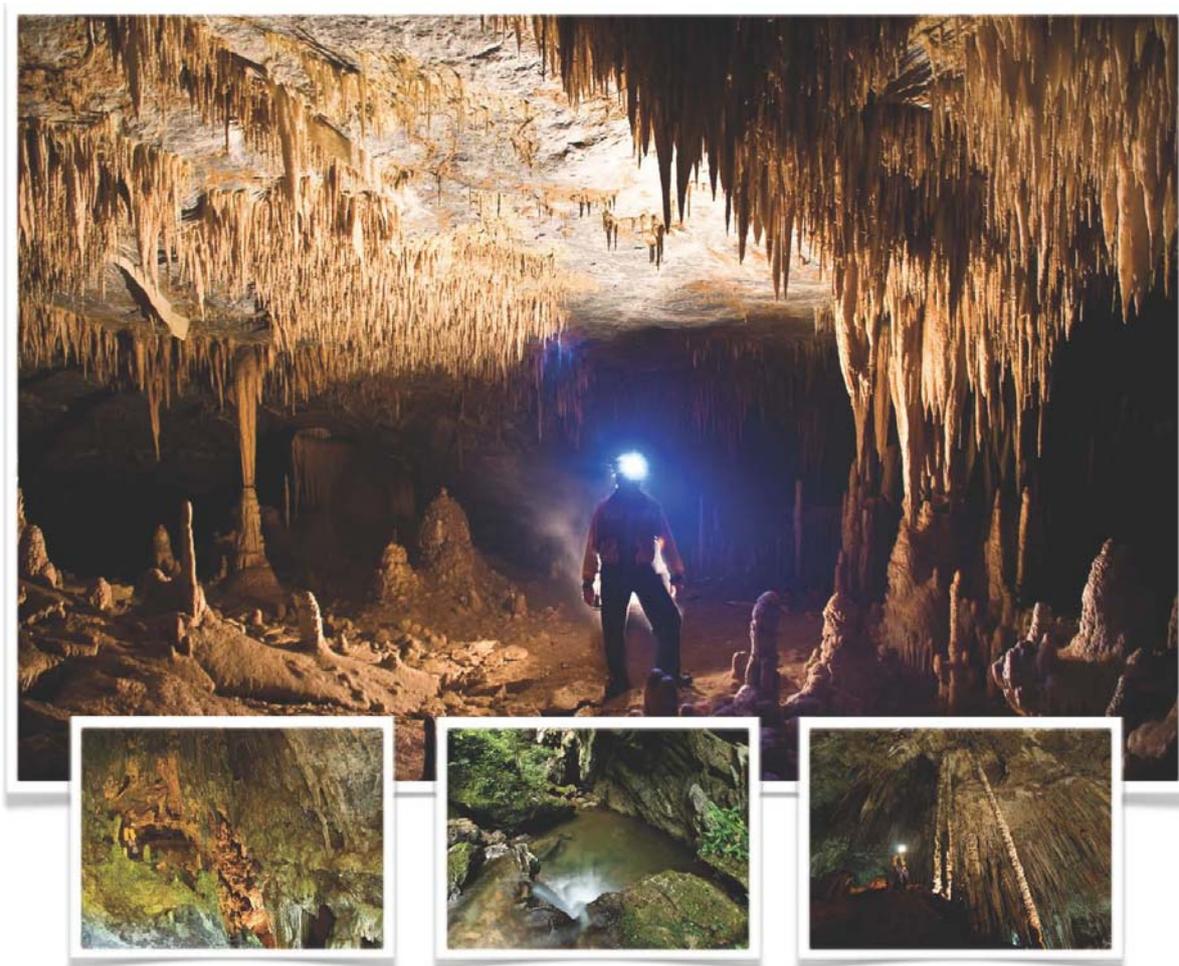


PLANO DE MANEJO ESPELEOLÓGICO



CAVERNA DO DIABO VOLUME PRINCIPAL E ANEXOS

EKOS BRASIL



SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE



Imagens da capa: foto principal – salão Violeta/salão Preto; fotos menores, da esquerda para a direita – entrada Ostras, sumidouro do ribeirão Tapagem próximo à entrada principal e estalagmites conhecidas como “velas” no Salão da Catedral. .

Fotos: Ricardo de Souza Martinelli

O Plano de Manejo da caverna do Diabo foi elaborado como parte integrante dos Termos de Compensação Ambiental (TCCA), no âmbito dos seguintes licenciamentos ambientais: Usina Agroindustrial “Usina Colombo”, processo SMA nº 13.565/2007; Cocal Comércio e Indústria Canaã Açúcar e Álcool Ltda., processo SMA nº 13.565/2007; Usina Zanin Açúcar e Álcool Ltda. - unidade Araraquara, processo SMA nº 13.562/2007.

Permitida a reprodução total ou parcial desta publicação, desde que citada a fonte.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Alberto Goldman

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE

Francisco Graziano Neto

FUNDAÇÃO FLORESTAL

PRESIDENTE

Paulo Nogueira Neto

DIRETORIA EXECUTIVA

José Amaral Wagner Neto

DIRETORIA DE OPERAÇÕES

Bóris Alexandre Cesar

DIRETORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Wanda Terezinha P. V. Maldonado

DIRETORIA ADMINISTRATIVA E FINANCEIRA

José Carlos Geraci

NÚCLEO PLANOS DE MANEJO

Cristiane Leonel

GERÊNCIA REGIONAL VALE DO RIBEIRA

Donizetti Barbosa Junior

PARQUE ESTADUAL CAVERNA DO DIABO

Josenei Gabriel Cará

São Paulo, junho de 2010

CRÉDITOS TÉCNICOS E INSTITUCIONAIS

FUNDAÇÃO FLORESTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Núcleo Planos de Manejo

EQUIPE DE ELABORAÇÃO DOS PLANOS DE MANEJO ESPELEOLÓGICO

Coordenação Geral

Cristiane Leonel Núcleo Planos de Manejo

Grupo Técnico de Coordenação

Fundação Florestal

Cristiane Leonel	Coordenadora Núcleo Planos de Manejo
Maurício de Alcântara Marinho	Assessor Técnico Núcleo Planos de Manejo
Fábio Leonardo Thomas	Gestor Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira
Josenei Gabriel Cará	Gestor Parque Estadual Caverna do Diabo
Katia Cury	Gestora Parque Estadual Intervalles
Kátia Regina Pisciotta	Assessora da Diretoria de Operações

Instituto Geológico

José Antonio Ferrari	Pesquisador Científico
William Sallun Filho	Pesquisador Científico

Instituto Florestal

Gláucia Cortez Ramos de Paula	Pesquisadora Científica
-------------------------------	-------------------------

Projeto de Desenvolvimento do Turismo da Mata Atlântica

Fabício Scarpeta Matheus	Unidade de Coordenação do Projeto
Roney Perez dos Santos	Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais

Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica

Clayton Ferreira Lino	Vice-Presidente
Instituto Ekos Brasil	
Heros Augusto Santos Lobo	MSc. Geografia, Turismólogo

Secretaria

Maria Luci de Toledo Núcleo Planos de Manejo – Fundação Florestal

Coordenação Executiva

Instituto Ekos Brasil

Délcio Rodrigues	Supervisão Geral
Heros Augusto Santos Lobo	Coordenação Executiva
Diana Stamato Sampaio	Coordenação Administrativa
Francisco Villela Laterza	Geoprocessamento
Diego Gonzales	Edição e Assessoria Técnica
Marcelo Augusto Rasteiro	Assessoria Técnica
Isabela de Fátima Fogaça	Assessoria Técnica
Katia Cury	Assessoria Técnica
Patrícia Regina Rossi Cacciatori	Assessoria em Planejamento Participativo
Luciano Festa Mire	Assessoria em Planejamento Participativo
José Vicente Hare	Assessoria em Planejamento Participativo
Paulo César Boggiani	Consultor <i>ad-hoc</i> – Instituto de Geociências/USP

Equipes das Áreas Temáticas

Meio Físico

Espeleogeologia, Hidrologia, Paleontologia

Oduvaldo Viana Júnior	Coordenador	MSc. Geologia
Rogério Faria	Assistente	Geólogo

Consultoria: Geoíntegra Comercial e Serviços Ltda.

Microclima

José Antonio Ferrari	Coordenador	Dr. Geografia Física, PqC/IG
Gustavo Armani	Coordenador	MSc. Geogr. Física, PqC/IG
Maurício A. Marinho	Assessor NPM/FF	MSc. Geografia Física
Sílvio Takashi Hiruma	PqC Inst. Geológico	Dr. Geologia, Geomorfologia
William Sallun Filho	PqC Inst. Geológico	Dr. Geologia, Carste

Colaboração: Instituto Geológico e Núcleo Planos de Manejo/Fundação Florestal

Espeleofotografia

Ricardo de S. Martinelli	Coordenador	Prof. MSc., Fotógrafo
Marcelo Gonçalves	Assistente	Espeleólogo

Consultoria: Geribello Engenharia Ltda e UPE - União Paulista de Espeleologia.

Meio Biótico

Espeleobiologia

Eleonora Trajano	Coordenação Geral	Profa Titular IBc/USP
------------------	-------------------	-----------------------

Fauna Aquática

Maria Elina Bichuette	Coordenadora	Profa. Dra. Biologia, UFSCAR
Danilo Tavares Gregolin	Assistente	Biólogo, Pesquisador
Diego Monteiro Neto	Assistente	Biólogo, Pesquisador
Eduardo L. de Carvalho	Assistente	Biólogo, Pesquisador
Flávia Fina Franco	Assistente	Bióloga, Pesquisador
Jonas Eduardo Gallão	Assistente	Biólogo, Pesquisador
Patrícia Lucia Pereira	Assistente	Bióloga, Pesquisadora
Tiago Luís C. Scatolini	Assistente	Biólogo, Pesquisadora

Fauna Terrestre

Flávia Pelegatti Franco	Coordenadora	Dra. Biologia, IB/USP
Ives Simões Arnone	Assistente	MSc., Biólogo, Pesquisador
Lívia Medeiros Cordeiro	Assistente	MSc., Bióloga, Pesquisadora
Regina Bessi Pascoaloto	Assistente	Dra., Bióloga, Pesquisadora
Renata de Andrade	Assistente	MSc., Bióloga, Pesquisadora
Rodrigo Borghezán	Assistente	Biólogo, Pesquisador

Consultoria: Econatural Consultoria em Meio Ambiente Ltda.

Patógenos – Histoplasmose e Leishmaniose

Ana Paula G. Wiesel	Coordenadora	Bióloga
Gabriel Lima Firmino	Assistente	Biólogo
Silmara Zago	Coordenadora	Médica Veterinária
Diego Ramirez	Assistente	Biólogo

Consultoria: Econatural Consultoria em Meio Ambiente Ltda.

Meio Antrópico

Ocupação Humana

Isabela de F. Fogaça	Coordenadora	Profa. MSc. Geografia
Aline Batista Dias Vidal	Assistente	Turismóloga, Pesquisadora
Aline Penteado Veiga	Assistente	Turismóloga, Pesquisadora
Lélio Galdino Rosa	Assistente	Prof. Dr. Geografia - UNESP
Sérgio D. de Oliveira	Assistente	Prof. Dr. Gestão Ambiental - UNESP

Consultoria: Estação Floresta Assessoria Ambiental e Turismo Ltda.

Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico

Paulo de Blasis	Coordenador	Prof. Dr. Arqueologia, MAE-USP
Erika Robrahn-González	Assistente	L.D. Dra. Arqueologia
Sandra Sanchez	Assistente	Planejamento
Leilane Lima	Patrimônio Cultural	Arqueóloga
Luis Vinícius Sanchez	Assistente	Historiador
Paulo Afonso Vieira	Assistente	MSc., Historiador
Francisco D. F. Carvalho	Assistente	Multimídia e Produtos
Edir Sanchez	Assistente	Multimídia e Produtos
Eduardo S. de Oliveira	Assistente	

Consultoria: Documento Antropologia e Arqueologia Ltda

Turismo

José A. B. Scaleante	Coordenador	MSc. Geociências
Ana M. Lopez Espinha	Assistente	Gestora Ambiental
José Ayrton Labegalini	Assistente	MSc., Engenheiro Elétrico
Luiz Guilherme Rinke	Assistente	Turismólogo
Marcelo A. Rasteiro	Assistente	Turismólogo
Oscarlina A. F. Scaleante	Assistente	MSc. Geociências
Suzanne Shub	Assistente	Cientista Social
Vivian F. Scaggiante	Assistente	Publicitária/Fotógrafa

Consultoria: Estação Floresta Assessoria Ambiental e Turismo Ltda

Acessibilidade Universal

Érica Nunes	Coordenadora	Biomédica, Espeleóloga
Luis Afonso V. Figueiredo	Assistente	Prof. MSc. Educação
Heros Augusto Santos Lobo	Assistente	MSc. Geografia, Turismólogo
Josenei Gabriel Cará	Gestor do PECD/FF	Biólogo
Sibele F. de Oliveira Sanchez	Assistente	Enfermeira

Parceria: Comissão de Espeleoinclusão – Seção de Espeleoturismo – SBE.

Caracterização Regional

Frederico Arzolla	PqC Instituto Florestal	MSc. Eng. Agrônomo
Francisco Vilela	PqC Instituto Florestal	Eng. Agrônomo
Gustavo Armani	PqC Instituto Geológico	MSc. Climatologia
José Antonio Ferrari	PqC Instituto Geológico	Dr. Geogr. Física, Carste
Kátia Regina Pisciotta	Assessora DO/FF	MSc. Ciências Ambientais
Luiz A. Vaz de Figueiredo	Pesquisador	MSc. Educação, Presidente SBE
Maurício de A. Marinho	Assessor NPM/FF	MSc. Geografia Física
Natalia Macedo Ivanuskas	PqC Instituto Florestal	Eng. Agrônoma
Rosângela do Amaral	PqC Instituto Geológico	Dr ^a . Pedologia
Sílvio Takashi Hiruma	PqC Instituto Geológico	Dr. Geologia, Geomorfologia
William Sallun Filho	PqC Instituto Geológico	Dr. Geologia, Carste

Colaboração: Instituto Geológico, Núcleo Planos de Manejo/FF, Instituto Florestal e SBE

Legislação de Apoio à Gestão do Patrimônio Espeleológico

Ana Carolina C. Honora	Coordenadora	Advogada
Maria A. C. S. Resende	Analista RA/FF	Advogada
Tatiana Vieira Bressan	Assessora NRM/FF	Advogada

Colaboração: Núcleo de Regularização Fundiária/ Fundação Florestal

Planejamento Integrado e Participativo

José Vicente Hare	Coordenador	Engenheiro Agrônomo
Heros A. Santos Lobo	Coordenador	MSc. Geografia, Turismólogo
Patrícia R. Rossi Cacciatori	Coordenador	Engenheira Agrônoma

Programas de Gestão

Uso Público

Heros A. Santos Lobo	Coordenador	MSc. Geografia, Turismólogo
Isabela de F. Fogaça	Assistente	Prof ^a . UFRRJ, MSc. Geografia,
José A. Basso Scaleante	Diagóstico Turismo	MSc. Geociências
José Ayrton Labegalini	Assistente	MSc., Engenheiro Elétricol
Marcelo A. Rasteiro	Assistente	Turismólogo
Maurício de A. Marinho	NPM/FF	MSc. Geografia Física
Oscarlina A. F. Scaleante	Assistente	Prof ^a . MSc. Geociências
Vivian F. Scaleante	Assistente	Publicitária

Pesquisa

Marcelo A. Rasteiro	Coordenador	Turismólogo
Katia Cury	Gestora PEI/FF	Dra. Zoologia
Kátia Regina Pisciotta	Assessora DO/FF	MSc. Ciências Ambientais

Monitoramento de Impactos Ambientais

Diego Gonzales	Coordenador	Engenheiro Florestal, Ekos Brasil
Eleonora Trajano	IBc/USP	Profa Titular Instituto Bio Ciências/USP
Heros A. Santos Lobo	Ekos Brasil	MSc. Geografia, Turismólogo

Revisão e Edição

Cristiane Leonel	Coordenadora – Núcleo Planos de Manejo/Fundação Florestal
Diego Gonzales	Coordenador Ekos Brasil
Heros A. Santos Lobo	Ekos Brasil
Katia Cury	Ekos-Brasil
Maurício de A. Marinho	Núcleo Planos de Manejo/Fundação Florestal
Marco Aurélio Lessa Vilela	Estagiário - Núcleo Planos de Manejo/Fundação Florestal

Colaboradores do Parque Estadual Caverna do Diabo

Afrânio Soares	Conselheiro do PECD
Aguinaldo Dias	Conselheiro do PECD
Alessandra da Silva	Amamel
Amanda Gomes de França	Estagiária PECD
André Luiz Pereira de Moraes	Conselheiro do PECD
Antonio Carlos Busnello	Conselheiro do PECD
Antonio Carlos de Melo Cunha	Conselheiro do PECD
Antonio Eduardo Sodreieski	Conselheiro do PECD
Antonio Furquim Neto	Conselheiro do PECD
Aristides Dias Filho	Conselheiro do PECD
Arlindo Gomes	Prefeitura Municipal de Eldorado
Assis Pereira França	Conselheiro do PECD
Ataíde de Moraes	Parque Estadual Caverna do Diabo
Braz Avez de França	Amamel
Carlos Roberto de Moraes	Amamel
Daniel A. França	Amamel
Daniela Galvão Vidoto	Conselheira do PECD
Daniela Tomochigue dos Anjos	SBE
Edmilson Makoto Yoshimoto	Conselheiro do PECD
Edson Ney Barbosa	Conselheiro do PECD
Eduardo Rodrigues da Silva	Parque Estadual Caverna do Diabo
Eldon José de Oliveira	Prefeitura de Barra do Turvo
Eliel de Moraes	Amamel
Erica Nunes	SBE
Evandro Pereira Fortes	Conselheiro do PECD
Fabiana Benedetti	Estagiária PECD
Francisca Alcivania de Melo Silva	Conselheira do PECD
Geraldo Furquim	Amamel
Geraldo Simão de Sobral	Amamel
Gilberto França;	Parque Estadual Caverna do Diabo
Gilso Ribeiro Silva	Amamel
Hebert Hans Rudolf Shulz	Conselheiro do PECD

Hélio Rodrigues Lopes Ramalho	Conselheiro do PECD
Hetienne J. P. Aguiar	Projeto de Desenvolvimento do Ecoturismo na região da Mata Atlântica
Rodrigo J. S. Aguiar	
Iza Rodrigues da Silva	Amamel
Janaina de Oliveira Franco	Conselheiro do PECD
João Antonio de Moraes Neto	Conselheiro do PECD
João Ferreira Cardoso	Conselheiro do PECD
João Vicente Coffani Nunes	Conselheiro do PECD
José Renato Lisboa	Conselheiro do PECD
Josias Moreira	Parque Estadual Caverna do Diabo
Jovenil Ferreira de Souza	SBE
Jozeide Queiroz da Silva	Parque Estadual Caverna do Diabo
Katheleen G. S. Chaves	Prefeitura Municipal de Cajati
Lélis Ribeiro	Conselheiro do PECD
Marcelo Augusto Rasteiro	Conselheiro do PECD
Marta Organo Negrão	Conselheira do PECD
Moises Moreira	Conselheiro do PECD
Naydson Alexandre Souza	Conselheiro do PECD
Odacilio Pereira	Conselheiro do PECD
Odazildo Pereira	Conselheiro do PECD
Otoniel de França Moraes	Amamel
Paulo César Lemos da Silva	Conselheiro do PECD
Pedro Antônio Almeida e Silva	Parque Estadual Caverna do Diabo
Pedro Donizete Martins	Conselheiro do PECD
Pedro Lima	Conselheiro do PECD
Reinaldo de França	Amamel
Reinaldo Machado	Amamel
René de Souza	Conselheiro do PECD
Robson Alessandro Barbosa	Polícia Ambiental
Ronaldo P.Silva	Conselheiro do PECD
Ronaldo Pavarini	Conselheiro do PECD
Sandro Passos Correa	Sociedade Civil
Sibeli Sanchez	SBE
Valdomiro Pereira	Parque Estadual Caverna do Diabo
Walter de Araújo Crudo	Conselheiro do PECD

AGRADECIMENTOS

A elaboração dos Planos de Manejo Espeleológico é o resultado do trabalho de muitas pessoas colaborando de diferentes formas e em diferentes etapas do processo, sendo impossível relacionar aqui cada uma delas. Contudo, algumas instituições e grupos de pessoas se destacam no processo e mesmo correndo o risco de cometer injustiças, não podemos nos furtar a personalizar alguns agradecimentos.

Primeiramente a todos os funcionários e prestadores de serviços dos Parques Estaduais Intervales, Turístico do Alto Ribeira, Caverna do Diabo e do Rio Turvo pela dedicação, prestatividade e compreensão da importância do processo de elaboração do PME.

A Sociedade Brasileira de Espeleologia, Rede Espeleo, Grupos de Espeleologia – União Paulista de Espeleologia, Grupo Pierre Martin de Espeleologia; Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, pesquisadores Pedro Gnaspini-Netto e Ivo Karmann pela cessão dos mapas espeleotopográficos, sem os quais não teríamos tido tempo hábil para a elaboração do projeto.

A espeleóloga Gabriela Slavec, pelo registro nas oficinas de Zoneamento; a Ciro Koiti Matsukuma, Pesquisador Científico do Instituto Florestal, pela elaboração da carta de fitofisnomias, a Claudia N. Shida, assessora técnica do Núcleo Planos de Manejo pela organização do banco de dados e especialmente a Marco Aurélio Lessa Vilela, estagiário do Núcleo Planos de Manejo, pela dedicação na revisão dos mapas, editoração e acompanhamento na impressão do material.

As prefeituras municipais de Eldorado, Iporanga, Apiaí, Guapiara e Ribeirão Grande pelo empenho dos dirigentes e pela cessão de seus técnicos para participarem das oficinas com ricas contribuições nas discussões do Plano de Manejo.

Ao Grupo Técnico de Coordenação, pela determinação em elaborar o termo de referência, iniciar e concluir este Plano de Manejo, cada um colaborando dentro de suas possibilidades institucionais e especialmente ao Instituto Geológico, nas figuras dos pesquisadores José Antonio Ferrari e William Sallun Filho pela orientação e acompanhamento constante o que em muito qualificou o projeto.

À Ekos-Brasil, consultores, conselhos consultivos, organizações não governamentais, associações de monitores, empreendedores e comunidades que, em um exercício de dedicação, negociação e ponderação, conduziram a elaboração destes Planos de Manejo Espeleológico, apesar das dificuldades que se apresentaram até a sua conclusão.

Cristiane Leonel

Maurício Marinho

Núcleo Planos de Manejo – Fundação Florestal

O PATRIMÔNIO NATURAL DO ESTADO DE SÃO PAULO E A GESTÃO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

A Secretaria do Meio Ambiente é o órgão do Governo do estado responsável pelo estabelecimento e implementação da política de conservação da biodiversidade do estado de São Paulo, considerando, dentre outras ações, a implantação e a administração dos espaços territoriais especialmente protegidos, compreendendo unidades de conservação de proteção integral e de uso sustentável.

A Fundação Florestal tem a missão de contribuir para a melhoria da qualidade ambiental do estado de São Paulo, visando à conservação e a ampliação de florestas. Tais atribuições são implementadas por meio de ações integradas e da prestação de serviços técnico-administrativos, da difusão de tecnologias e do desenvolvimento de metodologias de planejamento e gestão. Sua ação sustenta-se em quatro vertentes: conservação, manejo florestal sustentável, educação ambiental e ação integrada e regionalizada.

Criada pela Lei nº 5.208/86, no final do governo estadual de André Franco Montoro, a Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo - Fundação Florestal, como passou a ser conhecida, surgiu na forma de um órgão de duplo perfil, ou seja, uma instituição que implantasse a política ambiental e florestal do estado com a eficiência e a agilidade de uma empresa privada.

Vinculada à Secretaria do Meio Ambiente, a Fundação Florestal vinha implantando uma visão moderna de gestão ambiental, procurando mostrar que a atividade econômica, desde que praticada na perspectiva do desenvolvimento sustentável, pode gerar bons negócios, empregos e capacitação profissional, ao mesmo tempo em que protege o patrimônio natural e utiliza de maneira racional e sustentável os recursos naturais.

Foi com este espírito que grandes mudanças ocorreram na Fundação Florestal a partir do final de 2006. Inicialmente as Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs), até então atreladas ao governo federal, por meio do Decreto estadual nº 51.150, de 03/10/06, passaram a ser reconhecidas no âmbito do governo estadual, delegando à Fundação Florestal a responsabilidade de coordenar o Programa de Apoio às RPPNs. Um mês depois, o Decreto estadual nº 51.246, de 06/11/06, atribuiu à Fundação Florestal a responsabilidade do gerenciamento das Áreas de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), nas áreas de domínio público.

Ainda no final de 2006 foi instituído, através do Decreto estadual nº 51.453, de 29/12/06, o Sistema Estadual de Florestas – SIEFLOR, com o objetivo de aperfeiçoar a gestão e a pesquisa na maior parte das unidades de conservação do estado de São Paulo. Os gestores desse Sistema são a Fundação Florestal e o Instituto Florestal, contemplando, dentre as unidades de conservação de proteção integral os Parques Estaduais, Estações Ecológicas e Reservas de Vida Silvestre e, dentre as unidades de conservação de uso sustentável, as Florestas Estaduais, Reservas de Desenvolvimento Sustentável e as Reservas Extrativistas. A Fundação Florestal desenvolve, implementa e gerencia os programas de gestão nestas unidades enquanto, o Instituto Florestal, realiza e monitora atividades de pesquisa.

Em maio de 2008, novo Decreto estadual nº 53.027/08, atribui à Fundação Florestal o gerenciamento das 27 Áreas de Proteção Ambiental (APAs) do estado de São Paulo, até então sob responsabilidade da Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico e Educação Ambiental (CPLEA), como resultado de um processo de reestruturação interna da Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo.

Após mais de 2 anos da edição do Decreto que institui o Siefloor, um novo Decreto, o de nº 54.079 de 5/3/2009 aperfeiçoa o primeiro. Após um período de maturação, as instituições envolvidas – Instituto e Fundação Florestal, reavaliaram e reformularam algumas funções e a distribuição das unidades de conservação de tal forma que todas as Estações Experimentais e as Estações Ecológicas contíguas a estas encontram-se sob responsabilidade do Instituto Florestal, bem como o Plano de Produção Sustentada – PPS; à Fundação Florestal coube a responsabilidade da administração e gestão das demais unidades de conservação do estado, bem como propor o estabelecimento de novas áreas protegidas.

Considerando-se as RPPNs e ARIEs, acrescidas das unidades, gerenciadas pelo SIEFLOR e, mais recentemente, as APAs, a Fundação Florestal, passou, em menos de dois anos, a administrar mais de uma centena de unidades de conservação abrangendo aproximadamente 3.420.000 hectares ou aproximadamente 14% do território paulista.

Trata-se, portanto, de um período marcado por mudanças e adaptações que estão se concretizando à medida em que as instituições envolvidas adequam-se às suas novas atribuições e responsabilidades. A Fundação Florestal está se estruturando tecnicamente e administrativamente para o gerenciamento destas unidades, sem perder de vista sua missão e o espírito que norteou em assumir a responsabilidade de promover a gestão, ou o termo cotidiano que representa o anseio da sociedade – zelar pela conservação do patrimônio natural, histórico-arquelógico e cultural da quase totalidade das áreas protegidas do estado, gerando bons negócios, emprego, renda e capacitação profissional às comunidades locais.

APRESENTAÇÃO

A Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo, por intermédio da Fundação Florestal, acaba de finalizar os planos de manejo espeleológico de 32 cavernas no vale do Ribeira e alto Paranapanema. Estes documentos técnicos orientarão o uso do patrimônio natural, visando a conservação e manejo sustentável, em 20 cavernas existentes no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – PETAR, 10 no Parque Estadual de Intervales, uma no Parque Estadual do Rio Turvo, e a famosa Caverna do Diabo, no Parque Estadual de mesmo nome. Agora, estas maravilhosas cavidades passam a ter definições específicas sobre a visitação pública, garantindo a prática do turismo sustentável.

Os planos de manejo das cavernas foram finalizados após dois anos de estudos, levantamentos e pesquisas, em um trabalho inédito no mundo envolvendo cerca de 100 especialistas, entre espeleólogos, geógrafos, historiadores, turismólogos, biólogos, arqueólogos, economistas e engenheiros. Os documentos também trazem alívio à população do vale do Ribeira que viram, em 2008, a sua principal fonte de renda, o turismo, ser ameaçada quando as cavernas foram apressadamente interditadas pelo Ibama - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

Na época, 46 cavernas estavam abertas para a visitação pública. Preocupada com a situação, a Fundação Florestal firmou, entre os meses de abril e junho de 2008, Termos de Ajustamento de Conduta – TACs com o Ministério Público Federal (MPF), se comprometendo a efetuar em dois anos os necessários estudos para o uso sustentável das cavernas. Esses TACs garantiram a reabertura imediata de algumas cavernas na região e permitiram a retomada do turismo. Hoje não há mais o que temer. O resultado está aí, os 32 Planos prometidos estão finalizados. Mais que discutir, fazer.

Esse trabalho, sem dúvida, é um reflexo das ações arrojadas que o Governo do estado de São Paulo vem desenhando para a melhoria da qualidade ambiental e o apoio ao ecoturismo. Os planos de manejo trazem propostas e diretrizes como resposta a toda a sociedade, mas principalmente aos setores preocupados tanto com a conservação do rico patrimônio espeleológico quanto com as possibilidades de geração de trabalho e renda às comunidades do entorno destes parques. Conservação da natureza se faz com pessoas apaixonadas por ela e orgulhosas por fazerem parte do processo de preservação dessas áreas naturais.

As cavernas são um legado construído ao longo dos milênios. Cabe a nós amá-las e protegê-las com sabedoria e competência. Esse é o nosso propósito.

São Paulo, junho de 2010

Xico Graziano
Secretário do Meio Ambiente

APRESENTAÇÃO

O primeiro passo para a execução de 32 Planos de Manejo Espeleológico foi o esforço de mobilização de parceiros e da organização do material disponível sobre as cavernas, os parques, as comunidades, a gestão do uso público, enfim, havia uma longa história a ser sistematizada e potencializada em propostas e diretrizes. Nesse primeiro momento, foi fundamental a contribuição da SBE, Rede Espeleo e Grupos de Espeleologia - UPE, GPME, GBPE sem os quais, talvez, não tivéssemos chegado a estes resultados.

A equipe de técnicos do Instituto Geológico, da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, do Projeto de Ecoturismo da Mata Atlântica, do Instituto Florestal e da Fundação Florestal, particularmente o Núcleo Planos de Manejo, que coordenou este trabalho, muito se dedicou para desenhar o termo de referência, com o acompanhamento do Cecav/ICMBio e do Ibama-SP, no sentido de estabelecer um processo transparente e eficiente.

Os recursos utilizados foram oriundos de TCCA, um dos instrumentos mais modernos de gestão ambiental, concebido a partir do Art. 36 do SNUC e instituído no estado de São Paulo pela Comissão de Compensação da Secretaria do Meio Ambiente que, sensíveis quanto a gravidade da situação, conseguiu viabilizar os recursos financeiros necessários para a elaboração dos planos.

E assim foi feito, a partir da possibilidade de contratação de parceiros da sociedade civil, sob a orientação de renomados especialistas e a coordenação técnica das instituições públicas responsáveis pela proteção do patrimônio espeleológico e pela administração das unidades de conservação que o abrigam.

É com orgulho, satisfação, gratidão a todos que se empenharam na realização deste trabalho e a sensação de dever cumprido que ora entregamos estes planos de manejo espeleológico. Foi um trabalho construído conjuntamente por muitos setores da sociedade e, em função disto, legitimado. Os diagnósticos elaborados pelos especialistas, as diretrizes desenhadas a partir das análises e das vivências de todos os participantes e as propostas que surgiram refletem a dedicação e o cuidado com cada etapa dos planos.

O olhar, daqui por diante, é com a gestão do patrimônio espeleológico de 30 cavidades naturais que poderão ser usufruídas pelos visitantes dos Parques Estaduais Intervales, Caverna do Diabo, do Rio Turvo e o PETAR, com todos os cuidados apontados e descritos neste documento. Outras duas cavernas demonstraram a princípio uma extrema fragilidade: a gruta do Minotauro, em Intervales, apresentou variações microclimáticas atípicas – em outras palavras uma excessiva demora para estabilização da temperatura da caverna quando da presença de visitantes; e a gruta Espírito Santo, no PETAR, que se destacou pela excepcional riqueza de espécies que vivem exclusivamente no interior das cavernas.

Estas duas cavernas serão fechadas à visitação, até que outros estudos nos dêem segurança de que a visitação é compatível aos objetivos da conservação, ou não; ainda assim e talvez mais ainda nossa missão continua com a gestão da pesquisa, do monitoramento e com a salvaguarda deste patrimônio para as futuras gerações.

São Paulo, junho de 2010.

José Amaral Wagner Neto
Diretor Executivo da Fundação Florestal

APRESENTAÇÃO

Apesar da necessidade do plano de manejo espeleológico da Caverna do Diabo estar na pauta desde há muitos anos, esta empreitada foi estabelecida em um momento crítico, de conturbação social: o fechamento da visitação das cavernas do então Parque Estadual do Jacupiranga, do PETAR e do Parque Estadual Intervales.

O fechamento da Caverna do Diabo gerou grande preocupação para toda sociedade local que se mobilizou para recuperar seu direito de usufruir das maravilhas que a Natureza criou. Mais uma vez aprendemos que as adversidades podem resultar em processos de criatividade e trabalho conjunto.

O plano de manejo espeleológico possibilitou, além do resgate dos importantíssimos materiais anteriormente elaborados para a Gruta da Tapagem, antigo nome da caverna do Diabo, a realização de novos estudos sobre sua estrutura geológica, fauna, clima, seus vestígios paleontológicos e arqueológicos e reafirmar sua importância histórica e cultural. Possibilitou que fossem avaliados os vetores de pressão a que a caverna está submetida, e a proposição de medidas mitigadoras pela aplicação do conceito de mínimo impacto. Um dos fatores mais positivos do plano foi a re-aproximação do Parque com as comunidades que cumprem, fundamentalmente, um papel educativo junto aos milhares de visitantes e que todos ao anos visitam a caverna. A caverna do Diabo é considerada pelos monitores ambientais, prestadores de serviço e funcionários do Parque como patrimônio da humanidade e sua conservação é vital, possibilitando trabalho e renda para muitas famílias.

A próxima etapa será de implantação do plano e, para isso, necessitaremos da mesma garra e da mesma determinação, ponderada pelo bom senso.

A contextualização deste plano é a do Mosaico de Unidades de Conservação do Jacupiranga, que abriga outras cavernas e abre caminho para a consolidação de processos de planejamento participativo para os demais planos de manejo espeleológicos que devem ser iniciados em breve, bem como dos planos de manejo das unidades de conservação do Mosaico.

O grande desafio é a gestão integrada de todo este patrimônio natural e cultural.

Por fim, cabe o agradecimento pleno a todos, às equipes da Fundação Florestal, do Instituto Florestal, do Instituto Geológico, da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, do Projeto de Ecoturismo da Mata Atlântica, do Instituto Ekos e todos os especialistas contratados, bem como diversos colaboradores, assim como os membros do Conselho Consultivo do Parque, monitores ambientais, moradores vizinhos e funcionários do Parque e cujo apoio e a determinação em participar coroou de sucesso esta grande empreitada.

