

Plano de Manejo



Parque Nacional de Aparados
da Serra e Serra Geral

Encarte 3 - Anexo: Volume II - Relatórios Temáticos

MMA/IBAMA



Presidência da República

Luiz Inácio Lula da Silva

Ministério do Meio Ambiente

Marina Silva

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

Marcus Luiz Barroso Barros

Diretoria de Ecossistemas

Cecilia FOLONI Ferraz

Coordenação Geral de Ecossistemas

Pedro Eymard Camelo Melo

Coordenação Geral de Unidades de Conservação

Guadalupe Vivekananda

Gerência Executiva - RS

Cecilia Hypolito

Gerência Executiva - SC

Luiz Fernando Krieger Merico

Chefe dos Parques Nacionais de Aparados da Serra e Serra Geral

Fernando Athayde de Nóbrega (até Outubro/2003)

Renzo Alberto Guillermo Bassanetti (em exercício)

IBAMA/DIREC

Coordenação de Gestão de Unidades de Conservação

Dione Côrte

Supervisão e Acompanhamento Técnico do Plano de Manejo para os Parques Nacionais de Aparados da Serra e Serra Geral

Marisete Inês Santin Catapan – Coordenação Geral

Edilene Menezes – Acompanhamento Técnico pelo IBAMA

Lêda Maria Vasconcelos Furtado – Acompanhamento Técnico pelo IBAMA

Jordan Wallauwer – Representante da gerência Executiva do IBAMA no estado de Santa Catarina

José Paulo Fitarelli – Representante da Gerência Executiva do IBAMA no estado do Rio Grande do Sul

Chefe dos Parques Nacionais de Aparados da Serra e Serra Geral/RS/SC

Fernando Athayde Nóbrega – até Outubro de 2003

Renzo Alberto Guillermo Bassanetti – a partir de Outubro de 2003

Agradecimentos

Margarene Beserra

Pedro Luiz Migliari

Equipe Técnica – SOCIOAMBIENTAL Consultores Associados Ltda

Marcos Da-Ré – coordenação geral e Uso Público

Eduardo Castilho Saliés – planejamento e Uso Público

Roberto Antonelli Filho – coordenador da Avaliação Ecológica Rápida

Rafael Garziera Perin – botânica

Dante R. C. Buzzetti – avifauna

Marcelo Mazzolli – mastofauna

Magno Segalla – anurofauna

Karen Follador Karam – coordenadora da socioeconomia

Ricardo Martello – socioeconomia

Eduardo Hermes Silva – planejamento, socioeconomia e percepção socioambiental

Luis Fernando Carvalho – uso público

Alexey Bevilacqua Tormin Borges – ecoturismo

Marcos Tortato – ecoturismo

Carlito Duarte – recursos hídricos

Maurici Amantino Monteiro – climatologia

Neide Beschtold - climatologia

Cláudio Gomes - fogo

Marcelo Luvison Rigo – geologia e geomorfologia

Este trabalho foi realizado com recursos da Compensação Ambiental do Empreendimento Linha de Transmissão Itá-Caxias.

ELETROSUL – Empresa Transmissora de Energia Elétrica do Sul do Brasil S/A Gerência do Patrimônio Imobiliário e do Meio Ambiente

Luiz Augusto Portella Filho – até março de 2003

Aldo Pedro Ferrari – a partir de março de 2003

SOCIOAMBIENTAL Consultores Associados Ltda

Sócio-gerente

Ricardo Müller Arcari

Coordenação Técnica

José Olímpio da Silva Junior

DIRETORIA DE ECOSSISTEMA - DIREC/IBAMA

Fone: (61) 316 1163/316 1164 - Fax: (61) 225 7517

SAIN Via L4 Norte - Edifício Sede do IBAMA

70800 200 – Brasília - DF

ANEXOS

- RELATÓRIO TEMÁTICO: CLIMATOLOGIA
- RELATÓRIO TEMÁTICO: GEOLOGIA / GEOMORFOLOGIA E PEDOLOGIA
- RELATÓRIO TEMÁTICO: HIDROLOGIA

RELATÓRIO TEMÁTICO: CLIMATOLOGIA

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2
2. DINÂMICA ATMOSFÉRICA SAZONAL.....	4
2.1 Verão.....	4
2.2 Outono.....	5
2.3 Inverno	6
2.4 Primavera	7
3. COMPORTAMENTO DOS PARÂMETROS METEOROLÓGICOS E DE OUTROS FENÔMENOS IMPORTANTES NA REGIÃO.....	8
3.1 Temperatura.....	8
3.2 Umidade Relativa	10
3.3 Precipitação.....	11
3.4 Vento	13
3.5 Nebulosidade.....	15
3.6 Névoa e Nevoeiro.....	16
3.6.1 Névoa seca	16
3.6.2 Névoa úmida	16
3.6.3 Nevoeiro	17
3.7 Fumaça.....	18
3.8 Neve	18
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	19
5. Continuação	20
6. BIBLIOGRAFIA.....	21

ESTUDO CLIMATOLÓGICO DA REGIÃO DE APARADOS DA SERRA E ÁREAS DO ENTORNO A VERTENTE LESTE DA SERRA GERAL

1. INTRODUÇÃO

O estudo do clima da região de Aparados da Serra, e áreas do entorno a vertente leste da Serra Geral, baseou-se em dados climáticos de temperatura, precipitação, umidade relativa, nebulosidade e vento das estações meteorológicas de Bom Jesus, localizada na serra gaúcha a 28° 40' S e 50° 26' W, com altitude de 1.053 metros; São Joaquim, no planalto sul catarinense, a 28° 17'S e 49° 55'W com altitude de 1.388 metros e Araranguá, no litoral sul catarinense a 28° 53'S e 49° 31'W, com altitude de 12 metros (mapa 1)

Os dados de Bom Jesus tiveram como fonte às mornais climatológicas do período de 1961 a 1990 do DNMET – Departamento Nacional de Meteorologia e os de Araranguá e São Joaquim, do mesmo período, pertencentes ao CLIMERH – Centro Integrado de Meteorologia e Recursos Hídricos de Santa Catarina.

A utilização desses dados se deve a necessidade de caracterizar o clima da região com dados mais completos e de maior qualidade, tendo em vista possuírem um longo período de coleta (30 anos). Além de apoiar, com a diferença de altitude, a verificação da influência do relevo em alguns parâmetros meteorológicos, como a temperatura e a precipitação.

Para melhor entender os tipos de tempo local, considerou-se a atuação sazonal dos sistemas atmosféricos atuantes na região bem como o efeito do relevo.

Os principais sistemas meteorológicos responsáveis pelos tipos de tempo na região são as frentes frias, os vórtices ciclônicos, os cavados de baixos e médios níveis, a convecção tropical, os complexos convectivos de meso-escala (CCM's) a circulação marítima e os ciclones extratropicais. Cada sistema possui mais ou menos atuação e intensidade na formação dos tipos de tempo, de acordo com cada estação do ano.

Inicialmente será caracterizado o clima da região, enfatizando os sistemas atmosféricos que mais se destacam em cada estação do ano. Por fim, o comportamento de cada parâmetro meteorológico, e outros fenômenos importantes, correlacionados à modelagem do relevo da região e os sistemas atmosféricos.

Mapa 01: localização das Estações Meteorológicas

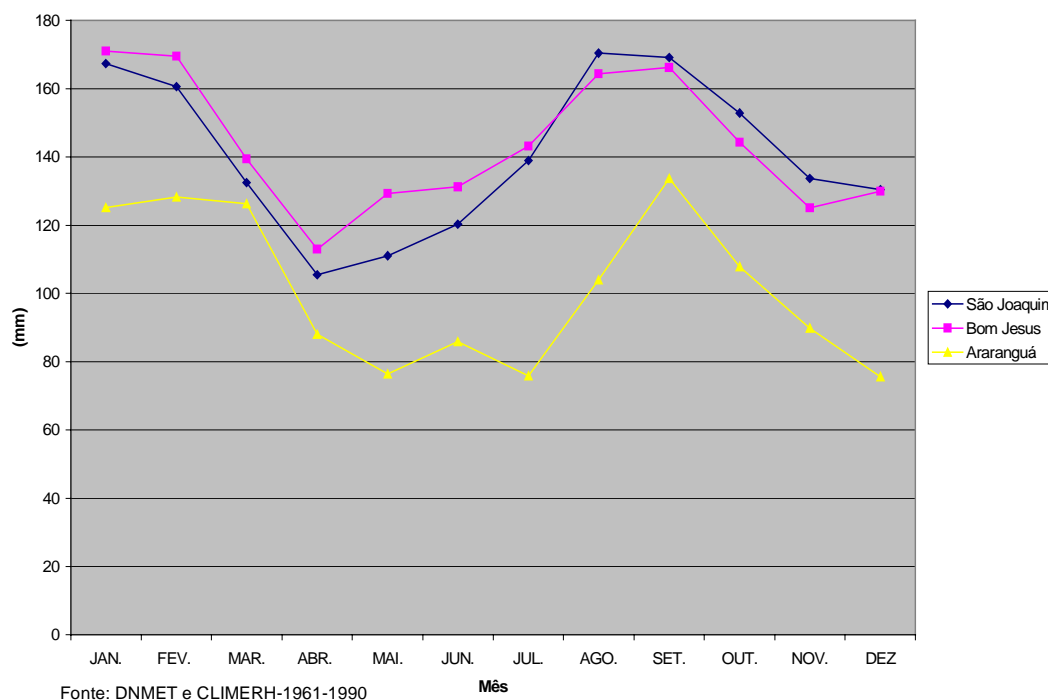
2. DINÂMICA ATMOSFÉRICA SAZONAL

2.1 Verão

No verão, o forte calor, favorece a formação de convecção tropical, principal sistema atmosférico responsável pelas chuvas de verão. Esse sistema favorece o desenvolvimento de núcleos de nuvens muito acentuadas do tipo Cumulonimbus (Nuvens de trovoadas). Esse tipo de nuvens, geralmente, desenvolve-se no período da tarde a partir das 15 horas.

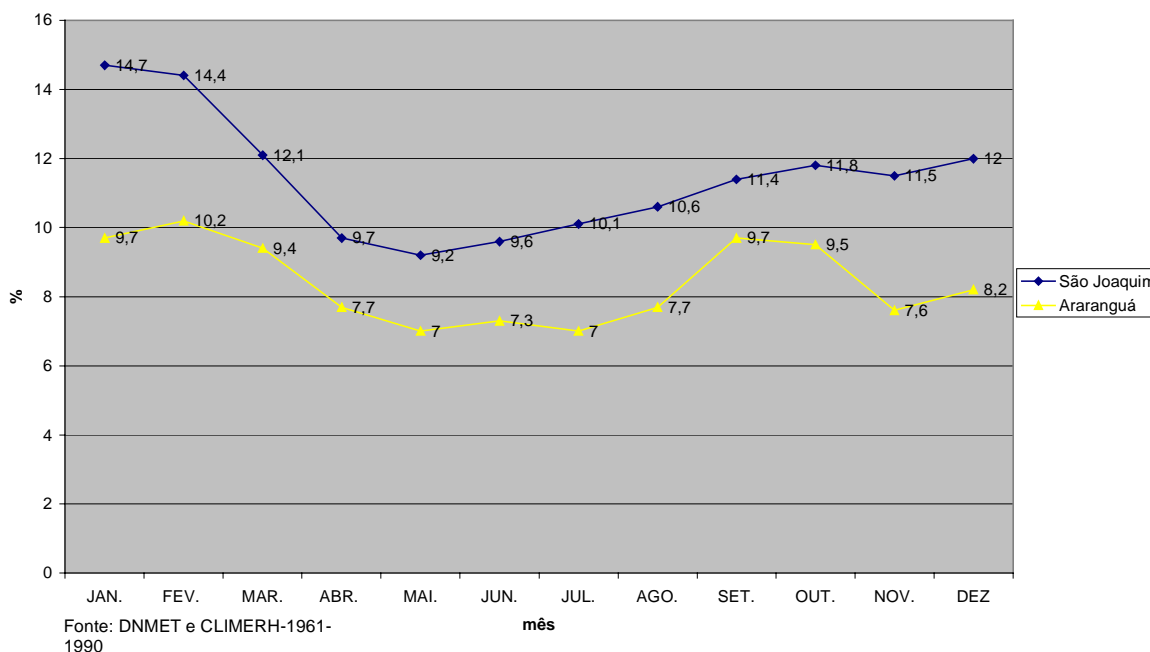
As fortes pancadas de chuva associadas a esse tipo de nuvens, são responsáveis pelos altos índices de precipitação na região, principalmente em janeiro, conforme mostra a figura 1.

Figura 1. Médias mensais de precipitação



Já no mês de março a convecção tropical perde força diminuindo a quantidade e dias de chuvas conforme figura 2. Durante esse mês, as chuvas são mais persistentes na primeira quinzena.

Figura 2. Médias mensais de dias de chuva



2.2 Outono

Outono é a estação de tempo mais estável do ano na região. Na segunda quinzena de março são observadas as primeiras incursões de massas de ar polar, que provocam queda acentuada na temperatura. A partir de abril, os bloqueios atmosféricos, sistema que impedem o deslocamento das frentes sobre a Região Sul do Brasil, passam a ser muito persistente. Neste caso as frentes frias chegam ao Uruguai e/ou sul do Rio Grande do Sul e ficam semi-estacionária, resultando em períodos de tempo bom, sem ocorrência de chuva, na região de estudo. O mês de abril é o que apresenta condição de tempo mais estável, com baixos índices pluviométricos, para o planalto e o mês de maio, para as áreas da Vertente Leste da Serra Geral, conforme figura 1.

Os Bloqueios favorecem a ocorrência de grande amplitude térmica, com temperaturas baixas pela manhã e mais elevadas no início da tarde. Sob a influência desses sistemas, cada dia que passa, as temperaturas tornam-se mais elevadas e só declinam quando o bloqueio é desativado e a frente fria, semi-estacionária sobre o Uruguai e/ou Rio Grande do Sul, avança para nordeste passando sobre a região.

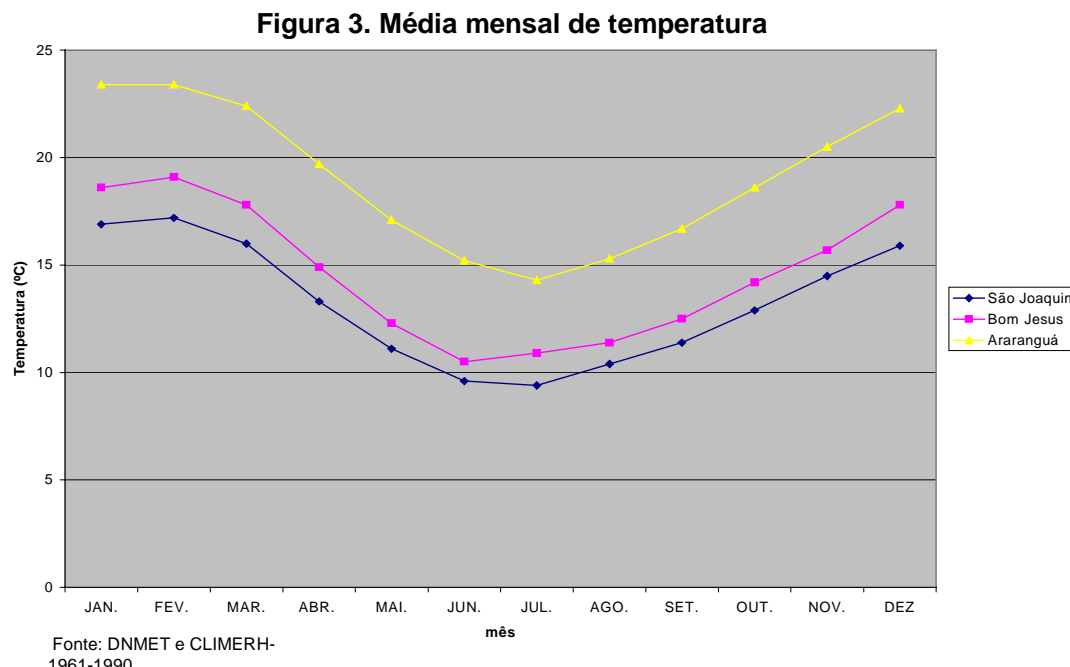
Esse período de temperaturas mais elevadas, principalmente nos meses de abril e maio é conhecido como veranico. Mas, para que uma frente fria rompa um bloqueio atmosférico é preciso que uma massa de ar polar avance com forte intensidade sobre a Região Sul e que seja mais continental, ou seja, entre na América do Sul a partir do centro do Chile. Quando isso acontece, forma-se sobre o oceano Atlântico, litoral do Uruguai e do Rio Grande do Sul, um Ciclone Extratropical - baixa pressão intensa.

A diferença de pressão formada entre o Anticiclone Polar - centro de massa de ar polar - sobre a Argentina e o Ciclone Extratropical no oceano, ocasiona ventos com rajadas muito fortes sobre a região, inicialmente de noroeste, passando a sudoeste. No mês de junho, o

tempo muda, ocorre mais incursão de massas de ar frio e as frentes frias já começam a tomar características de inverno.

2.3 Inverno

Esse período do ano é caracterizado pelo domínio das massas de ar frio que ocasionam as temperaturas mais baixas, conforme pode ser observado na figura 3.



O contraste térmico entre a massa de ar frio e a tropical, desenvolve uma frente fria. A frente fria é o sistema atmosférico mais importante na distribuição das chuvas, nessa época do ano, sobre a região, podendo alcançar a frequência média de 5 a 7 frentes a cada mês, sendo o mês de julho o de mais passagens frontais

Outros sistemas atmosféricos como os vórtices, os cavados, os complexos e a circulação marítima atuam com razoável frequência nessa época do ano, sobre a região.

Entre todos os sistemas, os vórtices e os complexos convectivos de meso-escala, são os que apresentam maior instabilidade podendo ocasionar tempestades localizadas.

Os vórtices podem atuar durante todo o período, mas os CCM's são persistentes entre a segunda quinzena de agosto e a primeira de outubro, sendo os responsáveis pelo elevado volume de chuvas, que ocorre nesse período, conforme pode ser observado na figura 1.

Os Complexos são aglomerados de trovoadas que se formam, em sua maioria, sobre o Norte da Argentina durante a madrugada e deslocam-se rapidamente para leste/nordeste, atingindo a região no início da manhã, com pancadas de chuvas fortes, acompanhadas de trovoadas, granizo isolado e rajadas de ventos fortes.

A intensa dinâmica atmosférica do período de inverno sobre a região ocasiona mudanças bruscas nas condições de tempo; antes da chegada dos sistemas atmosféricos – a maior parte da instabilidade é proveniente do sul -, os ventos sopram do quadrante norte, a temperatura sobe, a pressão atmosférica e a umidade relativa do ar diminuem.

Com a chegada do sistema, os ventos viram bruscamente, geralmente com rajadas fortes, ocorrem chuvas, a temperatura declina e a pressão e umidade sobem. Mas, na retaguarda do sistema instável, de modo geral, surge anticiclone polar - centro de ação da massa de ar frio.

Quando instalado sobre a região, esse sistema ocasiona tempo estável, com predomínio de céu claro e acentuado declínio de temperatura, favorecendo a ocorrência de geada.

Em condições semelhantes, pode ocorrer neve, desde que ocorra queda acentuada na temperatura pela advecção do ar frio proveniente do anticiclone polar, quando este, encontra-se com forte intensidade sobre a Argentina.

As baixas temperaturas e ainda a nebulosidade baixa do sistema frontal, em deslocamento para o oceano, favorecem a precipitação de neve sobre a região.

Quando nessa época do ano, os anticiclones polares deslocam-se sobre o oceano há predomínio de ventos de sudeste a leste na região, transportando muita umidade e deixando o tempo fechado, com visibilidade reduzida por nevoa úmida, nevoeiro e nebulosidade baixa do tipo stratus que podem manter-se por mais de 24 horas, principalmente na vertente leste da serra geral.

2.4 Primavera

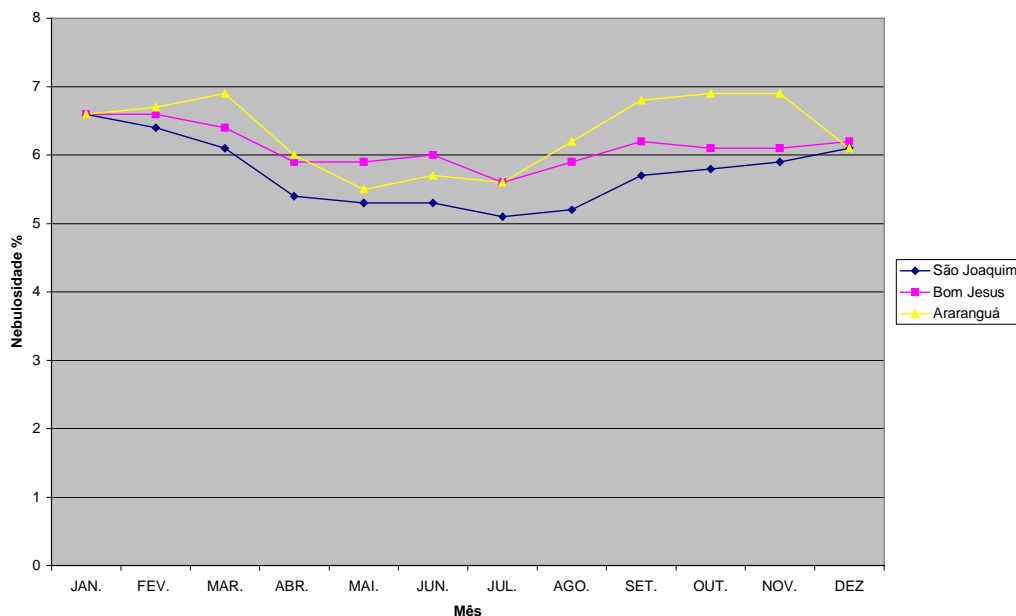
Nesta estação do ano, o tempo começa a voltar a estabilidade, mas ainda no início de outubro é muito instável, por influência dos CCM's, que são mais susceptíveis de ocorrer quando a pressão atmosférica diminui muito sobre a região do Paraguai.

A partir da segunda quinzena de outubro, com o enfraquecimento dos CCM's e com pouca atuação das frentes frias e demais sistemas atmosféricos, o volume de chuva diminui significativamente em relação aos meses de agosto e setembro, conforme figura 1.

Nesta época do ano, apesar da diminuição da precipitação, observada na figura 1, há presença de muitas nuvens sobre a região, conforme figura 4.

Isso se deve a passagem de frentes frias sobre o oceano, sem ocasionar chuva significativa na região de Aparados da Serra e vertente leste Serra Geral.

Figura 4. Médias mensais de nebulosidade



Fonte: DNMET e CLIMERH-1961-1990

Nessa estação do ano, o tempo mais estável ocorre entre a segunda quinzena de novembro e a primeira de dezembro, ocasionando diminuição da precipitação, nebulosidade e da umidade relativa, principalmente na vertente leste da Serra Geral.

3. COMPORTAMENTO DOS PARÂMETROS METEOROLÓGICOS E DE OUTROS FENÔMENOS IMPORTANTES NA REGIÃO

3.1 Temperatura

É um parâmetro meteorológico que sofre a influência das massas de ar e da altitude da região. Durante o dia, as mínimas ocorrem próximo ao nascer do sol e as máximas por volta das 14:00 horas.

No verão, as mínimas variam, em média, de 12 a 13°C no planalto, e de aproximadamente 15 a 16°C na vertente leste. Neste período, às máximas em média de 22 a 23°C no planalto, e de 26 a 27°C na vertente leste, sendo os meses de janeiro e fevereiro os mais quentes.

No inverno, as mínimas variam, em média de 6 a 8°C no planalto e de 9 a 11°C na vertente leste. As máximas variam, em média, de 15 a 17°C no planalto e de 20 a 21°C na vertente leste.

Dependendo da intensidade e permanência de uma massa de ar sobre a região, ocorrem episódios de temperaturas extremas. Sob influência de uma massa tropical atuando por vários dias, geralmente em situação de bloqueio atmosférico, as temperaturas sobem dia-a-dia, atingindo médias inéditas.

Nesses casos, as máximas extremas ocorrem quando a frente fria, que estava semi-estacionária sobre o Uruguai e/ou Rio Grande do Sul, começa a avançar para nordeste ou para o oceano.

Esses episódios podem ocorrer em qualquer época do ano, mas são mais evidentes no verão, quando as massas de ar tropicais são, por natureza, mais intensas.

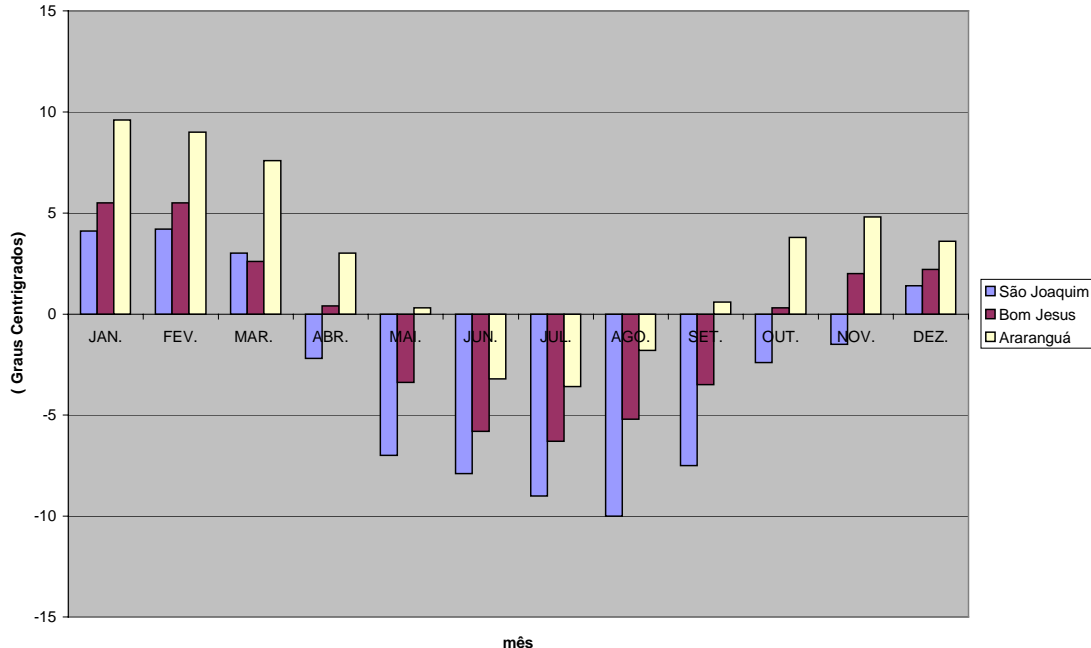
Por outro lado, sob domínio de uma massa de ar polar de forte intensidade, geralmente quando o anticiclone polar estiver sobre o continente, às temperaturas declinam significativamente na região, o frio torna-se mais intenso.

Como a temperatura sofre influência do relevo, na região do planalto pode ocorrer temperatura negativa de abril a novembro sendo mais baixas entre julho a agosto conforme figura 5.

Já na vertente leste, o frio mais intenso, com temperaturas negativas ocorre no trimestre junho – julho – agosto (figura 5).

No período em que o fenômeno La Niña está atuando, esses episódios de frio intenso passam a ser mais persistente.

Figura 5. Temperatura mínima absoluta



Fonte: DNMET e CLIMERH-
1961-1990

Dependendo da intensidade e persistência da massa de ar frio, ocorre “onda de frio” com seqüências de dias com temperaturas negativas, resultando em nevascas e geadas fortes sobre a região, como a ocorrida em julho de 2000.

3.2 Umidade Relativa

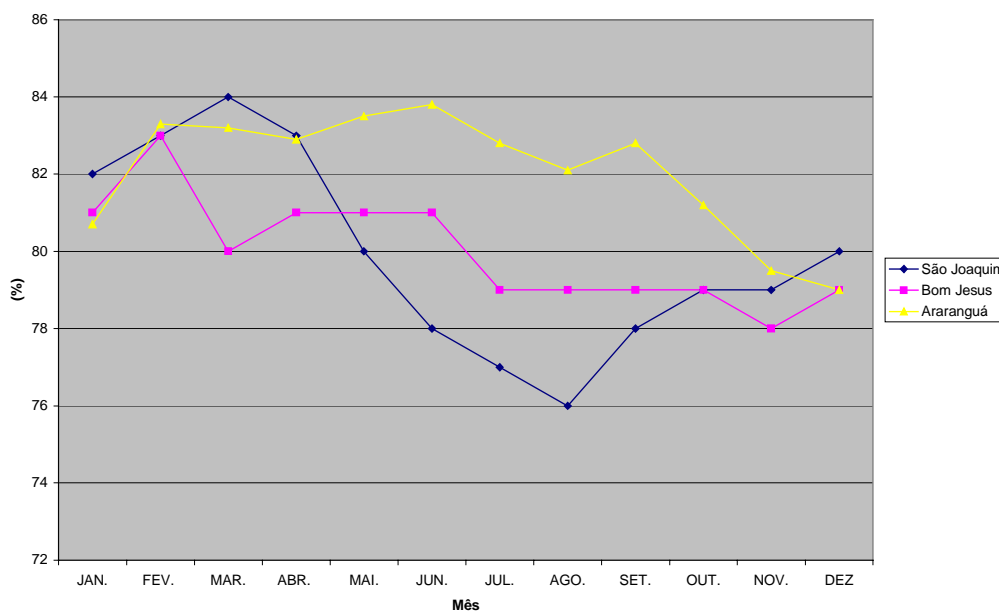
Este parâmetro meteorológico varia conforme a massa de ar que está atuando sobre a região. É normalmente, máxima ao amanhecer e diminui gradativamente com o aumento da temperatura, ocorrendo à mínima por volta da 14:00 horas. Mas, essa dinâmica pode mudar bruscamente, quando uma frente fria ou outro sistema instável passa sobre a região, durante o dia, no inverno; os ventos do quadrante sul, originários da massa polar, são intensos e secos e ocasionam um declínio acentuado na umidade.

Nesse caso, esse declínio da umidade pode ocorrer mesmo na madrugada e dependendo da persistência do vento sul a umidade mantém-se baixa durante o dia inteiro já, quando os anticiclones polares passam sobre o oceano, originando ventos de sudeste a leste, a umidade fica alta durante o dia, enquanto persistir a atuação desses ventos.

Sazonalmente, os meses mais propícios à variação brusca de umidade durante o dia são abril e maio, especialmente quando ocorrem bloqueios atmosféricos. Nesse caso, ao anoitecer, o ar torna-se saturado e a umidade mantém-se alta até as primeiras horas da manhã, logo em seguida declina subitamente ficando muito baixa, às vezes inferior a 30%, entre o fim da manhã e parte da tarde.

Condições semelhantes ocorrem entre a segunda quinzena de novembro e a primeira de dezembro, principalmente na vertente leste, onde a umidade declina bastante, conforme figura 6.

