



**UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA**

---

**JULLY GABRIELA RETZLAF**

**ANÁLISE DE PROCESSOS EROSIVOS EM PARQUES  
ESTADUAIS DOS CAMPOS GERAIS - PR**

---

Londrina  
2008

**JULLY GABRIELA RETZLAF**

**ANÁLISE DE PROCESSOS EROSIVOS EM PARQUES  
ESTADUAIS DOS CAMPOS GERAIS - PR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento.

Orientadora: Nilza Aparecida Freres Stipp

Londrina  
2008

**Catálogo na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

R441a Retzlaf, Jully Gabriela.

Análise de processos erosivos em parques estaduais dos Campos  
Gerais-PR / Jully Gabriela Retzlaf. – Londrina, 2008.  
113f. : il.

Orientador: Nilza Aparecida Freres Stipp.

Dissertação (Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvol-  
vimento) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas,  
Programa de Pós-Graduação em Geografia, Meio Ambiente e  
Desenvolvimento, 2008.

Inclui bibliografia.

1. Geografia física – Teses. 2. Áreas de conservação de recursos naturais –  
Teses. 3. Ecoturismo – Teses. 4. Parques nacionais – Trilhas  
– Teses. 5. Erosão – Parques nacionais – Teses. I. Stipp, Nilza Aparecida Freres.  
II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa  
de Pós - Graduação em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento. III.  
Título.

ODU 9112

**JULLY GABRIELA RETZLAF**

**ANÁLISE DE PROCESSOS EROSIVOS EM PARQUES  
ESTADUAIS DOS CAMPOS GERAIS - PR**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora Profa. Dra. Nilza Aparecida  
Freres Stipp  
Universidade Estadual de Londrina

---

Prof. Dr. Ângelo Spoladore  
Universidade Estadual de Londrina

---

Profa. Dra. Sílvia Meri Carvalho  
Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Londrina, 26 de fevereiro de 2008.

## **DEDICATÓRIA**

*A DEUS, por tudo que me tem dado.  
Ao meu marido e à minha família, pelo apoio em todos os momentos.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Instituto Ambiental do Paraná que me ajudou concedendo autorização para esta pesquisa, em especial, às gerências dos Parques Estaduais do Cerrado, Guartelá e Vila Velha.

À minha orientadora e amiga, Nilza Aparecida Freres Stipp, pela ajuda, dedicação e incentivo em todas as fases da Dissertação.

Ao meu marido Emilson de Oliveira Júnior, pela dedicação e incentivo.

Ao meu amigo Rodrigo Nunes pela dedicação e companheirismo, nas horas de trabalho de campo.

Aos professores do curso de Pós-Graduação do Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Londrina, pela dedicação e conhecimentos repassados.

Ao Instituto Agrônomo do Paraná, pelo treinamento concedido no Laboratório de Solos, em especial à Engenheira Agrícola Graziela Moraes Cesare Barbosa.

À Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento, do Departamento de Geografia, da Universidade Estadual de Londrina, pela concessão de bolsa durante a realização do trabalho.

Ao Prof<sup>o</sup> Doutor João Tavares Filho, pela acolhida e dedicação na disciplina por ele ministrada, no curso de Pós-Graduação Mestrado em Agronomia, do Departamento de Agronomia do CCA da Universidade Estadual de Londrina.

RETZLAF, Jully Gabriela. **Análise de Processos Erosivos em Parques Estaduais dos Campos Gerais - Pr.** 2008. 111f. Dissertação (Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

## RESUMO

Neste trabalho, avaliou-se as conseqüências da localização de trilhas e a sua suscetibilidade à erosão frente à atividade turística em unidades de conservação. Em específico, avaliou-se as alterações dos atributos físicos do solo nas trilhas encontradas nos parques estaduais dos Campos Gerais Paranaenses e a relação com a erodibilidade. Foram pesquisados os parques estaduais do Cerrado, em Jaguariaíva, do Guartelá, em Tibagi e de Vila Velha, em Ponta Grossa, por apresentarem características geográficas semelhantes e possuírem dinâmica diferenciada de visitação. A paisagem destas áreas, caracterizada por inúmeros atrativos naturais e ecossistemas relictuais, potencializa os espaços para a prática do ecoturismo, interferindo no fluxo de visitação no interior das unidades. A localização inadequada de trilhas, juntamente com a visitação turística nestes pontos pode contribuir para a transformação paisagística do espaço explorado e a conseqüente alteração dos processos erosivos naturais, levando à erosão e degradação dos solos. Observou-se que as unidades pesquisadas apresentam problemas de degradação e erosão dos solos nas trilhas utilizadas para acessar os atrativos naturais. Nestas áreas, a erosão acelerada desenvolveu-se e intensificou-se em locais de elevada fragilidade ambiental, sem cobertura vegetal primária e com constante passagem de turistas. Nos trechos afetados pela erosão acelerada verificou-se a degradação dos solos, a perda parcial da camada superficial, a reativação morfodinâmica em locais intensamente erodidos, a diminuição da área de vegetação natural e a descaracterização dos atrativos naturais, peça fundamental da atividade turística. No entanto, não foi possível verificar a relação dos atributos físicos do solo com os processos erosivos existentes aos longos das trilhas, uma vez que os valores encontrados indicam alta qualidade física das amostras coletadas. Atualmente, as áreas atingidas pela erosão encontram-se em recuperação, em função dos atuais Planos de Manejo implementados pelo Instituto Ambiental do Paraná e, grande parte das trilhas existentes em uso encontram-se calçadas por materiais mais resistentes ao processo erosivo.

**Palavras-chave:** Unidades de Conservação. Erosão. Ecoturismo. Campos Gerais. Paranaenses.

RETZLAF, Jully Gabriela. **Analysis of Erosives Processes in States Parks of Campos Gerais- Pr.** 2008. 111f. Dissertation (Master's in Geography, Environment and Development) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

## ABSTRACT

In this work evaluated the consequences of the location of trails and their susceptibility to erosion front of tourism in conservation units. In particular, evaluated the changes of the physical attributes of soil in the tracks found on the states parks of *Campos Gerais Paranaenses* in relation to the erodibility. We searched the states parks of the Cerrado in Jaguariaíva, Guartelá in Tibagi and Vila Velha, in Ponta Grossa, to have similar geographic features and have different dynamics of visitation. The landscape of these areas, characterized by numerous natural attractions and relictual ecosystems, potentiates the spaces for the practice of ecotourism, interfering with the flow of visitation within the units. The inappropriate location of tracks, along with the tourist visitation these points may contribute to the transformation landscape of the area explored and the resulting modification of natural erosive processes, leading to erosion and soil degradation. It was observed that the units surveyed present problems of degradation and soil erosion on the trails used to access the natural attractions. In those areas, the erosion accelerated it was developed and intensified in places of high environmental fragility, without primary vegetation cover and constant passage of tourists. In excerpts affected by the accelerated erosion has been observed the soil degradation, partial loss of surface layer, reactivation *morfodinâmica* heavily eroded in places, the reduction in the area of natural vegetation and adulteration of natural attractions, key of tourism. However, it was not possible to verify the relationship of the physical attributes of soil with erosive processes of the long existing tracks, since the values found indicate physical quality of the samples collected. Currently, the areas affected by erosion is in recovery according to the current plans of management implemented by the *Instituto Ambiental do Paraná* and most of the existing trails in use are sidewalks of materials more resistant to the erosives processes.

**Keywords:** Conservation Units. Erosion. Ecoturismo. *Campos Gerais Paranaenses*.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01</b> – Municípios Abrangidos Pelos Campos Gerais Paranaenses .....	15
<b>Figura 02</b> - Vista Panorâmica do Parque Estadual do Cerrado .....	19
<b>Figura 03</b> – Localização do Parque Estadual do Cerrado .....	20
<b>Figura 04</b> – Afloramento do Arenito Furnas próximo ao Ribeirão Santo Antônio.....	21
<b>Figura 05</b> – <i>Canyon</i> do Rio Jaguariaíva no limite sudeste do parque Estadula do Cerrado .....	22
<b>Figura 06</b> – Cachoeira no trecho inferior do Ribeirão Santo Antônio.....	22
<b>Figura 07</b> – Vegetação de Campos intercalada com vegetação de Cerrado .....	22
<b>Figura 08</b> – Mapa de Vegetação do Parque Estadual do Cerrado.....	23
<b>Figura 09</b> – Mapa de Solos do Parque Estadual do Cerrado.....	24
<b>Figura 10</b> – Vista Panorâmica do <i>Canyon</i> Guartelá no Parque Estadual Guartelá ....	25
<b>Figura 11</b> – Localização do Parque Estadual Guartelá.....	26
<b>Figura 12</b> – Afloramento do Arenito Furnas Próximo ao Portal de Pedra .....	28
<b>Figura 13</b> – Cachoeira da Ponte de Pedra, Arroio do Pedregulho .....	28
<b>Figura 14</b> – Formações ruíniformes no Arenito Furnas.....	28
<b>Figura 15</b> – Vegetação de Campos intercalada com fragmentos Florestais.....	29
<b>Figura 16</b> – Mapa de Vegetação do Parque Estadual Guartelá .....	30
<b>Figura 17</b> – Mapa de Solos do Parque Estadual Guartelá .....	31
<b>Figura 18</b> – Localização do Parque Estadual Vila Velha.....	32
<b>Figura 19</b> – Vista Parcial das esculturas areníticas, um dos principais atrativos do Parque Estadual Vila Velha .....	33
<b>Figura 20</b> – Exposição de rochas sedimentares do Grupo Itararé na área dos Arenitos .....	34
<b>Figura 21</b> – Taça, escultura arenítica símbolo do Parque Estadual Vila Velha .....	35
<b>Figura 22</b> – Vista parcial do Bosque, próximo ao bloco arenítico .....	36
<b>Figura 23</b> – Mapa de Vegetação do Parque Estadual Vila Velha .....	37
<b>Figura 24</b> – Mapa de Solos do Parque Estadual Vila Velha .....	38
<b>Figura 25</b> – Mapa do Grau de Proteção da Cobertura Vegetal do Parque Estadual do Cerrado.....	63
<b>Figura 26</b> – Mapa de Declividade do Parque Estadual do Cerrado .....	64
<b>Figura 27</b> – Mapa de Fragilidade dos Solos do Parque Estadual do Cerrado .....	66

<b>Figura 28</b> – Mapa de Fragilidade Ambiental do Parque Estadual do Cerrado .....	68
<b>Figura 29</b> – Trecho da trilha que leva ao limite norte do parque sobre vegetação de Cerrado.....	69
<b>Figura 30</b> – Trecho da trilha utilizada pelos visitantes sobre vegetação de Campos Limpos.....	69
<b>Figura 31</b> – Trecho da estrada que margeia o limite oeste do parque .....	70
<b>Figura 32</b> – Erosão laminar no início da trilha utilizada pelos turistas .....	71
<b>Figura 33</b> – Erosão laminar no leito da trilha, sobre vegetação de Campos Limpos.....	71
<b>Figura 34</b> – V Trilha erodida, sobre vegetação de Campos Limpos .....	71
<b>Figura 35</b> – Rebaixamento da trilha nos pontos atingidos pela erosão .....	71
<b>Figura 36</b> – Mapa do Grau de Proteção da Cobertura Vegetal do Parque Estadual Guartelá .....	74
<b>Figura 37</b> – Mapa de Declividade do Parque Estadual Guartelá .....	76
<b>Figura 38</b> – Mapa de Fragilidade dos Solos do Parque Estadual Guartelá.....	78
<b>Figura 39</b> – Mapa de Fragilidade Ambiental do Parque Estadual Guartelá.....	80
<b>Figura 40</b> – Trecho da Trilha da Ponte de Pedra feito de plataformas suspensas de madeira.....	82
<b>Figura 41</b> – Trecho da Trilha da Ponte de Pedra feita sobre neossolos litólicos.....	82
<b>Figura 42</b> – Trecho da Trilha da Ponte de Pedra feito diretamente sobre rocha.....	82
<b>Figura 43</b> – Trecho da Trilha da Ponte de Pedra sobre capão de mato.....	82
<b>Figura 44</b> – Mirante Natural com vista para <i>Canyon</i> Guartelá .....	83
<b>Figura 45</b> – Desenvolvimento da erosão laminar.....	83
<b>Figura 46</b> – Erosão laminar no leito da trilha, sobre vegetação de mata.....	83
<b>Figura 47</b> – Desgaste erosivo na rocha .....	83
<b>Figura 48</b> – Voçoroca desenvolvida no leito da trilha que levava à Gruta da Pedra Ume.....	85
<b>Figura 49</b> – Trilha antiga atingida pela erosão laminar .....	85
<b>Figura 50</b> – Rebaixamento da trilha nos locais intensamente pisoteados.....	85
<b>Figura 51</b> – Retirada do horizonte superficial do solo no leito da antiga trilha que ligava o camping ao Portal de Pedra .....	85
<b>Figura 52</b> – Trilha erodida, sob vegetação de Campos Limpos.....	86
<b>Figura 53</b> – Trecho erodido na borda da trilha, sobre vegetação de Campos Limpos.....	86

<b>Figura 54</b> – Trecho bastante erodido na porção inferior da antiga estrada Municipal .....	87
<b>Figura 55</b> – Erosão laminar severa no início da trilha que sai do Alojamento .....	88
<b>Figura 56</b> – Sulcos profundos sob rocha intemperizada .....	88
<b>Figura 57</b> – Sulcos superficiais na parte inferior da trilha .....	89
<b>Figura 58</b> – Alcova de regressão na parte inferior da trilha .....	89
<b>Figura 59</b> – Banco de areia .....	89
<b>Figura 60</b> – Feição erosiva desenvolvida a partir do pisoteio de gado e pessoas.....	60
<b>Figura 61</b> – Trilha Calçada feita de quartzito entre o Bloco Arenítico e o Bosque.....	91
<b>Figura 62</b> – Trilha desativada sob rocha ao redor das esculturas areníticas .....	92
<b>Figura 63</b> – Vista Parcial da parte externa do Bloco Arenítico – Paredões Secos.....	93
<b>Figura 64</b> – Degraus, desgaste erosivo da rocha decorrente da passagem de Turistas .....	93
<b>Figura 65</b> – Vista Parcial do interior dos arenitos – Paredões Úmidos.....	94
<b>Figura 66</b> – Sulcos desenvolvidos sobre rocha decorrente da passagem intensa de turistas no interior dos arenitos .....	94
<b>Figura 67</b> – Sulco profundo ao redor de escultura rochosa .....	96
<b>Figura 68</b> – Sulco profundo ao redor de escultura rochosa .....	96
<b>Figura 69</b> – Desenvolvimento de sulcos rasos .....	96
<b>Figura 70</b> – Desenvolvimento de erosão laminar severa na parte inferior do Bloco.....	96
<b>Figura 71</b> – Ocorrência de erosão laminar na área do Bosque .....	97
<b>Figura 72</b> – Vista parcial do topo do Bloco arenítico.....	98
<b>Figura 73</b> – Desgaste erosivo na lateral da atual trilha dos arenitos.....	98

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Classes de Declividade.....	43
<b>Quadro 2</b> - Classes de Fragilidade dos Tipos de Solo.....	44
<b>Quadro 3</b> – Graus de Proteção por Tipos de Cobertura Vegetal.....	44
<b>Quadro 4</b> – Relação das Variáveis Cobertura Vegetal, Relevo e Solos .....	45
<b>Quadro 5</b> – Classificação das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial.....	46
<b>Quadro 6</b> – Graus de Proteção por Tipos de Cobertura Vegetal Existentes no Parque Estadual do Cerrado.....	61
<b>Quadro 7</b> – Classes de Declividade Existentes no Parque Estadual do Cerrado .....	62
<b>Quadro 8</b> – Classes de Fragilidade dos Tipos de Solo Existentes no Parque Estadual do Cerrado.....	65
<b>Quadro 9</b> – Síntese das Variáveis Estudadas no Parque Estadual do Cerrado .....	67
<b>Quadro 10</b> – Classificação das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial Existentes no Parque Estadual do Cerrado .....	67
<b>Quadro 11</b> – Variações dos Atributos Físicos dos Solos do Parque Estadual do Cerrado .....	72
<b>Quadro 12</b> – Graus de Proteção por Tipos de Cobertura Vegetal Existentes no Parque Estadual Guartelá .....	73
<b>Quadro 13</b> – Classes de Declividade Existentes no Parque Estadual Guartelá .....	75
<b>Quadro 14</b> – Classes de Fragilidade dos Tipos de Solo Existentes no Parque Estadual Guartelá .....	77
<b>Quadro 15</b> – Síntese das Variáveis Estudadas Parque Estadual Guartelá .....	79
<b>Quadro 16</b> – Classificação das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial Existentes no Parque Estadual Guartelá.....	79
<b>Quadro 17</b> – Variações dos Atributos Físicos dos Solos do Parque Estadual Guartelá .....	90
<b>Quadro 18</b> – Síntese da Dinâmica Erosiva nos Parques Estaduais dos Campos Gerais .....	100
<b>Quadro 19</b> – Impactos Positivos e Negativos do Ecoturismo nos Parques Estaduais dos Campos Gerais .....	101

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-GEOGRÁFICA DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</b> .....	14
2.1 LOCALIZAÇÃO.....	14
2.2 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO: ÁREA DE ESTUDO .....	16
2.2.1 Parque Estadual do Cerrado .....	19
2.2.2 Parque Estadual Guartelá .....	25
2.2.3 Parque Estadual Vila Velha .....	32
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	39
3.1 DINÂMICA EROSIVA DOS MEIOS NATURAIS.....	39
3.2 RELAÇÃO ENTRE EROSÃO ACELERADA E ATRIBUTOS FÍSICOS DOS SOLOS.....	46
3.3 ECOTURISMO E CONSERVAÇÃO DA NATUREZA .....	51
3.3.1 Ecoturismo: Potencialidades e Impactos .....	51
3.3.2 Uso Público em Unidades de Conservação .....	53
<b>4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	58
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	60
5.1 PARQUE ESTADUAL DO CERRADO .....	61
5.2 PARQUE ESTADUAL GUARTELÁ .....	72
5.3 PARQUE ESTADUAL VILA VELHA .....	91
5.4 CORRELAÇÃO DOS RESULTADOS.....	99
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	103
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	105

## 1 INTRODUÇÃO

A constituição e evolução do território Paranaense é muito heterogênea, tanto do ponto de vista da dinâmica social e histórico-cultural, quanto da organização e distribuição dos elementos físicos da natureza.

O Estado do Paraná apresentava um quadro diversificado de vegetação, clima, relevo, hidrografia e litologia, fator que o tornava rico em biodiversidade, recursos naturais e belezas cênicas singulares, que se destacavam no contexto nacional e internacional. No entanto, durante séculos de povoamento e exploração, as áreas naturais foram gradativamente substituídas pela agricultura, urbanização e indústria, restando pequenas parcelas do território, preservadas ou em bom estado de conservação.

Estas parcelas estão em grande parte destinadas à preservação da biodiversidade, dos recursos naturais existentes e do patrimônio paisagístico, resguardadas nas formas de Unidade de Conservação, Reserva Legal e Área de Preservação Permanente.

As unidades de conservação inseridas na região dos Campos Gerais Paranaenses se destacam no cenário turístico do Estado, tanto pelos inúmeros atrativos naturais que possuem, a exemplo, *canyons*, esculturas rochosas e cachoeiras, quanto pela fauna e flora dos ecossistemas remanescentes. A paisagem destas áreas potencializa os espaços para a prática do ecoturismo, interferindo no fluxo de visitação no interior dos parques, bem como no aumento de turistas nos locais de maior fragilidade.

Em áreas protegidas a localização inadequada de trilhas, juntamente com a visitação turística nestes pontos, pode contribuir para a transformação paisagística do espaço explorado e a conseqüente alteração dos processos erosivos naturais, levando à erosão e degradação dos solos.

Desta forma, o estudo dos processos erosivos em Unidades de Conservação, torna-se importante à medida que se intensifica a visitação pública em ambientes de elevada fragilidade, sem planejamento ambiental adequado, colocando em risco a integridade ecológica dos espaços preservados.

Objetivou-se neste trabalho analisar as conseqüências da localização de trilhas e a sua suscetibilidade à erosão frente a atividade turística em unidades de conservação. Em específico, avaliou-se as alterações dos atributos físicos do solo nas trilhas encontradas nos parques estaduais dos Campos Gerais Paranaenses e a relação com a erodibilidade.

Nas unidades pesquisadas procurou-se distinguir a erosão natural da “acelerada”, assim como o comportamento natural do geossistema local e as alterações ambientais decorrentes da interferência humana. Para tanto, considerou-se os subsistemas naturais e toda a influência dos fatores sócio-econômicos que neles repercutem. Nesse contexto, as atividades antrópicas foram computadas como “inputs” de energia e matéria, interferindo nas características, na dinâmica e transformação do sistema, capaz de acarretar distúrbios na dinâmica natural.

Inicialmente apresentou-se a caracterização geográfica da área de estudo, expondo-se as características específicas dos Campos Gerais Paranaenses e em particular aspectos geográficos de cada parque pesquisado. A seguir, na fundamentação teórica, foi elaborada uma revisão bibliográfica sobre a temática abordada, incluindo temas como dinâmica erosiva normal e acelerada, ecoturismo e o uso público em unidades de conservação e a perspectiva ambiental. Também demonstrou-se a metodologia utilizada para realização da pesquisa, onde foram descritos os métodos empregados no laboratório para obtenção dos resultados. Finalmente foram apresentados os resultados e discussões a respeito da pesquisa, sendo realizado de maneira individual em cada parque.

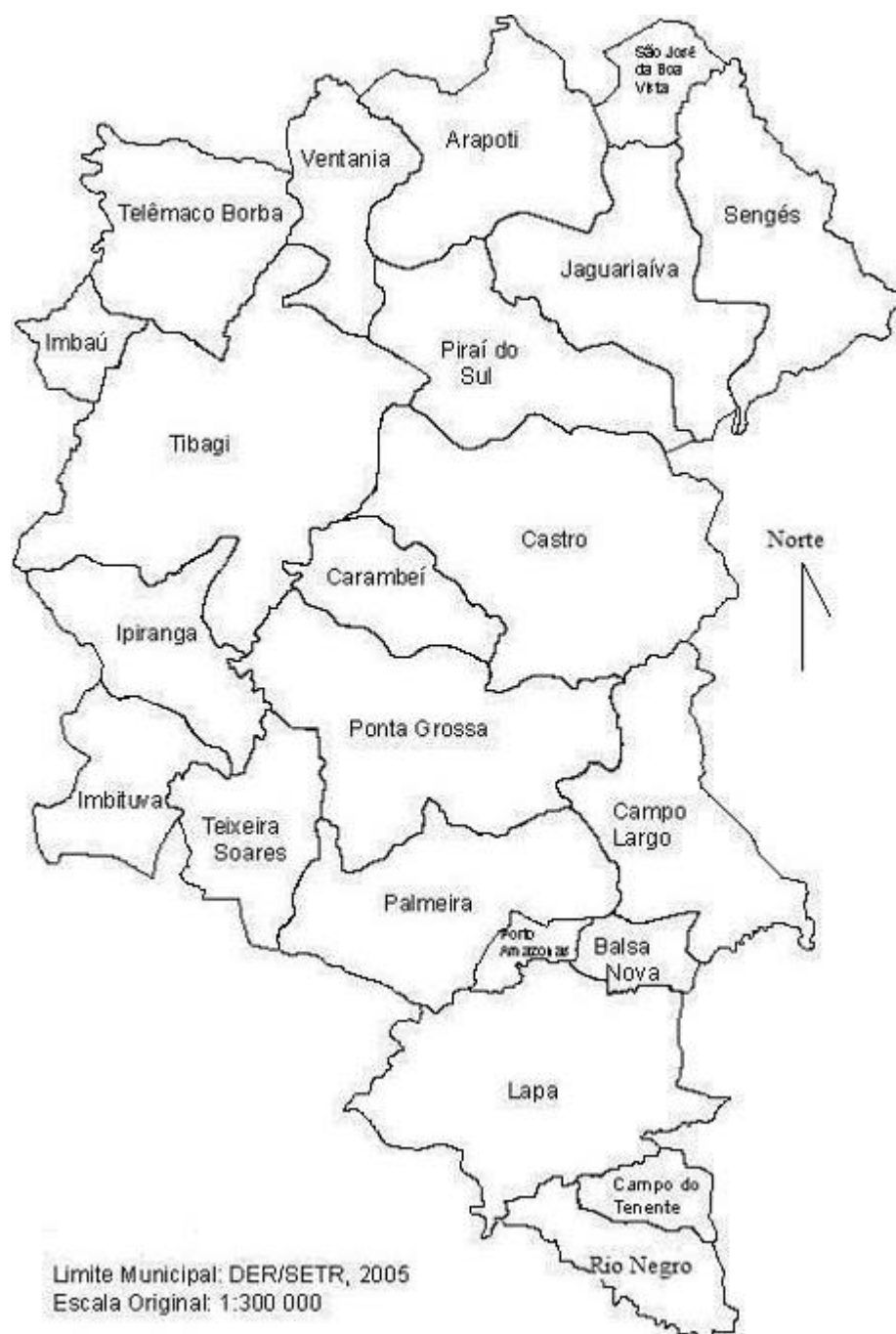
## 2 CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA DE ESTUDO

### 2.1 LOCALIZAÇÃO

Os Campos Gerais se localizam no Segundo Planalto Paranaense, região centro-leste do estado, com exceção do município de Castro, que pertence ao Primeiro Planalto, limitando-se a leste pela Escarpa Devoniana, que separa o primeiro do segundo planalto e a oeste pelos matos secundários com Araucária e terras cultivadas (LANGE, 2002).

De acordo com critérios fitogeográficos e geomorfológicos, os Campos Gerais do Paraná encontram-se entre as coordenadas 23° 45' e 26° 15' de latitude sul e 49° 15' e 50° 45' de longitude oeste (fig. 1), abrangendo 22 municípios: Rio Negro, Campo do Tenente, Lapa, Porto Amazonas, Balsa Nova, Palmeira, Campo Largo, Ponta Grossa, Teixeira Soares, Imbituva, Ipiranga, Tibagi, Carambeí, Castro, Imbaú, Telêmaco Borba, Ventania, Piraí do Sul, Jaguariaíva, Sengés, Arapoti e São José da Boa Vista (MELO; MORO; GUIMARÃES, 2007).

A região dos Campos Gerais abriga várias unidades de conservação, no entanto, para efeito deste estudo foram pesquisados e comparados os parques estaduais do Cerrado em Jaguariaíva, Guartelá em Tibagi e Vila Velha em Ponta Grossa. Estas unidades estão enquadradas na mesma categoria de manejo (unidade de conservação de proteção integral – parque), apresentam características geográficas semelhantes e possuem dinâmica diferenciada de visitação. No interior dos parques foram analisadas as trilhas atualmente utilizadas pelos turistas e as que foram intensamente utilizadas no passado, encontrando-se hoje desativadas e em processo de recuperação.



**Figura 1** – Municípios Abrangidos Pelos Campos Gerais Paranaenses.  
Org.: RETZLAF, 2007.

## 2.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-GEOGRÁFICA DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

As unidades pesquisadas estão inseridas geologicamente na Bacia Sedimentar do Paraná, no Segundo Planalto Paranaense, zona de paisagem suavemente ondulada, constituída por sedimentos paleozóicos do Devoniano, Carbonífero e do Permiano (MAACK, 2002).

A litologia regional encontra-se no eixo do Arco de Ponta Grossa, uma importante estrutura de direção para NW-SE da Bacia do Paraná (MELO, 2000), compreendendo enxame de diques máficos mesozóicos inseridos quase que totalmente no estado do Paraná (RAPOSO, 1995).

A Bacia do Paraná possui mais de 5.000m de rochas sedimentares e vulcânicas, com embasamento composto por rochas magmáticas e metamórficas. É composta por várias formações “vulcano-sedimentares” as quais correspondem a cinco épocas distintas: Siluriano-Ordoviciano, Devoniano, Permo-carbonífero e Triássico-Jurássico (PINESE, 2002). Nos parques do Cerrado e Guartelá, afloram sedimentos Devonianos do Grupo Paraná, representados pela Formação Furnas e Ponta Grossa e, em Vila Velha, além destes sedimentos, afloram rochas do Permo-carbonífero do Grupo Itararé, representadas pela Formação Campo Morão.

A seqüência devoniana possui uma espessura máxima de cerca de 900m. Inicialmente apresenta seção psamítico/psefítica continental, passando aos poucos a comportar sedimentos litorâneos e marinhos de águas rasas, constituindo a parte basal de um grande ciclo transgressivo-regressivo (ASSINE; SOARES; MILANI, 1994).