São Paulo, junho de 2010

Josenei Gabriel Cará
Gestor do Parque Estadual da Caverna do Diabo

SUMÁRIO

I. INTRODUÇÃO	1
I.1. Breve Histórico da Pesquisa Espeleológica na Região.....	1
I.2. O Patrimônio Espeleológico e as Unidades de Conservação.....	4
I.3. Biodiversidade.....	5
I.3.1. A Riqueza de Espécies da Mata Atlântica.....	7
I.3.2. O Contínuo Ecológico de Paranapicaba.....	11
I.4. Parques Estaduais Envolvidos – Intervalas, Caverna do Diabo, do Rio Turvo e Turístico do Alto Ribeira.....	13
I.4.1. O Programa de Uso Público das Unidades de Conservação em Consonância com os Objetivos Conservacionistas.....	14
I.4.2. Os Planos de Manejo Espeleológico.....	14
I.4.2.1. Objetivos.....	16
I.4.2.2. Apresentação do Conteúdo.....	16
I.4.2.3. Os Agrupamentos.....	17
2. CARSTE E PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO DO VALE DO RIBEIRA E ALTO PARANAPANEMA	25
2.1. Patrimônio Espeleológico.....	26
2.2. Clima.....	26
2.3. Geologia.....	31
2.4. Geomorfologia e Hidrologia.....	33
2.5. Solos.....	35
2.6. Vegetação.....	36
2.7. Fauna cavernícola.....	38
3. METODOLOGIA	41
3.1. Premissas.....	41
3.2. Diretrizes Metodológicas.....	41
3.3. Sistemas de Comunicação e Informação.....	44
3.4. Sistematização dos Dados e Geoprocessamento.....	44
3.5. Diagnósticos Temáticos.....	45
3.5.1. Geoespeleologia.....	45
3.5.1.1. Relação do Contorno da Paisagem Subterrânea com a Topografia.....	45
3.5.1.2. Localização das Feições Morfológicas Indicativas da Evolução da Cavidade Subterrânea.....	46
3.5.1.3. Localização das Feições de Risco aos Visitantes.....	46
3.5.1.4. Localização das Feições Geológicas e Pontos de Ocorrência de Depósitos Clásticos, Químicos e Fossilíferos.....	47
3.5.1.5. Avaliação do Índice de Balneabilidade.....	47
3.5.1.6. Mapas de Fragilidade.....	49
3.5.2. Microclimatologia.....	49

3.5.2.1. Procedimentos Técnico-Operacionais	49
3.5.2.2. Mapas de Fragilidade.....	53
3.5.3. Espeleotopografia	54
3.5.4. Espeleofotografia.....	55
3.5.5. Meio Biótico	55
3.5.5.1. Fauna Cavernícola e Flora de Entorno	55
3.5.5.2. Comunidades Aquáticas.....	56
3.5.5.3. Comunidades Terrestres.....	56
3.5.5.4. Critérios Para Proposta de Graus de Fragilidade.....	57
3.5.6. Patógenos	59
3.5.6.1. Fungos.....	59
3.5.6.2. Flebotomíneos e Carrapatos	61
3.5.7. Ocupação Humana.....	64
3.5.8. Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico.....	65
3.5.9. Turismo	67
3.6. Análise Integrada das Fragilidades.....	68
3.6.1. Classificação dos Indicadores de Fragilidade.....	69
3.6.2. Mapas Integrados de Fragilidade da Caverna.....	70
3.7. Zoneamento Ambiental Espeleológico – ZAE.....	70
3.8. Programas de Gestão	73
3.8.1. Orientação Estratégica	73
3.8.1.1. Diagnóstico e Análise da Situação Atual	74
3.8.2. Formulação dos Programas de Gestão.....	75
3.8.2.1. Formulação das Diretrizes	75
3.8.2.2. Formulação das Linhas de Ação.....	75
3.8.3. Programa de Uso Público	76
3.8.4. Programa de Monitoramento de Impactos	76
3.8.5. Programa de Pesquisa Científica.....	77
4. DIAGNÓSTICO E ZONEAMENTO DA CAVERNA DO DIABO.....	81
4.1. Caracterização do Agrupamento.....	81
4.1.1. Ocupação Humana.....	82
4.1.2. Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico na caverna do Diabo.....	94
4.1.3. A Ocorrência de Patógenos na Caverna do Diabo.....	95
4.1.4. Turismo	95
4.1.4.1. Histórico de utilização da caverna do Diabo	96
4.1.4.2. Espeleoinclusão.....	97
4.1.4.3. Monitoria Ambiental.....	98
4.1.4.4. Circuitos de Visitação e Pontos Interpretativos das Cavernas do PECD.....	99
4.2. Caverna do Diabo.....	101
4.2.1. Geoespeleologia.....	103

4.2.1.2. Microclimatologia	110
4.2.1.3. Flora do PECD e Fauna Cavernícola.....	114
4.2.1.4. Fungos e Outros Patógenos.....	117
4.2.1.5. Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico	118
4.2.1.6. Uso Público.....	119
4.2.1.7. Síntese das Recomendações Para o Zoneamento Ambiental Espeleológico.....	122
4.2.1.8. Zoneamento Ambiental Espeleológico.....	124
5. PROGRAMAS DE GESTÃO	127
5.1. Programa de Uso Público.....	127
5.1.1. Diagnóstico da Situação Atual	128
5.1.2. Informação sobre os perfis dos Turistas e Usuários do PECD.....	132
5.1.3. Perfis de públicos nas cavidades	133
5.1.4. Análise Situacional Estratégica	134
5.1.5. Objetivos.....	134
5.1.6. Indicadores.....	134
5.1.7. Diretrizes e Linhas de Ação	136
5.1.8. Diretrizes e Linhas de Ação	149
5.2. Programa de Monitoramento	150
5.2.1. A Atuação da Equipe de Monitores na caverna do Diabo em Atividades de Monitoramento Ambiental.....	150
5.2.2. Diagnóstico da Situação Atual do Programa de Monitoramento.....	151
5.2.3. Desenvolvimento do Programa.....	151
5.2.3.1. O Processo de Monitoramento e o Ciclo de Avaliação.....	151
5.2.3.2. Os indicadores de Impactos e a Metodologia de Avaliação.....	152
5.2.4. Monitoramento especializado	162
5.2.5. Prioridades do monitoramento	163
5.2.6. Metas de redução	163
5.2.7. Objetivos do Programa de Monitoramento	163
5.2.8. Indicadores.....	163
5.2.9. Diretrizes e linhas de ação do Programa de Monitoramento.....	164
5.2.10 Diretrizes e Linhas de Ação.....	167
5.3. Programa de Pesquisa.....	169
5.3.1. Diagnóstico e Avaliação	169
5.3.1.1. Diversidade de Temas.....	170
5.3.1.2. Dispersão das Pesquisas.....	170
5.3.1.3. Produção e Publicação	171
5.3.2. Análise Situacional Estratégica	172
5.3.3. Objetivos do Programa	172
5.3.4. Indicadores.....	173
5.3.5. Diretrizes e Linhas de Ação	173

5.3.6. Síntese das Diretrizes e Linhas de Ação.....	179
6. GESTÃO LEGAL DO PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO.....	181
6.1. Introdução	181
6.2. Legislação de Proteção às Cavernas Naturais Subterrâneas	181
6.3. O Decreto Federal nº 6.640/2008.....	183
6.4. Gestão Administrativa das Cavernas Naturais Subterrâneas.....	184
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	185
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	187

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Agrupamento e cavernas objeto de execução dos PME.....	17
Tabela 2. Gênese e evolução do carste	25
Tabela 3. Síntese de reuniões e oficinas de planejamento.....	43
Tabela 4. Ficha de classificação da fragilidade do meio físico.....	50
Tabela 5. Níveis de fragilidade dos indicadores de climatologia	53
Tabela 6. Número de amostras pretendidas X número de amostras coletadas.....	62
Tabela 7. Listagem das cavernas e dados arqueológicos obtidos pela bibliografia.....	67
Tabela 8. Níveis de fragilidade dos indicadores.....	69
Tabela 9. Metodologia utilizada para a elaboração do Programa de Monitoramento.....	77
Tabela 10. IDH-M dos municípios abrangidos pelo PECD e posição no ranking dos 645 municípios do Estado de São Paulo.....	92
Tabela 11. Resultados dos ensaios de água subterrânea.	109
Tabela 12. Estatística descritiva das temperaturas nas estações de monitoramento	112
Tabela 13. Caracterização das amostras coletadas.....	117
Tabela 14. Registros arqueológicos da caverna do Diabo.....	118
Tabela 15. Descrição geral do ZAE da caverna do Diabo	124
Tabela 16. Perfis de públicos na caverna do Diabo	133
Tabela 17. Matriz da Análise Situacional Estratégica	135
Tabela 18. Objetivos e indicadores das diretrizes	136
Tabela 19. Capacidade de carga provisória da caverna do Diabo	139
Tabela 20. Acesso à caverna do Diabo	140
Tabela 21. Modelo 1 – para roteiros em zona de uso intensivo e extensivo	140
Tabela 22. Modelo 2 – para roteiros em zonas primitivas.....	141
Tabela 23. Pré-requisitos para implantação de roteiros espeleoturísticos.....	142
Tabela 24. Classificação dos Roteiros nas Cavidades em Função dos Principais Atrativos, Prováveis Perfis de Público e Grau de Dificuldade	145
Tabela 25. Programa de Uso Público - Síntese das Diretrizes e Linhas de Ação.....	149
Tabela 26. Lista de Indicadores de Impactos a Serem Monitorados na caverna do Diabo.....	161
Tabela 27. Programa de Monitoramento - objetivos e indicadores das diretrizes	164
Tabela 28. Programa de Monitoramento - Síntese das Diretrizes e Linhas de Ação.....	167
Tabela 29. Análise situacional estratégica do Programa de Pesquisa.....	172
Tabela 30. Programa de Pesquisa - objetivos e indicadores das diretrizes.....	173
Tabela 31. Lacunas de pesquisas nas cavidades objeto dos PME da caverna do Diabo	176
Tabela 32. Pesquisas prioritárias na caverna do Diabo.....	176
Tabela 33. Programa de Pesquisa - Síntese das diretrizes e linhas de ação.....	179

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Entrada da gruta Arataca	1
Figura 2. Mapa pictográfico do Alto Ribeira, com localização de cavernas	2
Figura 3. Antiga placa com regulamentos de visitação do Núcleo Caboclos/PETAR.....	4
Figura 4. Parques Estaduais e remanescentes das principais fitofisnomias.....	9
Figura 5. Agrupamentos de cavernas envolvidos pelos Planos de Manejo Espeleológico	23
Figura 6. Distribuição de Cavernas em Rochas Carbonáticas na área de estudo e os Parques Estaduais abrangidos pelos PME.....	27
Figura 7. Mapa de unidades climáticas do alto e médio vale do rio Ribeira de Iguape.....	29
Figura 8. Distribuição de cavernas e rochas carbonáticas no Brasil.....	32
Figura 9. Contexto geológico regional em que estão inseridos os terrenos cársticos - (R) Ribeira	33
Figura 10. Cone cárstico no Parque Estadual Caverna do Diabo.....	34
Figura 11. Estações de monitoramento na caverna do Diabo.....	52
Figura 12. Etapas para a elaboração do planejamento estratégico	74
Figura 13. Análise situacional estratégica	75
Figura 14. Escola presente no Bairro André Lopes à margem da Rodovia SP-165 e sua quadra poliesportiva.....	84
Figura 15. Fachada e interior da Capela Nossa Senhora do Rosário dos Homens Pretos	85
Figura 16. Sede da Associação do Bairro Sapatú e Placa localizando as dependências da Fábrica de beneficiamento de banana.....	89
Figura 17. Crianças comemorando o carnaval na escola.....	89
Figura 18. Paisagem subterrânea e topografia do entorno.....	103
Figura 19. Feições físicas de risco à visitação na caverna do Diabo	105
Figura 20. Fragilidade do meio físico da caverna do Diabo	107
Figura 21. Ponto de coleta de água subterrânea – caverna do Diabo	109
Figura 22. Comportamento da temperatura e umidade relativa do ar na estação externa do Parque Caverna do Diabo.....	111
Figura 23. Variação da temperatura nas estações localizadas na Caverna do Diabo e sua relação com o meio externo	111
Figura 24. Relação entre a visitação e a variação da temperatura no Salão do Cemitério	113
Figura 25. Relação entre a visitação e a variação de temperatura no Salão Cara do Diabo.....	113
Figura 26. Visão ampliada da série de dados mostrando a alteração da temperatura desencadeada pela visitação	114
Figura 27. Fragilidade do meio biótico da caverna do Diabo	117
Figura 28 - Caverna do Diabo: Circuito tradicional de visitação com pontos interpretativos e roteiros propostos - galeria do rio e Salão Erectus	122
Figura 29. Fragilidade Integrada.....	125
Figura 30. Zoneamento Ambiental Espeleológico.....	127
Figura 31. Referências identificadas por grande área do conhecimento	170
Figura 32. Concentração de referências por caverna	171
Figura 33. Proveniência e canais de divulgação das pesquisas	171

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas e Técnicas
AI	Área de Influência
APA	Área de Proteção Ambiental
CANIE	Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas
CAP	Clube Alpino Paulista
Cecav	Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas
CENIN	Centro de Estudos Interdisciplinares
Cetesb	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CEU	Centro Excursionista Universitário
CGG	Comissão Geográfica e Geológica da Província de São Paulo
CIAPME	Comitê Interinstitucional de Apoio aos Planos de Manejo Espeleológico
CNC	Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil
Conama	Conselho Nacional de Meio Ambiente
Condephaat	Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico
Cotec	Comissão Técnico Científica
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
Embratur	Instituto Brasileiro de Turismo
EGRIC	Espeleogrupo Rio Claro
Fapesp	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FF	Fundação Florestal
FOD	Floresta Ombrófila Densa
GAE	Grupo Alpino Excursionista
GBPE	Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas
GESCAMP	Grupo Espeleológico de Campinas
GESMAR	Grupo Espeleológico da Serra do Mar
GGEO	Grupo de Espeleologia da Geologia da USP
GPME	Grupo Pierre Martin de Espeleologia
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GTC	Grupo Técnico de Coordenação
GVBS	Grupo Voluntário de Busca e Salvamento
IAC	Instituto Agrônomo de Campinas
Ibama	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IF	Instituto Florestal
IG	Instituto Geológico
IGc/USP	Instituto de Geociências da USP
IGG	Instituto Geográfico e Geológico
IN	Instrução Normativa
Iphan	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
IUCN	<i>International Union for Conservation of Nature</i>
LA	Linha de Ação

MAE/USP	Museu de Arqueologia e Etnologia da USP
MS	Ministério da Saúde
NMP	Número Mais Provável
ONG	Organização Não Governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
PECD	Parque Estadual Caverna do Diabo
PEI	Parque Estadual Intervales
PERT	Parque Estadual do Rio Turvo
PETAR	Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira
PGR	Procuradoria Geral da República
PME	Plano de Manejo Espeleológico
PPMA	Projeto de Preservação da Mata Atlântica
Procad	Projeto Caverna do Diabo
RBMA	Reserva da Biosfera da Mata Atlântica
RDS	Reserva de Desenvolvimento Sustentável
Resex	Reserva Extrativista
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
SBE	Sociedade Brasileira de Espeleologia
SEE	Sociedade Excursionista Espeleológica
Siefloor	Sistema Estadual de Florestas
SMA	Secretaria de Estado do Meio Ambiente
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
Sphan	Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
Sucen	Superintendência de Controle de Endemias
SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats</i>
TAC	Termo de Ajustamento de Conduta
TdR	Termo de Referência
UC	Unidade de Conservação
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
Unesco	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
Unesp	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Unicamp	Universidade de Campinas
UPE	União Paulista de Espeleologia
USP	Universidade de São Paulo
UTM	Universal Transversa de Mercator
UR	Umidade Relativa
VIM	<i>Visitor Impact Management</i>
VMP	Valores Máximos Permitidos
WWF	<i>World Wildlife Foundation</i>
ZA	Zona de Amortecimento
ZAE	Zoneamento Ambiental Espeleológico
ZHC	Zona Histórico-Cultural
ZI	Zona Intangível
ZP	Zona Primitiva
ZUE	Zona de Uso Extensivo

LISTA DE ANEXOS

1. Criação e Nomeação do Comitê Interinstitucional para elaboração de Termo de Referência e Acompanhamento da elaboração dos Planos de Manejo Espeleológico
2. Listas de Presença nas Reuniões Técnicas e Oficinas
3. Material Informativo Produzido Durante a Elaboração dos Planos de Manejo Espeleológico
4. Monitoramento da Relação Visitação – Parâmetros Climáticos nas Cavernas Santana, Morro Preto, Diabo e Colorida
5. Aspectos Gerais, Clínicos e Ecologia da Leishmaniose e Riquetsiose
6. Mapa Topográfico da Caverna do Diabo
7. Classificação da Fragilidade
8. Feições Morfológicas Indicativas de Evolução
9. Feições Geológicas e Ocorrências de Depósitos
10. Listas de Fauna Terrestre e Aquática
11. Normas para Visitação na Caverna do Diabo
12. Sugestão de Critérios de Credenciamento, Recredenciamento e a Observação dos Direitos, Deveres e Sanções Aplicáveis a Monitores e Operadores de Turismo para a Atuação na Condução de Visitantes
13. Controle das Antropozoonoses
14. Questionário de Avaliação da Visitação na Caverna do Diabo
15. Método VIM
16. Ficha de Monitoramento
17. Levantamento Bibliográfico dos Estudos Existentes nas 32 Cavidades Naturais
18. Legislação de Apoio ao Gestor
19. Dossiê Fotográfico da Caverna do Diabo

FICHA TÉCNICA DO PARQUE ESTADUAL

CAVERNA DO DIABO

Nome da Unidade de Conservação: Parque Estadual Caverna do Diabo	
Unidade Gestora Responsável: Fundação Florestal (SIEFLOR) - Rua do Horto, 931 São Paulo – SP – CEP 02377-000 – Fone: (11) 2997-5000	
Gestor: Josenei Gabriel Cará	
Endereço da Sede:	Avenida Caraita, 312 – Centro – Eldorado/SP – CEP 11960-000
Telefone:	(13) 3871-1242 / 3871-3318 (sede) / 3871-1241 (núcleo)
E-mail:	pe.cavernadiabo@fflorestal.sp.gov.br
Site:	www.fflorestal.sp.gov.br
Localização:	São Paulo, entre os vales do Ribeira e alto Paranapanema
Coordenadas Geográficas (UTM – WGS 84, zona 22J):	X: 739.111 a 739.127 Y: 7.283.056 a 7.253.089
Área da UC:	40.219,66 ha
Perímetro da UC:	305,15 km
Decreto de criação:	Lei Estadual 12.810 de 21 de fevereiro de 2008
Situação Fundiária	O acesso à caverna é terra pública estadual adquirida há mais de cem anos, porém o restante da área está em processo de regularização fundiária, havendo terras devolutas arrecadadas e desapropriações em andamento.
Conselho Consultivo:	Portaria Fundação Florestal 090/2009
Plano de Manejo:	Não possui
Bioma:	Mata Atlântica
Vegetação	
Predominam as formações floresta ombrófila densa submontana e montana. Nas imediações da caverna, ocorre floresta secundária em estágio avançado de regeneração, com destaque para as famílias Myrtaceae, Fabaceae e Rubiaceae; o dossel tem aproximadamente 25 m de altura, com emergentes até 32 m. Nas encostas e morro acima a floresta é gradualmente substituída por vegetação de campo herbácea-arbustiva. O conhecimento acerca da vegetação do PECD ainda é pequeno, mas em uma pesquisa de 2009 foram identificadas 154 espécies arbóreas.	
Fauna	
Há elevada riqueza de espécies de diferentes grupos e alto grau de endemismo, com grande número de espécies de aves, pequenos mamíferos, répteis, anfíbios e insetos. Em quantidades menores estão os grandes mamíferos, aves de rapina e peixes.	
Acesso	
O acesso ao parque, que está situado a 292 quilômetros da capital paulista, pode ser feito inicialmente pela BR-116 (Rodovia Régis Bittencourt, que apresenta boa sinalização), até o km 476 (Jacupiranga), onde se deve tomar a SP-193, no sentido Eldorado. Em Eldorado acessa-se a SP 165 no sentido Iporanga. No km 110/111 (Bairro André Lopes) há um trevo onde se passa ao acesso à Serra André Lopes, que leva ao parque.	

Atrativos

O principal, que atrai milhares de visitantes ao Parque, é a Caverna do Diabo. Trata-se da maior caverna do Estado e a mais visitada do país, conhecida publicamente desde 1891. A considerável visitação se dá devido tanto à sua imponência e beleza, quanto à significativa infraestrutura que possui, incluindo iluminação, escadas, passeios e passarelas de concreto, e aos programas de incentivo ao turismo que recebeu na década de 1970. O trecho turístico da caverna corresponde a 600 m. Além da caverna, há trilhas que levam a cachoeiras, mirantes e cursos d'água.

O PECD recebe em torno de 27 mil visitantes por ano,

Parcerias

Informal com a Prefeitura Municipal de Eldorado, com a ONG Pé no Mato e com a Amamel – Associação dos Monitores Ambientais do Município de Eldorado.

Infraestrutura

O núcleo apresenta infraestrutura administrativa e de apoio incluindo Centro de Visitantes, Central de Monitores, restaurante, alojamentos de pesquisadores e estacionamento. Junto ao estacionamento há algumas lojas para a comercialização de artesanato local (quilombolas); no acesso à caverna há uma que comercializa lembranças. Próximo à caverna há um gerador emergencial a diesel.

Frota de veículos

2 caminhonetes 4x4

1 veículo leve de apoio (Parati)

1 moto 200 cc

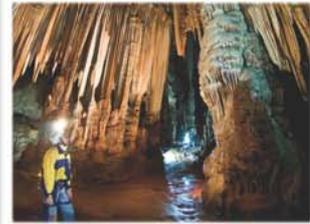
Quadro de pessoal

8 funcionários e prestadores de serviço, sendo:

5 servidores (IF/FF), sendo um gestor e uma estagiária

3 prestadores de serviço – 1 assistente técnico de visitação, 1 auxiliar de serviços e 1 vigilante patrimonial noturno (12 h)

Capítulo 1



INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

1.1. Breve Histórico da Pesquisa Espeleológica na Região

Os primeiros relatos de estudos espeleológicos realizados em cavernas na região foram feitos por viajantes e naturalistas. Em 1805, conforme pesquisas de Figueiredo (2010) Martim Francisco Ribeiro de Andrada, irmão do líder monarquista e mineralogista José Bonifácio de Andrada e Silva fez uma viagem ao vale do Ribeira e a cidade de Iporanga. Em seu “Diário de uma Viagem Mineralógica pela Província de São Paulo” faz breves comentários sobre a entrada Santo Antônio, ressurgência da caverna Casa de Pedra (ANDRADA, 1977):

Continuei minha digressão pelo ribeirão Iporanga acima até chegar à gruta estalactítica denominada Lapa de Santo Antonio (...) Na parte superior da entrada vê-se como dois óculos de igreja, e logo no princípio um coro rendado, e ornado de uma série de pirâmides estalactíticas. (...) Enfim aqui tudo é majestoso, tudo é grande; aqui se vê de quantos esforços é capaz a criadora Natureza. Quantas maravilhas roubadas às ávidas vistas dos admiradores de gosto, ou aos pincéis dos Migueis Angelos e Vandicks se o Brasil, já mais culto e povoado, fosse mais suscetível de viajar-se!

Entre 1897 e 1909 destaca-se o trabalho do alemão Sigmund Ernest Richard Krone, naturalizado no Brasil como Ricardo Krone, engenheiro agrimensor e boticário residente em Iguape. Krone registra a ocorrência de 41 cavernas nos municípios de Eldorado, Iporanga e Apiaí, em busca de vestígios paleontológicos, arqueológicos e etnográficos (KRONE, 1898, 1905, 1950). No ano de 1908 Krone integra a “Exploração do Rio Ribeira de Iguape”, junto a Comissão Geográfica e Cartográfica (CGG) (Figura 1) redigindo um capítulo sobre etnografia da região do vale do Ribeira (CGG, 1914). Dentre outros viajantes naturalistas se destacam Lourenço Granato, Edmundo Krug e John Casper Branner, contemporâneos de Krone e que fizeram relatos sobre as cavernas da região, com propostas voltadas à proteção e turismo de cavernas, demonstrando alguns conflitos entre os próprios viajantes e envolvendo as descobertas realizadas na região (KRUG, 1908; BRANDI, 2007).

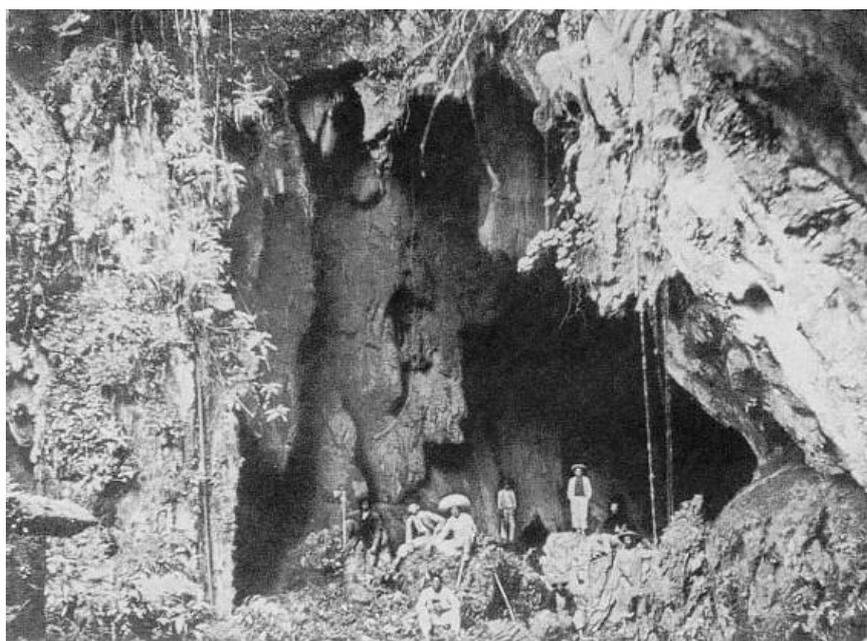


Figura 1. Entrada da gruta Arataka (CGG, 1914)

O depoimento mais antigo registrado a respeito do vale do Ribeira é do geólogo dos EUA John Casper Branner ::

No sul do estado de São Paulo existem cavernas notáveis na bacia do rio Ribeira de Iguape, especialmente na do rio Bethary ao norte do rio Iporanga. Talvez não haja no mundo cavernas mais bonitas do que as desta região do Brasil (BRANNER, 1977).

Em 1935, Theodoro Knecht, pesquisador do antigo Instituto Geográfico e Geológico - IGG faz a primeira descrição da geologia e das feições cársticas na região, estudo voltado à prospecção de minérios, especialmente auríferos (KNECHT, 1935).

Já no ano de 1940, os geólogos Avelino Ignácio de Oliveira e Othon Henry Leonardos lançam o livro “Geologia do Brasil” e que propõem a criação de um Parque Nacional para proteger as cavernas de Iporanga (OLIVEIRA; LEONARDOS, 1978).

Em 1944 o biólogo Clodowaldo Pavan apresenta seu doutoramento voltado ao estudo dos bagres cegos do sistema Areias, trabalho pioneiro sobre evolução da fauna cavernícola (PAVAN, 1945).

O período entre fins da década de 1950 e toda a década de 1960 é marcado por destacada atuação de espeleólogos europeus radicados no Brasil, espeleólogos brasileiros, técnicos do IGG e moradores locais, os “mateiros”, tais como Braz de Andrade Resende, Vandir de Andrade, Joaquim Justino dos Santos, José Leocádio, José Pinto Fernandes, José Lopes Reis, dentre outros colaboradores como o austríaco Luiz Nestlehner e o ex-prefeito de Iporanga, o Sr. Geremias.

Destaca-se a atuação do montanhista e espeleólogo francês, Michel Le Bret (Figura 2), junto ao Clube Alpino Paulista – CAP, criado em 1957, com importantes descobertas na região, por meio de expedições com base nos registros de Krone e indicações de técnicos do IGG. Uma das principais descobertas foi a travessia e mapeamento da gruta da Tapagem (caverna do Diabo), por equipe do CAP liderada por Le Bret. Destacam-se, ainda, as atividades do Centro Excursionista Itatins e o Grupo Excursionista “Os Aranhas” que fizeram as primeiras incursões nesta cavidade.

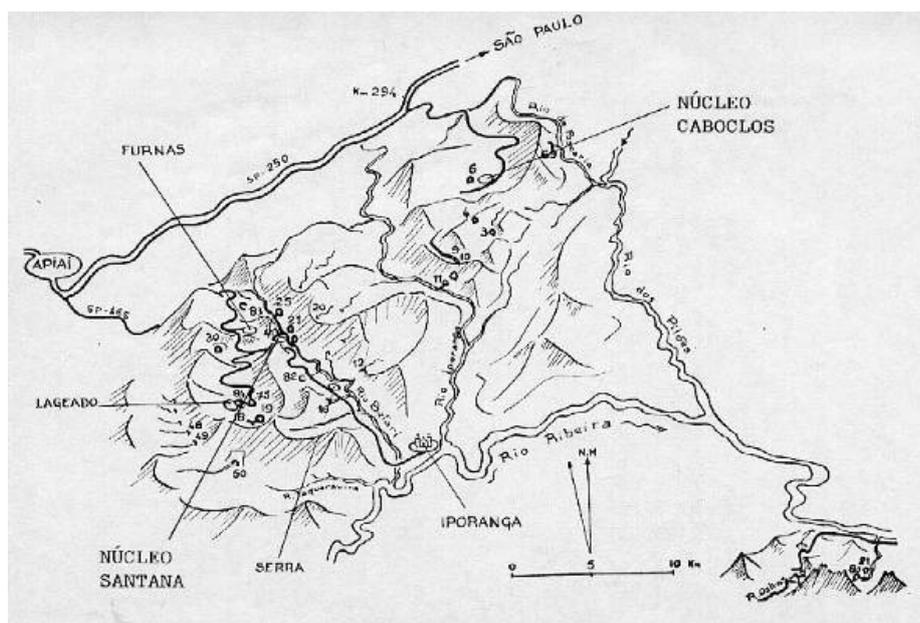


Figura 2. Mapa pictográfico do Alto Ribeira, com localização de cavernas, modificado de Le Bret (1966)

Em 1964 realiza-se, nas proximidades da entrada da gruta da Casa de Pedra, o 1º Congresso Brasileiro de Espeleologia, com participação de espeleólogos do CAP, da Sociedade Excursionista Espeleológica – SEE (primeiro grupo atuante de espeleologia no Brasil), dentre outros. Em 1969 é fundada a SBE, demarcando a criação dos grupos de espeleologia, tais como: “Os Opiliões” (liderado por Pierre Martin), Bagrus (liderado por Guy Collet), o Centro de Amigos da Natureza (CAMIN), o Espeleogrupo Michel Le Bret, o Grupo Alpino Excursionista (GAE) e o Centro Excursionista de Espeleologia (CEU). Juntamente ao CAP e a SEE, esses grupos foram responsáveis pela descoberta e mapeamento de novas cavernas e galerias/salões, e o reconhecimento dos principais sistemas espeleológicos no vale do Ribeira.

O CEU, formado por estudantes universitários da USP realiza em 1975 a “Operações Tatus”, primeira experiência de permanência subterrânea de longa duração no Brasil. Um total de 11 espeleólogos, sendo 6 mulheres e 5 homens, permaneceu 15 dias no interior da caverna de Santana. Além de estudos diversos, inclusive das variações do ciclo vigília e sono descobriram ao final da expedição a rede Tatus e o salão Taqueupa, um conjunto de galerias e salões dentre os mais ornamentados do país.

Os primeiros trabalhos versando sobre o manejo ambiental e turístico das cavernas são realizados em 1975, por meio da extinta Superintendência do Desenvolvimento do Litoral Paulista (SUDELPA), o “Aproveitamento Turístico do Vale do Betari”, com a participação do espeleólogo e arquiteto Clayton Ferreira Lino em seu trabalho de graduação “Vale do Ribeira: Alternativa Turismo”, estabelecendo critérios de zoneamento e manejo de cavernas, com foco nas cavidades do vale do Betari, no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira - PETAR. É nesta fase que surgem os expoentes da pesquisa científica das cavernas da região, vinculados principalmente a USP e alguns pesquisadores que integraram o Centro de Estudos Interdisciplinares - CENIN.

Nas décadas de 1980 e 1990 se firmam os estudos científicos, com doutoramentos e projetos de pesquisa que possibilitaram formar um primeiro panorama quanto a gênese e dinâmica dos sistemas cársticos e das cavernas (KARMANN, 1994), bem como as interações ecológicas existentes (Trajano, 1981). Nessas décadas surgem novos grupos de espeleologia destacando-se os trabalhos dos grupos: Espeleogrupo Rio Claro (EGRIC), Grupo Pierre Martin de Espeleologia (GPME), Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas (GBPE), União Paulista de Espeleologia (UPE), Grupo Espeleológico da Serra do Mar (GESMAR), Grupo de Espeleologia da Geologia da USP (GGEO), Grupo Espeleológico de Campinas (GESAMP), Trupe Vertical e outros que nos últimos anos desenvolveram importantes descobertas e realizaram projetos de educação ambiental e de envolvimento com as comunidades locais.

Nos últimas décadas, tanto os levantamentos espeleológicos básicos como as investigações científicas se aprofundaram, com uso de novas tecnologias e ampliação dos campos de conhecimento incluindo o manejo de cavernas mediante o uso de tecnologias de monitoramento de variáveis microclimáticas.

No âmbito da SMA do estado de São Paulo destacam-se as pesquisas hidrogeológicas, geomorfológicas, geológicas e climatológicas realizadas pelo Instituto Geológico, com alguns estudos integrados juntamente a USP, assim como pesquisas aplicadas ao planejamento e gestão de unidades de conservação.

1.2. O Patrimônio Espeleológico e as Unidades de Conservação

Os viajantes e naturalistas que frequentaram o vale do Ribeira no século XIX já destacavam a beleza da região das cavernas. Em 1910, por motivação da CGG e a partir dos registros de Krone a Fazenda do Estado desapropriou imóveis particulares visando proteger cavernas com interesse turístico e que integraram posteriormente o PETAR (Núcleo Caboclos) (Figura 3) e o Parque Estadual Caverna do Diabo. Estas áreas foram transferidas, em 1957, para o IGG que há décadas prospectava minérios na região e mantinha uma estrutura de recepção turística com alguns funcionários de plantão nas referidas localidades.



Figura 3. Antiga placa com regulamentos de visitação do Núcleo Caboclos/PETAR

O PETAR foi criado pelo Decreto estadual nº 32.283 de 19/05/1958, após proposta formal e campanha junto a opinião pública deflagrada em 1956 pelos técnicos do IGG (atual Instituto Geológico), José Epitácio Passos Guimarães e Pedro Comério.

No final da década de 1970 e início dos anos 1980 aumenta a preocupação em torno do PETAR e região. Os primeiros trabalhos de manejo ambiental e turístico das cavernas do Parque são dessa época (LINO, 1976). Por intermédio de uma campanha coordenada pela SBE, realiza-se o 1º Simpósio Paulista de Espeleologia com a participação de diversas entidades civis e públicas (FIGUEIREDO, 2000). Destaca-se a presença de uma comissão da IUCN que sugere a declaração da área como reserva mundial. Apesar de todos esses esforços o PETAR só começa a ser implantado em 1983, por meio da constituição de uma equipe multidisciplinar e instalação de equipamentos de apoio à visitação, com a desapropriação de cerca de 1.000 ha no vale do Betari.

Na década de 1980 é formado o alicerce da política ambiental do estado, e que resultou na criação da Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo, em 1987. Alguns fatos são marcantes no tocante a região que envolve as cavernas do vale do Ribeira, como a constituição da APA da Serra

do Mar, por meio do Decreto estadual 22.717, de setembro de 1984, com 570.000 ha e o tombamento da Serra do Mar junto ao Condephaat do estado de São Paulo, em junho de 1985, com 1.200.000 ha. Estas medidas de proteção abrangeram territórios com significativos patrimônios espeleológicos representados pelo Parque Estadual Intervales, Área de Proteção Ambiental Quilombos do Médio Ribeira e áreas vizinhas com importantes sistemas cársticos, a exemplo da bacia hidrográfica e dezenas de cavernas na porção sudoeste do PETAR.

Em 1986 o Governo do estado adquire a Fazenda Intervales que passa a constituir o patrimônio da Fundação Florestal (FF). Embora a Fazenda Intervales não se integrasse as UC de proteção integral, a FF realiza um amplo programa integrado de apoio a pesquisa, desenvolvimento do ecoturismo e de educação ambiental, que culminou mais tarde na criação do Parque Estadual Intervales (PEI). No mesmo ano, o extinto Departamento de Parques e Áreas Naturais, o Instituto Florestal e a SBE definem propostas de manejo de cavernas e sítios arqueológicos no PETAR, o que contribuiu em 1992 para a instituição de uma portaria para regulamentação de atividades na UC (IF e SBE, 1987).

A área onde se localiza o Parque Estadual do Jacupiranga, criado pelo Decreto-lei nº 145, de 08 de agosto de 1969 foi subdividida e ampliada, em 2008, culminando na criação do Mosaico de Jacupiranga composto por três Parques Estaduais: Caverna do Diabo (PECD), do Rio Turvo (PERT) e Lagamar de Cananéia (PELC) e mais onze unidades de conservação de uso sustentável nas categorias APA, RDS e Resex.

Em 1994, após diversas solicitações e com apoio da SBE por meio do Projeto Caverna do Diabo (Procad) a administração do núcleo da caverna do Diabo é transferida para o Instituto Florestal/SMA que desde 1975 encontrava-se sob a responsabilidade da Secretaria de Esportes e Turismo.

Outros fatos asseguraram do ponto de vista legal e macro-estratégico, a proteção ambiental e do patrimônio espeleológico na região. Destacam-se a constituição da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, em 1991, o Projeto de Preservação da Mata Atlântica, com recursos do Banco Alemão KfW Bankengruppe e o Projeto de Desenvolvimento do Ecoturismo na Mata Atlântica.

No campo da gestão de UC, propriamente dito, destaca-se a elaboração dos Planos de Manejo do Parque Estadual Intervales, aprovado pelo CONSEMA, e do PETAR (em curso) e que envolvem diretrizes e estratégias voltadas à conservação, pesquisa e gestão do patrimônio espeleológico.

Por fim, a realização dos Planos de Manejo Espeleológico possibilitou reunir diferentes e significativas entidades e profissionais que atuam no estudo e proteção das cavernas da região e deverão efetuar análises e diagnósticos culminando com o zoneamento e diretrizes para a proteção e uso de 32 cavidades naturais localizadas nos Parques Estaduais Intervales, do Rio Turvo, Caverna do Diabo e Turístico do Alto Ribeira.

1.3. Biodiversidade

Segundo o IBGE (BRASIL, 2008b), o bioma Mata Atlântica corresponde a cerca de 1.315.460 km² (15,45% do território nacional), cobrindo total ou parcialmente 17 estados brasileiros. Dessa cobertura originária, contudo, restam cerca de 7,91%, ou 102.012 km², de acordo com o Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, elaborado pelo INPE e pela Fundação SOS Mata Atlântica e divulgado em 26 de maio de 2009.

Há controvérsias sobre os verdadeiros limites da Mata Atlântica, sendo que alguns autores consideram sua distribuição restrita à faixa litorânea (JOLY et al. 1991; LEITÃO FILHO, 1994),

enquanto outros admitem uma penetração para o interior na região Sudeste (RIZZINI, 1963; ROMARIZ, 1996), que é o conceito adotado pela legislação brasileira concernente à proteção do bioma.

Segundo a Lei federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, “... consideram-se integrantes deste bioma as seguintes formações florestais nativas e ecossistemas associados, com as respectivas delimitações estabelecidas em mapa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, conforme regulamento: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; e Floresta Estacional Decidual, bem como os manguezais, as vegetações de restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste”.

Sob este conceito, as áreas que ainda mantêm vegetação nativa florestal dessa formação vegetal em todo o país foram estimadas entre 11,4% e 16% da sua extensão original (RIBEIRO et al., 2009).

A Mata Atlântica foi o primeiro bioma brasileiro incluído entre os hotspots globais para a conservação da biodiversidade (MYERS et al 2000). A alta diversidade (recorde mundial de 454 espécies de árvores por hectare no sul da Bahia), a baixa proporção de áreas remanescentes e o acelerado processo de desmatamento levaram não só ao status de prioridade global para a conservação, mas também à instituição de Lei federal para proteção integral do bioma, desde 1988, uma vez que a Constituição Federal colocou a Mata Atlântica na condição de Patrimônio Nacional.

Por ocupar as regiões em que se encontram as maiores cidades do país e principal eixo econômico de desenvolvimento (São Paulo – Rio), a Mata Atlântica despertou movimentos para a sua conservação antes de qualquer outro bioma. Esta preocupação se manifestou inicialmente na criação dos primeiros Parques Nacionais do Brasil (Itatiaia, Serra dos Órgãos, Iguaçu), todos protegendo este bioma.

No bioma Mata Atlântica existem, atualmente, 356 unidades de conservação federais e 534 estaduais distribuídas por dezesseis estados. Dentro da meta da Conabio, restam 1,14% para atingir o mínimo de 10% de área do bioma protegida em UC (MMA, 2010).