Figura 6. Médias mensais de umidade relativa



Fonte: DNMET e CLIMERH-1961-1990

3.3 Precipitação

É um parâmetro meteorológico que reflete o estado físico da atmosfera. Na região de Aparados da Serra e vertente leste, os maiores volumes de chuva ocorrem no verão e entre o final do inverno e início da primavera, períodos de tempo instável. Por outro lado, os menores índices pluviométricos, ocorrem no outono e no fim da primavera, períodos de tempo estável.

Outro fator, importante na variação da intensidade da precipitação é a modelagem do relevo, na região o volume pluviométrico é maior sobre o planalto, conforme figura 1.

No verão, a chuva ocorre em forma de pancadas associadas a trovoadas isoladas, geralmente entre o final da tarde e início da noite, devido ao efeito do processo convectivo originado pelo calor.

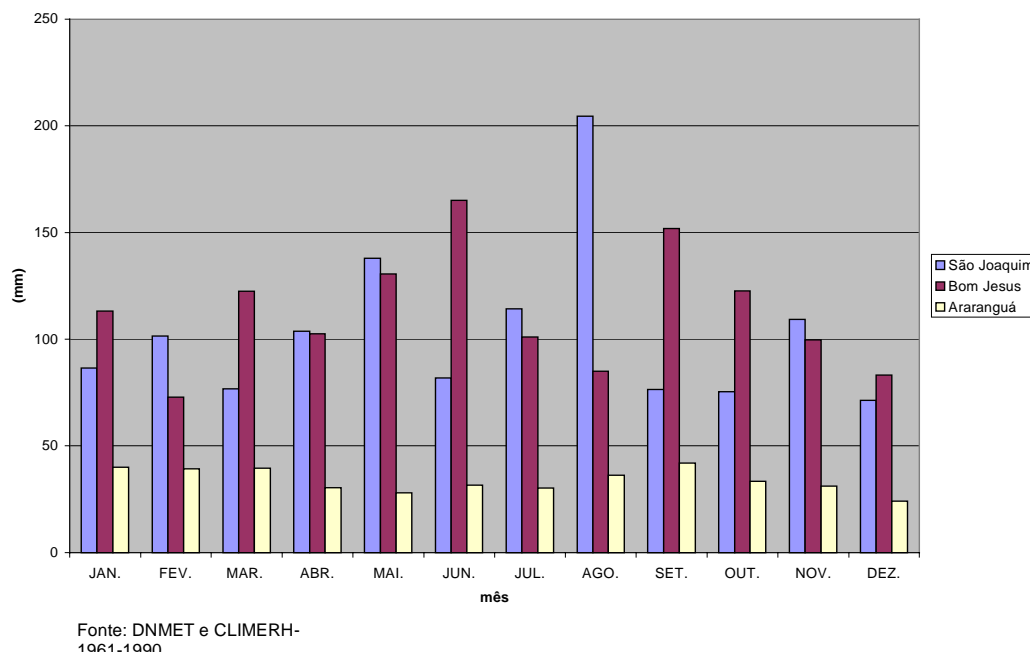
A intensidade das pancadas de chuva depende da instabilidade atmosférica. Neste caso, quando uma frente fria passa sobre o oceano, no litoral da Região Sul, a convecção tropical torna-se mais ampla sobre a região dos Aparados da Serra e vertente leste, favorece a ocorrência de tempestades isoladas. Nessa estação do ano, essas adversidades ocorrem, principalmente, nos meses de janeiro e fevereiro.

No outono, estação do ano de maior estabilidade, a precipitação diminui significativamente. O tipo de precipitação predominante é chuva fraca ocasionada por áreas de instabilidade associadas a frente fria quando estas passam pelo oceano. Mesmo assim, essas chuvas são irregulares.

A escassez de chuvas pode ocasionar pequenas estiagens na região de Aparados da Serra e vertente leste, quando por influência de bloqueios atmosféricos, as frentes frias ficarem semi-estacionária sobre a o Uruguai e/ou Sul do RS. O mês de abril é o mais seco para as áreas do planalto e o mês de maio, para as áreas da vertente leste.

Apesar da predominância de chuvas fracas e irregulares, nessa época do ano, chuvas mais fortes, poderão ocorrer associadas a vórtices ciclônicos (baixa pressão atmosférica em médios de altos níveis) ou a passagem de frente fria após o bloqueio atmosférico perder força e são mais evidentes sobre o planalto, conforme figura 7, e em anos de El Niño.

Figura 7. Precipitação – altura máxima em 24 hs.



No inverno, durante o mês de julho, a quantidade de precipitação aumenta sobre o planalto, mas declina na vertente leste. Esse fato denuncia o predomínio de chuvas frontais. Como as frentes deslocam-se de sudoeste para nordeste, quando avançam sobre a serra gaúcha ganham força devido à ascensão do ar úmido pela encosta (efeito barlavento). Na vertente leste, chove menos porque o ar desce a escarpa da serra tornando-se estável (efeito sotavento).

Já os meses de agosto e setembro apresentam-se muito instáveis e o maior volume de chuva em toda a região está associado aos CCM's. Essas chuvas ocorrem em forma de pancadas fortes acompanhadas de trovoadas, granizo isolado e rajadas de ventos fortes, geralmente no início da manhã. No decorrer do dia, o sistema perde força, e as chuvas diminuem a intensidade. Esse tipo de tempo torna-se bem mais instável e mais persistente em períodos de El Niño, aumentando os riscos de temporais, nessa época do ano.

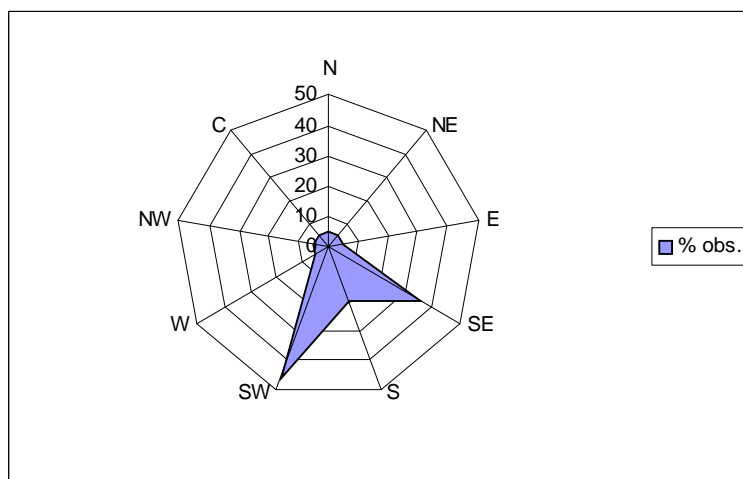
No início da primavera, o tempo ainda é bem instável por influência dos CCM's. A partir da segunda quinzena de outubro, o volume pluviométrico vai diminuindo, apresentando menores índices entre a segunda quinzena de novembro e a primeira de dezembro. Neste período, chega a ocorrer pequenas estiagens, já que a insolação é intensa (nessa época ocorre os mais longos dias do ano), resultando em muita perda de umidade por evaporação.

3.4 Vento

É um parâmetro meteorológico originário nos anticiclones (alta pressão) e convergem para os ciclones (baixa pressão).

Os ventos predominantes sobre a região são originados no Anticiclone Semi-fixo do Atlântico Sul situado nas proximidades do trópico de capricórnio e são, geralmente, atraídos para a “Baixa do Chaco” na região do Paraguai. Devido à escarpa da serra geral, os ventos sofrem desvios e predominam de sudoeste seguidos por sudeste na vertente leste, conforme mostra a figura dos ventos predominantes em Araranguá, figura 8.

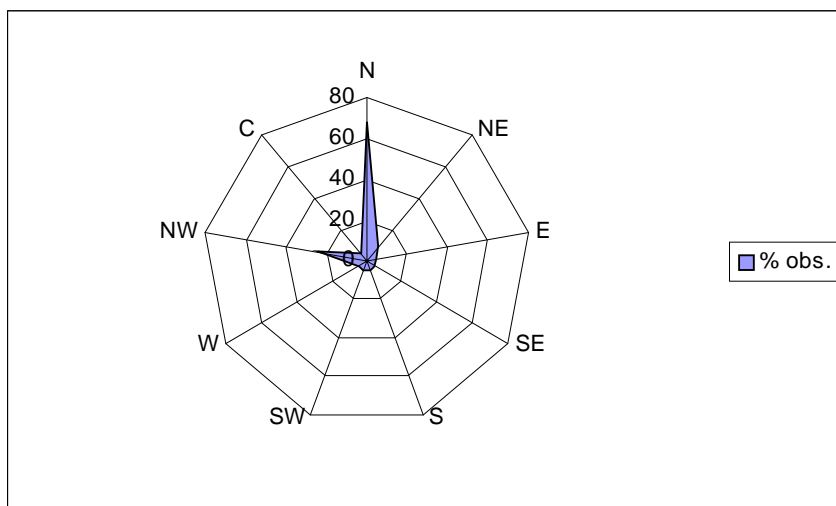
Figura 8. Predominância da direção do vento Araranguá.



Fonte: Climerh – 1961 a 1990

No planalto Sul Catarinense, os ventos predominam de nordeste em Lages, de acordo com estudos efetuados na região por Monteiro (2001), e em São Joaquim de norte seguido de nordeste, conforme figura 9.

Figura 9. Predominância da direção do vento em São Joaquim.



Fonte: Climerh – 1961 a 1990

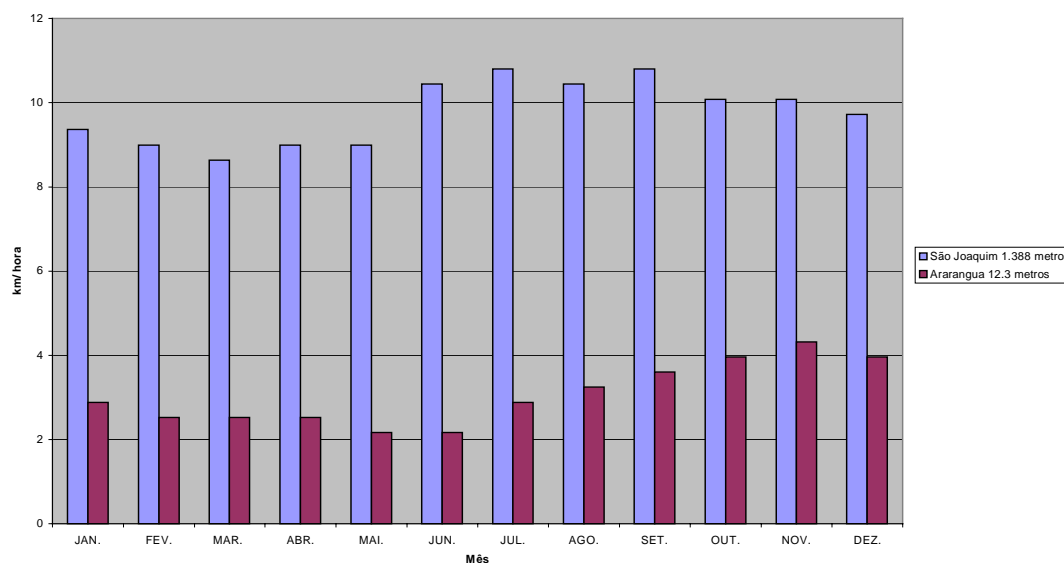
A Convergência dos ventos predominantes de sudoeste à sudeste na vertente leste, e de nordeste a noroeste no Planalto Sul Catarinense devido à “baixa do chaco” no Paraguai, resulta em ventos predominantes de leste a nordeste na região dos Aparados da Serra.

Na região, os ventos tendem a ser fracos no período noturno e manhã e moderados com rajadas ocasionais à tarde.

Os ventos que formam a segunda predominância são originados nos anticiclones polares após estes transporem os Andes, ou seja, quando estiverem sobre a Argentina. São mais fortes e mais frios.

No decorrer do ano os ventos sobre os planaltos são mais fortes em relação às áreas da vertente leste e durante o inverno e a primavera, há aumento significativo na intensidade dos ventos na região, devido as constantes passagens de frentes frias e formação de CCM's sobre a Região Sul, conforme a figura 10.

Figura 10. Velocidade do vento



Fonte: CLIMERH-1961-1990

O fluxo dos ventos associados ao sistema atmosféricos ocorre, da seguinte forma: antes da chegada de um sistema, os ventos sopram de leste a nordeste, às vezes de norte a noroeste, é mais duradouros e apresentam rajadas máximas de 50 a 60 km/h nos planaltos e na vertente leste, máximas de 40 a 50km/h; na passagem do sistema, os ventos passam a soprar de sudoeste a sul e, em geral, são intensos, podendo apresentar rajadas momentâneas de 70 a 80km/h associados à trovoadas.

A medida em que o sistema desloca-se para o nordeste (trajetória mais comum), os ventos passam a soprar de sudeste com intensidade fraca pela manhã e moderada (aproximadamente 30 km/h) à tarde. Logo em seguida, os ventos voltam a manter o fluxo predominante conforme descrito acima.

Em casos excepcionais, as rajadas podem superar a 100km/h e quase sempre ocorrem quando há formação de Ciclone Extratropical - baixa pressão acentuada -, sobre o oceano, litoral do Uruguai e Rio Grande do Sul, no outono. Outro sistema que favorece a ocorrência de ventos fortes são os Complexos Convectivos, entre o final do inverno e o início da primavera.

3.5 Nebulosidade

A quantidade e tipos de nuvens varia muito a cada estação do ano, devido aos diversos sistemas atmosféricos que atuam na região.

No verão, a nebulosidade é menor pela manhã, mas o processo convectivo, originado pelo calor da tarde, produz aumento de nuvens, deixando o céu nublado do meio da tarde até o início da noite. As nuvens predominantes, neste período do ano, são do tipo cumulus e cumulonimbus.

No outono, com tempo mais estável, há períodos de tempo aberto com poucas nuvens durante o dia e a formação de nuvens baixas, durante a noite e início da manhã, devido o aumento da umidade noturna. A maior nebulosidade vai ocorrer associada a sistemas instáveis como as frentes frias, mesmo assim, esses sistemas tendem a deslocar-se sobre a Região Sul com rapidez, neste período do ano.

No inverno, os sistemas atmosféricos são muito dinâmicos, ocorrendo tempo fechado com muitas nuvens quando estes passam sobre a região, mas, em seguida, o tempo abre sob domínio das massas polares. Como o domínio da massa polar é mais duradouro em relação ao tempo de cobertura das nuvens associadas aos sistemas, a média mensal de nuvens acaba sendo baixa, como é o caso do mês de julho, conforme figura 4. A partir da segunda quinzena de agosto, há um aumento considerável na cobertura de nuvens, devido principalmente a atuação dos CCM's, que deixa o céu encoberto durante o dia inteiro.

Na primavera, o mês de outubro apresenta uma cobertura de nuvens considerável, ainda por maior influência dos CCM's. Entre a segunda quinzena de novembro e a primeira de dezembro, o tempo volta a ficar estável, com períodos de tempo bom resultando em diminuição de nebulosidade média, especialmente na vertente leste da região, conforme figura 4.

3.6 Névoa e Nevoeiro

São fenômenos atmosféricos formados pela estabilidade atmosférica. Distingue-se névoa e nevoeiro pelo índice de umidade relativa do ar e pela visibilidade horizontal.

3.6.1 Névoa seca

Nome genérico dado aos litometeoros quando a visibilidade é reduzida. Por definição, quando a umidade relativa cai a menos de 80%, a névoa passa a denominar-se névoa seca. Este fenômeno produz um véu uniforme sobre a paisagem, modificando as cores. Adquire uma tonalidade amarela ou avermelhada quando visto de encontro a um fundo claro (sol, nuvens no horizonte, etc).

No Brasil, a névoa seca tem origem principal numa mistura de fumaça das queimadas com poeiras levantadas pelos ventos, durante os meses sem chuva.

A densidade da névoa seca próxima ao solo aumenta com o aumento da estabilidade do ar. Portanto, na região de Aparados da Serra e vertente leste, esse fenômeno atmosférico é mais persistente e de maior intensidade nos meses de abril e maio e entre a segunda quinzena de novembro e primeira de dezembro, durante as tardes. A queimada intensifica esse fenômeno sobre a região ocasionando visibilidade bastante reduzida.

3.6.2 Névoa úmida

Fenômeno semelhante à névoa seca. Ocorre com mais frequência no período noturno, produzindo um véu uniforme de cor azulada, quando a umidade relativa do ar for igual ou superior a 80%.

3.7 Fumaça

Concentração de minúsculas partículas resultantes da combustão incompleta que reduz a visibilidade horizontal a menos de 5 km.

Na Região Sul do Brasil, ocorre com mais freqüência no outono, especialmente nos meses de abril e maio, quando o tempo fica mais estável. Nesse período, após a ocorrência de geadas e com baixa umidade no solo, a vegetação torna-se ressequida favorecendo a ocorrência de queimadas, principalmente no período da tarde, quando a umidade do ar está mais baixa, tornando-se um aliado importante.

Além das condições da vegetação e da umidade do ar e do solo, o vento é um elemento significativo na propagação do fogo. Nesse caso, os ventos de leste a nordeste são os mais favoráveis por serem mais quentes e ocorrem antes da chegada dos sistemas atmosféricos produtores de chuva, na região.

Outro período favorável à ocorrência de fumaça procedentes de queimadas na região é o que vai da segunda quinzena de novembro até a primeira de dezembro. Embora ocorram pequenas estiagens, os riscos de queimadas são menores já que a vegetação não sofre a queima ocasionada pela geada. Constata-se que em anos de La Niña, a estabilidade é mais persistente e os riscos de incêndios ficam mais evidentes.

3.8 Neve

É um fenômeno meteorológico restrito às latitudes temperadas e polares ou às grandes altitudes da faixa intertropical, desempenhando um importante papel no regime dos rios, na preservação dos solos, no balanço térmico (albedo). É também um fenômeno impar da natureza que deve ser aproveitado como turismo ecológico nesta região.

Os municípios de Vacaria, Bom Jesus, São José dos Ausentes, Cambará do Sul, São Francisco de Paula e Jaquirana, são áreas mais nivasas da serra gaúcha, com ocorrência entre 1 a 4 dias ao ano. Já na vertente leste da Serra Geral a ocorrência cai para 0,5 a 1 dia ao ano.

Na região pode ocorrer, neve de maio a setembro, sendo o mês de julho é o de maior ocorrência do fenômeno, justamente pela maior freqüência de massas polares na região. Nos dados da tabela 2, constata-se o predomínio de ocorrência de neve, sobre o planalto, no mês de julho.

Tabela 2. Número de dias com solo coberto de neve em São Joaquim, SC, 1990

Meses	Dias
Maio	1
Junho	1
Julho	5
Agosto	1
Setembro	1
total	9

Fonte: Rodolfo Souza, 2002

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o estudo, é verificado a influência dos sistemas atmosféricos no comportamento dos parâmetros meteorológicos e outros fenômenos comuns na região.

Naturalmente como a atuação dos sistemas muda, no decorrer do ano, devido à variação de energia recebida regionalmente, resulta em tipos de tempo diferenciados, ao longo do ano, na região.

Na tabela a seguir, ficou destacado o comportamento sazonal de cada parâmetro meteorológico, assim como da nebulosidade, das névoas, nevoeiros, fumaça e neve.

Tabela 3. Parâmetros Meteorológicos e outros fenômenos.

Estação	Temperatura	Umidade Relativa	Precipitação	Vento	Nebulosidade
Verão	Elevada, quando ocorre estacionamento de frente fria sobre o Uruguai e/ou Rio Grande do Sul	Alta no período noturno e início da manhã	Em forma de pancadas isoladas. Tempestade, associada a uma frente fria quando estiver passando sobre oceano.	Fracos pela manhã e moderados à tarde, pouca variação de direção.	Maior no decorrer da tarde e início da noite
Outono	Período de transição, com temperaturas mais altas. Queda acentuada qdo a massa de ar frio estiver sobre a Argentina. Pode ocorrer negativas no planalto.	Alta ao anoitecer até as primeiras horas da manhã. Muito baixa no final da manhã e início da tarde.	Diminui em abril e maio. Episódios de chuva fortes podem ocorrer associados a vórtices e frentes frias.	Pode apresentar rajadas muito fortes, associadas a formação de Ciclone Extratropical.	Maior nebulosidade associada a passagem de frente fria. Muitas nuvens baixas durante a noite e início da manhã.
Inverno	Temperaturas baixas, com episódios de frio intensos, principalmente em julho e agosto.	Altas durante a noite e em situações pré-frontais. Baixa sob o domínio de massa polar.	Em Julho, associadas a frente fria. Em agosto e setembro, pancadas de chuva forte por influência dos CCM's.	Apresenta variação. Com rajadas fortes associadas a passagem de frente fria e formação de CCM's.	Muitas nuvens associadas aos sistemas instáveis e poucas sob influência de Massa Polar.
Primavera	Temperaturas em elevação, mas pode ocorrer episódio de frio intenso até a primeira quinzena de novembro.	Muito alta, sob o domínio dos CCM's. Muita baixa, nas tardes da segunda quinzena de novembro e primeira de dezembro.	Em outubro pode ocorrer chuva forte devido aos CCM's. Diminui entre a segunda quinzena de novembro e a primeira de dezembro.	Rajadas fortes no início da primavera devido aos CCM's.	Maior nebulosidade em outubro diminuindo em novembro e dezembro.

5. CONTINUAÇÃO

Estação	Névoa seca	Névoa úmida	Nevoeiro	fumaça	Neve
Verão	Pouca ocorrência.	Pouca ocorrência.	Isolado ao amanhecer, quando ocorre pancadas de chuvas no dia anterior.	Pouca ocorrência.	Sem ocorrência.
Outono	Muito persistente durante as tardes de abril e maio.	Muito comum em abril e maio, após dissipação de nevoeiro.	Ocorrência quase diária sendo muito persistente nas baixadas e canyon	Após as primeiras geadas com períodos de pouca chuva principalmente em abril e maio.	Ocorrência ocasional
Inverno	Pouca ocorrência.	Em situações pré-frontais e pós-frontais, quando os ventos sopram de sudeste a leste, principalmente na vertente leste.	Situação pré-frontal, entre a madrugada e início da manhã. Muito persistente na vertente leste quando os ventos sopram de sudeste a leste.	Pouca ocorrência.	Muito freqüente, principalmente em julho.
Primavera	Muito persistente durante as tardes da segunda quinzena de novembro e primeira de dezembro.	. Após dissipação de nevoeiro na segunda quinzena de novembro e primeira de dezembro	Isolados ao amanhecer, na segunda quinzena de novembro e primeira de dezembro.	Entre a segunda quinzena de novembro e a primeira de dezembro, especialmente em períodos de La Niña.	Somente nos primeiros dias.

6. BIBLIOGRAFIA

- CLIMERH – Centro Integrado de Meteorologia e Recursos Hídricos de Santa Catarina. Banco de dados (SAM). Período de 1961 a 1990.
- DNMET – Departamento Nacional de Meteorologia. Dados de 1961 a 1990.
- FUENTES, M. V. Climatologia de Bloqueios Próximos à América do Sul e seus Efeitos, INPE, Dissertação de Mestrado em Meteorologia. 1997.
- LIMA, J.S. – Aspectos Climáticos da Região Metropolitana de Porto Alegre, Porto Alegre/RS. (Textos mimiografo). S/d.
- MONTEIRO, M.A. Avaliação das Condições Atmosféricas no entorno do Complexo Termelétrico Jorge Lacerda. Dissertação de Mestrado em Geografia. UFSC, 1997.
- _____. Estudos Climatológicos do Município de Lages/SC, para controle da qualidade do ar. Florianópolis, 2001.
- _____. Caracterização Climática do Estado de Santa Catarina: Uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. GEOSUL Florianópolis, nº 31, 2001
- _____. e Furtado, S.M.A . O clima do trecho Florianópolis Porto Alegre: Uma Abordagem Dinâmica. GEOSUL. Florianópolis, nº 19/20, 1995
- NIMER, E. Climatologia da Região Sul do Brasil. In: Revista Brasileira de Geografia. Introdução à climatologia Dinâmica. Rio de Janeiro: IBGE, nº 4. 1971.
- OLIVEIRA, A. S. Interações entre Sistemas frontais na América do Sul e à Convecção da Amazônia. INPE. Dissertação de Mestrado em Meteorologia, 1986.
- SILVA Dias, M.A. Complexos Convectivos de Mesoescala In: Climanálise Especial. Edição comemorativa dos 10 anos INPE/ CPTEC, 1996.
- SOUZA, R. de O. A ocorrência de Neve em Planaltos Subtropicais: O caso do Sul do Brasil. Dissertação de Mestrado em Geografia. USP, 1997.
- _____. Caracterização dos invernos no Sul do Brasil em função dos dias de neve e da participação das massas de ar. USP-F.F.L.C.H. Tese de Doutorado em Geografia. São Paulo, 2002, 148p.

RELATÓRIO TEMÁTICO: GEOLOGIA / GEOMORFOLOGIA E PEDOLOGIA

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2
2. GEOLOGIA	3
2.1 Metodologia	3
2.2 A evolução geológica da paisagem	3
2.3 As Províncias Geológicas	6
2.4 A estratigrafia	7
2.4.1 Formação Botucatu	7
2.4.2 Formação Serra Geral	7
2.4.3 Coberturas recentes	11
2.5 Estruturas geológicas	12
3. GEOMORFOLOGIA	14
3.1 Metodologia	14
3.2 Classificação e caracterização geomorfológica	14
3.2.1 Domínio Morfoestrutural dos Depósitos Sedimentares	15
3.2.2 Domínio Morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares	17
4. PEDOLOGIA	20
4.1 Metodologia	20
4.2 Classificação e caracterização pedológica	20
4.2.1 Solos Litólicos Húmicos álicos	20
4.2.2 Cambissolos Bruno Húmico álicos	21
4.2.3 Solos Litólicos Eutróficos	21
4.2.4 Terra Roxa Estruturada álica e distrófica	22
4.2.5 Solos Podzólicos Vermelho-Amarelos álicos	22
4.2.6 Cambissolos Eutróficos e Distróficos	22
4.2.7 Gleis Húmico eutrófico	23
5. ANÁLISE INTEGRADA DO MEIO FÍSICO	24
6. SUMÁRIO EXECUTIVO	26
6.1 Geologia	26
6.2 Geomorfologia	28
6.3 Pedologia	30
7. BIBLIOGRAFIA	32
ANEXOS:	33
Mapa 01: Geologia	34
Mapa 02: Geomorfologia	35
Mapa 03: Pedologia	36

1. INTRODUÇÃO

Os parques nacionais de Aparados da Serra e Serra Geral estão localizados na Região Sul do Brasil, junto à divisa entre os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, entre as latitudes 29°00'00" e 29°16'00" S e longitudes 49°53'00" e 50°11'00" W. A paisagem da região é marcante. Sua beleza natural é caracterizada pela brusca variação topográfica do relevo, onde a paisagem dos chamados Campos de Cima da Serra, com altitudes de aproximadamente 1.000 metros, transforma-se subitamente na Planície Costeira, onde as altitudes são normalmente inferiores a 20 metros. Essa transição brusca ocorre através de gigantescos penhascos, com paredões de rocha de centenas de metros de altura, de onde despenham inúmeras cachoeiras de rara beleza. É neste contexto que se encontram os famosos cânions do Itaimbezinho, da Fortaleza e Malacara, dentre vários outros existentes na região.

Essa paisagem exuberante, hoje preservada pelos parques, é o resultado de milhões de anos de evolução geológica, cuja história será aqui contada. A Geologia é, por definição, a ciência que estuda a Terra. É a Geologia que permite contar essa história, conhecer os tipos de rocha existentes na área dos parques, sua estratigrafia, como se formaram, suas principais características e as estruturas geológicas existentes. Todos esses aspectos estão ilustrados no mapa geológico anexo a este trabalho, permitindo uma melhor visualização do contexto geológico da área.

Outro aspecto abordado neste trabalho é a Geomorfologia da região. A Geomorfologia, como ciência, é responsável por estudar a influência das interações entre a Geologia, o clima e os processos de dinâmica externa, na determinação das formas do relevo. Serão apresentados aqui a classificação e caracterização geomorfológica da região dos parques e o respectivo mapa geomorfológico.

O último aspecto a ser tratado no trabalho é a Pedologia (do latim, *pedon* = solo). Essa ciência preocupa-se com a gênese, caracterização e classificação dos solos. A classificação é feita com base nos processos pedogenéticos que atuam nos materiais da superfície, influenciados pelos agentes de formação dos solos, como o próprio material de origem, o clima, o relevo, os organismos vivos e o tempo. Neste trabalho serão apresentados a classificação e caracterização pedológica dos solos da região e o mapa pedológico com a distribuição espacial das unidades de solo ocorrentes na área.

2. GEOLOGIA

2.1 Metodologia

A geologia da região dos parques nacionais de Aparados da Serra e Serra Geral será abordada neste capítulo inicialmente através da história de evolução geológica da área. Após isso, serão caracterizadas as províncias geológicas presentes na área de estudo. Os aspectos relativos às unidades litoestratigráficas serão apresentados logo a seguir. Por fim serão abordados os aspectos estruturais da área.

Todas as características mencionadas anteriormente poderão ser melhor visualizadas no Mapa Geológico elaborado (ver Anexo). Esse mapa, confeccionado na escala 1:100.000, foi compilado a partir de cartas geológicas já existentes, a saber: (a) Carta Geológica do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro – Projeto Mar Catarinense, Folhas Torres e Turvo, em escala 1:100.000; (b) Mapa Geológico do Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil (CPRM/CECCO-UFRGS), Folha Gravataí, em escala 1:250.000; e (c) Mapa Geológico do Levantamento de Recursos Naturais – Projeto RADAMBRASIL (IBGE, 1986), na escala 1:1.000.000.

Os principais critérios utilizados na escolha da escala do Mapa Geológico foram: (a) a necessidade de representação adequada das informações, levando em consideração as dimensões da área de estudo; e (b) a escala dos mapas geológicos já existentes dessa área. Com base nesses critérios, foi escolhida a escala de 1:100.000, pois a mesma foi considerada mais adequada para representação das informações e os mapas do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro, também em escala 1:100.000, abrangiam grande parte da área de interesse. As informações das áreas não cobertas por estes mapas foram obtidas extrapolando-se as escalas menores dos outros mapas disponíveis.

2.2 A evolução geológica da paisagem

Antes de abordar especificamente a questão da evolução geológica da paisagem, é necessário que o leitor consiga situar-se no **tempo geológico**. O tempo geológico é a escala de tempo utilizada na Geologia para classificar e ordenar no tempo os eventos geológicos ocorridos na Terra desde o seu surgimento até os dias de hoje. Existe uma grande diferença entre a escala de tempo geológico e a escala de tempo de observação humana. A primeira é muitas magnitudes maior que a segunda. Enquanto para os humanos a escala de tempo imaginável é da ordem de décadas, ou no máximo séculos, a escala de tempo geológico é de 4,55 bilhões de anos, a idade do planeta Terra.