Os sedimentos devonianos estão representados pelas formações Furnas e Ponta Grossa, que compõem o Grupo Paraná. Este pertence à unidade cronoestratigráfica Série Campos Gerais, que assenta discordantemente sobre rochas ígneas e metamórficas de idade pré-cambriana e eopaleozóica, através de uma superfície intensamente peneplanizada (GAMA JR; BANDEIRA JR; FRANÇA, 1982). É sobreposta discordantemente por sedimentos dos Grupos Itararé e Aquidauana (Carbonífero Superior) (POPP; BARCELOS - POPP, 1986).

A Formação Furnas é constituída de arenitos quartzosos brancos de granulação média a grossa, feldspáticos e/ou caulínicos, mal selecionados (ASSINE, 1999). Apresenta estratificações cruzadas, planar acanaladas e plano-paralelo. Sua passagem para a Formação Ponta Grossa é transicional, a granodecrescência desta última indica início de uma acentuada fase de transgressão marinha em ambiente raso, próximo à praia, o que leva à interpretação de passagem transicional da primeira para a segunda formação (POPP; BARCELLOS-POPP, 1986). O contato destas duas formações no flanco nordeste da bacia é de superfície de erosão.

A Formação Ponta Grossa está dividida, da base para o topo, pelos membros Jaguariaíva, Tibagi e São Domingos. Composta principalmente por folhelhos argilosos por vezes carbonosos, com rica fauna marinha (POPP; BARCELLOS-POPP, 1986), com intercalações de arenitos finos retrabalhados por ondas em plataforma terrígena rasa (ASSINE; SOARES; MILANI, 1994).

O Grupo Itararé, corresponde a quatro formações: Lago Azul, Campo Morão, Taciba e Aquidauana e se depositou do Carbonífero ao Permiano, atingindo cerca de 1.200m de espessura máxima. Sua estratigrafia é assinalada por expressivas variações faciológicas e os diamictitos constituem as litologias típicas da unidade (FRANÇA, WINTER; ASSINE, 1996). A formação Campo Morão é constituída predominantemente por arenitos com folhelhos, siltitos, diamictitos e lamitos seixosos subordinados (MELO et al., 2004).

A região situa-se na área de abrangência do Escarpamento Estrutural Furnas, imponente ressalto topográfico que se estende por cerca de 260Km, entre os estados de São Paulo e Paraná, apresentando amplitudes entre 100 e 200m, com altitudes médias em torno de 1.100 - 1.200m (SOUZA; SOUZA, 2000).

A paisagem é caracterizada por relevo de exceção contendo lapas, *canyons*, grutas, formações ruiformes, furnas, densa malha hidrográfica com muitas cachoeiras e lageados. O relevo é bastante influenciado pelo escarpamento local (Escarpa Devoniana), ocupando o reverso da cuesta formada pela erosão diferencial da escarpa (SOUZA; SOUZA, 2000).

Na região ocorre uma gama variada de solos, no entanto, os cambissolos, os neossolos litólicos associados a afloramentos de rocha, predominam nas áreas analisadas. A maioria possui textura média a arenosa desenvolvida em substrato arenítico (PARANÁ, 2002a, 2002b, 2004).

Os cambissolos e neossolos litólicos apresentam alto risco de erosão, deflúvio rápido, agravado pela reduzida profundidade efetiva, declives acentuados e presença de rochas, tanto na superfície, quanto na massa do solo, possuindo limitada capacidade de uso. São moderadamente drenados, devido à presença de substrato rochoso próximo à superfície, com encharcamentos temporários por ocasião de chuvas intensas ou freqüentes (LEPSCH et al., 1983). Em relevo montanhoso estão associados a exposições rochosas, com deflúvio muito rápido e grande risco de erosão, devendo ser mantida a cobertura vegetal.

Os parques apresentam uma vegetação relictual, estritamente relacionada com as mudanças climáticas ocorridas no Quaternário, onde predominam a vegetação de campos limpos intercalados com capões de mato e manchas de cerrado. A permanência dessas áreas – refúgios de vegetação, correspondente a um clima pretérito mais seco e são explicadas com base nas variações climáticas ocorridas no Pleistoceno - período Quaternário (BIGARELLA, 1964).

Os campos limpos, relicto de um período climático semi-árido do Plio-pleistoceno, são caracterizados por extensas áreas de gramíneas baixas desprovidas de arbustos, ocorrendo apenas matas ou capões limitados nas depressões em torno das nascentes, as árvores e arbustos crescem em faixas ao longo dos rios e córregos, formando as pseudomatas de galeria (MAACK, 2002).

Para Melo (2000), a preservação do relicto de cerrado e da vegetação de campos, no Segundo Planalto, ocorre devido a dois fatores: ao isolamento imposto pela Escarpa Devoniana e à baixa fertilidade dos solos derivados de arenitos quartzosos. As formações campestres naturais localizam-se majoritariamente ao longo da escarpa devoniana e sofrem com a expansão dos elementos florestais mistos (MORO, 2001).

Os diversos ecossistemas presentes nos parques, além da flora típica, abrigam várias espécies de fauna, inclusive espécies ameaçadas de extinção. Pode-se mencionar a curucaca, falcão quiri-quiri, codorna, perdiz, jacu (aves) e, dentre a mastofauna, tamanduá-mirim, bugio, tatu, capivara e o lobo guará, este último uma espécie rara, ameaçada de extinção (PARANÁ, 2002 a, b; PARANÁ, 2004).

O clima predominante na região do parque estadual do Cerrado e Vila Velha é o Cfb, na classificação de Koeppen, sendo sempre úmido, o mês mais quente é < que 22°C, onze meses > que 10°C, com algumas geadas. Na região do Quartelá, o clima é classificado como Cfa: sempre úmido, com mês mais quente menor que 22°C, precipitação maior que 600 mm, sempre úmido, clima pluvial quente-temperado (MAACK, 2002).

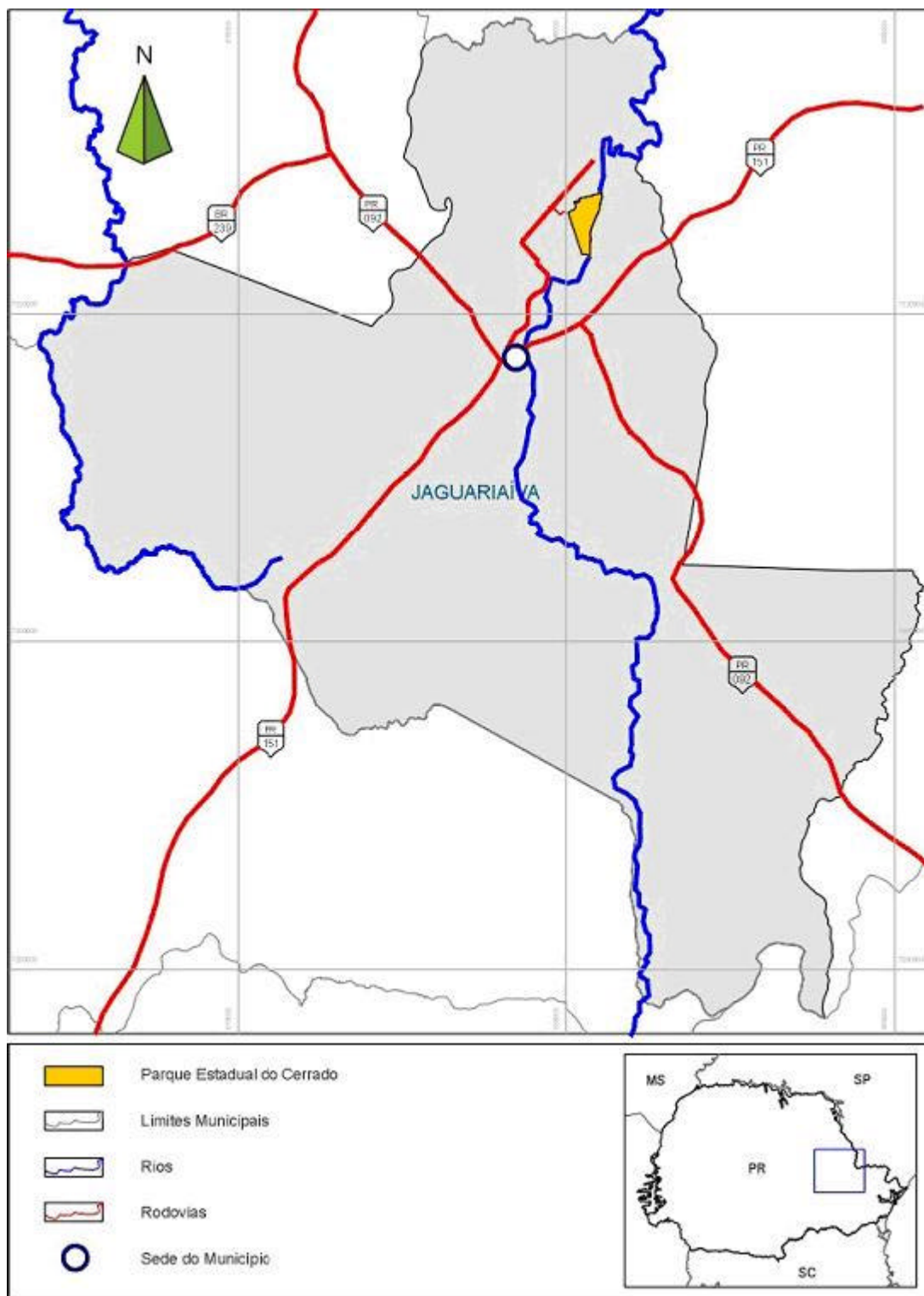
### 2.2.1 Parque Estadual do Cerrado

O parque estadual do Cerrado (fig. 2) pertence ao município de Jaguariaíva, distando 12 Km de sede municipal, localizado no Bairro Pesqueiro, sobre as coordenadas geográficas de 24° 08' e 24° 11' e de Latitude Sul e 49° 44' e 49° 39' de Longitude Oeste (fig. 3). A unidade foi criada oficialmente pelo Decreto Estadual nº 1.232, de 27 de março de 1992, com uma área de 420,40 ha (PARANÁ, 2002a).



Foto: RETZLAF, 2006.

**Figura 2** – Vista Panorâmica do Parque Estadual do Cerrado.



Fonte: PARANÁ, 2002a.

**Figura 3** – Localização do Parque Estadual do Cerrado.

A litologia aflorante na área pertence aos sedimentos devonianos do Grupo Paraná, Arenito Furnas e Folhelho Ponta Grossa, ocorrendo em quase totalidade, o afloramento do Arenito Furnas (fig. 4) e, mais ao centro, solos decomposto do Folhelho Ponta Grossa (PARANÁ, 2002a).

A unidade está inserida no limite nordeste da escarpa devoniana, entre o Ribeirão Santo Antônio e o Rio Jaguariaíva apresentando relevo colinoso na porção central e escarpado no limite sudeste, próximo a *canyon* formado pelo Rio Jaguariaíva, (PARANÁ, 2002a). Pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Itararé, sendo o Rio Jaguariaíva (limite leste do parque) um dos afluentes do Rio Itararé .

Nesse parque, ocorre relevo de exceção, caracterizado pelos *canyons* do Ribeirão São Antônio e Rio Jaguariaíva (fig. 5), fendas na rocha, formações ruiformes nos afloramentos do Arenito Furnas e cachoeiras (fig. 6).

A vegetação (fig. 7) predominante é a de Campos variando entre Campo Cerrado, Limpo, Sujo, Campos Brejosos, ocorrendo também vegetação de Cerrado Strictu Sensu, Floresta Ecotonal e Floresta de Galeria (PARANÁ, 2002a) (fig. 8). No parque ocorrem cambissolos, gleissolos, latossolos vermelho- amarelo, organossolos e neossolos litólicos, caracterizados pelo horizonte A moderado e textura arenosa, desenvolvidos em substrato arenítico (Arenito Furnas). Também ocorrem latossolos vermelhos, como horizonte A moderado, de textura argilosa a média, desenvolvidos em folhelhos (Formação Ponta Grossa) (fig. 9) (PARANÁ, 2002a).



Foto: RETZLAF, 2006.

**Figura 4** – Afloramento do Arenito Furnas próximo ao Ribeirão Santo Antônio.

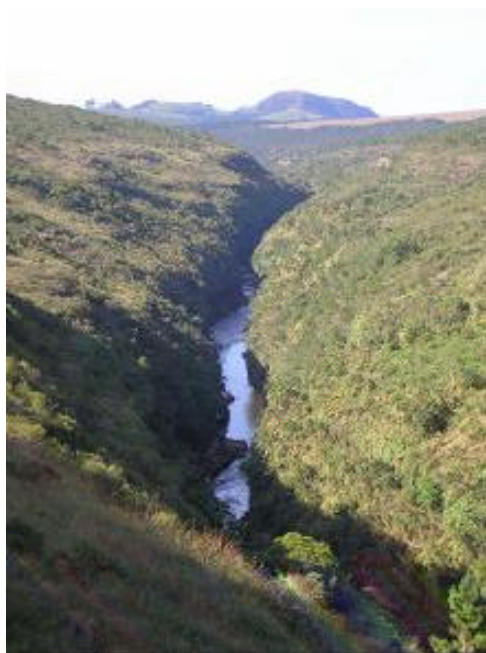
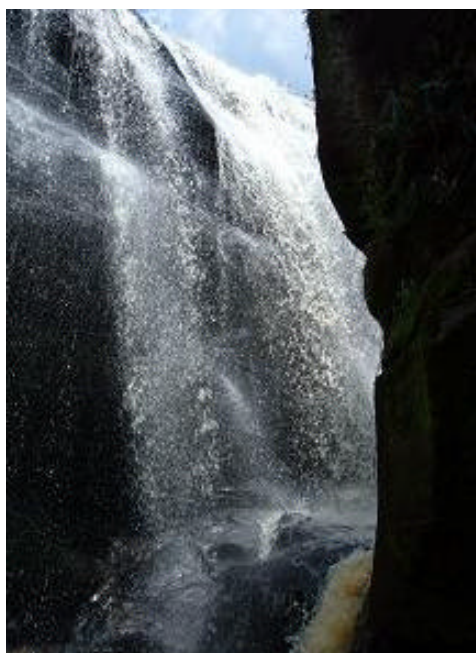


Foto: RETZLAF, 2006

**Figura 5** – *Canyon* do Rio Jaguariaíva no limite sudeste do Parque Estadual do Cerrado.

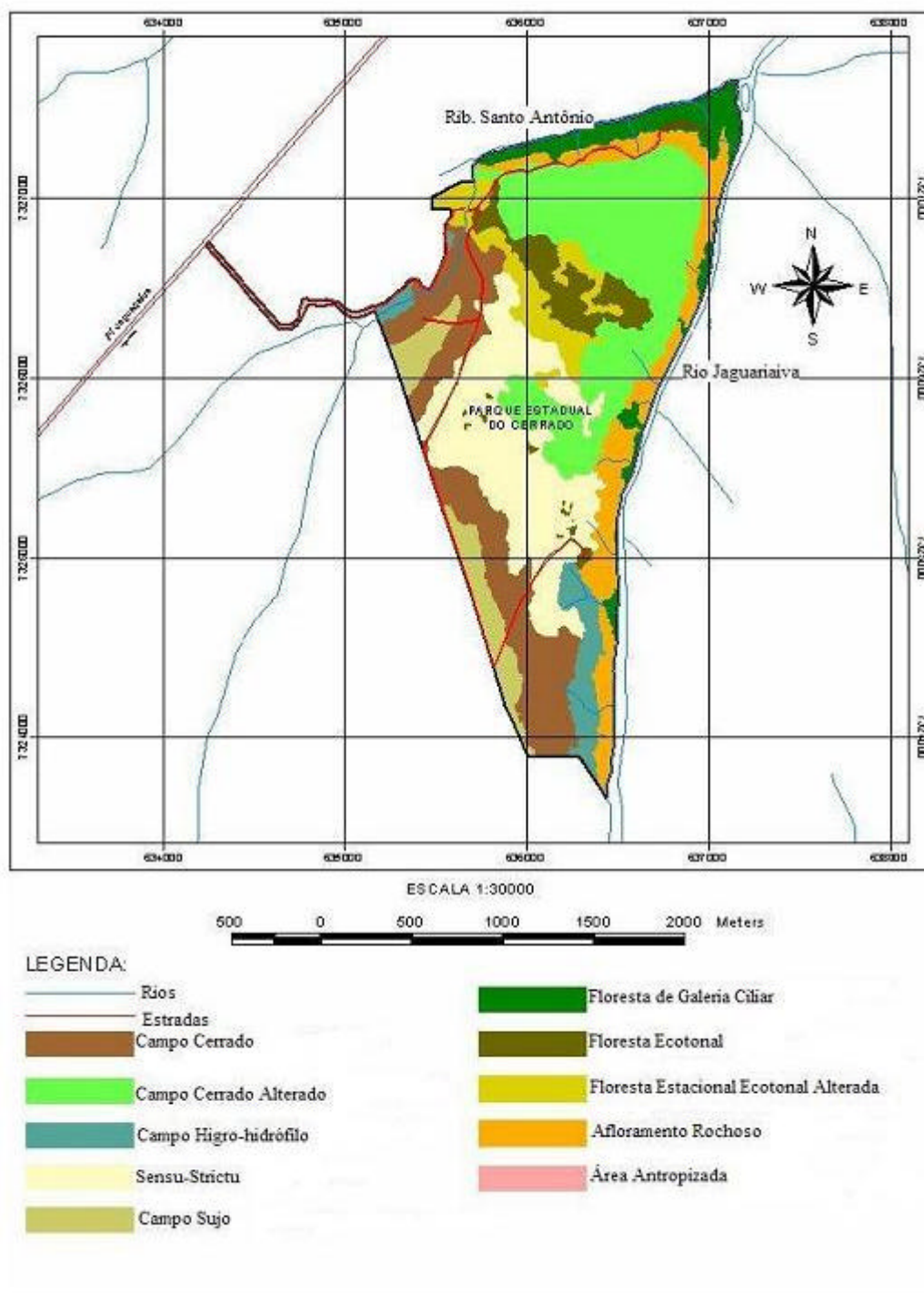


**Figura 6** – Cachoeira no trecho inferior do Ribeirão Santo Antônio.



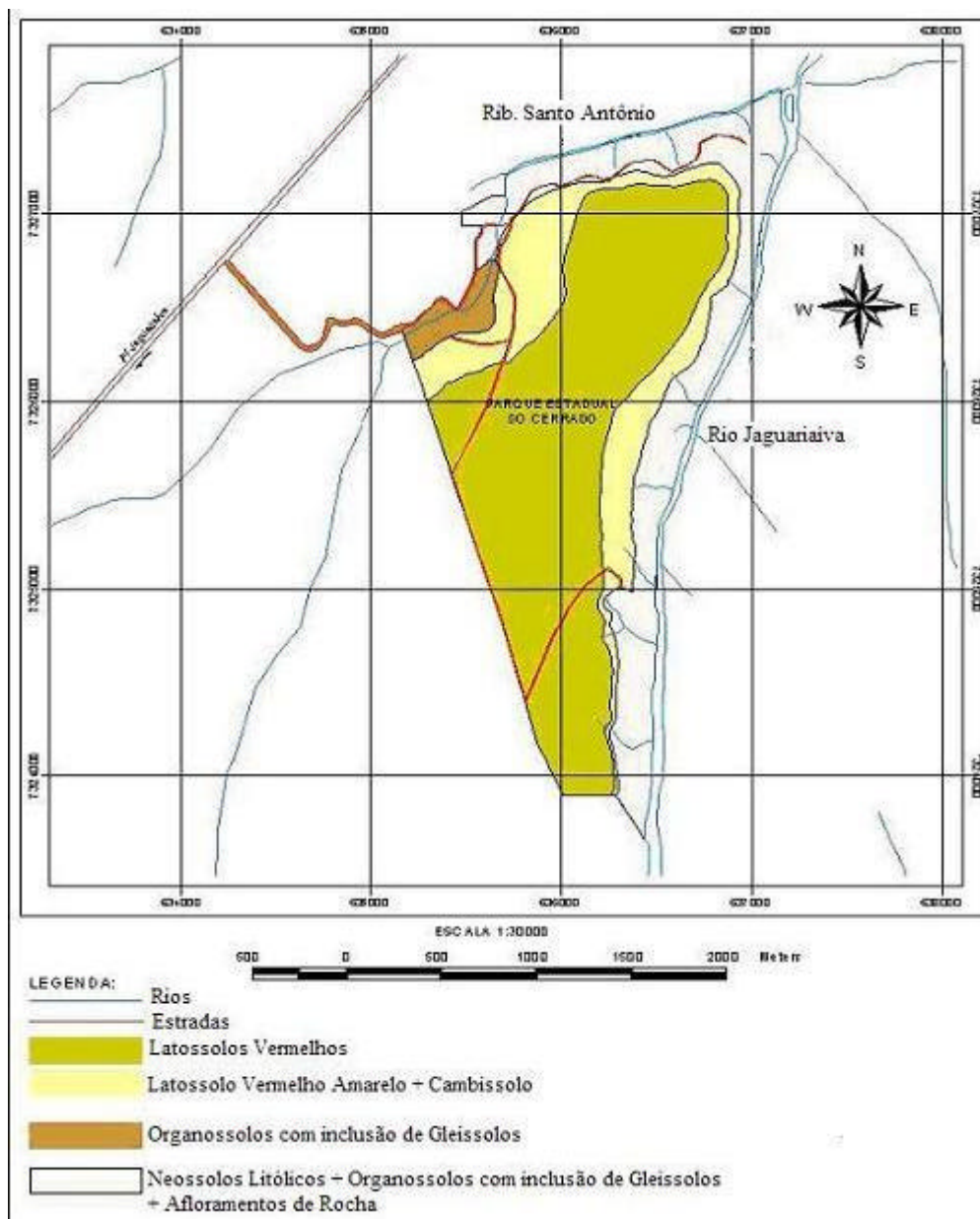
Foto: RETZLAF, 2006

**Figura 7** – Vegetação de Campos intercalada com vegetação de Cerrado.



Fonte: PARANÁ, 2002a. Adaptação: RETZLAF, 2007.

**Figura 8** – Mapa de Vegetação do Parque Estadual do Cerrado.

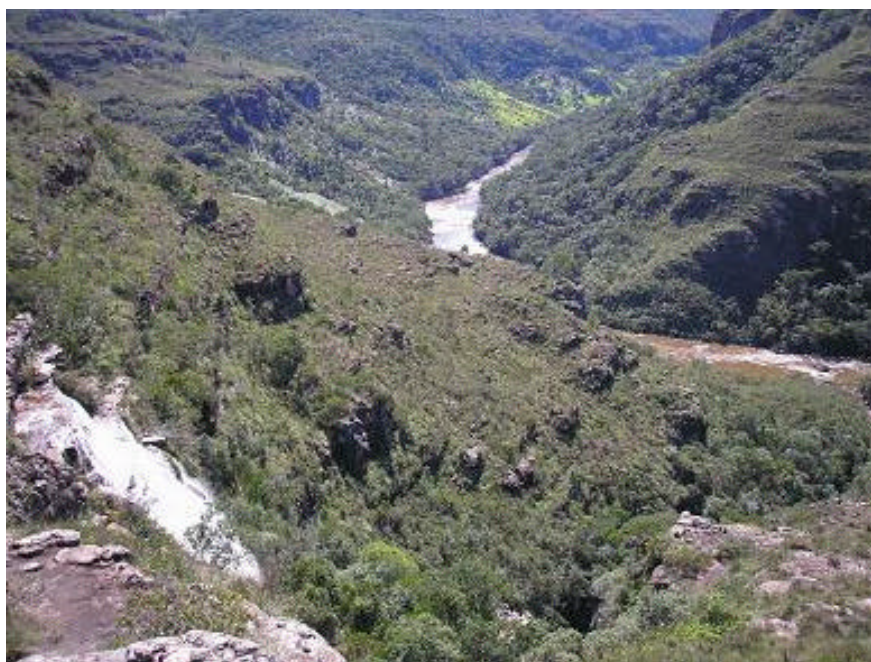


Fonte: PARANÁ, 2002a. Adaptação: RETZLAF, 2007.

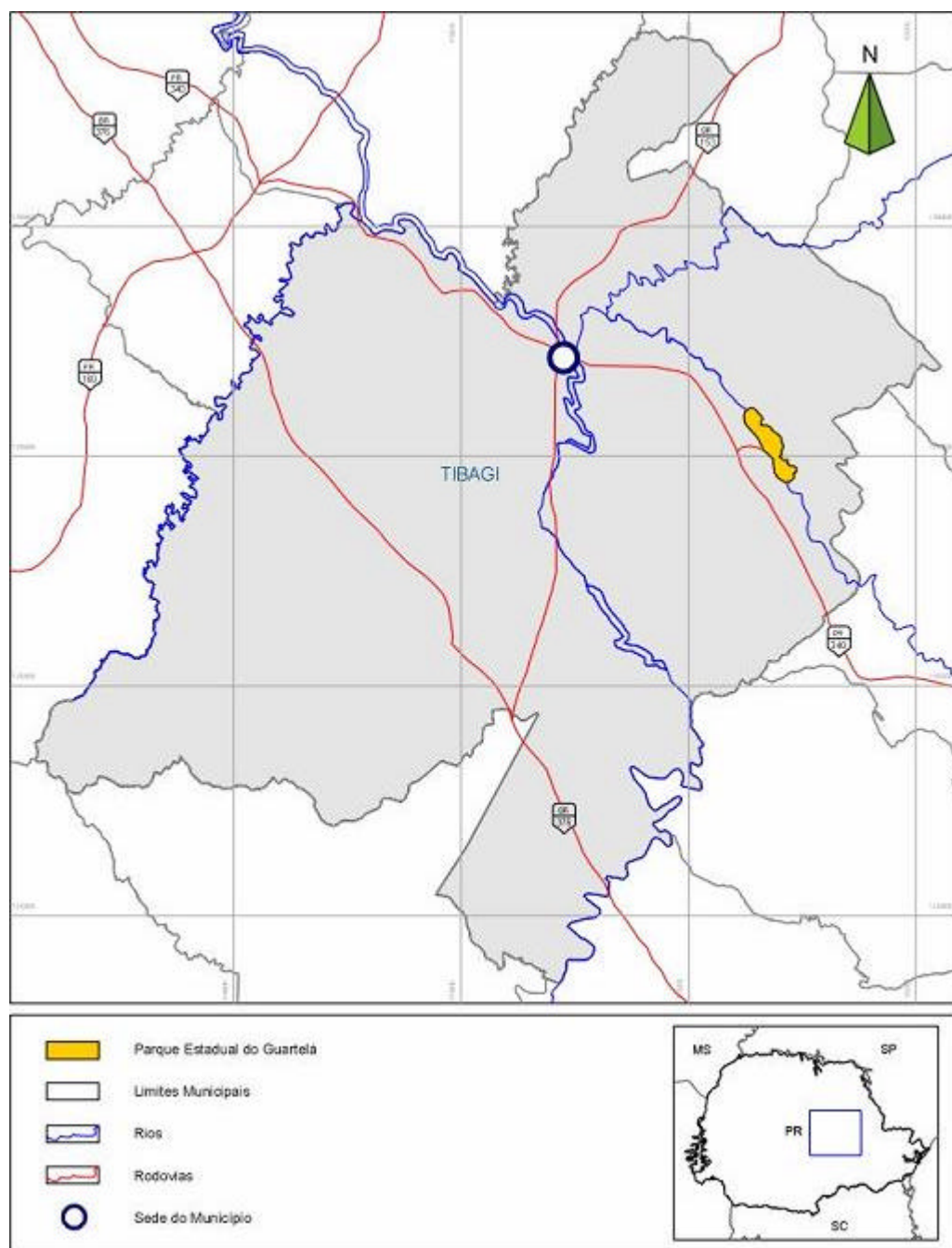
**Figura 9** – Mapa de Solos do Parque Estadual do Cerrado.

## 2.2.2 Parque Estadual Guartelá

O parque estadual Guartelá (fig. 10) pertence ao município de Tibagi e está localizado a 18 Km da sua sede no bairro Guartelá de Cima, sobre as coordenadas geográficas de 24° 34' e 24° 38' de Latitude Sul e 50° 13' e 50° 16' de Longitude Oeste (fig. 11). Foi oficialmente criado pelo Decreto Estadual nº 2.329, de 24 de setembro de 1996, com uma área de 798,97 ha (PARANÁ, 2002b).



