MEIO FÍSICO

1 Clima

1.1 INTRODUÇÃO

Os principais centros de pressão que atuam sobre a região litorânea do Espírito Santo, onde está situado o Parque Estadual, são o anticiclone semifixo do Atlântico Sul e o anticiclone polar móvel.

O anticiclone semifixo do Atlântico Sul é responsável pelas condições de bom tempo (insolação, altas temperaturas e ventos alísios do quadrante Este) que ocorrem na Costa Leste do Brasil.

O anticiclone polar móvel é o centro de pressão responsável pelas intrusões das frentes frias, provenientes do extremo sul do continente (nebulosidade, baixas temperaturas e ventos do quadrante sul). Estas frentes frias, que na primavera e no verão raramente atingem o litoral capixaba podem, durante o inverno, ultrapassar o Estado do Espírito Santo e atingir o litoral nordeste brasileiro.

As frentes polares muitas vezes não conseguem progredir até o Estado do Espírito Santo pois estacionam no Sul do Brasil, se dirigindo para o mar. Algumas vezes, o deslocamento da massa fria para o mar permite a invasão da massa quente, precedida por uma frente quente que se move para o sul, determinando mau tempo persistente. A formação de frentes quentes, muito comuns no verão, é responsável pelas maiores precipitações pluviométricas neste período.

Para análise de condições climáticas em áreas específicas é de grande importância a disponibilidade de séries extensas de dados consistidos. Na região norte do Estado do Espírito Santo a rede de medições hidrometeorológica é muito precária. Além da existência de poucas estações, dados fornecidos pelas existentes não são confiáveis por não terem passado por uma análise de consistência regional.

Informações meteorológicas mais confiáveis são aquelas em quantidade suficiente para o cálculo de normais, com período de observação de no mínimo 30 anos consecutivos que passam por processo de depuração e consistência. A estação meteorológica mais próxima do Parque de Itaúnas que apresenta normais calculadas a partir de 30 anos de informações se situava em Conceição da Barra. O Instituto Nacional de Meteorologia consistiu dados, calculou e publicou valores de normais climatológicas para esta estação. A referida estação deixou de operar adequadamente na década de oitenta. Desta forma, não foi possível para o INMET calcular normais para o período 1961/1990 para esta Estação. Neste período 1961/1990 a estação mais próxima do Parque que foi operada continuamente se localizou

em São Mateus. A estação pluviométrica situada na sede do Parque de Itaúnas apresenta menos de 6 anos de medições.

Para o presente estudo procurou-se obter e analisar normais climatológicas de 30 anos por apresentarem maior confiabilidade. Pelo fato de diversos fatores que influenciam as condições climáticas não variarem com o tempo, tais como latitude, altitude, relevo, normais antigas, como as obtidas entre 1930 e 1960 para Conceição da Barra, permanecem válidas. Por este motivo neste estudo procurou-se analisar as normais para os postos mais próximos do Parque, ou seja, Conceição da Barra(1931 a 1960) e São Mateus(1961 a 1990). Procurou-se ainda analisar os dados brutos obtidos no pluviômetro situado na sede do parque (1996 a 2002).

1.2 NORMAIS CLIMATOLÓGICAS PARA CONCEIÇÃO DA BARRA (1931/1960)

A estação meteorológica apresentando registros de longo período de tempo mais próxima do Parque de Itaúnas localizava-se em Conceição da Barra, latitude 18º 37' e longitude 39º40'. Esta estação, operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia, que se situava a menos de 10 quilômetros do Parque deixou de ser operada adequadamente. Contudo, operou por mais de 30 anos, permitindo a obtenção de Normais Climatológicas para a região.

1.2.1 NORMAIS CLIMATOLÓGICAS ANUAIS

A Tabela 1 mostra as normais climatológicas anuais para período de 30 anos (1931/1960) para a Estação Meteorológica de Conceição da Barra.