Uma analogia bastante interessante para ilustrar o significado e a magnitude do tempo geológico consiste em comparar essa escala ao período de tempo de um ano do calendário. Segundo essa analogia, nesse ano, o surgimento da Terra teria ocorrido no dia primeiro de janeiro e, até o final de maio, as únicas formas de vida existentes na Terra seriam as algas e os organismos unicelulares presentes nos mares. Os primeiros animais e plantas surgiriam apenas no mês de novembro, e os dinossauros em meados do mês de dezembro. Quanto à raça humana, esta surgiria somente nos últimos segundos do dia 31 de dezembro.

O quadro 2.1 a seguir apresenta a Tabela de Tempo Geológico, a escala de tempo utilizada atualmente em todo o mundo para classificar e ordenar os eventos geológicos que resultaram nas paisagens existentes hoje na Terra. Essa tabela servirá como referência ao leitor tanto na apresentação da história de evolução geológica da paisagem como no restante do trabalho.

Quadro 2.1 – Tabela do tempo geológico

Éon	Era	Período	Época	Início (ma.)
Fanerozóico	Cenozóico	Quaternário	Holoceno	0,1
			Pleistoceno	1,64
		Terciário	Plioceno	65
	Mesozóico	Cretáceo	-	145
		Jurássico	-	208
		Triássico	-	245
	Paleozóico	Permiano	-	290
		Carbonífero	-	362
		Devoniano	-	408
		Siluriano	-	439
Ordoviciano		-	510	
Cambriano		-	570	
Proterozóico	Superior	Vendiano	-	900
	Médio	-	-	1.600
	Inferior	-	-	2.500
Arqueano	Superior	-	-	2.800
	Médio	-	-	3.500
	Inferior	-	-	3.800
Hadeano	-	-	-	4.550

ma. – milhões de anos

De certa forma, pode-se dizer que a história de evolução geológica das paisagens da região onde hoje se encontram os parques nacionais de Aparados da Serra e Serra Geral iniciou-se com o surgimento do Planeta Terra. No entanto, é impossível para a Geologia afirmar com precisão em que instante do tempo geológico originou-se a região do planeta que viria a ser a atual região onde se encontram os parques. O que se sabe é que, no final do processo de resfriamento e diferenciação da Terra como planeta primitivo, um número muito grande de porções continentais, separadas por oceanos recém originados e ainda de água doce, formava esse mundo primordial. As únicas formas de vida existentes eram as bactérias e as algas unicelulares. Esse foi o panorama que caracterizava a Terra nos seus primeiros bilhões de anos, durante os Éons Hadeano e Arqueano.

Com o passar do tempo geológico, o que se imagina é que, em alguma época pós-Arqueana, teve início o mecanismo de Tectônica de Placas. A Teoria da Tectônica de Placas é a teoria que explica esse mecanismo, o qual controla a dinâmica da Terra e a formação e crescimento dos continentes. Sabe-se, atualmente, que a crosta terrestre é dividida em placas, as chamadas Placas Tectônicas, que se movimentam umas em relação às outras. Esse movimento é conhecido como Deriva Continental, sendo responsável pelos processos de fragmentação e colisão dos continentes. Com o início do mecanismo de Tectônica de Placas, as diversas porções continentais eram empurradas e colidiam umas com as outras, conforme a criação e espalhamento do assoalho oceânico. Colisões entre as placas criaram continentes maiores, diminuindo, ao mesmo tempo, o número de continentes existentes.

Há aproximadamente 600 milhões de anos, durante o Proterozóico Superior, uma série de colisões entre antigos continentes, ou *crátons*, durante o chamado Ciclo Brasileiro, deu origem a um supercontinente, o **Gondwana**. Ao final desse processo colisional, o Gondwana aglutinava em um único continente ancestral os atuais continentes da América do Sul, África, Antártida, Austrália e Índia, estando localizado no Hemisfério Sul do planeta, junto ao Pólo Sul.

Durante o período Carbonífero, há aproximadamente 300 milhões de anos, iniciou-se no Gondwana a formação de uma grande bacia sedimentar. Essa bacia é conhecida hoje como Bacia Sedimentar do Paraná, e abrange uma área de 1.200.000 km², estendendo-se desde o Mato Grosso até o Rio Grande do Sul, no Brasil, e também à Argentina, Uruguai e Paraguai. A região onde se encontram os parques de Aparados da Serra e Serra Geral está localizada sobre a Bacia do Paraná, cuja evolução no tempo geológico está diretamente relacionada à formação das paisagens existentes hoje na região dos parques. Os sedimentos acumulados na bacia tornaram-se camadas de rochas sedimentares que, juntamente com os fósseis preservados pelas camadas, permitiram contar grande parte da história de evolução da bacia.

Após a formação do Gondwana, os movimentos de deriva continental da placa tectônica desse supercontinente fizeram com que o mesmo migrasse em direção ao Hemisfério Norte, onde havia se formado outro supercontinente, denominado de **Laurásia**. Esse continente ancestral era formado pelos atuais continentes da Europa, Ásia e América do Norte. No início do período Permiano, a 290 milhões de anos, iniciou-se o processo de colisão continental entre o Gondwana e a Laurásia, que culminou com a formação de um único e gigantesco continente que aglutinava todas as massas continentais emersas do planeta, a **Pangéia** (do grego *pan*=todo; *gea*=terra).

Durante o período Jurássico, ocorreu na Pangéia a formação de um dos maiores desertos de que se tem registro na história do planeta, o deserto Botucatu. Esse deserto se estendia por quase toda a região sul da Pangéia, cobrindo completamente a Bacia do Paraná. O deserto Botucatu marcou o clímax da evolução da Pangéia e originou a formação conhecida atualmente como Formação Botucatu. Essa formação, constituída de arenitos bastante porosos, é de extrema importância atualmente, por abrigar um dos maiores reservatórios de água subterrânea do planeta, o denominado Aquífero Botucatu.

Ao final do Jurássico e início do Cretáceo, há cerca de 132 milhões de anos, a Pangéia começou a se fragmentar em continentes menores, dando início ao processo de separação dos atuais continentes da América do Sul e da África. Enormes fissuras e zonas de falha se formaram na crosta do continente, dando início a um processo de vulcanismo de fissuras que extravasou volumes colossais de lavas. Essas lavas, depositadas sobre as areias do deserto Botucatu, cobriram grande parte da Bacia Sedimentar do Paraná. Os sucessivos derrames ocorridos foram os responsáveis pela formação das rochas basálticas e riódacíticas que constituem hoje a Formação Serra Geral. A evolução dessa formação, com suas características litológicas e estruturais, é a principal responsável pela criação das excepcionais paisagens encontradas hoje na região dos parques nacionais de Aparados da Serra e Serra Geral, representadas pelos cânions da região.

A continuidade do vulcanismo e o alargamento das fissuras deram espaço à formação de um novo oceano, o atual Oceano Atlântico, cujo assoalho cresce ainda hoje a uma taxa de 3 cm/ano, afastando cada vez mais a América do Sul da África. A completa separação dos atuais continentes Africano e Sul-Americano só ocorreu no final do Cretáceo, a 65 milhões de anos, quando se efetivou a atual configuração continental e os movimentos de deriva dos continentes pela tectônica de placas. Desde então, a erosão da escarpa da Serra Geral, através dos processos da dinâmica superficial, fez com que a mesma recuasse de sua posição inicial, localizada no extremo leste dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, para a configuração que conhecemos hoje. Prova disso são o Morro da Guarita, em Torres/RS, e os diversos morros testemunhos existentes na planície costeira, que ainda resistem aos processos erosivos e indicam que em algum momento no tempo geológico as escarpas estavam naquele lugar. Os sedimentos gerados nos processos de erosão ocorridos desde o início da abertura do Oceano Atlântico vêm sendo depositados junto à costa atual, na bacia sedimentar conhecida como Bacia de Pelotas.

Entretanto, a morfologia costeira atual só foi delineada a partir dos últimos 400 mil anos, no período Quaternário. Nesse período, quatro grandes processos de flutuação do nível do mar controlaram a deposição e erosão de sedimentos costeiros, na forma de sucessivos depósitos do tipo laguna-barreira. Anteriormente, o clima frio e seco existente devido a uma glaciação que atingia todo o planeta fez com que a concentração de água nas geleiras causasse o rebaixamento do nível dos oceanos. No sul do Brasil, o nível do Oceano Atlântico chegou a estar mais de 70 metros abaixo do atual, e a linha de costa recuou mais de 100 km para leste da posição atual, deixando exposta grande parte da plataforma continental. Há cerca de 400 mil anos, o aumento das temperaturas provocou o degelo das geleiras e a conseqüente elevação do nível dos oceanos, mudando substancialmente a paisagem. Após a primeira transgressão marinha ocorreram ainda outros três ciclos de diminuição e elevação do nível do Oceano Atlântico. A segunda transgressão ocorreu a 325 mil anos. A terceira e quarta transgressões ocorreram, respectivamente, a 120 mil e a 5 mil anos. Os depósitos sedimentares que definiram a morfologia da Província Costeira atual, e portanto a paisagem que conhecemos hoje na região baixa dos parques de Aparados da Serra e Serra Geral, foram originados durante essas transgressões e regressões do nível do mar.

É importante salientar que o recuo e a conseqüente evolução das escarpas da Serra Geral continuam mesmo nos dias de hoje, da mesma forma que vem ocorrendo a 65 milhões de anos. Esses processos são processos lentos, pouco perceptíveis na escala de observação humana, mas que ao longo do tempo geológico têm efeito determinante na construção da paisagem. Toda vez que ocorre a queda ou tombamento de um bloco de rocha, e a cada escorregamento de encosta, uma parte da história de evolução da paisagem está sendo contada.

2.3 As Províncias Geológicas

Conceitualmente, Províncias Geológicas são extensas regiões cujas porções constituintes se caracterizam por apresentar história geológica similar ou aspectos estruturais, petrográficos ou fisiográficos semelhantes. A região dos parques nacionais de Aparados da Serra e Serra Geral abrange duas Províncias Geológicas, a Província Paraná e a Província Costeira.

A Província Costeira é constituída predominantemente por depósitos arenosos, siltico-argilosos, argilosos e ocasionalmente conglomeráticos que, fracamente consolidados ou inconsolidados, constituem acumulações coluviais, fluviais, lacustres, eólicas e marinhas. Suas idades variam desde o Pleistoceno até o Holoceno. Fisiograficamente, a Província Costeira confunde-se com o Domínio Morfoestrutural dos Depósitos Sedimentares, subdividido com base nas acumulações que o compõem, nas regiões geomorfológicas da Planície Costeira Interna e Planície Costeira Externa (ver item 3 – Geomorfologia).

A Província Paraná abrange a maior parte da área de interesse deste trabalho, junto à região de entorno dos parques de Aparados da Serra e Serra Geral. Essa província coincide com a Bacia Sedimentar do Paraná, sendo constituída pelas formações Serra Geral e Botucatú, ambas pertencentes ao Grupo São Bento. Fisiograficamente, a Província Paraná pertence ao Domínio Morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares, do qual a região geomorfológica presente na área de estudo é a região do Planalto da Araucárias (ver item 3 – Geomorfologia).

2.4 A estratigrafia

A região de interesse deste trabalho, que inclui a área dos parques nacionais de Aparados da Serra e Serra Geral e seu entorno, é formada por unidades litoestratigráficas de idades jurássica e cretácea, e por unidades correspondentes a acumulações recentes ocorridas no Pleistoceno e Holoceno. Essa estratigrafia pode ser melhor visualizada no Mapa Geológico da área de interesse, anexo a este trabalho. As unidades jurássicas e cretáceas pertencem ao Grupo São Bento e são representadas pelas Formações Botucatu e Serra Geral, sendo esta última subdividida segundo o caráter ácido ou básico das rochas da formação. As unidades pleistocênicas e holocênicas pertencem ao Grupo Patos e constituem unidades de acumulações eólicas, lagunares e colúvio-aluvionares recentes.

A seguir serão apresentadas as principais características das unidades litoestratigráficas presentes na área de interesse deste estudo.

2.4.1 Formação Botucatu

A Formação Botucatu está localizada principalmente no sopé da escarpa do planalto basáltico. A posição estratigráfica de seus afloramentos é intermediária às Formações Rio do Rastro e Serra Geral. Embora não haja afloramentos da Formação Rio do Rastro na área, o contato entre essa formação e a Formação Botucatu é discordante e delimita aproximadamente a transição entre as Eras Paleozóica e Mesozóica. O contato superior da Formação Botucatu se dá com a Formação Serra Geral e também ocorre de maneira discordante.

A Litologia da Formação Botucatu é caracterizada por arenitos finos a médios, com estruturas típicas de deposição eólica. A seleção dos grãos pelo vento varia de regular a boa, o que confere aos mesmos granulometria uniforme e grande porosidade. Os arenitos apresentam coloração vermelha e rosa, por vezes esbranquiçada. São arenitos normalmente bimodais, quartzosos e que apresentam grãos bastante arredondados, devido ao retrabalhamento dos sedimentos pela ação do vento. A cor e cimentação dessas rochas é conferida pela impregnação por óxidos de ferro.

Em alguns locais, os arenitos da Formação Botucatu apresentam-se silicificados devido a processos secundários recentes, que produziram a dissolução dos grãos detríticos de quartzo e precipitaram calcedônia. Esses processos ocorreram devido a variações nas condições físico-químicas do meio, decorrentes de variações do nível freático.

Pode-se dizer que a principal característica da Formação Botucatu é a ausência de variação litológica. Essa formação constitui uma monótona sucessão de corpos onde persistem, de modo geral, as mesmas propriedades texturais, estruturais e mineralógicas, constituindo um empilhamento de cunhas arenosas que apresentam prolongamento maior na direção do vento predominante na época de sua formação. A estratificação cruzada tangencial de médio a grande porte é a feição mais comum dos arenitos desta unidade.

2.4.2 Formação Serra Geral

A maior parte da região de interesse deste estudo e quase a totalidade da área dos parques nacionais de Aparados da Serra e Serra Geral encontra-se sobre a unidade litoestratigráfica da Formação Serra Geral (Foto 2.4.1). Estratigraficamente, a Formação Serra Geral encontra-se no topo do Grupo São Bento, tendo seus contatos inferiores com a Formação Botucatu.



Foto 2.4.1 – Sucessão de derrames vulcânicos da Formação Serra Geral

A Formação Serra Geral é constituída por uma sucessão de corridas de lavas de composição eminentemente básica na sua seqüência inferior e ácida na seqüência superior. Como contrapartes hipabissais na Formação Serra Geral ocorrem diques, *sills* e corpos irregulares de diabásio. Corpos de arenitos eólicos da Formação Botucatu, os chamados arenitos interderrames, ou *intertraps*, ocorrem entremeados nas lavas e até mesmo interdigitados com os derrames basais da formação.

A espessura do pacote de derrames é extremamente variável. As maiores espessuras ocorrem justamente na região dos Aparados da Serra, onde atingem valores entre 700 e 1.000 metros. A espessura do pacote da seqüência ácida superior também varia bastante, podendo atingir valores da ordem de alguns metros até centenas de metros.

Litologicamente, a seqüência de rochas básicas a intermediárias da Formação Serra Geral, tratada neste trabalho como uma das unidades litoestratigráficas de mapeamento da formação de mesmo nome, é composta por rochas pertencentes a 3 grandes grupos: basaltos, andesitos e basaltos com vidro. Associados a esta unidade encontram-se ainda intercalações de arenitos interderrames e tipos litológicos subordinados, como brechas basálticas e sedimentares, e corpos hipabissais na forma de diques e *sills*. As principais características desses grupos são descritas a seguir:

- **Basaltos:** as rochas basálticas sãs apresentam coloração variando de cinza-escuro a negra, com tonalidades esverdeadas. Quando alteradas, apresentam coloração em tons verde, castanho-avermelhado e castanho-claro. As colorações escuras devem-se principalmente à granulação fina e à abundância de minerais ferromagnesianos, opacos e vidros. Como características texturais, os basaltos geralmente apresentam-se afaníticos, e menos comumente faneríticos, finos a médios, mostrando-se muito raramente porfiríticos. Estruturas vesículo-amigdaloidais são bastante comuns e capas de alteração limonítica são características. Apresentam texturas típicas de rochas efusivas, tais como intersertal, intergranular e porfirítica. Os principais minerais constituintes das rochas são os plagioclásios e piroxênios. O plagioclásio é a labradorita, podendo variar a andesina, e ocorre em cristais euédricos a subédricos, com maclas frequentes Albita e Carlsbad, alterando-se para sericita e epidoto em diferentes

proporções. O piroxênio destas rochas é da variedade augita e/ou pigeonita, apresentando-se como grãos subédricos a anédricos, podendo apresentar coroas de reação para hornblenda, alterando-se para clorita. São comuns nos basaltos agregados intersticiais constituídos por quartzo, calcedônia, plagioclásio mais sódico, feldspato potássico e clorita. Ocorrem amígdalas preenchidas por carbonatos, zeólitas, quartzo, calcedônia e minerais argilosos de coloração esverdeada. A biotita ocorre em raros cristais anédricos. Os minerais acessórios mais comuns são a apatita, os opacos e o zircão.

- **Andesitos:** estas rochas são bastante semelhantes, macroscopicamente e microscopicamente, aos basaltos. Apresentam, no entanto, uma variação no teor de anortita do plagioclásio, situando-o no campo da andesina. A hornblenda ocorre em maior percentagem, mas não ultrapassa 10% do total de minerais da rocha.
- **Basaltos com vidro:** esta denominação foi atribuída às rochas básicas que apresentam vidro na matriz em percentagens entre 5 e 25%. São rochas maciças e de coloração negra. A textura típica é hialopilítica, na qual o vidro ocupa os espaços intersticiais entre os microcristais da rocha. São rochas afaníticas constituídas por micrólitos euédricos a subédricos de plagioclásio e microcristais tabulares de augita e/ou pigeonita circundados por uma matriz vítrea. O vidro apresenta-se, em alguns casos, sofrendo processos de desvitrificação, alterando-se freqüentemente para argilominerais e clorita. O plagioclásio apresenta composição entre os termos labradorita e andesina, observando-se, em algumas rochas, agregados intersticiais de quartzo e feldspato intercrescidos em espaços intergranulares não preenchidos por vidro.
- **Brechas vulcânicas:** ocorrem freqüentemente associadas aos derrames básicos. Sua matriz é de natureza vulcânica ou vulcanossedimentar, podendo ser de base ou de topo de derrame. Estas rochas não foram encontradas associadas à seqüência ácida de topo da Formação Serra Geral. São constituídas de fragmentos angulosos de basalto, intensamente vesiculares, imersos em matriz de origem vulcano-sedimentar e, em alguns casos, exclusivamente de origem vulcânica. Fragmentos de rocha arenítica podem ser encontrados, denotando o envolvimento de rochas sedimentares já consolidadas no processo de brechação. Nas brechas que possuem matriz vulcânica, a distinção entre os fragmentos de basalto e a matriz fica dificultada. No entanto, os contornos dos fragmentos tornam-se mais nítidos à medida que aumenta a alteração da rocha.
- **Brechas sedimentares:** da mesma forma que as brechas vulcânicas, ocorrem associadas principalmente aos derrames básicos inferiores. São denominadas sedimentares por apresentarem matriz de origem sedimentar. Constituem-se de fragmentos angulosos de basalto vacuolar e de arenito, imersos em matriz sedimentar arenosa composta por quartzo, feldspatos e raros minerais micáceos, semelhante aos arenitos interderrames. A matriz é geralmente impregnada por óxidos de ferro, dando à rocha coloração avermelhada.
- **Arenitos interderrame:** estes arenitos constituem camadas descontínuas de arenitos eólicos, raramente fluviais, interpostas entre os derrames basálticos, representando a persistência das condições desérticas que deram origem à Formação Botucatú. São dotados de estratificação cruzada tangencial de médio a grande porte e granulação média a fina, sendo seus grãos subarredondados e foscos, extremamente quartzosos e cimentados por óxido de ferro ou sílica. Geralmente encontram-se associadas a estas intercalações arenosas algumas

intrusões arenosas na forma de diques, intensamente silicificadas, de coloração avermelhada e normalmente ascendentes.

- **Diabásios:** são rochas de coloração cinza-escuro a negra e textura fanerítica de fina a média, mostrando coloração marrom-avermelhada a castanha quando alteradas. Ao microscópio apresentam textura subofítica, exibindo um mosaico equigranular médio, composto predominantemente por plagioclásio do tipo andesina-labradorita. Ao plagioclásio associam-se piroxênios, principalmente pigeonita e, mais raramente, augita, envolvendo parcialmente os feldspatos. Acessoriamente ocorrem apatita e grãos de minerais opacos disseminados. Secundariamente ocorrem uralita, hidrobiotita e clorita, provenientes da alteração dos piroxênios, e sericita, originada a partir dos plagioclásios.

A seqüência de rochas ácidas da Formação Serra Geral, geralmente situada em posição estratigráfica superior em relação às rochas da seqüência básica, também é tratada neste trabalho como uma das unidades litoestratigráficas de mapeamento da formação, sendo composta por quatro grandes grupos de rochas: basaltos pórfiros, dacitos e riolitos felsíticos, riolitos felsíticos e fenobasaltos vítreos. As principais características desses grupos são descritas a seguir:

- **Basaltos pórfiros:** são rochas de coloração variando de cinza-claro a cinza-escuro que apresentam fenocristais de plagioclásio e piroxênio visíveis a olho nú. Caracteristicamente, apresentam cerrado fraturamento horizontal. Ao microscópio apresentam texturas porfíricas ou glomeroporfíricas, com fenocristais de plagioclásio e augita imersos em matriz afanítica. O plagioclásio dos fenocristais, euédrico a subédrico, é mais cálcico que o da matriz, apresentando composição labradorita. Na matriz o plagioclásio é mais sódico, variando de andesina a oligoclásio. A augita é incolor à luz natural, enquanto que a pigeonita varia de tons róseo a incolor. A matriz perfaz cerca de 50% das rochas e é constituída por intenso intercrescimento felsítico de quartzo e feldspatos. Essas rochas, apesar de macroscopicamente e microscopicamente serem semelhantes aos basaltos, possuem teor de sílica em torno de 70%, o que as caracterizam como rochas ácidas.
- **Dacitos felsíticos e riolitos felsíticos:** estas rochas apresentam cores mais claras que as rochas básicas, variando desde cinza-claro a cinza-médio amarronzado. Podem também ocorrer com coloração rosada a avermelhada forte, conforme o grau de impregnação por óxido de ferro. Amígdalas são escassas e, quando presentes, constituídas por quartzo, calcedônia, zeólitas ou calcita. São rochas afaníticas, holocristalinas, com cerrado fraturamento horizontal e vertical, o que dá um aspecto esmigalhado aos afloramentos quando da alteração da rocha. Estas rochas são as mais abundantes da seqüência ácida, sendo difícil distinguir o número de derrames componentes do pacote devido à inexistência de um perfil típico como o que ocorre nos basaltos. Ao microscópio apresentam freqüentes cristais de plagioclásio e raros minerais máficos, com espaços intersticiais entre estes minerais preenchidos por uma massa composta por quartzo e feldspatos, formando um intercrescimento felsítico. Os cristais de plagioclásio são euédricos a subédricos e apresentam composição andesina. O piroxênio é raro e freqüentemente alterado para hornblenda ou clorita. O intercrescimento felsítico é formado por andesina, sanidina e quartzo. As rochas com composição riolítica tem maior percentual de intercrescimento felsítico do que as rochas dacíticas.
- **Riolitos felsíticos:** constituem rochas bastante semelhantes aos dacitos felsíticos. Macroscopicamente apresentam coloração mais clara, variando até

cinza-claro, tornando-se avermelhadas quando alteradas e impregnadas por óxido de ferro. São rochas afaníticas, holocristalinas, que microscopicamente são compostas principalmente por intercrescimento felsítico, formado por plagioclásio (andesina-oligoclásio), feldspato alcalino (sanidina sódica) e quartzo. Cristais de plagioclásio ocorrem em menores proporções. Opacos e raros cristais de minerais máficos, como augita-pigeonita ou hornblenda, ocorrem dispersos na rocha.

- **Fenobasaltos vítreos:** são rochas constituídas essencialmente por vidro, com cores negra ou avermelhada devido à impregnação por óxido de ferro. Possuem brilho resinoso, densidade média, fratura sub-conchoidal e, microscopicamente, apresentam cristais de plagioclásio e piroxênio dispersos na massa vítrea. Estas rochas possuem textura hialofítica, com percentagem de vidro entre 50 e 80% do total da rocha. Apresentam microcristais de plagioclásio de composição labradorita nos fenobasaltos vítreos e de composição andesina nos fenoandesitos vítreos. Os micrólitos de minerais máficos são de pigeonita. A matriz de vidro encontra-se pontilhada de micrólitos de opacos, plagioclásio e piroxênio.

2.4.3 Coberturas recentes

Sob esta denominação foram incluídas as unidades litoestratigráficas recentes mapeadas na área de estudo e localizadas ao longo da Província Costeira. Essas unidades constituem um complexo de Sistemas Laguna-Barreira, desenvolvido ao longo da margem interna da Bacia de Pelotas, em quatro ciclos sucessivos de transgressão e regressão marinha. Na área de interesse deste trabalho estão presentes depósitos dos sistemas Laguna-Barreira II e III, de idade pleistocênica, e do sistema Laguna-Barreira IV, de idade holocênica, relacionados aos três últimos ciclos de transgressão e regressão do nível do mar.

O sistema deposicional Laguna-Barreira II tem pequena representação na área de interesse. Esse sistema resultou do segundo evento transgressivo do nível do mar, cujo pico ocorreu aproximadamente 325 mil anos. A unidade litoestratigráfica denominada no mapa geológico como **Depósitos Eólicos de Dunas Litorâneas** é uma das fácies pertencente ao Sistema de Barreira II. Essa fácies é constituída de areias quartzosas finas a médias, bem arredondadas e selecionadas, com raras laminações plano-paralelas e cruzadas de alto ângulo.

O sistema deposicional Laguna-Barreira III está associado ao terceiro evento transgressivo, ocorrido a 120 mil anos, e tem uma representatividade maior na área de interesse. A unidade litoestratigráfica denominada como **Depósitos Lagunares** pertence ao Sistema de Laguna III, um complexo de ambientes deposicionais instalados na região de retrobarreira. Litologicamente esta unidade é representada por areias finas, síltico-argilosas, pobremente selecionadas e de coloração creme. Apresentam laminação plano-paralela e incluem freqüentemente concreções carbonáticas e ferruginosas.

Quanto ao sistema deposicional Laguna-Barreira IV, este desenvolveu-se durante o Holoceno, como consequência da última grande transgressão pós-glacial ocorrida aproximadamente 5 mil anos, quando o mar esteve de 4 a 5 metros acima do nível atual. Associados a esse sistema ocorrem depósitos de encostas, depósitos fluviais e de deltas. A unidade litoestratigráfica denominada como **Depósitos de Encosta Atuais** pertence ao Sistema de Laguna IV. Os depósitos desse sistema foram acumulados em ambientes desenvolvidos no espaço de retrobarreira, o qual, no pico da transgressão, foi ocupado por grandes corpos lagunares. Esses corpos, com o subsequente rebaixamento do nível do mar,

evoluíram para ambientes deposicionais que incluem corpos aquosos costeiros (lagos e lagunas), sistemas aluviais (rios meandранtes e canais interlagunares), sistemas deltaicos (deltas flúvio-lagunares e deltas de “maré lagunar”) e sistemas paludais (pântanos, alagadiços e turfeiras). A unidade mencionada representa uma fácies de tálus e leques aluviais que constituem depósitos de encosta representados por conglomerados, diamictitos, arenitos e lamitos, avermelhados, maciços ou com estruturas acanaladas.

2.5 Estruturas geológicas

Na Província Paraná, durante a individualização da bacia de mesmo nome, houveram dois períodos evolutivos bem definidos. O primeiro ocorreu entre o Paleozóico e o Mesozóico, quando a bacia apresentava a forma de uma sinéclise, e sua evolução foi marcada por lenta subsidência e acumulação sedimentar. As estruturas geológicas associadas a esse período compõem estruturas como arqueamentos, flexões e lineamentos, não sendo significativas na área em estudo.

A partir do Mesozóico, os processos de Reativação Wealdeniana relacionados à abertura do Oceano Atlântico modificaram fortemente as características da bacia, transformando-a numa anfíclise. O extravasamento das lavas que deram origem à Formação Serra Geral foi precedido e seguido por intensa tectônica rúptil, que gerou estruturas em arco e sinclinais. Próximo à região dos parques nacionais de Aparados da Serra e Serra Geral ocorre uma dessas principais estruturas, a Sinclinal de Torres.

No entanto, na área de interesse deste estudo ocorrem somente estruturas secundárias, como falhas e lineamentos. Essas estruturas apresentam direções principais NE-SO e NO-SE, apresentando controle estrutural sobre a drenagem da área, a evolução das encostas e a formação dos cânions da Serra Geral, que têm seu eixo principal alinhado com as falhas de direção NO-SE (Foto 2.5.1). As falhas de direção NE-SO cruzam os cânions em direção normal ao seu eixo principal, sendo responsáveis pelo alargamento dos mesmos.



Foto 2.5.1 – Drenagem localizada em linha de falha com direção NE-SO, denotando o controle estrutural

3. GEOMORFOLOGIA

3.1 Metodologia

A classificação e caracterização geomorfológica da região dos parques nacionais de Aparados da Serra e Serra Geral foi baseada no Levantamento de Recursos Naturais – Projeto RADAMBRASIL (IBGE, 1986). Essa classificação tem como princípio o agrupamento sucessivo de subconjuntos de tipos de modelados (ou tipos de relevo) em **Unidades Geomorfológicas**, o agrupamento dessas em **Regiões Geomorfológicas** e o agrupamento destas últimas em **Domínios Morfoestruturais**.

O Mapa Geomorfológico elaborado (ver Anexo) permite visualizar melhor essa classificação e as características das unidades de mapeamento. Esse mapa, confeccionado na escala 1:100.000, foi compilado a partir das cartas geomorfológicas do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro – Projeto Mar Catarinense, Folhas Torres e Turvo, em escala 1:100.000, e do mapa geomorfológico do Levantamento de Recursos Naturais – Projeto RADAMBRASIL (IBGE, 1986), na escala 1:1.000.000.

A escolha da escala do Mapa Geomorfológico seguiu os mesmos critérios utilizados na escolha da escala do Mapa Geológico, os quais foram apresentados no item 2.1.

3.2 Classificação e caracterização geomorfológica

Os domínios morfoestruturais constituem a maior divisão taxonômica do sistema de classificação adotado. Nos domínios estão agrupados fatos geomorfológicos provenientes de amplos aspectos geológicos. Na área de interesse deste estudo ocorrem dois domínios morfoestruturais, o **Domínio dos Depósitos Sedimentares** e o **Domínio das Bacias e Coberturas Sedimentares**. Em termos geológicos gerais, tais domínios correspondem, respectivamente, à Província Costeira e à Província Paraná.

