

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

LAÍS LUANA MASSUQUETO

O SISTEMA CÁRSTICO DO SUMIDOURO DO RIO QUEBRA-PERNA (PONTA
GROSSA – PR): CARACTERIZAÇÃO DA GEODIVERSIDADE E DE SEUS
VALORES

PONTA GROSSA
2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

LAÍS LUANA MASSUQUETO

O SISTEMA CÁRSTICO DO SUMIDOURO DO RIO QUEBRA-PERNA (PONTA GROSSA – PR): CARACTERIZAÇÃO DA GEODIVERSIDADE E DE SEUS VALORES

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado para a obtenção do título de
Bacharel em Geografia na Universidade
Estadual de Ponta Grossa, Área das
Geociências.

Orientador: Prof. Dr. Gilson Burigo
Guimarães

PONTA GROSSA
2010

LAÍS LUANA MASSUQUETO

O SISTEMA CÁRSTICO DO SUMIDOURO DO RIO QUEBRA-PERNA (PONTA GROSSA – PR): CARACTERIZAÇÃO DA GEODIVERSIDADE E DE SEUS VALORES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para obtenção do título de Bacharel em Geografia na Universidade Estadual de Ponta Grossa, Área das Geociências.

Ponta Grossa, 24 de novembro de 2010.

Prof. Dr. Gilson Burigo Guimarães - Orientador
Doutor em Petrologia
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof. Dr. Mário Sérgio de Melo
Doutor em Geologia Sedimentar
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof. Dr. Antônio Liccardo
Doutor em Ciências Naturais
Universidade Estadual de Ponta Grossa

Dedico este trabalho aos meus pais Nerlí e Selso

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Nerli e Selso por todo o amor e carinho, pela força e pela compreensão durante todos esses anos de estudos.

Ao meu namorado Henrique, pelo companheirismo em todas as horas, por estar sempre ao meu lado, pelas explicações extras sobre geologia, não importando a hora ou o local e por ter sido fundamental na realização deste trabalho.

À minha irmã Lílian, a qual me ensinou desde pequena o amor e o respeito pela natureza, por ter sido o meu maior incentivo para cursar Geografia e por juntamente com o Binho, ter me levado pela primeira vez ao Sumidouro.

Ao Professor Gilson, por toda a dedicação ao me orientar e por todo o conhecimento que me proporcionou durante a construção deste trabalho.

A todos os amigos que tive o imenso prazer de conhecer ao longo desses quatro anos de graduação, os quais me proporcionaram momentos inesquecíveis.

Ao Heder e ao Rafael pela imensa ajuda com os trabalhos de levantamento topográfico.

Aos amigos do Grupo Universitário de Pesquisas Espeleológicas – GUPE, pelo aprendizado e pela grande ajuda durante os trabalhos de campo.

Aos professores do Departamento de Geociências por todo o conhecimento que compartilharam e que sempre levarei comigo.

À Cristiane pela grande ajuda inicial e ao Seu Ernesto e Seu Laércio por possibilitarem a pesquisa na área do Sumidouro do Rio Quebra Perna.

À Fundação Araucária e à Universidade Estadual de Ponta Grossa.

“Se, a princípio, a ideia não é absurda, então não há esperança para ela.”
(Albert Einstein)

RESUMO

O presente trabalho desenvolveu-se na área do Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna, localizado a aproximadamente 30 quilômetros a sudeste do centro urbano de Ponta Grossa (PR). O geossítio teve sua gênese a partir de três principais aspectos: a dissolução de arenitos quartzosos devonianos da Formação Furnas através da ação da água; propriedades da rocha (estruturas sedimentares e composição); e processos tectônicos ligados a um expressivo conjunto de falhas de direção NE-SW, relacionadas com estruturas do embasamento reativadas durante a evolução do Arco de Ponta Grossa. A erosão química ocorrente na área é de significativa importância, levando ao desenvolvimento de um expressivo sistema cárstico em rochas não carbonáticas. Os fatores condicionantes da formação do geossítio são responsáveis por notável singularidade, resultando numa expressiva geodiversidade, reconhecendo-se uma série de valores, com destaque para: valor cultural, com sítios arqueológicos com pinturas rupestres das tradições Planalto e Geométrica; valor estético, com cachoeiras e uma série de feições ligadas ao desenvolvimento de cavidades subterrâneas; valor funcional, exercendo papel de refúgio para espécies da fauna e flora local; valores científico e didático, abrigando um dos melhores e mais completos acervos de produtos e processos relacionados à instalação de um sistema cárstico em rochas siliciclásticas dos Campos Gerais do Paraná.

Palavras chaves: Sumidouro do Rio Quebra-Perna; Sistema Cárstico; carste em rochas quartzosas; geodiversidade; valores da geodiversidade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização do Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna	15
Figura 2: Mapa de pontos de referência do Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna	16
Figura 3: Mapa do levantamento topográfico do Sistema Cárstico do Sumidouro do Rio Quebra-Perna	39
Figura 4: Croqui do Sistema Cárstico do Sumidouro do Rio Quebra-Perna	41
Figura 5: Local do reaparecimento do rio na segunda fenda (F2)	44
Figura 6: Espeleotemas de sílica na Galeria dos Panelões	44
Figura 7: Vista da abertura da Galeria Quebra-Perna	46
Figura 8: Paleoleito 1 – localizado entre a primeira e a segunda fenda do sistema	46
Figura 9: Duto dos Andorinhões – duto de dissolução com drenagem ativa	48
Figura 10: Vista da queda d'água do Duto dos Andorinhões	48
Figura 11: Entrada do rio no Compartimento Final	49
Figura 12: Compartimento Final localizado entre planos de acamamento do arenito	49
Figura 13: Ponto de ressurgência do Rio Quebra-Perna (indicado pela seta)	50
Figura 14: Cachoeira final do Rio Quebra-Perna na área do Geossítio	50
Figura 15: Espelotemas do tipo micro-travertinos, na Galeria dos Panelões	51
Figura 16: Bacia de dissolução com presença de água	53
Figura 17: Bacias de dissolução conctadas	53
Figura 18: Cúpula de dissolução na Galeria dos Panelões	54
Figura 19: Cúpula de dissolução na Galeria Quebra-Perna	54
Figura 20: Panela localizada no Paleoleito	58
Figura 21: Panela localizada na Galeria dos Panelões	58
Figura 22: Duto de dissolução (1).....	58

Figura 23: Duto de dissolução (2)	58
Figura 24: Dutos de dissolução bifurcados na segunda fenda (F2)	58
Figura 25: Relevo Ruiniforme	58
Figura 26: Mapa da diferença entre matas, campos nativos e campos de cultivo ..	61
Figura 27: Cacto-bola (<i>Parodia ottonis</i> var. <i>vila-velhensis</i>)	62
Figura 28: Vista do Rio Quebra-Perna e presença da vegetação ao entorno	62
Figura 29: Andorinhão-de-coleira-falha (<i>Streptoprocne zonaris</i>)	62
Figura 30: Morcegos na Galeria Quebra-Perna	62
Figura 31: Opilião com ovos na Galeria dos Panelões	62
Figura 32: Opilião com ovos na Galeria dos Panelões	62
Figura 33: Icnofósseis situados na Galeria dos Panelões – terceira fenda (F3)	63
Figura 34: Cervídeo representado em pinturas rupestres	66
Figura 35: Pintura rupestre de um cervídeo de maior dimensão	66
Figura 36: Pintura rupestre representando dois cervídeos	67
Figura 37: Possível representação de aves – ema	67
Figura 38: Primeira cachoeira do Rio Quebra-Perna na área do Geossítio	70
Figura 39: vista da base da primeira cachoeira do Rio Quebra-Perna próximo ao local do sumidouro do rio	70
Figura 40: Terceira Fenda (F3) – vista do Duto dos Andorinhões e Galeria Quebra-Perna	71
Figura 41: Raios solares iluminando a segunda fenda (F2)	71

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	12
1.2 IMPORTÂNCIA DO ESTUDO	13
1.3 SUMIDOUROS NA REGIÃO DOS CAMPOS GERAIS DO PARANÁ	17
1.4 OBJETIVOS	18
1.4.1 Objetivo Geral	18
1.4.2 Objetivos Específicos	18
1.5 MATERIAIS E MÉTODOS	18
2. REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1 RELEVO CÁRSTICO EM ROCHAS QUARTZOSAS	21
2.2 GEODIVERSIDADE E GEOCONSERVAÇÃO	25
2.1.1 Geodiversidade	25
2.1.2 Geoconservação	29
3. GEODIVERSIDADE NO SUMIDOURO DO RIO QUEBRA-PERNA	34
3.1 GEOLOGIA	34
3.2 SOLOS	35
3.2.1 NEOSSOLOS LITÓLICOS	35
3.2.2 GLEISSOLOS	36
3.2.3 ORGANOSSOLOS	36
3.3 GEOMORFOLOGIA	36
3.3.1 Arco de Ponta Grossa	37
3.3.2 Escarpa Devoniana	Erro!
Indicador não definido.	
3.4 COMPARTIMENTOS MORFOLÓGICOS DO SISTEMA CÁRSTICO DO SUMIDOURO DO RIO QUEBRA-PERNA	38
3.4.1 Cavidades subterrâneas	39
3.4.2 Fendas	40
3.4.3 Abrigo da Perereca	42
3.4.4 Galeria Quebra-Perna	43
3.4.5 Paleoleitos	43
3.4.6 Duto dos Andorinhões	45
3.4.7 Compartimento Final	47

3.5 FEIÇÕES DE DISSOLUÇÃO	50
3.5.1 Espeleotemas.....	50
3.5.2 Bacias de dissolução	52
3.5.3 Cúpulas de dissolução.....	52
3.5.5 Alvéolos	55
3.5.6 Dutos de dissolução.....	55
3.5.7 Relevo ruiforme	57
3.5.8 Lapas	59
3.6 ELEMENTOS DA BIODIVERSIDADE ASSOCIADOS À GEODIVERSIDADE ...	59
3.6.1 Icnofósseis.....	63
4. VALORES DA GEODIVERSIDADE NO GEOSÍTIO SUMIDOURO DO RIO	
QUEBRA-PERNA	64
4.1 VALOR INTRÍNSECO	64
4.2 VALOR CULTURAL	65
4.2.1 Valor Arqueológico.....	65
4.3 VALOR ESTÉTICO	68
4.4 VALOR FUNCIONAL	68
4.5 VALOR CIENTÍFICO E EDUCATIVO	69
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75

1. INTRODUÇÃO

O Geossítio Sumidouro do Rio Quebra-Perna, localizado na porção leste do município de Ponta Grossa, junto aos arenitos da Formação Furnas, apresenta grande influência de fendas e fraturas transversais ao eixo do Arco de Ponta Grossa, sendo um notável sítio natural, de grande beleza cênica. Graças a este arqueamento crustal são comuns nesta unidade geológica estruturas como fendas, falhas e fraturas, as quais possibilitam a existência de sumidouros, canais subterrâneos, ressurgência e quedas d'água.

Conforme apresentado por Santana (2001), dentre as feições mais singulares encontradas ao longo do Rio Quebra-Perna, destaca-se o sumidouro situado a cerca de 9 km de suas nascentes. Os fatores geológicos e geomorfológicos proporcionam grande singularidade ao geossítio e as várias formas e feições do relevo mostram a história da evolução da paisagem do local.

Feições de relevo tipicamente relacionadas a processos de dissolução, com drenagem subterrânea ainda ativa, colocam o local como um dos maiores exemplos de relevo cárstico em rochas siliciclásticas da região dos Campos Gerais do Paraná. O termo carste por muito tempo foi aplicado somente para feições existentes em rochas carbonáticas por estas serem consideradas rochas altamente solúveis, sendo que as litologias que apresentassem formas semelhantes, mas desenvolvidas em rochas não-carbonáticas, recebiam a denominação de pseudocarste. Entretanto, estudos mais recentes mostram que sistemas cársticos ocorrem em rochas consideradas pouco solúveis, desde que a erosão química seja um dos principais fatores na formação destes relevos, possibilitando a existência de drenagem subterrânea e outras feições de dissolução. Ou seja, independente da litologia, desde que os fatores formadores sejam os mesmos, o termo carste pode ser aplicado.

Os arenitos da Formação Furnas possuem permeabilidade localmente elevada e corpo rochoso bastante fraturado, sendo que tais características propiciam a penetração de águas pluviais e fluviais para setores em subsuperfície, causando a dissolução do cimento caulínítico e tornando possível a existência de feições cársticas nesta unidade geológica.

A notável singularidade que o geossítio apresenta está associada aos seus processos de formação, os quais resultaram numa expressiva geodiversidade, ou seja, uma variedade de ambientes e processos geológicos que compõem a paisagem. Como exemplos dessa geodiversidade podem-se citar: cavernas, paleoleitos, relevo ruiforme, bacias de dissolução, cúpulas de dissolução, espeleotemas, painéis, alvéolos, dutos de dissolução, cachoeiras, lapas e paredões rochosos. Estes elementos do meio abiótico devem ser protegidos, pois é fato que neles são encontrados a história da evolução do Planeta Terra. Com o propósito de proteger os elementos abióticos, surge então a Geoconservação. Para tanto, é necessário a identificação dos valores que podem ser atribuídos à geodiversidade, pois estes proporcionarão o conhecimento de qual local possui um maior interesse científico e, portanto, prioridade para sua conservação. A partir da Geoconservação é possível compreender que os componentes não-vivos do meio natural são tão importantes para a conservação da natureza quanto os vivos.

Com o propósito de realizar todos os objetivos deste trabalho, o mesmo foi dividido em cinco capítulos. O primeiro capítulo apresenta de forma geral a localização da área de estudo, importância do tema, os objetivos e a metodologia realizada para a construção do trabalho. O segundo capítulo aborda o referencial teórico utilizado, sendo que os temas principais abordados são feições cársticas em rochas quartzosas e geodiversidade e geoconservação. O capítulo três, baseado no que foi explanado no capítulo anterior, descreve a geodiversidade, seguido pelo quarto capítulo, que abrange os valores da geodiversidade existentes na área de estudo. O quinto e último capítulo apresenta as considerações finais do trabalho.

1.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A região dos Campos Gerais do Paraná, localizada no Segundo Planalto Paranaense, é limitada pela Escarpa Devoniana ao leste, exibindo uma paisagem suavemente ondulada, constituída por sedimentos paleozoicos do Devoniano, Carbonífero e Permiano (MAACK, 1981). É definida como uma região fitogeográfica, ou seja, caracteriza-se por sua vegetação natural, como campos limpos, remanescentes de cerrado e matas galerias ou capões isolados de Floresta Ombrófila Mista (MELO, MORO e GUIMARÃES, 2007).

O clima da região pode ser dividido em dois tipos, Cfa e Cfb, segundo a classificação de Köppen (CRUZ, 2007). Levando em consideração os estudos de Maack (1981) e Cruz (2007) o clima na área de estudo é do tipo Cfb, caracterizando-se como um clima subtropical, com temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C e temperatura média no mês mais quente superior a 22°C, sujeito a mais de cinco geadas noturnas por ano e sem estação seca definida e precipitação média anual entre 1.200 e 1.800 mm.

O Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna encontra-se na porção leste do município de Ponta Grossa-PR a aproximadamente 30 km do centro da cidade (Figura 1). O acesso até a área de estudo é feito primeiramente pela PR - 513, por cerca de 10 km. Em seguida, o percurso muda para uma estrada vicinal, por aproximadamente 12 km. Segundo Melo (2005) o início da estrada vicinal está a aproximadamente 2 km antes da localidade de Passo do Pupo, à direita da rodovia, no sentido Ponta Grossa - Passo do Pupo. Por último, percorre-se cerca de 1 km em uma estrada não pavimentada, em terras particulares.

O geossítio encontra-se próximo ao limite do Parque Estadual de Vila Velha (Figura 2) e inserido na APA (Área de Proteção Ambiental) da Escarpa Devoniana. Esta APA tem como principal objetivo a proteção do meio natural inserido entre o Primeiro e o Segundo Planalto Paranaense.

Próximos da área de estudo localizam-se dois importantes pontos turísticos do município: a fuma do Buraco do Padre, ao norte e a Cachoeira da Mariquinha, esta formada pelo Rio Quebra-Perna e situada a montante do geossítio.

A Bacia Hidrográfica do Rio Quebra-Perna, na qual o geossítio está inserido, segundo Carvalho (2004), abrange uma área total de 10.166,11 ha. O rio percorre pelos arenitos da Formação Furnas, encaixando-se por vezes em estruturas (fendas) de direção NE-SW. E em períodos de maior precipitação, ocorre o aparecimento de vários canais intermitentes. O Rio Quebra-Perna é afluente da margem direita do Rio Guabiroba, o qual deságua na margem direita do Rio Tibagi.

1.2 IMPORTÂNCIA DO ESTUDO

A bacia do Rio Quebra-Perna possui vários sítios naturais com características singulares de relevante interesse, que devem ser protegidos. Segundo Carvalho e Stipp (2005):

A Bacia Hidrográfica do Rio Quebra-Perna abriga simultaneamente inúmeros sítios naturais de importância local, regional e nacional (Parque Estadual de Vila Velha, Furna do Buraco do Padre, Furnas Gêmeas, Caverna das Andorinhas, Fortaleza, Buraco Grande, entre outros), além de intensa atividade agrícola, silvicultura (inclusive de plantas exóticas), pecuária e remanescentes de vegetação nativa. Os sítios naturais representam um potencial para conservação da biodiversidade e o desenvolvimento de atividades voltadas ao ecoturismo (Carvalho e Stipp, 2005, p. 4993)

O Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna encontra-se em propriedade particular, sendo possível o acesso somente com a autorização do dono da área. O restrito acesso faz com que o local esteja bem conservado, ao compará-lo com os demais sítios naturais da região.

O estudo de feições cársticas em rochas quartzosas, como é o caso dos arenitos da Formação Furnas, ainda é um ramo novo na área das Geociências. Há aproximadamente sessenta anos que estes estudos começaram a ganhar mais força, pois a utilização do termo carste foi por muito tempo restrito às feições ocorrentes em rochas carbonáticas, excluindo estudos em outros tipos de rochas.

Os sítios naturais na região dos Campos Gerais, em especial aqueles situados sobre os Arenitos Furnas, são excelentes exemplos para ajudar na comprovação da ocorrência de sistemas cársticos em rochas não-carbonáticas.

O Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna é um dos locais mais importantes e representativos, no que se refere à existência de um sistema cárstico nos Campos Gerais do Paraná. Por ser constituído por intenso conjunto de fendas, relacionadas com processos tectônicos regionais, o local possibilita alta permeabilidade da rocha por meio de fraturas, que variam da micro à macro escala, permitindo a dissolução de componentes minerais através das águas pluviais, fluviais e subterrâneas. Diversas feições de dissolução são encontradas por toda a área do geossítio, em superfície e subsuperfície, ganhando destaque a presença de drenagem subterrânea ativa. Por estes motivos, o local apresenta-se como um importante ponto de estudo para a ocorrência deste tipo de sistema em rochas não-carbonáticas.

De grande importância também é a exploração dos valores da geodiversidade no local, pois o reconhecimento destes valores auxilia no incentivo e promoção da Geoconservação, uma ciência voltada para a conservação do meio abiótico, ainda hoje tão pouco divulgada.

A identificação dos valores da geodiversidade mostra a importância que o meio abiótico tem para a sobrevivência dos seres vivos. Como aponta Brilha (2005) a humanidade sempre dependeu da utilização de materiais geológicos para a sua sobrevivência e evolução. Os recursos naturais sempre foram de primordial importância para a sociedade, sendo necessários diariamente, sejam na forma de vestimentas, moradias, locomoção, meios de comunicação, alimentação, entre outros. Porém, as estratégias de conservação do meio natural sempre estiveram focadas na biodiversidade, fazendo com que os elementos geológicos (ou geodiversidade) ficassem em segundo plano, havendo uma menor preocupação com a conservação da diversidade do meio abiótico, que se mostra ao longo da história, tão importante para a evolução da vida.

