações geradas pelo presente trabalho foi elaborado pelo Programa Geologia do Brasil – Levantamento da Geodiversidade, como subsidio para entendimento das formações geológicas regional, portanto, recomenda-se a realização de estudos mais detalhados antes do planejamento e execução do plano de manejo que deve ser elaborado para o referido Parque.

No que se refere à fragilidade potencial com apoio do índice de dissecação, verifica-se que a classe média é a de maior ocorrência na área do Parque Estadual Serra Ricardo Franco, registrado os locais: Córrego Paraíso, Sítio do Denis, Fazenda Shangrilá e Fazenda Guará, seguida da forte representadas pela Fazenda Portilho e Cachoeira do Jatobá.

Com relação à fragilidade potencial com apoio das classes de declividade, a classe forte apresentou maior ocorrência: Fazenda Jatuarana, Fazenda Portilho e Fazenda Shangrilá, seguida da classe fraca: Cachoeira Capivari e Córrego Paraíso.

Registra-se que a Cachoeira do Jatobá encontra-se em classes diferenciadas, uma vez que apresenta a maior declividade pesquisada, assim como a Fazenda Jatuarana, que pelo Índice de Dissecação apresenta classe fragilidade muito forte pela sua compartimentação geomorfológica.

O estudo e mapeamento da fragilidade ambiental do Parque Estadual Serra Ricardo Franco deve trazer uma nova contribuição para o conhecimento da realidade ambiental, pois mesmo sendo decretado desde 1998 com área de Unidade de Conservação, ainda não possui um plano de manejo e os fazendeiros e outros ocupantes não foram indenizados. Continuam no local, muitos a espera que chegue a ordem de desocupação. Em vários locais, como no platô da serra, não ocorre mais derrubadas e é possível verificar áreas em processo de recomposição natural da vegetação.

Já nas áreas do sopé e nos limites do Parque, não há uma demarcação entre as fazendas, sítios e o Parque, na verdade não se conhece os verdadeiros limites, pois nunca houve a colocação de placas que indicasse qual é a área da referida Unidade de Conservação, há um processo acelerado de uso e ocupação, não só pela pecuária como pela agricultura.

Registra-se na área estudada que o processo antrópico ainda não gerou alterações que não possam ser revertidas, principalmente porque ainda há mais áreas preservadas do que alteradas. Entretanto, na região do entorno do referido Parque, ocorre grandes tensões entre grileiros, posseiros e fazendeiros pela posse da terra, o que poderá, se não houver nenhuma iniciativa de desapropriação por parte dos órgãos governamentais de Meio Ambiente, uma forte invasão com exploração dos recursos naturais desta UC.

No que se refere às unidades elementares da paisagem o **suporte** e a **cobertura**, registra-se nesta pesquisa que o suporte encontra-se em pouco desequilíbrio, uma vez as características geológicas continuam preservadas, não registrando grandes erosões (voçorocas) na área do Parque.

Quanto à cobertura, a influência climática sobre o solo e o relevo é mais intensificada pela alta pluviosidade na estação chuvosa (novembro a abril) apresentando grandes volumes de precipitação, em alguns anos, superiores a 1.500mm mensais

Vale ressaltar que o clima, os tipos de solo e o relevo influenciam na formação vegetal local, em maior parte definida por florestas estacionais, florestas savânicas e cerrado, principalmente ao longo dos vales fluviais.

Ainda sobre a cobertura, não se pode descartar o parâmetro antrópico com a exploração agropecuária e em alguns locais do Parque a exploração do turismo de forma desordenada, sem orientação de como o turista deve se comportar em ambiente de preservação ambiental.

Nessa vertente, o potencial ecológico e a exploração biológica da região encontram-se em processo de influência da ação antrópica. A paisagem local está em **biostasia**, com atividade geomorfogenética nula e potencial ecológico ainda apresenta-se mais ou menos estável. Dessa forma, a paisagem evidencia-se como meios estáveis, onde a pedogênese predomina sobre a morfogênese, com geossistema climáticos, correspondendo à paisagem de clímax mais ou menos bem conservado.

A primeira vista a paisagem morfológica parece imutável na escala temporal de milhares de anos. Mas na escala local e pontual apresenta modificações sensíveis no transcurso de alguns poucos anos ou décadas.

O relevo e as águas superficiais são elementos que se integram ao clima, vegetação e solos na organização dos sistemas ambientais naturais. E as formas de relevo explicitam os condicionantes da litologia, os resultados dos processos endógenos e exógenos e sua evolução e dão indicação das características pedológicas.

No que se refere ao objetivo geral proposto, fica evidente que a geomorfologia é o elemento que exerce maior relevância na análise e identificação das áreas com fragilidade potencial, sendo difícil chegar aos resultados apresentados nessa pesquisa, senão por meio da análise do relevo, sendo o relevo, o geoindicador na demarcação das **Unidades de Paisagem Natural e Equilibrada**.

Nesta pesquisa constatou-se que a metodologia que se apoia no índice de dissecação do relevo se mostrou a que mais combina com a realidade visualizada em campo, pois ao relacioná-la a dinâmica encontrada, foi possível diagnosticar as áreas de maior fragilidade do Parque Estadual Serra Ricardo Franco.