No entanto, os domínios morfoestruturais abrangem amplas áreas que registram diferenciações geomorfológicas acentuadas. Os fatores geológicos responsáveis pelos arranjos regionais do relevo abrangem várias formas de relevo, relacionadas principalmente a fatores climáticos atuais ou passados. Assim, os domínios morfoestruturais podem ser divididos em regiões geomorfológicas, que constituem o segundo nível taxonômico do sistema de classificação geomorfológica adotado. As regiões geomorfológicas representam uma compartimentação reconhecida regionalmente, muitas vezes relacionada a aspectos fitoecológicos e pedológicos evidentes. Na área de interesse deste trabalho ocorrem as regiões geomorfológicas **Planície Costeira Interna e Planície Costeira Externa**, relativas ao Domínio das Bacias Sedimentares, e **Planalto das Araucárias**, relativa ao Domínio das Bacias e Coberturas Sedimentares.

As regiões geomorfológicas, por sua vez, apresentam compartimentos bastante diferenciados em relação ao tipo de modelado, de formação superficial e de comportamento da drenagem, permitindo sua subdivisão em unidades geomorfológicas, o terceiro nível taxonômico da classificação geomorfológica. Na área de estudo ocorrem as seguintes unidades geomorfológicas: **Planície Marinha, Planície Lagunar, Planície Alúvio-Coluvionar, Planalto dos Campos Gerais, Serra Geral e Patamares da Serra Geral.**

Segundo o sistema de classificação adotado, as unidades geomorfológicas podem ainda reunir diferentes tipos de modelado ou relevo (acumulação, aplanamento e dissecação) e características inerentes a esses modelados. Tais propriedades não permitem individualizações em escala de mapeamento e são indicadas através de caracteres alfanuméricos.

O quadro 3.1 a seguir apresenta resumidamente a classificação geomorfológica da área de estudo. Nos capítulos que seguem serão apresentadas as principais características geomorfológicas associadas a cada domínio morfoestrutural, região e unidade geomorfológica.

Quadro 3.1 – Classificação geomorfológica da área de estudo

Domínio Morfoestrutural	Região Geomorfológica	Unidade Geomorfológica
Domínio das Bacias Sedimentares	Planície Costeira Externa	Planície Marinha
		Planície Lagunar
	Planície Costeira Interna	Planície Alúvio-Coluvionar
Domínio das Bacias e Coberturas Sedimentares	Planalto das Araucárias	Planalto dos Campos Gerais
		Serra Geral
		Patamares da Serra Geral

3.2.1 Domínio Morfoestrutural dos Depósitos Sedimentares

O Domínio dos Depósitos Sedimentares corresponde à área considerada pelo mapeamento geológico como Província Costeira. Desenvolve-se de forma contínua ao longo da costa, constituindo-se em amplas e extensas planícies costeiras, numa vasta superfície plana e alongada na direção NE-SO. Corresponde a uma superfície baixa, com altimetrias que variam, de modo geral, entre 1 e 25 metros, de acordo com a maior ou menor proximidade com a linha d'água. Os principais rios que drenam a área têm suas nascentes nas áreas planálticas, a oeste do domínio, e deságuam nas lagoas ou diretamente no Oceano Atlântico.

Esse domínio compreende especialmente litologias do Quaternário, recebendo contribuição de áreas-fonte mistas, ou seja, continental e marinha, registrada pela presença de depósitos aluvionares, material detrítico coluvial e depósitos eólicos subatuais, dentre outros. O domínio abrange duas regiões geomorfológicas, a Planície Costeira Externa e a Planície Costeira Interna, cujas características são apresentadas a seguir.

3.2.1.1 Região Geomorfológica Planície Costeira Externa

Essa região corresponde à porção mais externa do Domínio dos Depósitos Sedimentares, coincidindo com os modelados de relevo originados pelos depósitos marinhos e eólicos. Os solos são predominantemente arenosos, correspondendo a dunas e Areias Quartzosas. A drenagem corresponde a partes finais de pequenos rios que deságuam no mar. A região engloba a Unidade Geomorfológica Planície Marinha, descrita a seguir:

- **Planície Marinha:** nessa unidade predominam os modelados de acumulação em terraços marinhos (Atm), eólicos de dunas e planícies arenosas (Ae) e, secundariamente, planícies lacustres (Al) às margens dos lagos maiores. Na área de interesse deste trabalho, a presença dessa unidade é insignificante, limitando-se a uma minúscula porção na parte leste da área mapeada, entre as latitudes UTM 6774000 e 6776000 (vide mapa geomorfológico), cujo modelado é de acumulação em terraços marinhos.

3.2.1.2 Região Geomorfológica Planície Costeira Interna

Essa região constitui uma área baixa, posicionada entre a Planície Marinha, a leste, e os relevos planálticos, a oeste, na qual se alojam os lagos costeiros. Na região predominam os modelados esculpidos em depósitos de origem continental, ocorrendo em pequenos trechos os modelados derivados do remanejamento eólico, originando dunas atuais. Os solos predominantes são os Planossolos, solos Glei e Areias Quartzosas. A região engloba as unidades geomorfológicas Planície Lagunar e Planície Alúvio-Coluvionar, descritas a seguir:

- **Planície Lagunar:** localizada entre a Planície Marinha, a leste, e Planície Alúvio-Coluvionar, a oeste, essa unidade caracteriza-se por ser uma área plana, homogênea e sem dissecação, onde dominam os modelados de acumulação lacustres (Al) e de terraços lacustres (Atl). Na área em estudo essa unidade apresenta ocorrência significativa, não havendo, no entanto, presença das lagoas que caracterizam essa unidade nas regiões adjacentes;
- **Planície Alúvio-Coluvionar:** corresponde à superfície plana, rampeada suavemente para leste e posicionada entre a Planície Lagunar, a leste, e a Região Geomorfológica Planalto das Araucárias, a oeste. Esse posicionamento permite enquadrá-la, segundo a origem da deposição, como área de transição entre influências continental e marinha. Na área de influência continental, caso da área em estudo, predominam os modelados planos ou embaciados (Ac), resultantes da convergência de leques coluviais de espriamento, cones de dejeção ou concentração de depósitos de enxurradas nas partes terminais de rampas de pedimentos. Ocorrem ainda formas de topo plano ou baixos tabuleiros. Em termos de formações superficiais, essas são caracterizadas por material grosseiro, heterométrico e misturado com finos, material este proveniente da área escarpada da Serra Geral.

3.2.2 Domínio Morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares

O Domínio das Bacias e Coberturas Sedimentares corresponde à área considerada pelo mapeamento geológico como Província Paraná, abrangendo a maior parte da região em estudo. Nessa região, o contato com o Domínio dos Depósitos Sedimentares, a leste, ocorre através de um relevo escarpado, regionalmente conhecido como Aparados da Serra, de grande desnível altimétrico, em cujo contexto se encontram os cânions da Serra Geral.

A área englobada por este domínio é composta predominantemente por litologias juracretácicas referentes ao vulcanismo fissural que deu origem à Formação Serra Geral. Os principais tipos de rocha associados a essa formação já foram abordados no item 2.3.2.

Do ponto de vista geomorfológico, o domínio corresponde a um vasto planalto do tipo monoclinal, cujas cotas diminuem para oeste, em direção ao Rio Uruguai, de aproximadamente 1.200 metros para 100 metros. Essa superfície mostra feições geomorfológicas distintas, apresentando áreas intensamente dissecadas, onde a rede de drenagem, obedecendo a condicionantes estruturais, promoveu dissecação do tipo diferencial, entremeadas por superfícies aplanadas desnudadas, ora retocadas, ora degradadas. Na área em estudo, o Domínio das Bacias e Coberturas Sedimentares abrangem a Região Geomorfológica Planalto das Araucárias, cujas características são apresentadas a seguir.

3.2.2.1 Região Geomorfológica Planalto das Araucárias

Esta região corresponde à porção mais oriental do Domínio das Bacias e Coberturas Sedimentares, limitando-se a leste com a Planície Costeira Interna. As formas do relevo foram esculpidas especialmente em rochas ácidas da Formação Serra Geral, que normalmente ocorrem capeando as rochas básicas da mesma formação. Modelados de dissecação do relevo ocorrem também nas rochas básicas, mas em áreas mais restritas, resultando em formas de relevo mais dissecadas. Outras vezes as formas de relevo desenvolvem-se em arenitos da Formação Botucatu, posicionados nas partes basais das vertentes escarpadas que ocorrem nas bordas do Planalto das Araucárias.

Nas áreas de relevo do tipo conservado, geralmente associadas a solos classificados pedologicamente como Cambissolos Brunos, observa-se a predominância de cobertura vegetal de Savana Gramíneo-Lenhosa com floresta de galeria e capões com presença de *Araucária angustifolia*.

As características geomorfológicas da região do Planalto das Araucárias são bastante heterogêneas, variando desde formas de relevo amplas e aplanadas até o nível mais profundo de dissecação, registrando 620 metros de aprofundamento na região dos Aparados da Serra. As unidades geomorfológicas que fazem parte desta região são as unidades Planalto dos Campos Gerais, Serra Geral e Patamares da Serra Geral, as quais podem ser visualizadas na Foto 3.2.1.



Foto 3.2.1 – Unidades geomorfológicas do Planalto das Araucárias: do centro à direita - Planalto dos Campos Gerais; do centro à esquerda – Serra Geral; ao fundo à esquerda – Patamares da Serra Geral

As características das unidades Planalto dos Campos Gerais, Serra Geral e Patamares da Serra Geral são descritas a seguir:

- **Planalto dos Campos Gerais:** essa unidade representa ampla área elevada onde são registradas as maiores cotas altimétricas de todo o Domínio das Bacias e Coberturas Sedimentares. Apresenta-se como uma superfície inclinada, com caimento natural para oeste, onde as maiores cotas são da ordem de 1.100 a 1.200 metros, junto à unidade Serra Geral. A unidade apresenta-se espacialmente descontínua, separada por áreas de relevo mais dissecado. As formas de relevo desenvolveram-se especialmente em rochas ácidas da Formação Serra Geral. Na área de interesse deste trabalho, a porção leste do Planalto dos Campos Gerais, a forma do relevo é de dissecação diferencial, traduzidas por profundos entalhamentos fluviais embutidos em linhas estruturais. Entre uma e outra drenagem ocorrem inúmeros arroios incipientes, também seguindo orientações estruturais, que, devido à sua proximidade, conferem uma dissecação maior ao relevo.
- **Serra Geral:** a unidade Serra Geral constitui-se nos terminais abruptos e escarpados do Planalto dos Campos Gerais, desenvolvendo-se principalmente sobre as rochas básicas da Formação Serra Geral. A borda leste do escarpamento apresenta direção variando de N-S a NE-SO, onde ocorrem os relevos mais abruptos, com presença de vales fluviais em “V” estreitos e de grande aprofundamento, adaptados aos sulcos estruturais da área, que formam os cânions da Serra Geral. A escarpa da unidade Serra Geral constitui-se em uma escarpa de linha de falha, com sua antiga frente já consideravelmente recuada e dissecada. Esse escarpamento expõe várias seqüências de derrames da Formação Serra Geral e rochas areníticas da Formação Botucatu nas posições basais das encostas. Um dos agentes exógenos mais importantes na dissecação e recuo das escarpas é a drenagem, associada às linhas de fraqueza e orientação estrutural existente na área. O padrão da drenagem é subparalelo,

com os canais fluviais seguindo as direções principais NO-SE e NE-SO dos lineamentos estruturais.

- **Patamares da Serra Geral:** corresponde aos terminais rebaixados em continuidade à Unidade Geomorfológica Serra Geral, que avançam sobre as áreas referentes às regiões geomorfológicas Planície Costeira Interna e Externa a leste. Representa testemunhos do recuo da linha da escarpa, o qual desenvolveu-se nas seqüências vulcânicas e sedimentares de cobertura da Província Paraná. Nas áreas de maior entalhamento da drenagem, como nos contatos com regiões geomorfológicas topograficamente mais rebaixadas, observa-se o afloramento do arenito Botucatú. Essa unidade engloba formas em colinas com pequeno aprofundamento dos vales fluviais, formas de relevo que apresentam forte controle estrutural e, localizadamente, ocorrem formas planares.

4. PEDOLOGIA

4.1 Metodologia

A classificação pedológica dos solos ocorrentes na região dos parques nacionais de Aparados da Serra e Serra Geral foi baseada no trabalho apresentado por IBGE (1986), cujo levantamento de solos foi realizado em nível exploratório, adotando como sistema de classificação a Segunda Aproximação ao Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1981). Neste trabalho, optou-se por manter o mesmo sistema de classificação, uma vez que a conversão das classes de solo para o atual Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999) não pode ser feita devido às diversas mudanças ocorridas no sistema de classificação em termos de atributos e horizontes diagnósticos.

O Mapa Pedológico apresentado neste trabalho (ver Anexo), confeccionado na escala 1:100.000, foi compilado a partir das cartas pedológicas do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro – Projeto Mar Catarinense, Folhas Torres e Turvo, em escala 1:100.000, e do mapa pedológico do Levantamento de Recursos Naturais – Projeto RADAMBRASIL (IBGE, 1986), na escala 1:1.000.000. A escolha da escala do Mapa Pedológico seguiu os mesmos critérios utilizados na escolha da escala do Mapa Geológico, os quais foram apresentados no item 2.1.

Nos itens que seguem serão apresentadas as classes de solos ocorrentes na região de interesse deste trabalho (vide Mapa Pedológico), juntamente com a descrição de suas principais características físicas, químicas e morfológicas.

4.2 Classificação e caracterização pedológica

4.2.1 Solos Litólicos Húmicos álicos

Esta unidade tem pequena área de ocorrência na porção norte da região de entorno dos parques de Aparados da Serra e Serra Geral. A classe de solo associada a essa unidade compreende solos rasos (espessura inferior a 50 cm), pouco desenvolvidos, que se caracterizam pela presença de um horizonte A com elevados teores de carbono orgânico, normalmente encontrado diretamente sobre a rocha matriz ou, ocasionalmente, sobre um horizonte C. O horizonte A, com espessura em torno de 30 cm, apresenta coloração preta ou bruno-acinzentada muito escura, com teores de carbono orgânico superiores a 5% e textura média (15 a 35% de argila) a argilosa (35 a 60% de argila).

Os solos desta classe desenvolvem-se a partir de rochas ácidas da Formação Serra Geral, ocorrendo em áreas de relevo forte ondulado. Como inclusões nessa unidade ocorrem Cambissolos Bruno Húmico álicos, com argila de atividade baixa e textura argilosa a muito argilosa (mais que 60% de argila).

4.2.2 Cambissolos Bruno Húmico álicos

Esta é a unidade mais expressiva da região de interesse deste trabalho, abrangendo grande parte da Unidade Geomorfológica Planalto dos Campos Gerais. Compreende solos minerais, não hidromórficos, com presença de horizonte B incipiente, subjacente a um horizonte superficial de elevado acúmulo de matéria orgânica.

Os solos desta unidade apresentam-se em perfis pouco profundos (0,5 a 1 metro) a profundos (1 a 2 metros), de coloração brunada, com argila de atividade baixa, sendo a caulinita o argilomineral dominante. A seqüência de horizontes A, Bi (incipiente) e C é bem diferenciada, com baixo gradiente textural. No horizonte B a textura é comumente argilosa e a estrutura fraca e moderadamente desenvolvida em blocos subangulares, usualmente mostrando a ocorrência de fragmentos de rocha semi-intemperizada.

Estes solos são fortemente ácidos ($4,3 < \text{pH} < 5,3$), derivados de rochas ácidas da Formação Serra Geral, e abrangem áreas de relevo suave ondulado e ondulado. Na borda do Planalto dos Campos Gerais há elevado acúmulo de matéria orgânica no horizonte superficial, o qual foi caracterizado como horizonte A turfoso.

Os Cambissolos Bruno Húmico álicos geralmente ocorrem associados a outros solos. Como segundo componente na unidade de mapeamento ocorre a classe de solos Terra Bruna Estruturada e como terceiro componente uma associação complexa de Solos Litólicos com Afloramentos de Rocha.

4.2.3 Solos Litólicos Eutróficos

Esta unidade de solos ocorre como uma faixa mais ou menos uniforme localizada sobre a Unidade Geomorfológica Serra Geral, que equivale à área mais fortemente dissecada do Planalto das Araucárias, com relevo variando de forte ondulado a montanhoso. Compreende solos pouco desenvolvidos, rasos (menor que 50 cm), que possuem horizonte A diretamente assentado sobre a rocha ou sobre um pequeno horizonte C, geralmente com muito material de rocha em decomposição. O material de origem são as rochas basálticas básicas da Formação Serra Geral.

São solos moderadamente ácidos a neutros ($5,4 < \text{pH} < 7,3$), com horizonte A comumente do tipo chernozêmico, com estrutura fraca, de pequena e média, granular ou em blocos subangulares e textura média (15 a 35% de argila), com presença comum de cascalhos.

Na unidade de mapeamento estes solos ocorrem em associação complexa com Cambissolos, solos Brunizém Avermelhados e Terra Roxa Estruturada.

4.2.4 Terra Roxa Estruturada álica e distrófica

Esta unidade de solo ocorre sobre as unidades geomorfológicas Serra Geral e Patamares da Serra Geral, sendo expressiva na área de estudo. Compreende solos com horizonte B textural, não hidromórficos, com argila de atividade baixa e baixa relação textural B/A. São solos profundos, bem drenados, geralmente com textura muito argilosa. Apresentam seqüência de horizontes A, Bt (textural) e C, com pequena variação de cor e textura ao longo do perfil e transição gradual ou difusa entre os subhorizontes. De maneira geral apresentam boas características físicas.

O horizonte A pode ser do tipo moderado, chernozêmico ou proeminente. No horizonte B a estrutura é geralmente em blocos subangulares, moderada e fortemente desenvolvida, observando-se cerosidade moderada e forte. Sua consistência é dura ou ligeiramente dura quando seco e firme ou friável quando úmido. Têm como substrato rochas basálticas da Formação Serra Geral e apresentam quantidades elevadas de óxido de Ferro e Titânio, mostrando coloração avermelhada.

4.2.5 Solos Podzólicos Vermelho-Amarelos álicos

Esta unidade tem ocorrência restrita ao sopé da escarpa e dos patamares da Serra Geral, onde predominam litologias da Formação Botucatu. O relevo varia de suave ondulado a forte ondulado. Compreende solos minerais, não hidromórficos, caracterizados pela presença de horizonte B textural, marcado pela considerável iluviação de argila evidenciada pela expressiva relação textural e recobrimento por filmes de material coloidal na superfície de contato das unidades estruturais.

Apresentam seqüência de horizontes A, Bt (textural) e C, usualmente bem diferenciados, com horizonte A do tipo moderado ou proeminente, sobrejacente a um horizonte Bt geralmente argiloso, com estrutura moderada ou fortemente desenvolvida. São solos medianamente profundos e profundos (raramente rasos), bem drenados, com cores bruno-avermelhadas e argila de atividade baixa.

4.2.6 Cambissolos Eutróficos e Distróficos

Estas duas classes de solos são mapeadas em unidades distintas no mapa pedológico, no entanto apresentam características físicas e perfis morfológicos semelhantes, tendo-se optado por descrevê-las conjuntamente neste trabalho.

As principais características destes solos são a presença do horizonte B incipiente e o baixo gradiente textural entre os horizontes. São solos minerais, não hidromórficos, de coloração bruno-avermelhada, com seqüência de horizontes A, Bi (incipiente) e C. Os perfis apresentam-se pouco profundos (0,5 a 1 metro) a profundos (1 a 2 metros).

Os Cambissolos eutróficos apresentam horizonte A chernozêmico e o horizonte B, com argila de atividade alta, mostra restrição de drenagem, evidenciada pela presença comum de mosqueados. São derivados de sedimentos aluvionares e coluvionares do Quaternário, ocorrendo em áreas de relevo plano ou suave ondulado. Corresponde, a grosso modo, à Unidade Geomorfológica Planície Alúvio-Coluvionar.

Os Cambissolos distróficos apresentam maior variação nas características químicas dos perfis, com altos e baixos valores de atividade das argilas. Encontram-se normalmente

associados com solos Gleis Pouco Húmicos e Podzólicos Vermelho-Amarelos, ocorrendo também na Planície Alúvio-Coluvionar.

4.2.7 Gleis Húmicas eutróficas

Esta unidade ocorre junto à Unidade Geomorfológica Planície Lagunar. Compreende solos hidromórficos que se caracterizam pela presença de um horizonte glei dentro de 60 cm da superfície. Este horizonte é formado em condições de excesso de umidade, temporário ou permanente, resultando em cores de redução do óxido de ferro acentuadas, comumente cinzentas.

Apresentam seqüência de horizontes do tipo A e Cg (C glei), com ou sem descontinuidade litológica. O horizonte A é do tipo chernozêmico ou moderado, com teores de carbono orgânico comumente superiores a 4% nos primeiros 20 cm. São solos medianamente profundos, mal drenados e com permeabilidade muito baixa. Apresentam argila de atividade alta e usualmente textura argilosa no horizonte subsuperficial. Em associação com essa unidade ocorrem solos Gleis Pouco Húmicos, Cambissolos eutróficos e Solos Orgânicos. Sua área de ocorrência restringe-se às porções deprimidas do terreno, sujeitas a inundações freqüentes, e margens dos cursos d'água, sendo desenvolvidos sobre sedimentos do Quaternário. Em solos desta unidade o lençol freático se encontra normalmente muito próximo à superfície ou mesmo na superfície.

5. ANÁLISE INTEGRADA DO MEIO FÍSICO

A análise integrada do meio físico tem por objetivo o cruzamento das informações sobre geologia, geomorfologia e pedologia da área abrangida pelo território dos parques nacionais de Aparados da Serra e Serra Geral, visando a identificação dos principais condicionantes do meio físico tanto para a evolução da paisagem quanto para o uso do solo.

Sob este ponto de vista, pode-se dizer que os principais condicionantes do meio físico na área dos parques estão diretamente relacionados à Formação Serra Geral, através dos seus aspectos litológicos e estruturais. Essa formação abrange quase a totalidade dos territórios dos parques de Aparados da Serra e Serra Geral. Somente em algumas pequenas porções desse território, junto ao limite leste dos parques, aflora a Formação Botucatu. As ocorrências de Depósitos de Encosta Atuais (corpos de tálus e leques aluviais) mapeáveis na escala desse trabalho também são insignificantes, embora se saiba que esses depósitos ocorrem com frequência ao longo das drenagens e no sopé das escarpas e cânions da região.

Na parte alta do território dos parques, que corresponde à Unidade Geomorfológica Planalto dos Campos Gerais, as formas de relevo e os solos desenvolveram-se sobre litologias ácidas da Formação Serra Geral. Esse tipo de litologia é o principal condicionante na formação dos solos existentes no Planalto dos Campos Gerais, representados pelos Cambissolos Bruno Húmico álicos, que ocorrem em associação com Solos Litólicos, Terra Bruna Estruturada e Afloramentos de Rocha.

As rochas ácidas, devido ao seu elevado teor de sílica, são mais resistentes ao intemperismo do que as rochas básicas. Como resultado, os perfis de solos formados apresentam pequena espessura (0,5 a 2,0 metros) e são pouco desenvolvidos pedologicamente, sendo facilmente encontrados fragmentos de rocha semi-intemperizada ao longo do perfil. A pequena espessura da camada de solo, juntamente com sua lenta velocidade de formação, torna os mesmos bastante sensíveis à ocorrência de processos erosivos. Outra característica desses solos é a elevada acidez, fato que, associado à sua pequena espessura e à presença de fragmentos de rocha, torna o solo impróprio para agricultura, tanto do ponto de vista de fertilidade quanto de mecanização. Cabe mencionar ainda outra característica importante do Planalto dos Campos Gerais, que é a presença de turfeiras. As turfeiras são formadas pelo acúmulo de matéria orgânica nos horizontes superficiais do solo e apresentam grande importância do ponto de vista hidrológico e hidrogeológico, pois funcionam como reservatórios de água e como reguladores da vazão das drenagens. Também retêm água para posterior infiltração e conseqüente abastecimento dos aquíferos subterrâneos.

No que diz respeito ao relevo, o Planalto dos Campos Gerais apresenta topografia de relevo suave ondulado a ondulado. Esse relevo também é condicionado pela litologia, mas é principalmente influenciado pelos aspectos estruturais da Formação Serra Geral, cujas falhas e lineamentos têm direções principais NE-SO e NO-SE. A presença dessas estruturas tectônicas secundárias cria caminhos preferenciais de percolação, ao mesmo tempo em que concentra o fluxo d'água. A maior fragmentação da rocha ao longo dessas estruturas também facilita os processos de intemperismo. Dessa forma, as drenagens sempre se desenvolvem ao longo de lineamentos e linhas de falha, denotando o controle estrutural sobre o sistema de drenagem e condicionando a evolução do relevo.

Outro aspecto relacionado principalmente às estruturas tectônicas é o fluxo d'água subterrâneo. As rochas vulcânicas da Formação Serra Geral constituem o que se chama de um aquífero fraturado, pois o fluxo d'água ocorre através das fraturas da rocha e não através da rocha em si. Cada derrame da Formação Serra Geral apresenta uma morfologia

interna caracterizada por fraturas que se originaram do resfriamento da lava. As conexões entre essas fraturas possibilitam o fluxo d'água através da seqüência de derrames. Quando uma falha atravessa uma seqüência de derrames, os sistemas de fraturas dos diversos derrames são conectados, promovendo a concentração do fluxo d'água subterrâneo. Através das falhas, o fluxo subterrâneo pode atingir grandes distâncias e profundidades, e até mesmo outros aquíferos. Na área dos parques, o aquífero fraturado existente na Formação Serra Geral é responsável pela recarga do Aquífero Guarani, formado pelos arenitos porosos da Formação Botucatu subjacentes à Formação Serra Geral. Por estes motivos, áreas no entorno de lineamentos e zonas de falha devem ser especialmente protegidas de contaminações. No que diz respeito à utilização de água subterrânea para abastecimento, as zonas de falhas são locais ideais para instalação de poços. Normalmente, poços instalados nessas zonas possuem grande capacidade de vazão.

A área dos parques correspondente às escarpas, contexto em que estão inseridos os cânions, pertence à Unidade Geomorfológica Serra Geral. O escarpamento dessa unidade expõe várias seqüências de derrames da Formação Serra Geral e, nas posições basais das encostas, rochas areníticas da Formação Botucatu. O relevo e os solos da unidade desenvolvem-se principalmente sobre litologias básicas da Formação Serra Geral.

Nessa unidade, os Solos Litólicos Eutróficos ocorrem em uma faixa mais ou menos uniforme, junto à área de maiores declividades, com relevo forte ondulado a montanhoso. Esses solos são pouco desenvolvidos e rasos (espessura menor que 50 cm), e o horizonte A encontra-se diretamente assentado sobre a rocha ou sobre um pequeno horizonte C, geralmente com muito material de rocha em decomposição. O principal fator que condiciona a formação desses solos é a declividade do terreno. Suas pequenas espessuras se traduzem em menor capacidade de retenção d'água e rápida saturação, fatores que, associados à declividade e eventos chuvosos, freqüentemente condicionam deslizamentos da fina camada de solo que cobre a rocha.

Os solos da unidade Terra Rocha Estruturada e os solos Podzólicos Vermelho-Amarelos têm ocorrência limitada às porções de menor declividade da escarpa, onde o relevo caracteriza-se como suave ondulado a forte ondulado. Em geral constituem perfis de solos com textura argilosa, bem drenados e profundos, com seqüência de horizontes A, B e C. Normalmente os solos Podzólicos Vermelho-Amarelos têm ocorrência restrita ao sopé da escarpa e dos patamares da Serra Geral, onde predominam litologias da Formação Botucatu.

Ainda em relação à unidade Serra Geral, cabe salientar que é nessa unidade que ocorrem os movimentos de massa responsáveis pelo processo evolutivo dos cânions. Os principais tipos de movimentos de massa são classificados em quedas e tombamentos de blocos de rocha, escorregamentos rotacionais e translacionais e fluxos de detritos. Como principais condicionantes desses movimentos pode-se citar a declividade, a geologia (litologias, estruturas geológicas e morfologia dos derrames), a drenagem e o clima. Destes, a drenagem é um dos agentes exógenos mais importantes na dissecação e recuo das escarpas, pois está associada às linhas de fraqueza e orientação estrutural existentes na área, com direções principais NO-SE e NE-SO. Os cânions da Serra Geral têm seu eixo principal encaixado em falhas de direção NO-SE, que controlam a extensão dos vales. As falhas de direção NE-SO cortam os cânions em direção normal ao seu eixo principal, sendo responsáveis pelo alargamento dos vales e pelo isolamento de morros testemunhos da posição da encosta.

6. SUMÁRIO EXECUTIVO

6.1 Geologia

A região dos parques nacionais de Aparados da Serra e Serra Geral apresenta um arcabouço geológico extremamente importante, que representa e ao mesmo tempo permite reconstituir a evolução geológica da região desde o período Carbonífero, há aproximadamente 300 milhões de anos, até os dias de hoje.

Essa reconstituição passa pela história de evolução da Bacia Sedimentar do Paraná e da Bacia de Pelotas. A evolução da Bacia do Paraná iniciou-se ainda no supercontinente Gondwana. Inicialmente essa evolução foi marcada por subsidência e acumulação sedimentar, fase na qual, durante o período Jurássico, originou-se a formação geológica denominada Formação Botucatu. Posteriormente, com o processo de separação dos continentes da América do Sul e África, e conseqüente abertura do Oceano Atlântico, que iniciou há aproximadamente 132 milhões de anos, no Cretáceo, e terminou há 65 milhões de anos, no Terciário, a evolução da Bacia do Paraná foi marcada pelos eventos vulcânicos relacionados ao processo de separação continental. Nessa fase teve origem a Formação Serra Geral, responsável pela formação dos diversos cânions existentes na região dos Aparados da Serra. Os processos geológicos ocorridos a partir de 65 milhões de anos consistiram principalmente nos processos de dinâmica superficial responsáveis pela erosão e recuo da escarpa da Serra Geral, e pelos eventos transgressivos e regressivos do mar, ocorridos a partir de 400 mil anos. Os sedimentos gerados nos processos de erosão ocorridos desde o início da abertura do Oceano Atlântico até os dias de hoje vêm sendo depositados e retrabalhados junto à costa atual, na Bacia de Pelotas, cuja evolução está diretamente associada ao processos de transgressão e regressão marinhos.

A região dos parques nacionais de Aparados da Serra e Serra Geral abrange duas áreas distintas em termos de história geológica e aspectos estruturais, petrográficos e fisiográficos. Tais áreas são denominadas Províncias Geológicas, das quais estão presentes na região dos parques a Província Paraná e a Província Costeira.