No estado de São Paulo, a Mata Atlântica, com seus ecossistemas, ocupava cerca de 80% do território, segundo o mapeamento considerado pela Resolução Conama 01/93, que dá embasamento à Lei federal.

De acordo com levantamento do Instituto Florestal, o estado de São Paulo possuía em 2005 um total de 3,3 milhões de hectares de cobertura vegetal natural, o que representava 13,4% da sua área total (SÃO PAULO, 2005). O novo Inventário Florestal concluído em 2010 traz um quadro algo melhor, devido em parte ao aprimoramento na resolução espacial do mapeamento, que permitiu a identificação de fragmentos que anteriormente passavam despercebidos. O novo inventário apresenta São Paulo com 16,6% de seu território coberto pela Mata Atlântica (SÃO PAULO, 2010a). Desta porção, a maior parte encontra-se nas Serras do Mar e da Mantiqueira, em regiões de difícil acesso. Nessas regiões, a vegetação remanescente é quase que exclusivamente de Floresta Ombrófila Densa, que é o tipo florestal atlântico melhor representado em UC.

Segundo a classificação do IBGE, a Floresta Ombrófila Densa ocorre em clima tropical quente e úmido, com estação seca ausente ou curta, de até dois meses, precipitação média em torno dos 1.500 mm e temperatura média de 25°C. Estão presentes na área de estudo, as formações FOD

Submontana e Montana (BRASIL, 1993). A Floresta Submontana, em áreas localizadas em latitudes superiores a 24°, é definida dos 30 aos 400 m de altitude, e a Montana, dos 400 aos 1.000 m.

Situada em regiões de relevo montanhoso, a Floresta Ombrófila Densa está relacionada à proximidade ao oceano e à duração do período seco, ou em outras palavras, à pluviosidade alta, e ao déficit hídrico, reduzido ou ausente (OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2000). No estado de São Paulo, a Floresta Ombrófila Densa ocorre principalmente ao longo das Serras de Paranapiacaba e do Mar (LEITÃO FILHO, 1993), além da Serra da Mantiqueira e serranias um pouco mais isoladas.

O limite geográfico que separa a Floresta Ombrófila Densa da Floresta Estacional Semidecídua ocorre nas bordas interiores do Planalto Atlântico, coincidindo com mudanças climáticas entre o litoral e o interior (IBGE, 1993; OLIVEIRA, 2006).

As florestas ombrófilas apresentam alta heterogeneidade florístico-estrutural, com o predomínio de espécies de distribuição local, ou especialistas de habitat, havendo um alto número de espécies e de endemismos (OLIVEIRA, 2006). Nessas florestas, a família Myrtaceae apresenta maior riqueza específica e abundância (ibidem).

A Serra de Paranapiacaba é coberta por grande extensão de florestas contínuas situadas nos Parques Estaduais Turístico do Alto Ribeira, Intervalles, Carlos Botelho, do Jurupará, Estação Ecológica de Xitué e na Área de Proteção Ambiental Estadual da Serra do Mar (Figura 4. Parques Estaduais e Remanescentes das Principais Fitofisinomias).

A fauna da região é caracterizada por elevada riqueza de espécies e alto grau de endemismo. A riqueza faunística é representativa do que foram as regiões de Mata Atlântica do sudeste do Brasil. Estão presentes nas unidades de conservação abrangidas pelos PME grande número de espécies de aves, pequenos mamíferos, répteis, anfíbios e insetos. Em quantidades menores estão os grandes mamíferos, as aves de rapina e os peixes. Alguns destes grupos foram amplamente estudados, havendo inventários faunísticos e estudos de ecologia e comportamentais.

Diante da grande heterogeneidade de ambientes e tipos vegetacionais associados no domínio da Mata Atlântica, verifica-se a ocorrência de composições faunísticas distintas e uma elevada riqueza de espécies de diferentes grupos taxonômicos. Das UC abrangidas, o PEI é reconhecidamente o mais estudado, possivelmente, o mais significativo que existe para toda a Mata Atlântica (SÃO PAULO, 2007a), grande parte desses estudos concentrados na região da sede do Parque onde se localizam as cavernas objeto dos PME. A caracterização da fauna é apresentada em seu plano de manejo, com grande similaridade de ambientes com as unidades de conservação vizinhas, o PETAR e os Parques Estaduais do Mosaico de Jacupiranga - Caverna do Diabo e do Rio Turvo.

1.3.1. A Riqueza de Espécies da Mata Atlântica

Uma vez que nem a distribuição geográfica da biodiversidade, nem o conhecimento gerado sobre a biodiversidade mundial, brasileira, paulista, da Mata Atlântica e das unidades de conservação são homogêneos, o cenário apresentado a seguir pretende, tão somente, ilustrar a grande riqueza identificada até o momento, por grupo vegetal e faunístico.

Flora

Estima-se que existam no mundo entre 240.000-250.000 espécies de fanerógamas (plantas com sementes) e que no Brasil, em todos os seus ecossistemas, existam entre 40.000 - 45.000 espécies (LEWINSOHN & PRADO, 2004). No estado de São Paulo são estimadas cerca de 8.000 espécies de fanerógamas (WANDERLEY et al., 2006), 16% do total existente no país e cerca de 3,6% do que se estima existir em todo o mundo.

No caso das pteridófitas, como samambaias e outras plantas menos estudadas, as estimativas são de mais de 11.000 espécies em todo o mundo (SÃO PAULO, 2006) e entre 1.200-1.300 espécies no Brasil (PRADO, 1998). Para o estado de São Paulo as estimativas apontam para uma diversidade entre 800 e 950 espécies, 73% das conhecidas no Brasil e 8% do mundo (SÃO PAULO, 2006).

Some-se à alta diversidade, o fato de que pelo menos 50% das plantas vasculares conhecidas da Mata Atlântica são endêmicas. O nível de endemismo da Mata Atlântica cresce significativamente quando separamos as espécies da flora em grupos, atingindo 53,5% para espécies arbóreas, 64% para as palmeiras e 74,4% para as bromélias.

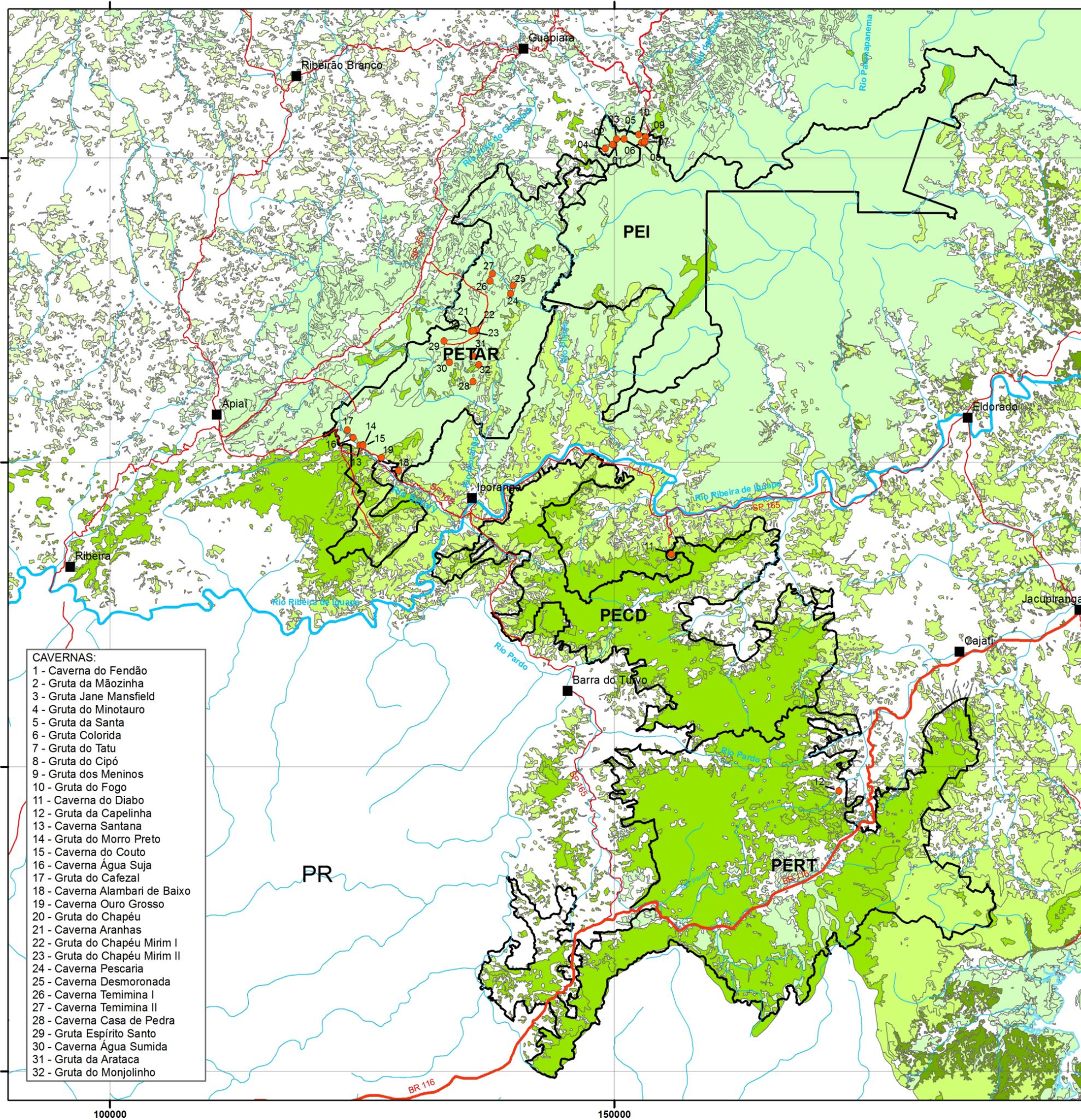
Fauna

Paralelamente, a riqueza de espécies da fauna é também altíssima: a Mata Atlântica abriga grandes proporções da biodiversidade mundial. São conhecidas no mundo 7.000 espécies de peixes (BICUDO, 2004), mais de 6.000 espécies de anfíbios, aproximadamente 8.000 espécies de répteis (HADDAD, 1998), 9.800 espécies de aves e cerca de 4.650 (SÃO PAULO, 2006) espécies de mamíferos, além de centenas de milhares de espécies de invertebrados.

Apesar de sua riqueza, a situação dessa grande biodiversidade é extremamente grave, pois 380 espécies de animais estão oficialmente ameaçadas de extinção na Mata Atlântica, segundo a lista de fauna ameaçada publicada pelo Ministério do Meio Ambiente em 2008 (BRASIL, 2008). Trata-se de 60% do total de espécies ameaçadas listadas no país (627). Esse número reflete um aumento preocupante em relação às listas de 2003 (269 espécies ameaçadas na Mata Atlântica) e 1989 (218 espécies) (SÃO PAULO, 2008). Além disso, a lista sugere que esse número na verdade seria muito maior, devido ao nosso desconhecimento das espécies existentes – a diversidade oculta – somado à progressiva degradação e perda de habitat.

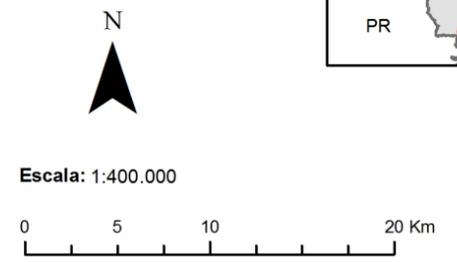
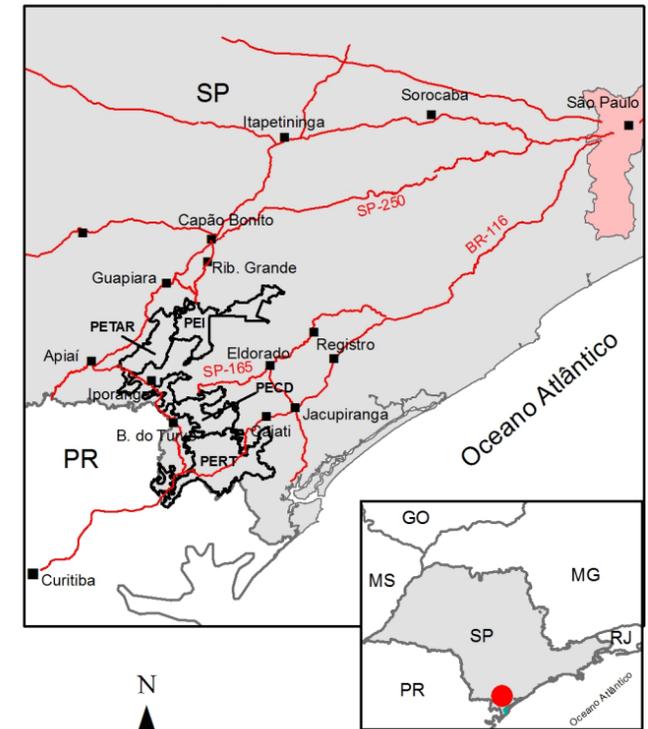
O Brasil tem uma das maiores diversidades de peixes de todo o planeta: são encontradas 2.122 espécies nos rios do país, o que corresponde a 30% da diversidade de peixes de água doce do mundo. Essa riqueza se deve à elevada variedade de ecossistemas aquáticos, como rios, riachos, igarapés, lagos e lagoas (AGOSTINHO et al., 2005).

Para a herpetofauna, a Mata Atlântica representa de longe o bioma brasileiro com maior diversidade de anfíbios, totalizando atualmente 370 espécies descritas. Mais de 80% destas são endêmicas do bioma. Foram registradas, até o momento no Brasil, 776 espécies de anfíbios e 641 de répteis (SBH, 2005), representando 13% e 8% de todas as espécies mundiais, respectivamente.



- CAVERNAS:**
- 1 - Caverna do Fendão
 - 2 - Gruta da Mãozinha
 - 3 - Gruta Jane Mansfield
 - 4 - Gruta do Minotauro
 - 5 - Gruta da Santa
 - 6 - Gruta Colorida
 - 7 - Gruta do Tatu
 - 8 - Gruta do Cipó
 - 9 - Gruta dos Meninos
 - 10 - Gruta do Fogo
 - 11 - Caverna do Diabo
 - 12 - Gruta da Capelinha
 - 13 - Caverna Santana
 - 14 - Gruta do Morro Preto
 - 15 - Caverna do Couto
 - 16 - Caverna Água Suja
 - 17 - Gruta do Cafezal
 - 18 - Caverna Alambari de Baixo
 - 19 - Caverna Ouro Grosso
 - 20 - Gruta do Chapéu
 - 21 - Caverna Aranhas
 - 22 - Gruta do Chapéu Mirim I
 - 23 - Gruta do Chapéu Mirim II
 - 24 - Caverna Pescaria
 - 25 - Caverna Desmornada
 - 26 - Caverna Temimina I
 - 27 - Caverna Temimina II
 - 28 - Caverna Casa de Pedra
 - 29 - Gruta Espírito Santo
 - 30 - Caverna Água Sumida
 - 31 - Gruta da Arataca
 - 32 - Gruta do Monjolinho

Localização da Área de Estudo



- Convenções cartográficas**
- Cavernas objeto de PME
 - Sedes municipais
 - Rio Ribeira de Iguape
 - Hidrografia
 - Rodovia Federal
 - Rodovias
 - Limites dos Parques Estaduais Envolvidos
 - Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas
 - Floresta Ombrófila Densa Montana
 - Floresta Ombrófila Densa Submontana
 - Floresta Ombrófila Mista Montana
 - Outras Fitofisionomias

Planos de Manejo Espeleológico

Parques Estaduais e Remanescentes das Principais Fitofisionomias

Fonte: FF/SMA (2009); CNC-SBE (2009); Cecav/ICMBio (2009)
 Bases Cartográficas: IBGE, 1:50.000
 Projeção UTM, fuso 23 Sul. Datum: WGS 84
 Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo.
 Instituto Florestal. (KRONKA, et al, 2005).
 Mapeamento concluído em Abril 2010



O estado de São Paulo, por sua vez, conta com aproximadamente 180 espécies de anuros, um número que representa 5% da diversidade mundial e 35% das espécies conhecidas para o Brasil.

Existem aproximadamente 197 espécies de répteis na Mata Atlântica, um número notadamente inferior ao dos anfíbios. Foram registradas até o momento, 186 espécies de répteis no estado de São Paulo, ou cerca de 2,5% da diversidade mundial. As serpentes representam o grupo mais abundante entre os répteis, com cerca de 130 espécies (MARQUES et al., 1998).

Em termos de riqueza de aves, a Mata Atlântica - com 1.020 espécies - ocupa o segundo lugar entre os biomas brasileiros, atrás apenas da Floresta Amazônica, que abriga perto de 1.300 espécies de aves (PACHECO; BAUER, 2000 apud SÃO PAULO, 2008.). Atualmente, 190 espécies (18% da avifauna) são consideradas endêmicas do bioma Mata Atlântica (PACHECO; BAUER, 2000). Entretanto, esse número tende a aumentar, já que ainda estão sendo descobertas espécies novas na região e estudos mais detalhados têm comprovado que espécies antes consideradas de ampla distribuição são, na verdade, várias espécies distintas o que pode aumentar o número de espécies endêmicas para a Mata Atlântica.

São conhecidas para o Brasil mais de 1700 espécies de aves e para o estado de São Paulo, 780 (WILLIS; ONIKI, 2003), um número bastante elevado, principalmente quando comparado a estados vizinhos (SICK, 1997): Minas Gerais (774 espécies), Paraná (669) e Rio de Janeiro (690). Devido à posição geográfica de São Paulo ocorrem vários padrões de distribuição, caracterizando grande complexidade biogeográfica, um tanto obscurecida atualmente pela drástica redução das florestas.

1.3.2. O Contínuo Ecológico de Paranapicaba

O passado geológico da Floresta Atlântica foi marcado por períodos de conexão com a Floresta Amazônica e com as florestas do sopé dos Andes, que resultaram em intercâmbio biológico (SILVA et al., 2004). Estes foram seguidos por períodos de isolamento que favoreceram a especiação. Conseqüentemente, a biota não é homogênea, sendo composta por várias áreas de endemismo e congregando espécies com ampla distribuição geográfica, espécies compartilhadas com a Floresta Amazônica, espécies compartilhadas com as Florestas Andinas e espécies endêmicas com distribuição restrita (SILVA et al., 2004). A influência amazônica se faz notar de maneira acentuada nas florestas ao norte do rio São Francisco e nas matas de tabuleiros do sul da Bahia ao norte do Rio de Janeiro; já as espécies compartilhadas com os Andes ocorrem principalmente na porção meridional do bioma e nas serras do sudeste: Serra do Mar, Serra da Mantiqueira e trechos da Cadeia do Espinhaço. Por sua vez, algumas espécies da Mata Atlântica se dispersaram através de corredores florestais para o interior dos biomas do Cerrado e da Caatinga (SILVA, 1996).

O objetivo de conservar o maior número possível de espécies da Mata Atlântica reside na preservação de “redes” de remanescentes florestais de grandes dimensões (milhares de hectares), interligados a outros fragmentos por meio de corredores biológicos. Idealmente, tais remanescentes devem incluir várias fitofisionomias e gradientes altitudinais, pois muitas espécies animais são especializadas quanto aos habitats ocupados, ocorrendo apenas em determinadas faixas de altitude ou realizando deslocamentos sazonais em diferentes altitudes ou diferentes fisionomias, em busca de recursos para a sua sobrevivência (PIZO et al., 1995; GALETTI et al., 1997a b; GOERCK, 1997; SICK, 1997; BENCKE; KINDEL, 1999; GOERCK, 1999; BUZZETTI, 2000; GALETTI et al., 2000; MARSDEN; WHIFFIN, 2003; WILLIS; ONIKI, 2003).

O contínuo ecológico de Paranapiacaba representa uma das áreas melhor conservadas entre os remanescentes de Mata Atlântica no Brasil. Com mais de 120.000 ha de florestas, o contínuo ecológico é composto pelos Parques Estaduais Carlos Botelho, Intervales, Turístico do Alto Ribeira e a Estação Ecológica de Xitué. Se for considerado o entorno ainda florestado destas áreas, a Área de Proteção Ambiental da Serra do Mar e outras UC próximas, como o Mosaico de unidades de conservação de Jacupiranga, compreenderão mais de 300.000 ha de florestas.

A importância ambiental deste contínuo de matas vai além de seus aspectos físico-naturais. Ele possui também uma importância cultural reconhecida pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo (Condephaat) da Secretaria de Estado da Cultura, através da Resolução nº 40 de junho de 1985, que tomba a Serra do Mar e de Paranapiacaba devido ao seu grande valor paisagístico, incluindo o tombamento no “Livro do Tombo Arqueológico, Etnográfico e Paisagístico”, reconhecendo, assim, estreita relação entre paisagem, arqueologia e etnografia.

Este tombamento salienta a importância cultural que estas matas possuem e a sua preservação se faz ainda mais necessária uma vez que os seus aspectos culturais, históricos e arqueológicos ainda estão por serem compreendidos mais profundamente, especialmente por parte da população que o utiliza e/ou que mora em seu entorno, pois,

...quando o homem se defronta com um espaço que não ajudou a criar, cuja história desconhece, cuja memória lhe é estranha, esse lugar é a sede de uma vigorosa alienação (SANTOS, 2006, p. 81).

O Tombamento consolidou a legislação ambiental de defesa ao patrimônio dessas unidades de conservação, abrindo espaço para o reconhecimento internacional, com a Declaração pela Unesco, a partir de 1991, da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no estado de São Paulo e, posteriormente, reconhecido como Sítio do Patrimônio Natural Mundial da Humanidade.

Instituído pela Unesco o Programa “O Homem e a Biosfera” (*Man And the Biosphere - MaB*), em 1970, concede a algumas áreas do planeta, que se destacam por seu valor ambiental e humano, o título de Reserva da Biosfera. Cerca de 360 áreas de todo mundo foram contempladas com este título, formando assim uma rede internacional.

As Reservas da Biosfera objetivam uma correta gestão de seus recursos naturais e a busca do desenvolvimento sustentável através da pesquisa científica da conservação da biodiversidade, da promoção social e da integração dos diversos agentes atuando dentro e ao redor da Reserva (SÃO PAULO, 2010b).

As unidades de conservação que compõem o contínuo ecológico constituem-se zonas núcleo da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.

Este grande remanescente está no estado de São Paulo, nos territórios dos municípios de São Miguel Arcanjo, Capão Bonito, Ribeirão Grande, Guapiara, Tapiraí, Iporanga, Sete Barras, Apiaí e Eldorado. Apresenta um gradiente altitudinal que varia de 30 a 1.200 m, abrangendo porções da planície do rio Ribeira de Iguape, estendendo-se à vertente atlântica da Serra de Paranapiacaba e atingindo o divisor de águas entre as bacias dos rios Ribeira de Iguape e Paranapanema.

A Mata Atlântica original está presente em grande parte da área, particularmente nas regiões mais escarpadas. Há extensas áreas densamente vegetadas, denominadas “florestas maduras ou primárias”, caracterizadas pela pouca alteração de caráter antrópico.

A composição florística, estrutura e dinâmica das populações são apenas parcialmente conhecidas, em decorrência de carência de estudos interdisciplinares e integrados, associados aos problemas de infraestrutura e dimensões das unidades de conservação.

1.4. Parques Estaduais Envolvidos – Intervalles, Caverna do Diabo, do Rio Turvo e Turístico do Alto Ribeira

As unidades de conservação envolvidas na elaboração dos PME são os Parques Estaduais Intervalles, Turístico do Alto Ribeira, Caverna do Diabo e do Rio Turvo, localizadas entre as regiões do vale do Ribeira e o alto Paranapanema, ao sul do estado de São Paulo. Limitam-se a outras UC de proteção integral e de uso sustentável e que integram o maior contínuo de Mata Atlântica do estado.

Estas UC também guardam parte significativa de uma das mais expressivas áreas cársticas brasileiras e que reúnem complexos sistemas de cavernas e feições cársticas únicas, como observado por Karmann; Sanchez (1979), Marinho (1992), Karmann (1994), Campanha (2001), Karmann; Ferrari (2002) e Sallun et al. (2008).

A paisagem é resultante da interação entre processos do meio físico, biótico e antrópico. A presença de rochas carbonáticas, solúveis à ação das águas de chuvas e ácidos orgânicos presentes no solo, possibilitou, no decorrer de milhares de anos, a evolução de cavidades e formação de bacias de drenagem, com presença de rios subterrâneos.

As cavernas da região são diversificadas e guardam testemunhos paleontológicos e da história geológica recente do planeta. Além disso, a biodiversidade regional faz parte do domínio da Mata Atlântica, e é onde se distribuem as espécies da fauna cavernícola, adaptadas ao ambiente subterrâneo e com presença de espécies raras e endêmicas.

Do ponto de vista sócio-cultural, vivem na região dezenas de comunidades, em grande parte mantendo modos de vida tradicionais, como é o caso das populações ribeirinhas e remanescentes quilombolas, o que justificou a criação da Área de Proteção Ambiental dos Quilombos do Médio Ribeira e que integra o Mosaico de unidades de conservação do Jacupiranga, que reúne onze comunidades quilombolas e limita-se com o PETAR, PEI e o PECD.

Alguns bairros possuem forte vínculo econômico com as atividades de ecoturismo nos Parques e cavernas, a exemplo do bairro da Serra, vizinho ao PETAR e o bairro André Lopes, vizinho ao PECD. Nestas localidades e sedes municipais existem dezenas de empreendimentos voltados ao atendimento turístico, tais como pousadas, operadoras, restaurantes, lojas e associações de monitores ambientais locais, dentre outras. Também se destacam organizações locais e comunitárias que atuam em projetos socioambientais e de educação ambiental e com forte vínculo com as UC abrangidas pelos Planos de Manejo Espeleológico.

Este conjunto de unidades de conservação também protege importantes sítios arqueológicos e bens culturais e históricos e que se somam aos patrimônios dos municípios do vale Ribeira e Alto Paranapanema como as edificações coloniais dos centros históricos, as casas de pau-a-pique e as tradições e manifestações culturais e religiosas.

O grande desafio que se coloca aos gestores das unidades de conservação da região e a toda a sociedade é desenvolver atividades econômicas compatíveis com a conservação, tais como o manejo sustentável de espécies florestais nativas, a exemplo da palmeira juçara (*Euterpe edulis*), e fomentar as práticas sustentáveis onde o ecoturismo e a educação ambiental tem destaque. As cavernas existentes nas UC contribuem para a geração de benefícios e se configuram como espaços de aprendizagem e contemplação por visitantes e moradores locais.

1.4.1. O Programa de Uso Público das Unidades de Conservação em Consonância com os Objetivos Conservacionistas

Com o início da implantação das unidades de conservação na década de 1980, e tomando corpo os movimentos sociais no Brasil e o conceito de desenvolvimento sustentável, fortalece-se a perspectiva de visitação das cavernas, inicialmente com o perfil de turistas aventureiros. Aos poucos, os espeleólogos vão dividindo e, em alguns casos, cedendo espaço para os ecoturistas, movimento que teve franca expansão em todo o país após a Conferência Mundial do Meio Ambiente UNCED ou Rio 92, como ficou conhecida. Desde o início, diversas iniciativas são lançadas de forma a propagar uma postura mais responsável e respeitosa dos visitantes com o ambiente subterrâneo e as comunidades locais. Os preceitos do ecoturismo, caracterizados na região toda como diversas formas de espeleoturismo, são ao mesmo tempo testados, construídos e revistos. A monitoria ambiental – o acompanhamento de turistas por moradores locais capacitados para a condução – é uma das marcas mais fortes desta peculiar proposta de espeleoturismo dos Parques Estaduais Intervalles, Turístico do Alto Ribeira, Caverna do Diabo e do Rio Turvo (GIACOMINI FILHO, 2002; CASTRO; ESPINHA, 2008; MARINHO, 2008).

No final do século XX, o Programa de Uso Público se institucionaliza nestas UC. Os Parques Estaduais assumem cada vez mais sua vocação de transformadores de paradigmas, buscando aliar a conservação ambiental ao desenvolvimento local. Nesse contexto, a necessidade de planejamento se faz premente, de forma a ordenar os diversos tipos de uso das cavernas como pesquisas, espeleologia, estudos do meio, turismo e lazer, entre outras possibilidades.

1.4.2. Os Planos de Manejo Espeleológico

Nos últimos anos, a Fundação Florestal e o Instituto Florestal, intensificaram as discussões em torno da proteção e manejo das cavernas em unidades de conservação, com as seguintes iniciativas: i) apoio na realização do Iº Workshop de Manejo de Cavernas e Sistemas Cársticos – Uso Público, realizado em 2004, na sede do Instituto Florestal, organizado pela Redespeleo Brasil e que contou com 70 participantes, incluindo técnicos, espeleólogos, pesquisadores, monitores ambientais e empreendedores envolvidos com o patrimônio espeleológico; ii) contratação de consultoria especializada, em 2006, para elaboração de documento preparatório e roteiro para execução do Termo de Referência para os planos de manejo de cavernas do PETAR, PEI e Jacupiranga e iii) o Plano de Manejo do Parque Estadual Intervalles, realizado pela FF em parceria com o Departamento de Geografia da USP e o IG/SMA, definiu uma zona de amortecimento com diretrizes visando salvaguardar o patrimônio espeleológico no entorno, incluindo medidas de salvaguarda e a necessidade de estudos de manejo de cavernas com uso público.

Os Planos de Manejo Espeleológico, ora realizados concentram 32 cavidades naturais em quatro unidades de conservação próximas ou contíguas. A opção por se desenvolver tantos Planos de Manejo em tão curto espaço de tempo se deu por força de um Termo de Ajustamento de Conduta

(TAC), administrativo, no caso do PETAR. Com relação às cavernas dos Parques Estaduais Intervales e da Caverna do Diabo, o Ministério Público distribuiu Ação Civil Pública, tendo em vista a ocorrência de visitação turística e de educação ambiental sem os respectivos Planos de Manejo Espeleológico.

O TAC administrativo e o acordo judicial tiveram como objetivo principal a elaboração dos PME em 24 meses. O desfecho dessas medidas se deu em curto prazo, embora o fechamento das cavidades e reabertura de algumas, mediante planos emergenciais de uso, gerou enorme desgaste entre as instituições e junto às populações que dependem economicamente destas atividades, particularmente no PETAR e na caverna do Diabo.

Ainda que por falta de alternativas para enfrentar essa situação há que se reconhecer a organização interna da Fundação Florestal e a consolidação de relações institucionais no âmbito da Secretaria do Meio Ambiente que, por meio da Resolução SMA – 37 de 16/05/2008, dispôs sobre a instituição do Comitê Interinstitucional de Apoio aos Planos de Manejo Espeleológico (CIAPME) (Anexo I). Coube ao Núcleo Planos de Manejo da Fundação Florestal, a missão de coordenar os Planos de Manejo Espeleológico, por meio da instituição do Grupo Técnico de Coordenação (GTC) que reuniu especialistas da SMA nas diversas temáticas e elaborou um Termo de Referência (TdR) adequado aos padrões adotados para Planos de Manejo em unidades de conservação.

A estratégia adotada no TdR para elaborar 32 Planos de Manejo Espeleológico nas UC se deu por meio da reunião de cavidades naturais que se localizam em núcleos de visitação nas UC e/ou apresentam potencial para desenvolvimento de roteiros para diferentes perfis de visitantes formando então os agrupamentos. O agrupamento ou parte dele, também pode se constituir num sistema cárstico.

Concentrou-se, assim, esforços e recursos financeiros com ganho de qualidade na medida em que os PME se tornaram mais ajustados à realidade de cada UC. Avançou-se ainda na criação de Programas de Gestão específicos para as cavidades naturais, complementares, por sua vez, aos Programas de Gestão dos Planos de Manejo das unidades de conservação. O TdR foi submetido à análise do Cecav/ICMBio e Ibama-SP e aprovado com pequenas alterações, e posteriormente encaminhado à Câmara de Compensação Ambiental da SMA, o que resultou na alocação de recursos provenientes de licenciamento ambiental da ampliação de três empresas sucroalcooleiras no interior do estado.

Apesar da gravidade da situação e do pouco tempo disponível, um dos principais desdobramentos foi o amadurecimento das equipes e a concentração de esforços entre organizações da sociedade civil, incluindo os grupos de espeleologia, laboratórios de estudos subterrâneos em universidades, com energia voltada aos consensos, à solidariedade e às articulações dos proprietários do entorno e dos monitores locais, no sentido de colaborar com um processo tão desafiador.

Em curto intervalo de tempo, contratou-se empresa especializada para coordenação executiva dos trabalhos e constituiu-se a equipe técnica com a participação de renomados especialistas do estado de São Paulo e do Brasil, que num olhar analítico, contribuíram com informações voltadas ao diagnóstico, gestão e a conservação das cavidades naturais envolvidas.

O resultado traduziu-se numa mudança de postura e um aumento da motivação para o trabalho, que se refletiu na realização de uma experiência sem precedentes, com elaboração simultânea de 32 PME sem abrir mão da qualidade nos estudos realizados e também da participação dos atores sociais envolvidos no processo.

O Plano de Manejo Espeleológico das cavidades naturais, instrumento de gestão e manejo, destina-se a conservar, proteger, disciplinar o acesso e o uso do patrimônio espeleológico e seu entorno e a fauna e flora associadas, bem como estabelecer condições exequíveis de planejamento para orientar as intervenções previstas e produzir o menor efeito impactante (CIAPME, 2008).

1.4.2.1. Objetivos

Os PME das 32 cavernas selecionadas estão em consonância com o disposto na Constituição Federal art. 20, inciso X; Decreto n.º 99.556/1990; Portaria Ibama n.º 887, de 15/06/90; Resolução Conama n.º 237, de 19/12/1997; Resolução Conama n.º 347, de 13/09/2004 e IN n.º 100, de 05/06/2006, e conforme o TdR definido pelo Comitê Interinstitucional criado a partir da Resolução SMA n.º 037/2008, visa:

- Proteger a caverna e seu entorno, e a flora e fauna associadas;
- Proteger áreas ou locais que possuem atributos de valores naturais, sociais ou culturais;
- Sistematizar e ampliar o conhecimento, estimulando novas pesquisas;
- Apresentar o zoneamento espeleológico com base em estudos técnicos específicos, como instrumento de gestão;
- Disciplinar o uso de áreas cársticas definindo parâmetros a serem utilizados no controle de acesso e na implantação de infra-estrutura de uso turístico;
- Propor medidas de controle dos efeitos negativos advindos da ação antrópica, bem como alternativas de recuperação de áreas degradadas;
- Estimular a prática de educação ambiental.

1.4.2.2. Apresentação do Conteúdo

O presente PME está estruturado em capítulos, seções e subseções. O Capítulo 1 traz uma breve introdução ao tema, as justificativas e etapas precedentes da realização dos Planos de Manejo Espeleológico e a apresentação dos agrupamentos e cavernas envolvidas. O Capítulo 2 apresenta a contextualização geral da região do vale do Ribeira e Alto Paranapanema. No Capítulo 3 são apresentadas as metodologias dos estudos realizados e o Capítulo 4 traz a caracterização dos agrupamentos e de cada uma das cavernas com suas especificidades nas temáticas: Espeleogeologia, Hidrologia, Paleontologia, Microclima, Espeleotopografia, Espeleobiologia, Patógenos, Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico e Turismo. O Capítulo 5 traz breves diagnósticos dos Programas de Gestão relativos ao Uso Público, Pesquisa e Monitoramento de Impactos e na sequência apresenta ações concretas para a gestão por meio de diretrizes e linhas de ação. O Capítulo 6 recapitula e analisa o arcabouço legal que rege as cavidades naturais subterrâneas e apresenta a legislação de apoio à proteção e gestão do patrimônio espeleológico. Por fim o capítulo 7 faz uma reflexão do trabalho, com perspectivas de continuidade dos estudos e os primeiros passos para a implantação dos Planos de Manejo Espeleológico.

1.4.2.3. Os Agrupamentos

As 32 cavernas selecionadas para a elaboração dos Planos de Manejo Espeleológico foram divididas em nove agrupamentos, que reúnem as cavernas de acordo com os núcleos e áreas de visitação dos Parques Estaduais envolvidos (Tabela I. Agrupamento e cavernas objeto de execução dos PME e Figura 5. Agrupamentos de Cavernas Envolvidos pelos Planos de Manejo Espeleológico (CIAPME, 2008).

Tabela I. Agrupamento e cavernas objeto de execução dos PME

UC		Agrupamentos	Cavidades Naturais
PEI		1 – Bocaina/Lajeado	Caverna do Fendão; gruta da Mãozinha; gruta Jane Mansfield; gruta Minotauro e gruta da Santa
		2 – Sede	Gruta Colorida; gruta do Tatu; gruta do Cipó; gruta dos Meninos e gruta do Fogo
Mosaico de Jacupiranga	PECD	3 – Caverna do Diabo	Caverna do Diabo
	PERT	4 – PE do Rio Turvo	Gruta da Capelinha
PETAR		5 – Santana	Caverna de Santana; gruta do Morro Preto; caverna do Couto; caverna Água Suja e gruta do Cafezal
		6 – Bairro da Serra	Caverna Alambari de Baixo e caverna Ouro Grosso
		7 – Caboclos I	Gruta do Chapéu; caverna Aranhas; gruta do Chapéu Mirim I e gruta do Chapéu Mirim II
		8 - Caboclos 2	Caverna Pescaria; caverna Desmoronada; caverna Temimina I e caverna Temimina II
		9 - Casa de Pedra	Caverna Casa de Pedra; gruta Espírito Santo; caverna Água Sumida; gruta da Arataca e gruta do Monjolinho

A seguir uma breve apresentação de cada UC quanto ao potencial espeleológico e dos agrupamentos e cavernas selecionados para elaboração dos Planos de Manejo Espeleológico:

Parque Estadual Intervales – Agrupamentos 1 e 2

Em 1988, na então Fazenda Intervales, deu-se início a um projeto sistemático de estudo espeleológico na área. Este foi um dos primeiros trabalhos em consonância com as diretrizes de apoio e incentivo às pesquisas sobre os ecossistemas de Intervales, que começavam a ser definidas, visando sua preservação e manejo (SÃO PAULO, 2001). Como resultado deste e de outros trabalhos que se seguiram, Intervales conta hoje com mais de 60 cavernas topografadas e

cadastradas. Destacam-se os estudos da fauna cavernícola, realizados entre as décadas de 1980 e 1990, período de consolidação Fazenda Intervalles como referência no estado de São Paulo e que culminou na criação do Parque Estadual Intervalles, em 1995.