A aplicação dos modelos de análise da fragilidade utilizados pode não representar a realidade de campo, porém, são ferramentas valiosas na diferenciação básica entre os ambientes analisados e permitem estabelecer certo grau de padronização, mas que não substituem as análises de campo para a avaliação dos problemas e características ambientais.

Com relação à atribuição de valores às variáveis (tipos de solos, uso da terra e cobertura vegetal, declividade do relevo e precipitação pluviométrica), estes indicam a contribuição relativa de cada variável na determinação da classe de fragilidade de cada área. Entretanto, em uma área com grau de declividade acima de 30% e cobertura vegetal intacta, mas por apresentar solos com diferenciação entre argilosos e arenosos, exibe dificuldade em atribuição de valores a cada variável.

Isso explica algumas divergências encontradas entre os modelos de fragilidade ambiental analisados. A análise comparativa entre as classes de fragilidade com apoio nos índices de dissecação do relevo e as classes de fragilidade com apoio na declividade com apoio na declividade do relevo, aponta pontos positivos e negativos, o que leva a sugestão do aprimoramento dos dois modelos adotados, uma vez que estes modelos representam importante instrumento no planejamento ambiental e territorial.

O modelo utilizado nessa pesquisa trabalha com a valorização do relevo para sugerir a fragilidade potencial muito forte para áreas muito dissecadas, mas as outras variáveis podem amenizar a vulnerabilidade, ou mesmo, determinar uma fragilidade muito fraca para uma área de relevo estável, e as outras variáveis acentuam sua vulnerabilidade.

Os métodos e técnicas operacionais foram satisfatórios para a análise proposta, ficando a sugestão de ampliação da identificação e análise das condições dos canais fluviais (córregos e rios) que compõem a paisagem do Parque Estadual Serra Ricardo Franco.

De qualquer forma, a análise e determinação da fragilidade potencial pelo uso da análise do relevo, por meio das cartas de dissecação e declividade associados às visitas a campo, levaram a conclusão de que é necessário e urgente a implantação, delimitação oficial e a regularização definitiva da área do Parque Estadual Serra Ricardo Franco, uma vez que os conflitos fundiários e a exploração agropecuária em seu entorno pode levar a instabilidade dessa Unidade de Conservação.

A hierarquização da área conforme as classes de fragilidade potencial, associadas às análises realizadas na presente pesquisa, constituem-se em ferramenta para orientar na definição de planos de recuperação, planejamento e zoneamento territorial e ambiental do Parque Estadual Serra Ricardo Franco, inserido em uma região de grande importância geocológica, econômica e social do Estado de Mato Grosso.

Diante do exposto fica explícito que a escolha da área do Parque Estadual Serra Ricardo Franco se deve aos seus aspectos naturais, destacando a compartimentação do relevo e da zona de ecótono entre o bioma Amazônico, o Cerrado e o Pantanal do Guaporé.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. A. Significado e Propriedade do Relevo na Organização do Espaço. *Boletim de Geografia Teorética*, a.15, n. 29-30, p. 154-162, 1985.

AB'SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. *Geomorfologia*, São Paulo, n. 18, p. 1-23, 1969.

AB' SABER, A. N. Problemas do Mapeamento Geomorfológico no Brasil. *Geomorfologia*, São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, n.6, p. 1-16, 1969.

AB' SABER, A. N. A organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras. *III Simpósio sobre o Cerrado*. São Paulo: Ed. Edgard Blücher e EDUSP, 1971, 1-14.

AB' SABER, A. N. *Os domínios morfoclimáticos da América do Sul. Primeira Aproximação*. Geomorfologia. São Paulo, USP, Instituto de Geografia, n. 52, 1977. 21p.

AMARAL, R. *Unidades Ecodinâmicas: Análise da Fragilidade Ambiental do Parque Estadual do Morro do Diabo e entorno, Teodoro Sampaio/SP*. 2005. 170p. (Dissertação de Mestrado e Geografia Física) – Departamento de Geografia/FFLCH – USP – São Paulo.

AMARAL, R.; ROSS, J. L. S. As Unidades Ecodinâmicas na Análise da Fragilidade Ambiental do Parque Estadual do Morro do Diabo e entorno, Teodoro Sampaio/SP. *GEOUSP – Espaço e Tempo*, São Paulo, n. 26, PP. 59-78, 2009.

ARAÚJO, E. L. da S. *Geoturismo: Conceptualização, Implementação e Exemplo de Aplicação ao Vale do Rio Douro no setor Porto – Pinhão*. 2005, 219 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) – Escola de Ciências, Universidade do Minho, Minho, 2005.

ARGENTO, M. S. F. Mapeamento geomorfológico. In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. (org.) *In: Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p.365-392.

ARGENTO, M. S. F. Mapeamento Geomorfológico. In: *Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos*. Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. (orgs.) Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 6ª edição, pp. 365-391, 2005.

AZERÊDO, A. *Apresentação de acção de formação nas modalidades de estágio, projecto, oficina de formação e círculos de estudos, Projeto Pedagógico apresentado ao Conselho Científico – Pedagógico da Formação Contínua*. Lisboa, Portugal, 2008.