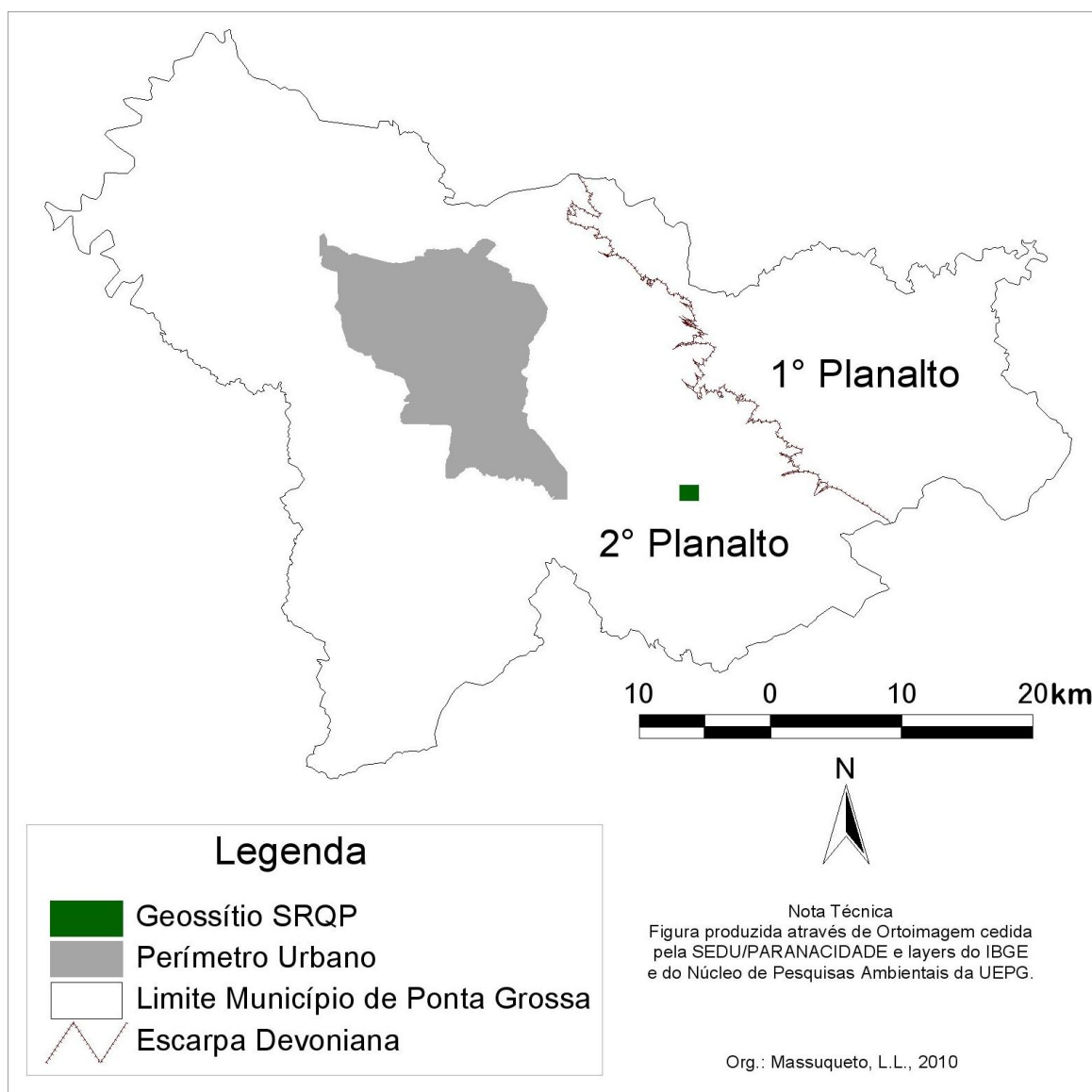


Figura 1: localização do Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna.

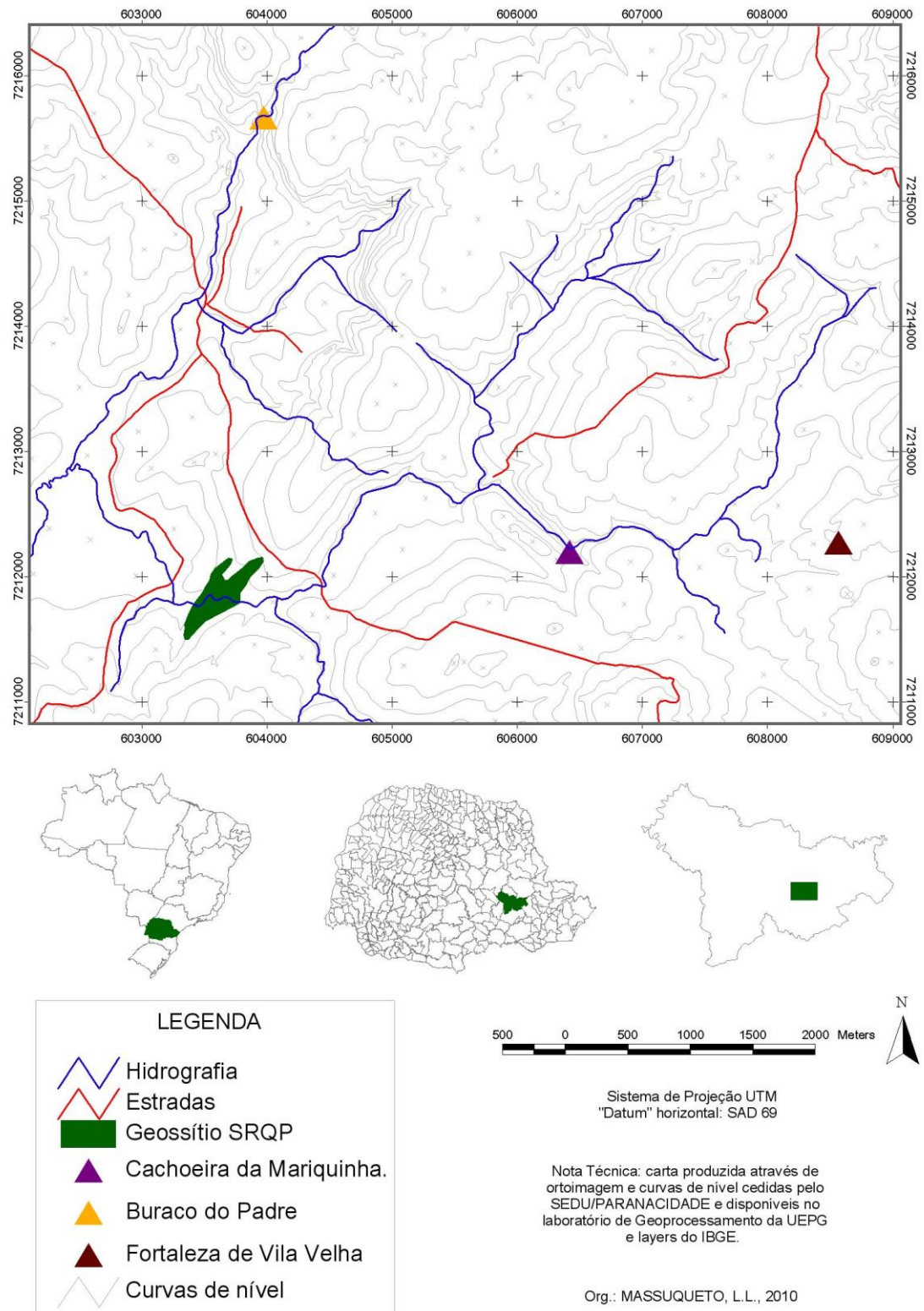


Figura 2: mapa de pontos de referência do Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna.

1.3 SUMIDOUROS NA REGIÃO DOS CAMPOS GERAIS DO PARANÁ

Na região dos Campos Gerais do Paraná são encontrados vários sumidouros, todos desenvolvidos em arenitos da Formação Furnas. Devido às características da rocha, muitos rios e riachos passam a correr subterraneamente por um determinado percurso. A ocorrência de sumidouros é uma feição significativa e representativa no que se refere a sistemas cársticos em rochas quartzosas.

O Sumidouro Gruta Lajeado do Sobrado localiza-se no município de Palmeira, possuindo uma projeção horizontal de noventa e seis metros. Este sumidouro está cadastrado no Cadastro Nacional de Cavernas da Sociedade Brasileira de Espeleologia (SBE) sob o número PR-244.

O Rio Itararé, que tem suas nascentes no estado de São Paulo e penetra na Escarpa Devoniana após cerca de 40 km de percurso, desaparece na região do Arenito Furnas, passando a percorrer quilômetros em leito subterrâneo, assumindo desta forma, um caráter cárstico. A ressurgência do Rio Itararé encontra-se ao sul da ponte Sengés-Itararé, num desfiladeiro estreito e íngreme, com aproximadamente cinquenta metros de profundidade, após um declive de 186 metros (MAACK, 1981).

No município de Ponta Grossa havia o Sumidouro do Rio Pitanguí. Segundo Maack (1981) este rio tem suas nascentes no Primeiro Planalto Paranaense e vencia a Escarpa Devoniana num curso subterrâneo carstiforme (sumidouro) atingindo o Segundo Planalto. O rio ao sair deste sumidouro revelava uma diferença de altitude de 42 metros. Devido à construção da Represa de Alagados, o local foi dinamitado para aproveitar o potencial hidráulico. Atualmente, o rio percorre pela cavidade subterrânea e por superfície, variando com o índice pluviométrico que influencia em suas cheias. Grande parte do percurso foi destruído, porém ainda é possível adentrar partes da cavidade quando o nível da represa está baixo, a qual apresenta galerias arredondadas e bacias de dissolução (PONTES, 2010a).

Outro sumidouro da região encontra-se na caverna de acesso à Furna do Buraco do Padre, no Rio Quebra-Pedra. Esta furna localiza-se num cruzamento de falhas de direção NW-SE e NE-SW e por si só, já se trata de um sumidouro. Em dezembro de 2007, após um elevado período de pluviosidade, o local foi palco de mudanças hidrogeológicas importantes, com o aparecimento do sumidouro, o qual modifica constantemente a paisagem. O curso do Rio Quebra-Pedra foi alterado pelo surgimento desta feição, fazendo com que o rio voltasse a aparecer numa

caverna, que tem sua estrutura controlada na direção E-W. Após a ressurgência, o rio desenhou um novo percurso de 72 metros entre a mata, até atingir seu trajeto original (PONTES et al. 2010). Em épocas de elevado índice pluviométrico, a vazão do rio aumenta, fazendo com que o sumidouro não suporte o volume d'água e o rio percorra pelo trajeto superficial e pelo subterrâneo. A existência de tal processo, em escala temporal humana, ajuda a entender o processo de formação de sumidouros nos arenitos da Formação Furnas.

O Sumidouro do Rio Quebra-Perna será o palco de estudos deste presente trabalho.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo identificar a geodiversidade e seus valores no Sumidouro do Rio Quebra-Perna.

1.4.2 Objetivos Específicos

- a) Caracterizar a área do Sumidouro do Rio Quebra-Perna a partir de sua geodiversidade (cavernas, paleoleitos, relevo ruiforme, dutos de dissolução, cachoeiras, icnofósseis, etc.);
- b) Compreender os fatores condicionantes do local e os processos vinculados à sua gênese;
- c) Identificar os valores que possam ser atribuídos ao local e área de entorno, visando a conservação da sua geodiversidade

1.5 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização dos estudos no Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna, a metodologia se estruturou da seguinte forma:

- a) Revisão bibliográfica abrangendo temas como geodiversidade, geoconservação, valores da geodiversidade, carste em rochas quartzosas, processos erosivos em rochas siliciclásticas, geologia, geomorfologia e feições cársticas nos Campos Gerais do Paraná. O referencial teórico teve como base a

consulta em livros, artigos de revistas, resumos, anais de eventos, monografias, dissertações, teses e páginas da internet;

b) Trabalhos de campo foram realizados para reconhecimento do local, obtenção de dados em geral e execução de levantamento topográfico. Assim como, estudos da geologia e geomorfologia no local objetivaram compreender a dinâmica da paisagem, pois características do maciço rochoso, juntamente com feições geomorfológicas, indicam os processos ocorridos para a formação do geossítio. Nesta etapa também foi realizado a montagem de um acervo fotográfico, com os principais pontos de interesse da área de estudo.

c) Os procedimentos do levantamento topográfico nos compartimentos subterrâneos encontrados no geossítio tiveram como base o manual de espeleologia de Dematteis (1975). O mapeamento foi executado a partir de visadas topográficas no método de poligonal aberta. Para as medições, foram utilizadas trena métrica de 20 metros e corda sisal de aproximadamente 40 metros. As direções de lineamento foram medidas a partir da bússola geológica Brunton e as coordenadas foram obtidas através do aparelho receptor GPS, modelo GARMIM II PLUS.

d) A digitalização dos dados topográficos obtidos em campo foi executada por meio do programa livre *OCAD PRO 8*. O detalhamento do mapa topográfico possui um grau avançado, apresentando graduação BCRA 5D, conforme apresentado pela BCRA (British Cave Research Association). Segundo Magalhães e Linhares (1997), este grau de detalhamento equivale a:

5 - Um levantamento magnético. Ângulos verticais e horizontais com precisão de 1 grau; distâncias com precisão de 10 cm; erro no posicionamento das bases menor que 10 cm;

D - Medidas de detalhes feitas nas bases topográficas e onde quer que seja necessário entre as bases, para mostrar mudanças significativas na forma, tamanho e direção da passagem.

d) Os mapas de localização e caracterização da área de estudo foram gerados no software *Arc View 3.2a* disponível no Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa. A Ortoimagem SPOT 5, com resolução espacial de 5 metros, correspondente ao MI 2841-1 fornecida pelo SEDU-Paranacidade, junto ao layer de curvas de nível de equidistância de 20 metros foram usados como base para gerar estes mapas. Os layers do Brasil e do Estado do Paraná com divisão dos municípios, foram obtidos

gratuitamente do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o layer do perímetro urbano da cidade de Ponta Grossa foi cedido pelo Núcleo de Estudos em Meio Ambiente (NUCLEAM - UEPG).

e) Este trabalho teve como base os estudos realizados durante Iniciação Científica entre os anos 2009/2010, fazendo parte do Projeto de “Geoconservação e Geodiversidade”, financiado pela Fundação Araucária.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico foi dividido em dois principais temas: relevo cárstico em rochas quartzosas e Geodiversidade e Geoconservação, dado que para a conclusão deste trabalho, o amplo conhecimento nestas duas áreas é de extrema importância.

2.1 RELEVO CÁRSTICO EM ROCHAS QUARTZOSAS

O Rio Quebra-Perna, na área do Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna, tem seu curso superficial interrompido e passa a correr subterraneamente por diferentes compartimentos morfológicos, além de apresentar dutos elevados secos, mas que comprovam a existência de passagem das águas do rio por eles.

A existência de rios subterrâneos formando feições distintas evidencia a presença de um sistema cárstico no local. Para Hardt et al. (2009) “quando em uma determinada área, ocorrem os processos de carstificação, aparecem as formas típicas de relevo, dando origem ao carste. Este conjunto de formas associado aos processos geradores constitui um sistema cárstico”.

A ciência do carste, responsável por estudar formas e feições cársticas, teve início durante estudos científicos realizados na região do Kras, entre a antiga Iugoslávia e a Itália. Os estudos se iniciaram sobre uma região com formas de relevo singulares “marcada pela existência de rios subterrâneos com cavernas e superfícies acidentadas” (KARMANN, 2000) desenvolvidas sobre rochas carbonáticas (principalmente calcário). Por muito tempo, a terminologia carste foi utilizada somente para rochas carbonáticas (calcários e dolomitos, por exemplo), as quais são consideradas altamente solúveis. Para Karmann (2000) “por rocha solúvel é entendido aquela que após sofrer intemperismo químico produz pouco resíduo insolúvel”.

Segundo Hardt et al. (2009) o termo carste no Brasil deriva da junção da terminologia carso em Portugal e karst em línguas germânicas, sendo este último derivado da região do Kras.

Pelo fato dos primeiros estudos sobre relevos cársticos serem realizados em terrenos de rochas carbonáticas fez com que muitos estudiosos tratassem como feições cársticas somente as desenvolvidas neste tipo de rocha, ou seja, as quais apresentem em sua composição carbonatos, excluindo qualquer possibilidade de

processos cársticos em outros tipos de rochas, principalmente em rochas consideradas pouco solúveis, como é o caso dos arenitos quartzosos.

A partir da década de 1950, pesquisadores começaram a estudar feições do relevo semelhantes às encontradas em relevos cársticos ocorrentes em rochas não-carbonáticas, principalmente em arenitos e quartzitos, em diferentes partes do mundo e concluíram que a existência dessas feições também era passível de ser chamada de carste. Entretanto, os pesquisadores da carstologia clássica trataram estas formas desenvolvidas em rochas não-carbonáticas, especialmente em rochas silicosas¹, como pseudocarste. O pseudocarste seria a denominação dada para feições semelhantes ao carste encontrado em rochas carbonáticas, mas que seu processo de formação não é o mesmo que o presente nestas rochas. Para os pesquisadores da carstologia clássica as formas e feições desenvolvidas em quartzo-arenitos e quartzitos seriam resultado da ação da erosão mecânica, colocando que o processo de dissolução é ausente ou insignificante no modelado do relevo.

Pesquisadores de uma linha de pensamento diferente na ciência do carste passaram a relacionar a existência de relevo cárstico com o processo e não mais com os tipos de rocha. Estudos de Wray (1997) e Hardt et al (2009) apontam que é possível a ocorrência de carste em rochas pouco solúveis, desde que o surgimento da morfologia seja determinado pela erosão química, mesmo que não seja o processo principal, mas que esta solubilidade influencie diretamente no modelado cárstico, formando condutos que possibilitam a existência de drenagem subterrânea.

Trabalhos recentes (Ford e Klimchouk, 2000 apud Hardt et al., 2009) apontam não mais a existência de “relevos cársticos” e sim de “sistemas cársticos”. As formas de relevo como sistemas, que envolvem uma marcante drenagem subterrânea, dissolução da rocha, esta solúvel e com permeabilidade estrutural, e transporte de massa, com uma organização peculiar, passam a ser chamadas de sistemas cársticos.

Como explica Marques Neto (2008) “o conjunto espacial compreendido por uma paisagem cárstica, para efeito de definição, pode ser compartimentado em um domínio superficial, subsuperficial e subterrâneo”. O superficial, chamado também de exocarste, compreende feições como pináculos, lapíás e torres. O subsuperficial,

¹ Rochas que são compostas principalmente por sílica.

ou epicarste, está ligado ao estudo do carste desenvolvido na porção solo-regolito-solo. E por último, o endocarste, que trata do carste subterrâneo, como abismos, dolinas e sumidouros. Este conjunto de domínios é o material de estudo para a ciência que estuda o carste, ou seja, a Carstologia.

Para a existência de sistemas cársticos alguns fatores são indispensáveis, como: rochas solúveis com permeabilidade de fraturas; gradiente hidráulico elevado e o clima, relacionado com a disponibilidade de águas, sendo mais intenso o desenvolvimento de sistemas cársticos em climas úmidos. A ocorrência de carstificação em climas quentes, como explica Karmann (2000) é favorecida pela existência de densa vegetação, onde “a produção biogênica de dióxido de carbono (CO_2) no solo é maior, aumentando o teor de ácido carbônico nas águas de infiltração”. Ainda segundo o mesmo autor, é em climas quentes e úmidos que ocorre um maior desenvolvimento de paisagens cársticas. O principal processo para a carstificação é a dissolução química que ocorre nas rochas, ou seja, é a ação de águas superficiais que em contato com o CO_2 , encontrado na atmosfera ou no solo (neste caso, encontrado em raízes de plantas ou em matéria orgânica) infiltra nas rochas, causando a dissolução do cimento entre os grãos.