A Província Paraná coincide com a Bacia Sedimentar do Paraná, sendo constituída pelas formações Botucatu e Serra Geral (ver Mapa Geológico anexo). A Província Costeira é constituída por acumulações coluviais, fluviais, lacustres, eólicas e marinhas recentes.

Na Província Paraná, a Formação Botucatu aflora principalmente no sopé da escarpa do planalto basáltico, abaixo da Formação Serra Geral. A litologia da Formação Botucatu é caracterizada por arenitos finos a médios, de coloração vermelha e rosa, com estruturas típicas de deposição eólica. Pode-se dizer que a principal característica da Formação Botucatu é a ausência de variação litológica. Essa formação constitui uma monótona sucessão de corpos onde persistem, de modo geral, as mesmas propriedades texturais, estruturais e mineralógicas. A estratificação cruzada tangencial de médio a grande porte é a feição mais comum dos arenitos desta formação.

Ainda na Província Paraná, a maior parte da região dos parques nacionais de Aparados da Serra e Serra Geral, e quase a totalidade da sua área, encontra-se sobre a Formação Serra Geral. Essa formação é constituída por uma sucessão de corridas de lavas de composição eminentemente básica na sua seqüência inferior e ácida na seqüência superior. Apresenta corpos hipabissais como diques, *sills* e corpos irregulares de diabásio distribuídos de forma generalizada. Corpos de arenitos eólicos da Formação Botucatu, os chamados arenitos interderrames, ocorrem entremeados nas lavas e até mesmo interdigitados com os

derrames basais da formação. A espessura do pacote de derrames é extremamente variável, sendo que as maiores espessuras ocorrem na região dos Aparados da Serra, onde atingem valores entre 700 e 1.000 metros.

Litologicamente, a seqüência de rochas básicas a intermediárias da Formação Serra Geral é composta por rochas pertencentes a 3 grandes grupos: basaltos, andesitos e basaltos com vidro. Estas rochas intercalam ainda arenitos interderrames, tipos litológicos subordinados, como brechas basálticas e sedimentares, e corpos hipabissais na forma de diques e *sills*.

A seqüência de rochas ácidas, geralmente situada em posição estratigráfica superior em relação às rochas da seqüência básica, é composta por quatro grandes grupos de rochas: basaltos pórfiros, dacitos e riociticos felsíticos, riolitos felsíticos e fenobasaltos vítreos.

Na Província Costeira, as acumulações recentes constituem um complexo de Sistemas Laguna-Barreira, desenvolvido ao longo da margem interna da Bacia de Pelotas, em quatro ciclos sucessivos de transgressão e regressão marinha. Na região dos parques nacionais de Aparados da Serra e Serra Geral estão presentes depósitos dos sistemas Laguna-Barreira II e III, de idade pleistocênica, e do sistema Laguna-Barreira IV, de idade holocênica, relacionados aos três últimos ciclos de transgressão e regressão marinha.

O sistema deposicional Laguna-Barreira II tem pequena representação na área de interesse. Resultou do segundo evento transgressivo do nível do mar, há 325 mil anos, e está representado pela unidade litoestratigráfica dos **Depósitos Eólicos de Dunas Litorâneas** (ver Mapa Geológico anexo), constituída de areias quartzosas finas a médias, bem arredondadas e selecionadas.

O sistema deposicional Laguna-Barreira III está associado ao terceiro evento transgressivo, ocorrido a 120 mil anos, e tem uma abrangência maior na área de interesse, sendo representado pela unidade litoestratigráfica **Depósitos Lagunares**. Litologicamente esta unidade é representada por areias finas, síltico-argilosas, pobremente selecionadas e de coloração creme.

Quanto ao sistema deposicional Laguna-Barreira IV, este desenvolveu-se durante o Holoceno, como conseqüência da última grande transgressão pós-glacial, ocorrida a aproximadamente 5 mil anos, quando o mar esteve de 4 a 5 metros acima do nível atual. Associados a esse sistema ocorrem depósitos de encostas, depósitos fluviais e de deltas. A unidade litoestratigráfica **Depósitos de Encosta Atuais** pertence ao Sistema de Laguna IV, cujos depósitos foram acumulados em ambientes desenvolvidos no espaço de retrobarreira, o qual foi ocupado por grandes corpos lagunares. Esses corpos, com o subsequente rebaixamento do nível do mar, evoluíram para ambientes deposicionais que incluem corpos aquosos costeiros (lagos e lagunas), sistemas aluviais (rios meandantes e canais interlagunares), sistemas deltaicos (deltas flúvio-lagunares e deltas de "maré lagunar") e sistemas paludais (pântanos, alagadiços e turfeiras). A unidade mencionada representa uma fácies de tálus e leques aluviais que constituem depósitos de encosta representados por conglomerados, diamictitos, arenitos e lamitos, avermelhados, maciços ou com estruturas acanaladas.

Em relação às estruturas geológicas, na região dos parques nacionais de Aparados da Serra e Serra Geral ocorrem somente estruturas secundárias, como falhas e lineamentos, decorrentes da intensa tectônica rúptil relacionada à abertura do Oceano Atlântico. Essas estruturas apresentam direções principais NE e NO, apresentando controle estrutural sobre a drenagem da área, a evolução das encostas e a formação dos cânions da Serra Geral, que têm seu eixo principal alinhado com as falhas de direção NO. As falhas de direção NE cruzam os cânions em direção normal ao seu eixo principal, sendo responsáveis pelo alargamento dos mesmos.

6.2 Geomorfologia

Em relação à classificação e caracterização geomorfológica da região dos parques nacionais de Aparados da Serra e Serra Geral, segundo o Levantamento de Recursos Naturais – Projeto RADAMBRASIL (IBGE, 1986), a região abrange o *Domínio Morfoestrutural dos Depósitos Sedimentares* e o *Domínio Morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares* (ver Mapa Geomorfológico anexo).

O Domínio dos Depósitos Sedimentares corresponde, em termos geológicos, à Província Costeira, e desenvolve-se de forma contínua ao longo da costa, numa vasta superfície plana e alongada na direção NE-SO. Corresponde a uma superfície baixa, com altimetrias que variam entre 1 e 25 metros, cujos principais rios que drenam a área têm suas nascentes nas áreas planálticas, a oeste do domínio, e deságuam nas lagoas ou diretamente no Oceano Atlântico. Esse domínio compreende especialmente litologias do Quaternário, recebendo contribuição de áreas-fonte mistas, ou seja, continental e marinha. O domínio abrange duas *regiões geomorfológicas*, a *Planície Costeira Externa* e a *Planície Costeira Interna*.

A Região Geomorfológica Planície Costeira Externa corresponde à porção mais externa do Domínio dos Depósitos Sedimentares, coincidindo com os modelados de relevo originados pelos depósitos marinhos e eólicos. A região engloba a *Unidade Geomorfológica Planície Marinha*. Nesta unidade predominam os modelados de acumulação em terraços marinhos, eólicos de dunas e planícies arenosas e, secundariamente, planícies lacustres às margens dos lagos maiores. Essa unidade é insignificante na região de interesse desse trabalho.

A Região Geomorfológica Planície Costeira Interna constitui uma área baixa, posicionada entre a Planície Marinha, a leste, e os relevos planálticos, a oeste, na qual se alojam os lagos costeiros. Na região predominam os modelados esculpido em depósitos de origem continental, ocorrendo em pequenos trechos os modelados derivados do remanejamento eólico, originando dunas atuais. Os solos predominantes são os Planossolos, solos Glei e Areias Quartzosas. A região engloba as unidades geomorfológicas *Planície Lagunar* e *Planície Alúvio-Coluvionar*. A Planície Lagunar, localizada entre a Planície Marinha, a leste, e Planície Alúvio-Coluvionar, a oeste, caracteriza-se por ser uma área plana, homogênea e sem dissecação, onde dominam os modelados de acumulação lacustres e de terraços lacustres. Na área em estudo essa unidade apresenta ocorrência significativa, não havendo, no entanto, presença das lagoas que caracterizam essa unidade nas regiões adjacentes. A Planície Alúvio-Coluvionar corresponde à superfície plana, rampeada suavemente para leste e posicionada entre a Planície Lagunar, a leste, e a Região Geomorfológica Planalto das Araucárias, a oeste. Esse posicionamento permite enquadrá-la, segundo a origem da deposição, como área de transição entre influências continental e marinha. Na área de influência continental, caso da área em estudo, predominam os modelados planos ou embaciados, resultantes da convergência de leques coluviais de espraiamento, cones de dejeção ou concentração de depósitos de enxurradas nas partes terminais de rampas de pedimentos. Ocorrem ainda formas de topo plano ou baixos tabuleiros. Em termos de formações superficiais, estas são caracterizadas por material grosseiro, heterométrico e misturado com finos, material este proveniente da área escarpada da Serra Geral.

O Domínio das Bacias e Coberturas Sedimentares corresponde à área considerada pelo mapeamento geológico como Província Paraná, abrangendo a maior parte da região em estudo. O contato com o Domínio dos Depósitos Sedimentares, a leste, ocorre através de um relevo escarpado, regionalmente conhecido como Aparados da Serra, de grande desnível altimétrico, em cujo contexto se encontram os cânions da Serra Geral. A área englobada por este domínio é composta predominantemente por litologias da Formação Serra Geral. Na área em estudo, o Domínio das Bacias e Coberturas Sedimentares abrange a Região Geomorfológica Planalto das Araucárias.

Esta região corresponde à porção mais oriental do Domínio das Bacias e Coberturas Sedimentares, limitando-se a leste com a Planície Costeira Interna. As formas do relevo foram esculpidas especialmente em rochas ácidas da Formação Serra Geral, que normalmente ocorrem capeando as rochas básicas. Nas áreas de relevo do tipo conservado, geralmente associadas a solos classificados pedologicamente como Cambissolos Brunos, observa-se a predominância de cobertura vegetal de Savana Gramíneo-Lenhosa com floresta de galeria e capões com presença de *Araucária angustifolia*. As características geomorfológicas da região do Planalto das Araucárias são bastante heterogêneas, variando desde formas de relevo amplas e aplanadas até o nível mais profundo de dissecação, registrando 620 metros de aprofundamento na região dos Aparados da Serra. As unidades geomorfológicas que fazem parte desta região na área de interesse deste trabalho são as unidades *Planalto dos Campos Gerais*, *Serra Geral* e *Patamares da Serra Geral*.

A Unidade Geomorfológica Planalto dos Campos Gerais representa uma ampla área elevada onde são registradas as maiores cotas altimétricas de todo o Domínio das Bacias e Coberturas Sedimentares. Apresenta-se como uma superfície inclinada, com caimento natural para oeste, onde as maiores cotas são da ordem de 1.100 a 1.200 metros, junto à unidade Serra Geral. As formas de relevo desenvolveram-se especialmente em rochas ácidas da Formação Serra Geral. Na área de interesse deste trabalho, a forma do relevo é de dissecação diferencial, traduzida por profundos entalhamentos fluviais embutidos em linhas estruturais. Entre uma e outra drenagem ocorrem inúmeros arroios incipientes, também seguindo orientações estruturais, que, devido à sua proximidade, conferem uma dissecação maior ao relevo.

A Unidade Geomorfológica Serra Geral constitui-se nos terminais abruptos e escarpados do Planalto dos Campos Gerais, desenvolvendo-se principalmente sobre as rochas básicas da Formação Serra Geral. O escarpamento apresenta direção variando de N-S a NE-SO, onde ocorrem os relevos mais abruptos, com presença de vales fluviais em “V” estreitos e de grande aprofundamento, adaptados aos sulcos estruturais da área, que formam os cânions da Serra Geral. A escarpa da unidade Serra Geral constitui-se em uma escarpa de linha de falha, com sua antiga frente já consideravelmente recuada e dissecada. Esse escarpamento expõe várias seqüências de derrames da Formação Serra Geral e rochas areníticas da Formação Botucatu nas posições basais das encostas. Um dos agentes exógenos mais importantes na dissecação e recuo das escarpas é a drenagem, associada às linhas de fraqueza e orientação estrutural existente na área. O padrão da drenagem é subparalelo, com os canais fluviais seguindo as direções principais NO-SE e NE-SO dos lineamentos estruturais.

A Unidade Geomorfológica Patamares da Serra Geral corresponde aos terminais rebaixados em continuidade à Unidade Geomorfológica Serra Geral, que avançam sobre as áreas referentes às regiões geomorfológicas Planície Costeira Interna e Externa a leste. Representa testemunhos do recuo da linha da escarpa, o qual desenvolveu-se nas seqüências vulcânicas e sedimentares de cobertura da Província Paraná. Nas áreas de maior entalhamento da drenagem, como nos contatos com regiões geomorfológicas topograficamente mais rebaixadas, observa-se o afloramento do arenito Botucatu. Essa unidade engloba formas em colinas com pequeno aprofundamento dos vales fluviais, formas de relevo que apresentam forte controle estrutural e, localizadamente, ocorrem formas planares.

6.3 Pedologia

Em relação à classificação e caracterização pedológica da região dos parques nacionais de Aparados da Serra e Serra Geral, segundo o Levantamento de Recursos Naturais – Projeto RADAMBRASIL (IBGE, 1986), a região abrange as seguintes unidades de solo (ver Mapa Pedológico anexo):

- Solos Litólicos Húmicos álicos;
- Cambissolo Bruno Húmico álico;
- Solos Litólicos Eutróficos;
- Terra Roxa Estruturada álica e distrófica;
- Solos Podzólicos Vermelho-Amarelos álicos;
- Cambissolos eutróficos e distróficos;
- Gleí Húmico eutrófico.

A unidade composta pelos Solos Litólicos Húmicos álicos têm pequena área de ocorrência na porção norte da região dos parques de Aparados da Serra e Serra Geral. Essa unidade compreende solos rasos (espessura inferior a 50 cm), pouco desenvolvidos, que se caracterizam pela presença de um horizonte A diretamente sobre a rocha matriz ou, ocasionalmente, sobre um horizonte C. Os solos desta unidade desenvolvem-se a partir de rochas ácidas da Formação Serra Geral, ocorrendo em áreas de relevo forte ondulado. Como inclusões nessa unidade ocorrem os Cambissolos Bruno Húmico álicos.

A unidade dos Cambissolos Bruno Húmico álicos é a mais expressiva em área na região de interesse deste trabalho. Compreende solos minerais, não hidromórficos, com presença de horizonte B incipiente, subjacente a um horizonte superficial de elevado acúmulo de matéria orgânica. Os solos desta unidade apresentam-se em perfis pouco profundos (0,5 a 1 metro) a profundos (1 a 2 metros), de coloração brunada. A seqüência de horizontes A, B e C é bem diferenciada. Estes solos são fortemente ácidos ($4,3 < \text{pH} < 5,3$), derivados de rochas ácidas da Formação Serra Geral, e abrangem áreas de relevo suave ondulado e ondulado. Na borda do Planalto dos Campos Gerais há elevado acúmulo de matéria orgânica no horizonte superficial, o qual foi caracterizado como horizonte A turfoso. Nesta unidade geralmente ocorrem associações com Terra Bruna Estruturada e com associações complexas de Solos Litólicos e Afloramentos de Rocha.

A unidade dos Solos Litólicos Eutróficos ocorre como uma faixa mais ou menos uniforme localizada sobre a Unidade Geomorfológica Serra Geral, com relevo variando de forte ondulado a montanhoso. Compreende solos pouco desenvolvidos, rasos (menor que 50 cm), que possuem horizonte A diretamente sobre a rocha ou sobre um pequeno horizonte C, geralmente com muito material de rocha em decomposição. O material de origem são as rochas basálticas básicas da Formação Serra Geral. Na unidade de mapeamento estes solos ocorrem em associação complexa com Cambissolos, solos Brunizém Avermelhados e Terra Roxa Estruturada.

A unidade Terra Roxa Estruturada álica e distrófica ocorre sobre as unidades geomorfológicas Serra Geral e Patamares da Serra Geral, sendo expressiva na área de estudo. Compreende solos não hidromórficos com horizonte B textural. São solos profundos, bem drenados, geralmente com textura muito argilosa. Apresentam seqüência de horizontes A, B e C, com pequena variação de cor e textura ao longo do perfil e transição gradual ou difusa entre os sub-horizontes. De maneira geral apresentam boas características físicas. Têm como substrato as rochas basálticas da Formação Serra Geral.

A unidade composta pelos Solos Podzólicos Vermelho-Amarelos álicos tem ocorrência restrita ao sopé da escarpa e dos patamares da Serra Geral, onde predominam litologias da Formação Botucatu. O relevo varia de suave ondulado a forte ondulado. Compreende solos minerais, não hidromórficos, caracterizados pela presença de horizonte B textural, marcado pela considerável iluviação de argila. Apresentam seqüência de horizontes A, B e C, usualmente bem diferenciados. São solos medianamente profundos e profundos (raramente rasos), bem drenados, com cores bruno-avermelhadas e argila de atividade baixa.

As unidades Cambissolos eutróficos e Cambissolos distróficos apresentam características físicas e perfis morfológicos semelhantes. As principais características destas unidades de solo são a presença do horizonte B incipiente e o baixo gradiente textural entre os horizontes. São solos minerais, não hidromórficos, de coloração bruno-avermelhada, com seqüência de horizontes A, B e C. Os perfis apresentam-se pouco profundos (0,5 a 1,0 metro) a profundos (1,0 a 2,0 metros). Os Cambissolos eutróficos apresentam horizonte A chernozêmico e o horizonte B, com argila de atividade alta, mostra restrição de drenagem, evidenciada pela presença comum de mosqueados. São derivados de sedimentos aluvionares e coluvionares do Quaternário, ocorrendo em áreas de relevo plano ou suave ondulado. Corresponde, a grosso modo, à Unidade Geomorfológica Planície Alúvio-Coluvionar. Os Cambissolos distróficos apresentam maior variação nas características químicas dos perfis, com altos e baixos valores de atividade das argilas. Encontram-se normalmente associados com solos Glei Pouco Húmicos e Podzólicos Vermelho-Amarelos, ocorrendo também na Planície Alúvio-Coluvionar.

A unidade de solos Glei Húmicos eutróficos ocorre junto à Unidade Geomorfológica Planície Lagunar. Compreende solos hidromórficos que se caracterizam pela presença de um horizonte glei dentro de 60 cm da superfície. Este horizonte é formado em condições de excesso de umidade, temporário ou permanente, resultando em cores de redução do óxido de ferro acentuadas, comumente cinzentas. Apresentam seqüência de horizontes do tipo A e C, com ou sem descontinuidade litológica. São solos medianamente profundos, mal drenados e com permeabilidade muito baixa. Apresentam argila de atividade alta e usualmente textura argilosa no horizonte subsuperficial. Em associação com essa unidade ocorrem solos Glei Pouco Húmicos, Cambissolos eutróficos e Solos Orgânicos. Sua área de ocorrência restringe-se às porções deprimidas do terreno, sujeitas a inundações freqüentes, e margens dos cursos d'água, sendo desenvolvidos sobre sedimentos do Quaternário. Em solos desta unidade o lençol freático se encontra normalmente muito próximo à superfície ou mesmo na superfície.

7. BIBLIOGRAFIA

- DIAS, R.D. (1987). Conceitos de pedologia aplicáveis à engenharia: CE-18. Porto Alegre: CPGEC/UFRGS.
- EMBRAPA (1999). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos.
- HOLZ, M. (1999). Do mar ao deserto: a evolução do Rio Grande do Sul no tempo geológico. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS.
- IBGE (1986). Levantamento de recursos naturais: Folha SH. 22 Porto Alegre e parte das Folhas SH. 21 Uruguaiana e SI. 22 Lagoa Mirim. v.33. Rio de Janeiro.
- LEINZ, V.; AMARAL, S.E. (1978). Geologia Geral. 7 ed. São Paulo: Nacional.
- LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. (1996). Manual de descrição e coleta de solos no campo. 3 ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- UFRGS (1998). Atlas ambiental de Porto Alegre. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS.

Anexos:

Mapa 01: Geologia

Mapa 02: Geomorfologia

Mapa 03: Pedologia

RELATÓRIO TEMÁTICO: HIDROLOGIA

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2
2. RECURSOS HÍDRICOS DO CONTEXTO REGIONAL DOS PARNAS DE APARADOS DA SERRA E SERRA GERAL	2
2.1 RIO TAQUARI E RIO DAS ANTAS.....	3
2.1.1 QUALIDADE DA ÁGUA	4
2.2 REGIÃO HIDROGRÁFICA DO LITORAL NORTE	8
2.2.1 BACIA HIDROGRÁFICA DO MAMPITUBA.....	8
2.2.2 BACIA HIDROGRÁFICA DO TRAMANDAÍ.....	8
2.3 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARARANGUÁ.....	11
2.3.1 ASPECTOS GERAIS.....	12
2.3.2 QUALIDADE DA ÁGUA	15
3. ASPECTOS DOS RECURSOS HÍDRICOS LOCAIS DOS PARNAS DE APARADOS DA SERRA E SERRA GERAL	17
3.1 DESCRIÇÃO DETALHADA DA HIDROGRAFIA LOCAL	17
3.1.1 AFLUENTES AO RIO MAMPITUBA	17
3.1.2 AFLUENTES AO RIO ARARANGUÁ	18
3.1.3 AFLUENTES AO RIO TAQUARI-ANTAS.....	19
3.1.4 AFLUENTES AO RIO TRÊS FORQUILHAS	19
3.2 ESTIMATIVAS DE VAZÕES DOS CURSOS D'ÁGUA DOS PARNAS ESTUDADOS.....	20
3.3 QUALIDADE DA ÁGUA LOCAL	21
3.4 CÁLCULO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA (IQA).....	24
3.5 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE QUALIDADE DA ÁGUA	26
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
ANEXOS.....	29
ANEXO A: MAPA DE ISOLINHAS	30
ANEXO B: MEMÓRIA FOTOGRÁFICA.....	35
ANEXO C: MAPAS DE RECURSOS HÍDRICOS	38

1. INTRODUÇÃO

Os Parques Nacionais de Aparados da Serra e Serra Geral estão localizados na Região Sul do Brasil, junto à divisa entre os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, entre as latitudes 29°00'00" e 29°16'00" S e longitudes 49°53'00" e 50°11'00" W. Possuem uma hidrografia bastante marcante. A beleza de suas águas naturais é caracterizada pela brusca variação topográfica do relevo, onde nascentes, córregos e arroios percorrem os paredões das escarpas, saindo de uma paisagem de planalto (Campos de Cima da Serra), com altitudes de aproximadamente 1.000 metros, para desaguar na Planície Costeira, onde as altitudes não passam de 20 metros.

Este complexo hídrico ocorre através da transição de escoamento destas zonas muito elevadas para zonas baixas percorrendo penhascos gigantescos, de onde onde formam-se inúmeras cachoeiras e destas tem-se a alimentação de arroios perenes na zona baixa, sendo o mais importante o rio Mampituba.

Neste trabalho serão abordados temas referentes aos recursos hídricos. Serão analisados as suas distribuições regionais contextualizando as suas características perante o entorno e os limites dos PARNAS. Obtém-se a partir destas análises o comportamento médio destas feições no tempo (variações de vazão, volumes de escoamento e qualidade da água) e no espaço (características fisiográficas da bacia de drenagem).

Conjuntamente às características fluviais destes corpos hídricos será avaliada a qualidade da água em diversos pontos da rede de drenagem que compõe a região estudada, estando representada no mapa de qualidade da água as suas variações de estado qualitativo através da metodologia do índice de qualidade da água - IQA.

2. RECURSOS HÍDRICOS DO CONTEXTO REGIONAL DOS PARNAS DE APARADOS DA SERRA E SERRA GERAL

A rede hidrográfica dos Parques Nacionais de Aparados da Serra e da Serra Geral drenam para três regiões hidrográficas inseridas nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Estas unidades hidrológicas que recebem as águas dos PARNAS e seu entorno num contexto regional são as seguintes:

No estado do Rio Grande do Sul:

- Região Hidrográfica do Guaíba: especificamente através da Bacia do rio Taquari-Antas
- Região Hidrográfica do Litoral: através da Bacia do rio Mampituba e Bacia do Tramandaí

Em Santa Catarina:

- Região Hidrográfica do Extremo Sul: através da Bacia do rio Mampituba e Bacia do rio Araranguá

No **mapa de Recursos Hídricos – Divisão das Bacias hidrográficas** estão apresentadas as três unidades hidrográficas que recebem as águas da região dos PARNAS e seu entorno.

Relacionando-se estas bacias hidrográficas com a rede de drenagem dos PARNAS podemos destacar o seguinte:

- Bacia do rio Taquari-Antas: suas nascentes situam-se junto aos limites e entorno dos PARNAS, apresentando uma grande proporção da área de estudo que drena para esta bacia. Os principais rios que drenam da região dos PARNAS pertencentes à esta bacia são: rio Camisas, rio Porteira Velha e rio Tainhas.
- Bacia do rio Mampituba: constitui junto com a bacia do rio Taquari-Antas as maiores unidades hidrológicas da área em estudo. No interior dos PARNAS tem-se diversos afluentes, dentre eles destacamos: rios Faxinalzinho, Pavão, Molha Côco, Malacara, Leão, etc.
- Bacia do rio Araranguá: nesta unidade tem-se as nascentes do rio da Pedra que é afluente do rio Itoupava já fora da zona de entorno. Uma pequena área da bacia do Araranguá (regiões mais elevadas) está dentro do Parque Nacional da Serra Geral propriamente dito assim como na zona de entorno.
- Bacia do rio Tramandaí: Esta é a menor unidade que possui rede de drenagem junto à área de entorno. Nenhum rio drena do interior dos PARNAS para esta unidade hidrográfica. Tem-se somente alguns afluentes e as nascentes do rio Três Forquilhas e que deságua na Lagoa de Itapeva.

A seguir apresentamos uma descrição destas unidades hidrográficas numa escala regional, detalhando melhor as suas características hidrológicas e de qualidade da água, podendo-se obter um panorama do estado em que se encontram estas bacias e analisar a região em que se insere os PARNAS estudados.

2.1 Rio Taquari e Rio das Antas

A bacia hidrográfica do sistema Taquari-Antas situa-se na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul, abrangendo uma área de 26.428 km², equivalente a 9% do território estadual, englobando total ou parcialmente, 98 municípios. Limita-se ao norte com a bacia do rio Pelotas, a oeste e ao sul com a bacia do rio Jacuí e a leste com as bacias dos rios Caí e Sinos. Trata-se do principal afluente do rio Jacuí, maior formador do Guaíba (MAGNA ENG., 1997).

O rio Taquari nasce no extremo leste do Planalto dos Campos Gerais, com a denominação de rio das Antas, até a confluência com o rio Guaporé, nas imediações da cidade de Muçum. A partir daí passa a denominar-se Taquari, desembocando no rio Jacuí, junto à cidade de Triunfo. O rio das Antas percorre 390 Km e o rio Taquari, 140 Km, totalizando uma extensão de 530 Km. Seus principais afluentes pela margem esquerda são os rios Camisas, Tainhas e Lajeado Grande, e pela margem direita, os rios Quebra-Dentes, da Prata, Carreiro, Guaporé, Forqueta e Taquari-Mirim.

Os rios Camisas e Tainhas possuem as suas nascentes junto a área de entorno dos PARNAS, mais precisamente no município de Cambará do Sul, numa região de baixa densidade populacional, onde predomina a criação extensiva de gado.

A área, ocupada por uma ampla variedade de cultivos agrícolas, é maior do que um milhão de hectares, gerando problemas relativos à utilização de agrotóxicos e adubos químicos, aos processos erosivos, com conseqüente aumento da turbidez, e ao assoreamento. A análise dos solos da bacia demonstra fortes limitações quanto aos aspectos pedológicos para o desenvolvimento da agricultura de forma mais intensa, tais como restrições quanto à

fertilidade e às variações na profundidade do perfil, limitações ligadas ao relevo ou à drenagem e alto risco de erosão.

Ainda podem ser observados diversos ambientes onde a vegetação natural encontra-se em satisfatório nível de preservação, localizados nas encostas íngremes dos vales, de difícil acesso e impróprios a práticas agrícolas. Os locais mais preservados acham-se representados por dez unidades de conservação correspondentes a 16.000 ha, sendo a mais importante a do Parque Nacional dos Aparados da Serra, no município de Cambará do Sul.

Hidrologicamente as regiões de nascentes podem ser caracterizadas por regimes torrenciais, de escoamentos superficiais rápidos e bruscas variações de descargas, por apresentar declividade média elevada, rede de drenagem densa com tendência radial, pouca profundidade e baixa permeabilidade dos solos.

A vazão média do rio Taquari, medida em Muçum, durante o período de 1940 a 1982, foi de 321 m³/s. As descargas máximas observadas atingiram valores na ordem de 10.300 m³/s, enquanto as mínimas estiveram entre 10 e 20 m³/s. As grandes flutuações de vazão são subseqüentes à ocorrência de chuvas contínuas, distribuídas em áreas extensas da bacia, concentrando rapidamente grandes volumes de água, que se propagam com velocidade rio abaixo.

2.1.1 Qualidade da Água

Segundo os próprios comentários da FEPAM a qualidade das águas do Taquari-Antas é beneficiada pelas altas concentrações de oxigênio dissolvido, que facilitam a depuração da matéria orgânica lançada na bacia hidrográfica. Fatores climáticos, geográficos e hidrológicos contribuem para este fato, destacando-se os seguintes:

- alta velocidade da água e presença de corredeiras, que promovem a aeração das águas;
- baixa temperatura da água, retendo o oxigênio dissolvido;
- relevo montanhoso no rio das Antas, com baixa taxa ocupacional e alta densidade de áreas verdes, minimizando o processo erosivo das margens;
- os grandes centros urbanos estão distantes das margens do leito principal do rio.

A FEPAM mantém uma rede de monitoramento da qualidade da água nesta bacia com 10 pontos monitorados (**Figura 1**). O ponto mais próximo aos PARNAS é em Bom Jesus e São José do Ausentes nas nascentes do rio das Antas. O rio Camisas não é monitorado pela FEPAM.

Observa-se uma tendência de diminuição da qualidade da água de montante para jusante, ou seja, diminuição do oxigênio dissolvido e aumento da demanda bioquímica de oxigênio e dos coliformes fecais. Representa exceção à esta tendência o ponto localizado em Bom Jesus, no que se refere aos parâmetros DBO, por influência da fábrica de celulose Cambará.