BARBOSA, G. V.; FRANCO, E. M. S.; MOREIRA, M. M. A. Mapas geomorfológicos elaborados a partir do sensor radar. *Notícia Geomorfológica*, Campinas, v. 17, n. 33, p. 137-152, jun. 1977.

BARBOSA, G. V. *Evolução da Metodologia para Mapeamento Geomorfológico do Projeto Radambrasil*. Salvador: Projeto Radambrasil, 1984, 187p. (Boletim Técnico do Projeto Radambrasil. Série Geomorfologia).

BARROS, A. M. *et al.* *Geologia – Folha SD21 Cuiabá – Projeto RADAMBRASIL*, Vol.26, 1982.

BASENINA, N. V.; ARISTARCHOVA, L. B.; LUKASOV, A. A. *Methods of Morphostrutural Analysis, Geomorphological Mapping – Comission on Geomorphological Survey and Mapping of U.G.I.*, Praga, 1972.

BECKER, B. K.; EGLER, C. A. C. *Detalhamento da Metodologia para Execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos Estados da Amazônia Legal*. LAGET/UFRJ, Rio de Janeiro, 1997.

BENITO – CALVO, A.; PÉREZ-GONZÁLEZ, A.; MAGRI, O.; MEZA, P. Assessing regional geodiversity: the Iberian Peninsula. *Earth Surface Processes and Landforms*, 34 (10): 1433-1445, 2009.

BERGER, A. R. The geoinicator concept and its applicatio: Na introduction. In: BERGER, A. R.; IAMS, W. J. *Geoindicators: Assessing rapid environmental changes in earth systems*. Balkema, Rotterdam, Cap. 22, p. 369-376. 1996.

BERGER, A. R. Assessing Rapid Environmental Change Using Geoindicators. *Environment Geology*, Springer, Berlin, v.1, n.32, p. 35-44, 1997.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do Solo*. Editora Ícone, São Paulo, 1999.

BERTRNA, G. *Paisagem e Geografia Global. Esboço Metodológico*. São Paulo, Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, Cadernos de Ciências da Terra, (13) pp. 1-27, 1971.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global – Esboço Metodológico. In: *Caderno de Ciências da Terra*, 13. São Paulo: Instituto de Geografia – USP, 1972.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global. *Revista RA'EGA*, Curitiba, n.8, p. 141-152, 2004.

BOLÓS, M. C. Problemática Actual de los Estudios de Paisaje Integrado. *Revista de Geografia*, Barcelona, v. 15, 1-2, pp. 45-68, 1981.

BRASIL, Ministério do Exército. Diretoria de Serviço Geográfico. *Folha: São João do Guaporé, escala: 1:100000*. 1975.

BRASIL, Ministério do Exército. Diretoria de Serviço Geográfico. *Folha: Ricardo Franco, escala 1:100000*. 1976.

BRASIL. *Projeto RADAMBRASIL, VOL. 19, Folha SD.20 Guaporé: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra*. Rio de Janeiro: DNPM, 1979. 368 p.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – IBDF/ Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza – FBCN. *Plano de Manejo de Reserva Biológica de Sooretama*. Brasília: IBDF, 1982 a.

BRIGUENTI, E. C. *O uso de Geoindicadores na Avaliação da Qualidade Ambiental da Bacia do Ribeirão Anhumas, Campinas – SP*. Campinas, SP, 2005.

BRILHA, J. Geoconservation and protected áreas. *Environmental Conservation*, 29 (3), 273-276, 2002.

BRILHA, J. *Patrimônio Geológicos e Geoconservação: a Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica*. Braga: Palimage Editores, 2005, 183p.

BRILHA, J.; PEREIRA, D.; PEREIRA, P. *Geodiversidade: valores e usos*. Braga: Universidade do Minho, 2008.

BRUSCHI, V. M. *Desarrollo de una metodologia para La caracterización, evaluación y gestión de los recursos de la geodiversidad*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias – Universidad de Cantabria, Santander, 2007, 263p.

CAILLEUX, A.; TRICART, J. ‘Zones phytogéographiques et morphoclimatiques au Quaternaire au Brasil, C. R. *Somm. de La Soc. de Biogéographie*, n° 296, PP. 7-41, 1957.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V.; D’ALGE, J. C. (eds.) *Introdução à Ciência da Geoinformação*. São José dos Campos, INPE. www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd 2001.

CANIL, K. *Indicadores para Monitoramento de Processos Morfodinâmicos Aplicação na Bacia do Ribeirão Pirajussara São Paulo (SP)*. Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, FFLCH, USP, 2006.

CANUTI, P.; CASAGLI, N.; ERMINI, L.; FANTI, R.; FARINA, P. Landslide activity as a geoinicator in Italy: significance and new perspectives from remote sensing. *Environmental Geology*, Springer, Berlin, v.1, n.45, p. 907-919, 2004.

CARCAVILLA, L.; DURÁN, J. J.; LÓPEZ-MARTINEZ, J. Geodiversidade: concepto y relación com el patrimonio geológico. *Geo-Temas*, 10. In: *Congreso Geológico de España*, 7, Las Palmas de Gran Canaria, p. 1299-1303, 2008.