Na área adjacente da sede do PEI predominam cavernas de menor desenvolvimento e desnível, na ordem de dezenas de metros, a maioria dessas associadas às sub-bacias do rio das Almas e rio São José do Guapiara, tributários do rio Paranapanema (principal rio da região sudoeste do estado). As cavernas com maior desenvolvimento ocorrem nas sub-bacias do rio do Carmo, pertencente a bacia do rio Ribeira de Iguape, com desenvolvimentos na ordem de centenas de metros e algumas chegando a mais de 3 km. Esta diferenciação de uma área para outra possui relação com os fenômenos de carstificação que foram mais intensos na bacia do Ribeira, com maior dissecação dos relevos cársticos, com vales, depressões e cones cársticos de grande amplitude (SÃO PAULO, 2009).

Agrupamento 1 – Bocaina/Lajeado

O agrupamento é composto por cinco cavernas, localizadas entre 5 e 7 km do Centro de Visitantes, pertencentes ao sistema espeleológico Bocaina/Lajeado e sub-bacia do Carmo (bacia do rio Ribeira) e que concentra cavernas de maior expressão e importância espeleológica. A caverna do Fendão, conhecida por constituir um grande conduto em fenda, com uma queda d'água é a maior caverna aberta à visitação no Parque - com cerca de 1 km de desenvolvimento. Próximo à caverna do Fendão e no mesmo sistema fluvial encontra-se a gruta da Mãozinha, sem presença de drenagem, com destaque para espeleotema que lembra uma mão humana. A gruta da Santa se destaca por suas estalactites e travertinos, além de possuir um altar e uma imagem sacra na entrada da cavidade, utilizados esporadicamente para fins religiosos pela população local. A gruta Jane Mansfield possui 405 m de desenvolvimento, rio meandrante, tetos baixos e é ornamentada por estalactites, estalagmites e colunas; e a gruta Minotauro que apresenta padrão labiríntico e diferentes níveis topográficos, com 425 m de extensão.

Agrupamento 2 – Sede

O Agrupamento é composto por cinco cavernas e encontram-se na região da sede do PEI juntamente a infraestrutura de administração e hospedagem. O conjunto de cavidades dista entre 400 m e 2,5 km do centro de visitantes. A facilidade de acesso e a proximidade entre as cavernas propiciam circuitos integrados de visitação, inclusive para pessoas com menor preparo físico. Dentre as cavernas que estão localizadas na sub-bacia do rio do Carmo (bacia do Ribeira) se destaca a gruta Colorida, com 750 m extensão e apreciável diversidade de ambientes e fauna.

As demais cavidades são de menores dimensões, sendo recomendadas também para crianças ou iniciantes no espeleoturismo: a gruta do Fogo com 149m de extensão apresenta uma formação conhecida como “chão de estrelas”; a gruta do Tatu, com 55 m e presença de pequeno rio subterrâneo e algumas ornamentações; e a gruta do Cipó, com 30 m de extensão e presença de cipó que desce por uma clarabóia. A gruta dos Meninos, a mais próxima da recepção do PEI se localiza na sub-bacia do ribeirão da Água Comprida, pertencente a bacia do rio Paranapanema, apresentando apenas 30 m de extensão, de fácil acesso e presença de uma clarabóia no trecho final da cavidade.

Parque Estadual da Caverna do Diabo – Agrupamento 3

O Parque Estadual da Caverna do Diabo e a APA Quilombos do Médio Ribeira integram o Mosaico de Unidades de Conservação do Jacupiranga, localizado na bacia do rio Ribeira de Iguape. Estão inseridos na faixa carbonática denominada André Lopes, com presença de carste poligonal e depressões fechadas, demarcadas por cones cársticos e elevada densidade de sumidouros (HIRUMA; FERRARI; AMARAL, 2008). Poucas cavernas foram mapeadas nessa área com potencial para a descoberta de novas cavernas. Destaca-se a caverna do Diabo, um das primeiras cavidades reconhecidas pelo naturalista Ricardo Krone, em fins do século XIX e em área desapropriada pela Fazenda do Estado em 1910. No PECD e APA QMR ocorrem ainda 15 cavidades cadastradas, com indicação de aproximadamente 14 novas cavidades de pequenas dimensões na região conhecida como Barra do Braço, local de difícil acesso.

Agrupamento 3 – Caverna do Diabo

Trata-se da maior caverna do estado de São Paulo, com 6.340 m de galerias já topografadas e desnível da ordem de 175 m. Possui grandes salões ricamente ornamentados destacando-se o Salão da Catedral, de extrema beleza cênica, com imensas colunas calcíticas ornamentadas e uma infinidade de estalactites, o Cemitério indígena e o Caldeirão do Diabo. A caverna foi nomeada inicialmente como gruta da Tapagem (KRONE, 1950) e teve a primeira travessia realizada em 1968, por Michel Le Bret e equipe, conectando o conhecido trecho turístico à Gruta das Ostras – ressurgência deste sistema. O turismo foi iniciado na caverna no final da década de 1950 e intensificado a partir dos anos 1970, com a implantação de equipamentos de apoio ao turista como escadas, passeios e passarelas de concreto e iluminação elétrica em um percurso total de 800 m. Em 1994 o núcleo Caverna do Diabo passou da administração da Secretaria de Esportes e Turismo para a Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo.

Parque Estadual do Rio Turvo – Agrupamento 4

O Parque Estadual do Rio Turvo, juntamente com o PECD, integra o Mosaico do Jacupiranga. A faixa carbonática onde se insere a gruta da Capelinha é constituída por mármore calcítico, não apresentando feições cársticas de destaque e com baixo potencial espeleológico, se comparado às demais UC estudadas neste PME. No núcleo Capelinha, em estruturação, ocorre um dos principais sítios arqueológicos do sudeste brasileiro onde foi estudado o “Homem de Capelinha”, cerca de 9.000 anos atrás, ligado à tradição dos sambaquis fluviais. Além dos vestígios arqueológicos o núcleo Capelinha serviu como acampamento principal da VPR (Vanguarda Popular Revolucionária), grupo de guerrilheiros comandados pelo capitão Carlos Lamarca, entre 1969 e 1970.

Agrupamento 4 - Capelinha

O agrupamento é composto apenas pela caverna da Capelinha que possui um conduto principal descendente e que dá acesso à galeria de rio e a um salão. Por um teto baixo tem-se acesso ao trecho final da cavidade, bastante estreito e restrito à visita. A cavidade possui 179 m de desenvolvimento e 20 m de desnível. A caverna não apresenta clarabóia, mas é cortada por um rio que ajuda nas trocas energéticas com o meio exterior. Caverna bastante rica em fauna terrestre e abundante presença de guano, com registro de duas espécies raras *Diphylla ecaudata* e *Lonchorhina aurita*. A visita à gruta é incipiente, mas a demanda por este atrativo deve aumentar com a implantação do Parque, mediante a desapropriação de propriedades, equipagem da trilha de acesso

as cachoeiras e construção do centro de visitantes, atividades essas em execução com recursos advindos do licenciamento de pedágios da BR-116.

PETAR – Agrupamentos 5 a 8

O PETAR concentra parte significativa das cavernas e relevos cársticos do vale do Ribeira, apresentando feições típicas e sistemas de drenagem subterrânea com grande variedade espeleomorfológica (KARMANN; FERRARI, 2002).

Por meio de levantamentos secundários e primários, o Plano de Manejo do PETAR, em conclusão, obteve dados de 397 cavidades no território do Parque e sua Zona de Amortecimento, parte delas cadastradas no CNC-SBE, parte com cadastro sem datum definido, parte não cadastradas e 64 novas cavidades, dados que atestam o imenso potencial espeleológico da região (SÃO PAULO, 2010c)

As cavernas de menor dimensão se localizam em áreas cársticas mais elevadas (próximas a divisores) e dolinas com cursos d'água temporários; as de maior desenvolvimento encontram-se geralmente associadas a vales cegos (cursos d'água provenientes de serras não calcárias) e os abismos relacionados e dolinas. Os sistemas de cavernas estão associados aos principais rios que cruzam a UC - Betari, Iporanga, Pescaria/Pilões e Taquaruvira (tributários do rio Ribeira de Iguape). O acesso às principais cavidades se dá, na maioria delas, por entradas associadas a sumidouros ou ressurgências dos cursos d'água subterrâneos. O vale do Betari (núcleos Santana e Ouro Grosso) e os núcleos Caboclos e Casa de Pedra concentram grande parte das cavernas cadastradas na região do Parque. Outras áreas como a região de Bombas, e áreas limítrofes ao PETAR, bem como maciços calcários isolados, atualmente em prospecção e mapeamento por grupos espeleológicos.

Agrupamento 5 – Santana

É composto por cinco cavernas no vale do rio Betari, acessadas pelo Núcleo Santana. A caverna de Santana, que dá nome ao núcleo e ao agrupamento, é uma das maiores e mais ornamentadas cavernas do estado, com 5040 m de extensão e potencial para mais de 9 km. Dispõe de passarelas, escadas e pontes em seu interior e é a mais próxima do centro de visitantes do núcleo. Do Núcleo Santana, após cruzar o rio Betari localiza-se a gruta do Morro Preto, com 832 m de desenvolvimento, com grandes salões superiores e galeria inferior percorrida pelo ribeirão Morro Preto. Na entrada dessa caverna encontra-se um sítio arqueológico escavado por Krone em fins do século XIX. A caverna do Couto possui 471 m de desenvolvimento, sendo sua entrada principal de pequena dimensão e que acessa ampla galeria de rio, onde se juntam as cavernas Morro Preto e Couto, pouco antes da ressurgência do sistema. O percurso na caverna do Couto é feito por entre blocos e cascalhos e termina em uma entrada ampla, o sumidouro do córrego do Couto. Após 1300 m pela trilha do Betari encontra-se a caverna Água Suja, com 2,9 km de extensão e constituída por larga galeria de rio e grandes salões, e níveis superiores com salões formados por desmoronamento de antigos condutos de rio. Essa cavidade é bem ornamentada destacando-se as estalactites, os travertinos e cachoeira no trecho final de visitação. A gruta do Cafezal é também acessada por uma bifurcação da trilha do Betari. Essa caverna com vestígios arqueológicos e 216 m de desenvolvimento é formada por uma só galeria sem drenagem perene e amplo salão final, onde é possível avistar a luz do sol adentrando na cavidade.

Agrupamento 6 - Bairro da Serra

É composto por duas cavernas, vinculadas ao núcleo Ouro Grosso. Essas cavidades que integram diferentes sistemas de cavernas, ambas na margem esquerda do rio Betari, estão localizadas junto ao bairro da Serra (Iporanga) que concentra diversas pousadas e outros serviços de apoio ao visitante. A caverna Ouro Grosso, com 1,1 km de extensão, se destaca pela dificuldade de percurso em seus condutos, com lances verticais e rio encachoeirado e também uma rede intrincada de abismos, sendo propícia ao turismo de aventura. A caverna Alambari de Baixo, com 755 m de extensão é bastante ornamentada e possui grandes salões em seu nível superior e tem como principal atrativo a travessia de um rio com teto baixo, junto a ressurgência da cavidade.

Agrupamento 7 – Caboclos I

É composto por quatro pequenas cavernas, próximas umas das outras, e acessadas pela trilha do Chapéu, roteiros que se inicia junto a sede do Núcleo Caboclos. A trilha do Chapéu, com pontes, degraus e boa drenagem formando um roteiro de visitação integrado. As grutas Chapéu Mirim I e II, de fácil acesso, apresentam pequeno desenvolvimento (cerca de 70 m cada). A caverna mais conhecida é a gruta do Chapéu, com 300 m de extensão e muito ornamentada, destacando-se estalactites, estalagmites, represas de travertino e um grande escorrimento chamado “Cogumelo”, além de depósitos sedimentares que apresentam recursos didáticos quanto a gênese e dinâmica dessa e de outras cavidades da região do PETAR. No trecho final da cavidade se destaca o contato entre o calcário e o granito que forma a Serra da Dúvida. Esse contato é mais evidente no trecho final da caverna Aranhas que apresenta uma galeria de rio meandrante com alguns trechos com teto baixo e percursos por dentro d’água com 210 m de extensão. Com exceção da caverna Aranhas, as demais cavidades permitem o acesso de crianças e público de terceira idade, devido à facilidade de acesso na trilha e a amplidão de salões e galerias.

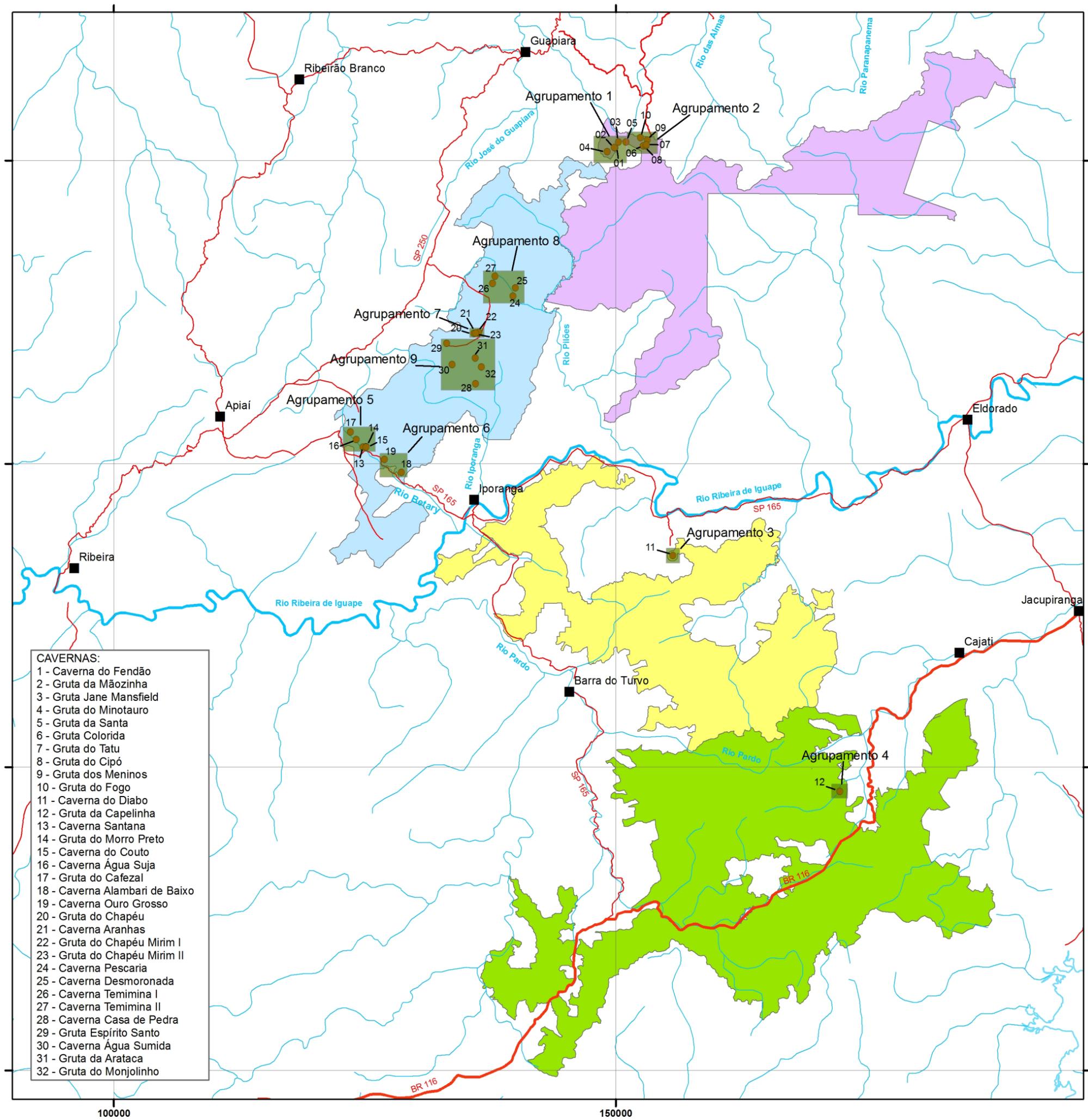
Agrupamento 8 – Caboclos II

É composto por quatro cavernas, acessadas por trilhas de médio e longo percurso a partir do Núcleo Caboclos. As cavernas Pescaria e Desmoronada são ricamente ornamentadas, destacando-se uma das maiores colunas do mundo na caverna Desmoronada. Possuem, respectivamente, 2.780 m e 1.260 m de extensão, e encontram-se próximas entre si, formando um roteiro de visitação. A caverna Temimina II possui 1.969 m de extensão. A rede superior é formada por galerias fósseis que se conectam com a galeria do rio por meio de desmoronamentos e divide-se em dois conjuntos de amplos salões entrecortados por imensas clarabóias e que permitem a entrada de luz e a manutenção de vegetação formando verdadeiros jardins. A galeria inferior é bastante ampla, com 20 m de largura em média e formações de rara beleza, com destaque para a coluna e travertinos na coloração creme (trecho intermediário) e o “chuveiro” (espeleotema com água que jorra de forma contínua por fraturas da rocha calcária) localizado no trecho final aberto a visitação. Da ressurgência, descendo o rio chega-se a caverna Temimina I, com apenas 52 m de extensão, constituída por conduto de grande dimensão e percorrido pelo rio Temimina.

Agrupamento 9 – Casa de Pedra

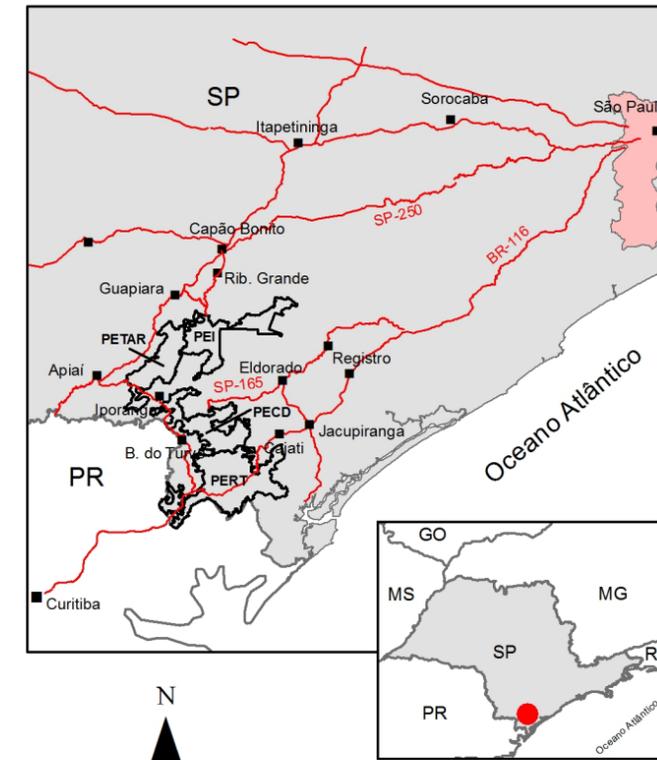
É composto por cinco cavernas e acesso feito por trilhas de médio e longo percurso, oriundas do Núcleo Caboclos ou da base Casa de Pedra. Destaca-se a caverna Casa de Pedra, com 5,5 km de desenvolvimento linear e o maior pórtico de caverna do planeta em seu sumidouro com 215 m de altura, o sumidouro do rio Maximiano, afluente do rio Iporanga. O rio apresenta-se encachoeirado em alguns trechos próximos das entradas e presença de corredeiras e remansos ao longo da galeria

de rio. Destaca-se também o salão Krone com entrada superior e bem próximo a entrada Santo Antônio que possui ampla entrada e clarabóias superiores, a ressurgência do ribeirão Maximiano. As duas entradas constituem roteiros de visitação voltadas para públicos diversos e a travessia limitada a grupos menores e mais preparados do ponto de vista técnico. As grutas Monjolinho e Arataca constituem um roteiro de visitação, com 1138 e 384 m de extensão, respectivamente. Destaca-se ampla entrada superior da Arataca e o conjunto de espeleotemas da gruta Monjolinho. Próximo a uma pedreira desativada se localiza a gruta do Espírito Santo, a 4,5 km ao sul do Núcleo Caboclos e com 250 m de extensão. A caverna  gua Sumida, acessada por trilha a partir do Núcleo Caboclos, com entrada principal alta e estreita, possui 298 m de extensão. O sumidouro do rio Maximiano, o mesmo rio que percorre a caverna Casa de Pedra, possui um perfil de galeria bastante entalhado. O percurso interno na caverna   constituído por conduto alto e salões amplos, com corredeiras e cascatas ao longo do rio. Destaca-se o conjunto de espeleotemas na porção central da cavidade.

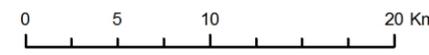


- CAVERNAS:**
- 1 - Caverna do Fendão
 - 2 - Gruta da Mãozinha
 - 3 - Gruta Jane Mansfield
 - 4 - Gruta do Minotauro
 - 5 - Gruta da Santa
 - 6 - Gruta Colorida
 - 7 - Gruta do Tatu
 - 8 - Gruta do Cipó
 - 9 - Gruta dos Meninos
 - 10 - Gruta do Fogo
 - 11 - Caverna do Diabo
 - 12 - Gruta da Capelinha
 - 13 - Caverna Santana
 - 14 - Gruta do Morro Preto
 - 15 - Caverna do Couto
 - 16 - Caverna Água Suja
 - 17 - Gruta do Cafezal
 - 18 - Caverna Alambari de Baixo
 - 19 - Caverna Ouro Grosso
 - 20 - Gruta do Chapéu
 - 21 - Caverna Aranhas
 - 22 - Gruta do Chapéu Mirim I
 - 23 - Gruta do Chapéu Mirim II
 - 24 - Caverna Pescaria
 - 25 - Caverna Desmoronada
 - 26 - Caverna Temimina I
 - 27 - Caverna Temimina II
 - 28 - Caverna Casa de Pedra
 - 29 - Gruta Espírito Santo
 - 30 - Caverna Água Sumida
 - 31 - Gruta da Arataca
 - 32 - Gruta do Monjolinho

Localização da Área de Estudo



Escala: 1:400.000



Convenções cartográficas

- Cavernas objeto de PME
- Sedes municipais
- Rio Ribeira de Iguape
- Hidrografia
- Rodovia Federal
- Rodovias
- Agrupamentos
- Parque Estadual Intervales
- Parque Estadual Caverna do Diabo
- Parque Estadual do Rio Turvo
- Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira

Planos de Manejo Espeleológico

Parques Estaduais e Agrupamentos de Cavernas

Fonte: FF/SMA (2009); CNC-SBE (2009); Cecav/ICMBio (2009)
 Bases Cartográficas: IBGE, 1:50.000
 Projeção UTM, fuso 23 Sul. Datum: WGS 84
 Mapeamento concluído em Abril 2010

Capítulo 2



**CARSTE E
PATRIMÔNIO
ESPELEOLÓGICO**

2. CARSTE E PATRIMÔNIO ESPELEOLÓGICO DO VALE DO RIBEIRA E ALTO PARANAPANEMA

As cavernas, em sua grande maioria, são componentes subterrâneos de uma formação geológica que se desenvolve na superfície terrestre a partir da dissolução de rochas (KARMANN; SALLUN FILHO, 2007).

Para se compreender a formação das cavernas é preciso, antes, a compreensão das características de um tipo peculiar de relevo, conhecido como carste – ou, internacionalmente, Karst, denominação que surgiu no século XIX na Europa. “... o termo **karst** corresponde em versão alemã ao vocábulo iogoslavo **kras** que significa ‘campo de pedras calcárias. Dele derivaram os termos **cause**, em francês, **carso**, em italiano e **carste** ou **carst**, utilizado entre nós.” (LINO, 1988)

Tal relevo se desenvolve em rochas solúveis, sobretudo nos calcários e dolomitos.

O carste se caracteriza, via de regra, por grandes extensões de rocha onde a paisagem mostra feições muito particulares, com aspecto ruriforme e esburacado e a drenagem é predominantemente subterrânea, com cursos d’água percorrendo fendas e condutos; tais condutos, quando acessíveis, são chamados de cavernas (LINO, 1988; KARMANN; SALLUN FILHO, 2007).

Além das cavernas, outras feições do relevo, de grandes dimensões, são características do carste: abismos, dolinas, torres, pontes e arcos de pedras, paredões verticais, canyons, sumidouros e ressurgências de rios; mas também, microformas de relevo o caracterizam: são os lapiás, esculpidos nas rochas calcárias em forma de ranhuras, estrias, caneluras, concavidades e lâminas (LINO, 1988).

A evolução de um relevo cárstico significa, de uma forma geral, o desenvolvimento de processos químicos e físicos sobre a massa de rochas solúveis, mas a partir do aprofundamento dos estudos, sabe-se que a gênese e a evolução do carste depende de uma grande multiplicidade de fatores, dentre os quais podem ser destacados (Tabela 2):

Tabela 2. Gênese e evolução do carste

Tema relacionado	Fatores condicionantes para a gênese e evolução do carste
Geologia, geomorfologia, hidrologia e solos	Propriedades específicas da rocha na área - litologia
	Posição da rocha solúvel em relação à estratigrafia regional
	História geológica da área, especialmente movimentos tectônicos pelos quais a região tenha sido atingida
Clima	Clima passado e presente
Vegetação	Vegetação e outras condições ecológicas locais e regionais

Fonte: Adaptado de Lino, 1989

Cada um destes temas será descrito a seguir. Quanto à fauna, o destaque nestes Planos de Manejo Espeleológico se dá sobre os animais que se abrigam nas cavernas, classificados como troglóbios (viver exclusivamente no interior das cavernas); troglófilos (parte do seu ciclo de vida desenvolve-se no interior das cavernas); troglófenos (podem utilizar as cavernas apenas como abrigos).

2.1. Patrimônio Espeleológico

A conceituação de cavernas como patrimônios está registrada em diversas categorias de documentos: textos jurídicos¹, científicos, didáticos, poéticos, jornalísticos. Toda e qualquer caverna representa um bem a ser protegido e estudado, podendo ser diretamente administrado em sua totalidade, ou não, conforme as avaliações e normativas definidas em seus Planos de Manejo Espeleológico.

As regiões do vale do Ribeira e Alto Paranapanema revelam-se como das mais importantes áreas cársticas do mundo, com feições típicas, como carste poligonal, cones e canyons cársticos, vales fluviais profundos, escarpamentos rochosos com pórticos de cavernas, extensos sistemas de drenagem subterrânea com grande variedade espeleomorfológica, e cavernas com sítios paleontológicos do Quaternário (KARMANN; FERRARI, 2002).

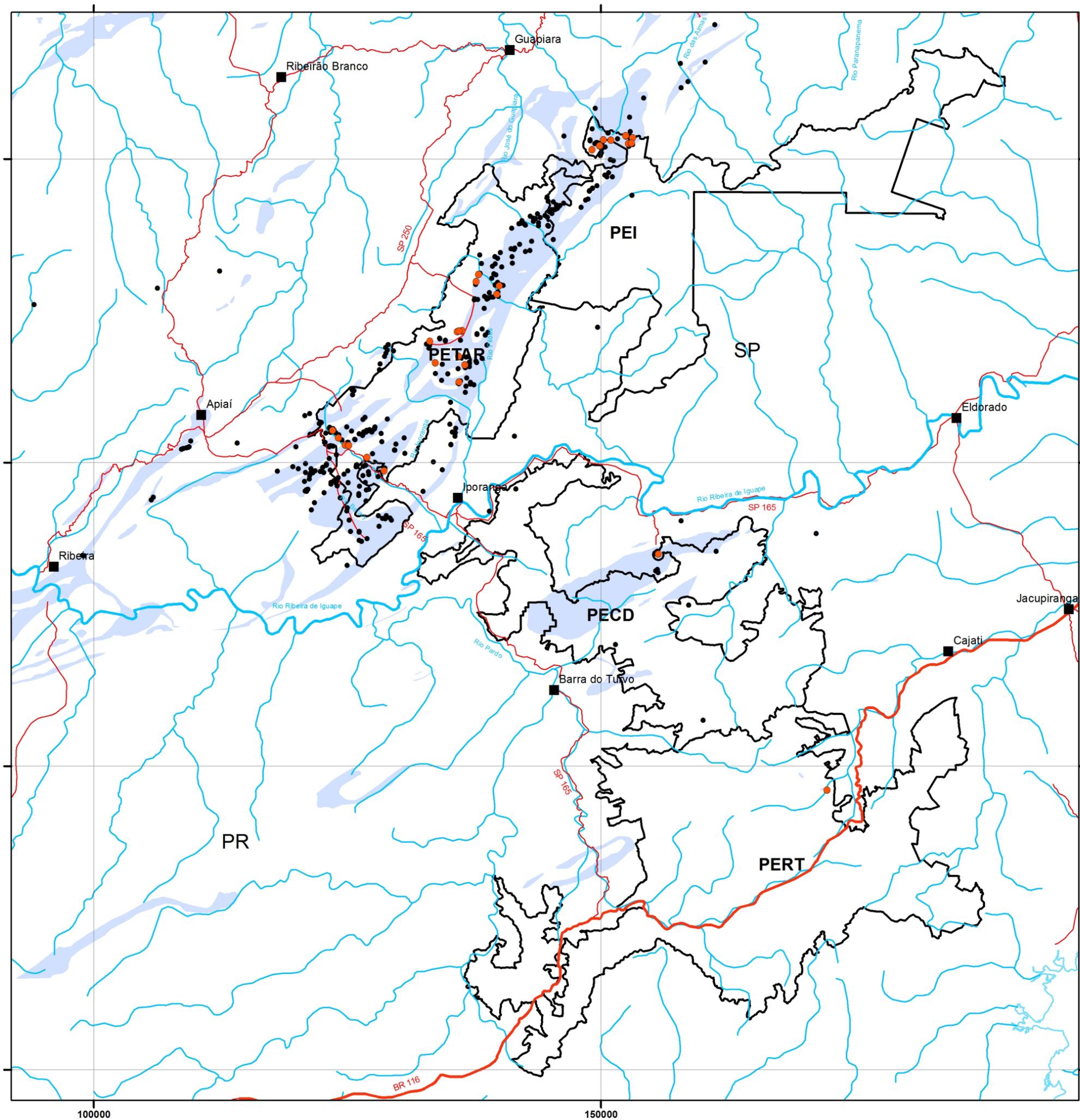
Segundo dados da SBE e Cecav/ICMBio, atualmente são conhecidas mais de 600 cavernas nas regiões do vale do Ribeira e Alto Paranapanema, porém este número tende a aumentar, à medida que novos estudos forem realizados. A Figura 6 apresenta a Distribuição de Cavernas em Rochas Carbonáticas na Área de Estudo, de acordo com os Dados do Cecav/Ibama, e os Parques Estaduais abrangidos pelos PME.

2.2. Clima

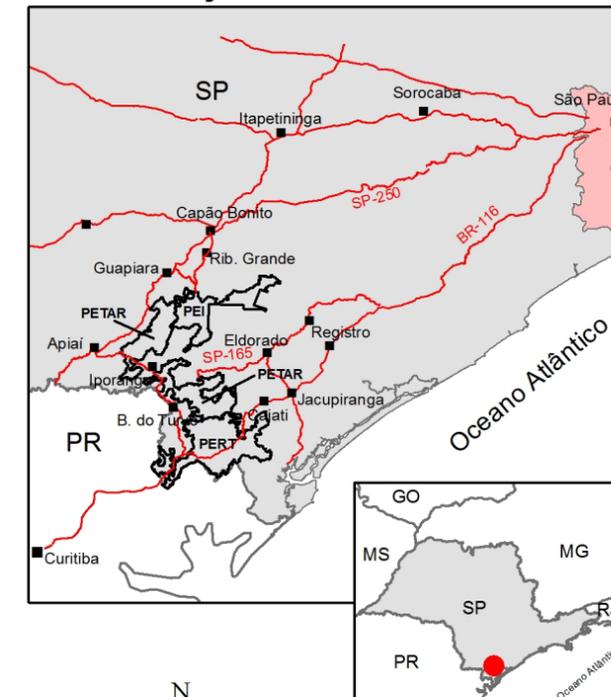
A área abrangida por este estudo se caracteriza pelo clima regional subtropical permanente úmido controlado por massas tropicais e polares marítimas (MONTEIRO, 1973). Nesta unidade regional a Massa Polar Atlântica atua durante mais de 60% do tempo, em oposição aos 40% da Massa Tropical Atlântica. A maior frequência dos sistemas extratropicais (anticiclones e frente polar) e, sobretudo, a maior atividade frontal neste trecho do estado conferem a esta área características subtropicais e condição de umidade permanente.

O trecho sul do estado apresenta uma maior variação espacial da pluviosidade se comparada ao litoral norte, já que a distância da serra de Paranapiacaba da linha de costa, o vale do rio Ribeira de Iguape e os pequenos maciços e serras isoladas criam diferentes condições para a variação da chuva neste espaço. A faixa mais úmida da costa, sobretudo aquela das vertentes diretamente expostas aos fluxos atmosféricos oceânicos, cede lugar a uma faixa menos úmida ao longo do curso do rio Ribeira de Iguape, voltando a aumentar na escarpa da serra de Paranapiacaba. As variações topográficas possibilitam a diversificação de climas locais (ibidem).

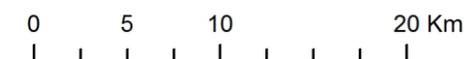
¹ A expressa proteção legal das cavidades naturais subterrâneas foi inserida no ordenamento jurídico brasileiro pela Constituição Federal de 1988, através do artigo 20, inciso X, que as inclui como bem da União, e do artigo 216, inciso V, que as constituiu como patrimônio cultural brasileiro (ver capítulo 6).



Localização da Área de Estudo



Escala: 1:400.000



Convenções cartográficas

- Cavernas objeto de PME
- Cavernas cadastradas
- Sedes municipais
- Rio Ribeira de Iguape
- Hidrografia
- Rodovia Federal
- Rodovias
- Rochas Carbonáticas
- Limites dos Parques Estaduais Envolvidos
- Estuário

Planos de Manejo Espeleológico

Distribuição de Cavernas em Rochas Carbonáticas na Área de Estudo

Fonte: Campanha (2002); FF/SMA (2009);
 CNC-SBE (2009); Cecav/ICMBio (2009)
 Bases Cartográficas: IBGE, 1:50.000
 Projeção UTM, fuso 23 Sul. Datum: WGS 84
 Org. Cart.: Francisco Villela Laterza, Abril 2010

EKOS BRASIL



SECRETARIA DO
 MEIO AMBIENTE



GOVERNO DO ESTADO DE
 SÃO PAULO
 TRABALHANDO POR VOCE

Conforme a Figura 7 identificou-se três climas locais na área dos PME, a saber:

- I – Clima Subtropical Superúmido da Serra André Lopes e do Jaguari;
- II – Clima Subtropical Úmido do Vale do Rio Ribeira de Iguape;
- III – Clima Subtropical Úmido da Serra de Paranapiacaba e Planalto Atlântico.

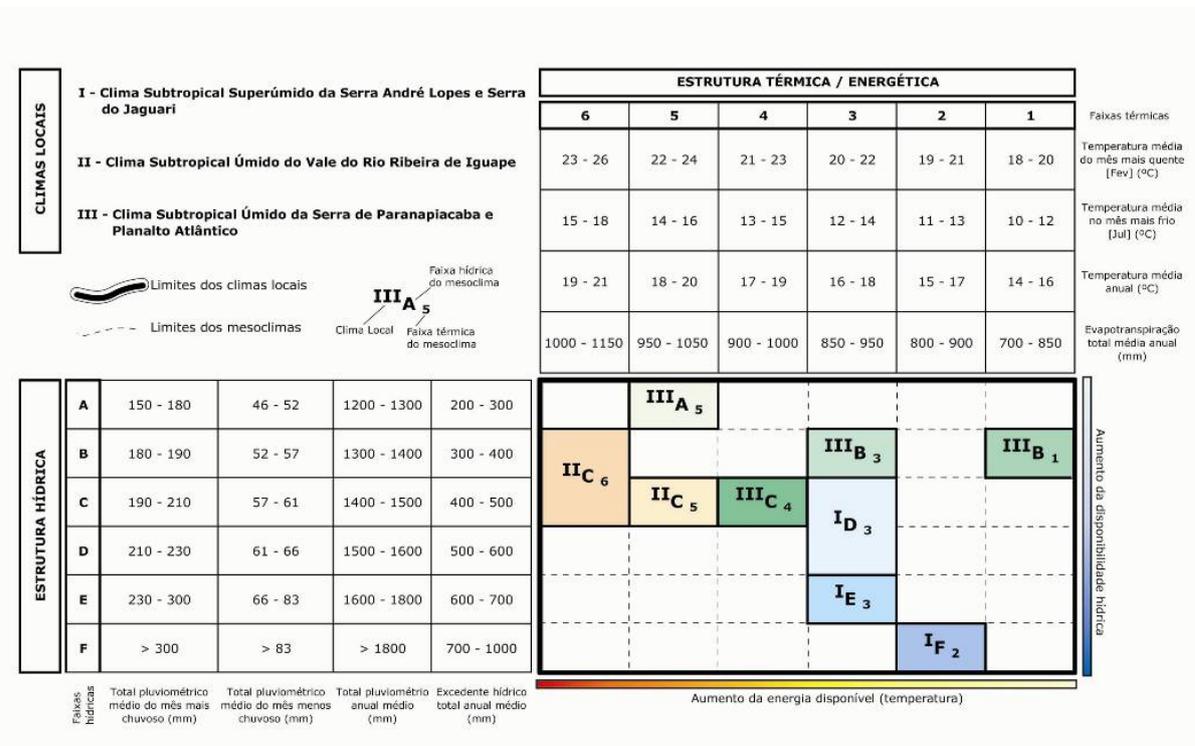
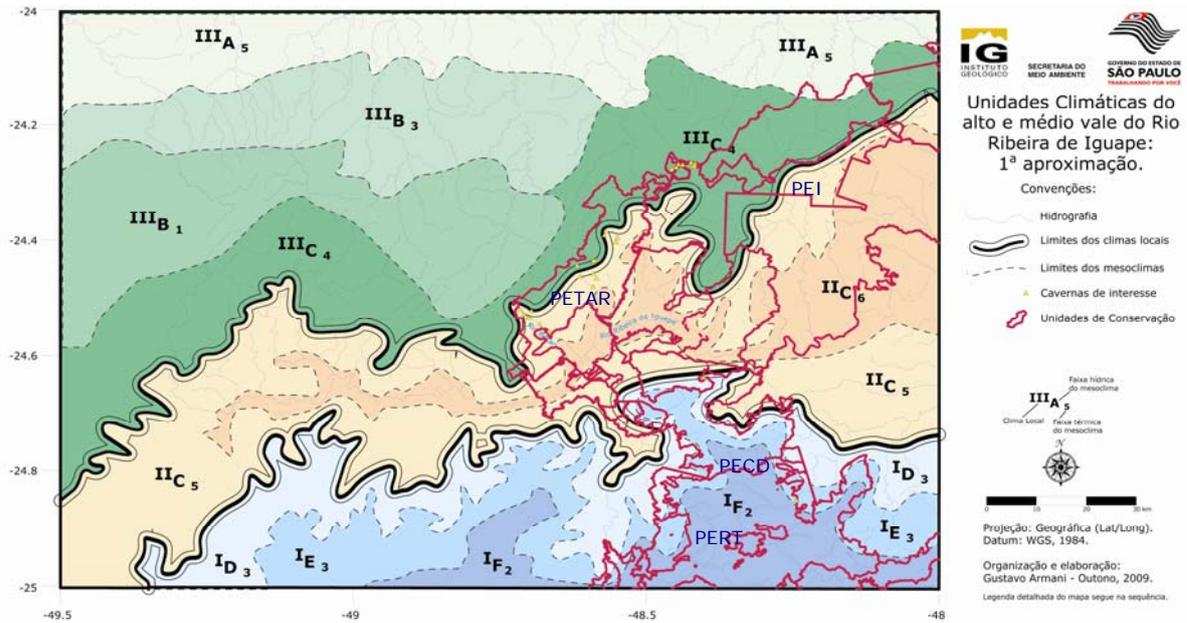


Figura 7. Mapa de unidades climáticas do alto e médio vale do rio Ribeira de Iguape

O primeiro clima local (I) está relacionado às Serras do André Lopes e do Jaguari, compreendendo os setores mais elevados do trecho sul da área. Trata-se de um clima subtropical superúmido devido à maior proximidade com o oceano e ao relevo serrano, com altitudes variando em torno de 1300 a 600 m, recebendo maior influência oceânica, com temperaturas e evapotranspiração relativamente mais baixas devido ao efeito da altitude.