**Figura 10** – Vista Panorâmica do *Canyon* Guartelá no Parque Estadual Guartelá. Foto: RETZLAF, 2006



Fonte: PARANÁ, 2002b

**Figura 11** – Localização do Parque Estadual Guartelá.

A litologia aflorante na unidade pertence aos sedimentos devonianos do Grupo Paraná - Arenito Furnas (fig. 12). A seqüência geológica no parque inicia-se com rochas vulcânicas, representado por riolitos avermelhados do Grupo Castro (Ordoviciano), encontrados na Gruta da Pedra Ume. Em seguida, constata-se a unidade basal da Bacia Sedimentar do Paraná representada pelo Arenito Furnas (Devoniano inferior), com exposições contínuas de cerca de 250 metros (MELLO, 2000; RETZLAF; STIPP; ARCHELA, 2006).

A Formação Furnas, no Guartelá, apresenta três associações faciológicas distintas que se sucedem verticalmente, caracterizados como unidade inferior, média e superior, com exposições contínuas de cerca de 250m, desde o contato basal com o Grupo Castro (ASSINE, 1999).

Na Unidade Inferior, verifica-se arenitos médios a muito grossos, sendo a unidade que apresenta maior resistência à erosão, atingindo 30m de espessura. A Unidade Média, é composta por arenitos finos a grossos e chegam a atingir 120m de espessura e a Unidade Superior, é caracterizada por arenitos médios a muito grossos chegando a atingir 120m de espessura no canyon, sendo a mais arrasada pelos processos de intemperismo e erosão (ASSINE, 1999).

O parque encontra-se sobre a borda leste do Escarpamento Estrutural Furnas, iniciando-se com a cota topográfica de aproximadamente 1.000m, formando um paredão abrupto, com desníveis de 130m na porção sul, até 230m na porção nordeste do Parque, próximo à Ponte de Pedra, sendo a cota altimétrica máxima do Parque de 1.170m, na porção sudoeste, decrescendo em linha reta ao nível de 870 m, no Rio Iapó (PARANÁ, 2002b).

Na área ocorre relevo de exceção caracterizado pelo *Canyon* do Rio Iapó "*Canyon Guartelá*", fendas na rocha, cachoeiras (fig. 13), paredões abruptos, lapas contendo pinturas rupestres grutas e formações ruiformes esculpidas no Arenito Furnas (fig. 14).



Foto: RETZLAF, 2006

**Figura 12** – Afloramento do Arenito Furnas Próximo ao Portal de Pedra.

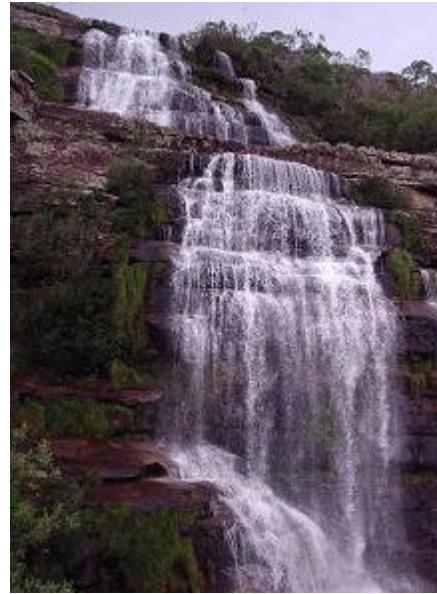


Foto: RETZLAF, 2005

**Figura 13** – Cachoeira da Ponte de Pedra, Arroio do Pedregulho.



Foto: RETZLAF, 2004

**Figura 14** – Formações ruíniformes no Arenito Furnas.

A drenagem local é retangular, representada por pequenos riachos e arroios, sendo o Arroio do Pedregulho, o mais extenso e com maior volume de água. A rede hidrográfica deságua no Rio Iapó, afluente da margem direita do Rio Tibagi, e pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi.

No parque predomina a vegetação de Campos Limpos, intercalada com a Floresta Ombrófila Mista Montana e Aluvial, com ocorrência de Araucária (fig. 15) em mistura com a Floresta Estacional Semidecidual do Norte do Paraná e Floresta Ombrófila Densa ou Atlântica e uma pequena mancha de Cerrado (fig. 16) (RETZLAF, 2006).

Ocorrem na área solos com horizonte A moderado de textura arenosa, desenvolvidos em substrato arenítico (Arenito Furnas), sendo encontrado as seguintes classes: cambissolos, gleissolos, organossolos e neossolos litólicos (fig.17) (PARANÁ, 2002b).

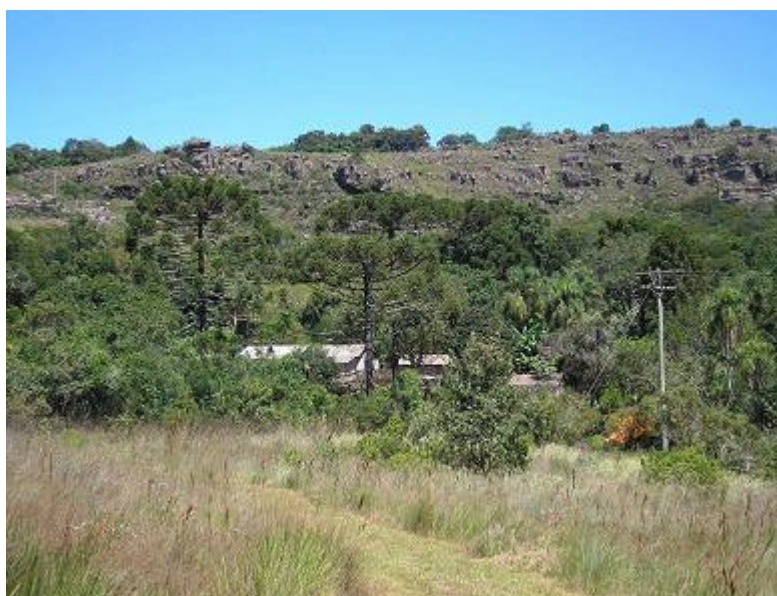
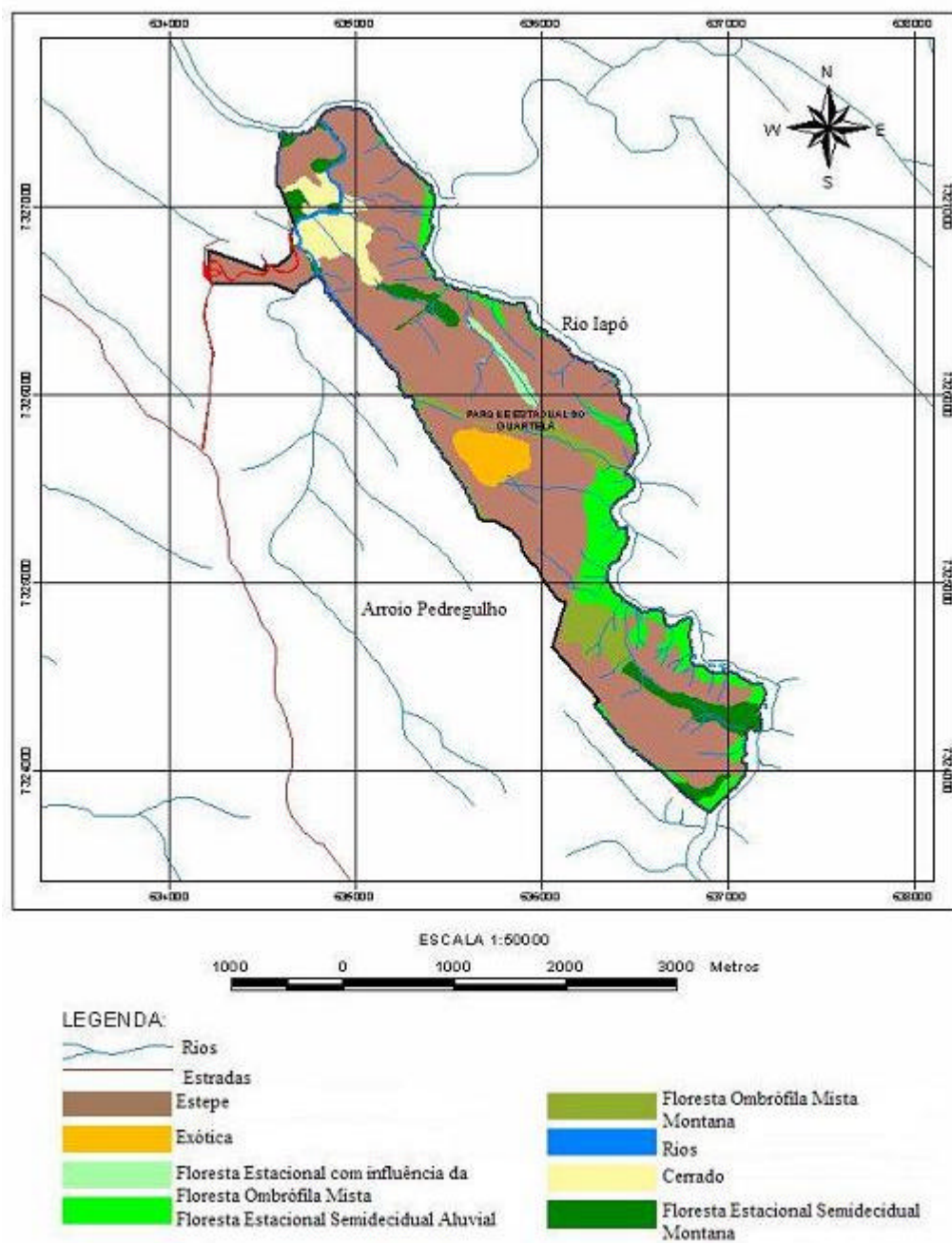


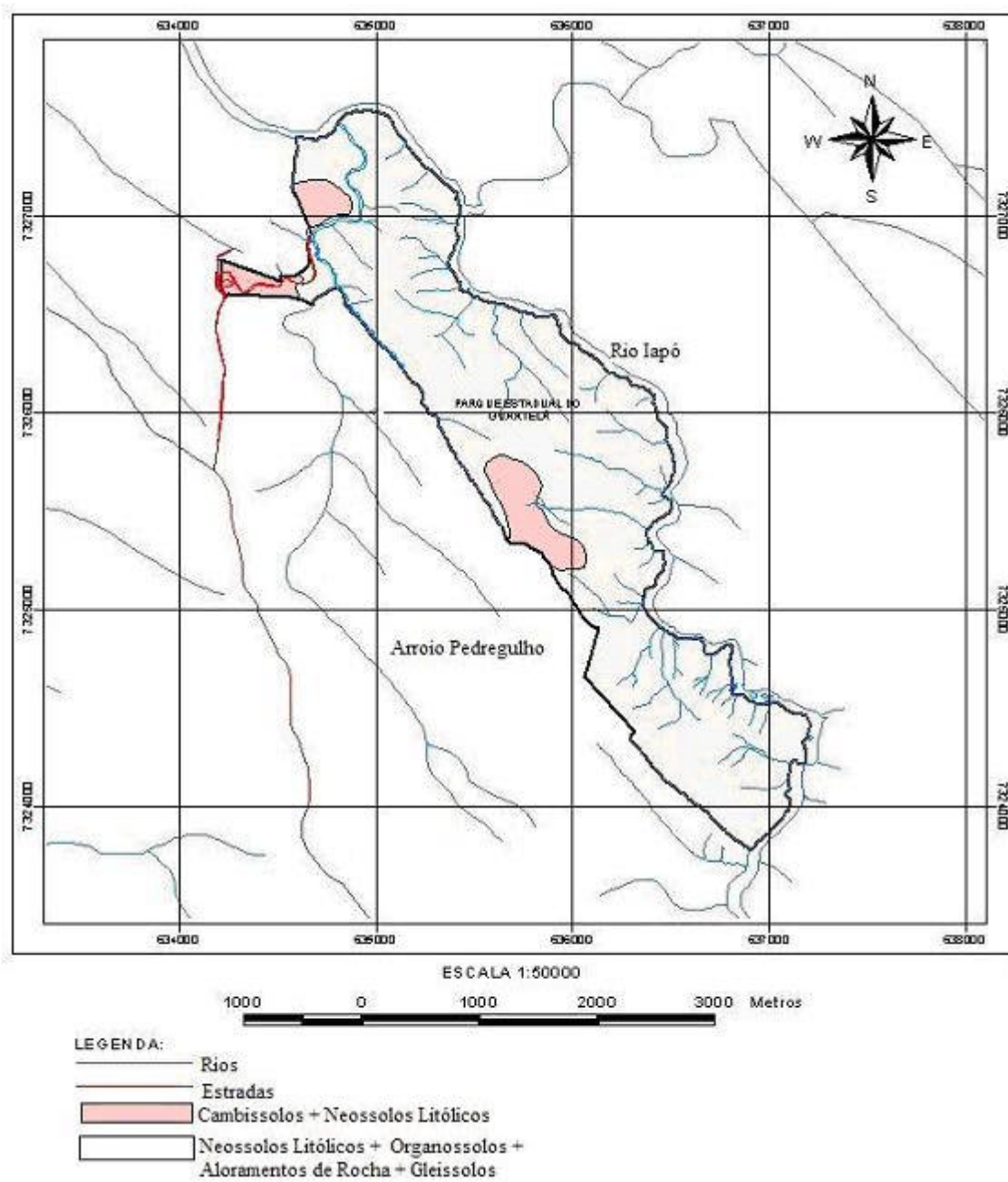
Foto: RETZLAF, 2006

**Figura 15** – Vegetação de Campos intercalada com fragmentos Florestais.



Fonte: PARANÁ, 2002b. Adaptação: RETZLAF, 2007.

**Figura 16** – Mapa de Vegetação do Parque Estadual Guartelá.

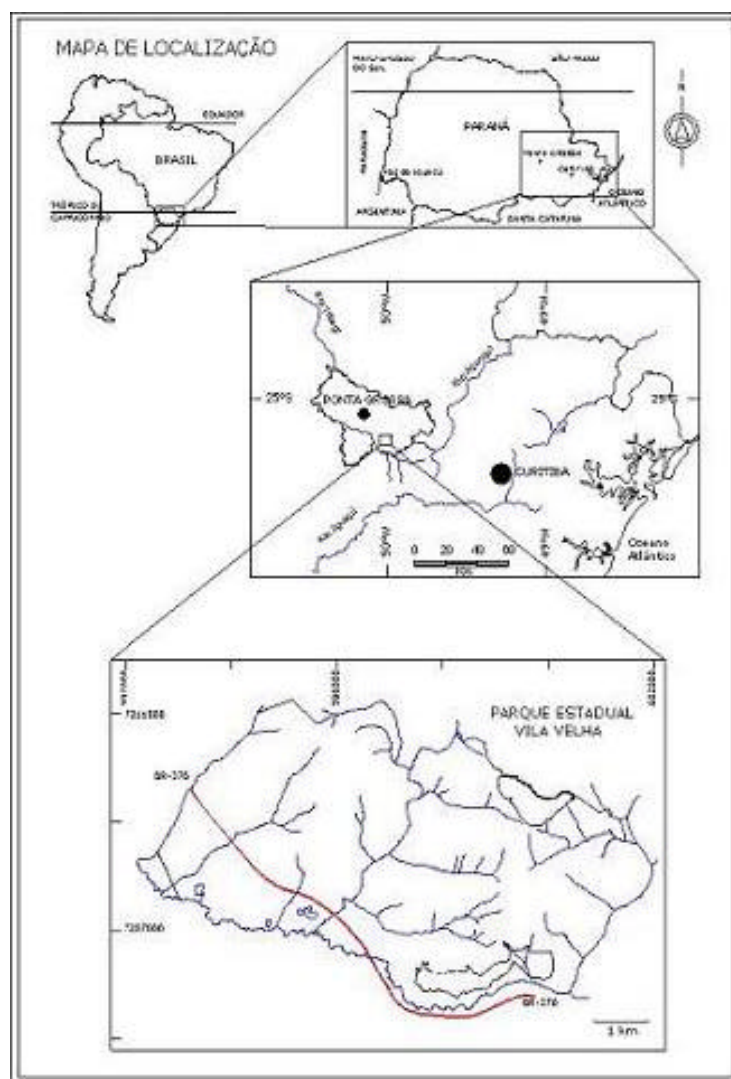


Fonte: PARANÁ, 2002b. Adaptação: RETZLAF, 2007.

**Figura 17** – Mapa de Solos do Parque Estadual Guartelá.

### 2.2.3 Parque Estadual Vila Velha

O parque estadual Vila Velha (fig. 18) pertence ao município de Ponta Grossa e dista 20 Km da sua sede, sobre coordenadas geográficas de 25° 12' 34 "e 25° 15' 35" de Latitude Sul e 49° 58' 04 "e 50° 03' 37" de Longitude Oeste. A unidade (fig. 19) foi criada em 12 de outubro de 1953, pela Lei Estadual nº 1.292 e atualmente possui 3.122,11 ha (PARANÁ, 2004).



Fonte: PARANÁ, 2004.

**Figura 18** – Localização do Parque Estadual Vila Velha.



Foto: RETZLAF, 2004

**Figura 19** – Vista Parcial das esculturas areníticas, um dos principais atrativos do Parque Estadual Vila Velha.

Em Vila Velha ocorrem as seguintes unidades geológicas: Formação Furnas (Devoniano), Formação Ponta Grossa (Devoniano), rochas indiferenciadas do Grupo Itararé (Carbonífero-Permiano), arenitos do Grupo Itararé (Carbonífero-Permiano), diques de Diabásio do magmatismo Serra Geral (Cretáceo) e sedimentos aluviais e coluviais quaternários (MELLO et al., 2004)

Na área do platô arenítico, um dos alvos desta pesquisa, ocorrem rochas sedimentares do Grupo Itararé (fig. 20), de natureza variada, refletindo os muitos sub-ambientes do ambiente glacial ao longo da formação. Neste local o Grupo Itararé está dividido em 02 unidades: Unidade Basal: com diamictitos, argilitos, folhelhos e arenitos subordinados, apresentando grande fragilidade à erosão e Unidade de Topo: contendo predominantemente os arenitos avermelhados – Vila Velha - que sustentam os platôs do relevo local e apresentam maior resistência aos processos erosivos devido à concentração de minerais mais resistentes como o ferro em sua composição (MELLO et al., 2004).



Foto: RETZLAF, 2006

**Figura 20** – Exposição de rochas sedimentares do Grupo Itararé na área dos Arenitos.

De acordo com a classificação ecodinâmica dos meios naturais de Tricart (1977) a área estudada apresenta dinâmica estável, sobressaindo a pedogênese e processos agradacionais no sopé do bloco arenítico e esculturação nas partes mais íngremes e paredões rochosos decorrentes do intemperismo químico (dissolução e lavagem dos minerais das rochas pelas águas pluviais), físico (termoclastia) e biológico (desenvolvimento de plantas e atividade orgânica) sobre a rocha, resultando em relevo ruiforme, com desenvolvimento de notáveis esculturas de tamanho variado, apresentando-se bem dissecadas.

As feições erosivas naturais, mais comuns são formas entalhadas nos arenitos, variando desde poucos metros até cerca de 20m de altura, cujas denominações são as mais variadas, sendo as mais conhecidas bota, camelo, taça (fig. 21), índio, proa do navio, garrafas, pedra suspensa entre outras. As esculturas formam um cenário paisagístico singular, fator que contribui para o aumento das atividades turísticas na área.

Segundo Mello et al. (2004) o relevo do parque é dominado por colinas amplas, com morros testemunhos que sustentam platôs areníticos elevados até a altitude de 1.068 m, sendo influenciado marcadamente pelas rochas e estruturas geológicas. Na área se destacam os escarpamentos, morros

testemunhos, relevos ruiformes, torres e pináculos, cavernas, dolinas, poços de dissolução, sumidouros, vales secos, fendas, corredores e labirintos, furnas, depressões úmidas e secas e lagoas, lapas, entalhes de base de paredes rochosas, caneluras ou canaletas, bacias de dissolução, alvéolos, túneis anastomados e cones de erosão, juntas poligonais e perfurações produzidas por cupins.



Foto: RETZLAF, J. G., 2006

**Figura 21** – Taça, escultura arenítica símbolo do Parque Estadual Vila Velha.

O parque pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi, sendo o Rio Guabiroba (junção dos Rios Barrozinho e Quebra-Perna) afluente da margem direita do Rio Tibagi (PARANÁ, 2004). A vegetação do parque é caracterizada por áreas de transição Estepe-Savana, Floresta Ombrófila Mista Montana (fig. 22), Formação Pioneira de Influência Fluvial, Estepe Higrófila, Floresta Ombrófila Mista Aluvial e Refúgios Vegetacionais Rupestre (fig. 23) (PARANÁ, 2004).

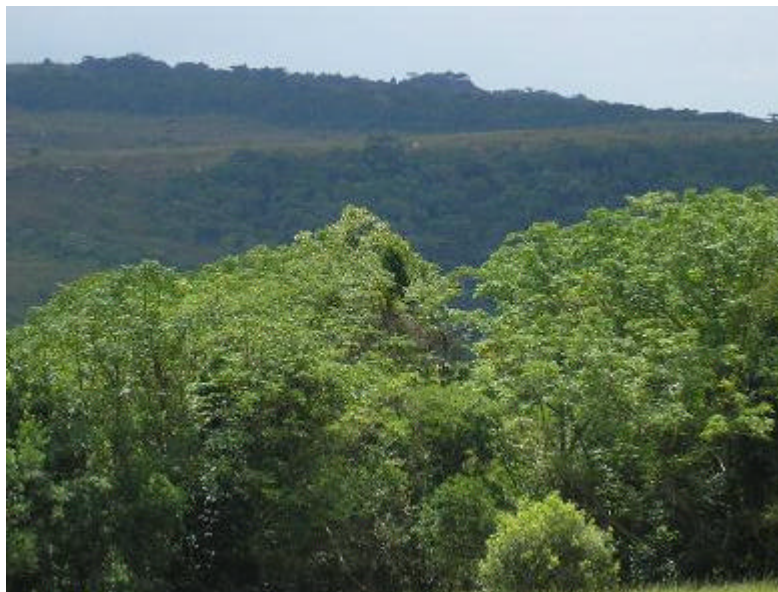
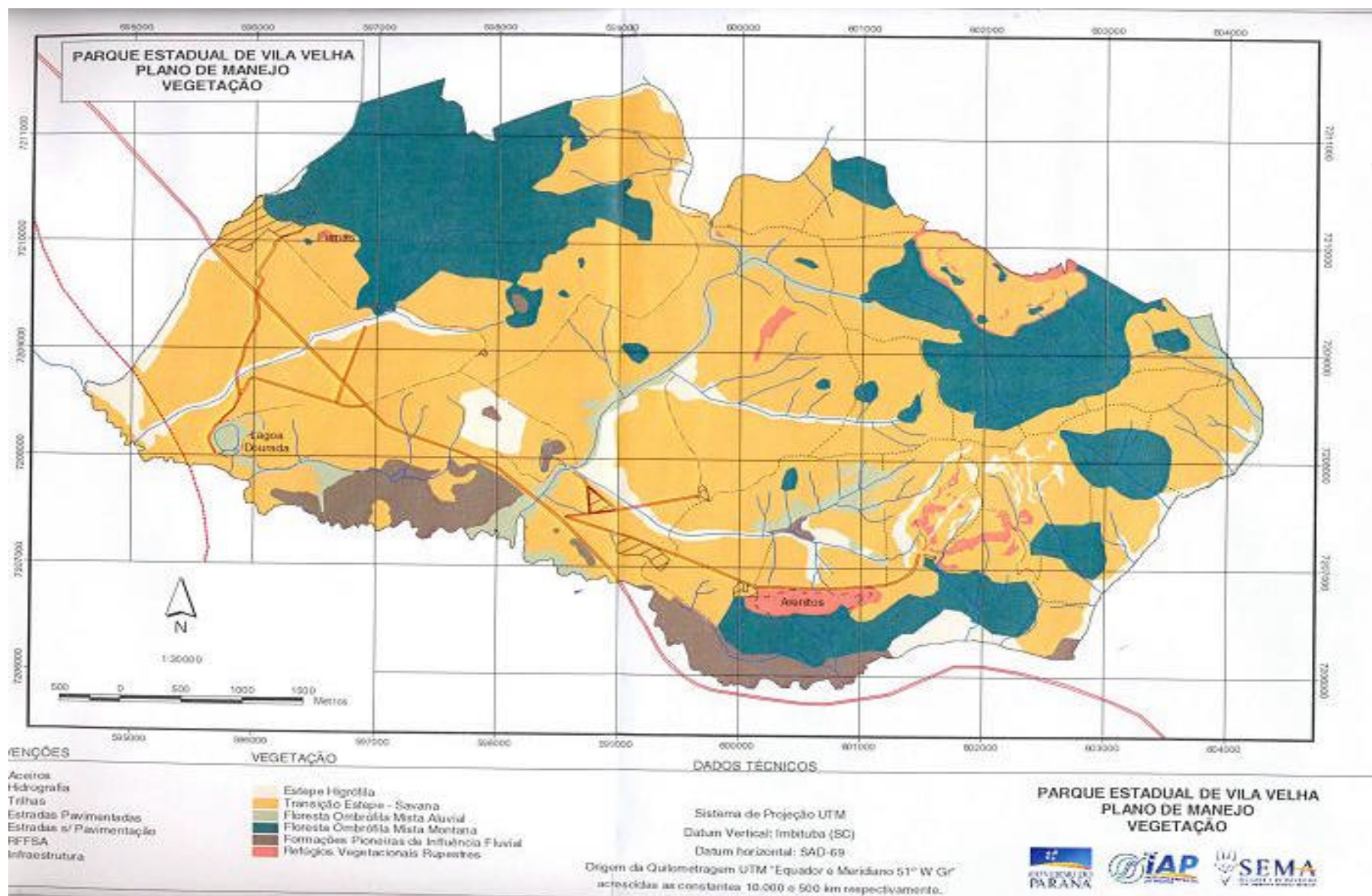


Foto: RETZLAF, J. G., 2006

**Figura 22** – Vista parcial do Bosque, próximo ao bloco arenítico.

Em Vila Velha ocorre uma grande variedade de solos (fig. 24), caracterizados pela textura arenosa desenvolvidos em substrato arenítico, textura média a argilosa em substrato arenítico e folhelho e textura argilosa em substrato folhelho. As classes mapeadas foram as seguintes: cambissolos, neossolos litólicos, gleissolos e organossolos (PARANÁ, 2004).