CARCAVILLA, L.; DURÁN, J. J.; GARCIA-CORTÉZ, Á.; LÓPEZ-MARTINEZ, J. Geological Heritage and Geoconservation in Spain: Past, Presente, and Future. *Geoheritage*, 1: 75-91, 2009.

CARVALHO, C. N.; RODRIGUES, J.; JACINTO, A. (Eds.) *Geoturismo & Desenvolvimento Local*. Rio Maior (Portugal): Printmor, 2009.

CASSETI, V. *Ambiente e Apropriação do Relevo*. São Paulo, Editora Contexto, 1991.

CASSETI, V. *Elementos de Geomorfologia*. Goiânia: Editora da UFG, 137p. 1994.

CHORLEY, R. J. Geomorphology and general systems theory, U.S. Geol. Survey Prof. Paper, 500-B, 10pp. 1962. (Transcrito em *Notícias Geomorfológicas*, 11 (21), pp .3-22,1971).

CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. 2^a edição, São Paulo, Edgard Blücher, 149p. 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. A geografia física no estudo das mudanças ambientais. In: BECKER, B. K. (org.) *Geografia e meio Ambiente no Brasil*. São Paulo – Rio de Janeiro: HUCITEC, 1995, p. 334-345.

CHRISTOFOLETTI, A. *Modelagem de Sistemas Ambientais*. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 236p. 1999.

CHRISTOFOLETTI, A. Aplicabilidade do Conhecimento Geomorfológico nos Projetos de Planejamento. In: *Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos*. Guerra, a. j. t.; Cunha, S. B. (orgs.) Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 6^a edição, pp. 415-441, 2005.

COLTRINARI, L. Cartas Geomorfológicas. *Orientação – Instituto de Geografia*. São Paulo, n.5, p. 96-98, 1984.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM. *Mapa Geodiversidade do Brasil: escala 1:2.500.000, legenda expandida*. Brasília: CPR, 2006, 68p.

COOKE, R. U.; DOORNKAMP, J. C. *Geomorphology in environmental management, a new introduction*. Oxford: Claredon Press, 1990.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; AZEVEDO, L.G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T. *Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico*. INPE, São José dos Campos, SP, 1996.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; AZEVEDO, L. G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P.; FLORENZATO, T. *Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico*. INPE, São José dos Campos, SP, 1996.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; AZEVEDO, L. G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T., BARBOSA, C. *Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial*. INPE, São José dos Campos, SP, 2001.

CRUZ, O. A Geografia Física, o Geossistema, a Paisagem e os Estudos dos Processos Geomórficos. In: *Boletim de Geografia Teorética*, 15 (29-30: 53-62), 1985.

CUNHA, C. M. L.; MENDES, I. A.; SANCHEZ, M. C. Técnicas de Elaboração, Possibilidades e Restrições de Cartas Morfométricas na Gestão Ambiental. *Geografia*, Rio Claro – SP, v. 28, n.3, p. 415-429, 2003.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. In: *Geomorfologia e Meio Ambiente*. Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. (orgs.) Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 5ª edição, pp.337-379, 2004.

DELPOUX, M. Ecossistema e Paisagem. In: *Método em Questão*. 7. Instituto de Geografia, USP, 1974.

DEMEK, J. *Generalization of Geomorphological Maps, in Progress made in Geomorphological Mapping*, Bmo, 1967.

DRUMOND, M. A. *A Participação Comunitária no Manejo de Unidades de Conservação: Manual de Técnicas e Ferramentas*. Belo Horizonte: Instituto Terra Brasilis de Desenvolvimento Sócio-Ambiental, 2002, 174p.

EMBRAPA/IAPAR. *Levantamento e Reconhecimento dos Solos do Estado do Paraná – TOMO I e II*, Londrina: EMBRAPA/IAPAR, 1984.

FIGUEIREDO, A.J DE A. *et al - - Projeto Alto Guaporé*. Relatório Final, GOIÂNIA: DNPM. 1974.

FLORES, D. M. *Análise Geomorfológica da Bacia do Ribeirão Balainho Suzano-SP*. Programa de Pós-Graduação em Geografia Física – FFLCH – USP São Paulo, 2012.

FRANÇA, C. F.; PIMENTEL, M. A. S.; PROST, M. T. R. da C. Geomorfologia e paisagem: contribuições à classificação de unidades de paisagem da região oriental da ilha de Marajó, norte do Brasil. *VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física, II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física*. Universidade de Coimbra, maio de 2010.

FUJIMOTO, N. S. V. M. Considerações sobre o Ambiente Urbano: Um Estudo com ênfase na Geomorfologia Urbana. *Revista do Departamento de Geografia*, 16, 76-80, 2005.

GALOPIM de CARVALHO, A. M. *Natureza: Biodiversidade e Geodiversidade*. 2007. Disponível em: <[HTTP://terraquegira.blogspot.com/2007/05/naturza-biodiversidade-e.html](http://terraquegira.blogspot.com/2007/05/naturza-biodiversidade-e.html)>. Acessado em 31 de janeiro de 2013.

GERASIMOV, I. P. La géographie soviétique au cours des cinquante dernières années. *Annales de Géographie*, vol 77, n. 423 (p.516-530), 1968. *Persee Revues Scientifiques*.