Em rochas poucos solúveis, como é o caso dos arenitos (neste caso em especial os da Formação Furnas), há também a existência de sistemas cársticos. Como explicam Melo, Lopes e Boska (2005).

“[...] os arenitos da Formação Furnas tiveram evolução complexa, destacando-se a formação de cimentos argilosos (caulinita e illita) durante processos diagenéticos, o que preencheu os espaços entre os grãos de quartzo, unindo-os firmemente, e reduziu significativamente a porosidade original da rocha (De Ros, 1998). Por outro lado, este cimento argiloso pode sofrer dissolução por ação da água (Melo, 2004), processo que favorece a formação das cavidades como as furnas e leitos de rios subterrâneos”. (Melo, Lopes e Boska, 2005, p. 03)

Devido às características físicas das rochas aflorantes, como a alta permeabilidade intergranular e por fraturamentos, incrementam a penetração da água das chuvas para o subsolo, como é o caso dos arenitos da Formação Furnas fazendo com que muitos rios e riachos passem a correr subterraneamente, conforme acontece com os rios Itararé, Funil, Pitangui e Quebra-Perna, na região dos Campos Gerais do Paraná (SOARES, 1989).

Segundo Willems et al. (2008) o desenvolvimento de cavernas, rios subterrâneos, lapiás sumidouros e demais feições em rochas consideradas pouco solúveis, criam um sistema cárstico completo, sendo os processos genéticos idênticos aos de rochas carbonáticas, constituindo assim, sistemas cársticos em rochas quartzosas.

Hardt et al. (2009) apresentam que o estudo da ocorrência ou não de carste em rochas não carbonáticas deve embasar-se na geomorfologia, analisando os diversos elementos da paisagem para compreender os processos formadores do modelado cárstico, ou seja, a geologia não é o único fator condicionante para a existência deste tipo do relevo.

A existência ou não de um relevo cárstico em determinada região não pode ser analisada apenas a partir de estudos sobre macrofeições. Deve-se realizar um estudo em diferentes escalas de grandeza, abrangendo desde feições microscópicas até um contexto regional, pois todas estas formas, estudadas sistemicamente, podem comprovar a presença de um modelado cárstico na paisagem. É possível encontrar muitas dessas meso e microfeições no Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna, observadas tanto nos compartimentos morfológicos subterrâneos como em superfície. Tais feições são passíveis de comprovar a dissolução química da rocha, tanto do cimento argiloso como também dos grãos de quartzo. A presença de significativa dissolução na gênese das formas presentes no geossítio possibilita considerar este como o exemplo mais notável da existência de um sistema cárstico na região dos Campos Gerais do Paraná desenvolvido nos arenitos da Formação Furnas.

2.2 GEODIVERSIDADE E GEOCONSERVAÇÃO

2.1.1 Geodiversidade

As estratégias de conservação do meio natural sempre estiveram focadas na biodiversidade, fazendo com que os elementos geológicos, ou a geodiversidade, ficassem em segundo plano. As condições abióticas sempre foram de extrema importância para a evolução e sobrevivência de todos os seres vivos (BRILHA, 2005).

O termo geodiversidade é recente e segundo Gray (2004 apud Brilha, 2005) “surgiu por ocasião da Conferência de Malvern sobre Conservação Geológica e Paisagística, realizada em 1993 no Reino Unido”. Mesmo depois de quase vinte anos, este termo continua sendo desconhecido, mesmo dos profissionais da área de Geociências.

Segundo Mochiutti (2009) o termo geodiversidade ainda não possui amplo reconhecimento, mesmo dentro da comunidade geológica, possivelmente por se tratar de um novo conceito.

A geodiversidade consiste na variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que compõem paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são o suporte para a vida na Terra (BRILHA, 2005).

Para Brilha (2005) a geodiversidade consiste de uma multiplicidade de fatores e a relação existente entre eles. Um dos exemplos mais relevantes, responsáveis primeiramente pela geodiversidade, são os 109 elementos químicos conhecidos e organizados por Mendeleiev (1834-1907) na tabela periódica. A junção dos elementos químicos na natureza origina moléculas que por sua vez, são responsáveis pela origem de diversos produtos. Dentre estes produtos, os minerais são um exemplo. Quando os minerais associam-se uns aos outros, dão origem às rochas (BRILHA, 2005), que são subdivididas em sedimentares, ígneas (plutônicas e vulcânicas) e metamórficas. Estes tipos de rocha comprovam que as mesmas podem se formar em ambientes muito diferentes.

Processos exógenos (externos), como os fatores climáticos, causam o intemperismo das rochas dando início à formação de outro elemento da

geodiversidade, o solo, estabelecendo uma importante conexão entre a biodiversidade e a geodiversidade.

Segundo Sá (2007) os solos são “uma coleção de corpos naturais, organizados e tridimensionais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, que recobrem grande parte das extensões continentais do planeta.” A existência de diferentes tipos de solos ocasiona diferentes tipos de vegetação, e consequentemente, diferentes tipos de fauna.

Outra conexão entre a biodiversidade e a geodiversidade pode ser observada a partir de rastros e moldes de seres vivos que viveram há milhões de anos atrás e que hoje em dia suas evidências são encontradas nas rochas. “Os fósseis, essenciais ao conhecimento da biodiversidade do nosso planeta, são também elementos intrínsecos da geodiversidade.” (BRILHA, 2005).

A história do desenvolvimento da civilização humana ao longo do tempo sempre esteve conectada com a utilização de materiais geológicos. Exemplos clássicos podem ser dados a partir da Idade da Pedra Lascada (Paleolítico), onde as ferramentas de caça eram produzidas a partir de pedras e madeiras. Esses utensílios eram necessários para a caça e também, para a própria defesa do grupo.

Outra importante época da história, ligada à necessidade do homem ao meio físico, foi a Idade da Pedra Polida (Neolítico), a qual teve como uma de suas principais características, a vida sedentária, ou seja, as tribos deixaram de ser nômades e passaram a residir em aldeias, perto de rios e lagos, constituindo as primeiras formas de agricultura.

A Idade dos Metais é conhecida como aquela em que o homem pré-histórico fez muitos avanços em termos de produção de artefatos, foi nessa época que houve o conhecimento para fundir os metais, trazendo muitos avanços não só para a época em questão, mas também para todo o desenvolvimento das civilizações. A Idade dos Metais é dividida em três principais períodos: a Idade do Cobre, na qual o aprendizado de fundir e moldar o cobre proporcionou a fabricação de espadas e lanças, as quais eram feitas em moldes de pedras ou argila. A Idade do Bronze que é marcada pela produção do bronze, a partir da mistura dos elementos cobre e estanho, gerando uma liga. Marcando o último período da Idade dos Metais, com o domínio da metalurgia, o homem passou a produzir armas e ferramentas mais resistentes a partir da fabricação de utensílios de ferro, sendo esta época conhecida

como Idade do Ferro. A produção de materiais e ferramentas se intensificava conforme o aprendizado do homem com os recursos naturais era aprimorado.

A utilização destes metais e a fabricação de armas e ferramentas trouxeram uma maior comodidade para as civilizações, tendo uma grande influência na agricultura, com a construção de arados e enxadas e também de utensílios domésticos como panelas e talheres².

A dependência do homem pelos recursos geológicos ainda teve continuação com a Idade da Prata, do Aço e dos Minerais Energéticos (MOCHIUTTI, 2009).

Outro fator que reflete essa conectividade entre a geodiversidade com a humanidade, é a questão de ocupação de um território, sempre determinado pelas características do relevo, assim como, a disponibilidade de recursos como água e solo, tão essenciais para a vida.

A geodiversidade está estritamente inserida na vivência dos homens, de tal modo, que muitas vezes, passa despercebida por tornar-se tão comum. Mas é fato que para tudo o que fazemos no cotidiano, os elementos da geodiversidade estão presentes. Desde o fornecimento de matérias-primas para produção de energia, para a produção de aparelhos eletrônicos como geladeiras, celulares, computadores entre tantos outros, para vestimentas, para a construção civil e para a agricultura. São incontáveis os locais e as formas em que os elementos da geodiversidade são inseridos em nosso dia-a-dia.

O aspecto cultural de um determinado local também pode estar fortemente relacionado com a geodiversidade. Muitos locais, como cidades, estados ou até mesmo países, têm seu nome ligado com algum elemento geológico. Citam-se como exemplos brasileiros, o Estado de Minas Gerais, o qual ficou assim conhecido devido à busca dos bandeirantes por ouro e pedras preciosas no século XVI, nas minas de exploração e a cidade de Foz do Iguaçu, conhecida mundialmente pelas Cataratas do Iguaçu, formadas devido à foz do rio, proporcionando uma beleza peculiar.

O aspecto estético muitas vezes é determinado por elementos da geodiversidade. Inúmeros são os locais de grande beleza cênica, além de importantes pontos para estudos científicos, que encontramos ao redor do mundo. Vale lembrar que a gênese destes locais está associada com a história de formação

² As descrições sobre a Idade da Pedra Lascada, Polida e dos Metais tiveram como base o conteúdo encontrado no site: www.suapesquisa.com/

do nosso planeta. A separação dos continentes, os ambientes de sedimentação, os ambientes de metamorfismo, os glaciais e interglaciais, todos os grandes processos formadores do que hoje nós conhecemos como o modelado terrestre, são os responsáveis pelas formidáveis paisagens existentes.

Na região dos Campos Gerais do Paraná, vários são os sítios naturais que podem ser citados como exemplos do aspecto estético da geodiversidade, sendo eles Parque Estadual de Vila Velha, Lagoa Dourada, Furna do Buraco do Padre, Furnas Gêmeas, Sumidouro do Rio Quebra-Perna, Canyon do Rio Iapó, Canyon do Rio São Jorge, a região de Piraí da Serra, dentre inúmeros outros.

Ao longo dos mais de seis mil anos de história da civilização humana documentada por escrito, é fato que o ser humano ainda não experimentou toda a variedade e magnitude dos fenômenos geológicos da Terra. Através de registros geológicos e fossilíferos, podemos saber que o passado nunca foi igual ao presente (FAIRCHILD, 2000) e que provavelmente o futuro também não será igual ao que conhecemos hoje.

Devido à grande necessidade que temos de todos esses elementos geológicos, pouco é feito para a proteção dos mesmos. Como proposto por Brilha (2005) os elementos da geodiversidade sofrem ameaças, quase sempre de uma forma direta ou indiretamente relacionada com atividades humanas. Os elementos da geodiversidade são frágeis, por mais que apresentem uma aparência de resistência e durabilidade. As ameaças à geodiversidade encontram-se em escalas diversas e graus distintos.

Como exemplo das ameaças que a geodiversidade vem sofrendo, pode-se citar: exploração de recursos geológicos, desenvolvimento de obras e estruturas, gestão de bacias hidrográficas, desmatamento, reflorestamento e agricultura, atividades militares, atividades recreativas e turísticas, coleta de amostras geológicas para fins não científicos e a falta de conhecimento técnico-científico na área das Ciências da Terra, por parte de políticos, técnicos e a sociedade em geral (BRILHA, 2005).

A diversidade geológica, ou geodiversidade, merece o mesmo reconhecimento que existe, com a biodiversidade, pois só assim poderemos concretizar a luta pela proteção e conservação dos ambientes geológicos.

2.1.2 Geoconservação

Em busca da conservação e proteção do meio abiótico, quase tão recente quanto o termo geodiversidade, surge a Geoconservação. Segundo Rocha e Guimarães (2010) as estratégias para a conservação do meio natural sempre estiveram focadas na proteção da biodiversidade, deixando em segundo plano os elementos geológicos, que muitas vezes só são protegidos por estarem localizados em áreas de proteção biológica, cultural-histórica, e não por seu valor científico-geológico propriamente dito.

Entendendo-se que os recursos naturais se integram, sejam do meio biótico ou abiótico, as estratégias de conservação devem estar voltadas para a proteção de todo o patrimônio natural, incluindo os elementos da geodiversidade, que muitas vezes são deixados em segundo plano em relação a sua preservação por não apresentarem, por exemplo, belezas cênicas ou um contexto cultural, para a sociedade em geral e órgãos de proteção (ROCHA, GUIMARÃES, 2010).

Ao longo da história vários instrumentos para a proteção do meio natural foram implantados, como leis e decretos e a criação de parques em nível municipal, estadual e federal. Entretanto, poucos desses instrumentos estão especificamente voltados para a proteção do patrimônio geológico.

No Brasil, com a promulgação da Lei 9.985 de 18 de julho de 2000, criou-se o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, o qual estabelece normas e critérios para a criação, implantação e gestão das Unidades de Conservação (NASCIMENTO, RUCHKYS e MANTESSO NETO, 2008). As Unidades de Conservação são áreas bem delimitadas, que apresentam uma relevância paisagística natural, envolvendo o meio biótico e abiótico, assim como, sítios arqueológicos e paleontológicos.

Inseridas no SNUC estão as Áreas de Proteção Ambiental – APA, que têm por objetivo a proteção da diversidade natural. Na região dos Campos Gerais, a APA da Escarpa Devoniana, criada pelo Decreto nº1.231 de 27 de março de 1992 objetiva assegurar a conservação do limite natural inserido entre o Primeiro e o Segundo Planalto Paranaense.

A ideia de que os elementos geológicos sejam infinitos e duradouros, estando além da interferência humana, faz com que estes não sejam alvos prioritários quando se trata da conservação do meio natural. Porém é importante destacar o

quão frágil a geodiversidade pode ser perante as ações humanas (ROCHA, GUIMARÃES, 2010).

Para Sharples (2002) a Geoconservação “visa à preservação da diversidade natural (ou geodiversidade) de significativos aspectos e processos geológicos (substrato), geomorfológicos (formas de paisagem) e de solo, pela manutenção da evolução natural desses aspectos e processos”. Brilha (2005) apresenta que “a geoconservação visa não só prevenir ou minimizar a degradação ocorrente, como também está interessada na manutenção dos processos biológicos que dependem dos sistemas físicos.”

Entende-se que a proteção da geodiversidade deve estar entrelaçada com a conservação da biodiversidade, pois se reconhece que a geodiversidade serve como substrato para a biodiversidade, ou seja, as condições biológicas estão intrinsecamente ligadas com os elementos geológicos.

Porém há restrições mesmo tratando-se da conservação da geodiversidade. Conforme explica Brilha (2005) é impossível conservar toda a diversidade geológica existente e para isso são colocados alguns parâmetros que buscam classificar e assim escolher quais locais devem ser protegidos. Os locais que apresentam o mais alto grau de interesse geológico são classificados como geossítios, que em conjunto constituem o Patrimônio Geológico de uma determinada região. O Patrimônio Geológico é definido pelo conjunto de geossítios existentes inventariados e caracterizados numa dada área ou região. Sendo assim, o objetivo da Geoconservação é conservar o Patrimônio Geológico e os processos a ele associados.

Devido às ameaças que a geodiversidade enfrenta, é necessário implantar as estratégias de Geoconservação. Estas estratégias consistem em elaborar meios e métodos visando à conservação do Patrimônio Geológico. Sete são as estratégias para a aplicação da Geoconservação em determinada área, propostas na obra de Brilha (2005).

A inventariação é a primeira fase para o desenvolvimento da Geoconservação. Esta fase consiste em reconhecer e caracterizar todos os geossítios que apresentem feições singulares e um elevado valor científico, educativo, cultural, entre outros. O geossítio deve ser tido como o melhor representante dentre os demais com ocorrências similares. Os processos utilizados para a inventariação devem conter uma ficha descritiva com as características da

área de estudo em questão e a localização em cartas topográficas e/ou geológicas com o auxílio de GPS (*Global Position System*) para possíveis trabalhos de campo. Para cada geossítio é necessário realizar uma caracterização *in loco* e registros fotográficos, que devem acompanhar a ficha de inventariação. Esta inventariação feita em campo deve ser auxiliada e complementada por consultas bibliográficas que abordem as temáticas da área de estudo.

O segundo passo é a quantificação, onde cada geossítio deve passar por um processo de avaliação mostrando a relevância de seus valores. Devido à dificuldade em determinar que um geossítio seja mais importante que o outro, deve ser usado uma metodologia precisa. O cálculo de relevância deve contemplar inúmeros critérios, apresentando as feições singulares de cada geossítio, assim como o seu uso potencial e o nível de proteção necessário para cada local (NASCIMENTO, RUCHKYS e MANTESSO NETO, 2008). A importância da realização desta etapa consiste em que não é possível conservar toda a geodiversidade, sendo necessário estabelecer prioridades (MOCHIUTTI, 2009).

Os critérios utilizados foram propostos por Uceda (2000, apud BRILHA, 2005) e têm por objetivo definir o valor intrínseco do geossítio, o seu uso potencial e a necessidade de proteção. A seguir será descrito o que contém em cada um desses critérios.

- a) Critérios relacionados ao valor intrínseco ao geossítio: cita-se como exemplo a abundância/raridade; extensão superficial do geossítio em metros quadrados; grau de conhecimento científico; utilidade como modelo para ilustração de processos geológicos; diversidade de elementos de interesse; local-tipo; associação com elementos de índole cultural; associação com outros elementos do meio natural e estado de conservação.
- b) Critérios relacionados ao uso potencial do geossítio: cita-se como exemplo a possibilidade de realizar atividades (científicas, pedagógicas, turísticas e recreativas); condições de observação; possibilidade de coleta de objetos geológicos; acessibilidade; proximidade com povoados; número de habitantes e condições socioeconômicas.
- c) Critérios relacionados com a necessidade de proteção do geossítio: cita-se como exemplo as ameaças atuais ou potenciais; situação atual; interesse para a exploração mineira; valor dos terrenos (reais/m²); regime de propriedade e fragilidade.

Segundo Pereira (2007) a etapa de quantificação tem sido encarada como um complemento à inventariação dos geossítios.

A etapa seguinte consiste no processo de classificação dos geossítios e ao enquadramento legal existente, variando entre os âmbitos federal, estadual e municipal. No Brasil a Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC nº. 9.985 de 18 de julho de 2000, que regulamenta o art. 225, parágrafo primeiro, incisos I, II, III, e VII da Constituição Federal estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação, que são definidas como “espaços territoriais que abrigam recursos ambientais de características naturais relevantes legalmente instituídas pelo Poder Público, com objetivo de conservação e estabelecimento de limites para garantia de proteção” (NASCIMENTO, RUCHKYS e MANTESSO NETO, 2008).

Salienta-se que entre os treze principais objetivos do SNUC, somente um está diretamente relacionado ao patrimônio geológico, o qual tem por finalidade “proteger as características relevantes da natureza geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural” (NASCIMENTO, RUCHKYS e MANTESSO NETO, 2008). Segundo Brilha (2005), a classificação de geossítios em âmbitos municipais é a mais simples em termos burocráticos.

Para prosseguir com as estratégias da Geoconservação, a próxima etapa consiste na avaliação dos geossítios diante de sua vulnerabilidade perante a degradação ocasionada por processos naturais e antrópicos. Os geossítios que apresentarem maiores riscos, de acordo com sua relevância, terão prioridade na hora de definir uma estratégia futura para ações de conservação (BRILHA, 2005).

A etapa de valorização e divulgação do Patrimônio Geológico consiste no conjunto de informações e interpretações que ajudarão o público em geral a conhecer a importância e os valores do geossítio. Tais ações serão implantadas na forma de painéis explicativos e interpretativos expostos no geossítio, assim como a produção de livros, cartilhas e páginas na internet sobre o assunto, tornando os temas relacionados aos elementos geológicos conhecidos e dessa forma ajudando na sensibilização para a conservação dos mesmos.