Tabela 1 : Normais Climatológicas Anuais da Estação Meteorológica de Conceição da Barra

PARÂMETROS	1931- 1960
Pressão Atmosférica Anual	1015,2 mb
Temperatura Média Anual	23,8 ºC
Temperatura Máxima Anual	27,1 ºC
Temperatura Mínima Anual	20,4 ºC
Temperatura Máxima Absoluta	35,9 ºC
Temperatura Mínima Absoluta	12,3 ºC
Precipitação Média Anual	1408mm
Precipitação Máxima 24 horas	175,4 mm
Umidade Relativa	84%
Nebulosidade	5,5

1.2.2 PRECIPITAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS

A Tabela 2 e a Figura 1 mostram as precipitações médias mensais em Conceição da Barra, para um período de 30 anos(1931/1960).

Tabela 2 : Precipitações Totais Mensais Médias - Período 1931/1960.

	PRECIPITAÇÕES MENSAIS (mm)												
Período	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**	**Anual**
1961/1990	118,4	97,0	149,8	132,8	88,7	78,3	83,4	57,9	67,2	133,4	196,1	204,7	1408

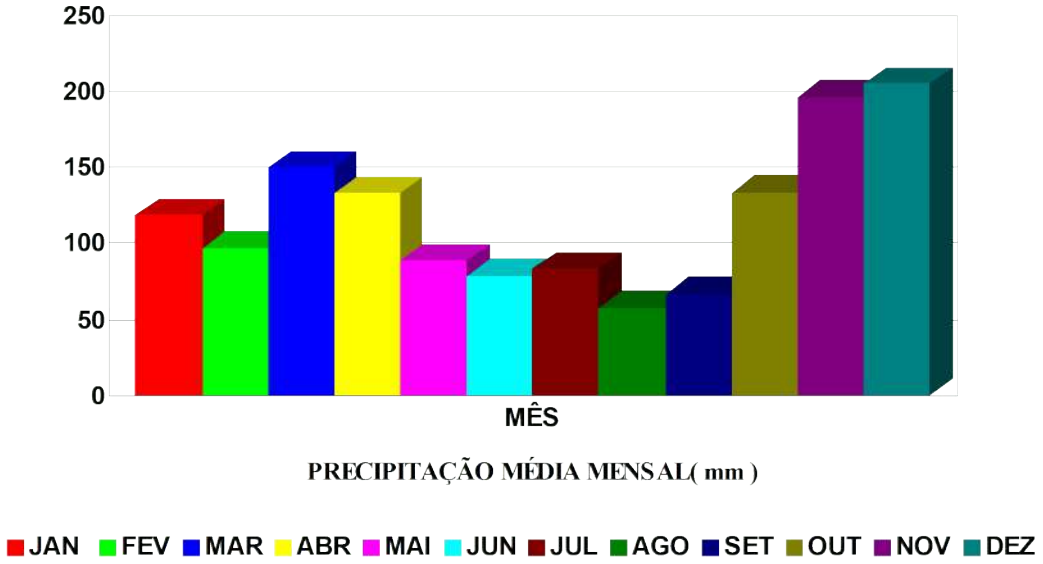


Figura 1 : Precipitações Médias Mensais - Período 1931/1960

Pode ser observado na Tabela 2 e na Figura 1 que a média mensal máxima de precipitação foi 204,7 mm, correspondente ao mês de dezembro, enquanto que a mínima ocorreu em agosto(57,9 mm).

A Tabela 3 e a Figura 2 mostram as precipitações máximas de 24 horas em Conceição da Barra, para o período entre 1931 e 1960.

Tabela 3: Precipitações Máximas de 24 horas - Período 1931/1960.

	PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DE 24 HORAS (mm)												
Período	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**	**Anual**
1931/1960	175,4	99,3	140,8	83,4	93,8	71,2	60,5	74,1	90,3	98,6	123,1	114,2	175,4

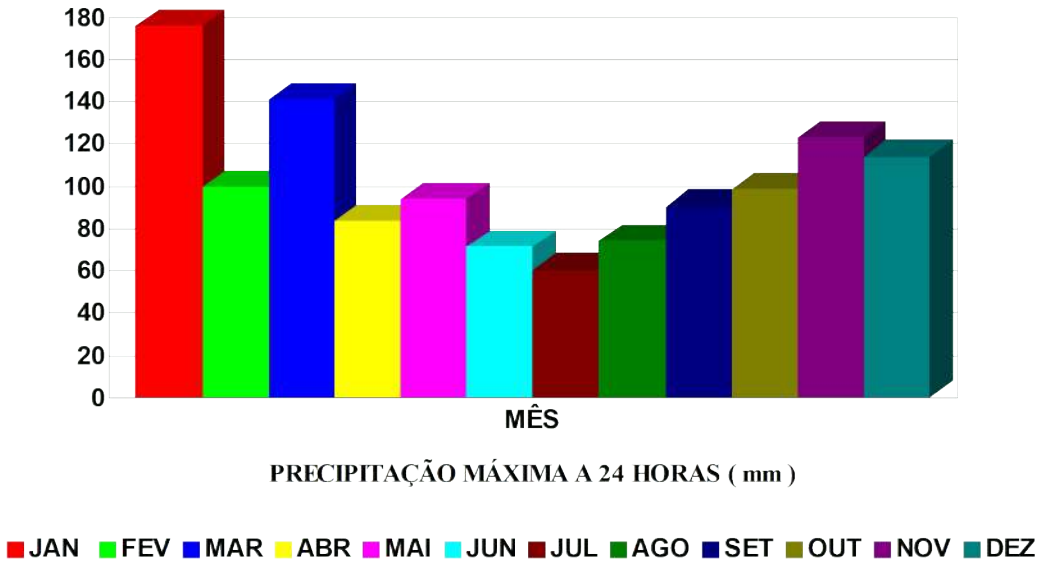


Figura 2 : Precipitações Máximas de 24 horas - Período 1931/1990

Pode ser observado na Tabela 3 e na Figura 2 que a máxima precipitação de 24 horas foi 175,4 mm, tendo ocorrido em um mês de janeiro.

1.2.3 FREQUÊNCIA DE VENTOS

Azevedo e Feitosa (1981) verificaram que a direção de vento predominante em Conceição da Barra é Nordeste, com freqüência de 45%, principalmente com ventos com velocidades entre 5 e 6 m/s. As direções sudeste e leste apresentam-se em segundo e terceiro lugares, respectivamente, em termos de freqüência, com valores de 15 e 12%. As maiores velocidades foram de 6 a 7 m/s, com freqüência de cerca de 6% na direção nordeste.
Cabe observar que os ventos predominantes em Vitória e Regência também são Nordeste, mostrando um padrão para o litoral Norte do Estado do Espírito Santo.

1.2.4 NEBULOSIDADE

A Tabela 4 e a Figura 3 mostram as médias de nebulosidade mensais em Conceição da Barra, para um período de 30 anos.

Tabela 4 : Nebulosidade - Período 1931/1960

	NEBULOSIDADE (0-10)												
Período	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**	**Anual**
1931/1990	5,4	5,0	5,5	5,3	5,0	5,0	5,3	4,8	5,2	6,1	7,0	6,7	5,5