GONTIJO, B. M. Uma geografia para a Cadeia do Espinhaço. *Megadiversidade*, v.4, n.1-2, p.7-15, 2008.

GOUDIE, A. *The Nature of the Environment*. Oxford, Basil Blackwell, 2ª edição, 370p., 1989.

GRANDGIRARD, V. *Géomorphologie, protection de La nature et gestion Du paysage*. Thèse de doctorat n° 1163, Université de Fribourg, Institut de Géographie, Imprimerie St. Paul, Fribourg, 210p, 1997.

GRAY, M. *Geodiversity: Valuing and conserving abiotic nature*. Londres: John Wiley & Sons Ltd., 2004, 434p

GRAY, M. Geodiversity: a new paradigm for valuing and conserving geoheritage. *Series Geoscience Canada*, 35 (2): 51-59, 2008.

GRIGORIEV, A. A. *The Theoretical Fundaments of Modern Physical Geography*. In: The Interaction of Sciences in te Earth, Moscou, 1968.

GUERRA, A. J. T. ; MARÇAL, M. dos S. *Geomorfologia Ambiental*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. *Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 3ª edição, 648p. 2003.

HOSE, T. A. The significance of aesthetic landscape appreciation to modern geotourism provision. In: NEW SOME, D.; DOWLING, R. K. (Eds.) *The Tourism of Geologie and Landscape*. Oxford: Goodfellow Publishers Ltd., (p. 13-26), 2010.

IBAÑEZ, J.J.; DE-ALBA, S.; BERMÚDEZ, F. F.; GARCIA-ÁLVAREZ, A. Pedodiversity: concepts and measures. *Catena*, 24: 215-232, 2005.

JARDI, M. Paisaje: uma síntesis geográfica: *Revista de Geografia*, vol. XXIV, Barcelona, pp. 43-60, 1990.

KATERINA, J.; DUSAN, R. The relationship between geodiversity and habitat richness in Sumana National Park na Krivoklátsko pla (Czech Republic): a quantitative analysis approach. *Journal of Landscape Ecology*, 1(1): 23-38, 2008.

KOZLOWSKI, S. The concept and sopé of geodiversity. *Przegląd Geologiczny*, 52 (8/2): 833-837, 2004.

LACERDA FILHO, J. V. de (org.) *et al. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Mato Grosso*: texto explicativo dos mapas geológico e de recursos minerais do estado de Mato Grosso. Cuiabá: CPRM, 2004. 235p. CD-ROM com mapas estaduais. Programa Geologia do Brasil (PGB).

LATRUBESSE, E.; RODRIGUES, S.; MAMEDE, L. Sistema de classificação e mapeamento geomorfológico: uma nova proposta. *GEOSUL*, Florianópolis, v. 14, n. 27, p. 682- 687, 1998.

LEMES, D. P.; PIRES, C. A. da F. Classificação Geomorfológica do Município de Quaraí-RS e as Áreas de Ocorrência Mineral. *Geografia: Ensino & Pesquisa*, Santa Maria, v.13, n.2, p.197-208, 2009.

LEUZINGER, M. D. Criação de espaços territoriais especialmente protegidos e indenização. *Revista de Direitos Difusos*, v. 5, 2001, p. 633-652.

LIBAULT, A. Os quatro níveis da pesquisa geográfica. *Métodos em Questão*, São Paulo. Instituto de Geografia, 1971, pág. 1-14.

LIMA, G. G. de; RIBEIRO, S. C. Geomorfologia e Paisagem do Município de Juazeiro do Norte/CE: Relações entre a natureza semi-árida e os impactos antrópicos. *Revista Geonorte, Edição Especial*, v.2, n.4, p.520-530, 2012.

MACEDO, R. K. A importância da avaliação ambiental. In: TAUK, S. M. (org.) *Análise Ambiental: uma Visão Multidisciplinar*. 2.ed. São Paulo: Editora Unesp, 1995.

MACHADO, M. M. M.; RUCKYS, U. A. Valorizar e Divulgar a Geodiversidade: Estratégias do Centro de Referência em Patrimônio Geológico. CRPG – MHNJB/UFMG – *Geonomos* 18 (2): 53-56, 2010.

MARTINELLI, M.; PEDROTTI, F. A Cartografia das Unidades de Paisagem: Questões Metodológicas. *Revista do Departamento de Geografia* nº 14, pp. 39-46, 2001.

MARTINS, C. R. *A geodiversidade litológica da bacia do rio Guandu-RJ*. Trabalho de Conclusão de Curso – faculdade de Geologia – UFRRF, Seropédica, 2007, 56p.

MARTINS, F. R.; SANTOS, F. A. M. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. *Holos*, ed. Especial, p. 236-267, 1999.

MATOS, R. M. B.; SILVA, E. M. R.; BERBARA, R. L. L. *Biodiversidades e índices*. Embrapa: Agrobiologia – CNPAB, Seropédica, *Documentos*, 107, 20p. 1999.

MECERJAKOV, V. J. Les Concepts de Morphostruture et de Morphosculture: um novel instrument de l'analyse georhologique. In: *Annales de Geographie*, 77 e années 423, Paris, 1968.