A última estratégia da Geoconservação consiste no monitoramento dos geossítios, permitindo a manutenção de sua relevância, ou seja, conforme descrito por Lima (2008) é um instrumento de controle e de avaliação que fornecerá importantes informações sobre os fatores que influenciam a conservação.

Para que haja uma maior divulgação da Geoconservação é necessário levá-la ao reconhecimento de todos e não que ela permaneça apenas em âmbitos técnico-científicos. É desta forma que os três pilares (educação, conservação da natureza e ordenamento do território) propostos por Brilha (2005) devem ser colocados em prática. A conservação, relacionada com a educação e turismo, são as formas de divulgar a Geoconservação e, por conseguinte, a importância dos elementos da geodiversidade e seus valores. Para haver um movimento de sensibilização política e social evidenciando a importância da geodiversidade e que esta deve ser protegida, é necessário tornar conhecido o que existe em cada região, os valores que incidem sobre estes elementos e as ameaças às quais eles estão sujeitos (MOCHIUTTI, 2009). Sendo assim, é necessário haver uma mobilização por parte de todos em relação aos elementos geológicos, sabendo da importância que estes possuem, pois a partir do momento que a preocupação com a geodiversidade tornar-se primordial, a conservação destes elementos será mais facilmente aplicada.

3. GEODIVERSIDADE NO SUMIDOURO DO RIO QUEBRA-PERNA

Neste capítulo será apresentada toda a geodiversidade existente na área do Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna. Como exemplos pode-se citar: cavernas, paleoleitos, relevo ruiforme, bacias de dissolução, icnofósseis, alvéolos, cachoeiras, balneários, lapas e paredões rochosos, feições estas relacionadas com a gênese do local (MASSUQUETO e GUIMARÃES, 2010). A identificação da geodiversidade leva ao reconhecimento de seus valores. Para Brilha (2005) a atribuição de valores à geodiversidade (intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional, científico e educativo) proporciona meios para promover a proteção e conservação dos elementos geológicos.

3.1 GEOLOGIA

A Geologia é o principal elemento do presente trabalho, pois as características da rocha quartzosa no local é o que possibilita a formação de um sistema cárstico.

O Geossítio Sumidouro do Rio Quebra-Perna situa-se na porção leste da Bacia Sedimentar do Paraná, sobre os arenitos da Formação Furnas (Siluriano/Devoniano). Esta unidade rochosa “é constituída predominantemente de arenitos médios a grossos de coloração clara, feldspáticos e/ou caulínicos, com grãos angulosos a subangulosos, regularmente selecionados” (MELO et al., 2005). Estas rochas arenosas dispõem-se em camadas tabulares de variada espessura, com presença de estratificações cruzadas e plano-paralelas, apresentando níveis intercalados de material fino (silte argiloso micáceo) de espessura que varia de centímetros a dezenas de centímetros (ASSINE, 1996).

Assine (1996) subdividiu os arenitos da Formação Furnas em três unidades distintas: Unidade I (*Inferior*), Unidade II (*Média*) e Unidade III (*Superior*).

A seção de afloramento mais representativa dos arenitos da Formação Furnas no Paraná é a encontrada no *Canyon* do Rio Iapó no Guartelá, apresentando um empilhamento vertical praticamente contínuo de 250 metros, desde o contato basal com as rochas vulcânicas do Grupo Castro até as camadas de transição no topo da Formação Furnas (ASSINE, 1996). Ressalta-se a existência de um intervalo

basal entre o Grupo Castro e a Formação Furnas com a presença de diamictitos da Formação Iapó (LOBATO, BORGHI, 2005).

Todo o Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna está situado nos Arenitos Furnas. As características físicas desta unidade rochosa são essenciais para a formação de condutos subterrâneos. A cimentação argilosa (caulinita e illita) faz com que estes arenitos sejam de fácil dissolução pela ação das águas meteóricas, possibilitando a existência de rios com curso subterrâneo. A dissolução dos grãos de quartzo também é significativa, sendo outro fator responsável por gerar formas e feições cársticas diversas nesta rocha. Conforme apontam Pontes e Melo (2009) estudos em ornamentos constituídos principalmente de sílica e caulinita mostram que a dissolução e reprecipitação dos minerais dos arenitos da Formação Furnas são significativas.

Segundo Soares (1989), a disposição em que se encontram os arenitos, em bancos horizontais homogêneos, facilita a infiltração de águas, através dos planos de estratificação e incrementa a circulação de água na subsuperfície. A origem dessa erosão em profundidade estará sempre relacionada a diaclasamentos e circulação subterrânea de águas (SOARES, 1989).

3.2 SOLOS

Na área do geossítio estão presentes três tipos de solo predominantes. As características do solo influenciam diretamente nas diferentes formas de vegetação ali existente. A seguir, serão descritos os solos encontrados na área de estudo.

3.2.1 NEOSSOLOS LITÓLICOS

O NEOSSOLO LITÓLICO pertence à ordem dos NEOSSOLOS, que são solos não hidromórficos, constituídos por material mineral e material orgânico pouco espesso. Possui espessura mínima de 10 cm quando próximo de afloramentos rochosos e redes de drenagem, acarretando reduzido volume de armazenamento de água, e conseqüentemente, poucos nutrientes para as plantas (SÁ, 2007).

3.2.2 GLEISSOLOS

A ordem dos GLEISSOLOS compreende solos hidromórficos constituídos por material mineral e apresentando horizonte glei (resultado de modificações sofridas pelos óxidos de ferro existentes no solo em condições de encharcamento) dentro dos primeiros 150 cm da superfície do solo imediatamente abaixo do horizonte A ou E. São solos saturados por água permanentemente ou periodicamente e desenvolvem-se em sedimentos recentes nas proximidades de cursos d'água, sendo passíveis de inundação (SÁ, 2007).

3.2.3 ORGANOSSOLOS

São solos poucos evoluídos, constituídos predominantemente por material orgânico proveniente do acúmulo de restos vegetais em variado grau de decomposição. Localizam-se em áreas de várzeas e depressões do relevo, assim como em ambientes úmidos de altitude elevada ORGANOSSOLOS e GLEISSOLOS, saturados (SÁ, 2007). Na Formação Furnas é comum a ocorrência de, ambos hidromórficos, em depressões úmidas.

3.3 GEOMORFOLOGIA

A geomorfologia do local de estudo é marcada por paredões rochosos escarpados, abrigos e lapas, blocos com aparente falhamento, fendas e fraturas, apresentando feições exocársticas, como relevo ruiforme, sulcos, lapiás, painéis, bacias de dissolução e alvéolos. Em subsuperfície as características geomorfológicas são marcadas por um terreno complexo, devido à existência de um sistema de condutos subterrâneos com presença de drenagem ativa. Estes condutos são representados por cavernas, paleoleitos e dutos de dissolução, exibindo feições endocársticas como cúpulas de dissolução, espeleotemas, painéis e outras formas causadas pelos processos químicos e físicos das águas pluviais, fluviais e subterrâneas, bem como pela ação de microorganismos.

As fendas existentes no geossítio (encaixadas próximo das direção NE-SW) estão sobre um leito de falhas que marca profundamente o relevo na região e alinhadas a algumas das furnas encontradas no município de Ponta Grossa (Furnas

de Vila Velha, Buraco do Padre, Gêmeas e Grande). Segundo Melo e Giannini (2007) “há uma clara correlação entre as furnas e formas associadas e estrutura rúpteis de direção NE-SW, relacionadas à reativação da zona de falha de Taxaquara-Itapirapuã que marca profundamente a região”. Estes falhamentos transversais ao Arco de Ponta Grossa refletem estruturas do embasamento, bastante antigas, marcando também as rochas subjacentes, conforme observado na Formação Furnas.

3.3.1 Arco de Ponta Grossa

O arqueamento crustal denominado Arco de Ponta Grossa está relacionado ao ramo abortado da tríplice separação do continente Sul-Americano com o Africano, que teve seu ápice regionalmente no Período Cretáceo da Era Mesozoica.

Durante a transição do Triássico para o Jurássico teve início a evolução do Arco de Ponta Grossa. Com o estágio inicial da abertura do Oceano Atlântico Sul ergueu-se um domo, em forma de meia elipse, na região em que atualmente encontra-se a reentrância da bacia no Estado do Paraná. Foi nesta época que ocorreu um grande derrame de lava basáltica, conhecido atualmente como o Magmatismo Serra Geral (ZALÁN, 1990, apud KÖENE, 2009). Segundo Melo (2000) este arqueamento crustal é o responsável por algumas das feições geológicas e geomorfológicas mais notáveis do flanco leste da Bacia Sedimentar do Paraná.

A região dos Campos Gerais é bastante afetada pelo tectonismo vinculado à origem e evolução do Arco de Ponta Grossa, com presença de fraturas, falhas e diques de diabásio com orientação NW-SE (GUIMARÃES, MELO e MOCHIUTTI, 2009). O *Canyon* do Rio Iapó no Guartelá está encaixado no eixo do Arco de Ponta Grossa, tendo destaque também os canyons da região de Piraí da Serra e o *Canyon* do Rio São Jorge, em Ponta Grossa.

3.3.2 Escarpa Devoniana

A Escarpa Devoniana é o limite natural entre o Primeiro e o Segundo Planalto Paranaense. Trata-se de um degrau sustentado pelos arenitos da Formação Furnas. O termo “Devoniana” é referente aos arenitos, ou seja, a idade destes. Já a formação desta estrutura é mais recente, sendo de idade mesozoica.

A Escarpa Devoniana ou Escarpamento Furnas segundo Souza e Souza (2002) “representa um imponente ressalto topográfico que se estende por cerca de 260 km, entre os estados de São Paulo e Paraná e apresenta amplitudes entre 100 e 200 m e altitudes médias em torno de 1.100-1.200 m”. Sua origem é devida à ação intensa e prolongada de processos de erosão diferencial em rochas sedimentares (Bloom, 1991 apud Souza e Souza, 2002), sendo sua evolução associada a uma série de processos geodinâmicos endógenos, iniciados com a ruptura do grande continente Gondwana no Mesozoico Superior, e processos exógenos associados a alternâncias climáticas e à atuação de erosão diferencial intensa (SOUZA e SOUZA, 2002)

Segundo Melo et al. (2007) a existência dessa escarpa propicia condições para o aparecimento de feições singulares, com relevante interesse estético, científico e econômico em toda a região dos Campos Gerais do Paraná, este situado no reverso imediato da escarpa.

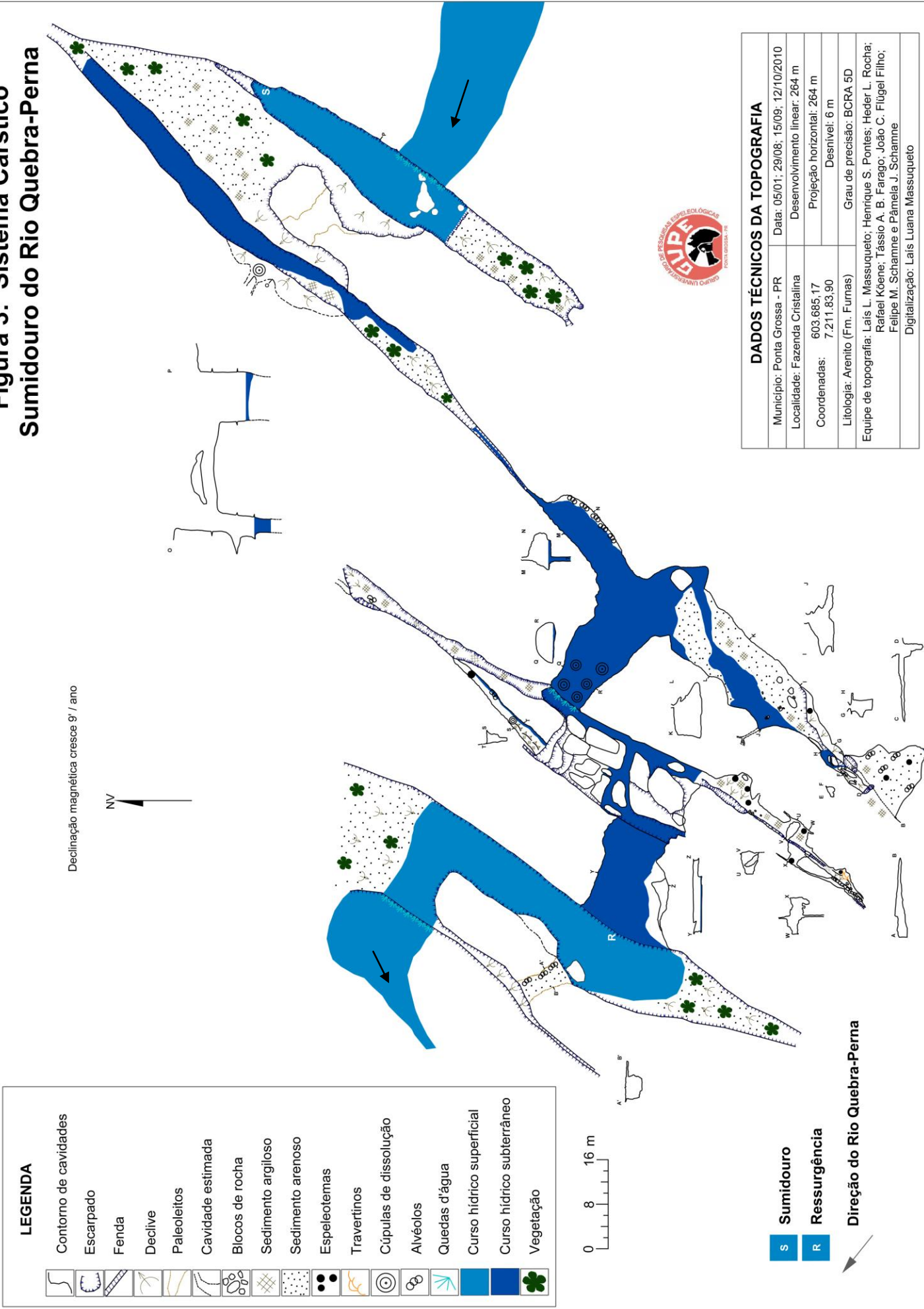
Como afirmam Souza e Souza (2002) toda a área da Escarpa Devoniana engloba um conjunto de feições geomorfológicas especiais que apresentam importantes informações paleoambientais, estratigráficas e espeleológicas-arqueológicas.

Próximo da Escarpa Devoniana há a presença de *canyons*, falhas e demais estruturas tectônicas que influenciam no gradiente hidráulico dos rios na região, permitindo um forte potencial erosivo. O marcante desnível entre as nascentes e o Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna propicia um gradiente hidráulico elevado vinculado ao relevo acidentado do local.

3.4 COMPARTIMENTOS MORFOLÓGICOS DO SISTEMA CÁRSTICO DO SUMIDOURO DO RIO QUEBRA-PERNA

Na área do geossítio são encontrados diferentes tipos de compartimentos morfológicos, tendo sua gênese a partir da dissolução da rocha pela ação da água e por processos de origem tectônica. Em alguns desses compartimentos, o curso do rio ainda é ativo, enquanto que em outros o rio somente alcança a cavidade em épocas de elevado índice pluviométrico. A seguir será realizada a descrição dos compartimentos morfológicos e apresentado o mapa do levantamento topográfico do sistema cárstico do Sumidouro do Rio Quebra-Perna (Figura 3).

Figura 3: Sistema Cárstico Sumidouro do Rio Quebra-Perna



3.4.1 Cavernas subterrâneas

O geossítio em questão possui um significativo potencial espeleológico envolvendo feições singulares. São encontradas no local, cavernas subterrâneas como as partes correspondentes ao alargamento das fendas pela ação da água, dutos de dissolução, paleoleitos, galerias estruturais, passagem entre planos de acamamentos e abrigos (lapas), formando assim um rico patrimônio espeleológico. Conforme apresenta Ribas e Carvalho (2009) as cavernas naturais subterrâneas apresentam um sistema frágil e delicado, devido à formação rochosa existente, feições minerais, corpo hídrico, sítios arqueológicos e paleontológicos, assim como a fauna e flora que estes locais proporcionam, sendo muitas endêmicas do ambiente cavernícola.

Neste trabalho, o uso do termo caverna subterrânea é para todo e qualquer compartimento subterrâneo, desde que este esteja localizado no interior do corpo rochoso, com presença ou não de luz natural, podendo apresentar desenvolvimento vertical, semi-vertical e horizontal.

3.4.2 Fendas

As fendas existentes na área do Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna controlam diretamente as formas de relevo e o traçado do rio, sendo fundamentais para a existência da drenagem subterrânea. As fendas ocorrentes na área são paralelas entre si e transversais ao eixo do Arco de Ponta Grossa, com direções variando entre N35°E e N42°E.

O início do sistema subterrâneo do Sumidouro do Rio Quebra-Perna se dá quando o rio, de mesmo nome, penetra em forma de cachoeira na primeira fenda, denominada como F1 (Figura 4). Próximo ao sopé desta cachoeira, a aproximadamente 25 metros de distância para NE, encontra-se o sumidouro do rio. Em períodos de seca, com baixa turbidez da água, é possível observar exatamente o local onde o rio desaparece. A partir deste trecho, o rio toma um duto não conhecido, sem possibilidade de acesso, até atingir a segunda fenda do sistema (F2). O surgimento do rio dentro desta fenda se dá por uma visível parte não alargada da fenda, em um trecho de aprofundamento desta, que pode estar

influenciada por um plano de acamamento da rocha. As observações neste local apenas são possíveis com a baixa turbidez da água (Figura 5)

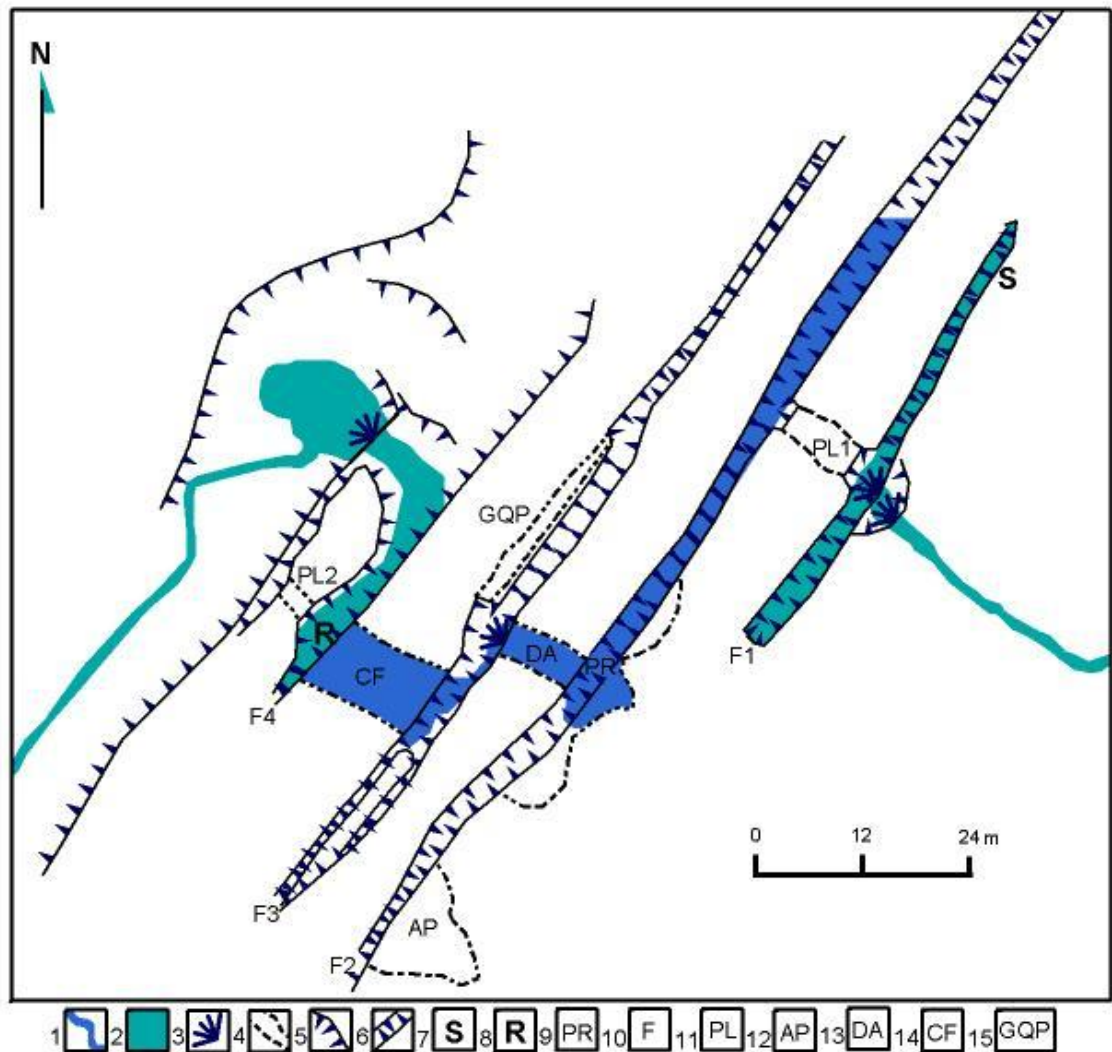


Figura 4: croqui do Sistema Cárstico do Sumidouro do Rio Quebra-Perna. **Legenda:**
1: curso hídrico subterrâneo; **2:** curso hídrico superficial; **3:** quedas d'água; **4:** cavidades subterrâneas; **5:** escarpado; **6:** fenda; **7:** sumidouro do rio Quebra-Perna; **8:** ressurgência do rio; **9:** ponto de reaparecimento do rio na Fenda 2; **10:** fendas; **11:** paleoleito; **12:** Abrigo da Perereca; **13:** Duto dos Andorinhões; **14:** Compartimento Final; **15:** Galeria Quebra-Perna.