Esta unidade climática se subdivide em três mesoclimas conforme a distância do oceano aumenta e as altitudes diminuem para o interior do vale do Ribeira. As vertentes a sotavento das Serras do André Lopes e Jaguari promovem o efeito Föhn (Foehn - sombra de chuva) pela compressão adiabática que os ventos úmidos do oceano são submetidos ao transporem as serras e adentrarem ao vale do rio Ribeira de Iguape. Desta forma, a Unidade IF2 é a mais úmida e recebe maior influência oceânica e maiores excedentes hídricos, sendo que a unidade IE3 já apresenta reduções nas precipitações e excedentes hídricos, sendo que essas características se acentuam na unidade ID3. Esse movimento de redução das chuvas conforme se aumenta a distância do oceano e diminuição da altitude também são acompanhados por um aumento nas temperaturas e evaporação, reduzindo os excedentes hídricos. Mesmo assim, essas áreas são aquelas que têm mais água disponível na superfície da área mapeada. Essa disponibilidade de água é importante para ser considerada para o manejo. Os impactos pluviométricos mais intensos são preferencialmente habituais neste clima local, principalmente no mesoclima IF2. É neste clima local que estão localizadas a gruta Capelinha (mesoclima IF2) e a caverna do Diabo (mesoclima ID3), sendo que atenção deve ser dada aos processos hidrológicos (derivados de impactos pluviométricos) que possam interferir na visita dessas cavernas e que possam causar riscos aos visitantes. Processos de movimentos de massa também podem ser facilitados quando os impactos pluviométricos ocorrem.

O clima local II (Clima subtropical úmido do vale do Ribeira de Iguape) compreende os trechos rebaixados do vale do rio Ribeira de Iguape, com elevada umidade devido à proximidade com o oceano, mas temperaturas mais elevadas devidos às baixas altitudes (<500 m). Essas condições criam menores excedentes hídricos e impactos pluviométricos menos intensos que nos climas locais I e III. Entretanto os processos hidrológicos respondem aos impactos pluviométricos mais intensos que ocorrem nas áreas mais elevadas das serras de Paranapiacaba, André Lopes e Jaguari, já que toda a água precipitada nas áreas elevadas da bacia hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape drenam para o fundo de vale. Assim, aquilo que acontece de impacto pluviométrico nos topos se transforma em impacto hidrológico neste clima local do vale, mesmo com redução nas chuvas características desta área. Isso não significa que este seja um local seco. Na realidade ainda é um clima com bastante umidade, tanto pela posição próxima ao litoral banhado por águas quentes, como pelas passagens frontais frequentes.

A temperatura e evaporação foi o critério de delimitação dos mesoclimas. As planícies, terraços e baixas colinas do rio Ribeira de Iguape formam o mesoclima IIC6, que apresentam as maiores temperaturas e evaporação da área e um dos menores excedentes hídricos. Distanciando-se das planícies em direção às bordas das serras está o mesoclima IIC5, cujas temperaturas apresentam uma ligeira redução em relação ao mesoclimas das planícies e terraços. Os excedentes hídricos aumentam ligeiramente. É nesta unidade climática que estão localizadas a maioria das cavernas deste estudo. Aqui os fluxos de água na superfície tendem a ser mais rápidos quando as chuvas ocorrem nas serras que contornam este clima local. A velocidade dos fluxos é bastante intensa e

está relacionada às características físicas da bacia de drenagem, principalmente a declividade das áreas de serra, e da intensidade da chuva que ocorre nas unidades climáticas lindeiras.

Este clima local (II) é o mais densamente ocupado e concentra maiores atividades econômicas, sociais e turísticas de toda a área mapeada. A topografia de menores amplitudes altimétricas e menores declividades favoreceram a ocupação desta área. Como o regime hídrico do rio Ribeira de Iguape responde ao regime pluviométrico dos climas Locais I e III frequentes problemas de cheias deste rio são enfrentados pela população local.

O clima local III, denominado de Clima Subtropical Úmido da Serra de Paranapiacaba e Planalto Atlântico compreende as médias e altas vertentes da escarpa da Serra de Paranapiacaba, bem como as áreas mais elevadas e o reverso do Planalto Atlântico. A topografia dissecada da escarpa da serra, que apresenta no geral uma direta exposição aos ventos úmidos do oceano, cria condições para impactos pluviométricos mensais e totais de 24 horas relativamente elevados, devido à descompressão adiabática que o ar proveniente do oceano quente sofre ao ascender as vertentes da serra. Esse efeito é potencializado nas passagens frontais, principalmente quando os ciclones extratropicais se deslocam mais próximos à costa, acarretando em eventos de elevada concentração pluviométrica em um curto espaço de tempo. A redução da temperatura do ar com a altitude neste trecho colabora para aumentar o excedente hídrico, que alimentará o escoamento, tanto superficial, mas principalmente de base dos rios que drenam para o vale do rio Ribeira, bem como aqueles que drenam para a vertente continental do Planalto Atlântico (bacia do Paranapanema). Essas são as principais características do mesoclima IIIC4 e IIIB1. Essas áreas são as mais elevadas e relativamente próximas do oceano, ressaltando seu potencial hídrico. Já nos mesoclimas IIIB3 e IIIA5, apesar das altitudes serem relativamente elevadas (entre 600 e 800 m), a redução dos totais de chuva (função da maior distância do oceano e da compressão adiabática que o ar proveniente do oceano sofre com a diminuição progressiva das altitudes no reverso do Planalto Atlântico) promove a ocorrência de pequenas deficiências hídricas em alguns meses do outono e inverno. Essa deficiência hídrica é pequena (da ordem de 3 mm) em alguns trechos da unidade IIIA5, podendo ser considerada insignificante. Apesar disto este clima ainda é caracterizado como úmido, mas é diferenciado das outras unidades climáticas da área de estudo que não apresentam nenhuma deficiência hídrica.

2.3. Geologia

As principais rochas onde ocorre formação de cavernas, no Brasil, são as carbonáticas, que embora se distribuam por apenas cerca de 2,8% do território nacional abrigam 85% das cavernas conhecidas no país, seguidas pelas siliciclásticas, com 8% do total de cavernas conhecidas, e constantes do cadastro da SBE (KARMANN; SALLUN FILHO, 2007) (Figura 8). As cavernas existentes em outros tipos de rochas são menos comuns e com dimensões reduzidas.

As concentrações de cavernas indicam condições mais favoráveis ao desenvolvimento do carste e de sistemas de drenagem subterrânea. O critério fundamental para identificar áreas mais propícias à formação de carste e cavernas é a associação entre tipo de rocha, relevo e clima favoráveis aos processos de dissolução (KARMANN; SALLUN FILHO, 2007). Além de solúvel, a rocha deve permitir o fluxo de água subterrânea concentrado em fraturas e planos de estratificação; o relevo precisa apresentar desníveis entre os pontos de entrada e saída da água subterrânea; e o clima requer pluviosidade suficiente para recarregar as linhas de fluxo da água subterrânea na rocha carbonática.

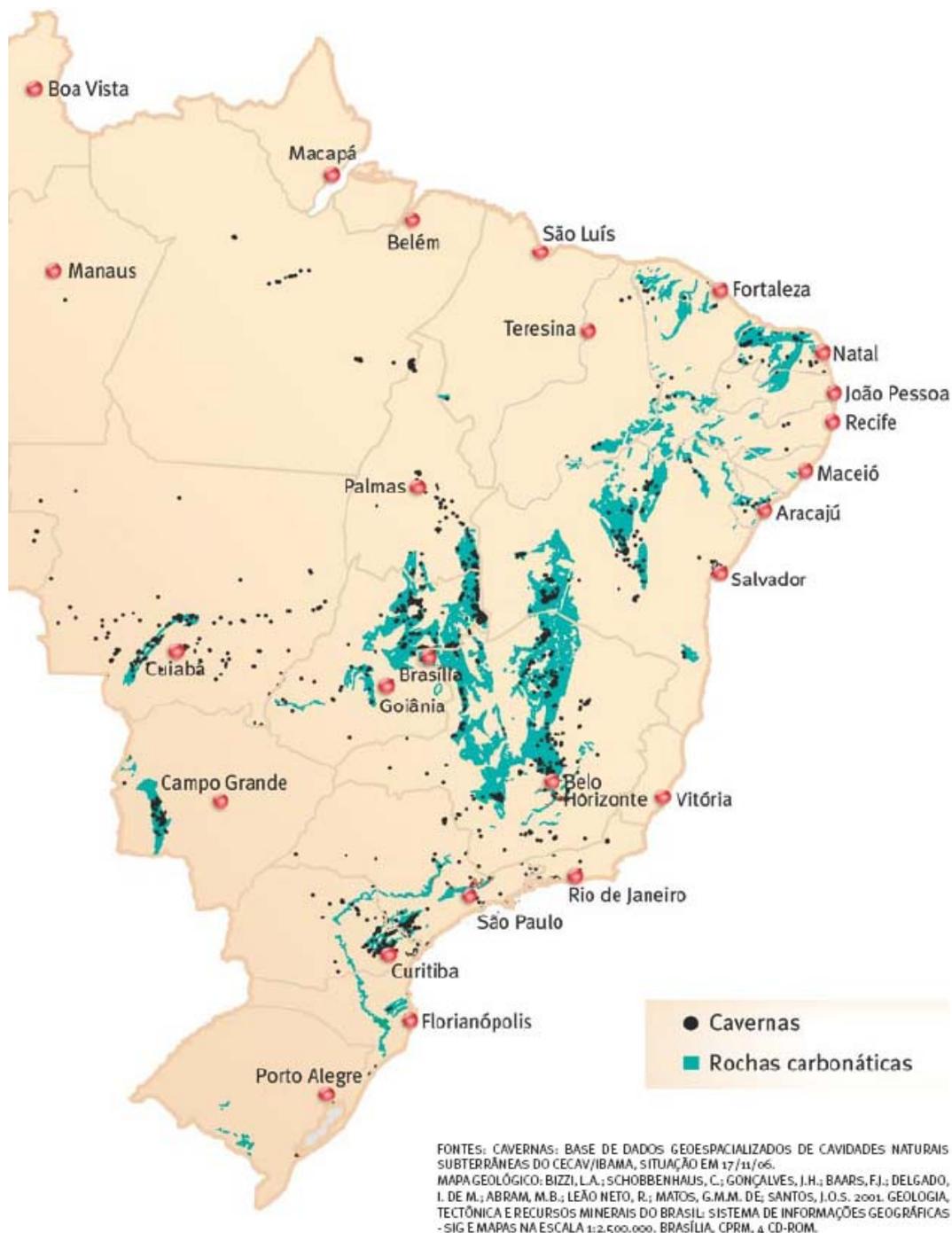


Figura 8. Distribuição de cavernas e rochas carbonáticas no Brasil, de acordo com os dados do Cecav (Extraído de KARMANN; SALLUN FILHO, 2007)

Em um contexto geológico amplo, as UC abrangidas pelos PME estão inseridos na porção central da Província Mantiqueira (ALMEIDA et al., 1977), na denominada “Faixa de Dobramentos Ribeira” (HASUI et al., 1975) (Figura 9). A Faixa Ribeira é um cinturão de cisalhamento transcorrente, que se estende desde a Bahia até o Uruguai, que articula as interações entre a Faixa Brasília (Província ou Sistema Orogênico Tocantins), o Cráton do São Francisco e uma série de terrenos acrescidos a sul (CAMPOS NETO, 2000).

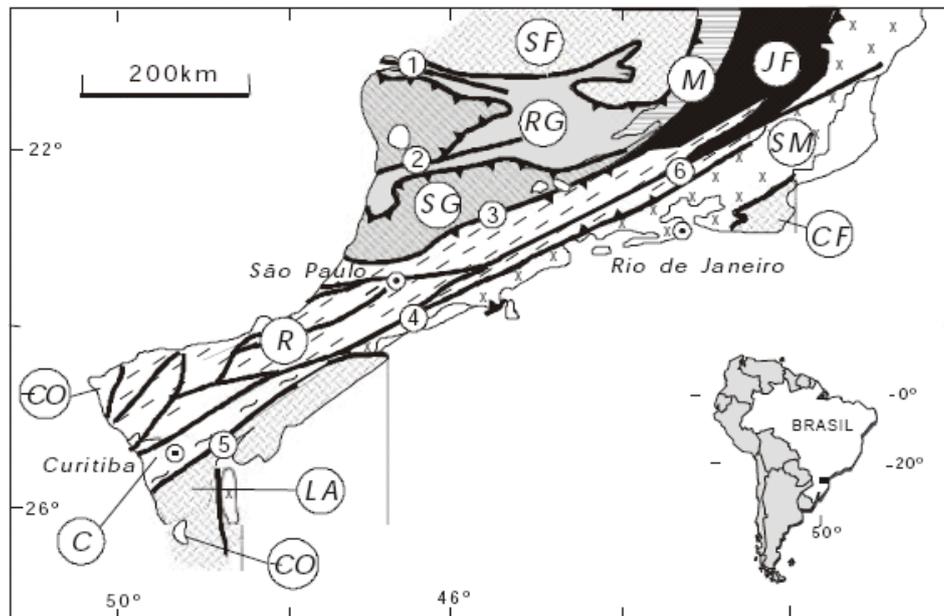


Figura 9. Contexto geológico regional em que estão inseridos os terrenos cársticos - (R) Ribeira (CAMPANHA; SADOWSKI, 1999)

No cenário geral do território brasileiro ocupados por terrenos cársticos as faixas carbonáticas dos Grupos Açunguí e Itaiococa, no sudeste e sul do estado de São Paulo e nordeste do Paraná, ocupam uma posição de destaque por sustentarem feições cársticas únicas e depósitos sedimentares associados (KARMANN; FERRARI, 2002). Estas cavernas concentram-se nas rochas carbonáticas do Grupo Açunguí e apresentam – em contraste com outras áreas do Brasil – grandes desníveis e menor desenvolvimento horizontal. Destacam-se as cavernas Santana (61 m de desnível e mais de 6 km de desenvolvimento horizontal), Água Suja (120 m de desnível e 5 km de desenvolvimento horizontal), em Iporanga, caverna do Diabo (180 m de desnível e 7 km de desenvolvimento horizontal), em Eldorado e gruta dos Paiva (51 m de desnível e 4 km de desenvolvimento horizontal) em Iporanga.

A Província Espeleológica do vale do Ribeira, segundo Karmann e Sanchez (1979) é caracterizada por feições cársticas do tipo escarpas rochosas, torres isoladas, dolinas, sumidouros e ressurgências, com cavernas abundantes, com rios subterrâneos e abismos (cavernas verticais). Segundo Auler et al. (2001) a região do vale do Ribeira tem potencial para grandes desníveis, mas dificilmente para cavernas com grande desenvolvimento.

2.4. Geomorfologia e Hidrologia

O carste ocorre no Cinturão Orogênico do Atlântico, com áreas mais elevadas corresponde ao Planalto de Guapiara e as áreas mais rebaixadas aos Morros Altos e escarpas da Serra do Mar e Paranapiacaba. Karmann e Ferrari (2002) observam que a região caracteriza-se pela superfície carbonática rebaixada em relação às rochas não carbonáticas, condicionando sistemas cársticos de recarga mista com predomínio de injeção alóctone. Esta faixa apresenta setores com paisagem cárstica bem desenvolvida, com variadas formas de carste poligonal e trechos fluviocársticos, além de um expressivo entalhamento vertical associado às drenagens subterrâneas e sistemas de cavernas, como definido na região central da faixa, junto à bacia do rio Betari (KARMANN, 1994; KARMANN; SÁNCHEZ, 1986).

Com base no agrupamento de feições de relevo, Karmann (1994) definiu os seguintes compartimentos morfológicos nas áreas carbonáticas do Lajeado e Furnas-Santana, setor sudoeste do PETAR (bacia do rio Betari) (KARMANN; FERRARI, 2002), que pode ser estendido a outras áreas:

- Zona de contato - marcada por feições de absorção de água allogênica, formando uma faixa ao longo do contato dos metacalcários. Caracteriza-se por vales cegos, poljes de contato e sumidouros, os quais absorvem o escoamento superficial das rochas insolúveis que contornam os metacalcários. De modo geral, o contato é marcado por vales assimétricos, onde a vertente sobre os carbonatos frequentemente é escarpada, exibindo paredões rochosos. Pórticos de cavernas associados à paleo-sumidouros, atualmente em níveis superiores e com salões de abatimento, são frequentes.
- Zona fluviocárstica – corresponde a superfície sobre os metacalcários onde a drenagem superficial é predominante, com feições cársticas localizadas.
- Zona de carste poligonal – esta é a paisagem típica sobre rochas carbonáticas onde o escoamento superficial, de natureza essencialmente autogênica, é totalmente absorvido por sumidouros localizados em fundos de depressões, cujos divisores de águas formam um padrão planimétrico poligonal.

Os terrenos cársticos da Faixa André Lopes (municípios de Eldorado, Barra do Turvo e Iporanga, SP), onde se localiza a caverna do Diabo ocupam uma área de 70 km², constituindo um planalto predominantemente carbonático (800-900 m), com maior parte da área com recarga autogênica (55,4 km²), com padrão predominante de carste poligonal e depressões fechadas, demarcadas por cones cársticos e elevada densidade de sumidouros (HIRUMA; FERRARI; AMARAL, 2008) (Figura 10).



Figura 10. Cone cárstico no Parque Estadual Caverna do Diabo. Foto: Frederico Arzolla

2.5. Solos

Na região, os Cambissolos ocorrem indiscriminadamente e são predominantes na paisagem, ao longo das vertentes, topos e planícies aluviais. Estes solos são constituídos por material mineral, que apresentam horizonte A ou hístico (orgânico e pouco espesso) com espessura menor que 40 cm seguido de horizonte B incipiente. No contexto regional, os Cambissolos presentes sobre a faixa cárstica têm textura predominante argilosa e em geral são eutróficos. Os Cambissolos no entorno da faixa cárstica têm textura argilosa/média e em geral são álicos.

Os Neossolos Litólicos ocorrem ao longo das escarpas da Serra de Paranapiacaba, em relevos dissecados e áreas de declividade acentuada. São solos bem providos de nutrientes, mas com pequena espessura, com acentuado fraturamento e constituídos por material mineral ou orgânico com menos de 40 cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico.

Os Latossolos ocorrem intercalados aos Neossolos Litólicos ao longo da Serra de Paranapiacaba (Latossolos Vermelho-Amarelos e Brunos) e em uma grande porção do Planalto do Ribeira/Turvo (Latossolos Amarelos), nos municípios de Iporanga e Barra do Turvo. São solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico, imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200 cm de superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte A apresenta mais de 150 cm. Há uma pequena diferenciação entre os horizontes, sendo a transição entre eles gradual ou difusa, além de textura praticamente uniforme em profundidade, o que o caracteriza como um solo de elevada permeabilidade interna. Na área de estudo são encontradas três sub-ordens: Latossolos Vermelho-Amarelos, Latossolos Amarelos e Latossolos Brunos, de acordo com a cor do horizonte BA e B.

Os Gleissolos Háplicos ocorrem restritamente ao longo das margens dos principais rios do vale do Ribeira. São solos hidromórficos, constituídos por material mineral, com horizonte glei dentro dos primeiros 50 cm da superfície, ou entre 50 e 125 cm desde que imediatamente abaixo do horizonte A ou E, ou precedido por horizonte B incipiente, B textural ou horizonte C com presença de mosqueados abundantes com cores de redução.

Os Argissolos também ocorrem restritamente, ao longo das margens com baixas declividades dos rios Ribeira de Iguape e Turvo e seus afluentes, intercalados aos Gleissolos Háplicos. São solos muito profundos, constituídos por material mineral com argila de atividade baixa e horizonte B textural imediatamente abaixo do horizonte A ou E. Nesses solos, a fração argila é sempre maior que 15%. Na área de estudo são encontradas duas sub-ordens: Argissolos Vermelhos e Argissolos Vermelho-Amarelos, de acordo com a cor do horizonte B.

A caracterização de solos aqui apresentada foi baseada em dados secundários do Levantamento de Reconhecimento com Detalhes dos Solos da Região do Rio Ribeira de Iguape no estado de São Paulo (LEPSCH et al., 1999), escala 1:250.000. As descrições dos tipos de solos foram baseadas em Oliveira (1999).

2.6. Vegetação

A Floresta Pluvial encontrada no sul do estado, nos topos da Serra de Paranapiacaba, situa-se sob clima temperado quente e úmido, sujeito à ocorrência de geadas, cuja flora tem contribuição significativa das florestas do Sul do Brasil. Sobre a crista desta serra, há extensão do domínio da Floresta com *Araucaria* (Floresta Ombrófila Mista), que traz em seu interior vários gêneros de origem andina (RAMBO, 1951) contribuindo à composição da flora regional. Esse conjunto de fatores, associado à influência de floras diversas, é responsável pela existência de florestas sobre a Serrania Costeira com composições em espécies e estruturas distintas entre si.

A região cárstica é ocupada basicamente pela Floresta Ombrófila Densa, que abarca a maior parte do território. De acordo com o sistema de classificação da vegetação de Veloso et al. (1991), a separação entre as formações se dá de acordo com uma combinação entre os limites altitudinais e a latitude do local. Nas unidades de conservação abrangidas pelos Planos de Manejo Espeleológicos, onde o limite da latitude ao norte é de 24°S, a Floresta Ombrófila Densa está representada pelas formações Alto-montana (em cotas altitudinais superiores a 1.000 m), Montana (entre 400 e 1.000 m) e Submontana (entre 30 e 400 m), além da formação Aluvial, que ocorre ao longo dos cursos d'água e corresponde a ínfima porcentagem da área.

As Florestas Ombrófilas Densas que se estabelecem sobre os solos formados de rochas calcárias apresentam porte inferior ao daquelas situadas sobre solos oriundos da decomposição de outras rochas. Geralmente são menos complexas estruturalmente e apresentam menor resiliência, ou capacidade de retorno ao seu estado primitivo após algum tipo de perturbação em sua estrutura ou após o corte raso para a prática de agricultura. As áreas de solos formados por rochas carbonáticas ou mármore situam-se nas mais altas altitudes das unidades de conservação envolvidas nos Planos de Manejo Espeleológico. No caso do Parque Estadual Intervales, esta região predomina no reverso da Serra de Paranapiacaba, coincidindo com região de transição de clima úmido para o clima mais seco, do interior do estado, e o clima mais frio, do Sul do Brasil, sendo formada por muitas espécies comuns à Floresta Estacional Semidecidual, característica do interior do estado.

Esta floresta, embora do mesmo domínio (Floresta Ombrófila Densa), tem características que a distingue das demais fisionomias encontradas no Parque, por sua composição florística, estrutura e funcionamento. É representada em grande extensão na região noroeste do PEI, formando um contínuo, com grau de preservação que não é encontrada em nenhuma outra região do estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2008). A área noroeste do Parque Intervales, por causa desta característica de transição entre diferentes climas (tropical úmido, estacional e temperado úmido) e domínios (Florestas Ombrófila Densa, Estacional Semidecidual e Ombrófila Mista), configura-se de particular relevância à conservação, porque apresenta composição em espécies que inclui representantes destes diferentes ecossistemas (SÃO PAULO, 2008).

Ocorrem também nas unidades de conservação alguns trechos de Floresta Ombrófila Aberta com bambus (16% da área no PETAR), nos quais o expressivo domínio de espécies de Bambusoideae substitui a fisionomia tipicamente florestal e arbórea da Floresta Densa. No caso de Intervales 39% do território foi classificado como Zona de Recuperação, a maior parte associado à perturbação pela ocorrência de bambus.

Os dados científicos existentes ainda são insuficientes para detectar variações florísticas relacionadas às cotas altitudinais ou aos diferentes substratos presentes nestas UC. Correlações

solo-vegetação já permitiram a distinção da composição florística e estrutura da comunidade entre florestas secundárias de mesma idade, mas situadas sobre diferentes litologias (filito ou calcário em GODOY, 2001). Nesse contexto atenção especial deve ser dada às florestas situadas sobre as unidades carbonáticas as quais contem um Sistema Cárstico com diversas cavidades naturais.

Os solos desenvolvidos sobre calcário geralmente apresentam maior disponibilidade de nutrientes para as plantas, principalmente aqueles pouco desenvolvidos, onde as raízes das árvores encontram-se muito próximas do material de origem, rico em cálcio e magnésio. Assim, por serem comparativamente mais férteis do que as áreas do entorno, as florestas desenvolvidas sobre solos carbonáticos podem vir a apresentar maior riqueza específica (HUSTON, 1979, 1980). Quando sujeitos à precipitação intensa, os nutrientes tendem a ser lixiviados rapidamente, razão pela qual a fertilidade pode diminuir em solos mais profundos de mesmo material de origem.

Além da disponibilidade de nutrientes, a disponibilidade de água é um caráter fundamental para a dinâmica florestal, uma vez que inúmeros trabalhos têm mostrado que o crescimento da floresta é mais dependente da umidade do solo do que de qualquer outro fator do meio (LIMA, 1996). Uma das mais importantes funções do solo é a de operar como reservatório de água, fornecendo-a às plantas na medida de suas necessidades. Como a recarga natural (precipitação) deste reservatório é descontínua, o volume disponível às plantas é variável: com chuvas escassas, as plantas podem chegar a exaurir as reservas armazenadas no solo e atingir o estado de déficit de água (REICHARDT, 1985). O aumento da queda de folhas é um dos indicativos de estresse de água no solo, já que a perda de parte da copa seria uma resposta da planta para reduzir a perda de água através da transpiração (IVANAUSKAS et al., 2000).

Em diversos trechos dos Parques Estaduais Turístico do Alto Ribeira e Intervalos são encontrados afloramentos rochosos com lapiés, feições que se formam por processos de dissolução das rochas carbonáticas e ocorrem nos relevos de Morros e Morrotes cársticos, os quais tem seu desenvolvimento associado à presença de rochas carbonáticas. Nestes trechos as árvores se fixam diretamente sobre as rochas (rupícolas) ou nas fendas entre as mesmas (saxícolas). Trata-se então de ambientes únicos, pois a água disponível para as plantas é proveniente da água de percolação, nos dias em que ocorre precipitação, ou da umidade relativa do ar proveniente de neblina. Tais fatores contribuem para a seletividade das espécies ocorrentes nesta formação, relacionada à adaptabilidade morfológica e fisiológica das mesmas, de maneira a resistir à deficiência hídrica, mesmo que por curtos períodos de tempo. Assim, nota-se a predominância de espécies decíduas ou semidecíduas sobre essas formações, com destaque para a abundância de leguminosas (Fabaceae), representadas por indivíduos de grande porte de caviúna (*Machaerium scleroxylon*), espécie ameaçada de extinção no estado de São Paulo. Destaca-se também a presença de figueiras, que pelo hábito hemiepifítico conseguem se estabelecer com sucesso nessas áreas.

Assim, sobre os afloramentos rochosos é possível que sejam encontrados encraves de florestas caducifólias (semidecíduais) ocorrendo lado a lado a florestas perenifólias (ombrófilas). Esses habitats únicos são relevantes por apresentar fisionomia e florística próprias, bem distinta das demais formações presentes sobre outros tipos de solos da região, contribuindo para a biodiversidade regional. Pesquisas voltadas para o inventário da flora local, a ecofisiologia e fenologia das espécies ali presentes são altamente recomendadas para a melhor caracterização desta comunidade.

2.7. Fauna cavernícola

A fauna subterrânea origina-se a partir de espécies que habitam ou habitaram, no passado a região. A maioria dos cavernícolas é constituída por grupos pré-adaptados, ou seja, animais que apresentam um tipo de vida que, por acaso, guarda semelhanças com a vida hipógea. O meio subterrâneo funciona como uma espécie de filtro, favorecendo a colonização por algumas espécies e desfavorecendo outras. Dessa forma, conhecendo-se a fauna da região e de áreas cársticas adjacentes e a biologia dos grupos, é possível prever qual será a constituição das comunidades cavernícolas de uma determinada área (TRAJANO; GNASPINI, 1994).

Os estudos faunísticos realizados entre 1970 a 1990 tinham como principal objetivo a detecção de padrões, ressaltando-se as semelhanças entre cavernas, em um momento histórico em que praticamente nada se sabia sobre a fauna cavernícola brasileira. A maioria desses levantamentos foi feita há mais de 10 anos e naquele momento não havia a preocupação em se mapear a distribuição das populações dentro de cada caverna.

A fauna cavernícola brasileira é atualmente a mais bem estudada da América do Sul, através de levantamentos faunísticos, até estudos de comunidades e a investigação detalhada da biologia de diferentes táxons, que tiveram início na década de 1980 (PINTO-DA-ROCHA, 1995; FERREIRA, 2004; TRAJANO, 2004; TRAJANO; BICHUETTE, 2006). Estima-se que mais de 1.200 táxons de vertebrados e invertebrados terrestres e aquáticos (entre troglótenos, troglófilos e troglóbios – estes últimos correspondendo a cerca de 10%) foram registrados em trabalhos publicados até o momento, e muitos outros têm sido descobertos constantemente. Se forem considerados, ainda, os táxons registrados em trabalhos não-publicados (Monografias, Dissertações e Teses), este número pelo menos triplica.

Dentre as subáreas cársticas incluídas no Plano de Manejo Espeleológico, a de Intervalles é a mais bem conhecida do ponto de vista espeleobiológico, seguida por Caboclos. Isto se explica por um esforço direcionado ao levantamento biológico nas cavernas de Intervalles entre fim da década de 1980 e início da de 1990, realizado por E. Trajano, P. Gnaspini Netto e colaboradores concomitantemente à prospecção espeleológica e topografia dessas cavernas (TRAJANO; GNASPINI, 2001).

A cadeia alimentar da caverna é sustentada pela matéria orgânica trazida pelos rios e o guano de morcegos e aves. Existe todo um conjunto de seres microscópicos e de pequena dimensão que se alimentam desta matéria e que, por sua vez, sustentam outros invertebrados, tais como os grilos, opiliões e aranhas (aracnídeos) e diplópodes. Um fato curioso é a frequência dos mamíferos que costumam frequentar as cavernas da região, como as guaxicas, os gambás e as lontras que adentram pelos rios em busca de peixes e crustáceos.

A oferta alimentar (energia) é restrita a determinados espaços (substratos), o que restringe a cadeia trófica da cavidade. No entanto, estas mesmas condições possibilitaram a adaptação de algumas espécies animais e vegetais, nos espaços subterrâneos, terrestres e aquáticos, de acordo com a história evolutiva dos sistemas de cavernas da região.

Do ponto de vista das especificidades da fauna cavernícola, uma importante classificação está estabelecida:

- Troglóbios: organismos que apresentam o ciclo de vida somente no interior das cavernas, tais como o bagre-cego (peixe) e as aeglas albinas (crustáceos)

- Troglófilos: organismos que podem completar parte do seu ciclo de vida no interior das cavernas, como algumas espécies de opiliões e grilos.
- Troglóxenos: organismos que podem utilizar as cavernas como abrigo, especialmente os morcegos ou visitá-las eventualmente, dentre eles o ser humano.

Com base nos critérios biológicos internacionalmente aceitos, a determinação de prioridades para proteção dos ecossistemas subterrâneos incluem (e.g., Bulletin de Liaison de la Société de Biospéologie 19, 1992; TRAJANO, 2000):

- Presença de espécies/populações endêmicas (troglóbios), as quais podem pertencer a qualquer grupo animal;
- Alta biodiversidade total (incluindo troglóbios, troglófilos e troglóxenos);
- Presença de táxons de interesse científico particular, tais como relictos filogenéticos ou geográficos, populações altamente especializadas, táxons basais em filogenias;
- Localidades-tipo de táxons;
- Presença de populações variáveis, com especialização clinal ao meio subterrâneo;
- Presença de locais de reprodução/nidificação;
- Comunidades particularmente diversificadas, com interações ecológicas complexas;
- Habitats, interações tróficas ou outras características ecológicas peculiares, tais como densidades populacionais excepcionalmente altas (e.g. morcegos, colêmbolos, anfípodes), dependência de fontes alimentares não usuais etc.

Para muitas das 32 cavernas estudadas, não há dados anteriores às últimas duas décadas, quando houve um significativo aumento da pressão de uso, robustos o suficiente para se inferir perda de diversidade, já que cavernas diferem naturalmente entre si.

Este Plano apresenta uma compilação da ocorrência de espécies descritas na literatura em trabalhos pretéritos somando-se aos registros taxonômicos obtidos neste estudo para cada caverna. Os registros de ocorrência de espécies aquáticas e terrestres são comparados em uma abordagem qualitativa entre os dois diferentes conjuntos de dados.

Dada a visitação intensiva a que muitas dessas cavernas vêm sendo sujeitas, principalmente as do PETAR, deve haver a confirmação da presença desses animais ainda hoje nas cavernas. Assim, os dados secundários serão utilizados de forma complementar aos levantamentos realizados em 2009. Por outro lado, quando tais estudos foram feitos, várias cavernas já eram visitadas, algumas por décadas, de modo que, exceto para Intervalos não se pode considerar a fauna registrada na literatura como a original para as mesmas.

Um dos principais aspectos destes sistemas complexos é o dinamismo temporal dos ecossistemas subterrâneos, frequentemente superior ao de epígeos, sobretudo no caso de cavernas sujeitas a enchentes (como é o caso de muitas das 32 cavernas do PME).

As pesquisas abrangendo vários anos no Alto Ribeira (PELLAGATI-FRANCO, 2004; PASCOALOTO, 2005) mostram que, em anos consecutivos, os ecossistemas subterrâneos podem apresentar-se de forma muito distinta, inclusive em termos de composição na caverna. Estudos efetuados em intervalos bem maiores, até de décadas (TRAJANO, 1985; ARNONE, 2008;

MORACCHIOLI, 1994; MAIA, em andamento), são consistentes com a noção de ciclicidade em médio e longo prazo.

O único padrão bem evidente encontrado neste estudo é a riqueza maior de espécies terrestres que aquáticas, que parece ser um padrão para cavernas tropicais em geral. A riqueza de troglóbios aquáticos no conjunto das 32 cavernas estudadas (3 morfoespécies) foi relativamente baixa em comparação com a dos terrestres (55 táxons).

Em relação à conservação da biodiversidade as questões que persistem estão relacionadas a diminuição da riqueza específica e/ou desaparecimento de táxons, se referem ao ciclo natural ou real declínio, daí a necessidade de estudos de longo prazo, abrangendo mais de três anos, assim como de monitoramento ao longo de décadas. Estudos de longo prazo podem responder não apenas aos aspectos acima expostos, como também às características das populações troglóbias, tipicamente K-selecionadas e, portanto, de lento “turn-over” (TRAJANO, 2000). Na ausência de estudos contínuos e conclusivos, é razoável, e plenamente compatível com o princípio da Precaução, supor que, havendo perdas e/ou reduções constatadas de forma consistente em diferentes ocasiões pelo menos uma década após as observações iniciais (como foi o caso do levantamento de 2009 para várias das cavernas do presente Plano de Manejo Espeleológico, estas devem ser tratadas como casos de degradação, portanto merecedoras de medidas especiais de proteção.

A caracterização das 32 cavernas deste estudo deve ser considerada preliminar. Assim, novos registros a partir destes Planos não constituem evidência de recuperação e nem mesmo de ausência de perturbações, dado que ainda não se conhece a composição total das comunidades que ocupam essas cavernas.

Capítulo 3



METODOLOGIA

3. METODOLOGIA

3.1. Premissas

Considerando a determinação legal de elaboração dos Planos de Manejo Espeleológico, a Resolução SMA-57/08, instituiu como instância máxima de acompanhamento e deliberação o Comitê Interinstitucional de apoio aos Planos de Manejo Espeleológico das cavidades naturais subterrâneas do Mosaico de UC de Jacupiranga e dos Parques Estaduais Turístico do Alto Ribeira e Intervalos. Este Comitê é composto por representantes da Fundação Florestal, Instituto Geológico, Instituto Florestal, Projeto de Desenvolvimento do Ecoturismo da Mata Atlântica e Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, sendo presidido pelo Diretor Executivo da Fundação Florestal.

A Resolução SMA-37 criou também o Grupo Técnico de Coordenação – GTC – dos PME, integrado por representantes da Fundação Florestal, Instituto Geológico, Instituto Florestal e Projeto de Desenvolvimento do Ecoturismo da Mata Atlântica e coordenado pelo Núcleo Planos de Manejo da Fundação Florestal. Todas as atividades desenvolvidas no processo de elaboração dos PME estiveram sob acompanhamento, coordenação e supervisão do GTC.