MEIS, M. R. M.; MIRANDA, L. H. G; FERNANDES, N. F. Desnívelamento de altitude como parâmetros para a compartimentação do relevo: bacia do médiobaixo Paraíba do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32., 1982, Salvador. *Anais...* Salvador: SGB, 1982, v. 4, p. 1459-1503.

MIORANDO, P. S.; BUJES, C. de S.; VERRASTRO, L. *Atividades de Educação Ambiental como Ferramentas para Conservação no Parque Estadual Delta do Jacuí*. Disponível em [HTTP://www.lume.ufrgs.br](http://www.lume.ufrgs.br). Acesso em 29/04/11.

MONECHE, M. S.de F. *A Perspectiva Geomorfológica: Subsídios a Análise Ambiental*. Departamento de Geografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais – UFES, Departamento de Geografia, Vitória, 2009.

MONTEIRO, C. A. derivações Antropogênicas dos Geossistemas Terrestres no Brasil e Alterações Climáticas: Perspectivas Urbanas e Agrárias. In: *Anais Simpósio sobre a Comunidade Vegetal como Unidade Biológica, Turística e Econômica*, São Paulo, 1978.

MORAES, J. M. *Geodiversidade do Estado do Mato Grosso*. MORAES, J. M. (org.). Goiânia: CPRM, 2010.

MOREIRA, A. N. Cartas Geomorfológicas. *Geomorfologia*, São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, n.5, p. 1-11, 1969.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA - SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO - SNUC. 2000. MMA, SNUC, Brasília. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/sbf/dap/doc/snuc.pdf> (acessado em novembro de 2011).

MUGLLER, C. C. Desafios para a educação em solos e a questão ambiental. In *Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, 31. 2007.

NEIMANIS, V.; KERR, A. Developing national environmental indicators. In: BERGER, A. R.; IAMS, W. J. *Geoindicators: Assessing rapid environmental changes in earth systems*. Balkema, Rotterdam, 1996. Cap. 22, p. 369-376.

NIETO, L.M. Patrimônio Geológico, Cultura y Turismo. *Boletin Del Instituto de Estudios Ginnenses*, n.182, p. 109-122, 2001.

OECD. *Core set of indicators for environmental performace reviews*. OECD, Paris, 1993.

OWEN, D.; PRICE, W.; REID, C. *Gloucester-shire cotsworlds: geodiversity audit & local geodiversity action plan*. Gloucester: Gloucestershire Geoconservation Trust, 2005.

PANIZZA, M. Geomorphosites: Concepts, Methods and examples of geomorphological survey. *Chinese Science Bulletin*, 46, 4-6, 2001.

PANIZZA, M.; PIACENTE, S. Geomorphological Assets Evaluation. *Zeitschrift fur Geomorphologie*. N. F., Suppl. Bd. 87, 13-18, 1993.

PANIZZA, M.; PIACENTE, S. Geomorphosites and Geoturism. *Revista Geográfica Acadêmica*, v.2, n.1, 2008, p-5.

PARKS, K. E.; MULLIGAN, M. On the relationship between a resource based measure of geodiversity and broad scale biodiversity patterns. *Biodivers. Conserv.* 19 (9): 2751-2766, 2010.

PELLITERO, R.; GONZÁLEZ – AMUCHASTEGHUI, M. J.; RUIZ – FLÃNO, P.; SERRANO, E. Geodiversity and Geomorphosite Assessment Applied to a Natural Protected Area: the Ebro and Rudron Gorges Natural Park (Spain). *Geoheritage*, 3 (3): 163-174, 2011.

PENCK, W. *Morphological Analysis of Land Forms*, Macmillan and Co., London, 1953.

PENTEADO, M. M. *Fundamentos de Geomorfologia*. Rio de Janeiro, IBGE, 2ª edição, 180p. 1978.

PEREIRA, A. R. Património geomorfológico no litoral sudoeste de Portugal. *Finisterra*, XXX, 59-60, p.7-25, 1995.

PEREIRA, P. J. da S. *Patrimônio Geomorfológico: Conceptualização, Avaliação e Divulgação. Aplicação ao Parque Natural de Montesinho*. 2006. 395 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Ciências, Universidade do Minho, Minho, 2006.

PEREIRA, R. G. F. A. *Geoconservação e Desenvolvimento Sustentável na Chapada Diamantina (Bahia-Brasil)*. Tese de Doutorado – Escola de Ciências, Universidade do Minho, Braga, 2010, 318p.

PONÇANO, W. L.; CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA M. A.; PIRES NETO, A. G.; ALMEIDA, F. F. M. O conceito de sistemas de relevo aplicado ao mapeamento geomorfológico do estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2., 1979, Rio Claro. *Atas...* Rio Claro: SBG/NS, 1979, v. 2, p. 253-262.

RAMOS, M. A. B.; DANTAS, M. E.; THEODOROVICZ, A.; MARQUES, V. J.; ORLANDI FILHO, V.; MANSINI, M. A.; SANTOS, P. A. dos. Procedimentos no tratamento digital de dados para o projeto SIG geologia ambiental do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 43., 2006, Aracaju. *Anais...* Aracaju: SBG, 2006. 1 CDROM.