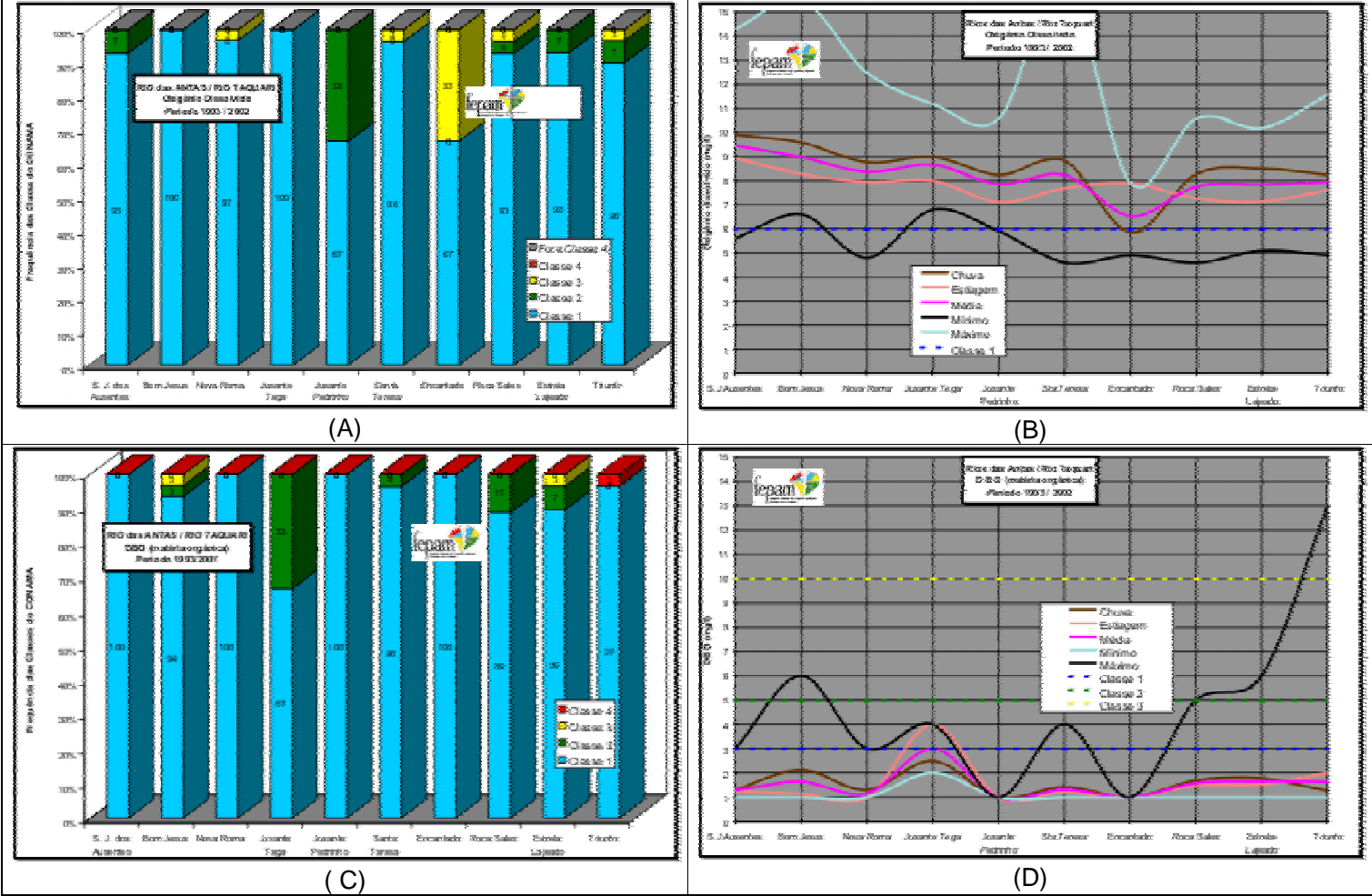
As médias anuais e sazonais dos parâmetros OD e DBO estiveram dentro dos padrões ambientais de Classe 1 da Resolução CONAMA 20/86. Os valores que ultrapassaram estes padrões concentraram-se principalmente no trecho inferior do rio, bem abaixo de Cambará do Sul e Bom Jesus.

A poluição por metais na água mostra-se pouco significativa, ressaltando-se, no entanto, a presença de chumbo acima dos padrões ambientais da Classe 1 no trecho inferior do rio, representando 7% das análises realizadas deste metal.

O parâmetro mais crítico foi o coliforme fecal, em especial a jusante de seu médio curso. Nas regiões de cabeceira já tem-se a ocorrência de valores acima da classe 1 e classe 2 (200 e 1000 NMP/100 ml), já representando que mesmo distante das sedes dos municípios há a contaminação das águas superficiais por dejetos de animais e/ou lixiviados de adubos orgânicos utilizados agricultura.

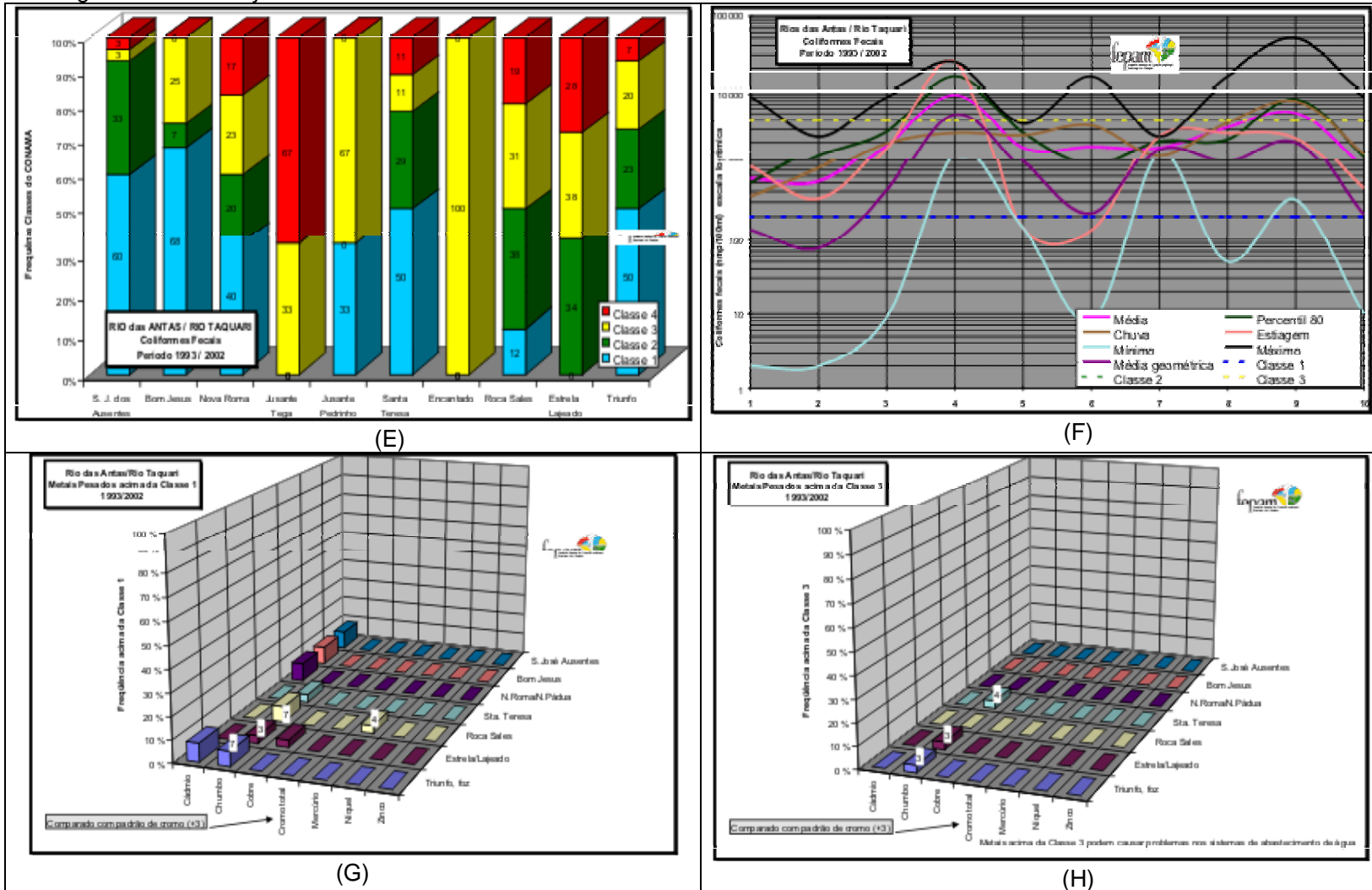
Na região alta junto às nascentes dos PARNAS tem-se mananciais mais preservados com qualidade de água boa, apresentando maiores níveis de oxigênio dissolvido e menores cargas de DBO.

Figura 1: Oxigênio Dissolvido, DBO, Coliformes Fecais e Metais obtidos no acompanhamento realizado pela FEPAM na bacia do rio Taquari-Antas



Fonte: FEPAM

Figura 1: Continuação.



FONTE: FEPAM

2.2 Região Hidrográfica do Litoral Norte

Na região hidrográfica do Litoral Norte (RS) que drenam as suas águas da área de entorno dos PARNAS temos a bacia do rio Mampituba (pelo lado do Rio Grande do Sul) e do Tramandaí. A bacia do rio Mampituba possui sua área de drenagem nos dois estados vizinhos que são Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

2.2.1 Bacia Hidrográfica do Mampituba

A bacia hidrográfica do Rio Mampituba possui uma superfície de aproximadamente 1.800 Km², distribuída entre as províncias geomorfológicas do Planalto Meridional e da Planície Costeira.

Abrange 08 municípios no extremo sul de Santa Catarina e 07 municípios nordeste do Rio Grande do Sul. Para o Rio Grande do Sul são os seguintes: Três Cachoeiras, Cambará do Sul, São Francisco de Paula, Morrinhos do Sul, Dom Pedro de Alcântara, Torres e Mampituba. Em Santa Catarina são: Passo de Torres, São João do Sul, Praia Grande, Santa Rosa do Sul, Sombrio, Jacinto Machado, Balneário Gaivota e Araranguá.

Este rio é bastante importante na caracterização do entorno dos PARNAS uma vez que recebe desde as suas nascentes parte das águas do interior dos Parques e é vastamente utilizado na irrigação de arroz (demanda grandes volumes de água). Também nesta bacia observa-se o uso da terra para plantações de banana e estas utilizam grandes quantidades de agrotóxicos para garantir a produção, sendo que encostas utilizadas nas lavouras sofrem fenômenos de lixiviação e tem grande potencial poluidor das águas locais.

2.2.2 Bacia Hidrográfica do Tramandaí

A Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí está localizada na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Litoral Norte do Estado. Abrangendo 17 municípios, desde Torres, ao norte, até Palmares do Sul, incluindo os municípios da encosta da Serra Geral. A bacia hidrográfica possui uma área de aproximadamente 2.500 Km², com uma área alagada de 500 Km². Como característica principal, apresenta uma seqüência de lagoas paralelas à linha de costa, interligadas entre si, embora ocorram pequenas lagoas isoladas. Estas interligações ocorrem através de canais e rios naturais e, em alguns casos, por intermédio de canais artificiais. Estes corpos hídricos estão limitados ao sul pela lagoa da Cerquinha e, ao norte, pela Lagoa da Itapeva, sendo que da escarpa da Serra Geral nascem os principais tributários que são os rios Cardoso, Três Forquilhas e Maquiné.

Esta bacia possui pequena representatividade na área de entorno dos PARNAS tendo-se somente algumas nascentes e afluentes do rio Três Forquilhas. Para a bacia hidrográfica do Tramandaí não há a contribuição das águas do interior dos Parques.

2.2.2.1 Qualidade das Águas

A área total monitorada compreende 16 lagoas, 4 rios e os estuários de Tramandaí e Torres, que são representativos dos diversos tipos de ambientes na região (conforme Tabela 1).

Associados aos complexos de lagoas, tem-se presentes curso de água lóticos como os rios Três Forquilhas, Maquiné e Mampituba.

A Rede de Monitoramento da FEPAM na Região das Bacias Litorâneas são compostas pelos diversos pontos de amostragem, listados abaixo, com frequência semestral.

TABELA 1: PONTOS DE QUALIDADE DA ÁGUA REALIZADO PELA FEPAM NA BACIA DO RIO TRAMANDAÍ E MAMPITUBA

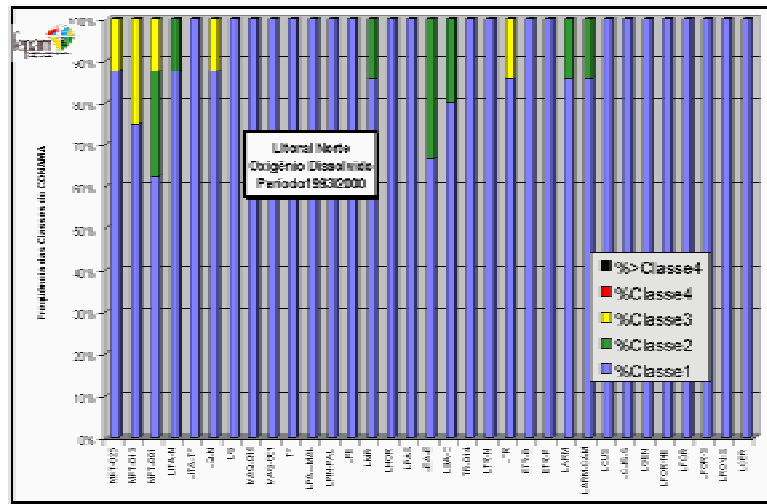
Corpo Hídrico	Número de pontos
1. Rio Mampituba	3
2. Lagoa Itapeva	2
3. Lagoa dos Quadros	3
4. Rio Três Forquilhas	1
5. Lagoa dos Passos	1
6. Lagoa Palmital	1
7. Lagoa Pinguela	1
8. Lagoa Peixoto	1
9. Lagoa Marcelino Ramos	1
10. Lagoa do Horácio	1
11. Lagoa dos Barros	2
12. Rio Maquiné	2
13. Rio Tramandaí	1
14. Laguna Tramandaí	2
15. Estuário Tramandaí	2
16. Laguna Armazém	2
17. Lagoa Custódia	2
18. Lagoa Gentil	1
19. Lagoa Rondinha	1
20. Lagoa Cerquinha	1
21. Lagoa Fortaleza	3

Fonte: FEPAM

Analisando-se as **Figuras 2 a 5** e selecionando os pontos de interesse em relação aos PARNAS estudados, temos o seguinte:

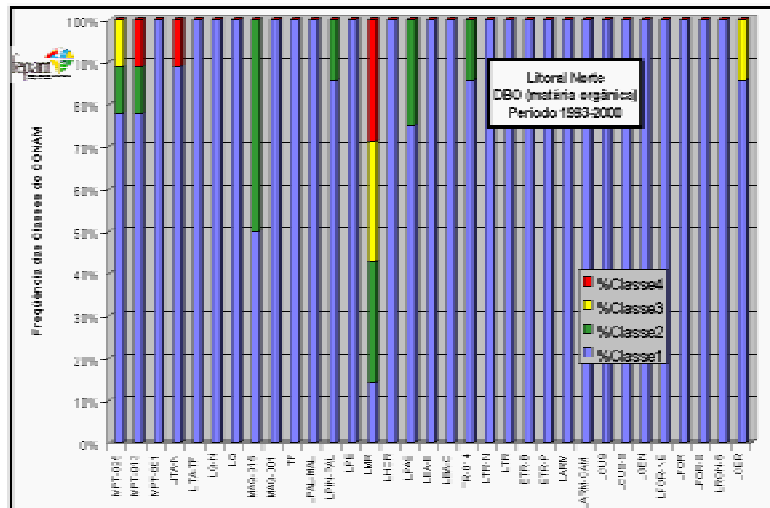
- a) O rio Mampituba apresenta problemas de matéria orgânica (DBO) e de coliformes fecais desde a Piratuba com os esgotos cloacais das áreas urbanas à montante da rodovia BR-101, como Praia Grande na zona de entorno, culminando com os esgotos de Torres no trecho final próximo da foz (já fora da zona de entorno).
- b) O rio Três Forquilhas não apresenta problemas com relação à oxigênio dissolvido e DBO uma vez que os resultados obtidos mostram os seus valores agrupados em quase 100% de frequência dentro da padrão classe 1.
- c) As concentrações de oxigênio estão geralmente acima de 6,0 mg/l (Classe 1) para a maioria dos recursos hídricos amostrados. Entretanto, para rio Mampituba teve-se concentrações de Classe 2 e 3. Também para o mesmo rio obteve-se concentrações de DBO de Classes 2 e 3 (mas com baixas frequência) e foi um dos que apresentou as maiores concentrações de coliformes fecais.
- d) A salinidade foi detectada no rio Mampituba, desde a foz até a BR-101. As causas da penetração de cunhas salinas são as estiagens, aliadas provavelmente às retiradas de água para irrigação nestes períodos, o que mostra uma grande demanda gerada nesta bacia para o cultivo de arroz irrigado.

Figura 2: Oxigênio Dissolvido obtido no acompanhamento realizado pela FEPAM na região hidrográfica Litoral Norte.



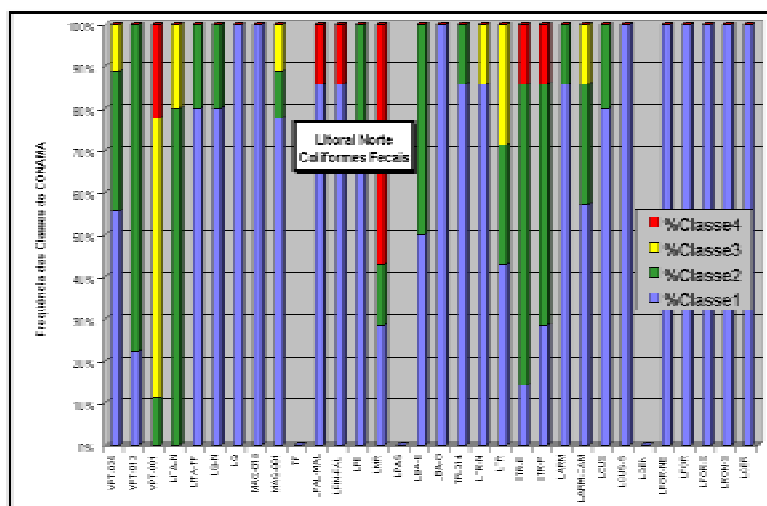
Fonte: FEPAM

Figura 3: DBO da região hidrográfica Litoral Norte, obtida no acompanhamento realizado pela FEPAM



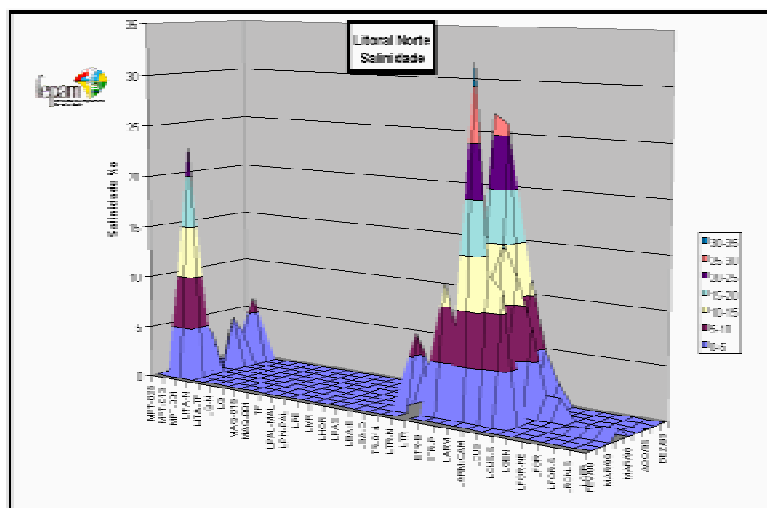
Fonte: FEPAM

Figura 4: Coliformes Fecais obtidos no acompanhamento realizado pela FEPAM na região hidrográfica Litoral Norte.



Fonte: FEPAM

Figura 5: Salinidade da região hidrográfica Litoral Norte, obtida no acompanhamento realizado pela FEPAM.



Fonte: FEPAM

2.3 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ARARANGUÁ

A bacia do rio Araranguá encontra-se localizada no sul do estado de Santa Catarina, entre os paralelos 28°30' e 29°20'S, na divisa com o Rio Grande do Sul, no alto da Serra Geral e entre os meridianos 49°15' e 50° W de Greenwich. É parte do sistema da vertente atlântica e compõe, juntamente com as bacias dos rios Urussanga e Mampituba (pelo lado de Santa Catarina), a Região Hidrográfica do Extremo Sul Catarinense.

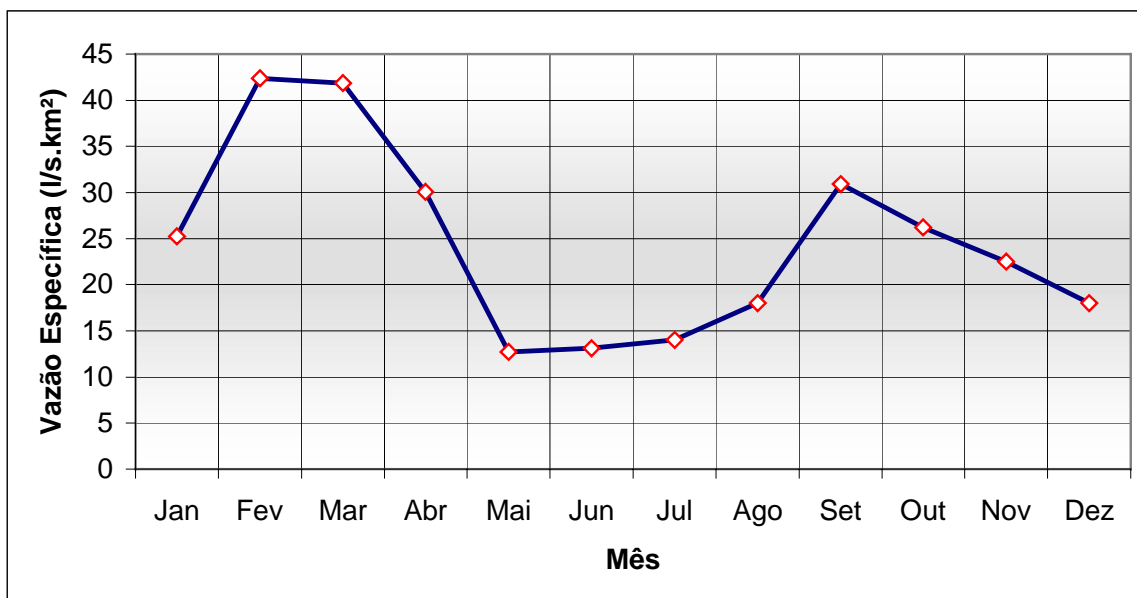
2.3.1 Aspectos Gerais

O rio Araranguá, possui uma bacia de drenagem com área de 3.020 km², uma densidade de drenagem de 1,95 km/km², sendo de 5.021 km o comprimento de seus cursos d'água, com vazão média de 40 m³/s. Como as demais bacias da Vertente Atlântica, a do Araranguá tem suas nascentes localizadas junto à Serra Geral, tendo como formadores os rios Itoupava (que recebe as águas do rio das Pedras, que nasce no PARNA da Serra Geral) e Mãe Luzia.

A bacia apresenta uma grande diversidade de atividades e nela são encontradas, entre outras, áreas de mineração a céu aberto e minas de subsolo, indústrias de cerâmicas de revestimento e estrutural, de vestuário, de metal-mecânica, curtumes e grandes áreas agricultáveis, onde desenvolve-se principalmente a cultura de arroz-irrigado, além da pesca artesanal.

Segundo dados da SDM (1997), apresenta seus índices máximos de vazão no período de fevereiro a março. As vazões mínimas ocorrem no período de maio a julho, e secundariamente de novembro à janeiro (**Figura 6**).

Figura 6: Descargas Específicas Médias Mensais transpostas para a Foz do rio Araranguá

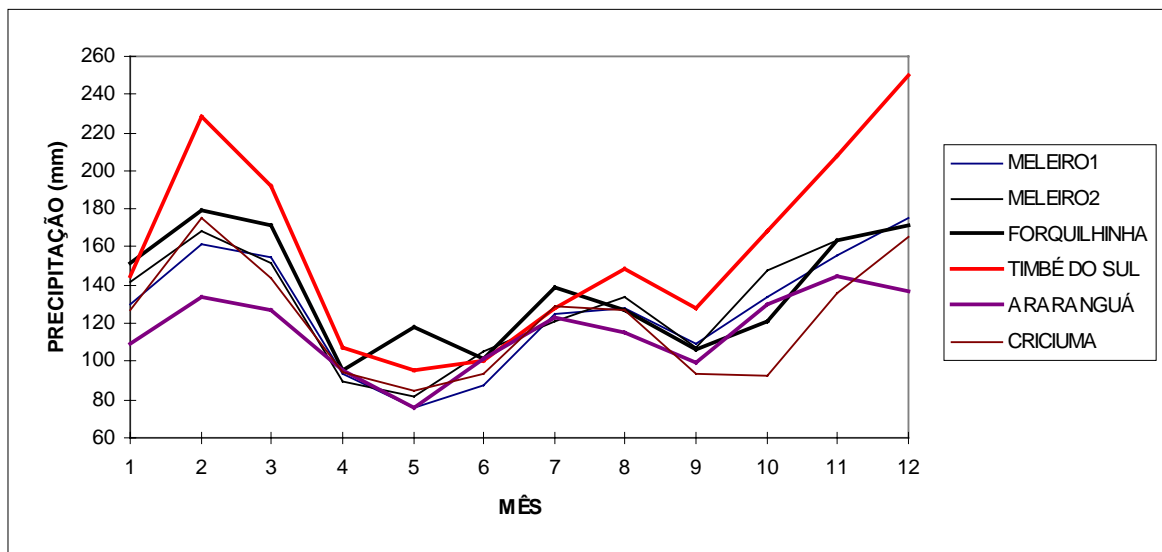


Fonte: SDM, 1997

De acordo com os dados de chuva da bacia tem-se que nas regiões cujas nascentes situam-se junto as zonas mais elevadas da Serra Geral ocorre maiores valores de precipitação (como para cidade de Timbé do Sul e Jacinto Machado). Para as regiões de planície estes valores são menores (como para estação de Araranguá), efeitos estes gerados pela dinâmica climatológica que ocorre na região associado ao forte relevo.

Desta forma, tem-se precipitações de grande intensidade e curto período, principalmente no verão, que ocasionam grandes vazões de efeitos instantâneos, principalmente na região sudoeste-oeste da bacia, lado este drenado pelo rio Itoupava, que recebe as águas do rio da Pedra (que drena o cânion Fortaleza, e seus afluentes - **Figura 7**).

Figura 7: Precipitação total mensal em seis postos pluviométricos da bacia do rio Araranguá, de 1978 a 1986



Fonte: SDM, 1997

No que diz respeito a fluviometria observa-se que os meses de fevereiro a março são caracteristicamente meses de cheias, havendo um decréscimo de forma generalizada em abril e alcançando valores mínimos de maio a julho. Cheias de magnitude secundária apresentam-se a partir dos meses de agosto a setembro.

A bacia do rio Araranguá apresenta duas características bastante marcantes: a ausência de estiagens acentuadas que marquem um período nítido de vazantes muito prolongado e a ocorrência de máximos secundários no decorrer de um ano hidrológico.

Este comportamento hidrológico é decorrente da influência da distribuição sazonal das chuvas com abundância no verão e uma tendência a estiagens no inverno.

Após o período de águas baixas, cujo mínimo ocorre em junho, há uma nova elevação dos níveis dos rios, de forma progressiva, até o mês de setembro.

De acordo com a metodologia da SDM (1997), o rio Araranguá tem as seguintes vazões características na região da foz do rio Araranguá:

Tabela 2: Características na Região da Foz do rio Araranguá

VAZÃO	$l/s.km^2$	(m^3/s)
Q7,10 ($l/s.km^2$)	0,45	1,36
QLongo Período ($l/s.km^2$)	25,0	75,5

Fonte: SDM, 1997 e CEHPAR, 1982

Os rios que fazem parte da bacia do rio Araranguá e que drenam as águas do interior dos PARNAS estão localizados nas regiões de cabeceira na posição sudoeste da bacia. O rio principal que recebe estes afluentes (como o rio das Pedras no cânion Fortaleza) é o rio Itoupava que ao unir-se ao rio Mãe Luzia forma o rio Araranguá.

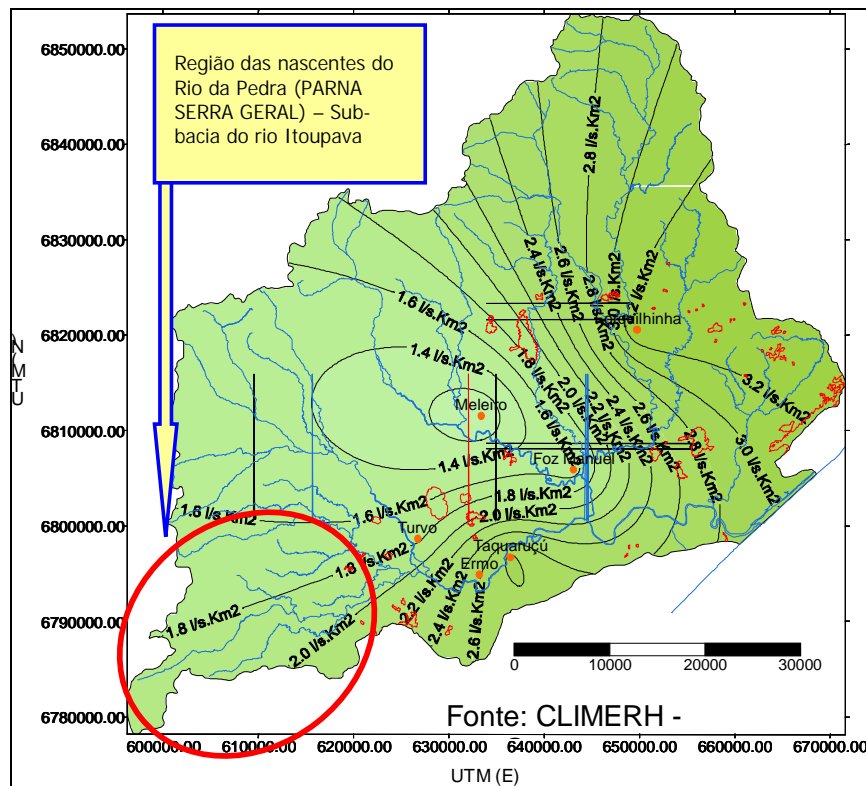
Segundo as isolinhas de vazões (**Figuras 8 e 9**) obtidas para a bacia (SDM, 1997) tem-se para as regiões de nascentes do lado sudoeste as seguintes vazões características:

Tabela 3: Vazões Características nas nascentes da encosta da Serra Geral da bacia do Rio Araranguá.