Através de uma cavidade com estrutura linear esculpida pela ação da água (Duto dos Andorinhões) o rio alcança a terceira fenda (F3). Neste ponto, após uma pequena queda, a água segue pelo compartimento localizado entre planos de acamamento do arenito atingindo a quarta e última fenda (F4). Seguindo aproximadamente 30 metros à jusante, o rio precipita novamente, formando uma bela cachoeira com um pequeno lago e balneário na base. Todos esses processos resultam numa riqueza geomorfológica e geológica, com o diferencial de proporcionar a visualização do interior do corpo rochoso.

Entre as fendas, destaca-se a segunda, por ser a de melhor acesso. Nesta é possível observar a ação da água no alargamento das paredes rochosas, essas repletas de feições como alvéolos e espeleotemas e presença de dois significativos dutos de dissolução.

Outro grande destaque é uma galeria estrutural situada na terceira fenda, denominada Galeria dos Panelões, que possui ornamentos singulares. Esta galeria existe a partir do fraturamento do corpo rochoso e é ao contrário das demais, alargada em sua parte superior, em camadas mais finas do arenito. Tal feição, juntamente com a existência de painéis com mais de um metro de profundidade, dutos de dissolução, cúpulas de dissolução e espeleotemas (corais de sílica, estalactites, estalagmites, micro-trevertinos e cascata de rocha), comprovam uma forte ação da água, desenvolvendo formas típicas de sistemas cársticos (Figura 6).

Para Marques Neto (2008) a existência de estruturas tectônicas influencia diretamente na evolução do relevo cárstico, em questão da função do gradiente imposto, que segue o mergulho das camadas e condiciona o sistema hidrológico. A partir de observações *in loco* é possível dizer que tais feições encontradas na Galeria dos Panelões estão intimamente ligadas com o duto de dissolução bifurcado situado na segunda fenda, formando assim, um padrão conectado e organizado de drenagem.

A presença das fendas na área do geossítio possibilita o desenvolvimento de galerias tipicamente estruturais. Alguns trechos das fendas apresentam-se alargados e adornados, evidenciando o aumento do nível do rio. Já em outros, com desmoronamento de blocos e entulhamento da parte superior, estas fendas se tornam típicas cavernas estruturais.

3.4.3 Abrigo da Perereca

O Abrigo da Perereca encontra-se no início da segunda fenda (F2), possuindo 12 metros de extensão, 14 metros de largura (entrada) e altura variando de 1 metro no ponto mais alto a cerca de 40 cm no mais baixo. O local possui uma pequena lâmina d'água no seu interior, ocasionada pela infiltração de água na rocha, sendo que esta varia de acordo com os índices pluviométricos, sendo inexistente em épocas de seca.

A gênese do abrigo está relacionada com um antigo duto de saída de água, encaixado em plano de estratificação e influenciado pela granulometria dos arenitos.

Neste local é notável a presença de muitos alvéolos, que variam de milímetros a dezenas de centímetros. São encontrados também, em todo o teto do abrigo, microespeleotemas, comprovando a infiltração da água no corpo rochoso e comprovando a presença da pequena lâmina de água no final do abrigo.

3.4.4 Galeria Quebra-Perna

A Galeria Quebra-Perna serve de acesso ao Duto dos Andorinhões e está encaixada na terceira fenda (F3), possuindo direção N45°E (Figura 7). É uma cavidade subterrânea que teve sua gênese a partir do fraturamento do corpo rochoso e posterior alargamento pela ação erosiva da água. Possui 22 metros de extensão, com altura de aproximadamente 3,5 metros. As laterais são alargadas, e a presença de alvéolos, espeleotemas e principalmente cúpulas de dissolução, uma feição de dissolução do teto, evidenciam que esta galeria em épocas remotas já foi totalmente inundada. Tais evidências mostram que mesmo tratando-se de um compartimento tipicamente estrutural, a presença de feições singulares, típicas do carste, comprovam a significativa dissolução da rocha.

Atualmente, a existência de água no local, deve-se à infiltração que escorre pelas paredes, deixando-o sempre úmido e com presença constante de sedimentos inconsolidados, resultado principalmente, da erosão dos níveis síltico-argilosos.

3.4.5 Paleoleitos

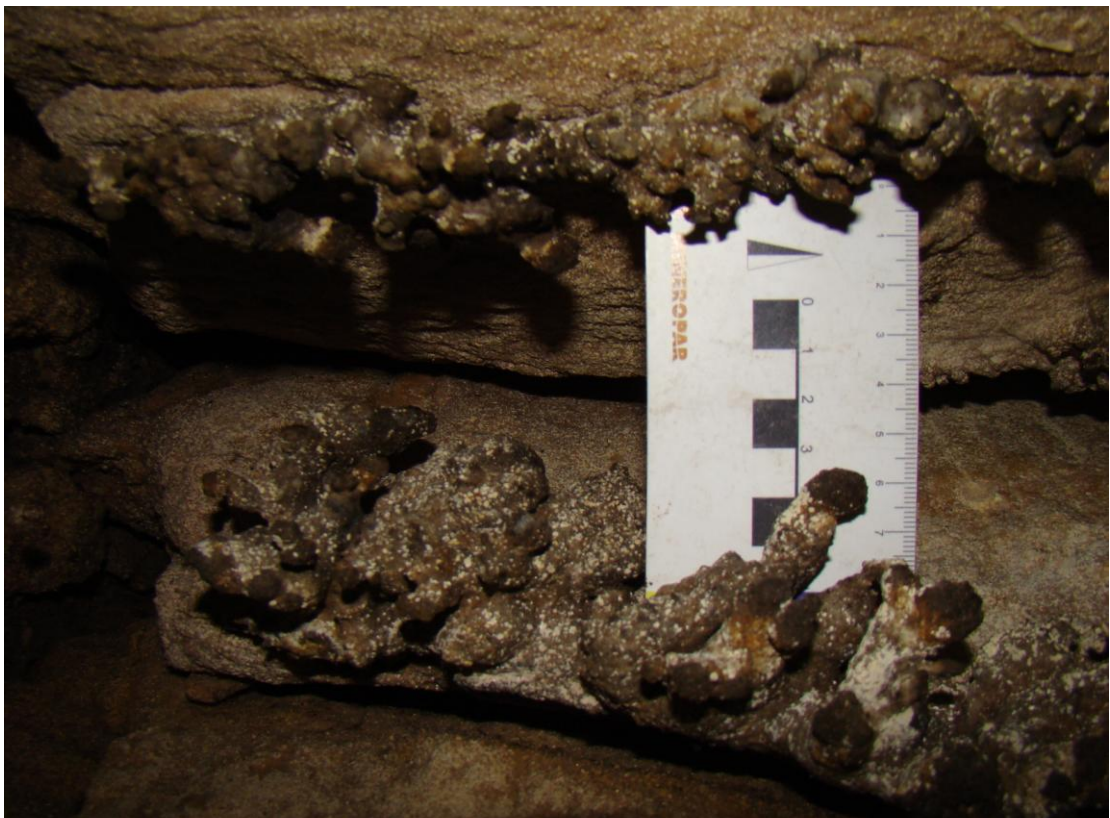
Os Paleoleitos ocorrentes no Geossítio Sumidouro do Rio Quebra-Perna tratam-se de dutos de dissolução não mais operantes, apresentando formato arredondado, onde em tempos remotos houve a existência de um corpo hídrico no local.

Na área de estudo, são encontrados dois paleoleitos. O primeiro paleoleito (Figura 8) localiza-se entre a primeira e a segunda fenda, próximo à cachoeira, onde em sua base está situado o sumidouro do rio, possuindo nove metros de comprimento por cinco metros de largura, e altura de aproximadamente três metros. O segundo paleoleito encontra-se próximo à ressurgência do rio, com oito metros de comprimento, cerca de quatro metros de largura e altura de 2,9 metros. A distância entre esses dois compartimentos é de aproximadamente 120 metros.



PONTES, H.S.

Figura 5: local do reaparecimento do rio na segunda fenda (F2)



PONTES, H.S.

Figura 6: espeleotemas na Galeria dos Panelões

A gênese dos paleoleitos está relacionada com a ação erosiva do rio, ocasionando, principalmente, a dissolução do cimento caulínico dos arenitos e a liberação dos grãos de quartzo, que são removidos por erosão física, num processo denominado por Jennings (1983, *in* MELO E GIANNINI, 2007) como arenização. Destaca-se que a dissolução dos grãos de quartzo é um fator que contribui significativamente para a formação de tais feições. Os paleoleitos são praticamente paralelos ao eixo do Arco de Ponta Grossa, possuem um formato arredondado, com presença de cúpulas de dissolução, atestando que já foram totalmente inundados pelas águas do rio. São encontrados nesses locais também alvéolos e painéis (marmitas), estas chegando a mais de um metro de profundidade, sendo parcialmente preenchidas por sedimentos arenosos, trazidos pelas águas do rio, em prováveis épocas de elevados índices pluviométricos. As paredes polidas também comprovam a ação das águas do rio por determinado período no local.

Ainda não se sabe qual a idade destes paleoleitos e se eles tiveram sua gênese na mesma época. O que se pode dizer, hipoteticamente, é que o rio começou a escavar esses dutos em épocas de grandes cheias, funcionando como uma passagem alternativa para a água. Se for levada em consideração a existência do sumidouro na época de formação destes dutos, esta seria a teoria mais aceitável.

Segundo Santana e Melo (2001) “túneis secos elevados em relação ao leito atual do rio, sugerem paleoleitos de níveis de base mais altos que o atual”. Juntamente com a atual drenagem subterrânea do rio por fendas, duto de dissolução e compartimento entre planos de acamamentos, a existência dos paleoleitos comprova o relevo cárstico do local, revelando a dinâmica das águas superficiais e subterrâneas na região.

3.4.6 Duto dos Andorinhões

O compartimento Duto dos Andorinhões (Figura 9) trata-se de um duto de dissolução que se situa entre a segunda e a terceira fenda, apresentando marcante formato arredondado, possuindo vinte metros de extensão, largura variando entre seis a dez metros e três metros de altura no ponto mais alto.



PONTES, H.S.

Figura 7: vista da abertura da Galeria Quebra-Perna



GUIMARÃES, G.B.

Figura 8 : paleoleito 1 – localizado entre a primeira e a segunda fenda do sistema.

A ação da água neste compartimento é constante, desde sua formação até os dias atuais, fato observado a partir da presença de paredes polidas, alvéolos, teto com cúpulas de dissolução e painéis com mais de um metro de profundidade, próximo ao término do duto.

Sua gênese está relacionada por influência de estruturas sedimentares e com a ação da água do rio em níveis mais finos dos arenitos, os quais sofrem a dissolução do cimento caulínico e dos grãos de quartzo, facilitando a entrada da água no corpo rochoso.

Próximo ao início deste duto de dissolução é onde se encontra o reaparecimento do rio, ainda na segunda fenda (F2) do sistema. É notável falar que não se trata da ressurgência do rio (pois esta acontece somente quando o curso hídrico sai do interior do corpo rochoso), trata-se de um ponto onde retorna a possibilidade de visualização do rio. Este local de reaparecimento do rio na fenda é visível quando a turbidez da água está baixa, tornando-se transparente e facilitando a visibilidade, ocorrendo principalmente em épocas de secas.

Após o reaparecimento, o rio segue pelo duto de dissolução até alcançar a terceira fenda (F3) na forma de uma pequena queda d'água, percorrendo o próximo compartimento, até a sua ressurgência (Figura 10).

3.4.7 Compartimento Final

O último compartimento morfológico do sistema conecta a terceira fenda com a quarta. Possui uma forma retangular, com dezenove metros de extensão, treze metros de largura na sua faixa maior e um metro e sessenta de altura (Figuras 11 e 12). Este compartimento tem seu teto e sua base localizados entre dois planos de acamamento do arenito, o que provavelmente facilitou a sua formação.

Plano de acamamento ou plano de estratificação corresponde a uma superfície que separa os estratos do arenito. Pode ser identificado a partir da diferença de coloração, composição mineralógica ou dimensão dos grãos.

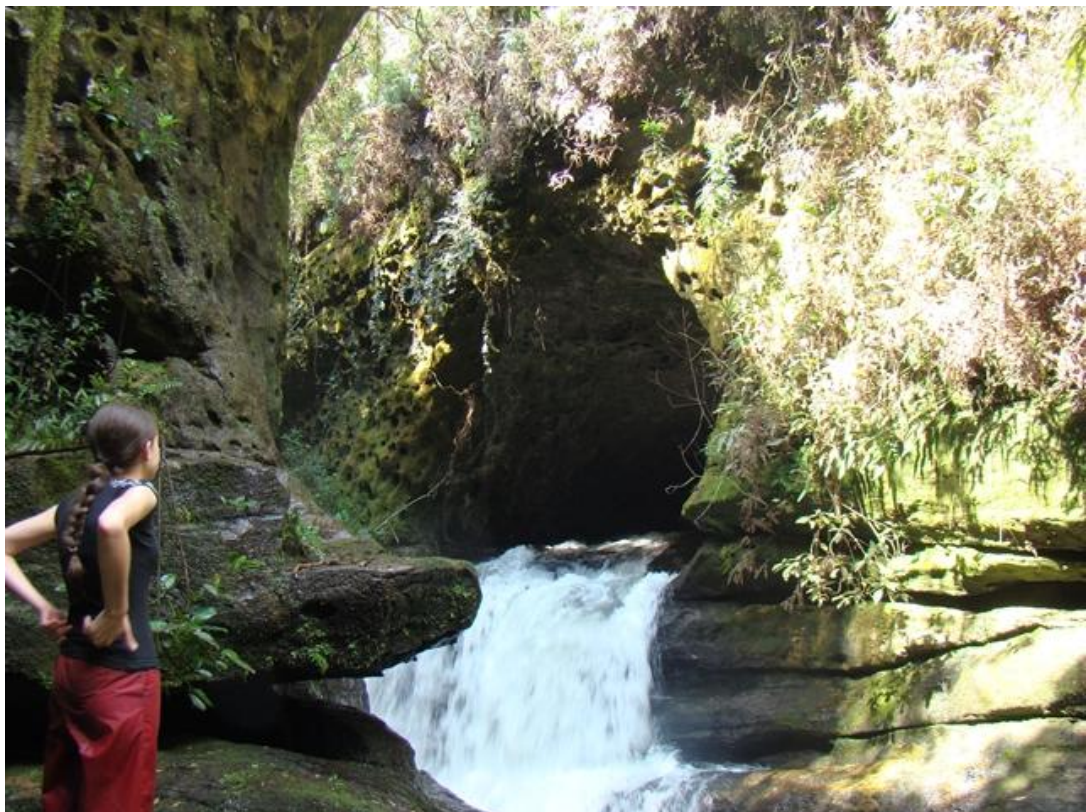
Na área do Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra Perna, é possível observar vários planos de acamamento do arenito. Segundo Soares (1989) a disposição dos arenitos em bancos horizontais homogêneos facilita sobremaneira a infiltração da água, através dos planos de estratificação.

A gênese deste último compartimento morfológico está relacionada principalmente com estruturas sedimentares (planos de acamamentos) e à ação



GUIMARÃES, G.B.

Figura 9: Duto dos Andorinhões – duto de dissolução com drenagem ativa



PONTES, H.S.

Figura 10: vista da queda d'água do Duto dos Andorinhões

erosiva das águas do rio. É notável o polimento da rocha em toda extensão deste compartimento, fato que revela uma intensa força erosiva da água no local. Paredes e tetos polidos, assim como a ausência de demais feições como espeleotemas, bacias de dissolução, cúpula de dissolução, entre outros, são provas de que há uma drenagem subterrânea encaixada neste compartimento há muito tempo, ativa até os dias atuais.

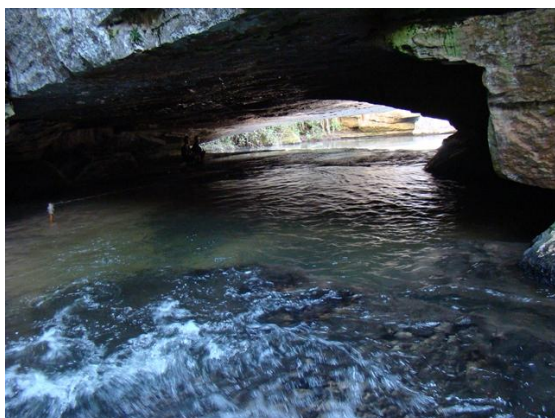


Figura 11: entrada do rio no Compartimento Final

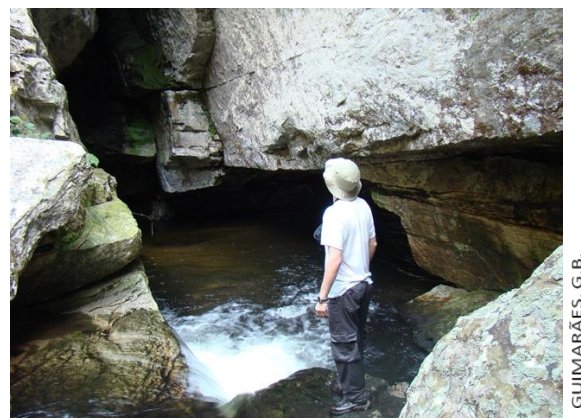


Figura 12: Compartimento Final localizado entre planos de acamamento do arenito

Segundo Massuqueto e Guimarães (2010), a saída do rio após este compartimento, é a ressurgência do Rio Quebra-Perna, finalizando o sistema subterrâneo do local (Figura 13).