3.2. Diretrizes Metodológicas

O manejo de cavernas requer um escopo mínimo de informações prévias acerca do ambiente subterrâneo de forma a resguardar sua conservação em longo prazo. A complexidade ambiental dos sistemas subterrâneos, sua notória fragilidade e suas particularidades morfofisiográficas, ecológicas e atmosféricas estão entre os pontos críticos para a sua compreensão, bem como das medidas necessárias para o seu uso sustentável e responsável.

A conciliação entre a fragilidade intrínseca do ambiente cavernícola e a impossibilidade de se eliminar por completo os impactos da presença humana em um ambiente confinado e pouco dispersivo na maioria dos casos, encontra respaldo parcial para sua solução em determinados métodos de manejo, capacidade de carga e controle de visitação.

Considerando-se o referencial teórico para a elaboração dos PME em UC e a experiência das equipes técnicas envolvidas foram traçados as seguintes diretrizes:

- I. A matriz para o manejo do ambiente cavernícola considerou três dimensões de análise: a ecológica, a cultural e a social.
 - A dimensão ecológica considerada, primordialmente, para a manutenção dos sistemas essenciais para a vida e para a biodiversidade. O ambiente das cavernas determinou, em muitos casos, restrições aos diversos tipos de uso, em função de sua fragilidade inerente e de sua limitação para a dispersão de impactos antrópicos;
 - A dimensão cultural incluiu princípios de conservação para os vestígios de ocupação pretérita das cavernas e suas respectivas Áreas de Influência (AI), assim como a dinâmica de relacionamento e dependência das populações locais atuais – quer em suas relações com o meio, quer nas interações socioculturais derivadas do uso das cavernas;
 - A dimensão social buscou resguardar a manutenção das condições de subsistência das populações locais envolvidas com o uso e conservação das cavernas.

- II. A Educação Ambiental – formal, informal, direta ou indireta – foi compreendida como um princípio que estrutura as propostas de atividades a serem realizadas nas cavernas e respectivas Áreas de influência (AI).
- III. Considerando que as cavernas manejadas se localizam em UC de proteção integral, o disciplinamento do ecoturismo foi tomado como um princípio norteador para as práticas desenvolvidas no ambiente subterrâneo e sua AI. Adotou-se como premissa a definição de ecoturismo dada pelo Instituto Brasileiro do Turismo – EMBRATUR –, que versa, em linhas gerais, sobre o uso do patrimônio natural e cultural, com o envolvimento das populações locais, sem abrir mão de princípios que resguardem a conservação e a manutenção – do ambiente e da atividade – por longo período de tempo (BRASIL, 1994).
- IV. O planejamento participativo e a efetiva discussão com a sociedade e os parceiros sobre as propostas de zoneamento e os programas de gestão devem possibilitar tornar o PME mais ajustado à realidade das comunidades envolvidas e dos Planos de Manejo das UC.

Base Técnico-Científica

A elaboração dos planos de manejo considerou o contexto das cavidades naturais no âmbito regional/local e a sua inserção na paisagem geográfica e ecológica das UC onde se inserem, correlacionando aspectos sócio-ambientais e seus conflitos. As dimensões políticas, ambientais, sociais e econômicas foram analisadas e consideradas para o estabelecimento de estratégias para o cumprimento das finalidades para o manejo e gestão, e a consulta de trabalhos secundários foi realizada para contemplar essas dimensões, para melhor compreensão da realidade.

Esse procedimento refere-se à primeira etapa de trabalho, na qual foi construído um panorama dos processos que envolvem o manejo das cavidades naturais subterrâneas, que permitiu uma avaliação da sua situação atual. Os dados secundários foram organizados pelas equipes para consulta e subsidiaram os consultores na identificação de lacunas, que foram complementadas com o estabelecimento de levantamentos primários. Os levantamentos secundários e primários e as respectivas análises foram realizados por consultores contratados e por empresa contratada para realizar a coordenação executiva, sendo cada produto submetido e aprovado pelo GTC.

O Planejamento Integrado e Participativo

Durante a elaboração dos PME, a participação da sociedade nas diferentes etapas foi sendo ampliada, com o intuito de buscar e até de intensificar o sentimento coletivo de pertencimento do Plano. Devido ao caráter conservacionista dos objetivos das UC é muito importante que os atores sociais percebam o PME como um instrumento de planejamento que incorpore suas visões e demandas, tornando-o uma obra de muitos autores, um documento vivo e amplamente utilizado.

Foram previstas três oficinas com a comunidade e três reuniões técnicas. Logo no início do processo a participação foi estendida a dois representantes do Conselho Consultivo de cada UC, eleitos por seus pares, para o acompanhamento das reuniões técnicas. As Oficinas de Zoneamento foram abertas aos interessados. Ao total, foram realizadas quatro Reuniões Técnicas, três Oficinas com a comunidade e duas Oficinas de Zoneamento, conforme apresentado na Tabela 3. O Anexo 2 apresenta as listas de presença das reuniões e oficinas.

Tabela 3. Síntese de reuniões e oficinas de planejamento integrado

Evento	Conteúdo
Reunião Técnica I	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Data: 05/02/2009 ▪ Local: Centro de Treinamento da Fundação Florestal - São Paulo, SP ▪ Participantes: 50. Compareceram Diretor Executivo/FF, coordenação PME, CE, GTC, consultores, coordenadores, pesquisadores e espeleólogos. ▪ Pauta: Apresentação das equipes do projeto; apresentação das diretrizes gerais de elaboração dos PME; papel da Coordenação Geral, GTC e CE; apresentação e discussão dos planos de trabalho visando a integração das equipes, complementações e ajustes
Oficina Inicial	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Data: 18/02/2009 ▪ Local: Aldeia Cultural – Eldorado ▪ Participantes: 69. Compareceram Coordenação PME, CE, GTC, gestor e funcionários do PECD, Órgãos Públicos Estaduais, Prefeituras Municipais, Monitores Ambientais, Empresários, Conselho Consultivo, ONG, comunidades tradicionais ▪ Pauta: Apresentação do processo de elaboração dos PME; levantamento de informações e expectativas da comunidade
Workshop Zoneamento e Manejo de Cavernas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Data: 14/05/2009 ▪ Local: Instituto de Geociências /USP ▪ Participantes: 24. Compareceram GTC, CE; coordenadores dos diagnósticos temáticos e especialistas convidados ▪ Pauta: Estudos de caso sobre zoneamento e manejo de cavernas
Reunião Técnica 2	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Data: 18/08/2009 ▪ Local: Centro de Treinamento da Fundação Florestal/ Sede FF - São Paulo, SP ▪ Participantes: 39. Compareceram Coordenação PME, GTC, CE, consultores, especialistas, gestores e funcionários das UC e representantes dos Conselhos Consultivos ▪ Pauta: Apresentação parcial dos resultados; discussão; encaminhamentos e ajustes; apresentação da metodologia de integração das análises por meio das fragilidades ambientais; apresentação inicial da metodologia do zoneamento
Reunião Técnica de Pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Data: 27/10/2009 ▪ Local: Centro de Treinamento da FF / Sede FF - São Paulo, SP ▪ Participantes: 36. Compareceram Coordenação PME, GTC, CE, gestores, Instituto Florestal, pesquisadores, espeleólogos e representantes de Conselhos Consultivos das UC ▪ Pauta: Identificar lacunas de conhecimento nas cavidades naturais e estudos prioritários; estabelecer diretrizes para o monitoramento nas cavernas, pesquisa científica e atividades espeleológicas
Oficinas de Zoneamento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Data: 16/12/2010 ▪ Local: Instituto de Biociências/USP ▪ Participantes: 27. Compareceram GTC, CE, coordenadores dos diagnósticos temáticos, gestores, monitores, representantes dos conselhos consultivos do PECD, espeleólogos, ONG e empresários locais ▪ Pauta: Definição do zoneamento da caverna do Diabo; estipular a capacidade de carga provisória e subsídios para formatar o Programa de Uso Público
Reunião Técnica 3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Data: 03/02/2010 ▪ Local: Centro de Treinamento da FF / Sede FF – São Paulo, SP ▪ Participantes: 21. Compareceram coordenação PME, GTC, CE, gestores,

	<p>CNRBMA, empresário de turismo, grupo de espeleologia, consultor ambiental</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pauta: Apresentação dos programas de gestão: Uso Público, Pesquisa e Monitoramento; programação das oficinas conclusivas dos PME
Oficina Conclusiva	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Data: 8/02/2010 ▪ Local: Núcleo Caverna do Diabo ▪ Participantes: 28. Compareceram coordenação PME, CE, gestores das UC, representantes do Conselho Consultivo, monitores da Amamel, empresários, prefeitura municipal de Cajati ▪ Pauta: Apresentar, discutir e ajustar as propostas de zoneamento e capacidade de carga preliminar das cavernas e as diretrizes gerais do programa de uso público

3.3. Sistemas de Comunicação e Informação

Os sistemas de comunicação e informação se basearam em duas categorias distintas: as ferramentas para comunicação interna e as ferramentas de divulgação e disseminação do processo de elaboração do PME, abaixo detalhadas:

- Um grupo de e-mails, para troca de informações entre as equipes técnicas, com a possibilidade de compartilhamento de arquivos via página do grupo;
- Informativos, com periodicidade variada, com notícias sobre os resultados parciais dos PME (Anexo 3);
- Hotsite, com renovação periódica de conteúdo, permitindo acesso do público em geral às características básicas do projeto (disponível em: <www.ekosbrasil.org/cavernas/>);
- Participação em eventos, como o XXX Congresso Brasileiro de Espeleologia, entre 09 e 12 de julho de 2009, em Montes Claros-MG e o VI Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, entre os dias 20 e 24 de setembro, em Curitiba-PR.

3.4. Sistematização dos Dados e Geoprocessamento

Com o objetivo de nivelar as informações dos PME, o GTC disponibilizou às equipes técnicas, um conjunto de dados geográficos e de informações sobre as cavernas e agrupamentos selecionados.

Adotou-se a base cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na escala 1:50.000, na Projeção Universal Transverso de Mercator (UTM) Fuso 23° South American Datum 1969. Para as cavernas foram utilizadas mapas topográficos com nível de detalhe equivalente ao mínimo de 4C BCRA, cujos mapas estavam disponíveis nos Grupos Espeleológicos, na SBE ou Rede Espeleo. Foram contratados serviços de mapeamento de algumas cavernas utilizando-se o detalhamento mínimo no padrão BCRA 5 C. As entradas dessas cavernas foram plotadas utilizando-se GPS, com datum WGS 1984 e o registro de erro médio da medição e o número de satélites rastreados durante aquisição de dados, com anotação de coordenadas em graus decimais, graus minutos e segundos e em UTM. No caso da entrada da cavidade com fraca captação de sinal (devido a barreiras naturais) obteve-se uma coordenada nas imediações e transferida por meio de caminhamento topográfico expedito até a entrada da caverna.

Foi elaborada uma ficha técnica que apresenta, inicialmente, a identificação de cada caverna junto ao Cadastro Nacional de Cavernas do Brasil (CNC), banco de dados administrado pela SBE. Esses dados coincidem o Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE) administrado pelo Cecav/ICMBio e com o Cadastro Nacional de Cavernas (CODEX) administrado pela Redespeleo

Brasil (Basta acrescentar R* antes do número da caverna). Definiu-se o nome que é usualmente utilizado em cada Parque e na região, dado esse confirmado com técnicos e monitores ambientais em cada UC. O nome usual da caverna corresponde ao nome oficial ou seu sinônimo, com a designação gruta ou caverna. Esta designação relaciona-se à toponímia das cavernas do vale do Ribeira que foi empregada nos estudos do naturalista Krone e adotada, desde então. As designações gruta e caverna correspondem, respectivamente: às cavidades com passagens em salões ou sem drenagem perene e as cavidades com passagens em galerias de rios e de maior extensão. As fichas técnicas de cada caverna reúnem, ainda, os seguintes dados: localização e acessos, dados das topografias utilizadas no PME, histórico, atrativos, dados sobre meio físico e meio biótico e observações relevantes.

Os trabalhos de coleta e sistematização de dados primários e secundários foram realizados pelos consultores e especialistas e centralizados pela coordenação executiva, na avaliação de elementos que compõem o ambiente cavernícola (físico, biótico e antrópico), nas análises, prognósticos e zoneamentos. Todos os módulos da elaboração do PME utilizaram o geoprocessamento como ferramenta para caracterização, análise e proposição, nas várias etapas do planejamento.

3.5. Diagnósticos Temáticos

3.5.1. Geoespeleologia

3.5.1.1. Relação do Contorno da Paisagem Subterrânea com a Topografia

A relação do contorno da paisagem subterrânea com a topografia é transcrita na forma de mapas topográficos georreferenciados onde o contorno das cavidades pode ser observado em destaque. Neste produto são ainda apresentadas as principais feições morfológicas das cavidades (rios subterrâneos, clarabóias, indicação dos principais salões e sucessão de rochas encaixantes), e dos terrenos vizinhos (drenagens, escarpas, construções e estradas).

A construção destes mapas teve por base a carta topográfica IBGE disponibilizada (escala 1:50.000), os mapas topográficos das cavernas fornecidos pela Fundação Florestal e as coordenadas geográficas das entradas das cavernas obtidas com o desenvolvimento dos trabalhos de campo. Estas informações foram complementadas por croquis dimensionais realizados em campo, pois, em função da escala do mapa de referência e deficiências dos mapas topográficos das cavernas, o produto final poderia apresentar sérias distorções em relação ao cenário real.

Inicialmente procedeu-se a compatibilização das escalas entre o mapa base e topográfico das cavernas. Ambos foram transcritos na escala 1:1.000, e alinhados em relação ao norte geográfico. Estes produtos foram então referenciados em graus decimais, tendo por base o datum WGS 1984. A partir desta compatibilização procedeu-se a projeção dos contornos da caverna em relação à superfície, gerando a primeira versão deste produto.

Com base nesta primeira projeção e nos croquis dimensionais realizados em campo, foram feitas adequações no mapa topográfico original, detalhando o contorno topográfico nos arredores imediatos da cavidade.

O procedimento utilizado produziu resultados superiores à simples projeção das cavidades sob a topografia, possibilitando, sobretudo para as cavernas de menor dimensão, um melhor detalhamento e compreensão desta relação. Cabe ressaltar que este procedimento possui limitações, podendo gerar distorções localizadas em algumas porções do terreno.

Os resultados obtidos são apresentados de duas formas, uma primeira em abordagem regional, contendo todas as cavidades do agrupamento avaliado e considerando o raio de 250 m para a AI da cavidade, e outra em maior nível de detalhe exibindo individualmente a cavidade estudada.

3.5.1.2. Localização das Feições Morfológicas Indicativas da Evolução da Cavidade Subterrânea

Estas feições foram identificadas durante os trabalhos de campo, que incluíram a visitação as 32 cavidades integrantes do PME. A identificação destas feições foi realizada através da simples visualização, avaliando sua representatividade em relação ao contexto local, regional e nacional.

Foram empregadas metodologias de mapeamento geológico de detalhe, incluindo registro em caderneta e formulário específico, elaboração de croqui, medição e registro fotográfico. Os mapas produzidos apresentam sua identificação e localização no contexto da cavidade.

3.5.1.3. Localização das Feições de Risco aos Visitantes

A avaliação do risco aos visitantes considerou exclusivamente o risco físico, não sendo avaliados eventuais riscos biológicos – os quais são parcialmente abordados em outro diagnóstico – e químicos. Em relação ao risco químico não há histórico, na região, de ocorrência de fenômenos que possam gerar compostos com potencial de risco imediato aos visitantes, tais como gases ácidos (amoníacos ou sulfurosos), ou metano. Porém, é potencial a exposição aos radioisótopos, tais como o Radônio (^{222}Rn), sobretudo em relação aos monitores e funcionários que acessam constantemente as cavernas².

A avaliação do risco físico foi desenvolvida ao longo do potencial circuito turístico, que para as cavidades menores engloba quase a sua totalidade, e para as maiores somente os trechos com potencial de visitação. O risco foi avaliado em função da modalidade e intensidade da exposição.

Dentre as modalidades de exposição dos visitantes ao ambiente cavernícola, foram considerados riscos de exposição a eventuais animais, ao meio físico, e a dinâmica da cavidade. As formas de exposição consideradas nesta avaliação são apresentadas a seguir:

- A – Animais peçonhentos (cobras): por definição esta modalidade de risco será considerada em todas as entradas de caverna (pórticos, ressurgências, sumidouros, clarabóias etc), pois estas porções podem ser habitadas por estes animais em busca de abrigo e alimento. Além das porções próximas às entradas, estes animais podem também ocorrer internamente nas cavidades. Há relatos da presença de cobras no interior de cavernas que possuem sumidouro acessível, carreadas em eventos de chuva intensa
- I – Insetos (aranhas, abelhas e vespas): também por definição esta modalidade de risco será considerada em todas as entradas de caverna (pórticos, ressurgências, sumidouros, clarabóias etc)
- EI – Escorregão em superfícies que contenham lama

² Embora o tema não seja abordado no escopo do presente PME, cabe ressaltar que estudos sobre a concentração de ^{222}Rn estão em desenvolvimento no PETAR, pela doutoranda Simone Alberigi (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares /USP).

- Ee – Escorregão em superfícies escorregadias
- Ei – Escorregão em superfícies instáveis
- Q – Queda: risco considerado em porções com desnível superior da 1,5 m
- In – Inundação.

Além de identificar a eventual forma de exposição, os riscos observados foram classificados em intensidade, adotando-se para tanto uma escala com cinco níveis: baixo, baixo-moderado, moderado, moderado-alto e alto. Para fins de visitação recomenda-se considerar como patamar máximo admissível o risco moderado, correspondente ao estágio médio da escala de classifica o proposta. Para níveis mais elevados de risco em áreas com interesse para visita o, devem ser propostas estruturas facilitadoras que resguardem a segurança dos visitantes. Algumas das por oes das cavidades podem não apresentar classifica o, o que não as qualifica como risco negligenciável.

3.5.1.4. Localiza o das Fei oes Geológicas e Pontos de Ocorrência de Depósitos Clásticos, Químicos e Fossilíferos

Estas fei oes foram identificadas nos trabalhos de campo, por meio de simples visualiza o, avaliando sua representatividade em rela o ao contexto local, regional e nacional. Para estes trabalhos foram empregadas metodologias de mapeamento geológico de detalhe, incluindo registro em caderneta e formulário específico, elabora o de croqui, medi o e registro fotográfico. Os mapas produzidos a partir destas observa oes apresentam sua identifica o e localiza o do contexto da cavidade.

3.5.1.5. Avalia o do  ndice de Balneabilidade

Tendo por finalidade avaliar a qualidade das águas subterrâneas locais, foram realizadas duas campanhas de coletas da água circulante ou estagnada no interior das cavidades naturais.

Estas campanhas foram realizadas preferencialmente no primeiro e segundo semestres de 2009, tendo por finalidade monitorar a qualidade destas águas na esta o das chuvas e na da estiagem. Mantido o cronograma, os resultados obtidos não representaram a sazonalidade anual, pois o regime de chuvas foi extremamente irregular ao longo do ano de 2009.

As coletas foram realizadas segundo metodologia estabelecida pela Cetesb no “Guia de Coleta e Preserva o de Amostras de  gua” (CETESB, 1988), adotando-se os seguintes preceitos para se estabelecer o ponto de amostragem:

- Nas cavernas com percurso de visita o integral ao longo do rio subterrâneo foi amostrado o ponto mais próximo   ressurgência, local de coleta que possibilita rastrear eventuais anomalias provenientes do meio externo (esgoto sanitário e dejetos de animais) ou do meio subterrâneo (guano, dejetos de animais e matéria orgânica)
- Nas cavernas com percurso de visita o em contato parcial com o rio subterrâneo foi amostrado o ponto de contato imediato
- Nas cavernas sem rio subterrâneo, porém com eventual ponto de contato do visitante com água corrente ou estagnada, foi amostrado o ponto de maior intera o potencial.

As alíquotas foram coletadas em frascos estéreis fornecidos pelos laboratórios Eurofins do Brasil em Indaiatuba/SP, e Bioagri Ambiental em Piracicaba/SP, sendo imediatamente refrigeradas e encaminhadas para análise no prazo máximo de 24 horas. No momento das coletas foram também

realizadas medições *in situ* de pH e temperatura, essenciais para posterior classificação dos resultados.

Nestas amostras foram realizados os seguintes ensaios: coliformes fecais e totais; *Escherichia coli*; e série nitrogenada (nitrogênio albuminóide, amoniacal, total Kjeldahl e orgânico, nitrato e nitrito). Os laboratórios que realizaram os ensaios são certificados pela Associação Brasileira de Norma Técnicas (ABNT), por meio da Norma Brasileira (NBR) 17025, e Resolução SMA 17, de 30 de agosto de 2006.

Padrões de Qualidade

Para avaliar os resultados analíticos obtidos com os ensaios realizados, assim permitindo efetivamente caracterizar a potabilidade, balneabilidade e presença de impacto antrópico nestas águas, foi composto um índice baseado nas quatro principais referências nacionais e estaduais sobre o assunto: Resoluções Conama 274 e 357, Portaria MS 518, e Decisão de Diretoria 195-2005-E da Cetesb.

Potabilidade

Considerando os ensaios realizados, a Portaria MS 518 estabelece, para que uma água qualquer seja considerada potável, os seguintes VMP – Valores Máximos Permitidos: coliformes fecais, totais e *Escherichia coli* – ausentes em 100 ml; nitrato: 10 mg/L; e nitrito: 1 mg/L.

Balneabilidade

A Resolução Conama 274/2000 foi utilizada na fixação de limites para balneabilidade. Esta Resolução classifica as águas doces, salobras ou salinas em função da ocorrência de coliformes fecais ou *Escherichia coli* por 100 ml. Segundo esta normatização as águas são classificadas como impróprias se acusarem presença de coliformes fecais acima de 2500 NMP/100 ml ou *Escherichia coli* acima de 2000 NMP/100 ml.

As águas consideradas próprias são subdivididas em três categorias: excelente (coliformes fecais abaixo de 250 NMP/100 ml, ou *Escherichia coli* abaixo de 200 NMP/100 ml); muito boa (coliformes fecais abaixo de 500 NMP/100 ml, ou *Escherichia coli* abaixo de 400 NMP/100 ml); e satisfatória (coliformes fecais abaixo de 1000 NMP/100 ml, ou *Escherichia coli* abaixo de 800 NMP/100 ml).

Impacto Antrópico

A Resolução Conama 357 classifica as águas locais como Classe Especial, que são as águas doces destinadas “ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral”. A resolução diz que “nas águas de Classe Especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água”, porém não fixa um padrão para estas águas.

Como o objetivo deste trabalho é comparar os resultados obtidos com um padrão, assim permitindo avaliar a existência de impacto sobre estas águas, foram considerados os valores aplicáveis às águas de Classe I, que são as águas doces destinadas “ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução Conama 274; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e à proteção de comunidades aquáticas em terras indígenas”.

Os Valores Máximos constantes na Resolução Conama 357 para águas doces Classe I são: coliforme fecais de 200 NMP/100 ml; Escherichia coli de 100 NMP/100 ml; nitrato: 10 mg/L; nitrito: 1 mg/L; nitrogênio amoniacal: 3,7 mg/L para pH<7,5, 2,0 mg/L para pH entre 7,5 e 8,0, e 0,5 mg/L para pH>8,5.

Além destes valores, a Decisão de Diretoria 195-2005-E da Cetesb cita como Valor de Intervenção para o ambiente água subterrânea o montante de 10 mg/L para nitrato.

3.5.1.6. Mapas de Fragilidade

A avaliação da fragilidade do meio físico de cada caverna foi estabelecida com base em diversos critérios, considerando a morfologia, os depósitos clásticos e químicos e a paleontologia. A ficha de avaliação é apresentada na Tabela 4.

A partir dos resultados obtidos por meio da tabela, para cada caverna foram produzidos os seguintes mapas temáticos de fragilidade do meio físico: morfologia; depósitos químicos e clásticos; paleontologia. Posteriormente, foi elaborado um mapa de fragilidade específica do meio físico, considerando a média dos índices de fragilidade de cada um dos mapas de fragilidade, por trecho da caverna, para a obtenção de um índice final de fragilidade do meio físico.

3.5.2. Microclimatologia

O monitoramento do microclima subterrâneo teve por finalidade subsidiar o seu zoneamento e contribuir com os programas de gestão, a partir da análise exploratória da variabilidade microclimática e respostas à visitação. Para tanto, foram monitorados os seguintes atributos atmosféricos: monitoramento temporal da temperatura e umidade relativa do ar; perfilagem espacial da concentração de gás carbônico em perfil.

A análise dos microclima levou em conta a existência de amplificação de parâmetros atmosféricos frente ao fluxo de visitantes, fontes de energia introduzidas artificialmente na cavidade e as condições microclimáticas no entorno das cavernas, considerando o início e o fim da variação dos parâmetros medidos e processos de acumulação, fornecendo subsídios para: a detração espacial e/ou temporal à visitação, o zoneamento ambiental; e o aperfeiçoamento do manejo da visitação.

3.5.2.1. Procedimentos Técnico-Operacionais

Em função da disponibilidade de dados e recursos, diferentes abordagens foram utilizadas na caracterização microclimática. Nas cavernas onde haviam estudos acadêmicos em desenvolvimento, os dados disponibilizados pelos pesquisadores foram utilizados, por se tratarem de estudos mais amplos. Este é o caso das cavernas de Santana e Morro Preto, no PETAR, e Colorida, no PEI. Além disso, as cavernas Colorida, do Diabo, Santana e Morro Preto foram caracterizadas a partir do monitoramento de longo prazo recomendado pelo Cecav, que ainda está em desenvolvimento (Anexo 4). Nas demais cavernas foi realizado um estudo microclimático exploratório para sua caracterização. A seguir são apresentados os procedimentos utilizados em cada um dos casos.

Tabela 4. Ficha de classificação da fragilidade do meio físico

1. Identificação da cavidade			
Caverna:	Trecho:		
2. Classificação dos indicadores de fragilidade			
<u>Significância da cavidade (contexto local)</u>			
Desenvolvimento	<input type="checkbox"/> Muito Significante	<input type="checkbox"/> Significante	<input type="checkbox"/> Pouco Significante
Desnível	<input type="checkbox"/> Muito Significante	<input type="checkbox"/> Significante	<input type="checkbox"/> Pouco Significante
Volume dos salões	<input type="checkbox"/> Muito Significante	<input type="checkbox"/> Significante	<input type="checkbox"/> Pouco Significante
Pode ser compartimentada?	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	
<u>Morfologia</u>			
Apresenta feição morfológica?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
Quais os locais de ocorrência?	<input type="checkbox"/> Piso	<input type="checkbox"/> Parede	<input type="checkbox"/> Teto
Quantas variedades morfológicas podem ser observadas no interior da cavidade?	<input type="checkbox"/> até 2	<input type="checkbox"/> 3 ou 4	<input type="checkbox"/> mais de 4
Há morfologia rara de alta fragilidade?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
<u>Depósitos clásticos</u>			
Apresenta depósito clástico?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
Depósitos possuem potencial para desenvolvimento de estudos sedimentológicos?	<input type="checkbox"/> Considerável	<input type="checkbox"/> Potencial	<input type="checkbox"/> Não
Depósitos já foram estudados?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
<u>Depósitos paleontológicos ou arqueológicos</u>			
Apresenta depósito paleontológico ou arqueológico?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
Depósito foi estudado?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
Depósito foi resgatado?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
É possível avaliar a significância do depósito?	<input type="checkbox"/> Considerável	<input type="checkbox"/> Potencial	<input type="checkbox"/> Não
<u>Espeleotemas</u>			
Há espeleotemas?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
Quais os locais de ocorrência?	<input type="checkbox"/> Piso	<input type="checkbox"/> Parede	<input type="checkbox"/> Teto
Há variedade morfológica de espeleotemas?	<input type="checkbox"/> 1 a 3	<input type="checkbox"/> 4 a 6	<input type="checkbox"/> > 6
Qual a mineralógica observada?	<input type="checkbox"/> Calcita	<input type="checkbox"/> Calcita + I	<input type="checkbox"/> Calcita + 2
Há espeleotemas raros?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
3. Composição do macro indicador de fragilidade			
Morfologia		%	
Depósitos clásticos		%	
Depósitos paleontológicos ou arqueológicos		%	
Espeleotemas		%	
Fragilidade específica		%	

Estudo microclimático exploratório

Os procedimentos se iniciaram com a elaboração de trabalhos de campo para instalação e retirada dos instrumentos registradores de temperatura e umidade relativa do ar e para coleta dos dados referentes à concentração de gás carbônico. Nesta etapa foram instalados três registradores de temperatura e umidade relativa do ar em cada cavidade: em sua entrada (microclima transicional); em um salão dentro do circuito visitação; e em trecho sem visitação, mas periférico a uma área de visitação. Os equipamentos utilizados possuem sensibilidade e precisão suficientes para registrar pequenas variações. O monitoramento foi realizado no período de sete dias com intervalo de coleta e registro de cinco minutos, a fim de mostrar as variações naturais dos atributos (com ausência de visitação), e os possíveis impactos da visitação. No caso de falta de visitantes no período de monitoramento foram simuladas visitas com grupos, de forma a reproduzir a intensidade, o tempo de permanência e o comportamento dos visitantes.

Após a coleta de dados foram confeccionados perfis térmicos e de CO₂ de cada cavidade, considerando os circuitos tradicionais de visitação da caverna. Foram realizados em situações distintas de horário e de visitação, totalizando dois perfis de cada parâmetro por caverna.

Por fim, foi elaborado um relatório para cada uma das cavernas, contendo as especificações e identificação dos equipamentos utilizados, perfis, análise dos parâmetros levantados e impactos da visitação na atmosfera cavernícola e subsídios e/ou diretrizes para a capacidade de carga da caverna e zoneamento ambiental. Os relatórios contam com imagens das estações de monitoramento, suas localizações na caverna e gráficos e análises estatísticas que mostram a relação do fluxo de visitantes com os parâmetros monitorados.

Monitoramento climático de longo prazo

O monitoramento foi realizado a partir da aquisição sistemática de medidas de temperatura e umidade relativa do ar no interior das cavidades e em estações meteorológicas no seu entorno. Os dados foram adquiridos com 5 minutos de resolução utilizando o instrumento HOBO Pro v2 – U23-002. O instrumento permite a aquisição de temperaturas na faixa de -40° a 70° C com resolução de 0,02° C a 25° C (precisão de 0,2° C) e faz leituras de umidade do ar na faixa de 0-100% (entre -40° a 70° C) com resolução de 2,5% (precisão de +- 2,5%). Considerando uma velocidade do ar de 1 m/s, o tempo de resposta para as medidas de temperatura é de 5 minutos e para umidade do ar, 10 minutos.

As estações de monitoramento externo no Parque Estadual da Caverna do Diabo e no Núcleo Santana do PETAR foram construídas segundo o padrão IAC. Em Intervalos o equipamento foi instalado na estação de monitoramento climático, que é mantida pela administração da UC. A Figura 11 apresenta as estações utilizadas.

As estações de monitoramento nas cavernas foram instaladas em salões onde ocorre concentração de visitantes para contemplação ou estudo do meio. A Figura 11 apresenta um exemplo das estações instaladas na caverna do Diabo.

O monitoramento da visitação foi obtido a partir de fichas preenchidas pelos monitores ambientais. A ficha informa o horário de início e término da visita e o número de pessoas que entraram na caverna, incluindo o monitor.

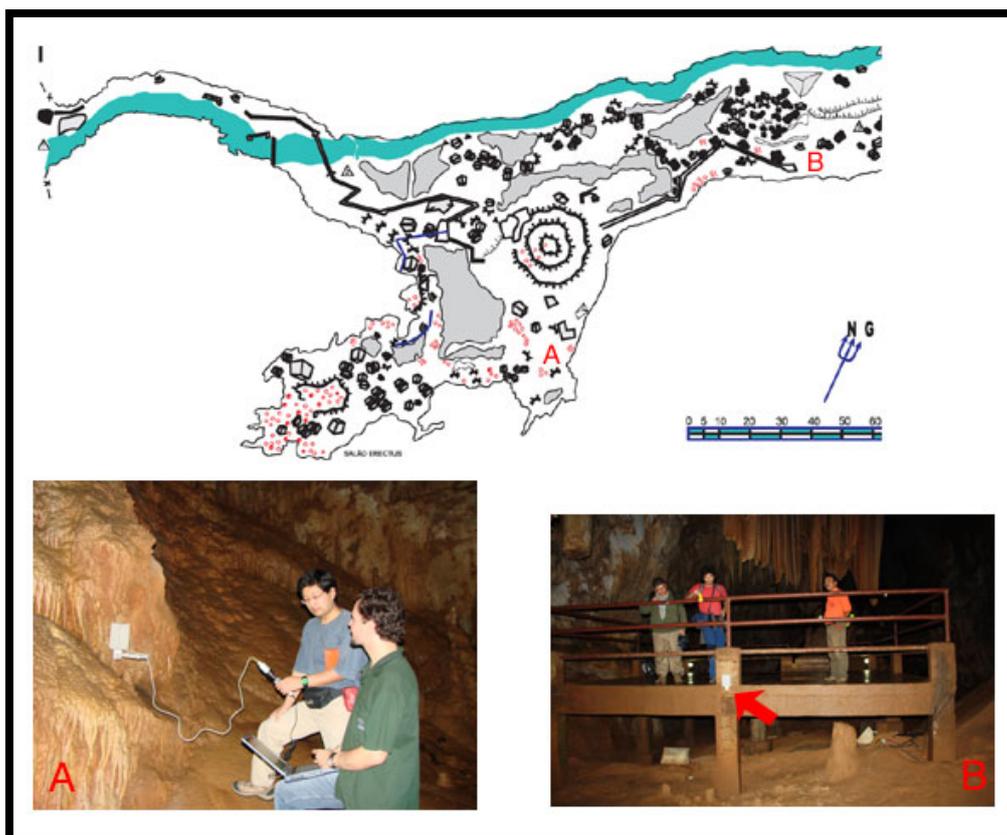


Figura 11. Estações de monitoramento na caverna do Diabo. Fonte: IG-SMA

Para analisar a relação da umidade relativa do ar e da temperatura nas cavernas com o ambiente externo e com a visitação, foram adotados os seguintes procedimentos:

- Foi calculado o valor médio horário da temperatura e da umidade do ar, a partir dos dados registrados a cada 5 minutos; este procedimento foi adotado para os parâmetros adquiridos nas cavernas e no meio externo
- Para investigar a relação dos parâmetros internos e externos foram realizadas análises espectrais e correlatórias com as crônicas de dados horários
- A relação da visitação com os parâmetros climáticos medidos na caverna foi avaliada por inspeção visual em gráficos que mostram a variação da temperatura e umidade do ar na caverna em relação à entrada de visitantes.

Monitoramento climático vinculado a estudo acadêmico em desenvolvimento

No caso da caverna de Santana, a análise preliminar do microclima foi feita por meio dos dados da pesquisa de Heros A. S. Lobo, doutorando em Geociências e Meio Ambiente da Unesp de Rio Claro. O estudo em questão é um monitoramento desenvolvido em três fases: um pré-teste (setembro/2008), um monitoramento exploratório anual (abril/2009 a março/2010) e um monitoramento de detalhe (maio/2010 a novembro de 2010). Os dados disponibilizados correspondem as duas primeiras fases da pesquisa.

O monitoramento foi realizado em 13 pontos distintos e simultâneos na caverna e seu entorno imediato, com intervalos de coleta de 30 minutos. Em dois destes pontos, também foram

monitoradas a temperatura da água do rio Roncador e de um espeleotema (coluna) no salão do Encontro. O monitoramento foi realizado com instrumentos da marca Testo, modelos 175-H2 e 177-H1. Os instrumentos permitem a aquisição de temperaturas na faixa de -40° a 70° C com resolução de 0,01° C (precisão de +- 0,2° C) e faz leituras de umidade do ar na faixa de 0-100% (entre -40° a 70° C) com resolução de 0,1% (precisão de +- 2%). A contagem de pessoas dentro da caverna foi feita com o instrumento Kpeople, um registrador de eventos acoplado a um sensor de presença, fabricado pela empresa Ecosensor, de Campinas.

A análise dos dados coletados foi feita por meio de procedimentos estatísticos, como análises mono e multivariadas e espectrais, além das interpretações obtidas a partir dos gráficos desenvolvidos.

3.5.2.2. Mapas de Fragilidade

A fragilidade do microclima foi classificada em função da conectividade da atmosfera subterrânea com o meio externo. Após a análise do microclima das 28 cavidades (Tatu, Fogo, Detrás, Meninos, Santa, Fendão, Mãozinha, Jane Mansfield, Minotauro, Capelinha, Couto, Água Suja, Cafezal, Ouro Grosso, Alambari de Baixo, Chapéu, Chapéu Mirim I, Chapéu Mirim II, Aranhas, Pescaria, Desmoronada, Temimina I e II, Monjolinho, Espírito Santo, Arataca, Monjolinho, Água Sumida e Casa de Pedra), definiu-se os indicadores de fragilidade para este aspecto do meio físico. Optou-se por dois indicadores que resultam em respostas diretas, do tipo “SIM” ou “NÃO”. São eles:

1. O microclima da caverna acompanha as variações climáticas externas?

Em caso de resposta negativa na primeira pergunta, segue-se para o segundo indicador:

2. Foi detectado impacto decorrente da visita na atmosfera dessa caverna?

A partir dessas respostas, foram estabelecidos pesos para os níveis de fragilidade. Assim, estabeleceu-se um nível hierárquico de fragilidade em microclimatologia, apresentado na Tabela 5.

Tabela 5. Níveis de fragilidade dos indicadores de climatologia

Pergunta	Resposta	Nível	Peso (%)	Cor da Legenda
1	Sim	Baixo	0,01 a 25	Verde
	Não (seguir para a pergunta 2)			
2	Não	Médio	25,01 a 50	Amarela
	Sim	Alto	50,01 a 75	Vermelha

Além disso, os mapas de fragilidade microclimática das cavernas Santana e Morro Preto foram elaborados a partir de dados de pesquisa de doutorado em andamento (Lobo, 2010), com base nos mesmos padrões de indicadores; a gruta Colorida não teve mapa de fragilidade microclimática elaborado, mas, no entanto, os dados da pesquisa de mestrado sobre seu microclima foram considerados para o seu Zoneamento Ambiental Espeleológico (ZAE). Para a caverna do Diabo, não foi elaborado o mapa de fragilidade microclimática.