VAZÃO	l/s.km ²
Q7,10 (l/s.km ²)	1,8
QLongo Período (l/s.km ²)	37,0

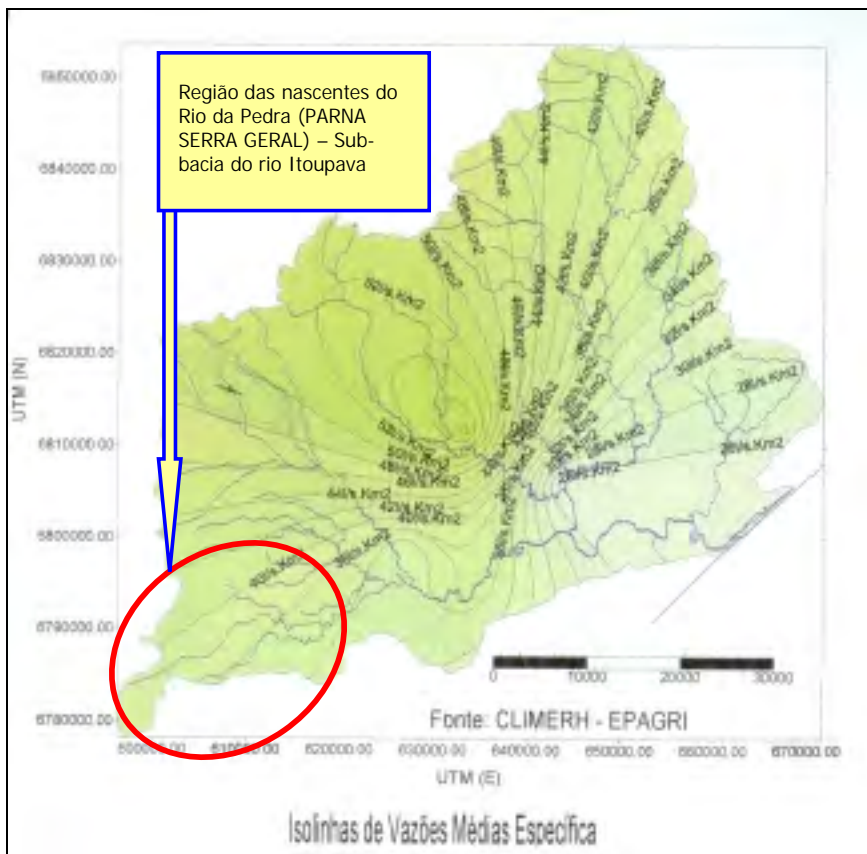
Fonte: SDM, 1997

Figura 8- Isolinhas de Vazões Mínimas Médias Específicas de 7 dias de duração(SDM, 1997)



Fonte: SDM, 1997

Figura 9: Isolinhas de Vazões Médias Específicas (SDM, 1997)



Fonte: SDM, 1997

Segundo a classificação do IDHE (Índice de Disponibilidade Hídrica em Estiagem), a quase totalidade dos pontos avaliados na região apresentaram valores dentro da categoria “extremamente crítico” ou seja, a soma dos consumos era maior que a vazão mínima nos rios (chegando a valores maiores em 10 vezes). Nota-se que um dos grandes fatores que pesam neste balanço são os grandes volumes aduzidos para a irrigação de lavouras de arroz, tanto na bacia do Araranguá como no rio Mampituba.

2.3.2 Qualidade da Água

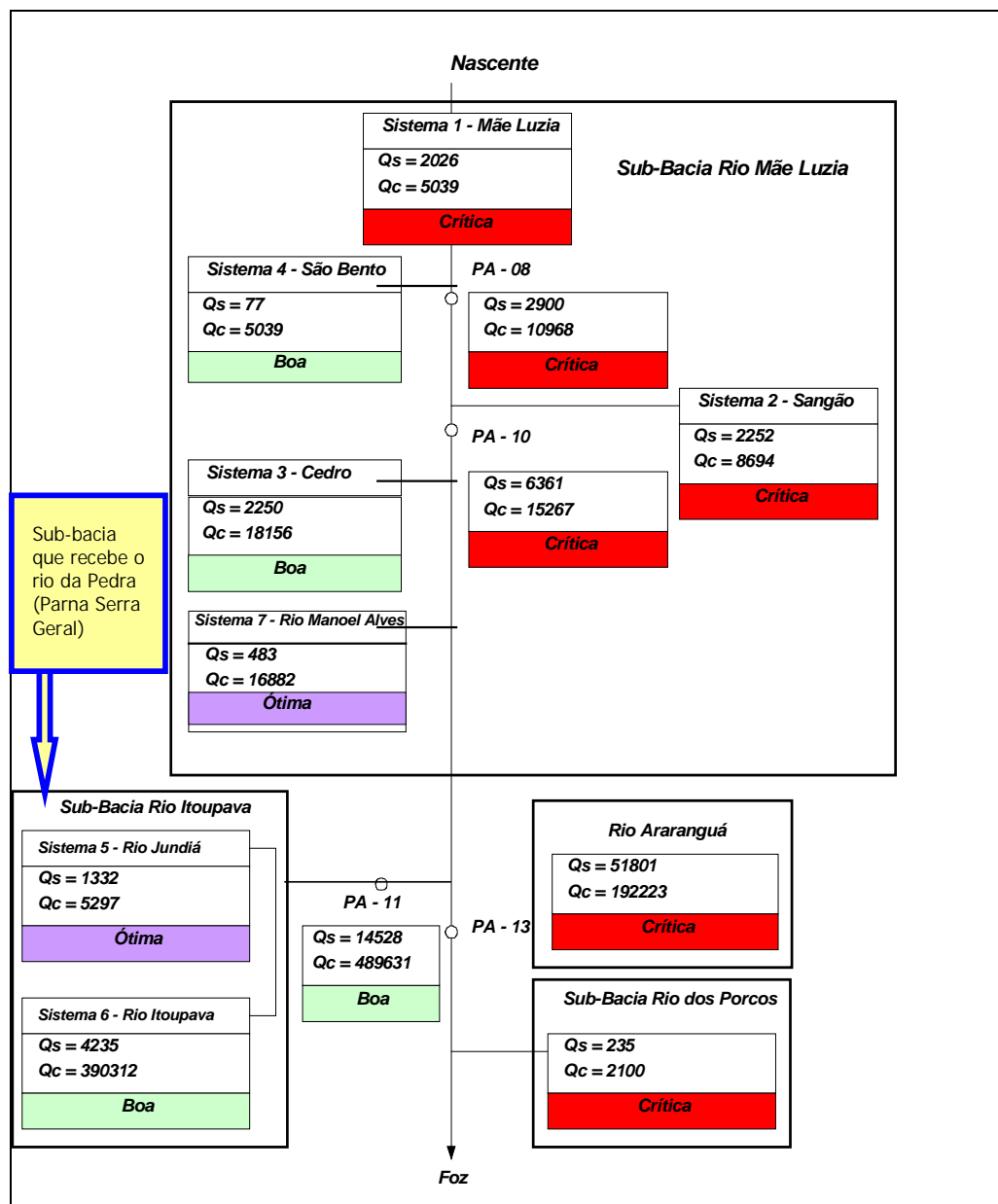
Com relação a qualidade da água na área de interesse (situada na porção sudoeste da bacia) para a sua avaliação foi utilizado a metodologia do IQA (NSF, 1970), considerando-se 59 pontos em toda a bacia. Na bacia do Itoupava foram considerados 09 pontos e nas águas das cabeceiras obteve-se águas com ótimas características (boa qualidade).

Na porção centro-oeste da bacia, a água dos rios, de um modo geral, pode ser classificada quanto a sua qualidade como ótima e boa, segundo o IQA. Porém, nos períodos que antecedem o plantio do arroz, durante o preparo das *canchas* ou *quadras* de arroz, o volume de sólidos transportados pela maior parte dos rios aumenta demasiadamente. Isto implica em dois sérios problemas de ordem ambiental: o primeiro indica a perda de solos agricultáveis através desta prática; o segundo é o comprometimento destes rios, seja pelo do assoreamento, pelo aumento da turbidez e até mesmo pelo arraste de defensivos agrícolas incorporados a este solo.

Confirmando a boa qualidade da água das áreas drenadas pelo rio Itoupava e seus afluentes, após a confluência deste com o rio Mãe Luzia (originando o rio Araranguá), a qualidade da água apresenta certa estabilidade e considerável elevação do oxigênio dissolvido, advindos das regiões mais elevadas (cabeceiras e regiões de nascentes, à exemplo do rio da Pedra).

Na **Figura 10** é apresentado o diagrama de drenagem, bem como da qualidade das águas da bacia do Rio Araranguá. Os resultados estão descritos por sub-bacias e assim classificados: *ótima* (cor violeta), *boa* (cor verde) e *crítica* (cor vermelha), segundo o IQA.

Figura 10: Diagrama de Drenagem e Classificação da Qualidade das Águas da Bacia do Rio Araranguá



Fonte: SDM, 1997

3. ASPECTOS DOS RECURSOS HÍDRICOS LOCAIS DOS PARNAS DE APARADOS DA SERRA E SERRA GERAL

A rede hidrográfica que compõe os PARNAS de Aparados da Serra e Serra Geral caracteriza-se basicamente por rios de nascentes que drenam pelo interior dos cânions para a região do entorno na planície (predominantemente para o rio Mampituba). Somente na região nordeste do PARNA da Serra Geral tem-se um curso d'água que drena do parque (cânion Fortaleza) para a bacia do rio Araranguá e na região noroeste do PARNA de Aparados da Serra (junto ao limite) temos um curso d'água que drena suas águas do interior do mesmo para o Rio Grande do Sul (Bacia Taquari-Antas).

A seguir será realizado a descrição das unidades hidrográficas que compõe a rede de drenagem dos PARNAS e seu entorno.

3.1 DESCRIÇÃO DETALHADA DA HIDROGRAFIA LOCAL

A principal bacia de drenagem que recebe as águas do interior dos PARNAS é a bacia do rio Mampituba. Secundariamente tem-se a bacia do rio Araranguá (sub-bacia do rio Itoupava) e bacia do rio Taquari-Antas (sub-bacia do rio Camisas).

Para visualizar as unidades hidrológicas envolvidas na área de estudo será realizado uma descrição da rede de drenagem pertencente aos limites hidrográficos destas sub-unidades, bem como de suas principais características.

No **mapa de recursos hídricos – divisão das sub-bacias hidrográficas** são apresentadas as principais sub-bacias em que se insere a região dos PARNAS e seu entorno.

3.1.1 Afluentes ao rio Mampituba

O rio Mampituba recebe os rios que drenam pelos cânions que compõe os PARNAS da Serra Geral e Aparados da Serra desde a porção sudoeste até nordeste, excluindo-se o rio da Pedra que percorre o cânion Fortaleza (que drena para a bacia do rio Araranguá).

Na **Tabela 3** são apresentados os principais rios que drenam do interior dos Parques para a zona de entorno.

Tabela 3: Descrição dos principais rios que drenam do interior dos PARNAS para a zona de entorno – Rio Mampituba/SC.

Rio	Região ou Cânion drenado
Rio Faxinalzinho	Cânion Faxinalzinho
Rio Pavão/Boi	Cânion Itaimbézinho
Rio Molha Coco	Cânion Molha Coco
Rio Malacara	Cânion Malacara
Rio Três Irmãos	Cânion Churriado
Rio Cachoeira	Encosta entre Cânion Churriado e Corujão
Rio Praia Seca	
Rio Leão	Cânion Corujão

O rio Pavão também conhecido como rio do Boi, é o mais extenso dentro dos limites dos PARNAS com 27 km. O rio Malacara possui 18 km de extensão, o Três Irmãos 13 km, o rio Cachoeira 17 km e o rio Leão 22 km.

Todos os rios citados possuem elevada declividade decorrente da geomorfologia local, podendo chegar a desníveis entre 800 e 1000 metros.

Via de regra estes rios descem os paredões basálticos da Serra Geral vindo desaguar na margem esquerda do Mampituba. São rios oligotróficos, de águas cristalinas, leitos formados por seixos e de regime torrencial, os quais formam diversas cachoeiras como a do arroio Preá (afluente do rio Pavão ou do Boi).

São rios de grande beleza cênica e oferecem ótimas oportunidades para recreação no seu baixo curso, devendo entretanto avaliar-se os perigos inerentes às variações bruscas de níveis ocorridas pelas elevadas precipitações de grande intensidade e curto período, ocorrendo ainda a descida de materiais sólidos e pedras carreados pela força das águas.

Na região do entorno tem-se diversos rios que afluem para o rio Mampituba pela margem esquerda e direita sendo eles:

- a) Arroio Josafáz: afluente da margem direita, na região sul do entorno junto às nascentes do rio Mampituba
- b) Arroio Roça da Estância: afluente da margem direita, junta-se ao rio Mampituba próximo à confluência com o rio Pavão.
- c) Rio de Dentro: afluente da margem direita, junta-se ao Mampituba próximo à confluência com rio Pavão (ou rio do Boi).
- d) Rio Cachoeira e Leão: drenam as encostas compreendidas entre os cânions Churriado e Corujão e o próprio cânion deste último, assim como estendem-se pela porção nordeste até o rio Mampituba abaixo da cidade de Praia Grande.

Junto à cidade de Praia Grande o rio Mampituba recebe os rios Molha Côco e ribeirão Fortaleza pela margem esquerda.

Na região sudeste do entorno abaixo do PARNA da Serra Geral, junto ao cânion Corujão tem-se a formação de corpos hídricos (açudes) para a irrigação de arroz (formados pelo rio Leão e Praia seca) caracterizando uma região recortada por diversos cursos d'água menores e desembocando a jusante no rio Mampituba.

3.1.2 Afluentes ao rio Araranguá

Nesta unidade hidrográfica temos a contribuição direta do PARNA da Serra Geral através de dois rios. O rio da Pedra que drena o cânion Fortaleza e o rio Pai José que drena o cânion Macuco.

Caracteriza-se também pela geomorfologia bastante movimentada e com vazões bastante intensas e de curto período causadas pelos eventos de chuvas intensas e curta duração, como descrito na análise climatológica. Associado às intempéries, estas grandes vazões são influenciadas pelas grandes altitudes e estas resultando em fortes declividades para a zona das escarpas.

Drenando para a bacia do rio Araranguá na região do entorno temos:

- a) Rio Engenho Velho: curso d'água próximo ao cânion Corujão sendo tributário do rio da Pedra pela margem direita.
- b) Rio da Praia do Norte e Pinheirinho: drenam as encostas ao norte do cânion Macuco.

3.1.3 Afluentes ao rio Taquari-Antas

Caracteriza-se pela região mais elevada da área estudada (região de planalto). Os rios que drenam os PARNAS e seu entorno para esta bacia, caracterizam-se por menores declividades e apresentam em alguns locais ambientes de “turfeiras”, onde tem-se extensa área bastante saturada pelas águas que escoam de forma difusa (diferente do escoamento convencional de um rio).

Já estamos falando de uma outra dinâmica de escoamento, diferente da zona de planície onde pela menor declividade que às zonas de escarpas, os deflúvios também podem ser intensos mas no entanto existem atenuações na energia das águas, retardando os seus efeitos para jusante.

Drenando do interior dos PARNAS para o entorno temos os seguintes rios:

- a) rio Camisas: é o principal curso d’água do PARNA de Aparados da Serra, nascendo próximo ao seu limite oeste e possui o curso mais longo dentre os rios desta área. O seu curso demarca o limite oeste do Parque a partir do cânion Faxinalzinho. Possui menor declividade e possui escoamento contrário às escarpas dirigindo-se para Nordeste para formar o rio das Antas, tributário do rio Taquari (drenando a região hidrográfica do Guaíba).
- b) rio Camarinhas: afluente da margem direita do rio Camisas, acompanha os limites do Parque Nacional de Aparados da Serra entre a Fazenda Gabiroba e Morro Agudo.

Para a zona de entorno desta sub-bacia temos:

- a) rio camisas: Via de regra na porção central do entorno, todos os rios da zona alta de Aparados da Serra drenam para o Camisas. Os principais afluentes são: arroio Barracão, arroio Restinga Feia, arroio Camarinhas e arroio Campo Bom (que passa pela cidade de Cambará do Sul). Já próximo à cidade de Cambará do Sul o rio Camisas forma um grande lajeado com relativas vazões mínimas e seus tributários recebem os efluentes da cidade.
- b) rio Tainhas: também drena para o rio das Antas e situa-se na região oeste do entorno dos PARNAS. Recebe pequenos afluentes pela margem direita, não havendo influência direta de suas águas nos PARNAS.
- c) rio Porteira Velha: drena a região do planalto próximo ao cânion Fortaleza e Macuco. Recebe pela margem direita o arroio Cambajuva e lajeado das Marrecas.

3.1.4 Afluentes ao rio Três Forquilhas

Possui a menor área de influência da zona de entorno das unidades tendo somente alguns pequenos afluentes na região de cabeceira dos mesmos.

O rio Três Forquilhas que nasce próximo às escarpas da Serra Geral é afluente da lagoa de Itapeva situada ao norte da região hidrográfica Litoral Norte.

Estes corpos hídricos (complexo de lagoas da região) são interligados entre si, ou por rios, ou apenas isolados, podendo-se estar ou não alimentados por cursos d’água (como no caso do rio Três Forquilhas).

3.2 ESTIMATIVAS DE VAZÕES DOS CURSOS D'ÁGUA DOS PARNAS ESTUDADOS

Em termos de vazões o curso d'água mais expressivo da área de estudo é o rio Mampituba, que recebe pela margem esquerda as águas dos rios que drenam os cânions dos PARNAS (exceto o cânion Fortaleza e Macuco).

Entretanto, os rios que drenam estas feições caracterizam-se pelas vazões reduzidas a longo prazo, tendo o seu volume de água acrescido quando ocorrem eventos de precipitação (principalmente eventos de grande intensidade e curto período).

Normalmente estes rios elevam os seus níveis rapidamente após chuvas rápidas, e devido a grande declividade e relevo movimentado, ganham muita energia e deslocam ao longo dos seus leitos grandes quantidades de material grosseiro e seixos. Nota-se nos leitos desses rios uma grande quantidade de seixos de grandes diâmetros que são trazidos das cotas mais elevadas para as regiões mais baixas.

Na região próxima aos PARNAS não tem-se informações pluviométricas e fluviométricas. Desta forma para analisar-se estes parâmetros utiliza-se recursos de regionalização de vazões para pontos mais próximos da região e que preferencialmente recebam suas águas e influência de respostas do processo chuva-vazão.

Desta forma, segundo a metodologia do CEHPAR (1982) e SDM (1997) o rio Mampituba, após confluência com o rio Sertão, possui as seguintes características:

Tabela 4: Vazões características para o rio Mampituba

Rio	Área (km ²)	Q LP		Q7,10	
		L/s.km ²	m ³ /s	L/s.km ²	m ³ /s
Mampituba	505	38,75	19,57	1,83	0,92

QLP: vazão média de longo termo

Q7,10: Vazão mínima de estiagem com 7 dias de duração e recorrência de 10 anos

Fonte: FEPAM

A vazão mínima (Q7,10) que apresenta na região próximo à foz já nos remete a um cenário de permanências de vazões mínimas reduzidas para eventos de estiagem.

Conforme a metodologia da ANEEL (2002) os mapas de isolinhas de vazões médias específicas, Q_{7,10}, máximas específicas médias e permanência de 95% (em anexo) apresentam os seguintes valores para a região dos PARNAS:

Tabela 5: Vazões Específicas características do rio Mampituba e demais rios que drenam os cânions dos PARNAS de Aparados da Serra e Serra Geral (Fonte: SDM, 1997)

Local	QLP (l/s.km ²)	Q7,10 (l/s.km ²)	Qmáx (l/s.km ²)	Q95% (l/s.km ²)
Rio Mampituba após rio Sertão	40	2,0	900	3-4
Rios que drenam os Cânions dos PARNAS	15-25	<0,5	1300	<0,5

QLP: vazão média de longo termo

Q7,10: Vazão mínima de estiagem com 7 dias de duração e recorrência de 10 anos

Qmáx: Vazão máxima média

Q 95%: Vazão com permanência de 95%

Pode-se notar que em termos de vazões mínimas, a região dos PARNAS possui valores reduzidos. Isto se deve, por ser rios com pequenas áreas de drenagem, sofrendo a influência da forte declividade e eventos de chuvas intensas e de curta duração. Resultado disto é que em determinados períodos (como no verão) o leito do rio apresenta-se bastante seco.

A permanência das vazões mínimas (Q95%) confirma o comportamento da dinâmica hidrológica da região uma vez que para o Mampituba junto a sua foz estes valores crescem em relação a Q7,10 (de 2,0 para 3-4 l/s.km²). Entretanto, para as regiões mais elevadas estes valores são muito parecidos uma vez que não ocorre uma permanência das vazões mínimas, predominando a grande variabilidade das vazões em resposta às chuvas, com grandes cheias periódicas e logo após processos de recessão de vazão.

Analisando-se os dados de vazões características para a região dos PARNAS e para o rio Mampituba (na planície costeira), verificou-se que mesmo tendo uma relativa área de contribuição do seu interior para o entorno, os volumes de água gerados para o rio Mampituba (após confluência com o rio dos Sertões) é em torno de 5% da vazão mínima total estimada. Este fato ocorre em função das pequenas vazões mínimas específicas (Q7,10 e Q95%) que apresentam estes rios, quando comparados com toda a região de encosta do planalto e planície costeira.

Analogamente, os rios que drenam do interior do PARNA da Serra Geral para a bacia do rio Araranguá (como o rio da Pedra), colaboram com vazões mínimas em torno de 2 à 3% dos valores estimados para a região do rio Itoupava (à montante do rio Mãe Luzia). Fato este resultado da pequena área de drenagem associado à pequenas vazões de estiagem.

Contudo, analisando-se o resto do estado de Santa Catarina percebe-se que a região dos PARNAS e do rio Mampituba possuem as menores vazões mínimas específicas (Q7,10 e Q95%), já informando possíveis problemas nas épocas de estiagem e também a adução de grandes volumes para a irrigação mesmo sendo esta uma região de menores permanências de vazão.

Para as vazões máximas ocorre o contrário, a tendência é de atenuar-se as cheias para os pontos de jusante (mais abaixo da bacia de Mampituba) ocorrendo menores valores de vazões máximas médias específicas para estes locais.

Especificamente para a região dos PARNAS estes valores crescem em quase 50% superando a casa de 1m³/s.km² o que não ocorre em todo o estado de Santa Catarina e que indica a magnitude destes eventos para a região, mesmo em termos médios.

3.3 QUALIDADE DA ÁGUA LOCAL

Os recursos hídricos locais podem ser caracterizados conforme as três regiões de drenagem. Seriam os rios de planalto com regimes mais lentos e ocorrência de zonas de turfeiras, os rios que drenam o interior dos PARNAS para a zona de entorno (direção S-E) e a região mais baixa que recebe as águas dos parques, com menores declividades e afluentes ao rio Mampituba, que serve de manancial para irrigação de arroz e abastecimento público.

Em termos gerais nota-se um grande uso dado às águas na bacia do Mampituba para o cultivo de arroz irrigado, principalmente na região sudeste-leste da zona de entorno (baixada), abaixo da cidade de Praia Grande. De Praia Grande em direção às regiões de nascentes, próximas aos rios Faxinalzinho e Josafáz tem-se uma grande concentração de plantações de banana, com uso intensivo de agrotóxicos. Nota-se também pequenas áreas com plantações de fumo, junto às propriedades.

Na região do planalto junto a cidade de Cambará do Sul e do cânion Fortaleza nota-se o uso de silvicultura de *Pinus spp.* Também aparecendo este uso na região sudoeste do entorno, nos afluentes da bacia do rio Tainhas.

Tendo em vista todos estes usos e a própria utilização da água na região do entorno e dos próprios PARNAS foi realizado uma campanha para a verificação da qualidade da água em diversos pontos estabelecidos junto à rede de drenagem local.

A localização dos pontos de amostragem é apresentada na **tabela 6** e no **mapa de qualidade da água** em anexo.

Tabela 6: Localização dos Pontos de Amostragem

PONTO DE AMOSTRAGEM	COORD. N (m)	COORD. E (m)	Localização do ponto
1	582764	6767655	Afluente do rio Faxinalzinho – Cânion Faxinalzinho
2	585810	6763682	Rio Josafáz
3	586130	6761969	Rio Faxinalzinho – Cânion Faxinalzinho
4	592698	6769387	Rio Pavão ou rio do Boi – Cânion Itaimbézinho
5	605024	6780943	Rio Leão – Cânion Corujão
6	605198	6786865	Rio da Pedra – Cânion Fortaleza
7	585152	6779800	Arroio Camarinhas – Afluente do rio Camisas
8	580285	6779952	Rio Camisas
9	580639	6774949	Afluente rio Camisas

Descrição dos pontos:

- Ponto 1: um dos principais afluentes do arroio Faxinalzinho, externos ao parque, que por sua vez é um afluente do rio Mampituba. Estes pontos abrangem uma grande área de drenagem externa aos parques. A análise deste ponto servirão de comparação com o ponto 2. Drena campos e pequenas áreas de florestas ombrófila mista.
- Ponto 2: Arroio Josafáz, drena áreas com floresta ombrófila densa e algumas vertentes cultivadas com bananas. Os parâmetros deste ponto serão comparados para verificar a influência do Parque nas águas nestas águas de nascente do rio Mampituba.
- Ponto 3: saída do rio Faxinalzinho, drena áreas que predomina floresta ombrófila mista e a análise deste ponto será comparada ao ponto 1, verificando possíveis alterações na qualidade da água ao passar pelos Parques.
- Ponto 4: no rio Pavão/do Boi, na saída do Cânion Itaimbézinho. Drena áreas com floresta mista e poucas encostas com cultivos de bananas. Este ponto deverá monitorar a influência das infraestruturas do parque sobre a qualidade da água.
- Ponto 5: rio Leão na saída do cânion Corujão. Adotado como ponto branco para comparação do Parque da Serra Geral. Possui todas as nascentes dentro dos limites do Parque e drena áreas com floresta ombrófila densa e alguma plantação de banana nas encostas.

- Ponto 6: rio da Pedra na saída do cânion Fortaleza. Pelo fato de receber visitação será analisado o impacto desta atividade. Drena áreas de floresta ombrófila densa.
- Ponto 7: arroio Camarinhas. Passa por fazendas e restaurante cobrindo grande área de drenagem. Drena campos e pouca área de floresta.
- Ponto 8: rio Camisas. Cobre a maior extensão de divisa do PARNA de Aparados da Serra e sofre maior interferência externa quanto à drenagem. Drena áreas de campos com turfeiras e poucas áreas com floresta.
- Ponto 9: afluente do rio Camisas. Engloba grande área de drenagem externa ao PARNAS, apresentando diversos açudes. Drena áreas de campo com pouca floresta ombrófila mista.

Desta forma foram feitas coletas em 09 pontos na malha hidrográfica no interior e fora dos PARNAS de Aparados da Serra e Serra Geral. As amostras foram preservadas e encaminhadas para o laboratório de análises de água **Quimioambiental** em Porto Alegre/RS. Algumas análises foram realizadas “*in loco*”, visando uma resposta imediata para alguns parâmetros no momento da coleta.

Foram analisados *in loco* a temperatura do ar, temperatura da água, oxigênio dissolvido, OD de saturação, e ph. Os parâmetros realizados em laboratório foram DBO, Nitrogênio, fósforo, coliformes fecais, sólidos totais e turbidez. Estes parâmetros são utilizados para o cálculo do IQA, visando padronizar todos os parâmetros em um único índice para análise.

Os resultados obtidos *in loco* e no laboratório estão apresentados nas **tabelas 7 e 8**.

Tabela 7: Resultados das análises realizadas “*in loco*” (Jan/03).

Ponto	Data	Hora	OD Sat. (mg/l)	OD (mg/l)	Temp. Ar (°C)	Temp. Água (°C)	pH
1	24/01/03	12:00	7,8	6,2	23,0	18,9	5,72
2	23/01/03	10:30	8,1	7,2	26,1	24,0	5,95
3	23/01/03	11:05	8,1	6,4	26,0	23,0	6,48
4	23/01/03	12:30	8,1	6,7	25,1	23,0	6,40
5	22/01/03	16:45	7,5	6,3	28,0	24,9	6,21
6	22/01/03	15:30	7,3	6,5	32,0	28,0	6,20
7	23/01/03	15:45	7,5	5,1	23,0	22,0	5,51
8	23/01/03	17:15	7,5	6,2	23,0	23,0	4,90
9	23/01/03	18:35	8,1	7,4	18,9	21,0	5,88

Fonte: Socioambiental, 2003

Tabela 8: Resultados laboratoriais das análises nos pontos de amostragem nos PARNAS de Aparados da Serra e Serra Geral – JAN/03

Ponto	DQO (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)	PO ₄ (mg/l)	N _T (mg/l)	Coliformes Fecais (NMP/100 ml)	Turbidez (NTU)	Sólidos Totais (mg/l)
1	19,26	ND	0,060	1,40	< 2,2	0,62	32,0
2	43,00	0,79	0,040	0,56	8,0 x 10 ²	0,82	34,0
3	21,50	0,19	0,16	1,68	2,0 x 10 ²	0,47	32,0
4	12,31	0,48	0,19	1,68	2,0 x 10 ²	0,77	34,0
5	42,81	0,90	0,15	2,24	< 2,2	0,63	23,80
6	19,41	0,16	0,16	1,12	< 2,2	0,34	16,0
7	30,02	ND	ND	1,68	2,0 x 10 ²	3,32	35,0
8	42,81	ND	0,070	2,80	8,0 x 10 ²	7,34	430,0
9	49,34	0,20	0,11	1,68	2,0 x 10 ²	4,00	40,0

ND: não detectado.

Fonte: Químioambiental/Socioambiental, 2003

3.4 CÁLCULO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA (IQA)

O IQA é determinado pelo produto ponderado das qualidades de água, correspondentes aos parâmetros: OD, DBO, coliformes fecais, temperatura da amostra, pH, nitrogênio total, fosfato total, sólidos totais e turbidez. Tal índice é calculado utilizando-se a equação:

$$IQA = \sum_{i=1}^n (q_i \cdot w_i)$$

Onde:

$IQA =$ índice de qualidade das águas (número entre 0 a 100).

$q_i =$ qualidade do i étimo parâmetro (número entre 0 e 100, obtido do respectivo "gráfico de qualidade", figura 2, em função de sua concentração ou medida).

$w_i =$ peso correspondente ao i - étimo parâmetro, atribuído em função da importância desse parâmetro para a conformação global da qualidade (número entre 0 e 1).

$n =$ número de parâmetros que entram no cálculo.

Desta forma aplicando as notas e pesos específicos para cada amostra, a qualidade das águas, indicada pelo IQA numa escala de 0 a 100, pode ser classificada quanto a contaminação orgânica segundo os seguintes intervalos:

TABELA 9: Intervalo de Classificação do IQA

Intervalo	Classificação
90-100	Qualidade ótima
70-90	Qualidade boa
50-70	Qualidade aceitável
25-50	Imprópria para tratamento convencional (poluída)
0-25	Imprópria ou crítica

Fonte: NSF, 1970

Na **tabela 10** são apresentados os valores de IQA para cada amostra coletada nos PARNAS.

Tabela 10: Classificação do IQA para os pontos de amostragem nos PARNAS de Aparados da Serra e Serra Geral.