A existência de um banco irregular de sedimentos existente no término deste compartimento se deve a energia do rio que permite o acúmulo de sedimentos, o qual acontece devido a existência da fenda, que na ressurgência do rio pode ultrapassar os três metros de profundidade. Ao sair do compartimento, o rio corre sobre um lajeado, o qual se torna uma barreira para os sedimentos, devido a irregularidades presentes no assoalho rochoso, ou seja, a água ao sair do Compartimento Final, tende a empurrar os sedimentos para adiante, mas devido às irregularidades, os sedimentos ficam depositados nesta faixa da fenda, sendo que, em frente do compartimento é possível notar sedimentos arenosos, enquanto que os sedimentos presentes no restante da quarta fenda, trata-se de um material mais fino (siltico-argiloso).

O rio percorre esta quarta fenda por cerca de trinta e cinco metros, até formar uma bela cachoeira, de aproximadamente dez metros de altura por dez metros de largura, com um balneário na base, o qual, em épocas de elevado índice pluviométrico tende a desaparecer sob as águas do rio (Figura 14).

Após aproximadamente 7 km fora dos limites do geossítio, o Rio Quebra-Perna deságua na margem direita do Rio Guabiroba, nas proximidades da BR 376, sendo este último afluente da margem direita do Rio Tibagi



Figura 13: ponto de ressurgência do Rio Quebra-Perna (indicado pela seta).



Figura 14: cachoeira final do Rio Quebra-Perna na área do Geossítio.

3.5 FEIÇÕES DE DISSOLUÇÃO

As feições de dissolução presentes na área do Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna comprovam a significativa dissolução da rocha e desta forma confirmam a existência de um sistema cárstico no local.

3.5.1 Espeleotemas

Espeleotemas são depósitos minerais encontrados em cavernas e por vezes em superfície. Estes depósitos são formados através de um processo iniciado pela ação de dissolução de minerais das rochas pela água, transporte do material em solução por vias de fraturas e precipitação em ambientes favoráveis. Estas feições são comuns de serem encontradas em cavernas calcárias, onde alcançam dezenas de metros de comprimento.

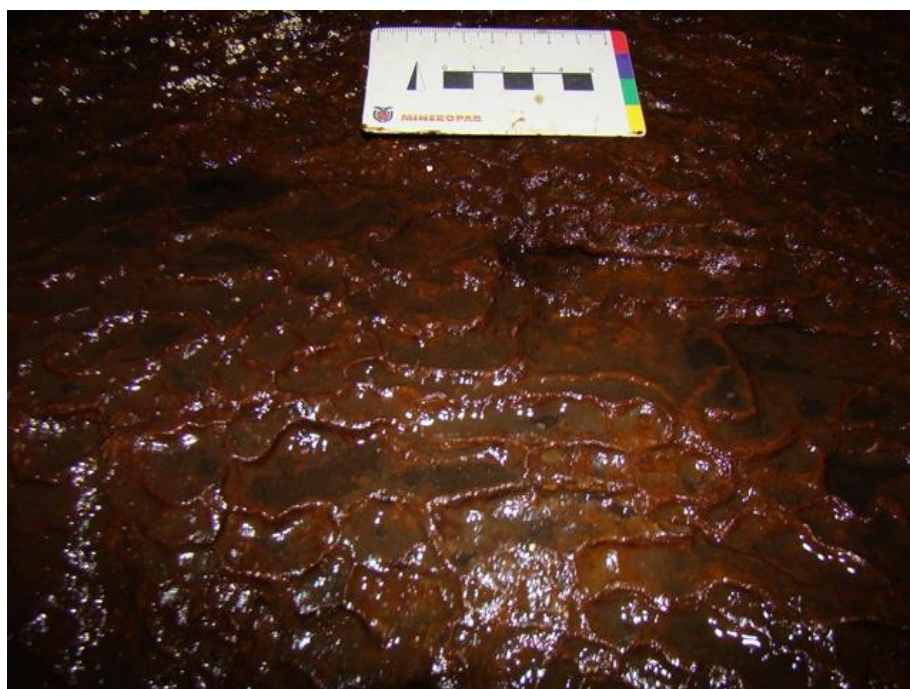
Os espeleotemas em arenitos não são de grande expressão como os existentes em rochas carbonáticas, apresentando cerca de alguns milímetros a centímetros de comprimento. Segundo Pontes (2010b) o maior espeleotema de sílica já encontrado na região possui treze centímetros de comprimento e está situado na Fenda da Freira, outro sítio natural a cerca de 3,5 km de distância da área de estudo.

Os espeleotemas da Formação Furnas são compostos principalmente de sílica e caulinita e indicam uma expressiva dissolução do cimento caulínico e do quartzo. No Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna espeleotemas são encontrados em paredes, tetos, assoalho, dentro de alvéolos e cúpulas de dissolução. Sua ocorrência torna-se mais densa em fraturas e nos planos de estratificação do arenito, sendo possível de encontrá-los em quase todos os compartimentos subterrâneos do geossítio.

Conforme apresentam Pontes e Melo (2009) “os espeleotemas constituídos predominantemente de sílica, mostram que a dissolução e reprecipitação dos minerais do arenito são significativas”. Os mesmos autores ressaltam que os espeleotemas mais comuns encontrados no Arenito Furnas são os conhecidos como coral de sílica ou pipoca de sílica, popularmente conhecidos como couve-flor, devido à semelhança destes com o vegetal.

Recentemente foram encontradas em um único compartimento do geossítio, feições do tipo cascata de rocha e micro-travertinos (Figura 15). Até o presente momento este último foi identificado somente no Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna.

A diversidade espeleotemas além de embelezar os compartimentos do geossítio, revela um importante tema para o estudo das feições de precipitação nos arenitos da Formação Furnas.



PONTES, H.S.

Figura 15: espeleotemas do tipo micro-travertinos, na Galeria dos Panelões

3.5.2 Bacias de dissolução

As bacias de dissolução ou kamenitzas são depressões encontradas em superfícies rochosas, com formatos arredondados, elípticos e irregulares (Figura 16). Formam-se a partir da dissolução da rocha, principalmente pela ação de águas pluviais estagnadas. A água estagnada por um período indeterminado de tempo é enriquecida por ácido carbônico e orgânico, derivado de micro-organismos existentes na borda desta feição, favorecendo a desagregação dos grãos de quartzo pela dissolução do cimento que une estes grãos. Com o tempo, essa dissolução causa o aprofundamento destas depressões. Em períodos de baixo volume pluviométrico é possível notar o acúmulo de sedimentos no interior das bacias de dissolução.

Estas depressões podem estar associadas com outras feições de relevo ruiforme como caneluras e juntas poligonais (LETENSKI et al., 2009).

Ainda há a presença de canais de escoamento dessas bacias de dissolução, que servem como um canal de fuga para a água que fica acumulada no interior da depressão. Na área do estudo são encontradas bacias de dissolução com aproximadamente 1,80 metros de diâmetro, algumas mostrando claramente que se trata de bacias de dissolução conectadas, ou seja, houve a junção de duas ou mais bacias formando uma única feição (Figura 17).

3.5.3 Cúpulas de dissolução

Cúpulas de dissolução são feições encontradas no teto das cavidades subterrâneas. São formadas a partir da dissolução da rocha, tendo desenvolvimento vertical. Variam de centímetros a dezenas de centímetros, tanto de largura quanto de profundidade (Figuras 18 e 19). São características de condutos totalmente inundados por determinado período de tempo. A presença de espeleotemas dentro das cúpulas de dissolução indica que o duto não é mais totalmente inundado, mostrando que a dissolução de minerais da rocha continua pela percolação de águas pluviais que infiltram entre as fraturas, ocorrendo a deposição mineral e formação destes espeleotemas (HARDT et al, 2009).



PONTES, H.S.

Figura 16: bacia de dissolução com presença de água



PONTES, H.S.

Figura 17: bacias de dissolução conectadas



Figura 18: cúpula de dissolução na Galeria dos Painéis

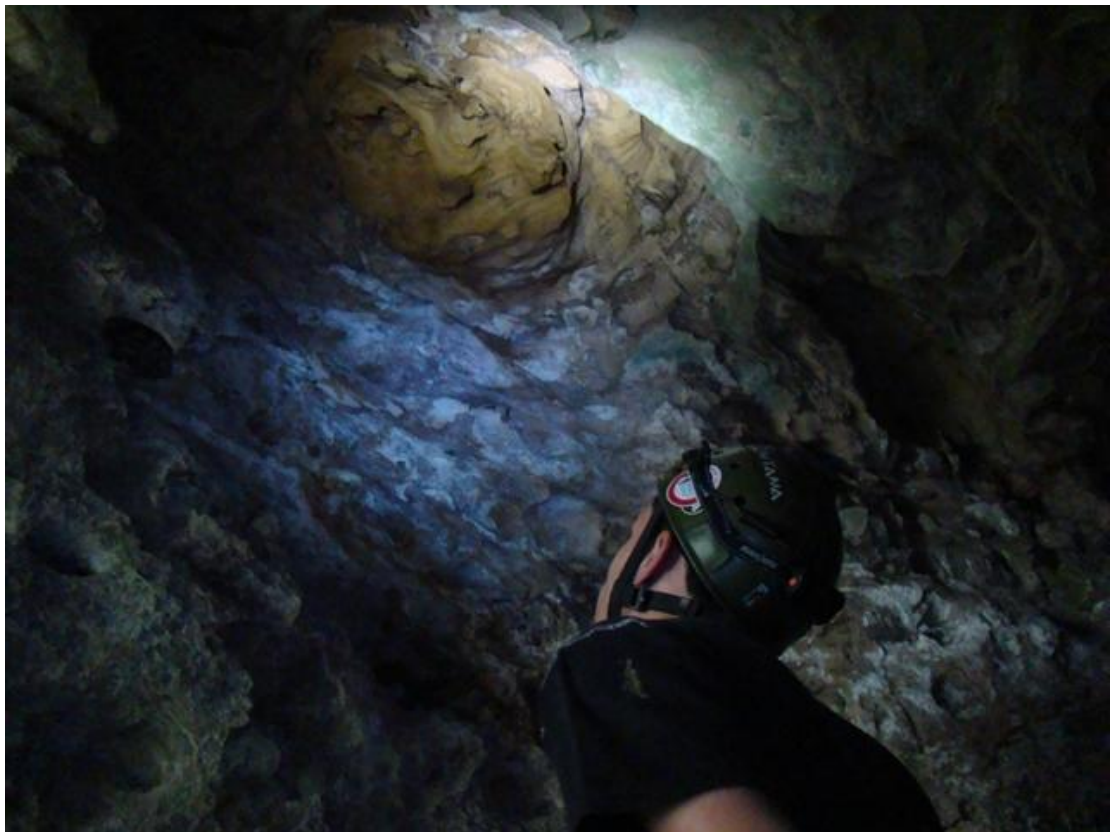


Figura 19: cúpula de dissolução na Galeria Quebra-Perna

3.5.4 Painelas

As painelas, também conhecidas como marmitas são feições arredondadas e profundas, formadas a partir da ação erosiva das águas fluviais denominada evorsão. Este processo consiste no desgaste ocasionado pelo atrito mecânico, ou seja, os grãos carregados pelas águas do rio entram em atrito com a rocha, onde começam a escavar, formando assim depressões que posteriormente transformam-se em painelas, também conhecidas como panelões e marmitas. Esta feição é encontrada nos seguintes pontos do geossítio: Paleoleitos, Duto dos Andorinhões e Galeria dos Panelões (Figuras 20 e 21).

3.5.5 Alvéolos

Alvéolos são reentrâncias que ocorrem na superfície rochosa. Sua formação se dá a partir da ação de águas pluviais que escorrem pelas paredes, causando a desagregação dos grãos devido à dissolução do cimento e dos grãos do arenito. A presença de micro e macro-organismos também influencia na formação destas feições, pois eles auxiliam na escamação da rocha, facilitando a percolação da água. Estas feições possuem formas arredondadas, podendo ocorrer alvéolos interligados (anastomosados).

3.5.6 Dutos de dissolução

Em toda a área do geossítio, foram encontrados nove dutos de dissolução, sendo que sete não estão contidos nos compartimentos morfológicos do Sistema Cárstico do Sumidouro do Rio Quebra-Perna.

O primeiro duto encontrado num paredão possui 3,80 metros de extensão, 0,70 metros de largura e 0,25 metros de altura. Este duto está localizado num nível siltico-argiloso do arenito (Figura 22).

Os próximos dutos, seis no total, são encontrados também em um paredão rochoso, todos muito próximos, sendo o maior com 2,70 metros de profundidade e o menor com 0,85 m. Na medida em que os dutos penetram para o interior do corpo rochoso seu tamanho diminui (Figura 23).

É de grande destaque a presença de um duto acessível com 4 metros de extensão, localizado dentro da segunda fenda do Sistema Cárstico do Sumidouro do Rio Quebra-Perna (Figura 24). Posteriormente, esse duto divide-se em outros dois dutos com estruturas sinuosas e arredondadas. Neste duto ainda há a presença de cúpula de dissolução e espeleotemas variando de milímetros a alguns centímetros de comprimento. A presença de cúpulas sugere que durante a gênese dos dutos, estes eram totalmente inundados, mas a ocorrência de espeleotemas dentro destas cúpulas indica que atualmente os dutos não são mais ativos, possuindo cursos de água de pouca expressão, pois se estes fossem tomados totalmente pela água, não haveria tempo suficiente para a formação dos depósitos minerais (espeleotemas).

A presença destes dutos está intimamente ligada com a circulação organizada de fluidos, distribuídos em sistemas e subsistemas, com ordem de grandeza, no qual dutos menores se juntam para formarem um canal mais bem desenvolvido. Como explica Marques Neto (2008):

“É prudente registrar a possibilidade de existência de outros subsistemas em funcionamento confinados nos poros da estrutura litológica em conexão com o sistema principal atualmente visível, se comportando, pela impossibilidade de acesso, como caixas pretas. Tais subsistemas, se existirem podem, por sua vez, além de guardar importantes informações para o entendimento da complexidade intrínseca à gênese e evolução do carste em questão, se desdobrarem em outros subsistemas passíveis de serem reduzidos até a molécula d'água, viabilizando que o tema seja tratado nos termos da geometria fractal.” (Marques Neto, 2008, p. 115)

Wray (2009) afirma que estes dutos não são apenas dutos lineares e sim parte de um complexo sistema de drenagem, onde uma série de dutos menores se une para formar um grande duto. A forma circular destes dutos sugere que eles tiveram sua gênese em condições freáticas rasas ou epifreáticas.

Devido à sinuosidade destes dutos sua extensão pode ser superior às apresentadas, mas a impossibilidade de acesso e por não serem retilíneos, impossibilita de realizar medidas com precisão e estima-se que eles se estendem e ramificam por muitos metros. A ocorrência destes dutos é mais uma forma de comprovação da existência de um sistema cárstico no local, atestando que as águas subterrâneas da Formação Furnas podem estar atualmente agindo como um sistema complexo, não somente por meio de fraturas, mas por condutos bem estabelecidos e organizados. Estes condutos são feições típicas de rochas carbonáticas e apresentam grande importância para a compreensão de outras

feições do relevo desenvolvidas nos arenitos, como as furnas. Estudos mais detalhados destes condutos devem ser realizados para melhor compreensão sobre a gênese deste sistema.

3.5.7 Relevo ruiniforme

O relevo ruiniforme é considerado como um domínio exocárstico (superficial). A expressão tem sido utilizada no Brasil desde a década de 1960 (AB'SABER, 1968 apud Melo et al, 2007). São formados por uma associação de processos erosivos com características pré-existentes da rocha (MELO et al., 1999). Um dos grandes exemplos de relevo ruiniforme na região de Ponta Grossa são os arenitos do Parque Estadual de Vila Velha, pertencentes ao Grupo Itararé (Carbonífero Superior).

No Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna, formas de relevo ruiniforme são encontradas nas partes mais elevadas dos escarpados (Figura 25). O relevo ruiniforme é caracterizado por afloramentos rochosos desgastados por processos erosivos, apresentando um aspecto parecido com ruínas (MELO, 2007 apud KÖENE, 2009). Seu processo de formação está vinculado à ação erosiva de águas meteóricas, ocorrendo assim a dissolução do cimento caulínítico e liberação dos grãos de quartzo.

As feições de relevo ruiniforme variam de centímetros a dezenas de metros, sendo os exemplos mais clássicos os sulcos, lapiás, caneluras, torres, pináculos, fendas e labirintos.



ROCHA, H.L.

Figura 20: panela localizada no Paleoleito 1



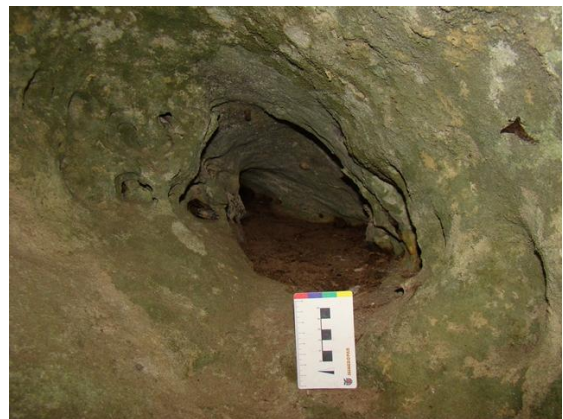
PONTES, H.S.

Figura 21: panela localizada na Galeria dos Panelões



PONTES, H.S.

Figura 22: duto de dissolução (1)



PONTES, H.S.

Figura 23: duto de dissolução (2)



PONTES, H.S.

Figura 24: duto de dissolução bifurcado na segunda fenda (F2)



PONTES, H.S.

Figura 25: relevo ruiforme

3.5.8 Lapas

As lapas, também conhecidas como abrigos, são formadas por tetos naturais, que protegem reentrâncias rochosas e são formadas a partir de erosão mecânica, devido à diferença de textura e/ou cimentação e também por dissolução da rocha (MELO, et.al., 2007).

São comuns de se encontrar nestas lapas sítios arqueológicos, principalmente pinturas rupestres, evidenciando a utilização destes locais como pontos de abrigo para antigos indígenas que ocuparam a região. No Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna, são encontradas três lapas com pinturas rupestres, as quais serão descritas posteriormente.

3.6 ELEMENTOS DA BIODIVERSIDADE ASSOCIADOS À GEODIVERSIDADE

A biodiversidade e a geodiversidade sempre estiveram intrinsecamente ligadas. As condições do meio físico sempre foram de grande importância para a sobrevivência e evolução das espécies, tanto da fauna quanto da flora. Conforme explica Brilha (2005) a biodiversidade é condicionada pela geodiversidade, uma vez que os diferentes tipos de organismos vivos apenas encontram condições de subsistência quando se reúne uma série de condições abióticas.

Aplicando-se este raciocínio na área do Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna, é possível destacar os diferentes tipos de vegetação ocorrentes na área, que estão associadas com o tipo de solo e também ao clima da região (Figura 26). Os campos úmidos ocorrem próximo ao leito do rio, com presença marcante de solos encharcados. Junto a pequenos afloramentos rochosos, aparecem samambaias, cacto-bola (*Parodia ottonis* var. *vila-velhensis*) (Figura 27) e ao redor do geossítio há ocorrência de Floresta Ombrófila Mista (Figura 28), com presença do Pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia*), e campos nativos. O entorno da área de estudo é marcado por campos de cultivo de diferentes culturas, como trigo, milho e soja

A mata encontra-se bem conservada podendo eventualmente servir como ponto de refúgio para algumas espécies animais nativas da região, como exemplo: a suçuarana (*Puma concolor*), veado campeiro (*Ozotoceros bezoarticus*), lontra (*Lontra longicaudis*), quati (*Nasua sp.*) e inúmeras espécies de aves, tendo destaque

a curicaca (*Theristicus caudatus*) e o andorinhão-de-coleira-falha (*Streptoprocne zonaris*), este último encontrado dentro de compartimentos morfológicos do geossítio (Figura 29).