REYNARD, E. Geomorphological sites, public policies and property rights. Conceptualization and examples from Switzerland. *II Quaternário*, Special Issue. Roma, 2004.

RODRIGUES, C. Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano, exemplo na metrópole paulista. *Revista do Departamento de Geografia*, n. 17. São Paulo. FFLCH – USP, 2005.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da. A Classificação das Paisagens a partir de uma visão Geossistêmica. *Mercator – Revista de Geografia da UFC*, ano 01, número 01, 2002.

ROJAS, J. Los desafios del estudio de la geodiversidad. *Revista Geográfica Venezolana*, 46 1): 143-152, 2005.

ROSS, J. L. S. *Geomorfologia: ambiente e planejamento*. São Paulo: Contexto, 1990. Coleção – Repensando a Geografia. 86p.

ROSS, J. L. S. O Registro Cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo, *Rev. do Depto. Geografia*, FFLCH – USP, São Paulo, n.6, p. 17-29, 1992.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. *Lab. Geomorfologia – Depto de Geografia – FFLCH/USP*, 1993.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. *Revista do Departamento de Geografia/FFLCH/USP*, n.8, p.63-73, 1994.

ROSS, J. L. S. *Geomorfologia: ambiente e planejamento*. São Paulo: Contexto, 1996.

ROSS, J. L. S. Morfogênese da Bacia do Ribeira do Iguape e os sistemas ambientais. *GEOUSP – Espaço e Tempo*, São Paulo, n. 12, 2002.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia Ambiental. In: *Geomorfologia do Brasil*. Cunha, S. B. e Guerra, A. J. T. (orgs.), Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 3ª edição, pp. 351-388, 2003.

ROSS, J. L. S.; FIERZ, M. S. M.; AMARAL, R. Da Ecodinâmica à Fragilidade Ambiental: Subsídios ao Planejamento e Gestão Ambiental. In: LEMOS, A. I. G. de; ROSS, J. L. S.; LUCHIARI, A. (orgs.). *América Latina: Sociedade e Meio Ambiente*. Pós-Graduação. FFLCH, USP, 2009.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa geomorfológico do estado de São Paulo. *Revista do Departamento de Geografia da FFLCH/USP*, São Paulo, v. 10, p. 41-59, 1996.

ROUGERIE, G.; BEROUTCHACHVILI, N. *Geosysteme et paysages: bilan et méthodes*. Paris, Armand Colin, 302p. 1991.

SANTOS, C. A. dos, *Diagnóstico e Análise Geoambiental das Bacias Hidrográficas do Ribeirão Carioca e dos Córregos Carioca e do Bação Afluentes do Rio Itabirito-MG, como Subsídio ao Zoneamento Ambiental*. Departamento de Geologia/Universidade Federal de Ouro Preto-MG. Tese de Doutorado, 186p. 2007.

SANTOS, C. A. dos; SOBREIRA, F. G. Análise da Fragilidade e Vulnerabilidade Natural dos Terrenos aos Processos Erosivos como Base par o Ordenamento Territorial: o Caso das Bacias do Córrego Carioca, Córrego do Bação e Ribeirão Carioca na região do Alto Rio das Velhas – MG. *Revista Brasileira de Geomorfologia* – Ano 9, nº 1, 2008.

SANTOS, C. A. dos; SOBREIRA, F. G.; SILVA, S. P. Cartografia Geomorfológica como Subsídio ao Ordenamento Territorial das Bacias do Ribeirão Carioca, Córrego do Bação e Córrego Carioca, Itabirito-MG. 6º Simpósio Nacional de Geomorfologia – Goiânia-GO. UGB. CD ANAIS. 2006.

SANTOS, E. dos. *Mapeamento da Fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Jirau, Município de Dois Vizinhos – Paraná*. Pós-Graduação em Geografia – Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, 2005. (Dissertação de Mestrado).

SANTOS, R. O. B. dos. *Geologia*. Folha SD.20 Guaporé – Projeto RADAMBRASIL. Vol.19, 1979.

SANTUCCI, V. L. Historical Perspectives on Biodiversity and Geodiversity. The George Wright Forum, USA. *Geodiversity & Geoconservatio*, 22(3): p. 29-34, 2005.

SELBY, M. J. *Earth's changing surface*. Oxford: Clarendon Press, 1985. 607p.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE – SEMA, Unidades de Conservação - Biblioteca Arne Sucksdorff - Secretaria de Estado do Meio Ambiente-MT- Cuiabá, 2012.

SEPLAN - Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. *Atlas de Mato Grosso: Abordagem Socioeconômico-Ecológica / Lígia Camargo (org.)* – Cuiabá, MT: Entrelinhas, 2011.

SERRANO CAÑADAS, E.; RUIZ FLÃNO, P. Geodiversidad: concepto, evaluación y aplicación territorial: El caso de Tiernes-Caracena (Soria). *Boletín de La Asociación de Geógrafos Españoles*, La Rioja, n.45, p.79-98, 2007.

SHARPLES, C. *Concepts and Principles of Geoconservation*. Tasmanian Parks & Wildlife Service Website (version 3), 2002.