**Figura 23** – Mapa de Vegetação do Parque Estadual Vila Velha

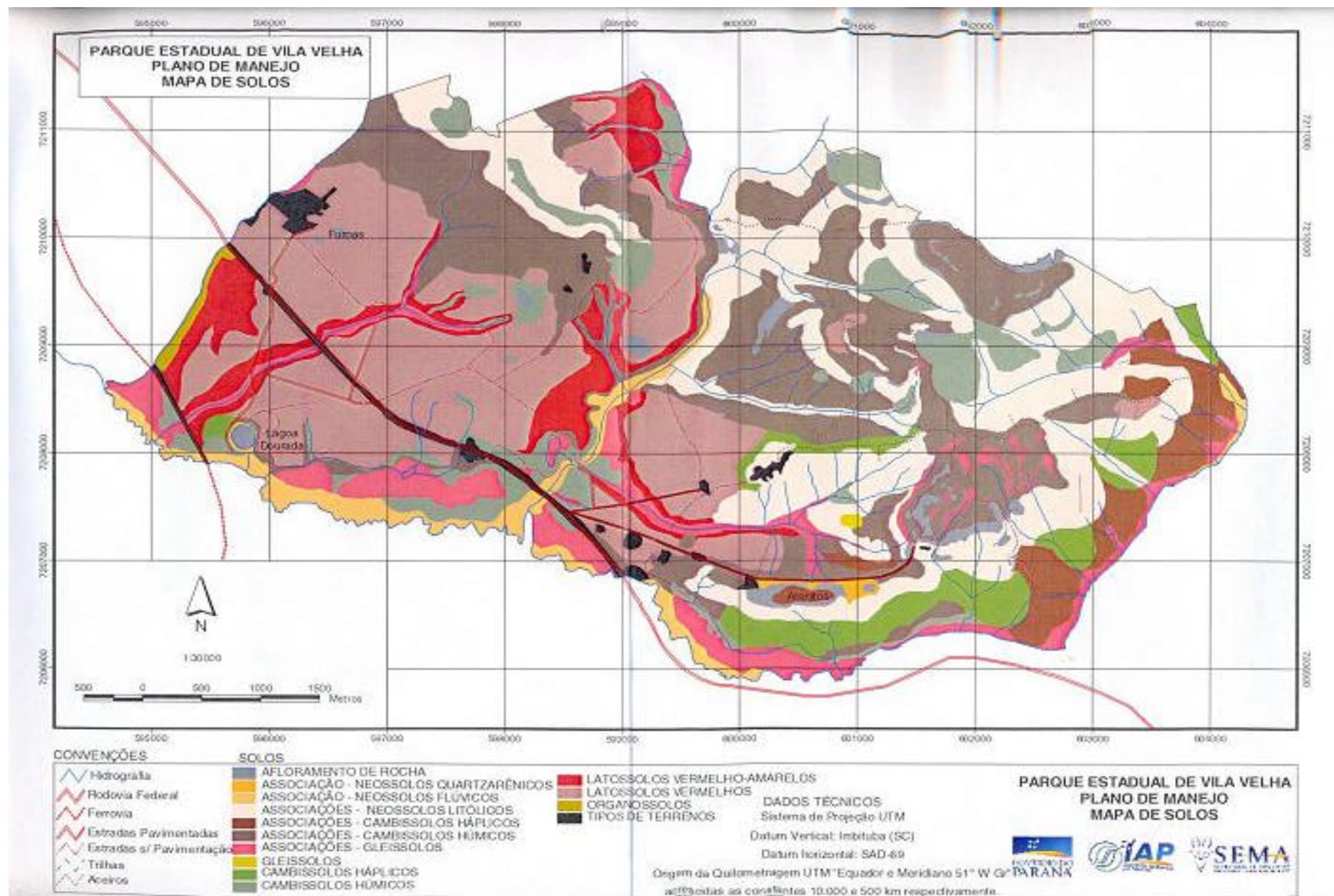


Figura 24 – Mapa de Solos do Parque Estadual Vila Velha

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 DINÂMICA EROSIVA DOS MEIOS NATURAIS

O modelado terrestre é fruto da ação das forças endógenas (interna), responsáveis pelas formas estruturais e as exógenas (externas), responsáveis pelas formas esculturais do relevo, que agem ativa e passivamente na paisagem. No território Brasileiro, predominam os processos sub-aéreos, comandados pelos agentes atmosféricos, tendo como fonte principal a energia solar, sendo os processos atuais de esculturação e desgaste erosivo, influenciados e acelerados pelo clima tropical, sobretudo o intemperismo químico (ROSS, 2005).

Os fatores responsáveis pela elaboração do modelado têm desenvolvimento diferente e a sua eficácia é igualmente variada, conforme o meio no qual agem. Os processos morfogenéticos explicam a evolução das vertentes e a esculturação do relevo e são distinguidos em categorias importantes na morfogênese: 1) meteorização ou intemperismo, 2) movimento de massa, 3) processo morfogenético pluvial e 4) ação biológica (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A erosão consiste, num primeiro momento, na dissociação do material rochoso ou terroso, seguido de transporte dos detritos, este último sendo o gerador de desgaste que se difere naturalmente com a natureza e o estado inicial do material rochoso (DEMANGEOT, 2000), sobre condição de equilíbrio e proteção.

Segundo Guerra (1978), a erosão é entendida como a destruição das saliências ou reentrâncias do relevo, exercido pelas águas correntes carregadas de sedimentos, onde uma fase de erosão (gliptogênese) corresponde, de modo simultâneo a uma fase de sedimentação (litogênese), promovendo a gradação, que consiste no processo que envolve rebaixamento do relevo, através de degradação do modelado e o entulhamento de outras, conhecido por agradação.

Diferentes especialistas caracterizam a erosão como processo de esculturação do relevo, que se dá através dos agentes externos (chuva, rios, gelo, vento e mar) (LIMA-SILVA et al., 2002). Para o agrônomo, é considerada apenas sobre o ponto de vista da destruição dos solos, entendida como o processo de desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo causado pela água e pelo

vento (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2005).

A erosão normal é sinônima de erosão geológica, ou ainda, erosão natural, exercida pelos agentes exodinâmicos, em oposição à erosão acelerada ou biológica, na qual o homem intervém como agente acelerador da erosão (GUERRA; GUERRA, 1994), ocorrendo ao longo de milhares de anos, remetendo-se ao tempo geológico.

As rupturas de equilíbrio natural resultam de flutuações climáticas de longa duração e as de equilíbrio antrópico são mais rápidas, realizadas em anos ou décadas, sendo denominadas de erosão acelerada ou morfogênese acelerada (envolvendo ablação e acumulação). Essas rupturas são decorrentes de modificações no conjunto de elementos físico-geográficos.

O processo erosivo é antecedido pelo intemperismo, fator responsável pela produção de detritos a serem erodidos, constituindo etapa na formação do regolito, representando pré-requisito necessário para a movimentação de fragmentos rochosos ao longo das vertentes (CHRISTOFOLETTI, 1980). Segundo o autor, o intemperismo pode ser de natureza física (fragmentação das rochas), química e bioquímica (decomposição das rochas) atuando sobre rochas e minerais expostos na interface litosfera-atmosfera.

Intemperismo consiste, portanto, na modificação das rochas, resultando no regolito, manto composto de material detrítico de tamanho variado, este pode ser formado *in situ* (elúvio), com graus de deslocamento (colúvio) e mantos totalmente removidos (BIGARELLA; MOUSINHO, 1965a).

O solo é uma parte natural da superfície terrestre, resultante da ação integrada do clima e organismos (processos físicos, químicos e biológicos) sobre o material de origem, condicionado pelo relevo em diferentes períodos de tempo, sobre condições variáveis, produzindo características que constituem a expressão dos processos e mecanismos atuantes em sua formação (THORNBURY, 1966; PRADO, 2005).

No Quaternário (Pleistoceno), ocorreram variações climáticas resultando na alternância de fases glaciais (período semi-árido), com fases interglaciais (períodos úmidos) que influenciaram bastante na evolução do modelado atual. Passos e Bigarella (2003), afirmam que a origem e evolução das feições típicas do relevo atual caracterizam-se ao longo do tempo (especificamente durante o Quaternário), por um

reafeiçoamento contínuo da superfície e por uma sobreposição de formas sobre uma estrutura morfológica preexistente.

As formas resultantes do processo erosivo dependem de vários fatores que se interagem, sendo os principais: rocha, estrutura geral, clima, tipo de erosão, maturidade do relevo (LEINZ; AMARAL 1998). Para os autores a litologia é o fator de maior importância devido à diferença de resistência dos materiais terrestres, conferida através da natureza mineralógica, textura, estrutura, posição da rocha e presença de estratificações ou xistosidade. A tectônica regional também é de fundamental importância, através da orogênese e epirogênese.

Para Bigarella e Mousinho (1965b) o clima é o fator primordial na evolução das vertentes. Para eles as mudanças climáticas ocorridas no Quaternário são responsáveis pelo aspecto policíclico da paisagem, originado através das mudanças nos processos morfogenéticos atuantes nas vertentes.

Entretanto, para Finch e Trewartha (1954) a água de escoamento influi mais que nenhum outro fator como agente de gradação. A turbulência da água de escoamento desaloja e retira rochas intemperizadas e forma canais e vales, cuja particularidade constitui características salientes da maior parte do relevo na maioria das regiões. Para Bigarella e Mousinho (1965a) o escoamento superficial das águas das chuvas, constituiu um agente poderoso de erosão, eliminando apenas parte das partículas de acordo com a capacidade de transporte, permitindo a evolução de vertentes côncavas.

O movimento do regolito ocorre com velocidades variadas conforme a ação do agente a que for submetido, principalmente por ocasião de trocas climáticas e por modificação do revestimento florístico. Seu deslocamento pode se dar por movimento individual das partículas ou por movimentos de massa. O material transportado constitui os depósitos das vertentes (MOUSINHO; BIGARELLA, 1965).

Para Finch e Trewartha (1954) os agentes mais importantes da gradação são: água, gelo, vento, energia solar e a força da gravidade. Os agentes orgânicos como as plantas, animais e até o homem tomam parte da gradação lenta dos continentes.

Os movimentos do regolito correspondem a todos os movimentos que promovem o deslocamento de partículas ou partes do regolito pela encosta abaixo, sendo a gravidade a única força importante, no entanto a presença da água exerce função primordial por reduzir o coeficiente de fricção, aumentar o peso da massa

intemperizada ou solo e, preencher espaços entre os poros, assim como o gelo, que lubrifica e aumenta o peso dos fragmentos rochosos acelerando o movimento do regolito (BIROT, 1962; BIGARELLA; MOUSINHO, 1965a; GUERRA, 1978; CHRISTOFOLETTI, 1980; LIMA-SILVA et al., 2002).

De acordo com a literatura especializada os movimentos de massa mais importantes são: a) Rastejamento ou creep; b) Solifluxão; c) Avalancha; d) Deslizamentos ou Escorregamento e, e) Desmoronamento.

Nos parques ocorrem: rastejamento o creep, movimento coletivo e lento de rocha e solo vertente abaixo; deslizamentos ou escorregamento, deslocamento de solos ou corpos rochosos por efeito da gravidade sobre um embasamento ordinariamente saturado de água e, desmoronamento, deslocamento rápido de um bloco de terra, quando o solapamento cria vazios na parte inferior da vertente.

Levando-se em consideração a intensidade dos processos atuais, Tricart (1977) propõe uma classificação taxonômica dos meios naturais, distinguindo três Unidades Ecodinâmicas, são elas: Meios Estáveis, Meios Intergrades e os Fortemente Instáveis.

Segundo o autor os Meios Estáveis têm uma evolução lenta, tendendo a uma situação de "clímax", ocorrendo em regiões de fraca atividade geodinâmica interna e de fraca intensidade dos processos mecânicos da geodinâmica externa, caracterizado pelo predomínio da pedogênese. Já os Meios Intergrades são caracterizados pela interferência da pedogênese e morfogênese, sendo favorável apenas a um deles. Com o favorecimento da pedogênese, passa-se para aos meios estáveis e, quando da morfogênese, leva-se aos meios instáveis. Os Meios Fortemente Instáveis são caracterizados pela forte predominância da morfogênese sobre a pedogênese, ocorrem em condições bioclimáticas agressivas (climas extremos), com variações fortes e irregulares, desfavoráveis à cobertura vegetal, contudo, capazes de transmitir grande quantidade de energia.

Neste trabalho foram considerados os conceitos de Unidade Ecodinâmica proposto por Ross (1990), que adaptou o conceito de Unidade Ecodinâmica de Tricart (1977) e estabeleceu as Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Unidades Ecodinâmicas Instáveis. A primeira se refere às áreas que estão em equilíbrio dinâmico sem sofrer intervenção antrópica, a segunda, refere-se a áreas onde as intervenções antrópicas modificaram intensamente o ambiente natural. Ross (op cit) ampliou os conceitos e estabeleceu as Unidades Ecodinâmicas Instáveis ou de

Instabilidade Emergente e as Unidades Ecodinâmicas Estáveis ou de Instabilidade Potencial. Estas últimas, apesar de apresentarem equilíbrio dinâmico, possuem instabilidade decorrente das características naturais do meio e da possível inserção antrópica.

As Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Emergente e as de Instabilidade Potencial possuem graus de fragilidade ambiental que variam de muito fraca, fraca, média, forte a muito forte e são caracterizadas em função de inúmeras variáveis do meio físico sendo aqui destacadas as classes de declividade do terreno, as classes de fragilidade dos tipos de solo e o grau de proteção por tipo de cobertura vegetal.

As classes de declividade foram separadas de acordo com a porcentagem de declividade do terreno e são classificadas em 5 (quadro 1), que variam desde a muito fraca até a muito forte em relação a intensidade de dissecação do relevo.

<b>Categorias</b>	<b>%</b>
Muito Fraca (1)	Até 6%
Fraca (2)	De 6 a 12%
Média (3)	De 12 a 20%
Forte (4)	De 20 a 30%
Muito forte (5)	Acima de 30%

Fonte: Ross (1994)

**Quadro 1 – Classes de Declividade.**

As classes de fragilidade dos tipos de solo (quadro 2) foram elaboradas com base nas características físico-químicas de cada solo, levando-se em consideração a textura, estrutura, plasticidade, grau de coesão das partículas e profundidade/espessura dos horizontes superficiais e subsuperficiais. As classes de fragilidade são divididas em 5 e variam desde muito fraca até muito forte ,ou seja, da menos suscetível ao mais suscetível (ROSS, 1994).

<b>Classes de Fragilidade</b>	<b>Tipos de Solos</b>
Muito Fraca (1)	Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho-Escuro e Vermelho-Amarelo textura argilosa
Fraca (2)	Latossolo Amarelo e Vermelho-Amarelo textura média/argilosa
Média (3)	Latossolo Vermelho-Amarelo, Terra Roxa, Terra Bruna, Podzólico Vermelho-Amarelo textura média/argilosa
Forte (4)	Podzólico Vermelho-Amarelo textura média/arenosa e Cambissolos
Muito forte (5)	Podzolizados com cascalhos, Litólicos e Areias Quartzosas.

Fonte: Ross (1994)

**Quadro 2 – Classes de Fragilidade dos Tipos de Solo.**

Os graus de proteção por tipos de cobertura vegetal (quadro 3) foram elaborados de acordo com a capacidade de proteção da vegetação e são classificados em ordem decrescente em 5, sendo classificados em: muito alta, alta, média, baixa e muito baixa a nula, ou seja, da mais protetora a menos protetora (ROSS, 1994).

<b>Graus de Proteção</b>	<b>Tipos de Cobertura Vegetal</b>
Muito Alta (1)	Floresta /Matas Naturais, florestas cultivadas com biodiversidade
Alta (2)	Formações arbustivas naturais com estrato herbáceo denso. Formações arbustivas densas (mata secundária, cerrado denso, capoeira densa). Mata homogênea de Pinus densa. Pastagens cultivadas sem pisoteio de gado. Cultivo de ciclo longo como o cacau.
Média (3)	Cultivo de ciclo longo em curvas de nível/terraceamento como café, laranja com forrageiras entre ruas. Pastagens com baixo pisoteio. Silvicultura de eucaliptos com sub-bosque de nativas
Baixa (4)	Culturas de ciclo longo de baixa densidade (café, pimenta-do-reino, laranja) com solo exposto entre ruas, Culturas de ciclo curto (arroz, trigo, feijão, soja, milho, algodão) com cultivo em curvas de nível/terraceamento.
Muito Baixa a Nula (5)	Áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto por arado/gradeação, solo exposto ao longo de caminhos e estradas, terraplenagens, culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas.

Fonte: Ross (1994).

**Quadro 3 – Graus de Proteção por tipos de Cobertura Vegetal.**

Segundo Ross (1994), é possível fazer uma relação das variáveis cobertura vegetal, relevo e solos (quadro 4) e estabelecer uma classificação da fragilidade potencial e emergente a partir de uma associação de dígitos arábicos onde cada número do conjunto numérico possui determinado peso, que varia de 1 a 5, ou seja, do mais fraco ao mais forte ou do mais protegido ao menos protegido, como é caso do tipos de cobertura vegetal.

<b>Variáveis do Meio Físico</b>		
<b>Cobertura Vegetal (graus de Proteção)</b>	<b>Relevo (classes de fragilidade)</b>	<b>Solos (classes de Fragilidade)</b>
Muito alta (1)	Muito fraca (1)	Muito fraca (1)
Alta (2)	Fraca (2)	Fraca (2)
Média (3)	Média (3)	Média (3)
Baixa (4)	Forte (4)	Forte (4)
Muito baixa a nula (5)	Muito forte (5)	Muito forte (5)

Fonte: Ross, 1994. Org.: RETZLAF, 2007.

#### **Quadro 4 – Relação das Variáveis Cobertura Vegetal, Relevo e Solos.**

A associação numérica possui 3 dígitos, sendo o primeiro representado pelo grau de proteção por tipo de cobertura vegetal (de 1 a 5), o segundo, pelas classes de declividade (de 1 a 5) e o terceiro, pelas classes de fragilidade do solo (de 1 a 5). O resultado é a formação de um conjunto arábico que combina números de 1 a 5, podendo ter áreas do tipo 111 (soma 3) indicando Unidade Ecodinâmica Estável ou de Instabilidade Potencial Muito Baixa, até áreas do tipo 555, indicando Unidade Ecodinâmica de Instabilidade Potencial Muito Forte. O mesmo pode ser feito para classificar as Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Emergente.

Tendo formado o conjunto arábico de três dígitos e sendo o valor de cada um correspondente com a classe indicada, obtém-se uma soma das variáveis e conseqüentemente a classificação da Unidade Ecodinâmica (quadro 5). A soma mínima é 3, resultado da somatória das variáveis 1 (vegetação), 1 (relevo), 1 (solo) e a somatória máxima é 15, resultado da somatória 5 (vegetação), 5 (relevo), 5 (solo) (ROSS, 1994).

<b>Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial</b>	<b>Somatória da Associação Numérica</b>
Muito Fraca	Soma 3
Fraca	Soma de 4 a 6
Média	Soma de 7 a 9
Forte	Soma de 10 a 12
Muito Forte	Soma de 13 a 15

Fonte: Ross, 1994. Org.: RETZLAF, 2007.

**Quadro 5** – Classificação das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial.

### 3.2 RELAÇÃO ENTRE EROSÃO ACELERADA E ATRIBUTOS FÍSICOS DOS SOLOS

Em condições normais, o desgaste da superfície por erosão é compensado pela contínua alteração das rochas, mantendo-se, dessa forma, o perfil do solo. No entanto, uma ruptura desse equilíbrio natural pode resultar em erosão dos solos, a qual pode ser lenta ou acelerada. Esta última atua de forma mais rápida que o processo de formação dos solos, impedindo a regeneração dos mesmos.

A erosão acelerada transporta o solo a um ritmo muito mais rápido do que aquele em que foi formado, e ocorre quando variam as condições da cobertura vegetal e o estado físico da superfície do terreno (STRAHLER, 1986). Este tipo de erosão é produto de forças ativas e passivas, sendo a primeira representada pela característica da chuva, declividade, comprimento do terreno e capacidade que tem o solo de absorver água e a segunda configura-se na resistência que exerce o solo à ação erosiva e densidade da cobertura vegetal (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2005).

Os fatores que determinam as taxas de erosão do solo são: chuva, escoamento superficial, vento, tipo de solo, encosta e a cobertura vegetal. O processo erosivo não se dá de maneira uniforme em todos os solos, pois os atributos físicos (estrutura, textura, permeabilidade e densidade), assim como as características químicas e biológicas influenciam diferentemente na erosão e se encontram particularizadas em cada solo (MORGAN, 1996).

Destacam-se aqui dois tipos de desgaste por erosão hídrica: a erosão laminar ou entre - sulcos e a erosão em sulcos.

A erosão laminar é responsável pela progressiva e sucessiva remoção de películas do solo, atingindo principalmente as partículas mais finas (BIGARELLA;

MAZUCHOWSKI, 1985) lavando a superfície por igual. Esse tipo de erosão promove o assoreamento de reservatórios ou cursos fluviais, provocando a redução da capacidade de transporte dos corpos d'água, aumentando conseqüentemente os riscos de inundação, depauperamento das terras, perdas de nutrientes necessários às plantas e redução da produção e qualidade das culturas (MORGAN, 1996; BERTONI; LOMBARDI NETO, 2005).

A erosão em sulcos (sulcos, ravinas, voçorocas) é formada na superfície de encostas com pouca ou nenhuma vegetação, indicando rotas de escoamento superficial concentrado (OLIVEIRA, 1999). As voçorocas correspondem a um estágio mais avançado e complexo de erosão, reunindo muitas vezes solapamentos e descalçamentos, desabamentos e escorregamentos de solo (MORGAN, 1996).

As taxas de erosão dos solos são determinadas pelos controladores taid como: fatores erosividade, erodibilidade (atributos físicos dos solos), cobertura vegetal e característica das encostas (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2005; GUERRA, 1995, 2003; MORGAN, 1996). A interferência antrópica em alguns destes fatores, seja de maneira indireta, ou através de atividades diretas, pode apressar ou retardar os processos erosivos. Os atributos físicos dos solos, juntamente com outros fatores, influenciam a maior ou menor suscetibilidade à erosão.

A erosividade é a habilidade da chuva em causar erosão. A intensidade do evento chuvoso influencia no escoamento superficial quando a capacidade de infiltração é excedida (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2005; GUERRA, 1995, 2003; MORGAN, 1996).

Erodibilidade é a resistência do solo aos processos de desprendimento e transporte, ou seja, a propriedade natural do solo de reagir à ação da água, dependendo em grande parte, da textura, densidade, porosidade, teor de matéria orgânica, estabilidade dos agregados e ph do solo (BISSONNAI, 1996; BERTONI; LOMBARDI NETO, 2005; GUERRA, 1995, 2003; MORGAN, 1996) e por outro lado de sua posição topográfica, encosta, grau de alteração dos materiais do seu uso e ocupação.

Em função da textura, algumas frações granulométricas são removidas mais facilmente do que outras. A remoção de sedimento é maior na fração de areia média e diminui nas partículas maiores ou menores. Alguns trabalhos apontam que quanto maior o teor de silte, maior a suscetibilidade dos solos em serem erodidos. As

argilas podem dificultar a infiltração da água, por outro lado, são mais difíceis de serem removidas (GUERRA, 1995). Para Bissonai (1996) a textura média dos solos (silte e areia fina) é freqüentemente a mais suscetível para formação do selamento superficial e erosão.

As partículas de maior tamanho são mais resistentes ao transporte, devido à maior força necessária para arrastá-las. Os sedimentos mais finos são resistentes ao desprendimento pela sua coesão, sendo as partículas menos resistentes os siltes e as areias finas (MORGAN, 1996).

Solos que possuem alto teor de silte, baixo de argila e baixo em matéria orgânica são considerados mais erodíveis. Geralmente um tipo de solo torna-se menos erodível com o decréscimo da fração de silte, indiferentemente se o aumento for na fração de areia ou de argila (WISCHMEIER; MANNERING, 1969).

Solos com alto teor de material vegetal decomposto são muito mais resistentes à erosão do que os menos esponjosos deficientes em matéria orgânica (BENNETT, 1955). Matéria orgânica é um agente granulador, sendo seu efeito mais notável nos solos que contém pequenas quantidades de argilas.

Existe uma alta correlação entre matéria orgânica e a agregação em solos que contêm menos de 25% de argila, para os que contêm mais de 35% a correlação é significativa, porém não é tão alta. A argila e os colóides orgânicos causam a maior parte da agregação do solo, resultando em complexos argilo-orgânicos quando se interagem (BAVER; GARDNER; GARDNER, 1973).

Quanto menor os índices de matéria orgânica menor a resistência dos agregados ao impacto das gotas de chuva, estes são facilmente quebrados formando crostas na superfície, dificultando a infiltração, aumentando o escoamento superficial e a perda de solo. Nos solos arenosos a matéria-orgânica promove a aglutinação das partículas firmando a estrutura e diminuindo o tamanho dos poros ampliando a capacidade de retenção de água (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2005).

A estabilidade dos agregados do solo pode ser definida como a resposta estrutural do solo à chuva. Em solos cultivados, o runoff e a erosão resultam freqüentemente do selamento e formação de crostas, que são intimamente relacionadas à desagregação do solo (BISSONAI, 1996).

O agregado é resultado da interação física, química e biológica das partículas do solo. A agregação pode ser avaliada pelo teor de matéria orgânica, responsável pela força de agregação por meio de ligação entre partículas de argila,

polímeros orgânicos e cátions polivalentes (CASTRO FILHO, 2001). A alta estabilidade dos agregados reduz a erodibilidade, possibilitando a existência de elevado índice de porosidade e aumento das taxas de infiltração (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2005; GUERRA, 1995, 2003; MORGAN, 1996).

A formação de diferentes classes de tamanho dos agregados é influenciado pela matéria orgânica, cuja quantidade irá permitir maior ou menor agregação, resultando em menor ou maior perda de solo, em decorrência da maior resistência à desagregação e dispersão (CASTRO FILHO et al., 1998).

Existem numerosas correlações entre conteúdo de carbono orgânico e estabilidade de agregados em água, porém, não têm sido sempre benéficas pelas seguintes razões: 1) somente parte da matéria orgânica é responsável pela estabilidade dos agregados em água; 2) existe um limite inferior de conteúdo de carbono orgânico, o qual não promove o aumento da estabilidade dos agregados em água, 3) materiais orgânicos não são os maiores agentes cimentantes; 4) a dispersão é mais importante, do que o tipo ou quantidade de matéria orgânica e 5) algumas das estabilidades dos agregados em água em solos virgens são influenciados por fatores físicos (TISDAL; OADES, 1982).

O teor de matéria orgânica afeta de diversas maneiras a erosão dos solos, para Greenland et al. (apud GUERRA, 1995) solos com menos de 3,5% de matéria orgânica possuem agregados instáveis, contudo para De Ploye (apud GUERRA, 1995) solos com menos de 2,0% de matéria orgânica possuem baixa estabilidade de agregados. Para Guerra (1995) ocorre aumento da capacidade de infiltração, à medida que aumenta o teor de matéria orgânica e o teor de agregados.

A estrutura do solo é importante na erodibilidade porque determina a maneira com que a água pode penetrá-lo, tanto quanto a resistência das suas partículas ao desprendimento pelo impacto da chuva e remoção pelo runoff (GREENLAND; LAL, 1981).

Geralmente o material desagregado é o do topo do solo, onde os nutrientes das plantas são mais concentrados. A exposição do subsolo, por erosão ou outros motivos, freqüentemente conduz para níveis mais baixos a entrada da água, aumentando o runoff e adiantando a perda de solo (GREENLAND; LAL, 1981).

A densidade do solo é a relação entre sua massa e seu volume, nas diversas camadas do perfil (CASAGRANDE, 2001) e se refere à maior ou menor compactação (GUERRA, 1995). Nos solos minerais os valores de sua densidade

oscilam de 1,1 a 1,6 Mg/m<sup>3</sup>, no entanto os solos arenosos apresentam valores entre 1,25 a 1,40 g/cm<sup>3</sup> (KIEHL, 1979). Portanto, a densidade é mais elevada em solos grosseiros, sendo menor nos que possuem partículas finas (VIEIRA, 1975).

A compactação é caracterizada pelo decréscimo do volume do solo não saturado quando uma determinada pressão externa é aplicada (RICHART et al. 2005), ocorrendo expulsão do ar dos poros, causando um rearranjo de partículas, tornando o solo mais denso e conseqüentemente reduzindo a porosidade (SILVA; BARROS; COSTA, 2006). As características do solo tais como: matéria orgânica, estrutura, teor de agregados e densidade do solo influenciam seu comportamento compressivo, sendo afetadas pelas práticas manejo (STRECK, C. A. et al., 2004).

As principais modificações nas propriedades físicas do solo ligadas a compactação são o aumento na sua densidade e na sua resistência à penetração pelas raízes, redução da macroporosidade com conseqüente redução da condutividade hidráulica, comprometendo desta forma a infiltração de água e a penetração das raízes no perfil desse solo, o qual se torna mais suscetível à erosão (Richart et al., 2005).

A porosidade é o volume de vazios não ocupados pelos componentes sólidos e depende da textura e estrutura do solo. Com aumento da densidade do solo, maior será sua compactação e conseqüentemente haverá diminuição da porosidade total (KIEHL, 1979). Os solos arenosos apresentam porosidade que varia de 35 a 50%, grande quantidade de macroporos, sendo pouco porosos, muito permeáveis e muito sujeitos à erosão (GALETI, 1973).

O pH do solo mostra sua acidez ou alcalinidade. A relação do pH com a erodibilidade depende da estrutura do solo e do conteúdo de silte. Nos solos que apresentam estrutura média ou grosseira granular, subangular ou granular a erodibilidade decresce com o aumento do pH (WISCHMEIE; MANNERING, 1969).

A cobertura vegetal é a defesa natural de um terreno contra a erosão, controlando de três maneiras: 1) atuando sobre o runoff, 2) no balanço hidrológico e 3) nas variações sazonais de interceptação. Além disso, serve como fonte produtora de matéria orgânica, formação de agregados nas raízes, de forma mecânica (MORGAN, 1996; BERTONI; LOMBARDI NETO, 2005).

Os fatores ligados às encostas podem afetar a erodibilidade dos solos de diferentes maneiras: declividade, comprimento e forma da encostas. Para Morgan

(1996) nas encostas muito íngremes, a erosão pode diminuir pelo decréscimo de material disponível. Com o aumento da declividade, maiores as incidências de ravinas, devido à resistência à selagem do solo.