Ponto	Valor IQA	Classificação do IQA	Intervalo de Classificação
1	83	Boa	70-90
2	67	Aceitável	50-70
3	76	Boa	70-90
4	75	Boa	70-90
5	86	Boa	70-90
6	87	Boa	70-90
7	68	Aceitável	50-70
8	61	Aceitável	50-70
9	74	Boa	70-90

Fonte: Socioambiental, 2003

No **mapa de Qualidade de Água** são apresentados os pontos de coleta de água da rede hidrográfica local. Os pontos são mostrados conforme classificação do IQA para cada rio, sendo indicados conforme a cor.

Agrupando-se os rios de mesma classificação quanto ao IQA temos o seguinte:

Tabela 11: Agrupamento dos pontos de mesma classificação quanto ao IQA

Classificação	Ponto de análise de qualidade da água
Grupo 1 - IQA – BOA (limite superior – notas acima de 80)	Ponto 1 – Afluente Faxinalzinho Ponto 5 – Rio Leão (Cânion Corujão) Ponto 6 – Rio da Pedra (Cânion Fortaleza)
Grupo 2- IQA – BOA (limite inferior- notas abaixo de 80)	Ponto 2 – rio Faxinalzinho Ponto 4 – Rio Pavão/ do Boi (Cânion Itaimbézinho) Ponto 9 – arroio afluente Camisas
Grupo 3 - IQA – ACEITÁVEL	Ponto 2 – rio Josafaz Ponto 7 – arroio Camarinhas Ponto 8 – rio Camisas

Diante deste agrupamento dos intervalos de notas obtidos podemos inferir que o primeiro grupo possui pequeno destaque em relação ao grupo 2 e estes em relação ao grupo 3.

De qualquer forma, os grupos 1 e 2 possuem considerável qualidade de água, com notas elevadas. Entretanto para os cursos d'água do primeiro grupo poderíamos considerar a qualidade da água como sendo ótima, uma vez que um ou outro parâmetro apresentou relativa variação (no entanto não significativa) e suas notas tendem ao limite superior do intervalo de classificação. Estão nesse grupo rios bastante preservados e que drenam cânions sem visitação intensa (como o ponto 1 e 5) e o rio da Pedra que drena um cânion com relativa visitação.

O segundo grupo já caracteriza bem a qualidade boa, uma vez que as notas obtidas estão próximas do intervalo médio, tendendo ao limite inferior. Estão nesse grupo arroios que drenam cânions com uso mais intenso de visitantes (como o ponto 4) e o arroio afluente ao Camisas que possui bom estado de preservação na zona do planalto.

O grupo 3 possui, dentre os três grupos, a pior classificação, apresentando alguns parâmetros da qualidade da água com relativa alteração. São dois rios do planalto e um rio junto às escarpas da Serra Geral. Estes rios apresentaram alterações de sua turbidez e sólidos totais, bem como dos valores de contaminação orgânica e por coliformes fecais, diferentes dos outros dois grupos onde suas águas já visualmente mostram melhor qualidade.

3.5 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE QUALIDADE DA ÁGUA

Quanto as características físico-químicas e bacteriológicas obtidas nas amostras podemos analisar que, em termos gerais, tem-se rios com boa qualidade de água, excluindo-se o rio Camisas que apresentou algumas alterações nas suas características.

A DBO₅, fósforo, nitrogênio e turbidez apresentaram-se relativamente baixas. Tem-se 03 valores de DBO abaixo do limite de detecção e o restante abaixo de 1mg/l. O fósforo também apresentou-se bem reduzido, com valores abaixo de 0,2 ppm.

O nitrogênio apesar de apresentar-se baixo, chamou atenção para o ponto 5 (cânion Corujão) e ponto 8 (rio Camisas), com 2,24 e 2,80 ppm. Entretanto os valores de DBO e fósforo presentes são bastante baixos e estes valores de nitrogênio podem estar relacionados à cargas orgânicas lançadas a algum tempo e que sofreram processos oxidativos, como dejetos de animais silvestres e/ou de gados em pastagem, dentre outros.

Os pontos 7,8 e 9 (rios da região do planalto – bacia do rio Camisas), apresentaram as maiores alterações nos parâmetros de turbidez e sólidos totais, apesar dos parâmetros de DBO e fósforo não acusarem grandes contaminações. Contudo são rios de zonas mais planas e que recebem contribuições de turfeiras tendo-se alterações na turbidez da água e de materiais sólidos carreados. No ponto 8 (rio Camisas) obteve-se a maior turbidez e carga de sólidos dos pontos observados.

Na região abaixo das escarpas da Serra Geral os rios apresentaram boa qualidade, com baixa turbidez, reduzidos sólidos totais, grande transparência e baixos valores de nitrogênio e fósforo.

Os maiores valores de coliformes fecais ocorreram no rio Camisas e rio Josafaz (pontos 8 e 2, respectivamente) seguidos dos rios Faxinalzinho, Pavão, Camarinhas e Afluente rio Camisas (pontos 3,4,7 e 9). Entretanto, os valores apresentados estão todos dentro dos limites para rio classe 2, que é de 1000 NMP/100ml. Excluindo-se os pontos 8 e 2. todos os outros apresentaram valores dentro do limite para rio classe 1 (limite=200 NMP/100ml). Os pontos que apresentaram maior colimetria podem estar associados à presença de animais silvestres ou gado e criações de aves e/ou suínos. Ao adubar a terra com seus dejetos as chuvas médias a torrenciais lavam os taludes e terraços de cultivo lixiviando estes contaminantes para os cursos d'água.

É notório a superior qualidade da água que provêm do rio Faxinalzinho em relação ao rio Josafaz, os quais são afluentes do rio Mampituba. O rio Josafaz contribui com maiores cargas orgânicas para o rio Mampituba, quando comparado com o anterior.

Entretanto a comparação entre o ponto 1 e o ponto 3 (afluentes do rio Faxinalzinho e o próprio) mostra que existe um incremento de carga orgânica neste rio ao passar pelo PARNA da Serra Geral. Contudo, estes valores são bastante pequenos, acrescidos em menos de 0,2 ppm no caso da DBO, 0,02 mg/l no caso do fósforo e 0,12 para o nitrogênio. Em termos de turbidez e sólidos totais não tem-se alteração. No oxigênio dissolvido existe

um ganho de 0,2 ppm e tem-se uma pequena alcalinização da água onde o pH cresce de 5,72 para 6,48.

Para os pontos 7,8 e 9, que caracterizam a sub-bacia do rio Camisas junto ao PARNA de Aparados da Serra, tem-se variações em termos de OD nos pontos medidos, reduzindo-se no ponto 7 (OD = 5,1 ppm) e elevando-se no ponto 9 (7,4 ppm). Para o ponto 8 (que recebe os dois anteriores) obteve-se 6,2 ppm. O ponto 7 caracteriza-se por águas mais paradas, com escoamento lótico obtendo-se redução dos níveis de saturação de OD (ficando abaixo de 70%). Para jusante estes valores equalizam-se chegando acima de 82%, já no rio Camisas.

A maior alteração ocorre em relação ao pH, uma vez que nos afluentes estes já apresentaram valores ácidos e fica ainda menor para jusante no rio Camisas (ponto 8), onde encontramos o menor pH dos pontos medidos. Este fato também ocorre no ponto 1 (afluente do rio Faxinalzinho) que também situa-se na região de planalto, ou seja, naquela região tem-se as formações de turfeiras, onde pela dinâmica de reações ali ocorridas pode haver liberação de ácidos fúlvicos e húmicos que reduzem o pH da água associada à este tipo de ambiente.

Diferentemente deste processo obteve-se o pH levemente reduzido também para o ponto 2 – rio Josafaz (pH=5,95). Entretanto, neste caso as causas devem ser outras, possivelmente ligadas a algum tipo de dissolução de sais ou substâncias do solo, seja pela atividade de uso na região, ou por fenômenos naturais.

Para os demais pontos dentro do limite dos PARNAS não houveram alterações de pH, apresentando-se na faixa ideal (entre 6 e 7).

Em relação aos pontos para análises comparativas da qualidade de água localizados junto ao limite dos PARNAS, nos rios que drenam os cânions Itaimbézinho, Corujão e Fortaleza (pontos 4,5 e 6), obteve-se resultados de certa forma bastante semelhantes. Houveram pequenas variações de DBO (na casa de 0,6 mg/l). Quanto ao fósforo e pH são basicamente iguais e, nos sólidos totais obteve-se valores entre 16 e 34 mg/l (bastante baixos).

Somente para o nitrogênio, o ponto 5 (cânion Corujão) apresentou o dobro do ponto 6 (2,24 para 1,12 ppm), podendo-se estar associado a usos de fertilizantes orgânicos para adubação de lavouras, os quais podem ser lixiviados para os cursos d'água, uma vez que na região nota-se maior uso de terra para plantações.

De maneira geral com o objetivo de analisar as interferências dos equipamentos de visitação nos cânions do ponto 4 e ponto 6 (que recebem visitação), comparativamente ao ponto 5 (cânion Corujão) e ponto 3 (cânion Faxinalzinho), não podemos afirmar que estes estejam alterando significativamente os padrões de qualidade da água para o local, uma vez que os cânions que não recebem visitação não apresentaram valores discrepantes em relação aos demais, e sim bastante semelhantes.

Diante dos resultados e pela verificação de campo durante as coletas de amostras de água, verificou-se de maneira geral, que os rios que drenam do interior dos PARNAS para o entorno possuem boa qualidade, com águas límpidas, transparentes e sem poluição aparente.

Contudo, na região de encosta do Planalto o rio Josafaz apresenta algumas alterações na qualidade da água (advindo dos usos efetuados na bacia), contribuindo para o Mampituba com uma água de pior qualidade que àquelas que afluem pela margem esquerda (do interior dos PARNAS). Na região do planalto meridional os rios analisados (rio Camarinhas, Camisas e Afluente do Camisas) apresentaram alterações mais significativas na qualidade da água, sendo mais relevantes aquelas ligadas à materiais em suspensão (sólidos totais e turbidez).

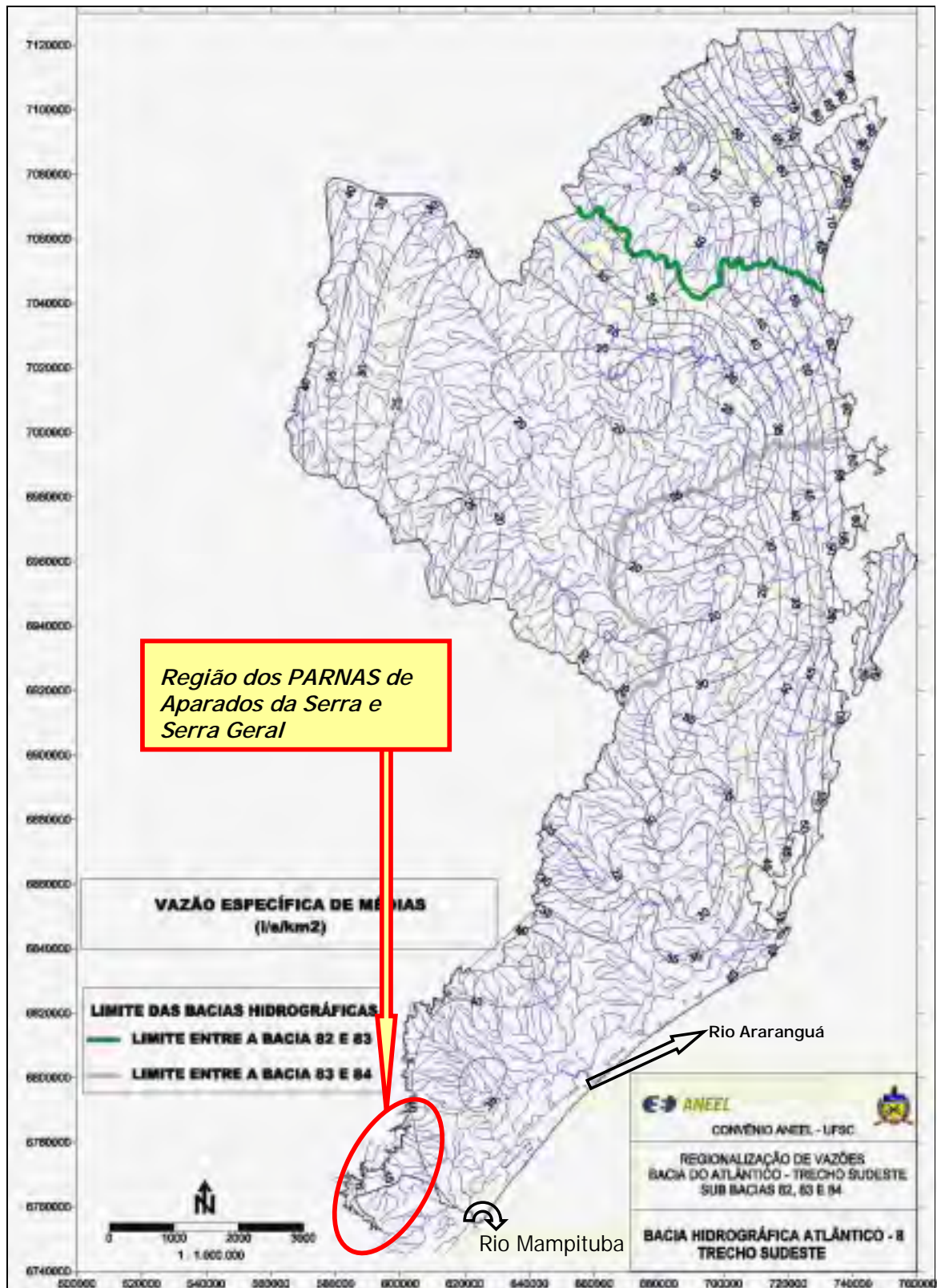
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente – SDM. ***Bacias Hidrográficas de Santa Catarina: diagnóstico geral***. Florianópolis, 1997.
- CENTRO E HIDRÁULICA E HIDROLOGIA PROFESSOR PARIGOT DE SOUZA. ***Vazões de Estiagem em Pequenas Bacias Hidrográficas do Estado de Santa Catarina: relatório final***. Florianópolis, 1982. 38p.
- SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente – SDM. ***Plano de Gestão e Gerenciamento da Bacia do Rio Araranguá. Zoneamento de Disponibilidade e Qualidade – Hídrica – Estudo Hidrológico***. Florianópolis, 1997.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA e UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – ENS – NEA. ***Regionalização de Vazões – Bacia do Atlântico – Trecho Sudeste, Sub-bacias 82, 83 e 84***. Florianópolis, 2002.
- Rio Grande do Sul. DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS (DRH) e FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (FEPAM). ***Relatório Anual sobre a Situação dos Recursos Hídricos no Estado do Rio Grande do Sul***. Porto Alegre, 2002.
- Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEPAM. ***Qualidade Ambiental. Monitoramento da Região do Guaíba e Litorânea do Rio Grande do Sul***. Internet – 2003. <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/index>.
- CETESB. ***Qualidade de Águas Interiores do Estado de São Paulo***. São Paulo, 1985.

ANEXOS

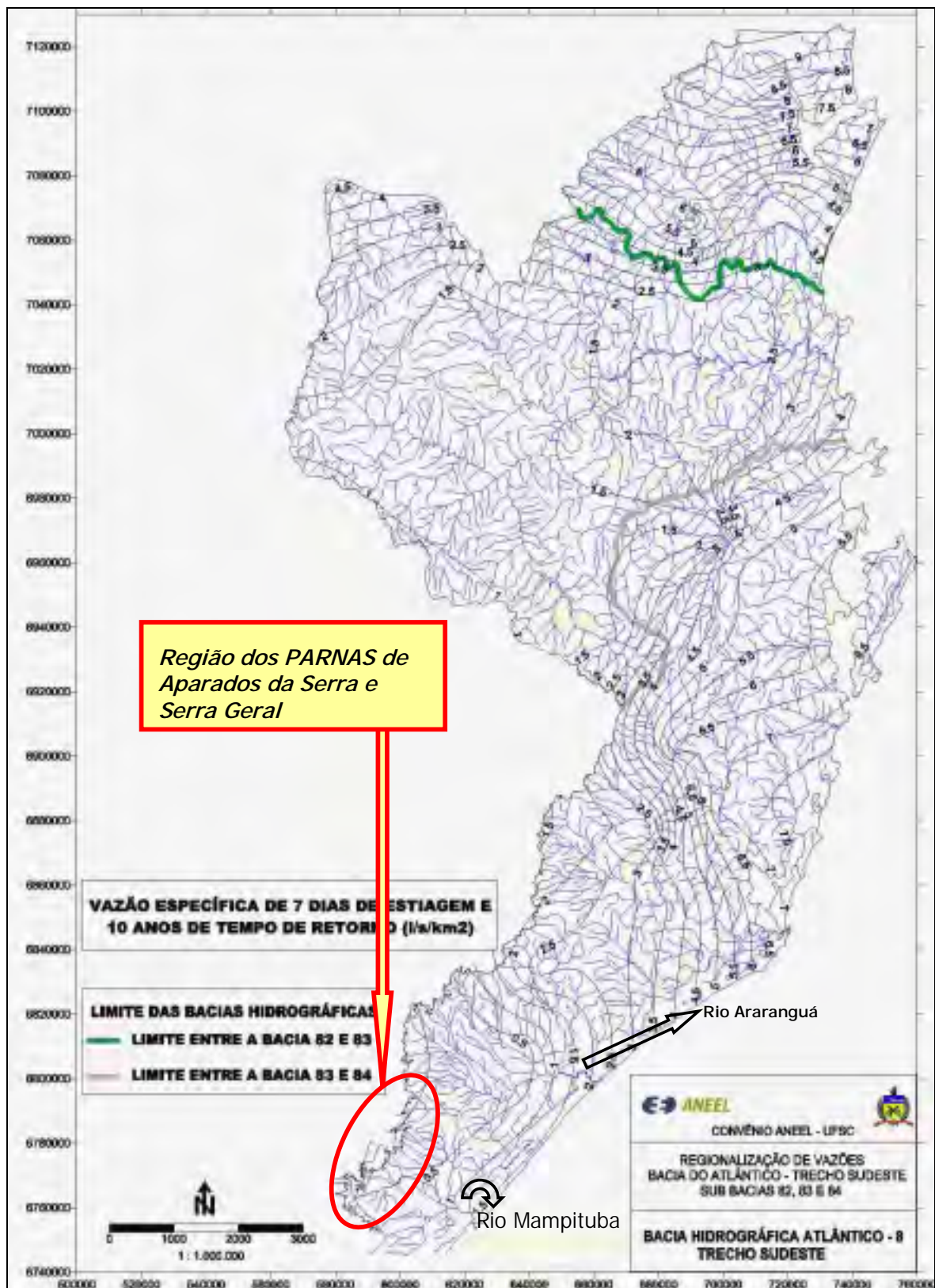
ANEXO A: MAPA DE ISOLINHAS

Figura A-1: Isolinhas de Vazões Médias Específicas do Litoral SC – Trecho Sudeste – BH Atlântico



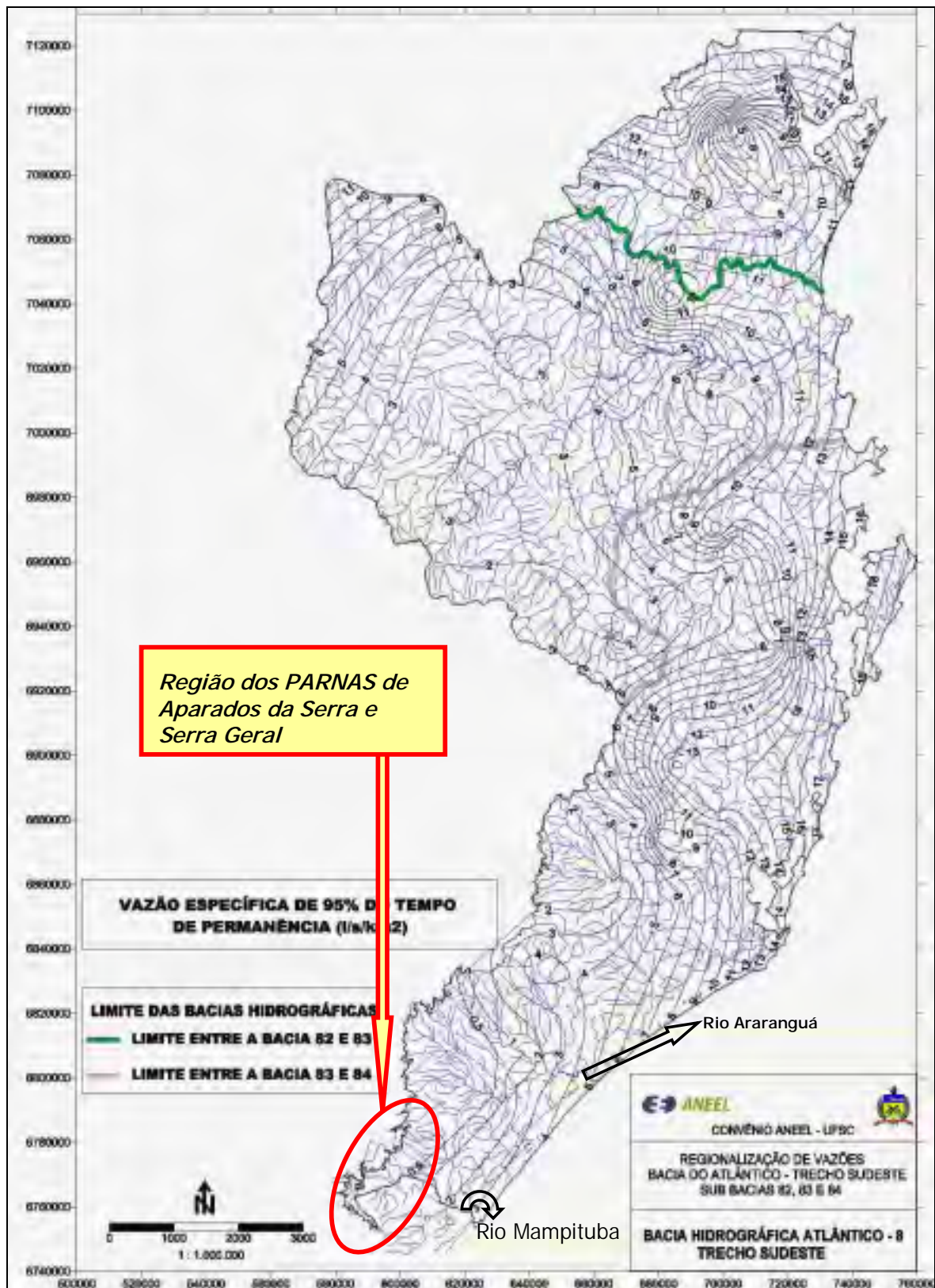
Fonte: ANEEL, 2002

Figura A-2: Isolinhas de Vazões Mínimas Específicas (Q7,10) do Litoral SC – Trecho Sudeste – BH Atlântico



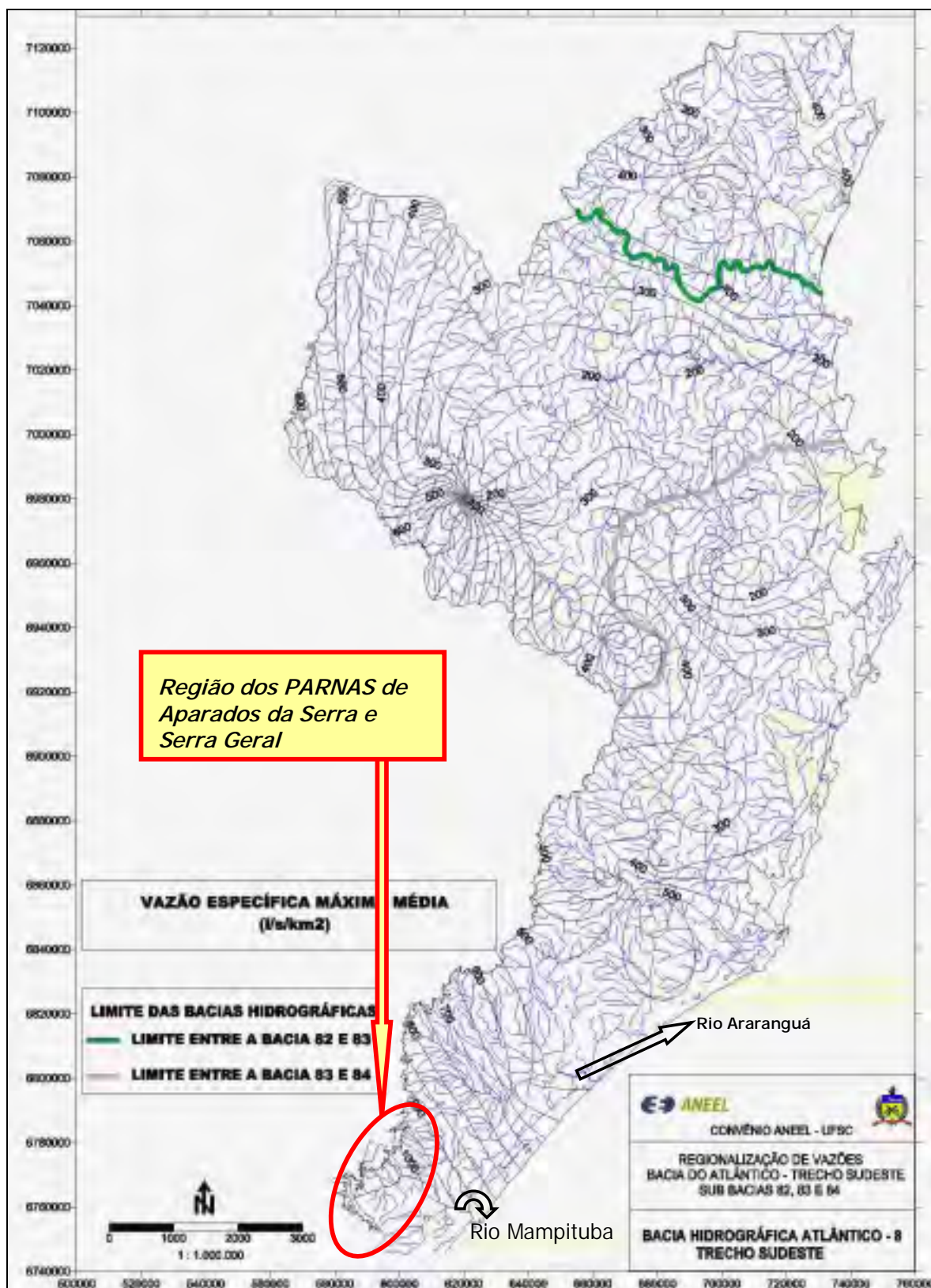
Fonte: ANEEL, 2002

Figura A-3 Isolinhas de Vazões Específicas com Permanência de 95% do Litoral SC – Trecho Sudeste – BH Atlântico



Fonte: ANEEL, 2002











Figura A-4: Isolinhas de Vazões Máximas Médias Específicas do Litoral SC – Trecho Sudeste – BH Atlântico







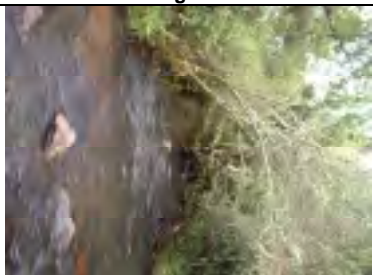




Fonte: ANEEL, 2002

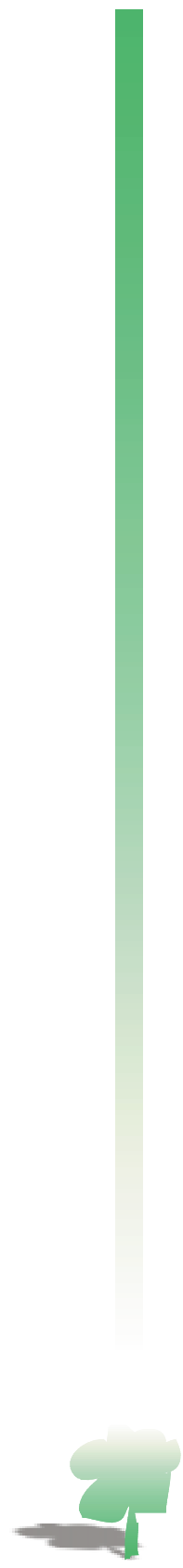
ANEXO B: MEMÓRIA FOTOGRÁFICA

Memória Fotográfica da Campanha de Qualidade dos PARNAS de Aparados da Serra e Serra Geral (22 – 24/01/2003)

	
<p>Ponto 6 – rio da Pedra (Cânion Fortaleza) – Vista de jusante.</p>	<p>Calibração dos equipamentos para a medição de OD e pH.</p>
	
<p>Medição de OD no ponto 6 – rio da Pedra (Cânion Fortaleza)</p>	<p>Coleta de amostras p/ análise de qualidade de água (Ponto 6).</p>
	
<p>Ponto 5 – rio Leão (Cânion Corujão) – Vista de jusante.</p>	<p>Coleta de amostras p/ análise laboratorial no ponto 5 – rio Leão.</p>
	
<p>Ponto 2 – rio Josafas – Vista de Montante.</p>	<p>Coleta de amostras p/ análise de qualidade de água no Ponto 2 (Cânion Faxinalzinho).</p>
	
<p>Ponto 3 – rio Faxinalzinho (Cânion Faxinalzinho) – vista de montante.</p>	<p>Coleta de amostras p/ análise laboratorial no rio Faxinalzinho.</p>

	
<p>Local de transbordo de produção de bananas, bacia do rio Pavão/Boi – ao fundo tem-se os sacos de lixo utilizados p/ a aplicação de agrotóxicos nos cachos vindo da lavoura.</p>	<p>Ponto 4 – rio Pavão/do Boi (Cânion Itambezinho) vista de montante. Pode-se ver a grande quantidade de seixos trazidos para as regiões mais baixas pelo regime torrencial.</p>
	
<p>Análise de pH efetuada no ponto 4 – rio Pavão/do Boi.</p>	<p>Ponto 7 – rio Camarinhas – vista de jusante. Possui um regime lótico c/ escoamento lento.</p>
	
<p>Ponto 8 – rio Camisas (vista de montante), nota-se a presença de algas e limo aderidos às pedras. Apresenta uma vazão mais expressiva em relação aos rios de região.</p>	<p>Coleta de amostras para análise de qualidade de água no Ponto 8 – rio Camisas.</p>
	
<p>Ponto 9 – Afluente rio Camisas – vista de jusante.</p>	<p>Coleta de amostras para qualidade de água no ponto 9 – afluente rio Camisas.</p>
	
<p>Ponto 1 – Afluente do rio Faxinalzinho (Cânion Faxinalzinho) vista de montante.</p>	<p>Coleta de amostras p/ qualidade de água no ponto 1 – afluente do rio Faxinalzinho.</p>

ANEXO C: MAPAS DE RECURSOS HÍDRICOS



Ministerio do
Meio Ambiente