Ainda há a presença de outros animais, normalmente encontrados nas cavidades subterrâneas, como morcegos (Figura 30), pequenos anfíbios (pererecas), aranhas, opiliões (Figura 31), grilos cavernícolas (Figura 32) e diferentes tipos de insetos. É também possível observar em diferentes épocas do ano a presença de pequenos peixes dentro dos dutos subterrâneos. Todos estes animais podem ser classificados como troglótenos, sendo aqueles que utilizam o ambiente cavernícola para abrigo, alimentação e reprodução ou troglófilos, que são aqueles animais que podem viver tanto dentro quanto fora da caverna, apesar de já serem espécies aptas a viver em ambientes cavernícolas.

Devido a fatores como o desmatamento, principalmente visando à produção agrícola, os ambientes naturais estão fragmentados, restando poucos corredores ecológicos para as espécies se reproduzirem. Tal fato pode levar ao isolamento ou até mesmo a extinção destas espécies. Conforme apresenta Braga (2007), muitas destas espécies já foram bastante numerosas na região, mas atualmente a presença delas é reflexo da fragmentação do ambiente e encontra-se restrita a pouquíssimas propriedades particulares que mantêm pelo menos parte das características originais das paisagens.

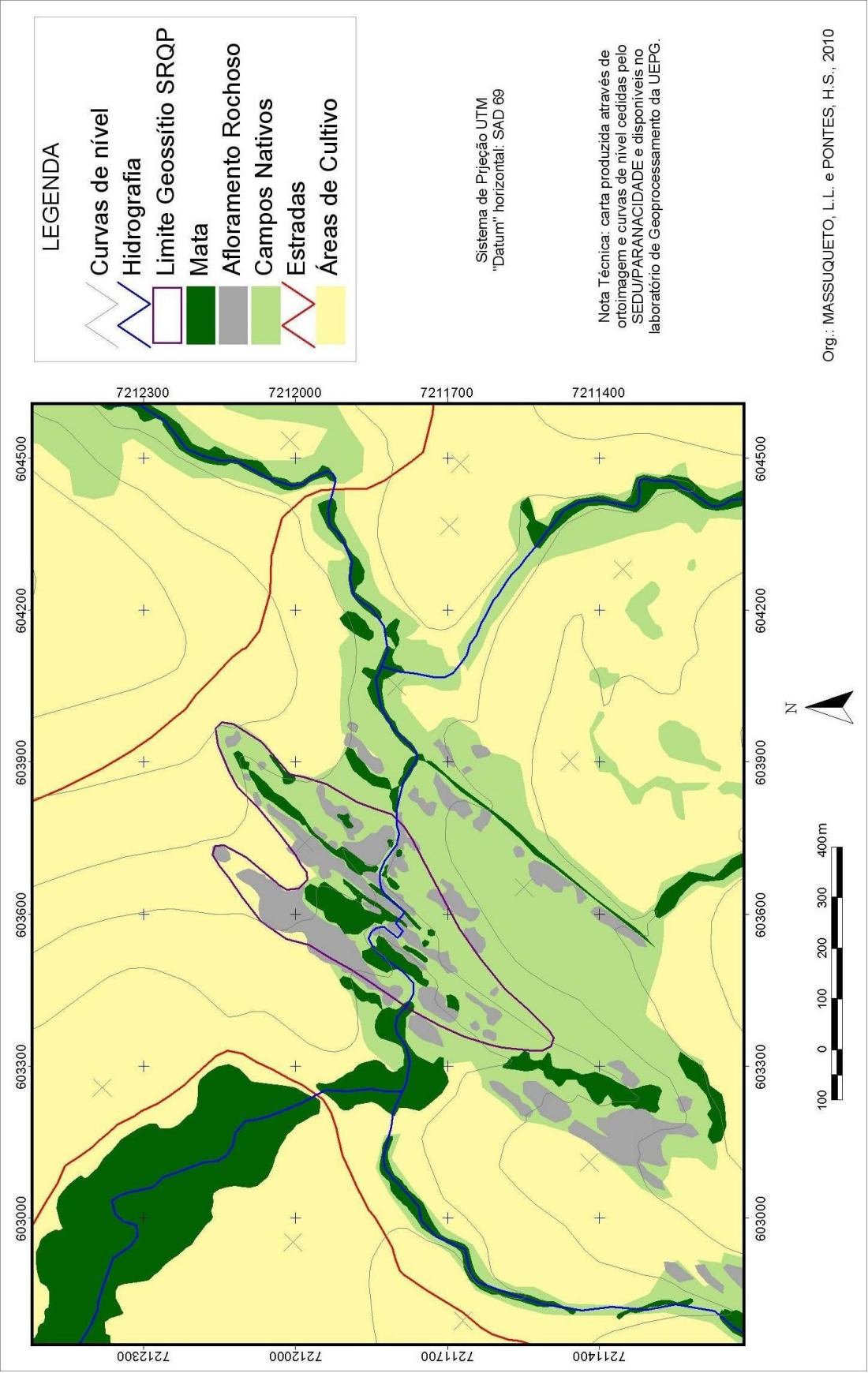


Figura 26: mapa da diferença entre matas, campos nativos e campos de cultivo



PONTES, H.S.

Figura 27: cacto-bola (*Parodia ottonis* var. *vila-velhensis*)



PONTES, H.S.

Figura 28: vista do Rio Quebra-Perna e presença da vegetação ao entorno



PONTES, H.S.

Figura 29: andorinhão-de-coleira-falha (*Streptoprocne zonaris*)



PONTES, H.S.

Figura 30: morcegos na Galeria Quebra-Perna



PONTES, H.S.

Figura 31: opilião com ovos na Galeria dos Panelões



PONTES, H.S.

Figura 32: grilo cavernícola na Galeria dos Panelões

3.6.1 Icnofósseis

Os fósseis e icnofósseis são considerados, segundo Brilha (2005), uma importante ligação entre a biodiversidade e a geodiversidade e conforme Assine (1996) nos arenitos da Formação Furnas, os icnofósseis são abundantes.

Através de vestígios encontrados em rochas, é possível estudar a evolução das espécies, tanto da fauna quanto da flora que habitaram nosso planeta ao longo de milhões de anos. Na área do Geossítio são encontrados icnofósseis em dois diferentes pontos, sendo um deles encontrado num bloco caído no interior da Galeria dos Panelões (Figura 33) e outro em rocha *in situ*, na terceira fenda. Estes dois moldes fósseis são traçados de antigos seres vivos, apresentando formas de baixo e alto relevo, com linhas sinuosas e de fácil observação.

Os icnofósseis mais comuns de serem encontrados na área do estudo pertencem ao icnogênero *Paleophycus tubularis*, apresentando traços fósseis tubiformes paralelos ao plano de estratificação ou suavemente oblíquos conforme apresentado por Ciguel, Pedreira e Góis (1996).



Figura 33: icnofósseis situados na Galeria dos Panelões – terceira fenda (F3)

4. VALORES DA GEODIVERSIDADE NO GEOSSÍTIO SUMIDOURO DO RIO QUEBRA-PERNA

O Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna possui feições singulares, proporcionando a visualização do interior do corpo rochoso, ajudando no entendimento da história evolutiva da paisagem no local. O reconhecimento da geodiversidade leva à identificação de seus valores, estes tão importantes para auxiliar na conservação dos elementos geológicos.

Brilha (2005) coloca que o ato de proteger e de conservar algo se justifica porque lhe é atribuído algum valor. Em busca da conservação do meio geológico se faz necessária a identificação dos valores da geodiversidade a partir de elementos que possuam algum interesse singular significativo. Os valores propostos são: intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional, científico e educativo, que serão descritos e colocados no contexto do local de estudo, tendo como base a obra escrita por Gray (2004 apud BRILHA, 2005).

4.1 VALOR INTRÍNSECO

O valor intrínseco, o mais subjetivo de todos, coloca a importância do local independente do valor que o homem pode lhe atribuir. Essa subjetividade advém da dificuldade em quantificar este valor e a sua ligação com as perspectivas filosóficas e religiosas de cada sociedade e cultura (BRILHA, 2005). Reflete-se na importância da geodiversidade por si só, um valor próprio, sem nenhuma relação com valores propostos pelo homem, colocando dessa forma, que os elementos da geodiversidade não necessitam ter uma utilidade para o homem para serem considerados importantes e sim, que só por sua existência, já são importantes.

Há quem coloque que a natureza deve estar à disposição do homem e que sem a existência do mesmo, a natureza não possui valor algum. Entretanto, há também quem diga que o homem é apenas mais um integrante do grande sistema Natureza, fazendo com que esta possua um valor próprio.

4.2 VALOR CULTURAL

O valor cultural é conferido pelo homem quando da interdependência entre desenvolvimento social, cultural e/ou religioso e o meio físico que o rodeia. É a relação existente entre a sociedade humana e o meio físico no qual ela está inserida. Estas relações existentes podem ser exemplificadas pelo uso de elementos da geodiversidade essenciais para a sobrevivência e desenvolvimento das sociedades, a ocupação de determinada área, na escolha de um nome para um determinado lugar. Também é considerado como valor cultural um dado elemento da geodiversidade que é símbolo de determinada localidade. No município de Ponta Grossa, os arenitos do Parque Estadual de Vila Velha, em especial a “Taça de Vila Velha” são um grande exemplo dessa modalidade.

4.2.1 Valor Arqueológico

As questões arqueológicas também estão encaixadas no valor cultural de determinada área, dado que, devido a descobertas históricas como o uso de elementos geológicos para a fabricação de ferramentas, a escolha de lapas e abrigos utilizados como pontos estratégicos para antigos grupos de indígenas e também a utilização de minerais, como por exemplo, a hematita, encontrada nas pinturas rupestres. Segundo Barbosa (2004, apud PEREIRA, 2010) “o pigmento utilizado para a realização das pinturas era usado *in natura* ou diluído, provavelmente em água, sangue ou gordura animal.”

No Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna são encontradas três diferentes lapas de pinturas rupestres da Tradição Planalto e Tradição Geométrica (Figuras 34, 35, 36 e 37). A Tradição Planalto refere-se a figuras que simbolizam animais, em grande maioria os cervídeos, ocorrendo também figuras de aves, répteis e outras formas não identificadas. A Tradição Geométrica apresenta figuras como pontilhados, círculos e linhas.

Os abrigos encontrados no geossítio possivelmente serviram, em épocas remotas, como local de proteção contra intempéries para grupos nômades de indígenas pré-históricos ou mesmo como pontos estratégicos para caça e defesa do grupo (SILVA, MELO e PARELLADA, 2006).

A preservação destas pinturas é de extrema importância, pois através delas cria-se uma ponte com o passado. O patrimônio arqueológico é a parcela de uma herança

maior, deixada pelas gerações passadas, administrada, usada e usufruída pela geração presente, mas com desejável transmissão para as gerações futuras (Schmitz, 1988 apud SILVA, MELO e PARELLADA, 2006).



Figura 34: cervídeo representado em pintura rupestre



Figura 35: pintura rupestre de um cervídeo de maior dimensão



GUIMARÃES, G.B.

Figura 36: pintura rupestre representando dois cervídeos



GUIMARÃES, G.B.

Figura 37: possível representação de aves – ema.

4.3 VALOR ESTÉTICO

O valor estético é uma atribuição dada à geodiversidade. Torna-se também subjetivo pelo fato de que não é passível de se quantificar tal valor, pois todas as paisagens naturais possuem algum tipo de valor estético. Grande parte do fascínio que as pessoas sentem ao visitarem um determinado sítio natural está relacionado com os aspectos geológicos do mesmo. As crescentes atividades como o turismo em áreas naturais são uma forma de comprovar o quão bem as pessoas se sentem por estarem em contato com a natureza. Estas atividades, conhecidas também como geoturismo, procuram minimizar os impactos causados pelos fluxos turísticos, possibilitando definir a modalidade de uso que deverá ser proposta, visando a conservação do Patrimônio Geológico.

No Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna, o valor estético está relacionado com processos geológicos e geomorfológicos que proporcionam singularidade ao local e o deslumbramento por sua beleza cênica (Figuras 38, 39, 40 e 41).

4.4 VALOR FUNCIONAL

Gray (2004 apud Brilha 2005) coloca o valor funcional da geodiversidade sob duas perspectivas. O primeiro valor seria aquele que está ligado à utilidade que a geodiversidade pode ter como substrato para a sustentação dos processos e sistemas físicos e ecológicos. Desta forma, mais uma vez destaca-se a importância que a geodiversidade tem para com a sustentação e desenvolvimento do meio abiótico. O outro valor aplicado ao tema funcional seria o valor da geodiversidade com caráter utilitário para o homem, *in situ*, ou seja, é a utilização dos elementos da geodiversidade em seu local original. Tal fato se exemplifica por atividades humanas como construções de vias, barragens de água, cidades, onde os elementos da geodiversidade servem como suporte para tais construções. Ainda há o armazenamento de águas subterrâneas em aquíferos, o papel do solo na retenção de substâncias como o carbono e também como suporte principal para o desenvolvimento da agricultura.

O valor funcional aplicado ao Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna refere-se ao local servir como um suporte para o meio físico em geral. A presença de sistemas de matas contínuas no local serve como um corredor ecológico para muitos animais que vivem na região. A presença destes animais, como por exemplo, o veado campeiro, que já foi visto durante saídas de campo mostra que o local assim como as proximidades apresentam relictos de fauna da região dos Campos Gerais.

4.5 VALOR CIENTÍFICO E EDUCATIVO

Este valor provavelmente é o de maior importância para a área de estudo, pois demonstra o contato com os elementos geológicos e reforça a importância da conservação do meio abiótico. É através deste contato que os pesquisadores das Ciências da Terra têm a oportunidade de conhecer, interpretar e reconstituir a história do Planeta Terra. O conhecimento dos processos, tanto endógenos como exógenos são necessários para uma melhor relação da sociedade em geral com a geodiversidade.

Os registros encontrados em elementos da geodiversidade, como a presença de fósseis ou a descoberta da movimentação das placas tectônicas, que originaram a separação dos continentes, descritas por Alfred Wegener como a teoria da Deriva Continental, são fatores que mostram o quão importante é o saber científico sobre os elementos geológicos e quantas descobertas e conhecimentos estes elementos oferecem não só para a comunidade científica, como para a sociedade em geral.

Entretanto, os estudos e descobertas relacionados a Geociências devem ser levados para o conhecimento de todos. Dessa forma é primordial que o conhecimento sobre a geodiversidade e a importância da Geoconservação sejam assuntos aplicados em todos os níveis de ensino, para que assim as gerações cresçam sabendo a importância que os elementos da geodiversidade têm para a humanidade e que estes devem ser preservados, como uma forma de garantir a sobrevivência dos seres vivos. Para tanto, é necessário criar programas para os estabelecimentos de ensino, e também para a sociedade, que promovam o contato direto da população com o meio geológico, criando assim uma sensibilização, como já existe com a biodiversidade.

O Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna permite a visualização do interior do corpo rochoso, ajudando a entender os processos da formação de um sistema cárstico em rochas não carbonáticas.



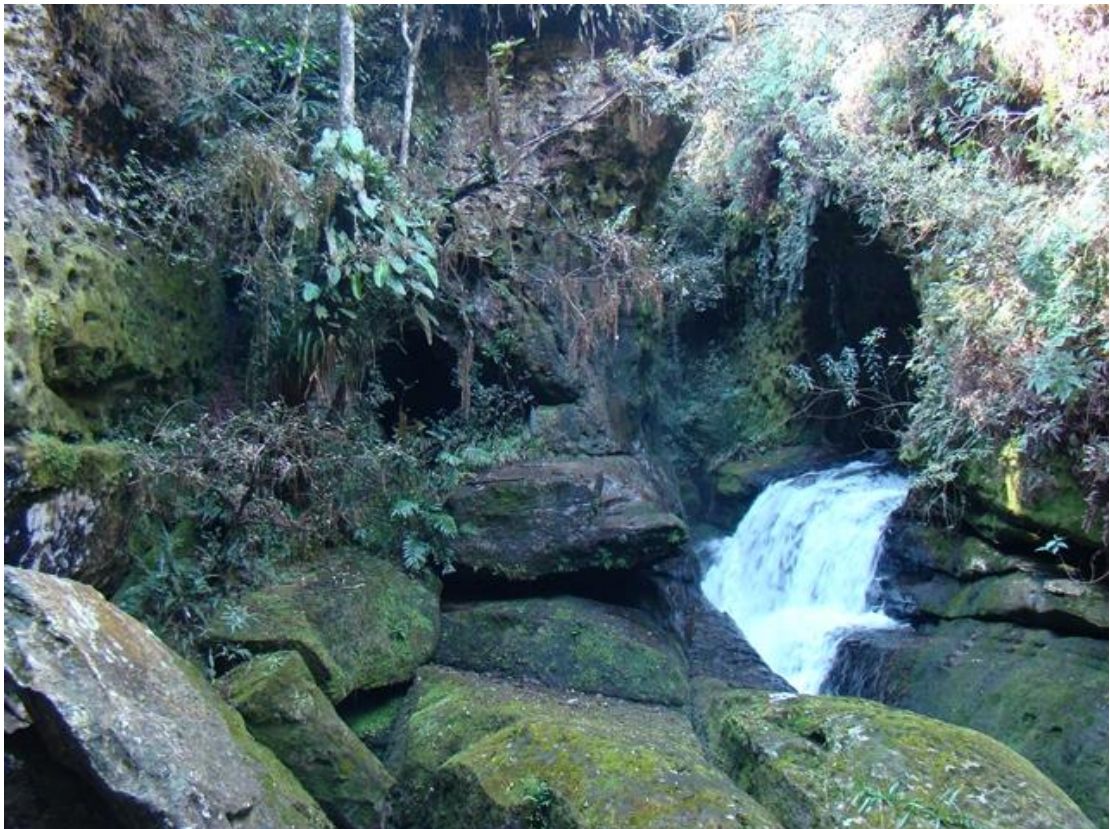
GUIMARÃES, G.B.

Figura 38: primeira cachoeira do Rio Quebra-Perna na área do Geossítio



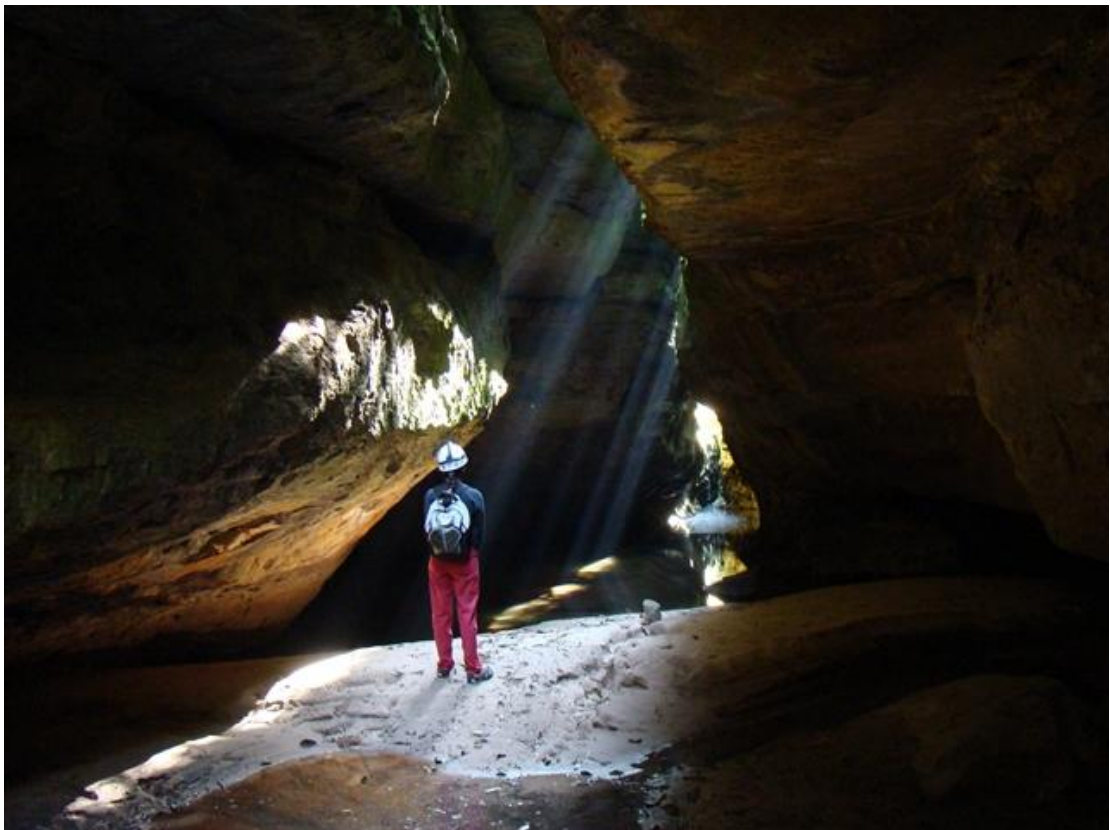
GUIMARÃES, G.B.