Segundo Guerra (1995) cristas longas, com encostas curtas convexo-côncavas, como sendo características morfológicas que propiciam a erosão dos solos. Encostas convexas, em especial, onde o topo das elevações é plano, a água pode ser armazenada e gerar a formação de ravinas e voçorocas quando a água é liberada. Quanto maior o comprimento de rampa, mais enxurrada se acumula, resultando em aumento da energia e erosão, duplicando-se o seu comprimento, conseqüentemente perdas de solo ocorrem em dobro (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2005).

Como visto anteriormente, o processo erosivo, tanto natural, quanto o antrópico, se difere no grau de desenvolvimento e na modificação da paisagem, sendo influenciado pelas características naturais do solo e das condições ambientais locais. A correta identificação com relação às causas da erosão, auxilia trabalhos de recuperação dos ambientes degradados, contribuindo para um planejamento mais racional do uso da terra.

### **3.3 ECOTURISMO E CONSERVAÇÃO DA NATUREZA**

#### **3.3.1 Ecoturismo: potencialidades e impactos**

Ecoturismo constitui prática de lazer associada à conservação da natureza, uma nova modalidade de uso do tempo livre, onde áreas mais próximas do natural estão sendo re-valorizadas pelos novos objetos da atividade (FURLAN, 2003).

O ecoturismo surgiu como uma variante de turismo baseado na natureza, que busca mudar o quadro de degradação imposto pelo turismo de massa, apostando em uma forma alternativa de fazer turismo, buscando “a conservação, o entendimento e apreciação do meio ambiente e das culturas visitadas” (WEARING; NEIL, 2000, p.5).

Segundo Swarbrooke (2000) esta atividade econômica se realizada em pequena escala, de baixo impacto ambiental, orientada para áreas de significativa relevância natural e cultural, quando alicerçada em práticas educacionais pode se tornar poderoso instrumento de Educação Ambiental, contribuindo assim para conservação da bio e sociodiversidade (RODRIGUES, 2003; FURLAN, 2003).

De acordo com a EMBRATUR/IBAMA (1994) ecoturismo é:

“(...) um segmento da atividade turística que utiliza, de forma sustentável, o patrimônio natural e cultural, incentiva a sua conservação e busca a formação de uma consciência ambientalista através da interpretação do ambiente, promovendo o bem-estar das populações envolvidas”.

Os princípios do ecoturismo destacados por Pires (1998) se prendem a: 1) viagens responsáveis para áreas de valor natural, com a finalidade de maior entendimento das questões ambientais; 2) apoio à conservação ambiental, com o uso sustentável dos recursos; 3) interação da população local para obtenção de benefícios econômicos do turismo de maneira racional; 4) diminuição dos possíveis impactos físicos e culturais que possam ser gerados e 5) Educação Ambiental com a intenção de formação e aprofundamento da consciência ecológica e respeito aos valores culturais, tanto para a comunidade anfitriã, quanto para os turistas.

No Brasil, a atividade ecoturística nasceu associada às atividades de Educação Ambiental na década de 80, cujos ideais se pautavam a princípio na formação do sujeito ecológico, uma ruptura com a sociedade de consumo (FURLAN, 2003). Nos anos 90 as paisagens naturais ganharam destaque frente às preferências dos turistas, principalmente devido à estagnação dos roteiros convencionais e estresse gerado nos grandes centros urbanos. A fuga da agitação cotidiana impulsionou as viagens às regiões naturais e a natureza passou a ser vista como um argumento comercial e valioso (LIMA, 2003).

Para Ouriques (2003), o turismo no Brasil é mais um dos produtos da lista de mercadorias destinadas à exportação, moldado pelo capitalismo, onde os elementos naturais e culturais se constituem matéria-prima do turismo para serem exploradas e consumidas. Serrano (2001), argumenta que o ecoturismo no neocolonialismo não passa de viagens dirigidas do primeiro para terceiro mundo, do refinamento das antigas práticas de dominação, promovendo a manipulação e

descharacterização cultural e apropriação de certos recursos naturais.

Hoje, o ecoturismo, mostra-se mais como uma resposta do setor produtivo às pressões sociais (FURLAN, 2003), onde as “amenidades da natureza” estão sendo mercantilizadas, ou seja, a qualidade da natureza apropriada por uns e consumida por outros (RODRIGUES, 2002). Para Lima (2003, p.73) esta modalidade “é cada vez mais desenvolvida para propiciar um fundamento econômico lógico para preservação de áreas naturais”.

A atividade ecoturística teve novo redirecionamento na sociedade pós-industrial. Com o aumento do tempo livre as viagens turísticas tiveram forte incrementação, não somente para lugares tradicionalmente visitados, mas também para roteiros diferentes, sobretudo os ligados ao imaginário de “santuários da vida silvestre”, o que permitiu a dinamização do setor e mudança de comportamento, onde o consumo coletivo da natureza passou ser ao mesmo tempo a destruição coletiva da mesma natureza (RODRIGUES, 2002).

O ecoturismo pode ser visto tanto como fator de valorização, quanto de degradação ambiental. Para os otimistas é visto como fator de defesa do meio físico e dos recursos históricos e culturais; uma alternativa econômica para regiões tradicionais; uma ferramenta para conservação e, uma oportunidade de fuga dos grandes centros urbanos. Por outro lado, os críticos atacam o caráter econômico da atividade, onde práticas educacionais transformam-se em atos de consumo, promovendo exploração do espaço e modificação da paisagem de acordo com os interesses e os estímulos do sistema produtivo.

### **3.3.2 Uso Público em Unidades de Conservação**

As unidades de conservação são divididas em dois grupos com características bem distintas, são elas: *Unidades de Proteção Integral*, nas quais admite-se apenas o uso indireto de seus recursos naturais (Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio da Vida Silvestre) e *Unidades de Uso Sustentável*, onde se tem a conservação da natureza e o uso sustentável de parcelas dos seus recursos Naturais (Área de Proteção Ambiental, Área

de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural) (BRASIL, 2000 - Lei nº 9.985/00).

A temática, preservação x uso em Unidades de Conservação resgata duas formas distintas do pensamento ecológico: o Conservacionismo e o Preservacionismo.

O Conservacionismo, movimento de conservação dos recursos, se baseia na utilização dos recursos naturais sem destruição, sem desperdício, ou melhor, na utilização racional dos bens da natureza – “desenvolvimento sustentável”. As Unidades de Conservação de uso sustentável são exemplos notáveis. De acordo com Wearing e Neil (2000) a premissa antropocêntrica considera as áreas protegidas em razão da satisfação antrópica, fato que “justificaria” a abertura de áreas protegidas ao uso público.

Na visão preservacionista, o enfoque é predominantemente bio/ecocêntrico, ou seja, a natureza deve ser preservada por ela própria, independentemente da contribuição que as áreas naturais protegidas possam fazer ao bem-estar humano. Este pensamento defende a preservação de parcelas intocadas e o impedindo da ação antrópica diretamente sobre as áreas, como se verifica nas unidades de conservação de proteção integral (WEARING; NEIL, 2000).

Os primeiros movimentos de destinação pública em áreas protegidas ocorreram no fim do séc. XIX, momento de criação do primeiro parque no mundo – o Parque Nacional de Yellowstone, em 1872, nos Estados Unidos, cuja atenção principal se baseava em critérios estéticos “paraísos terrestres” e não ecológicos, obedecendo à visão antropocêntrica, mais tarde inserida no discurso conservacionista (DIEGUES, 1994).

Segundo esse autor, inicialmente, os parques foram criados por razões utilitárias, ou seja, o envolvimento das necessidades humanas e sua satisfação pelas áreas naturais. A partir dos anos 60, houve um redirecionamento do foco recreativo/turístico para os objetivos de preservação, onde passou a valorizar mais os aspectos ecológicos independentemente da utilidade humana.

Hoje, verifica-se uma pressão para uma mudança de posição claramente preservacionista para uma orientação baseada nas necessidades humanas (WEARING; NEIL, 2000), atribuindo a proteção da natureza em virtude de seus possíveis benefícios ao homem, ou seja, uma orientação oposta ao preservacionismo e à lógica das unidades de conservação de proteção integral.

A primeira Unidade de Conservação criada no Brasil foi o Parque Nacional do Itatiaia-RJ em 1937, num momento caracterizado por políticas nacionais regulatórias (1930-1971) destinadas à proteção do meio ambiente e de seus recursos naturais (CUNHA, 2003). Nesta época, a criação de áreas protegidas ocorreu conjuntamente com a preocupação de proteção de manchas de Mata Atlântica, situadas no eixo que se estende desde a região Sul e Sudeste, até o Nordeste, pois o crescimento populacional desordenado e concentrado na região litorânea constituía uma ameaça às parcelas restantes.

No Brasil, Pires (1998) resgata as primeiras ligações entre ecoturismo e áreas protegidas. Segundo ele, as primeiras agitações ocorreram em torno da inserção de programas de visitação e uso público das unidades, dentro do plano de manejo, sendo em 1978, elaborado o primeiro Plano de Manejo do Brasil para o Parque Nacional de Sete Cidades-PI, contemplando propostas de programa de uso público para área. Na verdade o que se tinha era um “acordo com o IBDF para aproveitar o potencial dos Parques Nacionais através do Turismo de Natureza que na época era chamado de Turismo Ecológico” (p.134), com o lema “conhecer para preservar”.

A visitação pública em Unidades de Conservação foi incorporada pelo “Ecoturismo”, ao passo que os fluxos nestas regiões aumentaram significativamente, promovendo alterações no espaço e nas comunidades locais. O fato de áreas naturais estarem associadas às unidades de conservação, contribui para aumento da visitação nestes espaços, tanto pelos valores ecológicos e paisagísticos (daí o interesse da comunidade científica e de turistas), como também devido à infra-estrutura que apresentam.

De acordo com Lima (2003), em áreas naturais protegidas, o Ecoturismo é visto como veículo para financiar a conservação e promover o desenvolvimento de economias deprimidas e beneficiar comunidades locais, estando intimamente relacionado com o consumo e venda da paisagem e ao mesmo tempo com a conservação do espaço explorado.

Para Costa e Costa (2000), de um lado, o ecoturismo em unidades de conservação contribui para manutenção e fiscalização dos ecossistemas, por outro lado, encerra o dilema de integridade ecológica, concomitantemente ao uso do potencial de seus recursos para turismo e recreação. As autoras destacam que os impactos ambientais aumentam à medida que intensificam os níveis de visitação. No entanto, Magro et al. (apud COSTA; COSTA, 2000), argumenta que o aumento da

visitação pode ser encarado como positivo, pois contribui para disseminação dos programas de interpretação e Educação Ambiental.

O Ecoturismo em Unidades de Conservação é valorizado pelo seu potencial educativo “pode criar defensores para proteção do meio ambiente”. Para Boo (apud LIMA, 2003) a atividade pode ser positiva para conservação e o desenvolvimento sustentável, porém apenas se gerar fundos para áreas protegidas e comunidades anfitriãs, à medida que cria empregos e oferece Educação Ambiental.

Para Silveira (2003) o turismo para ser verdadeiramente ecológico em áreas protegidas, deve obrigatoriamente satisfazer algumas finalidades: área natural como “lugar de todos” no sentido global e “lugar das comunidades locais” no sentido específico; mínimo impacto sobre o meio ambiente e populações locais; contribuir para gestão de áreas protegidas e melhorar os vínculos entre administração dos parques e as comunidades locais; propiciar benefícios econômicos e outros para os habitantes locais e no lugar; autêntica interação entre visitantes e anfitriões; complementar as atividades produtivas tradicionais; oportunidade para os habitantes visitarem as áreas naturais e apreciar e valorizar as atrações e, inserir os habitantes locais no processo que determina o tipo e a amplitude do ecoturismo.

Os impactos positivos decorrentes do ecoturismo em áreas protegidas refletem diretamente na economia e organização social local, envolvendo sustentação econômica destas áreas e das unidades visitadas, integração com as populações locais, juntamente com a difusão da Educação Ambiental. Os impactos negativos são perceptíveis indiretamente nas relações de trabalho, serviços locais e diretamente sobre o meio ambiente.

O uso e ocupação do solo em Unidade de Conservação podem tanto contribuir para a preservação dos recursos naturais, quanto para sua degradação, ligados diretamente ao gerenciamento da área. Usos pretéritos e atuais, alicerçados em práticas inadequadas de manejo e conservação do solo contribuem, em grande parte, para o desenvolvimento e aceleração de processos erosivos e inúmeros conflitos ambientais (RETZLAF; STIPP, 2006).

Estas autoras analisaram os impactos ambientais ocorridos em dois parques paranaenses: Parque Estadual Vila Velha e Parque Estadual Guartelá, decorrentes do uso público das unidades, evidenciando a atividade turística. Segundo as autoras, boa parte dos desequilíbrios ambientais encontrados em ambos os

parques, sobretudo, o desenvolvimento e aceleração dos processos erosivos, estão relacionados à visitação pública, ligados principalmente a uma época sem planejamento ou sem a implantação do plano de manejo.

## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia, tendo por meta a avaliação das conseqüências da localização de trilhas e a sua suscetibilidade à erosão frente a atividade turística em unidades de conservação dos Campos Gerais, compreendeu cinco fases distintas: 1ª fase, levantamento de informações e dados cartográficos da área de estudo; 2ª mapeamento da fragilidade ambiental dos parques pesquisados; 3ª fase, amostragem de solos; 4ª fase, análise física e química das amostras coletadas e 5ª fase, análise e considerações sobre as informações obtidas.

1a. Fase: O levantamento de informações e dados cartográficos da área de estudo se deu através de trabalhos de campo, análise de cartas temáticas de vegetação, solo, topografia e geologia, imagens de satélite e atividades de gabinete, com consulta às bibliografias especializadas no assunto.

As etapas de campo envolveram visitas nos parques pesquisados (autorizações de pesquisa científica n.º 08/06 e n.º 06/07 pelo Instituto Ambiental do Paraná), elaboração de documentação fotográfica, anotações de medidas de profundidade e largura das feições erosivas, análise do comportamento dos turistas e observações detalhadas do uso das áreas.

2ª Fase. Mapeamento da Fragilidade Ambiental dos parques pesquisados. Foram elaborados os mapas de fragilidade ambiental dos parques Estaduais do Cerrado e Guartelá com base na metodologia proposta por Ross (1994), com exceção do parque Estadual Vila Velha, por não apresentar variações dos elementos naturais na área de visitação pública.

3ª Fase. Amostragem de solos. Coleta de amostras deformadas e indeformadas de solo, no intervalo de 500 em 500m no leito das trilhas na profundidade de 0-20cm e em pontos aleatórios em áreas de vegetação primária sob mata nativa, cerrado e campo limpo, também na profundidade de 0-20cm sem a serrapilheira, sendo estas utilizadas como referência das condições originais da área. Os locais selecionados apresentam critérios genéticos e topográficos semelhantes.

Para verificar o impacto do turismo no suporte pedológico e as alterações nos atributos físicos do solo, optou-se pela retirada de amostras de solo no leito de trilhas (abertas atualmente à visitação pública e nas desativadas em processo

de recuperação) e em áreas testemunhas (espaços preservados com cobertura vegetal original) de mesma declividade, exceto no parque estadual Vila Velha, por conter trilhas inteiramente calçadas e trechos sob rocha.

4ª Fase. Análise física e química das amostras coletadas. Alguns atributos físicos foram analisados e utilizados como indicadores da qualidade física do solo com relação à erodibilidade, tais como: textura (quantificação da areia, silte e argila), densidade do solo e de partícula, porosidade total (macro e micro), estabilidade de agregados, pH em KCl e matéria orgânica. Além de analisar tais atributos, levou-se em conta as características das chuvas, a declividade e o comprimento do declive do terreno.

As análises das amostras de solo foram feitas segundo a metodologia proposta pela EMBRAPA (1997). Para análise granulométrica, foi utilizado o método da pipeta com agitação lenta. A densidade do solo foi obtida através do método do anel volumétrico. A densidade de partícula foi determinada através do volume de álcool gasto necessário para completar a capacidade de um balão volumétrico. O Índice de Estabilidade dos Agregados - IEA, o Diâmetro Médio Ponderado – DMP e o Diâmetro Médio Geométrico – DMG foram obtidos através do método tamisamento a úmido proposto por Yoder (1936 apud. CASTRO FILHO et al., 1998).

Obteve-se a microporosidade através do método mesa de tensão, onde as amostras foram submetidas a uma tensão de 60cm de coluna de água. A macroporosidade foi considerada como a diferença entre a porosidade total e a microporosidade.

5ª Fase. Análise e considerações das informações: com os dados coletados em campo e obtidos em laboratório pode-se tecer considerações a respeito do impacto ambiental decorrente da visitação pública nas Unidades de Conservação.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As áreas pesquisadas possuem paisagens cênicas que as diferenciam das demais Unidades de Conservação do Paraná, concentrando elevado potencial turístico. A ocorrência de inúmeros atrativos naturais, fauna e flora típica dos Campos Gerais contribuem para inserção das unidades no contexto turístico estadual e nacional, atraindo turista de vários lugares do país.

Os parques Guartelá e Vila Velha apresentam alta taxa de visitação pública ao longo do ano, que se intensifica nos períodos de férias e feriados. De acordo com a gerência das unidades, o primeiro parque recebe cerca de 1.000 visitantes mensais e, o segundo, recebe aproximadamente 3.000. Nestas áreas, a dinâmica turística é influenciada pela divulgação dos atrativos naturais existentes, pela presença de infra-estrutura adequada para receber visitantes e, pela facilidade de acesso ao local.

No parque do Cerrado, a freqüência de visitação mensal é baixa, não ultrapassando 50 visitantes segundo a gerência da área. Embora, o parque possua infra-estrutura para receber turistas, a baixa visitação ocorre devido à precariedade das vias de acesso ao local e pela pouca divulgação nos roteiros de viagem, sendo mais visitado por grupos de estudantes, o que caracteriza a visitação como turismo científico.

As unidades possuem elevada fragilidade ambiental, principalmente com relação aos processos erosivos, devido à combinação de vários fatores ambientais, tais como: solos altamente suscetíveis à erosão, declividade elevada, fragilidade litológica, chuvas concentradas em determinadas épocas do ano, descontinuidades e zonas de fraqueza na rocha, diferença de resistência de material (textura e cimentação diferenciadas) e ação erosiva diferencial.

Com a intensificação do turismo nestes espaços, a dinâmica erosiva natural tem sido modificada e intensificada ao longo das trilhas, principalmente nos locais mais frágeis, promovendo o desenvolvimento da erosão acelerada, a descaracterização dos atrativos naturais e o surgimento de pontos de instabilidade ambiental.

A seguir demonstrou-se em cada parque estudado, como a localização de trilha em locais inadequados, juntamente com a atividade turística, interferiu na

dinâmica erosiva natural e promoveu alterações ambientais que resultaram no surgimento de processos erosivos acelerados. Em seguida elaborou-se uma síntese dos problemas de erosão encontrados nos três parques, contendo as principais causas e efeitos.

### 5.1 PARQUE ESTADUAL DO CERRADO

O Parque Estadual do Cerrado é classificado como Unidade Ecodinâmica Estável ou de Instabilidade Potencial e, embora contenha áreas de elevada fragilidade, é caracterizado, em geral, por apresentar baixo risco ambiental devido aos elementos naturais existentes na área.

Com base em algumas variáveis do meio físico como: cobertura vegetal, classes de declividade do terreno e classes de fragilidade dos solos, pôde-se fazer por um mapeamento da fragilidade ambiental da unidade, destacando os lugares mais e menos frágeis. Além destes, considerou-se a intervenção antrópica na área, através da atividade turística.

No parque ocorrem três classes de proteção por tipo de cobertura vegetal (quadro 6). A primeira é classificada como muito alta, representada pelas formações florestais. A segunda, ocorre em quase toda extensão e é classificada como alta, representada pela vegetação de Campos e Cerrado e a terceira é considerada como muito baixa a nula, sendo representada pelas áreas de afloramento rochoso e espaços antropizados como estrada rural (fig. 25).

<b>Graus de Proteção</b>	<b>Tipos de Cobertura Vegetal</b>	<b>Área (ha)</b>
Muito Alta (1)	Formações Florestais.	86.36
Alta (2)	Vegetação de Campos, Cerrado.	350.86
Média (3)	Ausente	-
Baixa (4)	Ausente	-
Muito Baixa a Nula (5)	Afloramento Rochoso, área antropizada e trilhas	63.80

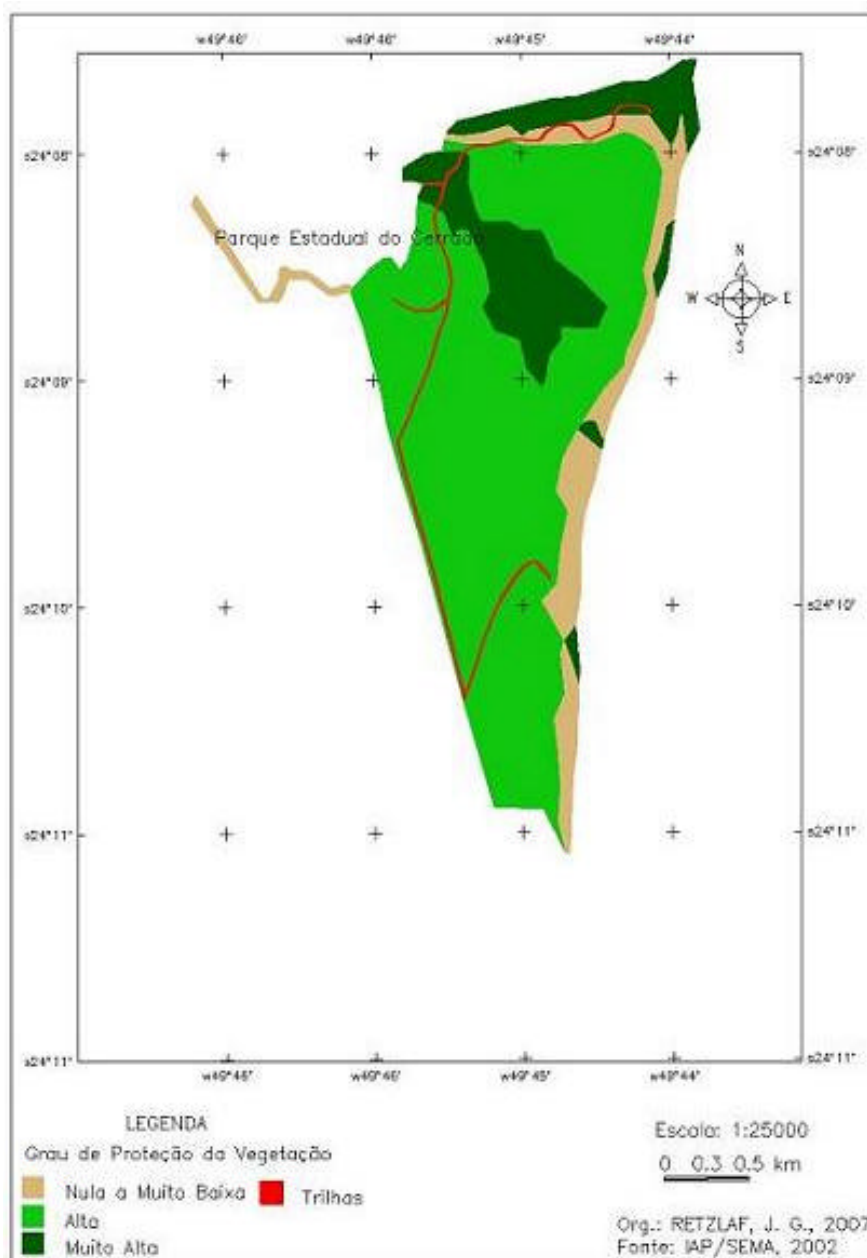
**Quadro 6** – Graus de Proteção por Tipos de Cobertura Vegetal Existentes no Parque Estadual do Cerrado. Org.: RETZLAF, 2007.

Na área foram mapeadas cinco classes de declividade, representadas pelas seguintes categorias: muito fraca, fraca, média, forte e muito forte (quadro 7).

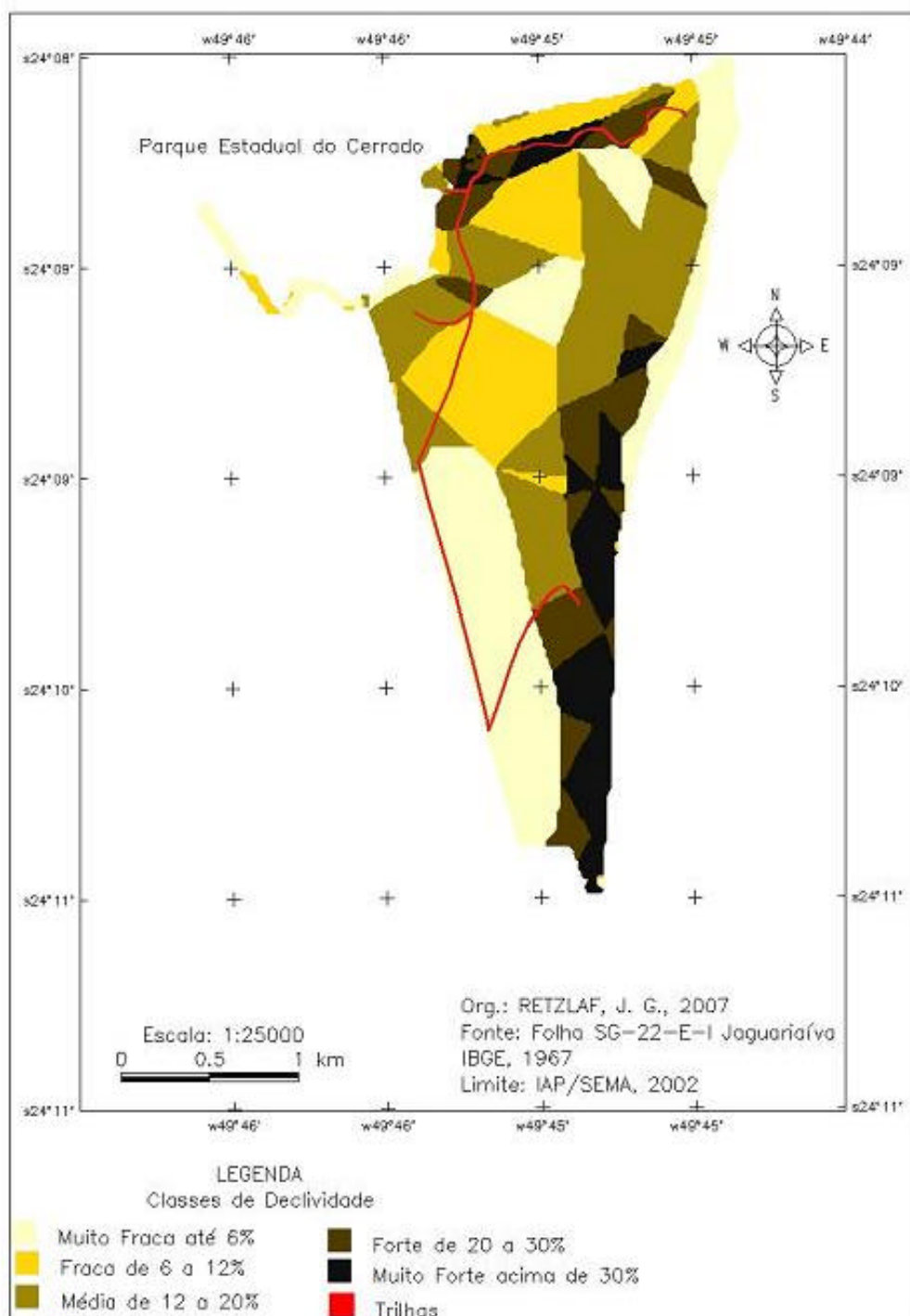
<b>Categorias</b>	<b>Classes (%)</b>	<b>Área (ha)</b>
Muito Fraca (1)	Até 6%	159.14
Fraca (2)	De 6 a 12%	95.23
Média (3)	De 12 a 20%	136.56
Forte (4)	De 20 a 30%	65.09
Muito forte (5)	Acima de 30%	57.52

**Quadro 7** – Classes de Declividade Existentes no Parque Estadual do Cerrado.  
Org.: RETZLAF, 2007.

A declividade é caracterizada, em geral, como muito fraca a média, sendo mais elevada nos locais próximos ao Canyon do Ribeirão Santo Antônio e do Rio Jaguariaíva nos limites norte e sudeste. Grande parte da unidade apresenta declividades até 6%, caracterizado por dissecação do relevo muito fraca. No entanto, as trilhas existentes, ocorrem principalmente em declividades médias, fortes e muito fortes (fig. 26).