3.5.3. Espeleotopografia

O mapeamento topográfico das cavernas foi realizado pelo método de bases fixas a partir de ponto com coordenadas geográficas conhecidas (Datum WGS 84, em graus decimais, graus minutos e segundos e UTM) na entrada da caverna a fim de se obter um mapa georreferenciado.

O levantamento topográfico consistiu basicamente da leitura do azimute, inclinação e distância de uma base para a outra, anotando-se as medidas das laterais e alturas para cada base. Para as leituras de azimute e inclinação foram utilizadas bússolas e clinômetros, tanto mecânicos quanto eletrônicos. Simultaneamente foi feito o croqui da planta e de cortes da caverna em escala, com algumas anotações das principais feições geomorfológicas como contorno das galerias, espeleotemas, blocos abatidos, existência de corpos de água e sedimentos.

No escritório os dados de campo foram digitalizados por meio de aplicativos como o Survex ou Therion gerando as linhas de trena para a planta baixa e, quando o caso, para os perfis longitudinais. Utilizando-se croquis de campo, os mapas finais foram editados por meio de aplicativos como AutoCad e o Corel Draw.

Além disso, o mapeamento foi realizado conforme as determinações do TdR fornecido (CIAPME, 2008), abaixo reproduzidas:

- A topografia foi realizada, quando possível, com a identificação discreta e numeração das bases em campo;
- Foram colocadas bases permanentes em pontos estratégicos da caverna – sendo ao menos uma na entrada –, visando a amarração com as coordenadas obtidas e a localização de trechos específicos para estudos posteriores;
- Os elementos observados foram representados com a simbologia da UIS – União Internacional de Espeleologia;
- Apresentação das rotas de visitação atuais e antigas (caminhamento interno);
- Os trabalhos foram executados com detalhamento mínimo padrão BCRA 5C3, com fechamento de pelo menos duas poligonais em campo para verificação posterior do grau de detalhamento atingido;
- Georreferenciamento com GPS na entrada da caverna;
- Coordenada da entrada com datum WGS 1984. Foi anotado o erro médio da medição e o número de satélites rastreados durante a aquisição dos dados, registrando a coordenada em graus (decimais, minutos e segundos) e em UTM;
- Apresentação do mapa em projeção horizontal acompanhado de seções transversais das galerias e perfis longitudinais. O número de seções e perfis deve ser suficiente para exprimir as variações morfológicas observadas ao longo do sistema subterrâneo. Representação das bases topográficas no mapa. Desenho de uma linha que representa o limite mínimo de proteção de 250 m no entorno da planta da cavidade;
- Foi informado no mapa a projeção horizontal (desenvolvimento descontínuo) e o desnível total da caverna. Foi apresentada cópia do mapa em papel, em escala que permitiu a inspeção visual dos detalhes levantados, se necessário, no formato de Atlas;
- Mapas apresentados em formato vetorial, georreferenciado a partir de coordenadas UTM,

³ Detalhamento da topografia subterrânea: <<http://bcra.org.uk/surveying/index.html>>.

arquivo digital da topografia subterrânea (formato AutoCad dxf ou ESRI shp);

- Fornecida cópia da caderneta de campo, com croquis originais e respectivas tabelas de dados;
- Quando disponível, foi apresentado em papel e em formato digital (Excel – xls ou ASC), planilha padrão do caminhamento topográfico, contendo linhas de visada (base de origem, base de destino, comprimento, direção e inclinação das visadas), distância da base (em relação ao teto e ao chão) e laterais (direita e esquerda) da passagem subterrânea em relação a base;
- Por fim, foi informado o programa utilizado no processamento dos dados e fornecida uma cópia do arquivo de entrada de dados.

3.5.4. Espeleofotografia

Foi realizado o levantamento fotográfico das 32 cavernas do projeto. Foram feitas imagens que retratam a beleza cênica de cada caverna, mostrando o patrimônio natural a ser preservado, com ênfase nas áreas tradicionais de visitação. A título de documentação foram fotografados:

- Pórtico principal (sumidouro e/ou ressurgência)
- Condutos, salões, formações características
- Vegetação de entorno
- Potencial hídrico
- Fauna (quando evidente).
- Todas as imagens foram pós-tratadas em software de edição. Para os trabalhos de campo foram utilizados os seguintes equipamentos:
- Câmaras fotográficas: 01 digital Nikon D300; 01 digital Sony DSC 707; 01 ótica 35 mm Nikomat
- Acessórios fotográficos: 01 Tripé Manfrotto; lentes apropriadas; cabos de sincronismo; 04 flashes; 02 kits de luz contínua ATEK; cartões de memória; Baterias sobressalentes; rebatedores de luz; filmes fotográficos (Cromo) 35mm Fuji Provia 100
- Material de apoio: Mochilas de espele e sacos estanques
- Digitalização e tratamento de imagens: scanner Nikon Cool scan II; 01 notebook; 01 HD externo de 500 GB.

3.5.5. Meio Biótico

3.5.5.1. Fauna Cavernícola e Flora de Entorno

O trabalho realizado teve como objetivos:

- Caracterizar qualitativamente os recursos tróficos, zonas e substratos disponíveis, bem como a composição faunística, para cada uma das cavidades propostas no TdR dos PME
- Investigar a biodiversidade dos agrupamentos de cavernas, a partir de visão ampla sobre as Áreas Cársticas do Alto Ribeira e Alto Paranapanema, por meio de dados secundários disponíveis sobre as cavernas dentro das UC e levantamentos de campo, visando subsidiar as ações de manejo e monitoramento de impactos.

A caracterização da fauna nos PME subsidiou o estabelecimento das rotas de caminhamento dos visitantes dentro da caverna e, por consequência, a delimitação do ZAE, por meio da descrição da

dinâmica dos diversos grupos faunísticos com registro de presença, frequência, localização dos nichos e outras relações ecológicas passíveis de serem observadas em uma avaliação rápida.

3.5.5.2. Comunidades Aquáticas

Para o levantamento da fauna aquática foram utilizados os métodos de procura/captura ativa (redes de mão), instalação de armadilhas do tipo covão (utilizando-se iscas), redes de plâncton e armadilhas do tipo *Surber* (coleta e quantificação de fauna bentônica). Os métodos de busca ativa e armadilhas do tipo covão envolveram esforços de coleta em horas de busca e tempo de instalação, respectivamente; os métodos que utilizaram redes de plâncton e *Surber* envolveram esforço por área amostrada. O período contemplado foi o meio e final da época chuvosa, o que prejudicou algumas coletas na região, dado que no ano de 2009 praticamente não se registrou um período típico de estiagem. O levantamento visou verificar a fauna e sua relevância, levantando dados sobre a abundância dos organismos nas diferentes localidades estudadas. As preferências dos táxons pelos diferentes substratos também foram verificadas. Coletas de exemplares e contagens foram realizadas ao longo das cavernas (trechos acessíveis) e também no meio epígeo (sumidouros/ressurgências e riachos, pertencentes às microbacias que formam as cavernas). No meio epígeo as coletas ativas e as armadilhas foram distribuídas a partir da entrada das cavidades (sumidouros ou ressurgências), em transecções que percorreram até 200m destas. O número de armadilhas foi determinado em função da largura dos riachos e os substratos disponíveis. No caso dos covões, estes permaneceram por pelo menos 24 horas.

Os exemplares aquáticos cuja coleta tenha sido necessária para confirmação da identificação foram fixados *in loco* em álcool 70% (invertebrados aquáticos, excetuando-se crustáceos e vermes que devem ser fixados primeiro em formalina) ou em formol 10% (peixes, os quais foram anestesiados antes da fixação com benzocaína dissolvida). O material foi transportado para o Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva da Universidade Federal de São Carlos, SP, onde as amostras foram triadas sob estereomicroscópio (lupa), e os indivíduos identificados até o menor nível taxonômico possível, através de chaves especializadas ou consulta a coleção de referência de fauna subterrânea brasileira. A localização dos organismos de acordo com o zoneamento ecológico do ambiente subterrâneo também foi anotada. Após a determinação dos táxons, estes foram depositados junto à coleção da instituição (espécimes testemunhos), do Instituto Butantan e do Museu Nacional do Rio de Janeiro/UFRJ, sob os cuidados de especialistas dos grupos. O ambiente como um todo foi analisado (principalmente em relação ao aporte de alimento), observando-se sua relevância ecológica.

3.5.5.3. Comunidades Terrestres

No levantamento das espécies de invertebrados terrestres, foi utilizado preferencialmente o método de procura/captura ativa. A procura ativa envolveu a busca na maior diversidade possível de ambientes encontrados no interior da gruta (por exemplo, substrato rochoso, banco de sedimento, depósitos de guano, detritos vegetais, raízes) nos quais os espécimes foram capturados manualmente, com o auxílio de pincel e pinças. Nas regiões turísticas a busca ativa foi realizada em toda sua área (esforço de horas de busca), enquanto nas regiões mais preservadas foram determinadas áreas homogêneas ao longo de diferentes extensões das cavernas e realizadas amostragens por tempo de coleta por área. Informações adicionais foram obtidas para os organismos coletados, compreendendo: substrato, zoneamento ecológico, distribuição espacial e eventuais comportamentos e interações ecológicas observadas durante o levantamento faunístico.

A captura passiva foi eventualmente utilizada como complemento e de acordo com as características da gruta, em regiões onde o substrato não era compactado, com o auxílio de armadilhas iscadas. Folhiços foram coletados de área pré-determinada de um metro quadrado. Um concentrador de *litter* separou as porções maiores (folhas, ramos e cascas de árvore) e os invertebrados maiores procedentes deste material foram manualmente coletados. O material mais fino e particulado, junto com os resíduos da parcela orgânica, foi colocado num extrator *Winckler* para coleta dos exemplares pequenos. As partículas materiais permaneceram de 36 a 60 horas no extrator. Insetos voadores foram coletados com utilização de armadilhas CDC-miniatura. Amostras de guano foram coletadas para avaliação da fauna associada em laboratório. Os invertebrados coletados foram colocados em álcool 70% para fixação e conservação. Os organismos foram agrupados por morfoespécies e identificados com o auxílio de chaves para características morfológicas. Sempre que possível, o material foi encaminhado a especialistas para confirmação ou refinamento das identificações, bem como para análise de possíveis endemismos.

Eventualmente, em cavidades onde o meio epígeo estava bem preservado, foram utilizadas armadilhas de queda ("*pitfall traps*") para captura de invertebrados. Como armadilhas, foram utilizados pequenos potes de plásticos (8 cm de diâmetro x 6 cm de altura) enterrados de modo que suas aberturas ficassem no nível da superfície do solo. No interior de cada armadilha foi colocado álcool etílico (80 a 90%) para fixação e conservação do material, e uma quantidade mínima de detergente para eliminar a tensão superficial, evitando que o invertebrado capturado escapasse das armadilhas. As armadilhas foram distribuídas a partir da boca das cavidades, em linhas que percorreram um raio de até 200 m das entradas, onde permaneceram por pelo menos 24 h. A quantidade de armadilhas foi variável, de acordo com as condições locais.

Foi efetuada uma busca para verificar vertebrados que utilizam as cavidades como abrigo. Evidências indiretas, como ninhos, penas, pêlos, fezes e pegadas foram registradas sempre que possível.

A ocorrência de morcegos e a localização de colônias foi anotada, assim como a localização de manchas de guano, classificadas como de deposição ativa (colônias presentes), sazonal ou inativas (manchas antigas devido ao abandono do local pelos animais). Nos casos de dúvida quanto à identificação da espécie de morcego presente nas cavidades, foram realizadas coletas em redes de neblina instaladas em entradas. Os exemplares, preservado em via úmida, foram posteriormente incluídos na coleção da Seção de Mamíferos do Museu de Zoologia da USP.

Foram realizadas duas (ou uma em casos de cavernas pequenas e secas) campanhas de campo, contemplando a sazonalidade.

3.5.5.4. Critérios Para Proposta de Graus de Fragilidade

Em primeiro lugar, faz-se necessário definir a diferença entre graus de fragilidade e graus de perturbação. Conforme entende-se e aqui se aplica, o conceito de fragilidade refere-se ao potencial para perda de diversidade, que depende do grau de resiliência do sistema e do tipo/intensidade de perturbações potenciais. Trata-se, portanto, de um conceito relativo. No presente estudo, foram considerados como pontos de partida os cenários de visitação elaborados pela equipe de diagnóstico de turismo em conjunto com a coordenação executiva. Já grau de perturbação   um conceito absoluto, decorrente de fato já ocorrido e detectado a *posteriori*.

No caso dos graus de fragilidade, para a fauna terrestre, mais rica que a aquática, foi basicamente considerada a presença de organismos troglóbios/troglomórficos e sua ocorrência, conforme registrado nos estudos de 2009. Assim, foram confeccionados mapas de distribuição mínima desses organismos, traçando-se áreas que abrangem todos os pontos de registro de cada morfoespécie. Esses mapas foram baseados nos dados obtidos nas coletas de 2009, pois a literatura não traz informações sobre a distribuição dos registros dentro das cavernas, restringindo-se à ocorrência em si. Fala-se em distribuição mínima, pois: 1) a ausência de registro em outras áreas não prova ausência da população nesses locais, podendo ser, como provavelmente é na maioria dos casos, um viés da insuficiência amostral; 2) deslocamentos, sazonais ou não, em suas áreas de distribuição são bem conhecidos e documentados para populações subterrâneas, como para as epígeas.

Os graus máximos de fragilidade, dos quais derivaram propostas de zoneamento como áreas intangíveis ou primitivas, foram atribuídos à cavernas ou trechos destas, com: 1) Alta riqueza de espécies troglomórficas; e/ou 2) espécies de distribuição restrita e/ou com densidades populacionais baixas. No caso de cavernas com troglóbios endêmicos (ou seja, conhecidos apenas da caverna em questão), por Precaução, a caverna toda foi classificada como de fragilidade máxima.

Para a fauna aquática, com menos espécies e, portanto, mais simplificada, foi feita uma análise ecossistêmica, levando-se em conta os seguintes fatores:

Bióticos:

- Riqueza de espécies
- Espécies indicadoras de boa qualidade de água (Megaloptera, Trichoptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Odonata e Decapoda Aegliidae, Amphipoda)
- Espécies troglóbias ou troglomórficas
- Espécies pouco abundantes
- Registros novos, espécies potencialmente novas.

Abióticos:

Granulação do substrato

- Alta (argila, areia, cascalho)
- Média (seixos, matacões)*
- Baixa (bloco/rocha).

Granulação da margem

- Alta (argila, areia, cascalho)
- Média (seixos, matacões)
- Baixa (bloco/rocha).

A partir do levantamento das variáveis acima (riqueza abundância de espécies, presença de indicadores de boa qualidade de água, tipo de substrato etc.) foram confeccionados, para cada caverna, mapas mostrando as fragilidades relativas para cada um dos pontos de amostragem. Novamente, os mapas basearam-se exclusivamente nos dados de 2009. Os maiores graus de fragilidade foram atribuídos a cavernas, ou trechos destas, com uma alta riqueza de espécies, principalmente aquelas indicadoras de boa qualidade da água (ou seja, suscetíveis a perturbações), e/ou com ocorrência de novos registros e/ou espécies troglomórficas, principalmente aquelas com distribuição restrita e/ou com baixas densidades populacionais, em ambientes tipicamente lóticos, que são os mais vulneráveis a degradação em função da presença humana. Além disso, trechos a

jusante das intervenções propostas no plano de manejo turístico foram classificados como de maior fragilidade.

Note-se que, em virtude da diversidade e abundância muito maiores para a fauna terrestre, associadas à maior extensão do habitat em si (que abrange pisos, paredes e tetos), a aplicação de análises ecossistêmicas, como as efetuadas para a fauna aquática, foi inviável para a terrestre dentro das limitações de prazo do PME, já que exigiriam equipes muito maiores e mais tempo. Por outro lado, a riqueza de troglóbios terrestres revelou-se plenamente adequada como parâmetro de avaliação de fragilidade dos habitats cavernícolas terrestres na área cárstica do Alto Ribeira.

O grau de perturbação foi estimado a partir de observações da diminuição na riqueza de espécies (diversidade α) e/ou do desaparecimento de táxons que eram regularmente registrados na caverna em questão. Neste sentido, são particularmente informativos os vertebrados, como peixes e morcegos, e macro-invertebrados, principalmente aracnídeos como aranhas (por serem predadoras) e opiliões, além de diplópodes troglóbios, por serem particularmente vulneráveis a alterações ambientais. Infelizmente, para muitas das 32 cavernas estudadas, não há dados anteriores às últimas duas décadas, quando houve um significativo aumento da pressão de uso, robustos o suficiente para se inferir perda de diversidade, já que cavernas diferem naturalmente entre si.

É fundamental ter em vista que, dada a complexidade dos sistemas biológicos em geral, o que certamente inclui os subterrâneos, a aplicação dos critérios acima foi checada caso a caso, pois sua aplicação de forma indiscriminada não atende as singularidades resultantes das interações da variedade de fatores atuando sobre cada sistema.

O protocolo de estudo – apenas duas coletas sistematizadas por caverna, em um único ciclo anual – não permitiu a aplicação de testes de suficiência amostral, dos quais o mais básico é a construção de curvas de acumulação de espécies. Mesmo assim, as acentuadas diferenças entre distintas ocasiões de coleta evidenciam que a amostragem foi insuficiente para a caracterização de cada ecossistema. Assim sendo foi aplicado o Princípio da Precaução: havendo dúvida, assumiu-se o grau de fragilidade maior.

Nas propostas finais, foram consideradas as maiores fragilidades obtidas, seja para a fauna terrestre, seja para a aquática, ou para as duas.

3.5.6. Patógenos

3.5.6.1. Fungos

O método selecionado para análise das amostras de guano coletadas é o de *nested-PCR* (*Polimerase Chain Reaction*), que consiste de uma reação de polimerização em cadeia para a amplificação de seqüências de DNA por uma reação enzimática *primer* dirigida (EHRlich, 1989). Sendo assim, a partir da PCR, pode-se obter *in vitro* um aumento da quantidade de uma determinada seqüência de DNA, mesmo quando esta é mínima, pois a sensibilidade e a especificidade destas técnicas são apontadas como significativamente maiores do que as dos métodos tradicionais que empregam meios seletivos para o cultivo (amplificação celular) do patógeno. Além disso, ele é rápido e o impacto da coleta dentro do ecossistema subterrâneo é menor até que o de uma visitaçãõ.

As amostras foram recolhidas com foco especial nas manchas de guano (fezes de aves e/ou morcegos), mais representativas de cada caverna. Para coleta nas manchas de guano, foram utilizadas alças de alumínio, pinças e espátulas estéreis para raspagem do material. Estes foram

depositados em coletores universais estéreis. Cada ponto de coleta é representado por uma amostra e uma réplica de pelo menos 10 g cada.

Equipamentos básicos de segurança também foram utilizados, como máscara N 95, contra a inalação de possíveis esporos e luvas de látex descartáveis.

As amostras foram vedadas, identificadas com etiqueta contendo o nome da caverna e número da amostra, separadas em sacos plásticos individuais e acondicionadas em bolsa térmica com temperatura aproximada de 4°C, durante o percurso das coletas. No término de cada coleta, as amostras foram resfriadas e congeladas, evitando o crescimento de qualquer tipo de microrganismo que pudesse influenciar os resultados. As amostras foram analisadas pelo Laboratório de Microbiologia e Imunologia da Unesp - Campus Botucatu.

Cultivo de *Histoplasma capsulatum* e extração de DNA de leveduras para obtenção de controle positivo (DNA puro).

Cepas clínicas de *H. capsulatum* foram cultivadas na forma leveduriforme em meio de GPY a 35°C, com subcultivos semanais. A extração de DNA das leveduras foi realizada segundo McCullough *et al.* (2000), com pequenas modificações. Células leveduriformes com sete dias de crescimento foram ressuspensas em solução de Sorbitol 1M e EDTA 125mM com uso de *glass beads* (425-600 microns, *acid washed*, Sigma, St Louis, MO, USA), em seguida a solução foi centrifugada e o precipitado ressuspensado em Tampão de Extração (TrisHCl 50mM, EDTA 50mM e SDS 2%). A mistura foi mantida a 65°C em banho-maria por 1h para posterior adição de acetato de sódio 3M e manutenção em gelo por 2 horas. Após centrifugação, o sobrenadante foi misturado à 1mL de isopropanol gelado, o DNA foi precipitado por centrifugação, lavado com etanol 70%, secado em concentrador 5301 (Eppendorf) e ressuspensado em 50 µL de água ultrapura.

A quantificação foi realizada por eletroforese em gel agarose 1% acrescido de brometo de etídio, usando como marcador de massa molecular o *Low DNA Mass Ladder* (Invitrogen). Para cada amostra foi usado 2 µL de Gel Loading Solution, Tipo I, Sigma. O DNA foi diluído em água ultrapura para 10 ng/µL.

- Obtenção de um controle ambiental positivo – cerca de 103 leveduras de *H. capsulatum* foram homogeneizadas em 5 gramas de guano e posteriormente processada para extração de DNA de forma semelhante as amostras ambientais
- Extração de DNA das amostras ambientais – utilizando-se do kit Mobio for Soil, o qual se utiliza de colunas em resinas, que proporciona extratos de DNA purificado sem a presença de ácidos húmicos, fragmentos celulares, proteínas e polissacarídeos que pudessem interferir na PCR. Este procedimento foi realizado em cabine de segurança biológica utilizando-se de 1 grama de cada amostra ambiental
- Amplificação do DNA pela PCR e Nested-PCR - realizadas reações de PCR e Nested-PCR, empregando-se os primers ITS4/ITS5 (WHITE *et al.*, 1990) e HC-1/HC-2 (REID; SCHAFFER, 1999) respectivamente. As reações de PCR foram feitas em volume final de 25µL contendo em µL, 17,8 de ÁguaMQ, 2,5 Taqbuffer, 0,5 dNTPmix, 0,2 Taq polymerase (Amersham) e 1 de cada primer e 2,0 uL de DNA. As reações foram realizadas em termociclador (Mastercycler gradient-eppendorf) e a seqüência dos primer e perfil de ciclagem
- Corrida eletroforética e leitura dos géis - as eletroforeses foram realizadas com os produtos da amplificação de PCR (primers ITS-1/ITS-4 e Nested PCR (primers ITS4/ITS5),

feitas em gel de agarose a 1,5% a 60 V por 15 minutos e 80 V por mais 30 minutos, dissolvendo-se a agarose em TBE IX (Tris Borato EDTA) esquentando a solução em forno microondas. Foi adicionado SYBR® Safe DNA gel stain da Invitrogen™ (cerca de 1 µL por 10 ml de gel) ao gel não muito quente. O gel foi colocado em fôrma apropriada previamente nivelada com o pente encaixado e esperou-se até que se solidificasse para então colocá-lo em cuba eletroforética com adição de TBE IX. Colocou-se em um orifício 0,4 µL do marcador molecular (DNA ladder de 2000 pb a 100 pb), juntamente com 2 µL de tampão de corrida. Nos outros orifícios foram adicionados 2,0 µL de tampão de corrida + 8,0 µL de amostra. Finalizada a corrida, procedeu-se a leitura e registro em fotodocumentador Alphamalmager®EC.

O número de amostras coletadas foi estipulado de acordo com o tamanho da caverna/área de visitação, conforme Tabela 6: Foi coletado na maioria das cavernas o número previsto de amostras. Porém, em alguns casos não foram encontradas manchas de guano ou quantidade significativa para uma amostra. Em outros casos, foram coletadas amostras com número superior ao previsto, por terem mais de um ponto significativo de guano.

3.5.6.2. Flebotomíneos e Carrapatos

Para as coletas de flebotomíneos, foram utilizadas armadilhas luminosas do tipo CDC, que conforme um estudo feito com leishmaniose tegumentar, no Vale do Rio Doce, estado de Minas Gerais (VILELA et al., 2003), se mostrou mais eficaz, quando comparada com a armadilha Chaniotis.

As armadilhas funcionam com um atrativo luminoso (lâmpada de 6 v), e um aspirador abaixo da luminosidade que suga os mosquitos para o interior da armadilha. Uma bateria de 6 v e 12 A proporciona o funcionamento do aspirador e da lâmpada, com uma autonomia aproximada de até 40 horas. Para sua recarga foi utilizado um carregador bivolt da marca *Star Font* de 6 v, que necessita de 12 horas para completar a carga.

Para este trabalho foram utilizadas seis armadilhas, as quais eram instaladas no crepúsculo e desarmadas ao alvorecer, entre 18:00 e 7:00 horas, levando-se em consideração os horários de atividade do vetor. Ficaram suspensas a uma altura média de 1,5 m do chão, respeitando também a altura média de vôo do inseto. Quando possível as armadilhas foram armadas próximas aos anexos de animais domésticos, tais como, galinheiros, pocilgas, currais e casas de moradores do entorno da caverna, visto que nesses locais a probabilidade de captura do flebotomo é maior por ter um atrativo animal para repasto do mosquito fêmea.

A colocação das armadilhas em bocas de cavernas ou nas trilhas não foi priorizada nesse levantamento – visto que o objetivo maior do trabalho era caracterizar o agrupamento como um todo, e não pontos específicos –, porém não foi ignorada, e quando a não presença de moradores ou de animais domésticos no seu entorno, as capturas foram realizadas nessas localizações. Após a coleta, a parte inferior da armadilha era colocada dentro de um saco plástico, junto com um algodão embebido com éter 96%, para induzir o sacrifício dos espécimes coletados por inalação.

Posteriormente, os insetos eram despejados em uma bandeja branca, para a realização de uma pré-triagem com pinça anatômica, descartando preliminarmente o material coletado que, visivelmente, não era um flebotomíneo. Se durante esse processo fossem encontrados insetos com suas características, estes eram separados e a respectiva amostra era identificada. O restante dos insetos era armazenado em tubos coletores identificados para uma triagem laboratorial mais

minuciosa. O transporte das amostras em campo foi feito sob refrigeração com uso de um isopor contendo gel eutético congelado. No laboratório as amostras são armazenadas em congelador.

Tabela 6. Número de amostras pretendidas X número de amostras coletadas

Agrupamentos	Cavernas	Nº de amostras pretendido	Nº de amostras coletadas
1. Bocaina / Lajeado	Fendão	1	1
	Mãozinha	1	1
	Minotauro	1	1
	Jane Mansfield	2	2
	Santa	1	2
2. Sede	Colorida / Beija Flor	3	3
	Fogo	1	1
	Meninos	1	0
	Detrás	1	0
	Tatu	1	0
3. Caverna do Diabo	Caverna do Diabo	3	3
4. PE do Rio Turvo	Capelinha	1	1
5. Santana	Santana	3	1
	Morro Preto	2	2
	Couto	2	1
	Cafezal	1	1
	Água Suja	2	2
6. Bairro da Serra	Alambari de Baixo	2	2
	Ouro Grosso	1	0
7. Caboclos I	Chapéu	2	2
	Chapéu Mirim I	1	0
	Chapéu Mirim II	1	0
	Aranhas	1	0
8. Caboclos 2	Pescaria	2	2
	Desmoronada	2	0
	Temimina I	1	1
	Temimina II	2	2
9. Casa de Pedra	Espírito Santo	2	2
	Arataca	1	0
	Monjolinho	1	1
	Água Sumida	1	1
	Casa de Pedra	2	3
Totais	32	49	38

Nas amostras onde foram confirmados capturas de exemplares de flebotomíneos, o material foi dividido aproximadamente em *pools* iguais, a fim de destinar parte para identificação taxonômica dos insetos e a outra metade para exame laboratorial. Estes foram encaminhados ao laboratório Vet Pat em Campinas-SP, para realização de testes para confirmação de infecção dos mosquitos por Leishmania pelo método de PCR.

O método de PCR é um teste de DNA que pesquisa a presença de uma sequência do genoma do patógeno, por isso sua especificidade e sensibilidade são muito altas, normalmente em níveis acima de 90%. Isso faz com que a tecnologia de DNA, através de PCR, constitua um método muito mais acurado e avançado para pesquisa e fins diagnóstico.

O DNA foi extraído de cada *pool* de insetos utilizando-se o kit de purificação *NuceloSpin Tissue MN*, segundo o protocolo do fabricante. De cada *pool* foram submetidas à pesquisa duas amostras extraídas, controle positivo (fragmento de DNA de 117 pb) e controle negativo. O DNA extraído e os controles foram submetidos à termociclagem em *Termociclador Mastercycler Personal Eppendorf* com protocolo padronizado por GENOA biotecnologia. O DNA amplificado passou então por eletroforese e os eletroferogramas, visualizados em Transluminador UVP.

Todos os *pools* mostraram-se negativos, porém com grandes bandas de arrasto (DNA) decorrente da grande quantidade de DNA extraído das amostras de insetos. Devido a este fato, o material também foi submetido à seqüenciamento genético através de seqüenciador de DNA (ABI 3100 PRISM), passando por programas de análise prévia de seqüência com o DATA COLLECTION e SEQUENCE ANALYSES.

A parcela dos mosquitos destinada à identificação taxonômica foi previamente triada no laboratório de Parasitologia e Entomologia do Instituto Butantan, em estereomicroscópio, para a separação dos flebotomíneos coletados, uma vez que por seu diminuto tamanho, podem ser confundidos com dípteros semelhantes.

Após esta pré-triagem, os exemplares foram então clarificados e preparados para montagem em lâminas para visualização em microscópio óptico, sendo finalmente classificados no Laboratório de *Phlebotominae* do Departamento de Epidemiologia da Faculdade de Saúde Pública da USP, através de chave dicotômica proposta por Galati (1995).

Durante os trabalhos de coleta de campo não se observou a presença de flebotomíneos em fendas de rochas, troncos de árvores e tocas de animais, inviabilizando o uso do capturador de castro, ou aspirador entomológico.

Em relação à captura dos carrapatos, os mesmos foram encontrados na estrada de acesso à casa do Sr. Gastão, morador do núcleo Caboclos no PETAR. O caminho é de comum passagem para turistas que visitam as cavernas Temimina I e II.

Na vegetação marginal à trilha foram encontrados vários exemplares de carrapatos no ápice da vegetação, comportamento de espreita habitual, que permite ao carrapato aderir no hospedeiro quando de sua passagem, a fim de realizar o repasto sanguíneo. Houve facilidade de encontrar os carrapatos, dado que nesse local circulam cavalos. Em outras trilhas não se obteve sucesso na coleta desses artrópodes, possivelmente por serem de grande circulação de turistas e por não haverem animais domésticos ou silvestres com circulação frequente nas proximidades desses locais.

Os ácaros foram acondicionados em tubos plásticos fechados, com pequenas perfurações para aeração e manutenção de umidade, e transportados vivos para posterior identificação taxonômica.

Foram então classificados segundo gênero e espécie no Laboratório de Parasitologia e Entomologia do Instituto Butantan, através de observação em estereomicroscópio, utilizando-se a chave dicotômica proposta por Onófrío et al. (2006). Os carrapatos coletados foram doados ao referido laboratório e entraram no plantel mantido em biotério, enquanto que o restante foi eutanasiado em álcool 70% e tombado na coleção acarológica mantida por este instituto de pesquisas.

Todos os pontos de coleta de flebotomíneos foram georreferenciados com o uso de GPS, para demonstrar a sua inserção no âmbito dos agrupamentos de cavernas descritos no TdR que norteia o presente trabalho. Os pontos de coleta, com as respectivas datas e localização são apresentados no item 4.2.1.4, bem como a descrição das espécies de flebotomíneos coletados.

3.5.7. Ocupação Humana

Os procedimentos metodológicos para elaboração do diagnóstico de Ocupação Humana seguiram quatro etapas:

A primeira constituiu-se na coleta de dados secundários quantitativos e qualitativos sobre os agrupamentos, suas comunidades de entorno, as UC às quais estão integrados e sobre os municípios que os compõe, conforme os anexos de referências que constava no TdR. A coleta se somou às entrevistas abertas aplicadas, pessoalmente ou via meio eletrônico, junto aos gestores das UC envolvidas. Para o agrupamento 4 – PE do Rio Turvo, houve, também, entrevista com o responsável pela pasta de Turismo e Meio Ambiente do município de Cajati/SP.

A segunda etapa constituiu-se de trabalho de campo realizado na segunda semana do mês de fevereiro de 2009, por meio de oficinas participativas, e primeira semana do mês de abril do mesmo ano, por meio de visitas junto às comunidades indicadas como representativas pelos gestores das UC, em que se pôde observar a área, entrevistar alguns moradores locais, participar de reuniões com grupos de moradores e representações locais e coletar imagens representativas para compor o dossiê fotográfico; portanto dados de caráter predominantemente qualitativos que complementaram os dados secundários e forneceram subsídios às análises (diagnóstico) socioeconômicas, identificação de possíveis impactos que podem influenciar as cavernas estudadas e elaboração de proposições para o programa de gestão das mesmas, ou seja, uma construção (planejamento) participativa para uma gestão participativa.

Nesta etapa também por meio do trabalho de campo foi possível a validação dos dados levantados junto às comunidades objeto de estudo, bem como os gestores voltaram a ser entrevistados para complementação e validação das coletas realizadas em campo, portanto, desta vez, buscando discussões de caráter mais qualitativo.

Destaca-se a impossibilidade de realização de campo junto às comunidades de Pedro Cubas, Pedro Cubas de Cima, Praia Grande, Maria Rosa e Pilões dadas as restrições orçamentárias do projeto. Estas análises se deram com base em dados secundários e entrevista com gestores das UC.

A terceira etapa constituiu-se da organização e análise de todos os dados levantados (secundários e primários). Para essa fase utilizou-se da análise SWOT em que se buscou identificar no cenário atual, de relacionamento Ocupações Humana e Agrupamentos, Forças e Fraquezas, bem como as Oportunidades e Ameaças para que pudesse ser visualizado um cenário futuro de interação e responsabilidade socioambiental entre as partes, comunidades e patrimônio espeleológico que subsidiassem a etapa seguinte da investigação e elaboração deste relatório.

Por fim, a quarta etapa, constituiu-se na análise dos resultados e na elaboração de proposições de estratégias e diretrizes de ação para compor os programas de gestão dos agrupamentos estudados que se deu por meio de um *brainstorming*, ou seja, uma discussão de idéias entre os especialistas que compõem a equipe com base no conhecimento, formação e experiência dos mesmos.

3.5.8. Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico

Os estudos aqui tratados tem seu foco em 9 agrupamentos de cavidades naturais subterrâneas, totalizando 32 cavernas. O objetivo é diagnosticar, avaliar, analisar e propor alternativas de uso e conservação das cavidades no que se refere ao seu patrimônio arqueológico, histórico e cultural.

Atendimento a Legislação

O estudo realizado buscou atender às especificidades definidas pelos seguintes instrumentos:

- Decreto-Lei nº 25, de 30/11/1937, que organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional;
- Lei nº 3.924, de 26/07/1961, que proíbe a destruição ou mutilação, para qualquer fim, da totalidade ou parte das jazidas arqueológicas, o que é considerado crime contra o patrimônio nacional;
- Constituição Federal de 1988 (artigo 225, parágrafo IV), que considera os sítios arqueológicos como patrimônio cultural brasileiro, garantindo sua guarda e proteção, de acordo com o que estabelece o artigo 216;
- Portaria SPHAN/MinC 07, de 01/12/1988, que normatiza e legaliza as ações de intervenção junto ao patrimônio arqueológico nacional;
- Portaria Iphan/MinC nº 230, de 17/12/23, que define o escopo das pesquisas a serem realizadas durante as diferentes fases de licenciamento de obra;
- Lei nº 9.985, artigo 27, de 18/06/2000, que define a obrigatoriedade de elaboração de Planos de Manejo enquanto instrumentos de gestão das unidades de conservação;
- Resolução SMA/SP – 34, de 27/08/2003, que dispõe sobre as medidas necessárias à proteção do patrimônio arqueológico e pré-histórico quando do licenciamento ambiental.

Principais Aspectos Científicos do Projeto

De uma perspectiva científica, este Programa teve como premissas:

- A identificação e caracterização das diversas culturas que ocuparam a região buscando, em especial, suas dimensões espaciais e cronológicas, assim como sua inserção em contextos arqueológicos e históricos de caráter macro-regional. A abordagem envolveu a identificação e inserção geográfica, ambiental e temporal dos sítios arqueológicos, assim como o estudo dos remanescentes de cultura material a eles associados, testemunhos de sociedades humanas que habitaram a região, em tempos passados
- O estudo considera como vestígio arqueológico todo e qualquer elemento que caracterize e/ou seja indicador da presença humana na área, independente do período cronológico a que se relaciona e, também, a possíveis critérios subjetivos de valoração. Assim, não foram apenas tratados os sítios arqueológicos mais antigos (ou, então, aqueles relacionados à ocupação indígena pré-colonial), mas também os vestígios históricos, relacionados às diferentes fases de formação da sociedade nacional
- Não podem ser considerados vestígios de maior valor aqueles que apresentem maior apelo visual (estruturas, cemitérios, grandes aldeias), mas sim aqueles que, mesmo contendo remanescentes materiais fugazes, fazem parte e contribuem na sustentação de formas de

assentamento humano na área. Nesta perspectiva todas as estruturas ou vestígios materiais, bem como a sua articulação entre si ou com o meio ambiente em que se inserem são potencialmente significantes para a reconstituição dos processos culturais, objetivo último da Arqueologia enquanto ciência antropológica e histórica.

Seqüência das Atividades Desenvolvidas

As atividades de campo começaram a partir do PERT e do PECD, seguindo para o PETAR e finalizando no PEI. De acordo com os procedimentos definidos mais a frente, as pesquisas priorizaram as entradas das cavidades e seu entorno próximo, uma vez que, via de regra, são as áreas de maior potencial de ocorrência de vestígios arqueológicos. As 32 cavidades objeto do presente PME foram vistoriadas. Em cada uma delas a equipe procedeu ao preenchimento de Ficha de Prospecção contendo dados de localização, implantação da paisagem e análise das características da entrada e entorno (com atenção para a presença de locais mais favoráveis de ocupação humana, como entradas secas, áreas de entorno com topografia suave e presença de água nas imediações). Estes dados subsidiaram as análises posteriores de potencial arqueológico das cavidades. Foi realizada documentação fotográfica do ambiente físico e dos trabalhos de pesquisa desenvolvidos.