Figura 39: vista da base da primeira cachoeira do Rio Quebra-Perna próximo ao local do sumidouro do rio



PONTES, H.S.

Figura 40: terceira fenda (F3) – vista do Duto dos Andorinhões e Galeria Quebra-Perna



PONTES, H.S.

Figura 41: raios solares iluminando a segunda fenda (F2)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna possui inúmeras feições singulares, que estão associadas ao seu processo de formação. Sua gênese está relacionada com a combinação de diversos fatores, tais como as características da rocha (composição e estruturas sedimentares), estruturas tectônicas (falhas, fendas e fraturas) e a ação erosiva (química e mecânica) das águas pluviais, fluviais e subterrâneas, desencadeando a dissolução e desagregação da rocha e transporte de sedimentos.

Nos arenitos da Formação Furnas é que o geossítio está situado. Estas rochas, devido sua cimentação argilosa (caulinita e illita), são de fácil dissolução pela ação da água. Tal fato possibilita, juntamente com demais feições associadas, a existência de rios com curso subterrâneo, como é o caso do rio Quebra-Perna na área do geossítio.

Os espeleotemas encontrados nos compartimentos morfológicos, compostos principalmente por sílica e caulinita, indicam uma significativa dissolução do cimento caulinitico e do quartzo, havendo uma reprecipitação dos minerais. É importante ressaltar que, quando comparados a espeleotemas encontrados em rochas carbonáticas, estes são de pequenas dimensões, possuindo no máximo alguns centímetros de comprimento. Porém a ocorrência dos espeleotemas em arenitos é mais uma forma de confirmar o estabelecimento de um contexto cárstico, onde o processo de dissolução é significativo na gênese das feições.

Para avaliar a existência de um sistema cárstico é preciso analisar as macrofeições, como também as mesofeições e microfeições. A formação e a evolução de sistemas cársticos são ocasionadas por fatores como rochas permeáveis e fraturadas, elevado gradiente hidráulico ocasionado pela amplitude altimétrica e a disponibilidade de água, sendo a dissolução química um dos principais fatores para a ocorrência do carste.

Todos os processos formadores do geossítio resultaram numa expressiva geodiversidade no local, podendo ser palco para inúmeros estudos científicos relacionados com o tema. Os elementos da geodiversidade consistem em formas e processos, tais como cavernas, dutos de dissolução, cúpulas de dissolução, espeleotemas, painéis, alvéolos, lapas, cachoeiras, relevo ruiforme e paredões

rochosos, todos estes associados principalmente à litologia e à ação de dissolução pela água.

Reconhecendo-se os elementos da geodiversidade, é necessário fazer a identificação dos valores que recaem sobre estes, visando à conservação do patrimônio geológico. Os valores da geodiversidade aplicados no Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna tiveram como base o que foi proposto por Brilha (2005), sendo o valor econômico o único ainda não identificado na área de estudo.

O valor cultural tem significativa representatividade, quando relacionado com as pinturas rupestres sob lapas existentes no local. É uma forma de mostrar a conexão do homem com o meio físico, especialmente com os elementos da geodiversidade, os abrigos podendo ter servido como pontos de refúgio ou locais estratégicos para caça. A conservação destas pinturas é de grande importância, pois fazem parte da história da humanidade e da relação desta com o meio natural, sendo fato que a humanidade sempre dependeu da utilização de materiais geológicos para sua sobrevivência.

O valor funcional está ligado à utilidade que a geodiversidade tem como substrato para a sustentação dos meios físicos e ecológicos. Tal fato refere-se principalmente à existência de inúmeras espécies animais que têm seu hábitat no entorno ou mesmo no próprio geossítio. Portanto entende-se que protegendo o meio abiótico também se estará protegendo o meio biótico.

Assim como na maioria dos sítios naturais, o valor estético está relacionado com processos geológicos e geomorfológicos que propiciam singularidade ao local, dotado de belas paisagens, compostas principalmente por cavidades subterrâneas e cachoeiras.

Os valores científicos e didáticos podem ser colocados como de maior relevância, uma vez que demonstram de modo inequívoco a existência de sistemas cársticos em rochas não carbonáticas na região. Os compartimentos morfológicos são formas típicas de carste, assim como as pequenas e médias feições, que sempre devem ser levadas em consideração. A dissolução da rocha pela ação da água é considerada como o principal fator para a formação do carste. No local do estudo é possível observar processos ativos de carstificação, como também evidências de paleocarste, notadas através da existência dos dois paleoleitos.

Por estar inserido numa propriedade particular em que visitas não são permitidas sem a autorização do proprietário, em comparação com os demais sítios

naturais da região, o Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna não sofre tantas ameaças em relação à integridade de sua geodiversidade. Entretanto é necessário que o local esteja inserido em programas de proteção ao meio natural, para evitar no futuro perdas significativas, buscando-se sempre um equilíbrio entre o uso da geodiversidade e sua conservação.

O levantamento topográfico realizado no geossítio serviu não só para reconhecimento como também para subsidiar os estudos feitos em relação à gênese do local. O mapa mostra todos os compartimentos morfológicos existentes e consequentemente todo o trajeto que o rio percorre subterraneamente, evidenciando complexas mudanças de cursos e destacando a significativa história evolutiva da morfologia da paisagem na área de estudo.

Visando os objetivos que foram propostos para a elaboração desta pesquisa, conclui-se que os mesmos foram atingidos. A conservação e a proteção do Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna se fazem necessárias devido ao alto interesse espeleológico, geológico, geomorfológico, ecológico e arqueológico que o local como um todo apresenta. É de grande importância destacar que este geossítio é um notável exemplo de sistema cárstico desenvolvido nos arenitos da Formação Furnas, na região dos Campos Gerais do Paraná. Tal fato exige mudanças no gerenciamento do uso da terra sobre o relevo desta unidade rochosa, pois estas características implicam em problemas diversos como degradação das águas subterrâneas, abatimentos do terreno e perdas significativas de outros elementos da paisagem, bióticos e abióticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSINE, Mário L. **Aspectos da estratigrafia das seqüências pré-carboníferas da Bacia do Paraná no Brasil**. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, São Paulo, 1996.

BATES, R.L.; JACKSON, J.A.J. (Edts). 1987. **Glossary of Geology**. 3rd. Edition. American Geological Institute, Alexandria-USA.

BRAGA, F.G. Os mamíferos dos Campos Gerais. *In*: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. 1. ed. Ponta Grossa: UEPG, 2007. cap. 12. p. 123- 133

BRILHA, J. **Patrimônio Geológico e Geoconservação**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Lisboa: Palimage, 2005. 183p.

CARVALHO, S.M. **O Diagnóstico Físico-Conservacionista – DFC como subsídio à gestão ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Quebra-Perna, Ponta Grossa – PR**. Tese de Doutorado em Geografia – UNESP, Presidente Prudente, SP. 2004, p. 122-137

CARVALHO, S.M.; STIPP, N.A.F. **Aplicação do Diagnóstico Físico-Conservacionista (Dfc) para a Bacia do Rio Quebra—Perna, Ponta Grossa/Pr**. Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada – 05 a 09 de setembro de 2005 – USP, pág. 4992 – 5009.

CIGUEL, J.H.G.; PEDREIRA, A.J.; GÓIS, J.R. **Os icnofósseis da localidade de Sítio Cercado, Estado do Paraná, Brasil – Formação Furnas (Siluriano/Devoniano), flanco oriental da Bacia Sedimentar do Paraná**. Anais do I. Simpósio Sul Americano do Siluro Devoniano: Estratigrafia e Paleontologia, Ponta Grossa, PR. 21-26 jul. 1996. p. 319-335.

CRUZ, G.C.F. Alguns aspectos do clima dos Campos Gerais. *In*: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná**. 1. ed. Ponta Grossa: UEPG, 2007. Cap. 2, p. 59- 72.

FAIRCHILD, T.R. A Terra: passado, presente e futuro. *In*: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M.; FAIRCHILD, T.R.; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de textos, 2000. Reimpressão, 2001. p. 493-516.

GUIMARÃES, G. B.; MELO, M. S. de; MOCHIUTTI, N. F. **Desafios da geoconservação nos Campos Gerais do Paraná**. Geologia USP – Série Publicação Especial, São Paulo, v. 5. p. 47-61, out. 2009.

GUIMARÃES, G. B.; MELO, M. S.; GIANNINI, P. C. F.; MELEK, P. R. Geologia dos Campos Gerais. *In*: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná**. 1. ed. Ponta Grossa: UEPG, 2007. Cap. 2, p. 23- 32.

HARDT, R.; RODET, J.; PINTO, S.A.F.; WILLEMS, L.. **Exemplos brasileiros de carste em arenito: Chapada dos Guimarães (MT) e Serra de Itaqueri (SP)**. SBE – Campinas, SP. Espeleo- Tema. v. 20, n.1/2, p.7-23. 2009.

Idade dos Metais em: http://www.suapesquisa.com/prehistoria/idade_dos_metais.htm acesso em 07 de outubro de 2010, às 18h55min.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/vetores/> Acessado em 07 de Julho de 2010, às 19h45min.

KARMANN, I. Ciclo da água: água subterrânea e sua ação geológica. *In*: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M.; FAIRCHILD, T.R.; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de textos, 2000. Reimpressão, 2001. p. 113-138.

KÖENE, R. **Estrutura do relevo da Região de Pirai da Serra, PR**. Monografia (Graduação em Bacharelado em Geografia) - Setor de Ciências Exatas e Naturais, UEPG. 2009, 77 p.

LETENSKI, R., GUIMARÃES, G.B., PIEKRAZ, G., MELO, M.S. **Geoturismo no Parque Estadual de Vila Velha: nas trilhas da dissolução**. Campinas, SeTur/SBE. Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas, 2(1), 2009.

LIMA, F.F. **Proposta Metodológica para a Inventariação do Patrimônio Geológico Brasileiro**. Tese de Mestrado em Patrimônio Geológico e Geoconservação, Universidade do Minho, Escola de Ciências, Setembro, 2008. 91p.

LOBATO, G., BORGHI, L. **Análise estratigráfica da Formação Furnas (Devoniano Inferior) em afloramentos da borda leste da Bacia do Paraná**. 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás. Salvador – BA, 2005.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 2 ed. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio Ed., 1981.

MAGALHÃES, E. D; LINHARES, J. C. **Curso prático de topografia**. Espeleo Grupo de Brasília – EGB. Brasília, DF em 06 de dezembro de 1997.

MARQUES NETO, R.. **Evolução de cavernas em quartzito e processos cársticos em São Thomé das Letras – MG: contribuição ao estudo de sistemas cársticos em rochas siliciclásticas**. Geosul, Florianópolis, v.23, n.45, p. 105-121, jan./jun. 2008.

MASSUQUETO, L.L.; GUIMARÃES, G.B. **Espeleogênese dos compartimentos morfológicos do Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna (Ponta Grossa – PR)**. Anais do II Simpósio Sul-Brasileiro de Espeleologia – A Espeleologia no Sul do Brasil. Ponta Grossa – PR, 22 a 25 de Julho, 2010. p. 89

MASSUQUETO, L.L.; GUIMARÃES, G.B. **Geossítio do Sumidouro do Rio Quebra-Perna (Ponta Grossa/PR): Caracterização, Gênese e Valores**. Anais do

IX Encontro de Pesquisa e III Simpósio de Pós-Graduação - UEPG 10 e 11 de junho de 2010. Disponível em: http://eventos.uepg.br/epuepg/cd/artigo.php?id_artigo=611

MELO, M.S. 2000. **Canyon do Guartelá**. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. (Edit.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Publicado na Internet em 22/01/2000 no endereço: <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio094/sitio094.htm>

MELO, M.S.; BOSETTI, E.P.; GODOY, L.C., PILATTI, F. 2005. **Vila Velha, PR**. Impressionante relevo ruiforme. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M.; (Edit.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. (Edit.), Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. p.269-277. Publicado na Internet em 18/11/1999 no endereço: <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio029/sitio029.htm>

MELO, M.S.; GIANNINI, P.C.F. 2007. **Sandstone dissolution landforms in the Furnas Formation, Southern Brazil**. Earth Surface Processes and Landforms, v. 32, p. 2149-2164.

MELO, M.S.; GUIMARÃES, G.B., RAMOS, A.F., PRIETO, C.C. Relevo e Hidrografia dos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B.: **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Editora da UEPG, 2007, p. 49 – 58.

MELO, M.S.; LOPES, M.C.; BOSKA, M.A. 2005. **Furna do Buraco do Padre, Formação Furnas, PR - Feições de erosão subterrânea em arenitos devonianos da Bacia do Paraná**. In: Winge, M.; Schobbenhaus, C.; Berbert-Born, M.; Queiroz, E.T.; Campos, D.A.; Souza, C.R.G.; Fernandes, A.C.S. (Edit.), Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Publicado na Internet em 08/10/2005 no endereço <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio110/sitio110.pdf>

MOCHIUTTI, N.F. **Os valores da geodiversidade da região de Piraí da Serra, Campos Gerais do Paraná**. Monografia (Graduação em Bacharelado em Geografia) - Setor de Ciências Exatas e Naturais, UEPG. 2009, 127 p.

NASCIMENTO, M. A. L.; RUCHKYS, U. de A.; MANTESSO NETO, V. **Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 2008. 82 p.

PEREIRA, F.C. **As pinturas rupestres da região de Piraí da Serra - Paraná**. Monografia (Graduação em Bacharelado em Geografia) – Setor de Ciências Exatas e Naturais, UEPG. 2009, 123 p.

Período da Pedra Lascada em: <http://www.suapesquisa.com/pesquisa/paleolitico.htm> acesso em 07 de outubro de 2010, às 18h20min.

Período da Pedra Polida em: <http://www.suapesquisa.com/pesquisa/neolitico.htm> acesso em 07 de outubro de 2010, às 18h25min.

PONTES, H.S. 2010a. **GUPE explora o Sumidouro do Rio Pitangui**. SBE Notícias: Boletim Eletrônico da Sociedade Brasileira de Espeleologia, ano 5, nº 156. p.2 Publicado na internet em 01/05/2010 no endereço: http://www.sbe.com.br/sbenoticias/SBENoticias_156.pdf

PONTES, H.S. **Fenda da Freira, Ponta Grossa – PR. Caverna subterrânea em arenitos da Formação Furnas**. In: XVII Semana de Geografia da UEPG. Anais de Evento. Ponta Grossa: UEPG, 2010b.

PONTES, H.S.; MELO, M.S.. **Processos erosivos superficiais e subterrâneos em arenitos da Formação Furnas na região dos Campos Gerais do Paraná**. Anais do XVIII EAIC – 30 de setembro a 2 de outubro de 2009, Londrina – PR.

PONTES, H.S.; ROCHA, H.L.; MASSUQUETO, L.L.; MELO, M.S.; GUIMARÃES, G.B.; LOPES, M.C. **Mudanças recentes na circulação subterrânea do Rio Quebra-Pedra (Furna do Buraco do Padre, Ponta Grossa, Paraná)**. SBE – Campinas, SP. Espeleo-Tema. v. 21, n. 1, p. 7-16. 2010.

RIBAS, L.M.L.R., CARVALHO, L.C. **Caverna natural subterrânea: natureza jurídica**. INTERAÇÕES, Campo Grande, v.10, n.1 p.83-93, jan./jun. 2009 . Publicado em: <http://www.scielo.br/pdf/inter/v10n1/09.pdf>

ROCHA, H.L.; GUIMARÃES, G.B. **Geoformas cársticas em rochas quartzosas dos Campos Gerais do Paraná: inventariação e quantificação de geossítios de valor científico**. Anais do II Simpósio Sul-Brasileiro de Espeleologia – A Espeleologia no Sul do Brasil. Ponta Grossa – PR, 22 a 25 de Julho, 2010

SÁ, M.F.M. Os solos dos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná**. 1. ed. Ponta Grossa: UEPG, 2007. Cap. 6, p. 73-83.

SANTANA, A. C.; MELO, M. S. **Sumidouro do Rio Quebra-Perna, Ponta Grossa, PR: um complexo de informações geográficas**. In: JORNADA CIENTÍFICA DE GEOGRAFIA, 3, Ponta Grossa, 2001. Boletim de resumos... Ponta Grossa, UEPG, p. 70-72, 2001.

SHARPLES, C. 2002 **Concepts and principles of Geoconservation**. Tasmanian Parks and Wildlife Service website.

Disponível em: [http://www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/Attachments/SJON57W3YM/\\$FILE/geoconservation.pdf](http://www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/Attachments/SJON57W3YM/$FILE/geoconservation.pdf)

SILVA, A.G.C., MELO, M.S., PARELLADA, C.I. **Pinturas rupestres em abrigos sob rochas no Sumidouro do Rio Quebra-Perna, Ponta Grossa, Paraná**. Publ. UEPG Ci. Exatas Terra, Ci. Agr. Eng., Ponta Grossa, 12 (1): 23-31, abr. 2006.

SOARES, Olavo. **Furnas dos Campos Gerais, Paraná**. Curitiba: Scientia et Labor, 1989. XVII, 82 p.

Sociedade Brasileira de Espeleologia – SBE. Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil: Gruta Lajeado do Sobrado
http://www.sbe.com.br/cnc_consulta_det.asp?txtnumero=244&txtuf=PR&txtipo=0&mostraHist=N&mapa=N acesso em 15 de dezembro de 2010, às 23h17min.

SOUSA, D.M.G., LOBATO, E., **Glei Pouco Húmico / Gleissolo Háplico**. Publicado na internet no endereço:
http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_95_10112005101956.html Acessado em 18 de outubro de 2010, às 22h20min.

SOUZA, C.R.G., SOUZA, A.P. **O Escarpamento Estrutural Furnas, SP/PR**. Raro sítio geomorfológico brasileiro. *In*: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M.; (Edit.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. p. 299-306. Publicado na Internet em 19/05/2000 no endereço <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio080/sitio080.htm>

WILLEMS, L.; RODET, J.; POUCKET, A.; MELO, S.; RODET, M. J.; COMPÈRE, P. H.; HATERT, F.; AULER, A.S.. **Karsts in sandstones and quartzites of Minas Gerais, Brazil**. Cadernos Lab. Xeolóxico de Laxe Coruña. 2008. Vol. 33, pp. 127 – 138.

WRAY, R.A.L. **Quartzite dissolution: karst or pseudokarst?** *In*. Cave and Karst Science 24 (2), 1997, 81-8

WRAY, R. A. L. 2009. **Phreatic drainage conduits within quartz sandstone: Evidence from the Jurassic Precipice Sandstone, Carnarvon Range, Queensland, Australia**. *Geomorphology* 110 p. 203–211.