**Figura 25** – Mapa do Grau de Proteção da Cobertura Vegetal do Parque Estadual do Cerrado. Org.: RETZLAF, 2007



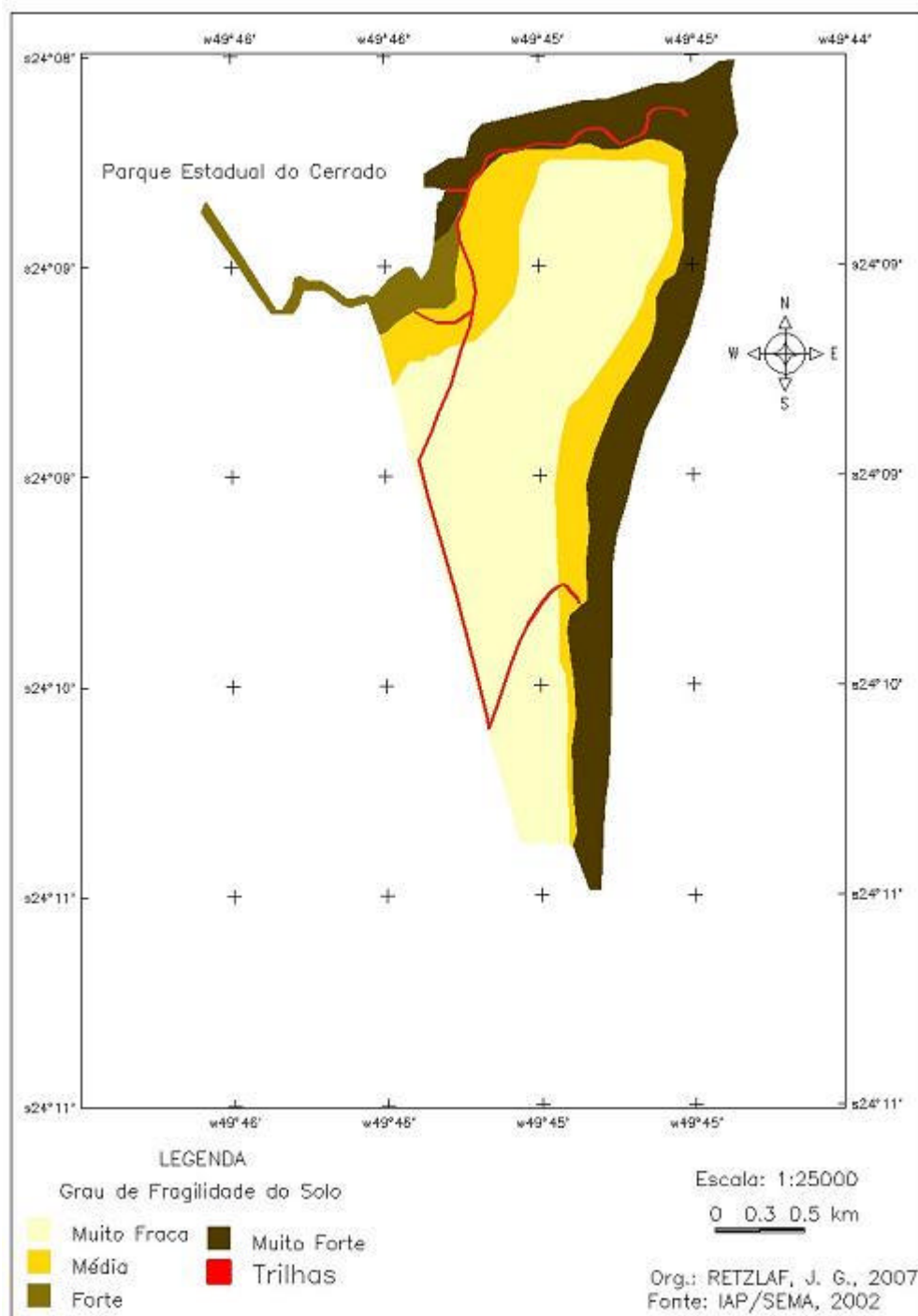
**Figura 26** – Mapa de Declividade do Parque Estadual do Cerrado.  
 Org.: RETZLAF, 2007

Na unidade ocorrem vários tipos de solo, que apresentam desde baixa à elevada suscetibilidade à erosão, sendo caracterizados por quatro classes de fragilidade (quadro 8), são elas: muito fraca, média, forte e muito forte.

<b>Classes de Fragilidade</b>	<b>Tipos de Solos</b>	<b>Área (ha)</b>
Muito Fraca (1)	Latossolo Vermelho textura argilosa	259.15
Fraca (2)	Ausente	-
Média (3)	Latossolo Vermelho-Amarelo textura arenosa	93.03
Forte (4)	Organossolos textura arenosa	20.25
Muito forte (5)	Associação Neossolos Litólicos	130.65

**Quadro 8** – Classes de Fragilidade dos Tipos de Solo Existentes no Parque Estadual do Cerrado.Org.: RETZLAF, 2007.

No parque predominam os Latossolos Vermelho com textura argilosa, caracterizados por fragilidade ambiental muito fraca. Contudo, a trilha utilizada pelos visitantes, encontra-se quase que totalmente em áreas de associação de Neossolos Litólicos e possui erodibilidade muito forte (fig. 27).



**Figura 27** – Mapa de Fragilidade dos Solos do Parque Estadual do Cerrado.  
Org.: RETZLAF, 2007

O quadro 9 sintetiza as classes de fragilidade ambiental, ocorrentes no parque de acordo com as variáveis analisadas.

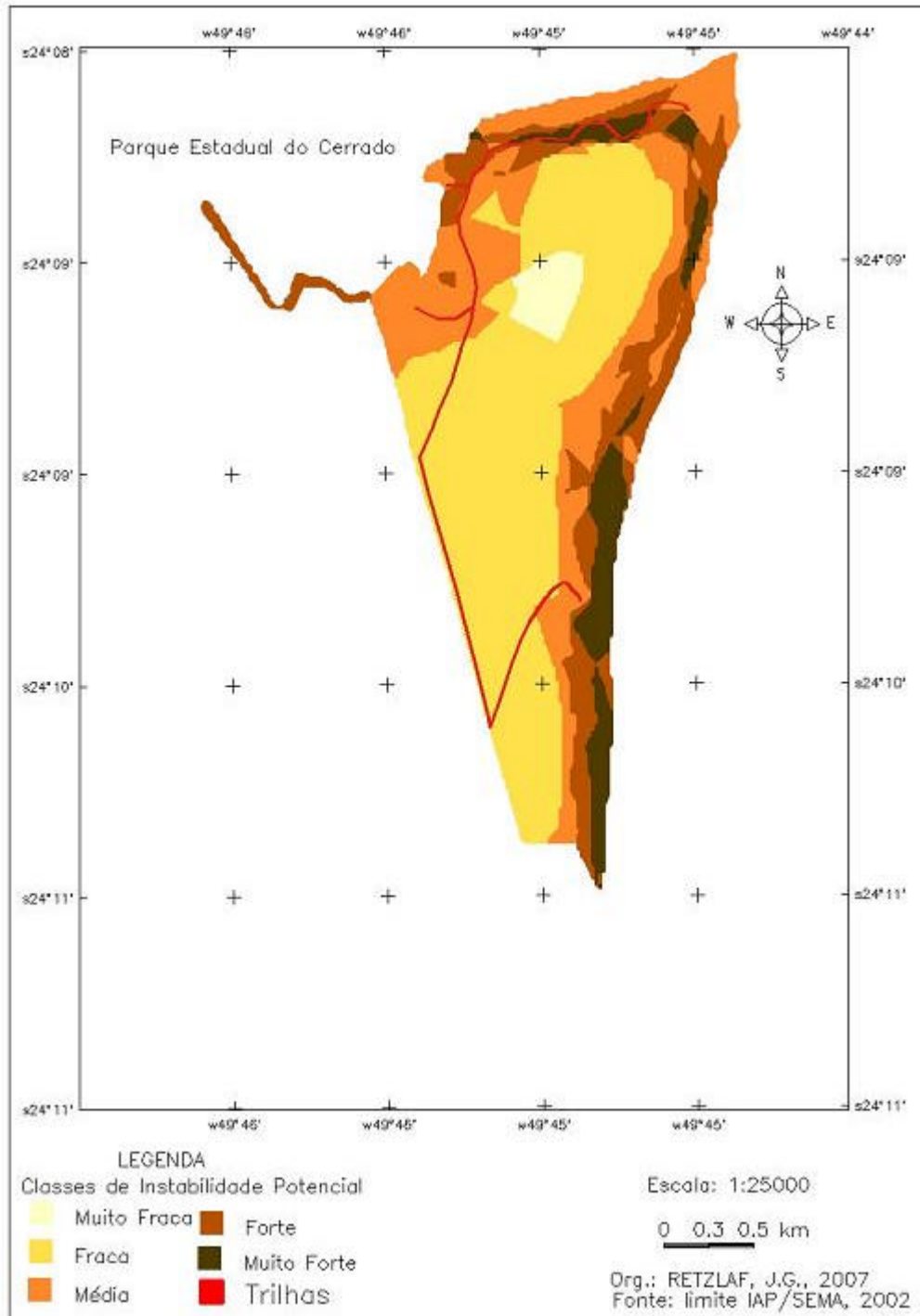
<b>Variáveis do Meio Físico</b>		
<b>Cobertura Vegetal (graus de Proteção)</b>	<b>Relevo (classes de fragilidade)</b>	<b>Solos (classes de Fragilidade)</b>
Muito alta (1)	Muito fraca (1)	Muito Fraca (1)
Alta (2)	Fraca (2)	-
-	Média (3)	Média (3)
-	Forte (4)	Forte (4)
Muito Baixa a Nula (5)	Muito forte (5)	Muito forte (5)

**Quadro 9** – Síntese das Variáveis Estudadas no Parque Estadual do Cerrado. Org.: RETZLAF, 2007.

Levando-se em consideração o cruzamento das variáveis cobertura vegetal, relevo e solos, pôde-se estabelecer uma classificação da Fragilidade Potencial do Parque Estadual do Cerrado (quadro 10). A classificação é resultado da soma das variáveis, sendo realizada através da associação de dígitos arábicos correspondentes à cada uma. O primeiro dígito correspondente ao grau de proteção por tipo de cobertura vegetal, o segundo as classes de declividade e o terceiro às classes de fragilidade dos solos, resultando no mapa de fragilidade ambiental da área (fig. 28).

<b>Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial</b>	<b>Associação Numérica das Variáveis: Cobertura Vegetal, Relevo e Solos.</b>
Muito Fraca	111 (soma até 3)
Fraca	113, 114, 121, 123, 131, 141, 211, 213, 221, 231 (soma de 3 a 6)
Média	115, 124, 125, 133, 134, 135, 143, 144, 151, 153, 214, 215, 223, 224, 225, 233, 234, 241, 243, 251, 511, 513, 521, 523, 531 (soma de 7 a 9)
Forte	145, 154, 155, 235, 244, 245, 253, 254, 255, 514, 515, 523, 524, 525, 533, 534, 541, 543, 551 (soma de 10 a 12)
Muito Forte	535, 544, 545, 553, 554, 555 (soma de 13 a 15)

**Quadro 10** – Classificação das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial Existentes no Parque Estadual do Cerrado. Org.: RETZLAF, 2007.



**Figura 28** – Mapa de Fragilidade Ambiental do Parque Estadual do Cerrado.  
Org.: RETZLAF, 2007

Na unidade existem duas trilhas ativas. A primeira é interpretativa, que leva ao limite norte, passando por trechos com vegetação de Cerrado (fig. 29) e Campos Limpos (fig. 30), chegando aos mirantes naturais que permitem a visualização do rio Jaguariaíva, sendo utilizada pelo público em geral. A segunda é uma estrada que margeia quase todo o parque pelo limite oeste, chegando ao mirante natural do *canyon* do rio Jaguariaíva, na porção sul, sendo utilizada somente pela administração do parque (fig. 31).

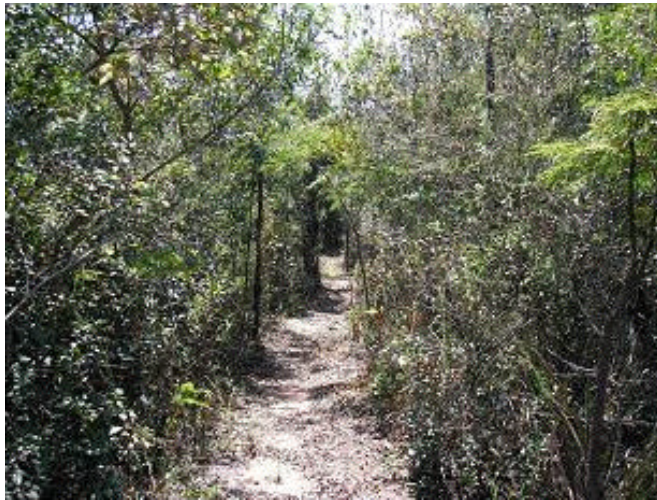


Foto: RETZLAF, 2006.

**Figura 29** – Trecho da trilha que leva ao limite norte do parque sobre vegetação de Cerrado.



Foto: RETZLAF, 2007.

**Figura 30** – Trecho da trilha utilizada pelos visitantes sobre vegetação de Campos Limpos.



Foto: RETZLAF, 2006.

**Figura 31** – Trecho da estrada que margeia o limite oeste do parque.

Na trilha utilizada pelos visitantes foram encontrados alguns pontos com problemas de conservação do solo, sendo comum a erosão laminar, variando entre fraca a severa.

No trecho da trilha que passa por vegetação de Cerrado, verificou-se que o processo erosivo é menos intenso, devido a pouca declividade do terreno, à alta proteção ambiental oferecida por este tipo de cobertura vegetal e pela deposição contínua de restos vegetais no leito do trajeto, formando uma capa protetora contra erosão hídrica. No leito da trilha constatou-se o desenvolvimento de erosão laminar fraca (fig. 32) caracterizada pela perda parcial da camada superficial do solo.

Ao longo do trajeto sobre vegetação de Campos, constatou-se a ocorrência de erosão laminar fraca a severa e a perda parcial do horizonte superficial do solo nos pontos mais pisoteados (fig. 33), ocorrendo com maior intensidade nos terrenos mais inclinados com ausência de cobertura vegetal. Nos pontos mais atingidos, verificou-se a completa retirada da camada superficial do solo, a exposição de rocha intemperizada (fig. 34) e o rebaixamento do trajeto (fig. 35), deixando exposto à superfície um material pouco intemperizado. Nestes pontos nota-se a permanência de solo na parte central da trilha protegido pela vegetação de Campos.



Foto: RETZLAF, 2006

**Figura 32** – Erosão laminar no início da trilha utilizada pelos turistas.



Foto: RETZLAF, 2007

**Figura 34** – Trilha erodida, sobre vegetação de Campos Limpos.



Foto: RETZLAF, 2007

**Figura 33** – Erosão laminar no leito da trilha, sobre vegetação de Campos Limpos.



Foto: RETZLAF, 2007

**Figura 35** – Rebaixamento da trilha nos pontos atingidos pela erosão.

As averiguações de campo demonstram que a erosão acelerada ocorre com maior frequência e intensidade nos locais de elevada fragilidade, sendo comum, o desenvolvimento da erosão em trechos de acentuado declive, em rampas longas, principalmente sobre vegetação de Campos Limpos em solos rasos.

As feições erosivas ocorrem principalmente no leito das trilhas, abrangendo as laterais do trajeto em direção à vegetação nativa, nos lugares mais pisoteados. Em trechos de Campos Limpos, a parte central encontra-se mais preservada devido ao pouco pisoteio no local e à proteção oferecida pela vegetação.

Os atributos físicos dos solos não sofreram grandes alterações nos locais de trilha, em relação aos valores encontrados em áreas de vegetação nativa com declividades semelhantes. Os resultados obtidos em laboratório (quadro 11), indicam alta qualidade física dos atributos analisados para solos arenosos, mesmo nos locais erodidos.

Uso	Textura %			pH	M.O. g/dm <sup>3</sup>	Estabilidade de Agregados			Dens. de Solo	Porosidade		
	Argila	Silte	Areia			DMG	DMP	IEA %		Total	Micro	Macro
Vegetação	15,6	1,81	82,6	3,95	43,4	3,209	1,436	90,80	1,10	57,47	16,27	41,20
Trilha	15,6	1,44	83	3,98	38,7	2,235	0,956	85,97	1,16	54,44	18,17	36,29

**Quadro 11** – Variações dos Atributos Físicos dos Solos do Parque Estadual do Cerrado. Org.: RETZLAF, 2007.

As amostras coletadas, tanto em trilhas, quanto em vegetação nativa, apresentam elevado teor de matéria orgânica, alto índice de estabilidade de agregados, densidade de solo baixa e boa aeração. Admite-se que a localização das trilhas no parque do Cerrado não está gerando impacto negativo nos atributos físicos do solo.

## 5.2 PARQUE ESTADUAL GUARTELÁ

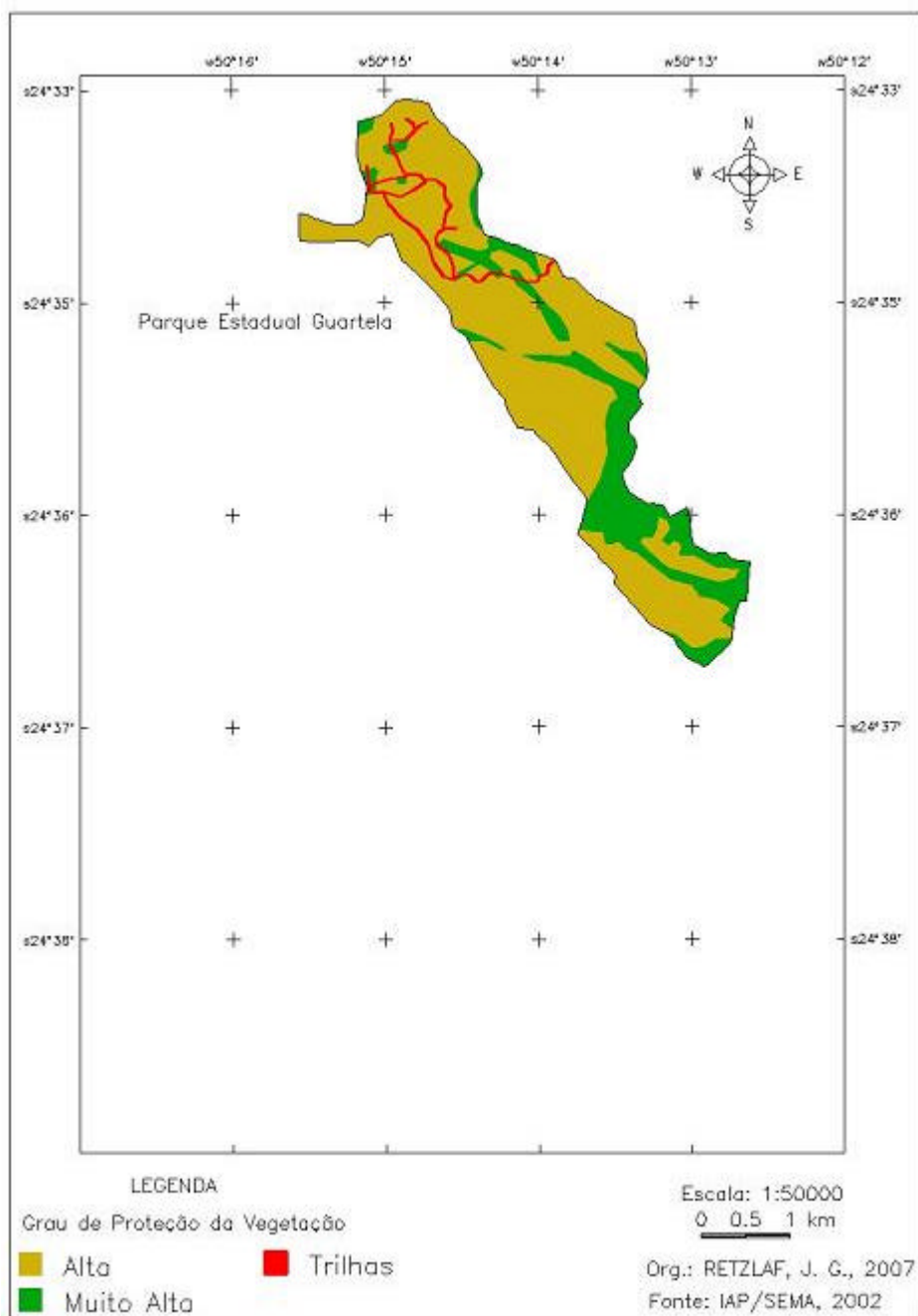
O Parque Estadual Guartelá possui elevada fragilidade ambiental determinada pelo conjunto de elementos naturais existentes, sendo classificado como Unidade Ecodinâmica Estável ou de Instabilidade Potencial.

A fragilidade ambiental da área é influenciada, por um lado, por inúmeras variáveis do meio físico, sendo destacados os graus de proteção por tipo de cobertura vegetal, as classes de declividade do terreno e as classes de fragilidade dos tipos de solos existentes no parque e, por outro lado, pela inserção antrópica através da atividade turística.

No parque ocorrem três classes de proteção por tipo de cobertura vegetal (quadro 12). A primeira, ocorre em menor extensão e é classificada como muito alta, representada pelas formações florestais. A segunda ocorre em quase toda extensão e é classificada como alta, representada pela vegetação de Campos, Cerrado e Pinus e a terceira se dá ao longo das trilhas e caminhos secundários, sendo classificado como baixa a nula (fig. 36).

<b>Graus de Proteção</b>	<b>Tipos de Cobertura Vegetal</b>	<b>Área (ha)</b>
Muito Alta (1)	Formações Florestais.	207.17
Alta (2)	Vegetação de Campos, Cerrado e reflorestamento exótico de Pinus.	608.20
Média (3)	Ausente	-
Baixa (4)	Ausente	-
Muito Baixa a Nula (5)	Trilhas	-

**Quadro 12** – Graus de Proteção por Tipos de Cobertura Vegetal Existentes no Parque Estadual Guartelá.Org.: RETZLAF, 2007.



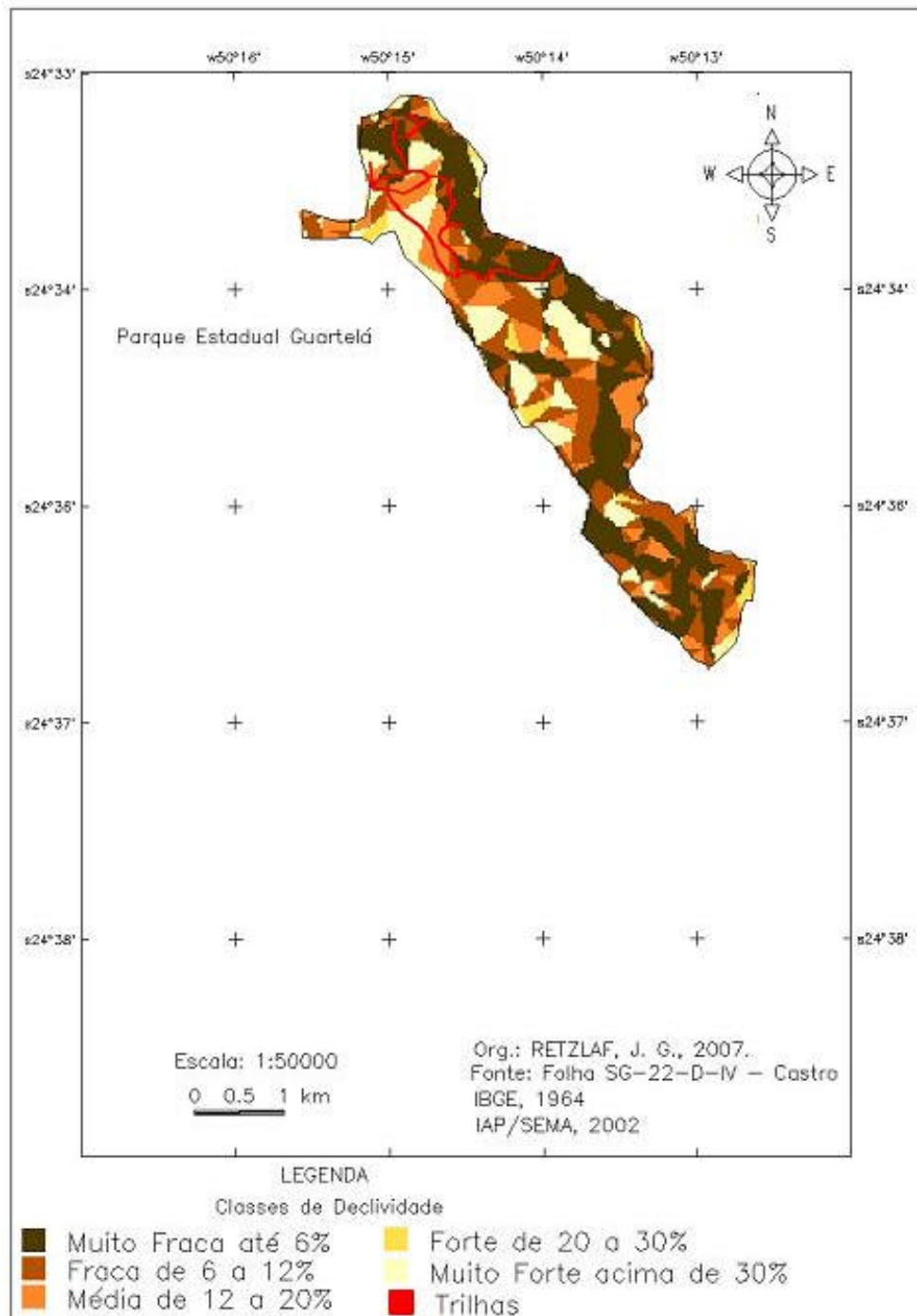
**Figura 36** – Mapa do Grau de Proteção da Cobertura Vegetal do Parque Estadual Guartelá.  
Org.: RETZLAF, 2007.

Na área foram mapeadas cinco classes de declividade, representadas pelas seguintes categorias: muito fraca, fraca, média, forte e muito forte (quadro 13).

<b>Categorias</b>	<b>Classes (%)</b>	<b>Área (ha)</b>
Muito Fraca (1)	Até 6%	141.47
Fraca (2)	De 6 a 12%	31.64
Média (3)	De 12 a 20%	128.52
Forte (4)	De 20 a 30%	209.26
Muito forte (5)	Acima de 30%	325.01

**Quadro 13** – Classes de Declividade Existentes no Parque Estadual Guartelá.  
Org.: RETZLAF, 2007.

Na unidade, a declividade do relevo é elevada, sendo mais acentuada próximo ao Canyon Guartelá, formado pelo Rio Iapó. Grande parte do parque apresenta declividades acima de 30%, caracterizado por dissecação do relevo muito forte. As trilhas existentes, ocorrem principalmente em declividades médias, fortes e muito fortes (fig.37).