Por outro lado, considerando o escopo deste PME em abranger, igualmente, estudos de patrimônio histórico e cultural, a equipe realizou levantamentos junto às comunidades próximas dos agrupamentos espeleológicos, visando identificar manifestações culturais e/ou bens históricos ligados às cavidades. Foram realizadas entrevistas com membros da comunidade, integrando os conhecimentos tradicionais locais ao trabalho.

A partir dos levantamentos bibliográficos prévios, as 32 cavernas foram divididas em dois grupos básicos: aquelas para as quais se dispõe de algum conhecimento arqueológico, de modo a que se possa fazer um diagnóstico sem novas intervenções, e aquelas acerca das quais não se contava com qualquer informação arqueológica. Esta abordagem gerou a tabulação apresentada na Tabela 7.

Tendo em vista tratar-se de um diagnóstico conservacionista decidiu-se que, nas cavernas onde já existe patrimônio arqueológico conhecido, não seriam feitos trabalhos interventivos, aproveitando-se material bibliográfico disponível. No entanto, seriam feitos registros fotográficos atualizados e observação da superfície para identificar possíveis vestígios aflorados devido à visitação turística ou qualquer outra alteração mais recente, antrópica ou natural.

Nas demais cavernas a abordagem consistiu em observação intensiva das áreas de solo exposto, incluindo as trilhas de acesso, aliado à abertura de sondagens de 50 x 50 cm no interior das cavernas selecionadas. Esta seleção envolveu uma análise prévia das condições para a ocupação humana, descartando-se, a priori, as cavernas extremamente úmidas ou que sejam acessadas exclusivamente por água, aquelas sem ambientes secos de sedimentação ou que apresentam superfície extremamente irregular, com desmoronamentos, e ainda acesso muito difícil. Foram assim selecionadas, para prospecções de subsuperfície, as seguintes cavidades: Alambari de Baixo, Desmoronada, Córrego Grande I, Chapéu Mirim I, Chapéu Mirim II, Pescaria, Chapéu, Arataca, Minotauro, Fendão, Detrás e Espírito Santo.

Tabela 7. Listagem das cavernas e dados arqueológicos obtidos pela bibliografia

UC	Agrupamentos	Cavernas	Patrimônio Arqueológico
PEI	Bocaina/Lajeado	Fendão; Mãozinha; Minotauro; Jane Mansfield e Santa	Desconhecido
	Sede	Colorida/Beija-Flor; Fogo; Meninos; Detrás; Tatu	Desconhecido
Mosaico de Jacupiranga	PECD	Caverna do Diabo	Conhecido
	PERT	PE do Rio Turvo	Desconhecido
PETAR	Santana	Santana; Morro Preto; Couto; Água Suja; Cafezal	Conhecido apenas para Santana e Morro Preto
	Bairro da Serra	Ouro Grosso e Alambari de Baixo	Conhecido apenas para Alambari de Baixo
	Caboclos 1	Chapéu, Chapéu Mirim I e II e Aranhas	Desconhecido
	Caboclos 2	Pescaria, Desmoronada, Temimina I, Temimina II,	Conhecido apenas para Temimina I e Temimina II
	Casa de Pedra	Casa de Pedra, Espírito Santo, Arataca, Monjolinho e Água Sumida	Conhecido apenas para Casa de Pedra

3.5.9. Turismo

A pesquisa para elaboração do diagnóstico da temática Turismo adotou procedimentos metodológicos que para a coleta de dados quantitativos e qualitativos, primários e secundários.

Para embasamento teórico e legal sobre o espeleoturismo em UC, o trabalho se iniciou com a revisão bibliográfica. Paralelamente a esse estudo a equipe participou das três Oficinas Participativas realizadas nas UC e das reuniões organizadas pela Coordenação Executiva, entre os dias 16 a 18 de fevereiro de 2009. Foram sistematizadas as informações a respeito dos agrupamentos de cavernas e dos municípios envolvidos através de diagnósticos de infra-estrutura local e do entorno próximo.

Para contribuir com os programas de gestão, foi realizada uma pesquisa exploratória de demanda no PEI (Agrupamentos 1 e 2), caverna do Diabo (Agrupamento 3) e PETAR (Agrupamentos 5 e 6 – Santana e bairro da Serra), de forma aleatória para identificar e caracterizar os visitantes. A pesquisa foi aplicada em feriados, épocas em que os locais são mais visitados.

Os trabalhos de campo foram realizados em grupo - com a maioria dos componentes da equipe de pesquisadores e equipe técnica - e sempre utilizando monitores ambientais e parceiros locais.

O caminhamento principal de visitação e os pontos de interpretação foram observados, registrados em mapas e fotografados. A presença constante de dois ou mais monitores com conhecimento da área em que desenvolvem suas atividades teve como objetivo revelar a maneira como o visitante recebe as informações dos profissionais locais. Neste sentido foram gravadas suas falas, com posterior transcrição, para apreensão da terminologia peculiar da região.

A metodologia adotada para as pesquisas da infra-estrutura de atendimento aos visitantes das UC, contou com uma etapa de caráter exploratório e pesquisa bibliográfica para verificação dos equipamentos turísticos existentes nos municípios e posterior elaboração dos questionários fechados a serem aplicados ao comércio diretamente relacionado com o turismo. Os questionários visaram identificar os seguintes equipamentos:

- Meios de Hospedagem – Pousadas/Hospedarias/Hotéis e Campings
- Restaurantes/Bares/Lanchonetes
- Médico hospitalar e farmacêutico
- Agências receptivas.

Durante o trabalho de campo em Iporanga verificou-se a necessidade de se efetuar uma seleção prévia dos estabelecimentos contemplados pela pesquisa, atividade elaborada com apoio da diretora do Departamento de Turismo e Meio Ambiente de Iporanga, Janayna de Oliveira. Essa seleção se deu por meio de critérios como proximidade com o centro da cidade, estabelecimentos tradicionalmente visitados por turistas, qualidade no atendimento e condições físicas do espaço.

Os agrupamentos 4 (PE do Rio Turvo) e 7 e 8 (Caboclos 1 e 2 do PETAR) não possuem infra-estrutura em seu entorno e dependem das instalações situadas a mais de 250 m de distância correspondente à AI da caverna, sob a ótica da infra-estrutura de receptivo.

A metodologia para a projeção considerada parte integrante do estudo contou com a leitura e registros elaborados em todas as cavernas durante o diagnóstico. Nas cavernas em que foi considerada a necessidade de alguma intervenção, consta nos mapas bases os pontos de interferências e ou necessidades de ajustes para visitação levando-se em conta três aspectos: fragilidade do ambiente, segurança do visitante e capacidade de suporte para viabilidade econômica do atrativo.

Para entender a dinâmica do fluxo turístico, foram realizados vários registros do movimento dos grupos no interior das cavernas que oferecem maior visitação atual, número de pontos de observação e dificuldade no caminhamento. O equipamento utilizado foi o SbPointMark da empresa Ecosensor, de Campinas-SP. Trata-se de um equipamento projetado para registrar o tempo dos trajetos realizados pelos guias de turismo, pessoas que precisem registrar ocorrências em determinadas áreas com e em tempos pré-determinados.

3.6. Análise Integrada das Fragilidades

Esta análise foi realizada a partir da integração dos diagnósticos, notadamente por meio dos mapas temáticos de fragilidade do meio físico, do microclima e da fauna cavernícola, bem como suas recomendações específicas para o zoneamento e gestão das cavernas. Além disto, em algumas cavernas contribuíram sobremaneira as recomendações das equipes de patógenos, ocupação humana e patrimônio histórico, cultural e arqueológico. A interação destes componentes foi fundamental para definir:

- O Zoneamento Ambiental Espeleológico
- As especificidades para a implantação dos roteiros de visitação em cada caverna
- Aspectos gerais dos programas de pesquisa e monitoramento
- As normas para o Programa de Uso Público, e, em alguns casos, por cavidade
- A capacidade de carga provisória de cada caverna.

Para que os cruzamentos dos mapas fossem feitos de forma adequada e integrada, o primeiro passo foi estabelecer pesos ponderados para os diversos níveis de fragilidade aos quais os indicadores remetem em sua classificação. Assim, estabeleceu-se um nível hierárquico ponderado de fragilidade, apresentado na Tabela 8.

Tabela 8. Níveis de fragilidade dos indicadores

Nível	Peso (%)	Cor da legenda
Absoluto	75,01 à 100	Preta
Alto	50,01 à 75	Vermelha
Médio	25,01 à 50	Amarela
Baixo	0,01 à 25	Verde
Não classificado/não aplicável	0	Branca

Os níveis de fragilidade estabelecidos refletem a ênfase conservacionista adotada, por estabelecer que, mesmo em áreas de baixa fragilidade, não se considera a possibilidade de peso “zero”. Além disso, estabeleceu-se que o valor de corte entre cada nível de fragilidade é sempre seu limite superior, quando da necessidade de se arbitrar um valor específico para o nível correspondente. Como exemplo, o nível baixo de fragilidade, que possui peso entre 0,01% e 25%, é automaticamente classificado como sendo correspondente a 25% - excetuando-se apenas os casos em que o diagnóstico realizado tenha apontado um valor específico diferente.

3.6.1. Classificação dos Indicadores de Fragilidade

Os mapas de fragilidade foram elaborados a partir de indicadores consagrados de manejo em cada uma de suas áreas específicas do conhecimento. Em todos os casos, os níveis de fragilidade foram considerados em função da presença humana nas cavernas, em grupos não muito adensados, considerando o processo de ordenamento da visitação, em implantação. Assim, o que os indicadores refletem são as perspectivas relativas de fragilidade intrínseca do ambiente em relação ao vetor de pressão antrópica, e não uma vulnerabilidade absoluta do ambiente.

A fragilidade total de cada zona classificada dentro da caverna – ou dela como um todo, no caso da impossibilidade de se obter análises por áreas específicas – foi dada pela soma dos pesos de todos os indicadores dividida pelo total de indicadores utilizados, tal como exposto na Equação 1:

$$FTx = \frac{IF_1 + IF_2 + IF_3 \dots + IF_n}{\sum IFs} \quad (1)$$

Onde:

FTx = Fragilidade específica da zona “x” de uma caverna;

IF_{1, 2, 3...n} = Valores dos pesos de cada indicador de fragilidade, conforme a Tabela 8;

∑IFs = Total de indicadores utilizados para classificar cada zona ou caverna estudada.

Após esta etapa, o resultado obtido pela soma das respostas dadas aos indicadores, para zona específica ou para a caverna como um todo, indicou o nível de fragilidade da área em análise, o qual, invariavelmente, se enquadra em um dos níveis apresentados na Tabela 8.

3.6.2. Mapas Integrados de Fragilidade da Caverna

Os mapas finais de fragilidade de cada caverna analisada foram obtidos pela composição dos diversos mapas temáticos de fragilidade temática ponderados entre si. Seu objeto é conferir maior suporte à tomada de decisão, permitindo uma visualização plena dos fatores de maior fragilidade de cada ambiente e, ao mesmo tempo, da média ponderada de fragilidade por área de uma caverna. No entanto, as fragilidades integradas não determinam, *a priori*, quais áreas são efetivamente usadas e suas respectivas formas de uso previstas para cada caverna, na maioria dos casos. Exceções foram vistas em cavernas com a Minotauro (PEI) ou Espírito Santo (PETAR), onde apenas o mapa de fragilidades máximas – com predomínio do microclima no primeiro caso e da fauna no segundo – foi suficiente para determinar a incompatibilidade da caverna com o uso público, até que estudos mais apurados demonstrem outra perspectiva.

Os mapas integrados de fragilidade foram elaborados de duas formas distintas:

- Mapa de fragilidades máximas, obtido por meio da sobreposição dos mapas de fragilidade temática, fazendo com que se prevaleça a maior fragilidade específica para cada área da caverna estudada e
- Mapa de fragilidade ponderada, produzido a partir de uma nota média entre os diversos estudos pontuados, tal como apresentado na Equação 2:

$$F_z = \frac{FT_1 + FT_2 + FT_3 \dots + FT_n}{\sum FT_s} \quad (2)$$

Onde:

F_z = Fragilidade total da zona específica da caverna;

$FT_{1,2,3,n}$ = Fragilidades obtidas por meio dos estudos temáticos;

$\sum FT_s$ = Total de mapas de fragilidade temática utilizados para se obter o mapa final.

Feita a pontuação, é preciso identificar quantas zonas são possíveis de se obter a partir dos mapas temáticos de fragilidade, o que corresponderá ao mapa com maior detalhamento em número de zonas.

Outro aspecto importante observado foi a importância de se classificar o máximo possível da área disponível de cada caverna, de forma a não deixar lacunas excessivas de áreas não classificadas. Com isso, evitam-se grandes disparidades no cálculo da fragilidade ponderada, onde a nota de uma dada equipe – sobretudo se for uma nota muito elevada ou muito baixa – poderia vir a prevalecer.

3.7. Zoneamento Ambiental Espeleológico – ZAE

O zoneamento constitui um instrumento de ordenamento territorial, usado como recurso para se atingir melhores resultados em planos de manejo espeleológico, a medida que estabelece níveis de restrição espaço-temporal à presença humana, em função de suas fragilidades ambientais de trechos de uma cavidade ou em sua totalidade. Suas primeiras iniciativas de aplicação em cavernas datam dos anos 70, com o trabalho de Clayton F. Lino em cavernas do PETAR. Nos anos 90 e início do Século XXI, as metodologias foram se ampliando e consolidando, por meio dos trabalhos de Marra (2001), Boggiani (2002), WWF e Ing-Ong (2003) e Lobo (2009).

As definições para as categorias de zonas a serem consideradas para o zoneamento interno das cavidades vêm se consolidando a partir da evolução conceitual e de sua aplicação em diversas situações no território nacional. Na atualidade, sua base teórico-conceitual parte do escopo técnico do zoneamento de unidades de conservação de proteção integral.

Nesse sentido, o próprio processo de desenvolvimento do zoneamento ambiental espeleológico (ZAE) ocorrido no presente PME, apresentou evoluções e acréscimos técnicos, metodológicos e conceituais, conferindo maior transparência e diálogo entre as partes envolvidas.

As zonas de manejo encontram-se abaixo apresentadas:

Zona Intangível (ZI): É aquela onde o ambiente deve permanecer o mais preservado possível, não se tolerando quaisquer interferências antrópicas, representando o mais alto grau de preservação. É dedicada à proteção integral do ambiente subterrâneo, ao monitoramento ambiental e desenvolvimento de projetos de pesquisa.

Zona Primitiva (ZP): É aquela onde, ainda que já tenha ocorrido pequena ou mínima intervenção humana, contém espécies da fauna cavernícola ou apresenta características naturais de grande valor científico. Apresenta aspectos de transição entre a Zona Intangível e a Zona de Uso Extensivo. O objetivo de manejo é preservar o ambiente natural e promover atividades de pesquisa científica, educação ambiental, e atividades de exploração e documentação espeleológica.

Zona de Uso Extensivo (ZUE): É aquela constituída em sua maior parte por áreas naturais, sendo constituída por ambientes suficientemente resistentes para permitir a implantação de facilidades educativas e recreativas em escala extensiva, que possibilitarão a minimização dos impactos da visitação. O objetivo do manejo é a manutenção de ambientes naturais com mínimo impacto humano, de forma a promover atividades educativas e de recreação, pesquisa científica e atividades de exploração e documentação espeleológica.

Zona Histórico-Cultural (ZHC): É aquela onde são encontradas amostras do patrimônio histórico/cultural ou arqueológico, que serão preservadas, estudadas, restauradas e traduzidas para o público, servindo à pesquisa e a educação, podendo ocorrer turismo contemplativo e uso científico. O objetivo de manejo é proteger sítios históricos, arqueológicos e paleontológicos, possibilitando visitação pública em harmonia com o meio ambiente.

Zona de Recuperação (ZR): É aquela que contém áreas antropizadas e potencial à recuperação. É considerada como uma zona provisória, uma vez restaurada, será incorporada às demais. O objetivo geral de manejo é deter a degradação dos recursos ou restaurar a área. A restauração deverá ser natural ou naturalmente induzida⁴. Esta Zona permite realização de pesquisas, inclusive com experimentação, exploração e documentação espeleológica e uso público somente para a educação ambiental.

Além destas zonas, a discussão desenvolvida durante Reuniões Técnicas e Oficinas de Zoneamento apontou para a necessidade de se qualificar em níveis distintos o uso turístico de determinadas

⁴ Alguns impactos ambientais em cavernas podem ser minimizados como o restabelecimento das condições de temperatura (Ex. substituição de lâmpadas quentes por lâmpadas frias e de menor intensidade); outros impactos são irreversíveis como os espeleotemas danificados por depredações antigas. Trata-se de aqui de manter os ambientes subterrâneos o mais próximo possível de suas condições naturais, com eventual intervenção física devidamente indicada e autorizada.

cavernas, em função da diferença dos vetores de pressão exercidos por meio das diferentes densidades, intensidades de visitação e impactos resultantes.

Existem níveis de intensidade distintos nas cavernas objeto dos PME e são relativos ao espaço disponível, à fragilidade do ambiente, ao perfil geral de público e às práticas exercidas. Assim, as cavernas do Diabo, Santana, Morro Preto, Couto e Alambari de Baixo atingiram níveis de intervenções mais significativos com suas pontes, passarelas, e no caso da caverna do Diabo iluminação artificial, e volumes de visitação que vão além do entendimento das equipes envolvidas com a elaboração dos PME quanto a sua classificação em Zona de Uso Extensivo.

Com base nestas observações, ficou evidente e coerente a necessidade de se qualificar o ordenamento de visitação e de intervenções em escalas distintas. Assim, uma diferente compreensão, para estas 5 cavidades, levou o GTC a reapresentar a categoria de zoneamento, abaixo transcrita, conforme apresentada inicialmente no TdR ao Cecav/ICMbio e Ibama-SP.

Zona de Uso Intensivo (ZUI): É constituída por áreas naturais ou alteradas. Esta zona concentra as atividades de visitação pública voltadas aos diferentes perfis de visitantes. Nela poderão ser instalados equipamentos para minimização de impactos, de segurança e apoio ao visitante. O objetivo do manejo é a manutenção de ambientes naturais com mínimo impacto humano, de forma a estimular atividades educativas, de recreação intensiva, de aventura e de exploração e documentação espeleológica, além da pesquisa científica.

Zoneamento externo

Zona de Uso Conflitante (ZUC): É constituída por espaços localizados na área de influência, cujos usos e finalidades, estabelecidos antes desse Plano de Manejo, conflitam com os objetivos de conservação da área protegida. São áreas ocupadas por empreendimentos de utilidade pública, como gasodutos, oleodutos, antenas, captação de água, estradas, cabos óticos e outros. O objetivo de manejo é contemporizar a situação existente, estabelecendo procedimentos que minimizem os impactos sobre a cavidade.

Área de Influência (AI): Se constitui em 250 m a partir da projeção horizontal em superfície da caverna, independente do seu desenvolvimento⁵. Contudo, a abordagem sobre o entorno da caverna pode ampliar-se ou reduzir-se, conforme os parâmetros de análise adotados, variando desde uma grande extensão até a delimitação restrita à(s) área(s) de influência direta sobre a caverna, a partir de sua(s) entrada(s) e clarabóia(s).

O Zoneamento de cada caverna foi obtido com base em critérios técnicos, classificáveis em duas categorias:

- I. os fatores detratores do uso antrópico, expressos pelos mapas de fragilidade do meio físico, microclima, espeleobiologia e, em alguns casos, com os apontamentos de fragilidades da equipe de arqueologia; e os mapas de fragilidade integrada (máxima e ponderada);

⁵Fonte: Anexo I do Termo de Ajuste de Conduta (TAC) homologado pela Justiça Federal no processo 2008.61.04.000728-5 ACP da 4ª V. Federal de Santos.

2. os fatores motivadores do uso público, representados nos mapas de potencialidades de visitação e respectivos cenários propostos, bem com nas observações apresentadas pelos atores participantes do processo.

O Zoneamento foi consensuado em oficinas, com a participação de coordenadores temáticos, membros do GTC, consultores, representantes dos Conselhos Consultivos das UC e do poder público municipal, monitores ambientais, pesquisadores e demais interessados. A lógica de discussão dos materiais elencados partia da apresentação do mapa de potencialidades de visitação e dos respectivos cenários projetados, na forma de roteiros e propostas de capacidade de carga preliminar, em sua maioria, baseadas em coeficientes de rotatividade (cf. classificação de LOBO et al., 2009). Na sequência, as fragilidades do ambiente eram expostas, já com vistas ao cenário projetado, apresentando os possíveis detratores à pressão antrópica. A busca pelo equilíbrio entre as diversas áreas de conhecimento e temáticas estudadas foi ponto fundamental deste processo. O resultado final para cada zona de manejo já forneceu a capacidade de carga provisória da caverna.

O ponto metodológico principal adotado pelos coordenadores temáticos como diretriz de conservação do ambiente foi a estratégia de caminhamentos lineares de visitação, tal como preconizaram os trabalhos de Lino et al. (1994), Lobo (2006) e Boggiani et al. (2007). Assim, foram estipuladas zonas lineares no Zoneamento restritas ao caminhamento adotado na visitação, de forma a delimitar o máximo possível os locais onde cada cavidade estaria sujeita a receber maior intensidade de impactos. Outras características inerentes ao processo executado foram:

- Em Zonas Primitivas, foi permitida a visitação apenas em pequena escala, ou atividades específicas de estudo do meio (universidades, por exemplo, para a abordagem de temas muitas vezes representados pelas próprias fragilidades), em caminhamentos delimitados;
- Em áreas de baixa fragilidade, permitiu-se o uso público em média ou larga escala, além de atividades ecumênicas (gruta da Santa) e eventos culturais (gruta do Morro Preto), treinamentos (resgate, monitores etc.) e estudo do meio para todos os níveis de ensino;
- A existência de áreas sem classificação na caverna, nos mapas de fragilidade, foi analisada com extrema cautela. A inexistência de estudos não foi tomada como uma possibilidade de uso, mas sim, como uma restrição prévia. Em roteiros propostos nessas áreas e considerados de interesse, registrou-se a necessidade de enfoque nos programas de pesquisa ou monitoramento para se estabelecer os níveis de fragilidade temática e futura análise de viabilidade da visitação, permitindo o reenquadramento do ZAE.

3.8. Programas de Gestão

3.8.1. Orientação Estratégica

Os Planos de Manejo Espeleológico foram elaborados a partir de uma abordagem estratégica que procurou selecionar temas, atividades e ações que fossem consideradas prioritárias para estruturar os Programas de Gestão, bem como a utilização dos recursos materiais, humanos e financeiros disponíveis. Esta orientação metodológica foi desenvolvida durante o processo de elaboração do Plano de Manejo do PE da Serra do Mar, e devido aos resultados positivos alcançados com esta primeira experiência, o Núcleo Planos de Manejo/FF pôde adaptá-la e utilizá-la novamente.

Assim, os PME foram concebidos a partir de uma metodologia de planejamento que combina as etapas de diagnóstico, análise e elaboração de propostas estratégicas e ações de manejo que mais contribuam para que as UC possam atingir seus objetivos quanto ao manejo das cavidades naturais.

As principais etapas para a elaboração do planejamento estratégico dos Planos de Manejo Espeleológico estão representadas na Figura 12.

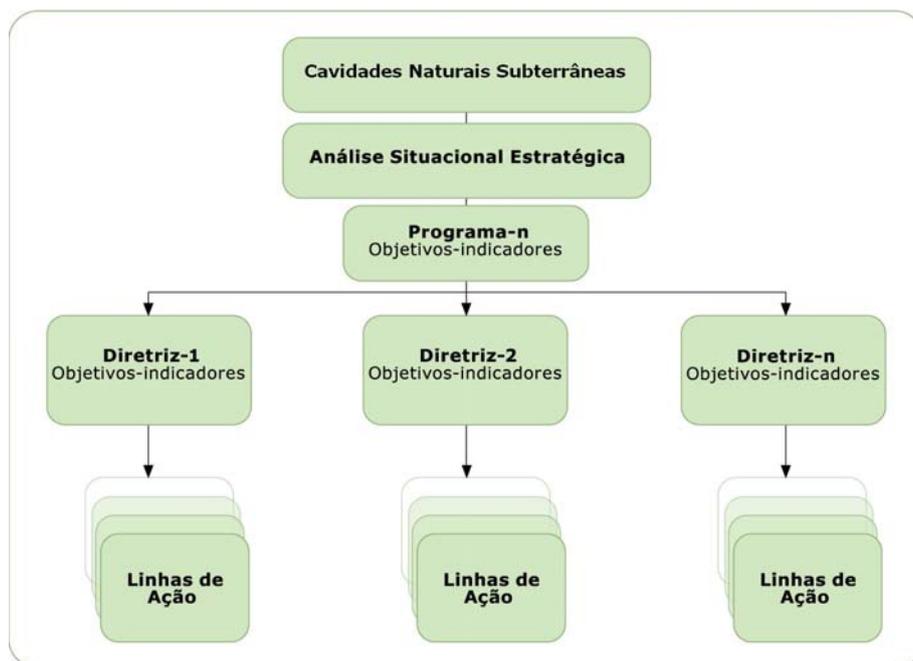


Figura 12. Etapas para a elaboração do planejamento estratégico

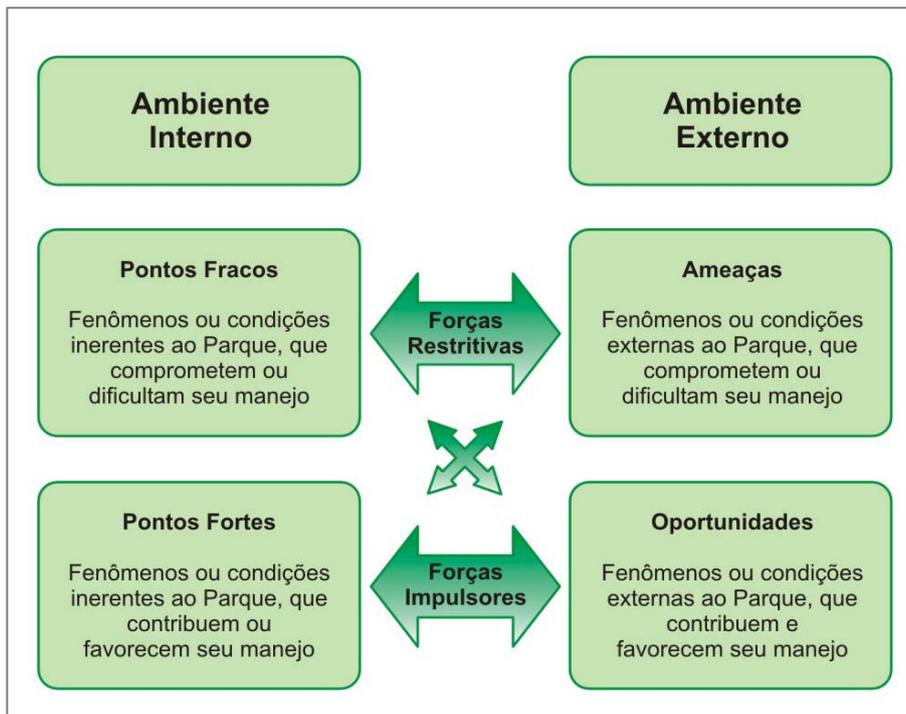
3.8.1.1. Diagnóstico e Análise da Situação Atual

Esta etapa foi desenvolvida em duas frentes:

1. Diagnóstico e a avaliação do meio, que incluiu análises sobre o contexto dos agrupamentos nas temáticas: leishmaniose, patrimônio histórico cultural e ocupação humana; e em cada uma das cavidades naturais subterrâneas nas temáticas: espeleogeologia, hidrologia, paleontologia, microclima, espeleotopografia (quando necessário), espeleobiologia, histoplasnose, patrimônio arqueológico e turismo; e
2. Diagnóstico e avaliação dos Programas de Gestão, no qual desenvolveu-se a análise situacional estratégica para cada um dos Programas, incluindo os fatores - internos e externos - que impulsionam ou dificultam o alcance dos objetivos do Programa. Os fatores que constituem o cenário interno foram caracterizados como Pontos Fortes e Pontos Fracos e condicionam seu manejo. Os fatores do cenário externo são caracterizados como Oportunidades e Ameaças (Figura 13). O objetivo em se construir esta matriz de planejamento estratégico foi alinhar os programas com as informações técnicas, as ansiedades da comunidade e a postura institucional estabelecida.

Os aspectos analisados foram focados na elaboração dos seguintes programas:

- Programa de Uso Público
- Programa de Pesquisa
- Programa de Monitoramento



Fonte: Roteiro Metodológico do Ibama (2002)

Figura 13. Análise situacional estratégica

3.8.2. Formulação dos Programas de Gestão

Os Programas de Gestão são estratégias para que o PME atinja seu objetivo geral. Cada programa tem seus objetivos e indicadores e é constituído por um conjunto de Diretrizes e suas respectivas Linhas de Ação.

3.8.2.1. Formulação das Diretrizes

As diretrizes representam a síntese de todas as questões críticas relacionadas a um determinado programa de gestão. São estrategicamente estruturadas, e promovem o agrupamento de temas afins através das Linhas de Ação. Como as ações são correlacionadas o avanço de uma diretriz impulsiona outras. A implantação das Diretrizes permite que os objetivos do Programa sejam alcançados.

3.8.2.2. Formulação das Linhas de Ação

As Linhas de Ação são um conjunto de atividades que permite que o objetivo de uma determinada diretriz seja alcançado. Não se constituem em atividades no sentido de uma implantação direta, mas sim em um contexto e com uma intenção, compondo uma linha diretiva, que abrange várias atividades. Neste PME, algumas linhas de ação foram detalhadas e outras não, conforme o grau de desenvolvimento das ações já desenvolvidas no Parque ou das concepções sobre elas.

3.8.3. Programa de Uso Público

Os procedimentos metodológicos do Programa de Uso Público (PUB) seguem as seguintes etapas:

- Análise dos diagnósticos dos meio físico, biótico, microclima, patrimônio arqueológico e cultural e particularmente de turismo;
- Contribuições oriundas das Reuniões Técnicas e Oficinas Participativas;
- Projeção de cenários desejáveis de visitação, concebidos considerando o coeficiente de rotatividade da caverna;
- Estabelecimento de capacidade de carga de cada caverna, definida como o limite máximo de uso antrópico, para as diversas finalidades possíveis, sem causar danos ambientais irreversíveis (CIFUENTES-ARIAS et al., 1999; BOGGIANI et al., 2007; LOBO, 2008).

O nível de detalhe na identificação da capacidade de carga pode ser mais ou menos aprimorado, variando entre uma diretriz básica de cunho operacional até a identificação dos limites aceitáveis de variação dos parâmetros de controle do ambiente. Desta forma, a capacidade de carga (e por consequência, algumas das linhas de ação do Programa de Uso Público) deve estar sinergicamente ligado ao programa de monitoramento.

Do ponto de vista prático, a capacidade de carga provisória de cada caverna foi desenvolvida em três etapas:

- i. Projeção de cenários desejáveis de visitação, que foram concebidos considerando o coeficiente de rotatividade da caverna (cf. classificação de Lobo et al., 2009), a capacidade de manejo instalada em cada núcleo de visitação e o diagnóstico de turismo;
- ii. Limitação dos cenários nas oficinas de zoneamento, por meio dos níveis de fragilidade ambiental, que também foram pontuados em uma escala percentual variável entre 1% (baixa fragilidade) e 100% (fragilidade absoluta). A aplicação se diferenciou da proposta de fatores de correção do método de Cifuentes-Arias et al. (1999), pois não foi feita a aplicação matemática do coeficiente de fragilidade por zona – máxima ou ponderada. Isto porque esta aplicação prescindiria uma comprovação denexo causal entre os aspectos levantados nos mapas de fragilidade e a presença humana, o que é possível, na maioria dos casos, após estudos em intervalos mais amplos de tempo. Todavia, revisões futuras podem considerar estes coeficientes preliminares de fragilidade para eventuais correções à capacidade de carga preliminar proposta;
- iii. Ajustes finais para facilitar a gestão integrada dos roteiros, quando necessário.

Os roteiros foram classificados segundo seu grau de dificuldade, a partir de metodologia desenvolvida por Lobo et al. (2010), oferecendo um parâmetro geral da hierarquização dos roteiros espeleológicos aprovados.

3.8.4. Programa de Monitoramento de Impactos

Com base nos diagnósticos do meio físico, microclima, meio biótico, arqueologia e patrimônio cultural e, por fim diagnóstico e propostas do uso público, conduzidos pelos especialistas, no âmbito deste PME e, ainda na oficina de pesquisa, foi elaborado o programa de monitoramento. A metodologia adotada para o referido programa segue conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 9. Metodologia utilizada para a elaboração do Programa de Monitoramento

Programa de Monitoramento	Principais Resultados a serem Obtidos: <ul style="list-style-type: none">▪ Levantamento dos principais impactos da visitação▪ Identificação de indicadores de impactos ambientais de fácil mensuração e diretamente observáveis▪ Apontamento das necessidades de monitoramento específicos e especializados▪ Indicação de estratégias de manejo para os impactos verificados.
Procedimentos Metodológicos: <ul style="list-style-type: none">▪ Análise dos diagnósticos dos meio físico, meio biótico, microclima, patrimônio arqueológico e cultural e uso público▪ Contribuições oriundas das Oficinas: Pesquisa, Zoneamento Ambiental Espeleológico e Conclusivas do PM▪ Consulta a especialistas para estabelecimento de monitoramento específicos e de acompanhamento obrigatório de pesquisadores temáticos▪ Consulta a metodologias de monitoramento dos impactos da visitação já existentes em cavernas.	
Produtos Obtidos:	<ul style="list-style-type: none">▪ Relatório com a consolidação do Programa.

3.8.5. Programa de Pesquisa Científica

O diagnóstico das pesquisas relativas às cavernas objeto deste PME baseou-se na avaliação de levantamentos anteriormente realizados e seleção de referências, na busca ativa em bases de dados e na listagem dos dados identificados.

Embora já existam bases de dados de pesquisas e levantamentos bibliográficos realizados para parte da região de estudo ou para áreas do conhecimento de espeleologia, este material não foi compilado especificamente para avaliar o grau de conhecimento sobre as cavernas em questão, gerando grande volume de dados, mas pouco qualificado para as finalidades deste estudo.

Estes levantamentos focam a coleta de referências relativas a uma região ou campo do conhecimento, representando importante fonte de consulta sobre cada assunto, mas não possibilitando a avaliação do grau de conhecimento específico de uma caverna ou de um conjunto de cavernas, já que não trazem este grau de detalhamento de dados.

Além disso, muitas das referências listadas não são de fácil acesso e a simples avaliação do título, na maioria das vezes, não permite identificar se o trabalho tem ou não relação com as cavidades deste estudo. Outro problema inerente a estes tipos de levantamentos é seu alcance no tempo, já que as pesquisas continuam a ser realizadas e em pouco tempo o material se torna desatualizado.

Para contornar a dificuldade de selecionar pesquisas de interesse para este levantamento, partiu-se da seleção e busca dos trabalhos listados em levantamentos anteriores, tentando-se, na medida do possível, identificar as cavernas abordadas em cada estudo, conforme apresentado na lista abaixo:

- Sugieda, A.M. 2008. Pesquisa científica e proteção da geodiversidade. In Plano de Manejo Parque Estadual de Intervales. Fundação Florestal, Geografia USP, Instituto Geológico
- Figueiredo, L.A.V.; Zampaulo, R.A.; Marinho, P.A.. 2005. Pesquisas científicas e qualificação acadêmica em espeleologia e temas afins: desenvolvimento de um catálogo sobre a produção universitária brasileira. Anais... Congresso Brasileiro de Espeleologia, 28, Campinas: SBE. p.44-65

- Salvati, S.S. (Coord.) 2004. Projeto “Implementação da 1ª fase do Plano de Manejo do PETAR: Formação do Grupo Interinstitucional de Apoio”. Relatório Técnico. WWF-Brasil e Instituto Physis – Cultura e Ambiente, 66p
- Figueiredo, L.A.V. (Coord.) 2003. Banco de dados bibliográficos de estudos e pesquisas realizadas no PETAR e região. Versão preliminar para discussão. CRBMA, FSA, IF/PETAR, 81p
- Figueiredo, L.A.V.; Martins, C.A.; Oliveira, R.R.. 1997. Produção técnico-científica em espeleologia: panorama preliminar brasileiro. Anais... Congresso Brasileiro de Espeleologia, 24, Ouro Preto: SBE. p.21-30
- Trajano, E.. 1992. Cavernícolas brasileiros: uma bibliografia bioespeleológica. Espeleo-Tema, São Paulo: SBE, v.12, p.103-108.

Para ampliar o levantamento e incorporar pesquisas recentes ou não listadas anteriormente, foi feita uma busca ativa em várias bases de dados como:

- Banco de dados da comissão técnico-científica do Instituto Florestal – Cotec
- Base de dados Scielo – FAPESP
- Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP
- Google Scholar
- Biblioteca Digital da Unicamp – SBU
- Biblioteca Espeleológica da SBE “Guy-Christian Collet”.

A busca por referências também se estendeu à leitura e avaliação da bibliografia citada nas obras consideradas mais significativas para as cavernas da região, além da indicação de pesquisadores de diversas áreas.

Também buscou-se qualificar as referências encontradas listando os seguintes dados:

- Referência Bibliográfica – Autor(es), título, dados da publicação, ano de publicação e link para arquivo disponível on-line (quando possível)
- Tipo da Publicação – Publicação nacional, publicação internacional, livro, capítulo de livro, tese de doutorado, dissertação de mestrado, trabalho de conclusão de curso, relatório e apresentação em eventos/anais
- Origem do trabalho – Universidade pública, universidade privada, instituição governamental, grupos de espeleologia/instituições particulares
- Grande área do conhecimento – Geociências – aqui considerados também os trabalhos de topografia e descrição das cavernas –, Biológicas e Humanas
- Base de dados do Cotec – Identificada ou não na base de dados
- Cavernas abrangidas – Identificação das cavernas abrangidas no estudo.

As referências identificadas constam no Anexo 17. Tomando por base os estudos realizados em cada cavidade natural subterrânea procedeu-se a análise dos dados. Além disso, a coleta de informações e indicações das pesquisas prioritárias foi feita durante toda a execução dos PME, considerando a manifestação dos consultores em seus relatórios ou durante as diversas oficinas realizadas. Os dados foram consolidados a partir da Oficina de Pesquisa realizada em 27 de outubro de 2009, na Fundação Florestal, em São Paulo.