SILVA, C. E. F. *Desenvolvimento de Metodologia para análise da adequação e enquadramento de categorias de manejo de unidades de conservação*. Dissertação de Mestrado. Rio Claro: UNESP/CEA, 1999. 186 f.

SILVA, C. R. da; RAMOS, M. A. B.; PEDREIRA, A. J.; DANTAS, M. E. Começo de tudo. In: SILVA, C. R. da (Ed.). *Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado para entender o presente prever o futuro*. Rio de Janeiro: CPRM, 2008, 264p.

SILVA, F. R. *A Paisagem do Quadrilátero Ferrífero, MG: Potencial para uso Turístico da sua Geologia e Geomorfologia*. 2007, 144f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

SILVA, L. S. *Análise Morfométrica da Bacia do Córrego Lajeado (SP)*. Trabalho de Graduação. IGCE/UNESP-RC, 2006.

SILVA, M. V. M. *Estratégias para Gestão Ambiental em área de Periferia Urbana na Microbacia do Arroio Feijó – Viamão*. Porto Alegre: METROPLAN. 19f. 1995.

SPIRIDONOV, A. I. *Princípios de La Metodología de las Investigaciones de Campo y el Mapeo Geomorfológico*. Habana: Universidade de La Habana, Faculdade de Geografia, vol. 3, 1981.

SPÖRL, C. *Análise da Fragilidade Ambiental Relevo-Solo com Aplicação de Três Modelos Alternativos nas Bacias do Rio Jaguari-Mirim, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata*. Programa de Pós-Graduação em Geografia Física – FFLCH/USP, 2001. (Tese de Doutorado).

SOARES, F. M. *Unidades de Relevo como proposta de classificação das paisagens da bacia do rio Curu – Estado do Ceará*. Tese de Doutorado, Departamento de Geografia. USP/FFLCH, 184p. 2001.

SOUZA, E.P; HILDRED, P.R – Constituição ao estudo do Grupo Aguapeí, Oeste de Mato Grosso, In: *Anais 1º Congresso Brasileiro de Geologia, 31. Balneário Camboriú, Vol.2, 1980.p. 813-820*.

SUMMERFIELD, M. A. *Global geomorphology: an introduction to the study of landform*. London: Longman; New York: Wiley, 1991. 537p.

TARIFA, J. R. O Sistema Climático do Pantanal: da compreensão dos sistemas à definição de prioridades de pesquisa climatológica. In: *Anais do 1º Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal*. EMBRAPA-CPAD. Documento, 5. Brasília, DF. 1986.

TARIFA, J. R. *Mato Grosso: Clima: Análise e Representação Cartográfica*. Cuiabá-MT: Entrelinhas, 2011. (Série recursos naturais e estudos ambientais).

TRICART, J. *Principes et Méthodes de La Geomorphologie*, Masson et Cie Editeurs, Paris, 1965.

TRICART, J. A Geomorfologia nos Estudos Integrados de Ordenação do Meio Natural. *Boletim Geográfico*, Rio de Janeiro, 34 (251), pp. 15-42, 1976.

TRICART, J. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: FIBGE, Secretaria de Planejamento da Presidência da República, 1977. 97p.

TROLL, C. A Paisagem Geográfica e sua Investigação. *Espaço e Cultura*. Rio de Janeiro, 4, pp. 1-7, 1997.

TROPPEMAIR, H. *Metodologia Simples para Pesquisar o Meio Ambiente*, Rio Claro, SP, 1988.

TROPPEMAIR, H. *Biogeografia e Meio Ambiente*. Ed. do Autor, 4ª Ed., Rio Claro, 1994, 259p.

UNCED. UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. *Agenda 21*. Rio de Janeiro, 1992.

VEIGA, T. *A Geodiversidade do Cerrado*, 2002. Disponível em: <HTTP://www.pequi.or.br/geologia.html> Acessado em 31 de janeiro de 2013.

VENTURI, L. A. B. Unidades de Paisagem como recurso metodológico aplicado na geografia física. In: *VII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*, 7, Curitiba (PR), Brasil, CD-ROM, 1997.

VENTURI, L. A. B. A Dimensão Territorial da Paisagem Geográfica. Comunicação em mesa coordenada do VI Congresso Brasileiro de Geógrafos – AGB, Goiânia. Publicada nos *Anais do Encontro*, 11p. 2004.

VERSTAPPEN, H. T.; ZUIDAM, R. A. *System of geomorphological Survey*. 3ª Edição. Enschede/Netherlands: ITC, 1995.

VITTE, A. C.; SANTOS, I. Proposta Metodológica para Determinação de Unidades de Conservação a partir do Conceito de Fragilidade Ambiental. *Revista Paranaense de Geografia*, n.º 4, 60-68, 1999.

XAVIER DA SILVA, J. Geodiversity: some simple geoprocessing indicators to support environmental biodiversity studies. 2004.

XAVIER DA SILVA, J. Geomorfologia e Geoprocessamento. *In: Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos*. Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. (orgs.) Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 6ª edição, pp. 393-414, 2005.

ZWOLINSK, Z. The routine of landform geodiversity map design for the Polish Carpathian mts. *Landform Analysis*, 11, 2010, p. 77-85.