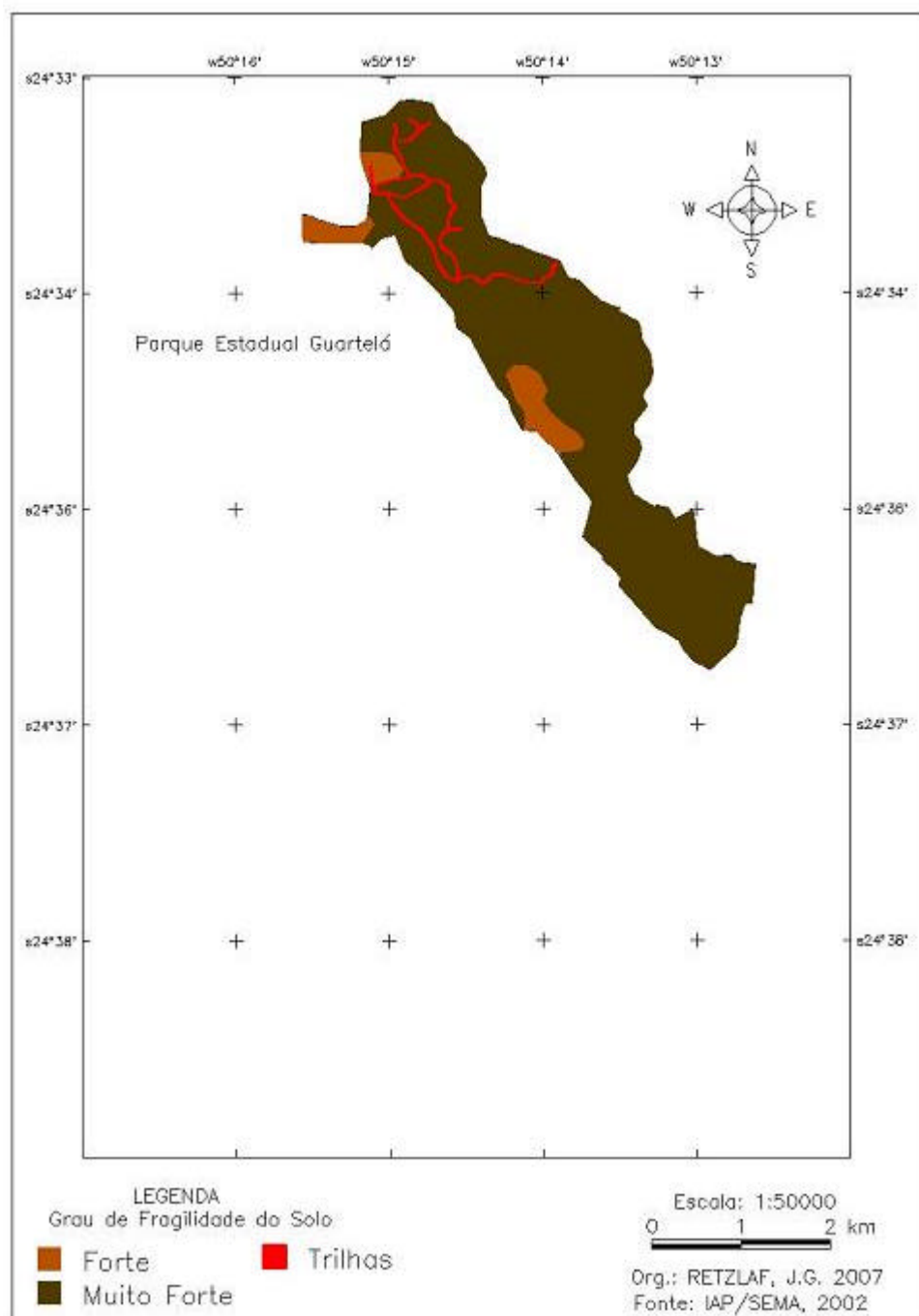
**Figura 37** – Mapa de Declividade do Parque Estadual Guartelá.  
 Org.: RETZLAF, 2007.

Os solos existentes na unidade apresentam elevada suscetibilidade à erosão, sendo caracterizados por duas classes de fragilidade (quadro 14), são elas: forte e por muito forte. A primeira corresponde a áreas onde sobressaem os cambissolos e a segunda correspondem a áreas onde sobressaem os neossolos litólicos.

<b>Classes de Fragilidade</b>	<b>Tipos de Solos</b>	<b>Área (ha)</b>
Muito Fraca (1)	Ausente	-
Fraca (2)	Ausente	-
Média (3)	Ausente	-
Forte (4)	Cambissolos	66.93
Muito forte (5)	Neossolos Litólicos	749.08

**Quadro 14** – Classes de Fragilidade dos Tipos de Solo Existentes no Parque Estadual Guartelá. Org.: RETZLAF, 2007.

Na área do parque, predominam solos com fragilidade ambiental muito forte. Grande parte das trilhas existentes possuem, em relação à erodibilidade do solo, elevado risco de degradação e erosão (fig. 38).



**Figura 38** – Mapa de Fragilidade dos Solos do Parque Estadual Guartelá.  
Org.: RETZLAF, 2007.

O quadro 15 sintetiza as classes de fragilidade ambiental ocorrentes no parque de acordo com as variáveis analisadas.

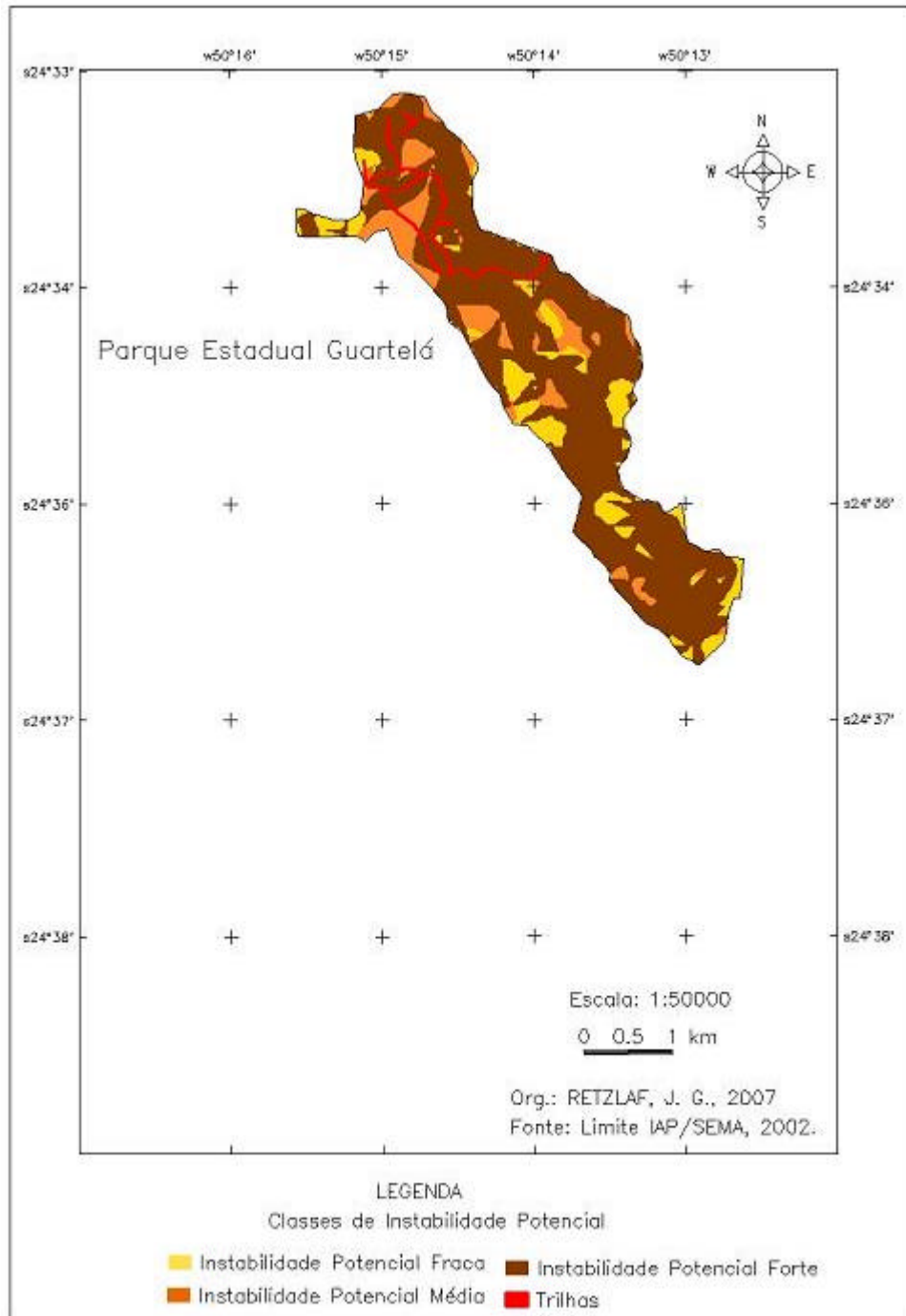
<b>Variáveis do Meio Físico</b>		
<b>Cobertura Vegetal (graus de Proteção)</b>	<b>Relevo (classes de fragilidade)</b>	<b>Solos (classes de Fragilidade)</b>
Muito alta (1)	Muito fraca (1)	-
Alta (2)	Fraca (2)	-
-	Média (3)	-
-	Forte (4)	Forte (4)
Muito Baixa a Nula (5)	Muito forte (5)	Muito forte (5)

**Quadro 15** – Síntese das Variáveis Estudadas Parque Estadual Guartelá.  
Org.: RETZLAF, 2007.

Levando-se em consideração a relação das variáveis cobertura vegetal, relevo e solos, pôde-se estabelecer uma classificação da fragilidade potencial do parque Estadual Guartelá (quadro 16), baseando-se na soma das variáveis estudadas, realizada através da associação de dígitos arábicos correspondentes à cada uma. O primeiro dígito correspondente ao grau de proteção por tipo de cobertura vegetal, o segundo às classes de declividade e o terceiro às classes de fragilidade dos solos (fig. 39).

<b>Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial</b>	<b>Associação Numérica das Variáveis: Cobertura Vegetal, Relevo e Solos.</b>
<b>Muito Fraca</b>	ausente
<b>Fraca</b>	114 (soma 6)
<b>Média</b>	115, 124, 125, 134, 135, 144, 214, 215, 224, 225, 234. (somadas que variam de 7 a 9)
<b>Forte</b>	145, 154, 155, 244, 254, 235, 245, 255, 514, 515, 524, 525, 534. (somadas que variam de 10 a 12)
<b>Muito Forte</b>	535, 544, 545, 554, 555 (somadas que variam de 13 a 15)

**Quadro 16** – Classificação das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial Existentes no Parque Estadual Guartelá. Org.: RETZLAF, 2007.



**Figura 39** – Mapa de Fragilidade Ambiental do Parque Estadual Guartelá.  
Org.: RETZLAF, 2007.

No parque existem vários caminhos e estradas que foram abertos para passagem de veículos e turistas, todos receberam intenso fluxo de visitação e apresentam inúmeros problemas de conservação do solo. Atualmente, duas trilhas estão ativas: a trilha da Ponte de Pedra e a trilha da Pedra Ume.

As trilhas abertas á visitação possuem grande parte do trajeto feito de plataformas suspensas de madeira (fig. 40), com pequenos trechos em neossolos litólicos (fig. 41) e afloramentos de rocha (fig. 42). Os caminhos desativados, que estão em recuperação, encontram-se parcialmente desprovidos de vegetação, sendo parte do trajeto sobre solo e outra sobre rocha.

As trilhas existentes na unidade são muito frágeis. Grande parte dos trajetos apresentam instabilidade potencial forte a muito forte, decorrente da baixa cobertura vegetal ou em alguns pontos da ausência de vegetação, da fragilidade dos solos e da elevada declividade que ao longo dos percursos oscilam entre média a muito forte.

A trilha da Ponte de Pedra inicia-se num capão de mato (fig. 43) e segue em direção aos principais atrativos naturais do parque, sendo os panelões do arroio Pedregulho, o mirante natural com vista para *Canyon* Guartelá (fig. 44) e à cachoeira da Ponte de Pedra. Anteriormente seguia até a gruta das andorinhas, hoje área em recuperação.

Nos trechos de plataforma suspensa de madeira, é inexistente a erosão acelerada, uma vez que as atividades antrópicas não ocorrem diretamente sobre o solo, predominando, portanto, o intemperismo nas rochas.

Nos locais sobre vegetação de mata na trilha, verificou-se o desenvolvimento de erosão laminar fraca a severa, sendo os locais de maior declividade os mais atingidos pelo processo erosivo. Nos trechos erodidos constatou-se a perda de cerca de 15 cm da camada superficial do solo (fig. 45), e o rebaixamento da trilha, sendo verificável através da exposição de raízes (fig. 46). Nos caminhos feitos diretamente sobre rocha foram observados desgastes erosivos no arenito, formando "degraus", feição decorrente do intenso fluxo de visitantes, no acessarem lugares mais altos (fig. 47).



Foto: RETZLAF, 2007.

**Figura 40** – Trecho da Trilha da Ponte de Pedra feito de plataformas suspensas de madeira.



Foto: RETZLAF, 2007.

**Figura 42** – Trecho da Trilha da Ponte de Pedra feito diretamente sobre rocha.



Foto: RETZLAF, 2007.

**Figura 41** – Trecho da Trilha da Ponte de Pedra feita sobre neossolos litólicos.

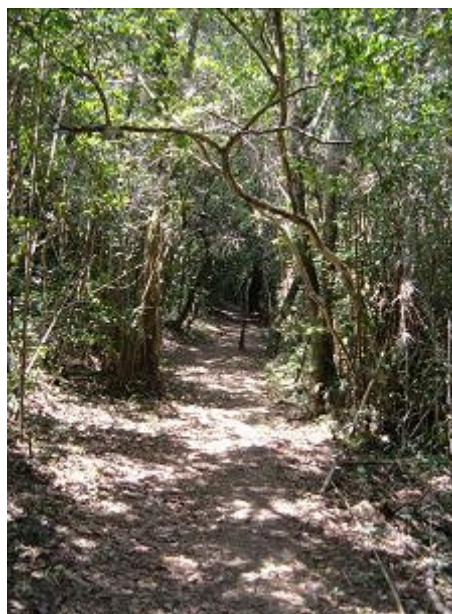


Foto: RETZLAF, 2007.

**Figura 43** – Trecho da Trilha da Ponte de Pedra sobre capão de mato.



Foto: RETZLAF, 2007.

**Figura 44** – Mirante Natural com vista para Canyon Guartelá.



Foto: RETZLAF, 2007.

**Figura 46** – Erosão laminar no leito da trilha, sobre vegetação de mata.



Foto: RETZLAF, 2007

**Figura 45** – Desenvolvimento da erosão laminar.



Foto: RETZLAF, 2006

**Figura 47** – Desgaste erosivo na rocha.

A trilha da Pedra Ume, que anteriormente seguia até a Gruta da Pedra Ume e tinha início logo após a antiga área de camping, atualmente leva ao Portal de Pedra e à Lapa (com inscrições rupestres) iniciando-se nos painéis do arroio do Pedregulho em trecho suspenso de madeira.

O antigo traçado da trilha, paralelo ao atual trecho suspenso de madeira, apresenta problemas sérios de conservação e erosão dos solos. No trecho que seguia do camping até o Portal de Pedra, observou-se a ocorrência de erosão linear e laminar no leito da antiga trilha.

Em trechos de rampa longa com acentuada declividade ocorrem sulcos profundos e voçorocas na parte central do trajeto (fig. 48). Nos locais de menor declividade, predomina a erosão laminar, resultando na perda parcial do horizonte superficial do solo (fig. 49) e no rebaixamento da trilha (fig. 50), chegando a retirar aproximadamente 40cm de material pedológico nos pontos mais atingidos pelo processo erosivo (fig. 51). Estas trilhas atualmente encontram-se desativadas e em recuperação e os sulcos profundos e voçorocas encontram-se entulhados com material vegetal.



Foto: RETZLAF, 2007

**Figura 48** – Voçoroca desenvolvida no leito da trilha que levava à Gruta da Pedra Ume.



Foto: RETZLAF, 2005

**Figura 50** – Rebaixamento da trilha nos locais intensamente pisoteados.



Foto: RETZLAF, 2007

**Figura 49** – Trilha antiga atingida pela erosão laminar.



Foto: RETZLAF, 2007

**Figura 51** – Retirada do horizonte superficial do solo no leito da antiga trilha que ligava o camping ao Portal de Pedra.

No caminho que liga o Portal de Pedra à Lapa, logo após o termino do traçado de madeira, sobre neossolos litólicos e organossolos, ocorrem sulcos rasos e erosão laminar severa, principalmente nos trechos mais inclinados e sem vegetação de campos.

Nos trechos mais atingidos pela erosão laminar, a camada superficial do solo foi totalmente removida, deixando em exposição camadas de rochas alteradas (fig. 52). Nestes locais verificou-se a retirada de cerca de 20cm de solo (fig. 53), acarretando o impedimento da pedogênese e a reativação da morfogênese sobre material altamente friável, fato que contribui para evolução de feições erosivas. Nestes trechos, devido à severidade da erosão, o retorno da vegetação original é dificultado, pois o material exposto é pobre em nutrientes e elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas, contribuindo para aumento das áreas desprovidas de vegetação nativa e conseqüentemente mais suscetíveis à erosão.



Foto: RETZLAF, 2006

**Figura 52** – Trilha erodida, sob vegetação de Campos Limpos.



Foto: RETZLAF, 2006

**Figura 53** – Trecho erodido na borda da trilha, sobre vegetação de Campos Limpos.

Além das trilhas atuais, também foram analisadas as antigas e secundárias, atualmente desativadas e em recuperação tais como: a antiga estrada municipal, a trilha que liga o Alojamento ao arroio do Pedregulho e parcelas atingidas pela erosão. Estas áreas são as mais afetadas pela erosão, em relação aos outros caminhos existentes, pelo fato de terem sido usadas para caminhadas, passagem de veículos de turistas e de antigos proprietários da área.

A antiga estrada municipal foi feita em trecho de longo declive em terreno ondulado a forte ondulado, sobre neossolos litólicos e vegetação de Campos. Esta trilha encontra-se bastante erodida, apresentando erosão laminar severa com completa retirada da camada superficial do solo, exposição de rocha intemperizada (fig 54) e sulcos superficiais. Atualmente a ação erosiva ocorre diretamente sobre material bastante friável, o qual se encontra abaixo da pequena camada de solo, fato que intensifica a erosão.



**Figura 54** – Trecho bastante erodido na porção inferior da antiga estrada municipal.  
Foto: RETZLAF, 2004

A trilha que liga o Alojamento ao arroio do Pedregulho também é feita em trecho de longo declive, em terreno ondulado a forte ondulado sob neossolos litólicos e vegetação de Campos. Nos pontos mais inclinados e sem cobertura vegetal, o trajeto encontra-se fortemente erodido, apresentando erosão laminar e linear. Nos trechos atingidos pela erosão laminar, verificou-se a quase total retirada do horizonte superficial do solo nas laterais mais pisoteadas (fig. 55), no restante do trajeto, ocorrem sulcos profundos e superficiais (fig. 56 e fig. 57), alcovas de regressão (fig. 58) e bancos de areia na parte inferior do trajeto, formado pela liquefação do material desprendido durante o processo erosivo (fig. 59).

Nos caminhos secundários, utilizados pelos visitantes, que atualmente encontram-se desativados e em recuperação, também verificou-se a erosão acelerada. Nos locais mais visitados, sob vegetação de Campos, ocorrem sulcos e ravinas, sendo comum a evolução dos processos erosivos sob rocha alterada (fig. 60).



Foto: RETZLAF, 2005

**Figura 55** – Erosão laminar severa no início da trilha que sai do Alojamento.



Foto: RETZLAF, 2007

**Figura 56** – Sulcos profundos sob rocha intemperizada.



Foto: RETZLAF, 2005

**Figura 57** – Sulcos superficiais na parte inferior da trilha.



Foto: RETZLAF, 2005

**Figura 59** – Banco de areia.



Foto: RETZLAF, 2007

**Figura 58** – Alcova de regressão na parte inferior da trilha.



Foto: RETZLAF, 2005

**Figura 60** – Feição erosiva desenvolvida a partir do pisoteio de gado e pessoas.

A degradação dos solos se diferencia ao longo das trilhas, devido à declividade do terreno e da cobertura vegetal. Nos locais mais frágeis, que apresentam elevada declividade e rampas retilíneas e longas, é mais freqüente a erosão em sulcos e em terreno com menor declividade a erosão laminar.

Em ambiente florestal, a proteção contra erosão hídrica é muito alta, auxiliada pela interceptação das gotas de chuva pela copa das árvores e pela elevada concentração de húmus nos solos onde ocorrem (formação de serrapilheira). Nestes locais a serrapilheira garante a ciclagem de nutrientes com a transferência de matéria orgânica para o solo.

A vegetação de Cerrado mantém uma alta proteção contra ação erosiva, contudo, ocupam solos mais rasos, com maiores limitações de uso. A erosão acelerada ocorre somente em áreas constantemente pisoteadas e sem vegetação, sendo comum, a erosão laminar e, em menor grau a erosão linear.

Em áreas de vegetação de Campos a proteção contra ação erosiva é alta, porém quando intensamente pisoteada torna-se de média a baixa. Em virtude da maior fragilidade do ecossistema, da profundidade do solo e da declividade do terreno, os Campos apresentam maior ocorrência de erosão, desde perdas do horizonte superficial do solo, até áreas intensamente atingidas por sulcos rasos.

Através de intensas visitas na unidade, verificou-se que o deflúvio aumenta em terrenos ondulados a forte ondulados, sem cobertura vegetal, sobretudo em neossolos litólicos. Durante um intenso evento chuvoso, os solos são transportados rapidamente, ocasionando sulcos e ravinas.

Os atributos físicos dos solos não sofreram grandes alterações ao longo dos trajetos utilizados pelos turistas, quando comparados com os valores apresentados pelos locais de vegetação natural em declividades semelhantes. Os resultados obtidos em laboratório (quadro 17), indicam alta qualidade física dos atributos analisados para solos arenosos, mesmo nos locais atingidos pela erosão.

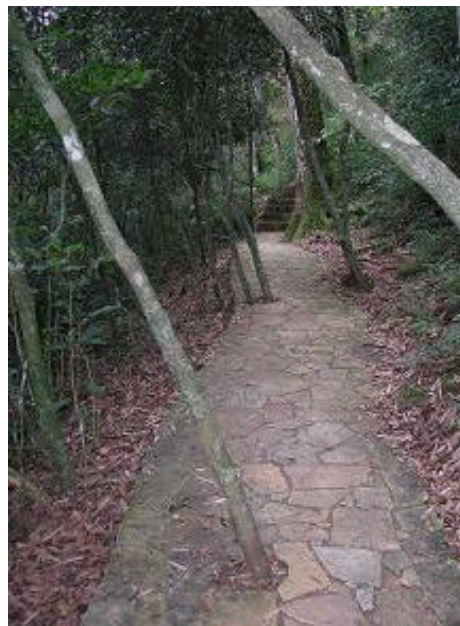
Uso	Textura %			pH	M.O. g/dm <sup>3</sup>	Estabilidade de Agregados			Dens. de Solo	Porosidade		
	Argila	Silte	Areia			DMG	DMP	IEA %		Total	Micro	Macro
<b>Vegetação</b>	12,2	2,93	84,9	3,9	49,63	4,064	1,786	87,50	1,19	53,95	22,06	31,89
<b>Trilha</b>	12,1	2,51	85,4	4,0	31,9	3,696	1,298	86,49	1,29	50,12	22,94	27,18

**Quadro 17** – Variações dos Atributos Físicos dos Solos do Parque Estadual Guartelá. Org.: RETZLAF, 2007.

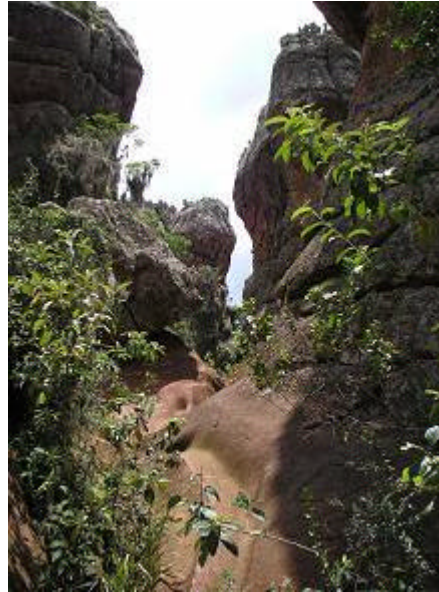
Com base nos dados obtidos em laboratório, nota-se que, tanto nas trilhas analisadas, quanto em áreas cobertas pela vegetação nativa, os solos apresentam alto teor de matéria orgânica, elevada estabilidade de agregados, baixa densidade de solo e boa aeração. Verifica-se, portanto que a localização da trilhas não está ocasionando impacto negativo nos atributos físicos dos solos pesquisados.

### 5.3 PARQUE ESTADUAL VILA VELHA

Todas as trilhas e estradas em uso no parque Estadual Vila Velha estão calçadas (fig. 61) e em bom estado de conservação, o que contribui para pouca ocorrência de processos erosivos nestes locais. No entanto, a pesquisa foi realizada em pontos de afloramento de rocha, na área do Bloco Arenítico, tanto na lateral, como no interior, por conter trilhas desativadas (fig. 62), que foram intensamente utilizadas pelos turistas, antes da proibição do acesso livre à área pelo último plano de manejo.



**Figura 61** – Trilha Calçada feita de quartzito entre o Bloco Arenítico e o Bosque.  
Foto: RETZLAF, 2006.



**Figura 62** – Trilha desativada sob rocha ao redor das esculturas areníticas.  
Foto: RETZLAF, 2006.

A fim de caracterizar as alterações antrópicas decorrentes da intensa atividade turística, dividiu-se a área dos arenitos em unidades que apresentam semelhanças no que diz respeito à dinâmica erosiva, resistência litológica, fauna e flora, intemperismo e intensidade do fluxo turístico, a saber: paredões secos; paredões úmidos, bloco superior e bloco inferior.

Paredões Secos são áreas destinadas à recuperação, correspondem à face externa do complexo arenítico, caracterizado por paredões abruptos com fraturas verticais, blocos separados, formação de alvéolos e perfuração produzida por cupins, bastante trabalhada pela ação das águas pluviais, ação da energia solar, erosão mecânica e atividade orgânica (fig. 63). O fluxo turístico no local, ocorreu em pontos estratégicos, em locais de maior facilidade de acesso à parte superior das esculturas ou em pontos mais altos, sendo, portanto, parcialmente atingido. Atualmente os caminhos percorridos encontram-se desativados e em recuperação.

Nas trilhas anteriormente utilizadas, foram detectados desgastes erosivos no arenito, formando “degraus”, feição decorrente do intenso fluxo de visitantes, para acessar lugares mais altos (fig. 64).



**Figura 63** – Vista Parcial da parte externa do Bloco Arenítico – Paredões Secos.  
Foto: RETZLAF, 2006



**Figura 64** – Degraus, desgaste erosivo da rocha decorrente da passagem de turistas.  
Foto: RETZLAF, 2005

Paredões Úmidos correspondem ao interior do bloco rochoso, caracterizado por umidade acentuada e pela falta de incidência dos raios solares (fig. 65). Neste local, a cobertura de musgos sobre a rocha úmida, protege o material da ação direta do intemperismo, porém a umidade do material o torna mais frágil. As trilhas e caminhos existentes foram feitos diretamente sobre a rocha, encontrando-se desativadas e em recuperação.

Nos caminhos analisados observou-se a retirada parcial da camada protetora de musgos nos locais mais pisoteados pelos turistas. A retirada da camada vegetal protetora da rocha e a elevada passagem de turistas resultou no aumento da fragilidade da rocha ao processo erosivo, sendo observado nos locais mais atingidos a evolução de sulcos sobre a rocha (fig. 66), bem como desgastes erosivos por toda parte promovendo a destruição e descaracterização das esculturas areníticas.



**Figura 65** – Vista Parcial do interior dos arenitos – Paredões Úmidos.  
Foto: RETZLAF, 2006



**Figura 66** – Sulcos desenvolvidos sobre rocha decorrente da passagem intensa de turistas no interior dos arenitos.  
Foto: RETZLAF, 2006

O Bloco Inferior compreende o sopé do platô arenítico, caracterizado por feições côncavas, oriundas da dissolução química, desmoronamentos e solapamentos basais.

No interior das esculturas predominam depósitos de blocos, matações e sedimentos. Na área externa das esculturas, ocorrem solos rasos associados com sedimentos e afloramentos de rochas, recobertos pela vegetação de Campos e vegetação arbórea em solos mais profundos (bosque). As trilhas anteriormente existentes foram feitas diretamente sobre a rocha e solo, e encontram-se desativadas e em recuperação.

Os locais mais atingidos pelos processos erosivos antrópicos foram os que receberam maior fluxo de visitantes, sendo constituído por trilhas principais e secundárias, ao redor das esculturas rochas e no interior do Bosque.

O intenso fluxo turístico, a fragilidade litológica e ação das águas correntes influenciaram para aceleração da erosão nestes pontos, promovendo o aparecimento de feições erosivas tais como: sulcos profundos ao redor de esculturas rochosas (fig. 67 e fig. 68) e rasos sobre rocha (fig. 69) em locais de passagem de visitantes, resultando na depredação de escultura rochosa.

Além do desgaste rochoso, também foram constatados pontos de erosão laminar em sedimentos inconsolidados e em solos rasos (fig. 70), resultando na completa retirada da camada superficial do solo e exposição do material rochoso. Com a retirada da camada de solo e exposição da rocha intemperizada verificou-se a redução da área de vegetação nativa, uma vez que ocorreu o impedimento do retorno da vegetação de Campos nos locais atingidos.

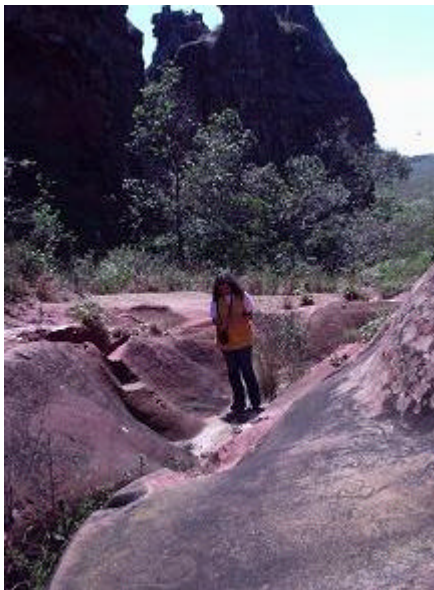


Foto: OLIVEIRA JUNIOR, 2005

**Figura 67** – Sulco profundo ao redor de escultura rochosa.

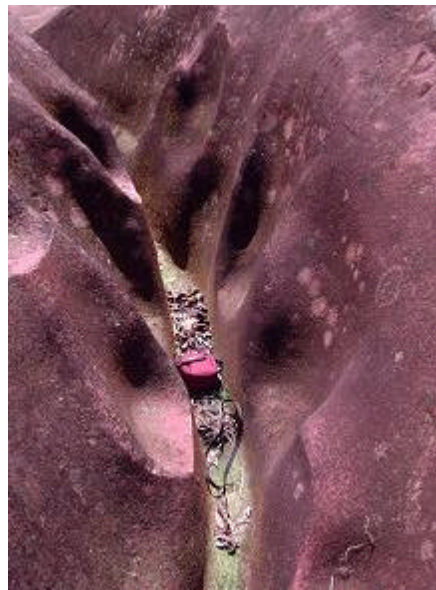


Foto: RETZLAF, 2005

**Figura 68** – Sulco profundo ao redor de escultura rochosa.

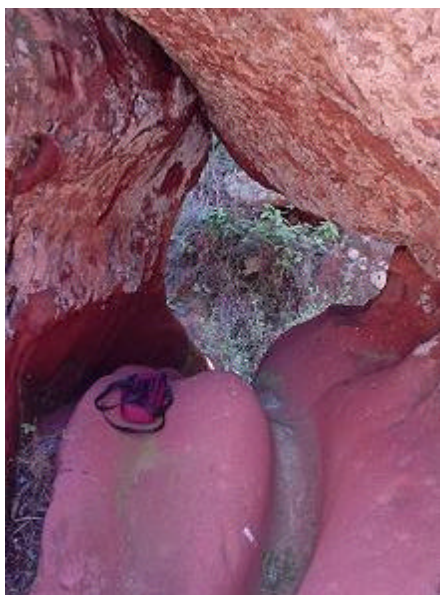


Foto: RETZLAF, 2005

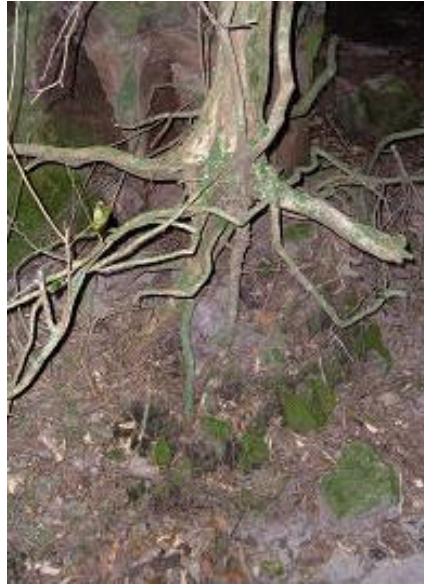
**Figura 69** – Desenvolvimento de sulcos rasos.



Foto: RETZLAF, 2006

**Figura 70** – Desenvolvimento de erosão laminar severa na parte inferior do bloco.

Na área do Bosque, em terrenos suave-ondulados, em solos mais profundos, verificou-se o desenvolvimento da erosão laminar, resultando na retirada parcial do horizonte superficial do solo, claramente observáveis através do tombamento e exposição das raízes das árvores (fig. 71).



**Figura 71** – Ocorrência de erosão laminar na área do Bosque.  
Foto: RETZLAF, 2006.

Bloco Superior compreende o topo dos arenitos (fig. 72). É caracterizado por notáveis feições naturais, oriundas de dissolução e erosão mecânica, sendo comuns alvéolos, bacias de dissolução e juntas poligonais, promovidas pela dissolução química e termoclastia. No local observou-se feição erosiva ligada ao desgaste erosivo da rocha e destruição de pequenas formações areníticas ao longo de trilhas e caminhos utilizados pelos turistas.



**Figura 72** – Vista parcial do topo do Bloco arenítico – Bloco Superior.  
Foto: RETZLAF, 2006.

Nas trilhas atuais, que margeiam as esculturas rochosas e o Bosque, praticamente é inexistente os processos erosivos acelerados devido à alta proteção oferecida pelo calçamento. No entanto, observou-se em alguns pontos da lateral da trilha, desgastes erosivos no arenito influenciado pela passagem de turistas, pela retirada da cobertura de musgos da rocha e pela própria fragilidade litológica (fig. 73).



**Figura 73** – Desgaste erosivo na lateral da atual trilha dos arenitos.  
Foto: RETZLAF, 2006.

As feições erosivas acima ressaltadas foram desenvolvidas em uma época anterior ao atual plano de manejo, ocasião em que o acesso livremente por toda área dos arenitos, inclusive no interior e topo das esculturas, atividades de camping, instalação de infra-estrutura sobre rochas e estacionamento próximo aos paredões rochosos.

Com o novo plano de manejo, algumas atividades foram reorganizadas, sendo vetado o acesso no interior e topo das esculturas, o contato direto de construções sobre a rocha, a instalação de lanchonete e estacionamento. Atualmente a visita limita-se a trilhas calçadas (de quartzito), contendo placas explicativas da fauna, flora e litologia local e monitores treinados em pontos estratégicos do trajeto.

Aos poucos os locais mais afetados vão se recuperando, incorporando-se à dinâmica natural, sendo comum o retorno da vegetação original em locais degradados e a suavização de feições erosivas provocadas pela ação antrópicas.

#### **5.4 CORRELAÇÃO DOS RESULTADOS**

Os resultados apresentados em cada unidade foram comparados e as situações encontradas foram semelhantes, constatando-se a existência de processos erosivos acelerados e alterações ambientais dos espaços protegidos. Nas unidades de conservação que apresentam um fluxo maior de visitação, como os parques Vila Velha e o Guartelá, a erosão desenvolveu-se com maior freqüência e severidade.

Nas Unidades pesquisadas observou-se o desenvolvimento da erosão acelerada em diversos trechos das trilhas existentes, abrangendo diferentes tipos de relevo, desde terrenos planos a fortemente ondulados e diferentes coberturas vegetais, desde a campestre até as florestais.

A erosão acelerada é mais freqüente nos leitos de trilhas e estradas desativadas, que anteriormente foram utilizadas por turistas e veículos para acessar os atrativos naturais. O processo erosivo é mais intenso em trechos de elevada fragilidade ambiental, surgindo principalmente em terrenos inclinados e nas partes baixas de rampas longas sem cobertura vegetal.

Os processos erosivos em trechos sobre solo e de intemperismo em trechos sobre rocha, comprometeram o equilíbrio do geossistema local, colocando em risco a integridade ecológica das parcelas preservadas.

Nos locais atingidos pela erosão verificou-se: perda da camada superficial de solo, diminuição das áreas de vegetação primária, impedimento da pedogênese e reativação da morfogênese em trechos totalmente erodidos (quadro 18). Além do desenvolvimento da erosão acelerada, as unidades apresentam outros conflitos ambientais que são ressaltados no quadro 19.

<b>Elementos Desencadeadores</b>	<b>Conseqüências Potenciais</b>
- Abertura de trilhas em ambientes frágeis, de elevada declividade, solos rasos e arenosos (cambissolos e neossolos litólitos), terrenos constantemente encharcados.	- Aumento dos riscos de erosão e destruição dos solos; - Perda do horizonte superficial (horizonte A) do solo, resultando na exposição do substrato rochoso com conseqüente alteração no ciclo hidrológico e, - Instalação de um novo sistema de relação ecológica.
- Retirada da vegetação primária e fragilidade do revestimento florístico ao pisoteio;	- Diminuição das áreas de vegetação relictual e de refúgios da vida silvestre associada; - Perda do patrimônio biogenético;
- Fluxo de visitantes;	- Destruição do patrimônio natural, descaracterização da paisagem e perturbação da fauna e flora;
- Abertura de trilhas sob rochas sedimentares frágeis – Arenitos do Grupo Paraná e do Grupo Itararé;	- Aumento do desgaste erosivo na rocha em locais bastante pisoteados; - Destruição das formações rochosas naturais; - Alteração da dinâmica natural da evolução do modelado.
- Clima tropical com chuvas concentradas em determinadas épocas do ano.	- Intemperismo químico e maior degradação da rocha; - Rápida Formação de enxurradas, principalmente nos solos rasos e sem cobertura vegetal, promovendo maior arraste de partículas de solo durante um evento chuvoso.
- Atividades antrópicas desenvolvidas antes da averbação das unidades, como práticas inadequadas de manejo do solo e turismo inadequado.	- Desenvolvimento e aceleração de processos e feições erosivas em solo e rocha.
- Poucos programas de controle de erosão.	- Estabelecimento e aceleração de processos erosivos em muitas áreas dos parques.

**Quadro 18** – Síntese da Dinâmica Erosiva nos Parques Estaduais dos Campos Gerais. Org.: RETZLAF, J. G., 2007

	<b>IMPACTOS NEGATIVOS</b>	<b>IMPACTOS POSITIVOS</b>
<b>Fauna e Flora</b>	Mudança na extensão da cobertura vegetal primária para implantação da infra-estrutura necessária para acomodar os turistas; Destruição da vegetação pelo pisoteio de turistas e veículos; Migração de animais; Perturbação nos hábitos de reprodução devido à passagem constante de visitantes; Riscos de incêndio.	Incentivo à criação de unidades de conservação.
<b>Paisagem</b>	Descaracterização da paisagem para implantação de infra-estrutura (mirantes, trilhas de acesso, torre de observação, centro de visitantes, casa de pesquisa); Alterações Geomorfológicas e; Destruição de formações e esculturas rochosas	
<b>Poluição</b>	Poluição sonora devido ao tráfego de veículos e movimento de turistas; Poluição do ar por emissão de veículos; Poluição das águas devido a intensificação de banho nos rios e cachoeiras; Geração de lixo em trilhas e nas estruturas de apoio	
<b>Erosão</b>	Danos às margens dos rios e assoreamento dos cursos d'água. Desenvolvimento e aceleração da erosão laminar e linear.	
<b>Recursos Naturais</b>	Alteração nos padrões hídricos devido ao banho de turistas em rios e cachoeiras e; Degradação do solo.	
<b>Comunidade Local</b>	Padronização de festa popular, como é o caso do Carnaval em Tibagi.	Aumento de serviços associados direta e indiretamente ao turismo; Integração das Unidades de Conservação com as populações locais. Diversificação da renda.
<b>Educação Ambiental</b>		Disseminação de informações a respeito do meio-ambiente e da importância de conservação da natureza e; Divulgação das unidades de conservação do Paraná;

**Quadro 19** – Impactos Positivos e Negativos do Ecoturismo nos Parques Estaduais dos Campos Gerais. Org.: RETZLAF, J. G., 2007

Constatou-se que, a evolução da erosão nos locais mais visitados, contribuiu para o impedimento da pedogênese em trechos intensamente erodidos e reativação da morfogênese, além de promover o assoreamento de canais fluviais e perda da vegetação primária.

Os processos erosivos promoveram em alguns trechos das trilhas a brusca reativação morfodinâmica, acabando por destruir rapidamente os solos preexistentes, expondo à superfície rochas sãs e alteradas, acarretando o rompimento da estabilidade local. Nos locais afetados a diferenciação dos horizontes do solo não ocorreu devido à remoção de material local, estabelecendo uma instabilidade crescente, sendo as formas rochosas destruídas por ablação.

Nas trilhas atuais abertas à visitação, os processos erosivos ocorrem com menor intensidade, em razão da alta proteção oferecida pelos materiais constituintes (plataformas de madeira, calçamento com pedras irregulares).

Com base nos dados obtidos em laboratório, constatou-se que a qualidade física dos solos das trilhas não sofreu grandes alterações, em relação ao padrão apresentado pelos solos das áreas de cobertura vegetal primária. As amostras de solo coletadas apresentaram, alto teor de matéria orgânica, bom estado de agregação, baixa densidade e ótimo espaço aéreo, mantendo, portanto, valores favoráveis à preservação dos solos e à diminuição da erodibilidade nestes locais, contudo, mesmo apresentando alta qualidade física, as trilhas possuem problemas de conservação e erosão dos solos.

Atualmente, a maior parte das áreas atingidas pela erosão encontra-se em recuperação em função dos atuais Planos de Manejo implementados pelo Instituto Ambiental do Paraná - IAP.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As unidades pesquisadas possuem problemas de degradação e erosão dos solos ao longo das trilhas principais e secundárias utilizadas para acessar os atrativos naturais. Nestas áreas, a erosão acelerada desenvolveu-se e intensificou-se em locais ambientalmente frágeis, sem cobertura vegetal primária e com constante passagem de visitantes, ocasionando o rompimento do equilíbrio natural, gerando pontos de instabilidade morfodinâmica e de morfogênese acelerada.

Verificou-se que, o pisoteio constante de visitantes nas trilhas analisadas, impede o retorno da vegetação nativa, deixando os espaços desprotegidos, sem a presença de vegetação primária e mais suscetíveis à erosão.

Torna-se necessário a definição de critérios para implantação de trilhas, bem como para instalação e conservação, que levem em conta as características ambientais locais, visando o acesso aos atrativos naturais sem danos aos ecossistemas protegidos.

Para auto-recuperação dos ambientes degradados, necessita-se cessar as atividades impactantes ou deixar de agir diretamente sobre o corpo pedológico, deixando o espaço o mais próximo das influências dos fatores naturais.

Para os locais afetados, recomenda-se a estabilização da erosão e adoção de práticas conservacionistas, sendo proposto a instalação de plataformas suspensas de madeira no restante dos caminhos ainda feitos sobre solo e rocha, pois, além de proteger o trecho da ação direta do pisoteio, permite o retorno da vegetação e a reativação da pedogênese.

Com relação às ações conservacionistas, recomenda-se práticas de caráter vegetativo, propiciando retorno da vegetação original, principalmente ao longo das margens de arroyos e cabeceiras de drenagem e no topo das encostas, estas quando protegidas, diminuem o escoamento superficial, diminuindo conseqüentemente a erosão nos locais logo abaixo. O retorno da vegetação, além de fornecer matéria-orgânica ao solo, auxiliará na manutenção do habitat para fauna silvestre e preservação dos redutos de vegetação de Campo e de Cerrado.

Algumas ações poderiam ser implantadas nos parques pesquisados, envolvendo tanto a comunidade local, quanto a gerência, tais como: 1) oficinas educativas utilizando os recursos naturais disponíveis nos parques; 2) ações educativas

integradas com a comunidade para tentar amenizar os problemas específicos de cada parque; 3) realização de palestras e projeções de vídeos para os visitantes e comunidade local; 4) implementação de atividades especiais, proporcionando condições para a realização de estudo do meio ambiente local, nos períodos de férias escolares para estagiários, professores e pesquisadores e 5) elaboração de materiais educativos como cartilhas e roteiros explicativos para serem distribuídos aos visitantes.

Diante dos questionamentos levantados neste trabalho, torna-se necessário mais estudos que visem detectar os impactos ambientais da visitação sobre os ecossistemas protegidos, bem como implementar a oes que acompanhem todo o processo de visita o. Também, torna-se relevante fazer anualmente uma avalia o do desempenho da gestão que está sendo aplicada nos parques mediante uma análise da sua eficácia em rela o às metas estabelecidas.

## REFERÊNCIAS

ASSINE, M. L.; SOARES, P. C.; MILANI, E. J. Seqüências tectono-sedimentares mesopaleozóicas da bacia do Paraná, sul do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-89, jun. 1994.

\_\_\_\_\_. Fácies, iconofósseis, paleocorrentes e sistemas deposicionais da formação furnas no flanco sudeste da bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 357-379, set. 1999.

BAVER, L. D.; GARDNER, W. H.; GARDNER, W. R. **Física de Suelos**. John Wiley & Sons Ltda, 1973.

BENNETT, H. H. **Elements of Soil Conservation**. Mcgraw-Hill: New York, 1955.  
BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação dos Solos**. 5ª ed. São Paulo: Ícone, 2005.

BIGARELLA, J. J. Variações climáticas no quaternário e suas implicações no revestimento florísticos do Paraná. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, n. 10,11,12,13,14 e 15, p. 211–231, 1964.

\_\_\_\_\_. MOUSINHO, M. R.. Significado paelogeográfico e paleoclimático dos depósitos rudáceos. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, n. 16 e 17, p. 7-16, jul. 1965a.

\_\_\_\_\_. MOUSINHO, M. R.; SILVA, Jorge Xavier da. Considerações a respeito da evolução das vertentes, **Boletim Paranaense de Geografia**, n. 16e17, p. 85-116, jun. 1965b.

\_\_\_\_\_. MAZUCHOWSKI, J. Z. **Visão Integrada da Problemática da Erosão**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, III. Curitiba. Adea/agb, 1985.

BIROT, P. **Tratado de Geografia Física General**. 1ª ed. Barcelona: Vicens-Vives, 1962.

BISSONNAI, Y. LE. Soil characteristics and aggregate stability. In: AGASSI, M. **Erosion, Conservation, and Rehabilitation**. New York: Macel Dekker, 1996.

BRASIL. Lei nº 9985, de 18 de Julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9985.htm). Acesso em: 22 mar. 2005.

CASAGRANDE, A. A. Compactação e manejo do solo na cultura de cana-de-açúcar. In: MORAES, M. H. MÜLLER, M. M. L.; FOLONI, J. S. S. (cords). **Qualidade Física do Solo**: métodos de estudo de preparo e manejo do solo. Jaboticabal: FUNEP, 2001.

CASTRO FILHO, C. et. al. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num latossolo roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, nº 3, p. 527-538, jul./set., 1998.

\_\_\_\_\_. Atributos do solo avaliados pelos seus agregados. In: MORAES, M. H.; MULHER, M. M. L.; FOLONI, J. S.S. **Qualidade Física do Solo**: métodos de estudo de preparo e manejo do solo. Jaboticabal: FUNEP, 2001, p.21-46.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgar Blücher, 2ª ed., 1980.

COSTA, V. C.; COSTA, N. M. C. O desafio do ecoturismo em unidades de conservação. **Revista Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 8, p. 55-66, 2º semestre, 2000.

CUNHA, L. H; COELHO, M. C. N. Política e gestão ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **A Questão Ambiental**: diferentes abordagens. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p. 43-79.

DEMANGEOT, J. **Os Meio Naturais do Globo**. 7ª ed. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 2000.

DIEGUES, A.C. S. **O mito Moderno da Natureza Intocada**. São Paulo: NUPAUB, USP, 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE TURISMO. **Diretrizes Para Uma Política Nacional do Ecoturismo**. Brasília/IBAMA (MICT), 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro, 1997.

FINCH, V.; TREWARTHA, G. T. **Geografia Física**. México – Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, 1954.

FRANÇA, A. B.; WINTER, W. R.; ASSINE, M. L. Arenitos lapa-vila velha: um modelo de trato de sistemas subaquosos canal-lobos sob influência glacial, grupo Itararé (c-p), bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 43-56, mar. 1996.

FURLAN, S. A. Ecoturismo: do sujeito ecológico ao consumidor da natureza. In: RODRIGUES, A. B. **Ecoturismo no Brasil: possibilidades e limites**. São Paulo: Contexto, 2003. p. 29-58.

GALETI, P. A. **Conservação do Solo: reflorestamento**. 2ª ed. Campinas: Instituto Agrônômico de Ensino Agrícola, 1973.

GAMA JÚNIOR, E.; BANDEIRA JR, A. N.; FRANÇA, A. B. Distribuição espacial e temporal das unidades litoestratigráficas paleozóicas na parte central da bacia do

\_\_\_\_\_. Paraná. **Revista brasileira de geociências**, São Paulo, v.12, n. 4, p.579-609, dez. 1982.

GREENLAND, D. J.; LAL, R. **Soil Conservation and Management in the Humid Tropics**. John Wiley & Sons Ltda, 1981.

GUERRA, A. T. **Dicionário Geológico – Geomofofológico**. 6ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1978.

GUERRA, A. J. T.; GUERRA, A. T. (Orgs.). **Coletânea de textos geográficos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

\_\_\_\_\_. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 1995, p. 149-209.

\_\_\_\_\_. Processo erosivo na encosta. In: GUERRA, Antonio J. T.; CUNHA, Sandra B. (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 5ªed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p. 149-209.

KIEHL, E.J. **Manual de Edafologia: relações solo – planta**. São Paulo: Ceres, 1979.  
LANGE, F. P. L. **Campos Gerais: visões do paraíso**. Curitiba, 2002.  
LEINZ, V.; AMARAL, S. E. **Geologia geral**. São Paulo: Nacional, 1998.

LEPSCH, I. F. (Coord.). **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4ª Apro. Campinas: Sociedade Brasileira Ciência do Solo, 1983.

LIMA-E-SILVA, P. P. et al. **Dicionário brasileiro de Ciências Ambientais**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Thex, 2002.

LIMA, M. L.C. (Eco) turismo em unidades de conservação. In: RODRIGUES, A.B.(Org.). **Ecoturismo no Brasil: possibilidades e limites**. São Paulo: Contexto, 2003. p. 29-58.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 3ª Ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

MELO, M. S. Canyon quartelá. In: SCHOBENNHAUS, C.; CAMPOS, D. A . QUEIROZ, E. T.; WINGE, M,; BERBERT-BORN, M. (Edt.). **Sítios geológicos do Brasil**. 2000. Disponível no site: [www.unb.br/ig/sigep/sitio094.htm](http://www.unb.br/ig/sigep/sitio094.htm)

\_\_\_\_\_ et al. A geologia no plano de manejo do parque estadual vila velha, Pr. **Revista Brasileira de Geociências**. São Paulo, v. 34, n. 4, p. 561-570, dez. 2004.

MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. Campos Gerais. In: \_; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. Editora UEPG, 2007.

MORGAN, R. P. C. **Erosión y Conservación del Suelo**. Madrid: Mundi-Prensa, 1996.

MORO, R. S. A vegetação dos campos gerais da escarpa devoniana. In.: DITZEL, C. H. M.; SAHR, C. L. L. (Orgs.). **Espaço e cultura: ponta grossa e os campos gerais**. Ponta Grossa: UEPG, 2001. p. 481-503.

MOUSINHO, M. R.; BIGARELLA, J. J. Movimentos de massa no transporte dos detritos da meteorização das rochas. **Boletim Paranaense de Geografia**, Curitiba, n. 16 e 17, p. 43-84, jul. 1965.

OLIVEIRA, M. A. T. Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçoroca. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 57-99.

OURIQUES, H. R. Brasil: de colônia de exploração à colônia de fêria. In: \_ **A produção do turismo: fetichismo e dependência**. Presidente Prudente, 2003. p. 172–206. Tese (Doutorado em Geografia, Desenvolvimento Regional e Planejamento Ambiental) – Faculdade de Ciências de Tecnologia, UNESP.

PARANÁ (Estado). Instituto Ambiental do Paraná. Plano de manejo do parque estadual do cerrado. 2002a.

\_\_\_\_ Instituto Ambiental do Paraná. Plano de manejo do parque estadual quartelá. 2002b.

\_\_\_\_ Instituto Ambiental do Paraná. Plano de manejo do parque estadual vila velha. 2004.

PASSOS, E.; BIGARELLA, J. J. Superfícies de erosão. In: CUNHA, Sandra B.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Geomorfologia do Brasil**. Bertrand Brasil, 2003. p. 107-141.

PINESE, J. P.P. Síntese geológica da bacia do rio Tibagi. In: MEDRI, M. E. et. al. **A bacia do rio Tibagi**. Londrina, 2002.

PIRES, P. dos S. **Ecoturismo no Brasil: uma abordagem histórica e conceitual na perspectiva ambientalista**. São Paulo, 1998. Tese (Doutorado em Geografia Humana). Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, USP.

PRADO, H. **Solos do Brasil**: gênese, morfologia, classificação, levantamento, manejo. 4ª ed. Piracicaba, 2005.

POPP, J. H.; BARCELLOS-POPP, M. B. Análise estratigráfica da seqüência deposicional devoniana da bacia do Paraná (Brasil). **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 187-194, jun.1986.

RAPOSO, M. I. B. Episódios intrusivos no arco de Ponta Grossa, determinados através de um estudo paleomagnético. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.25, n.1, p.3-19, mar. 1995.

RETZLAF, J. G. **Impactos ambientais no parque estadual quartelá: turismo e uso e ocupação do solo sobre a perspectiva geográfica**. 2006. p.115. Monografia (Especialização em Análise Ambiental em Ciências da Terra), Universidade Estadual de Londrina).

\_\_\_\_ STIPP, N. A; ARCHELA, E. Breve síntese geológica e geomorfológica da área do parque estadual do Quartelá no Estado do Paraná. **Geografia**, Londrina, v. 15, n. 1, p. 95-106, jan./jun. 2006.

\_\_\_\_ STIPP, N. A. Análise dos processos e feições erosivas em unidades de conservação no estado do paraná-brasil. Anais do I Simpósio Paranaense de Pós-Graduação: Maringá-Pr, UEM, jun., 2006, p 586-596.

RICHART, A. et. al. Compactação do Solo: Causas e Efeitos. **Semina**, Ciências Agrárias, Londrina, PR, v. 26, p. 321-344, jul./st., 2005.

RODRIGUES, A. B. Ecoturismo limites do eco e da ética. In: **Ecoturismo no Brasil**: possibilidades e limites. São Paulo: Contexto, 2003. p. 29-58.

RODRIGUES, A. M. A produção e o consumo do espaço para o turismo e a problemática ambiental. In: YAZIGI, E.; CARLOS, A. F. A.; CRUZ, R. C. A. (Orgs.). **Turismo**: espaço e cultura. 3a. ed. São Paulo: Hucitec, 2002.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia Ambiente e Planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990.

\_\_\_\_\_. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia - USP**. São Paulo. nº 8, p. 63-74, 1994.

\_\_\_\_\_. Os fundamentos da geografia da natureza. In: **Geografia do Brasil**. 5ª ed. São Paulo: Edusp, 2005, p.15-65.

SERRANO, C. M. T. O “produto” ecoturístico. In: ANSARAH, M. G. (Org.). **Turismo**:

SILVA, S. R.; BARROS, N. F.; COSTA, L. M. Atributos físicos de solos latossolos afetados pela compactação do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V. 10, nº 4, p.842-847, 2006.

SILVEIRA, M. A. T. Ecoturismo, políticas públicas e a estratégia paranaense. In: RODRIGUES, A.B.(Org.). **Ecoturismo no Brasil**: possibilidades e limites. São Paulo: Contexto, 2003. p. 101-120.

SOUZA, C. R. G.; SOUZA, A. P. O escarpamento estrutural furnas na região s-se do Brasil. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A. QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.;

\_\_\_\_\_. BERBERT-BORN, M. (edt.). **Sítios geológicos do Brasil**. 2000. Disponível em: <[www.unb.br/ig/sigep/sitio080.htm](http://www.unb.br/ig/sigep/sitio080.htm)>

STRAHLER, A. N. **Geografia física**. Barcelona: Omega, 1986.

STRECK, C. A. et. al. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo causada pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, nº 3, p. 755-760, 2004.

SWARBROOKE, J. **Turismo**: conceito e impacto ambiental. São Paulo: Aleph, 2000.

THORNBURY, W. **Princípios de geomorfologia**. Buenos Aires: Kapelusz, 1966.

TISDAL, J. M.; OADES, J. M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **Journal of Soil Science**, v. 33, p. 141-163, 1982.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: SUPREN, 1977.

VIEIRA, L.S. **Manual da Ciência do Solo**. São Paulo: Ceres, 1975.

WEARING, S.; NEIL, J. **Ecoturismo**: impactos, potencialidades e possibilidades. São Paulo: Manoele, 2000.

WISCHMEIER, W. H.; MANNERING, J. V. Relation of soil properties to its erodibility. **Soil Science Society of American Proceedings**. V. 33, p. 131-136, 1969.