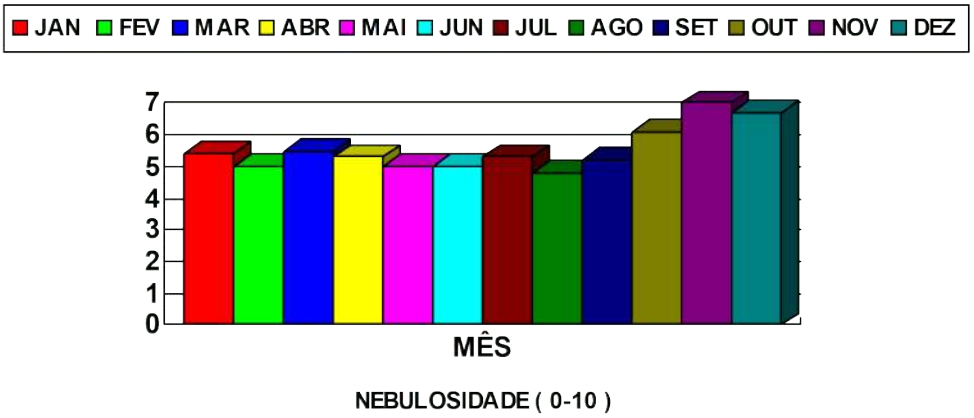


Figura 3 : Nebulosidade

A Tabela 4 e a Figura 3 mostram que a maior média de nebulosidade ocorreu no mês de novembro (7,0) enquanto que o mês de agosto apresentou a menor média (4,8).

1.2.5 UMIDADE RELATIVA

A Tabela 5 e a Figura 4 mostram médias mensais de umidade relativa em Conceição da Barra, para o período 1931/1960.

Tabela 5 : Umidade Relativa - Período 1931/1960

	UMIDADE RELATIVA												
Período	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**	**Anual**
1931/1960	83,2	83,4	84,1	84,2	84,3	85,5	84,5	82,4	82,5	83,6	85,0	84,7	84,0

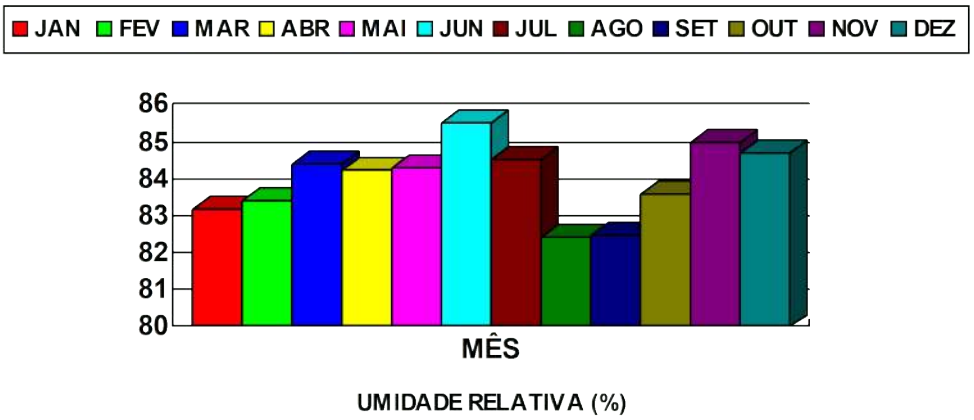


Figura 4 : Umidade Relativa

A Tabela 5 e a Figura 4 mostram que a maior média de umidade relativa correspondeu ao mês de junho (85,5), enquanto que o mês de agosto apresentou a menor média (82,4).

1.3 NORMAIS CLIMATOLÓGICAS PARA SÃO MATEUS (1961/1990)

Com a saída de operação da Estação de Conceição da Barra, a estação meteorológica apresentando registros de longo período de tempo mais próxima do Parque de Itaúnas passou a ser a de São Mateus, localizada na latitude 18º 42' e longitude 39º51'.

1.3.1 NORMAIS CLIMATOLÓGICAS ANUAIS

A Tabela 6 mostra as normais climatológicas anuais para período de 30 anos (1961/1990) para a Estação Meteorológica de São Mateus.

Tabela 6 : Normais Climatológicas Anuais da Estação Meteorológica de São Mateus

PARÂMETROS	1961- 1990
Pressão Atmosférica Anual	1012,5 mb
Temperatura Média Anual	23,8 ºC
Temperatura Máxima Anual	29,4 ºC
Temperatura Mínima Anual	19,4 ºC
Temperatura Máxima Absoluta	37,5 ºC
Temperatura Mínima Absoluta	10,2 ºC
Precipitação Média Anual	1211,4 mm
Precipitação Máxima 24 horas	143,4 mm
Nebulosidade	5,0
Evaporação	991,7 mm
Insolação Total	1932,6 Horas

1.3.2 PRECIPITAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS

A Tabela 7 e a Figura 5 mostram as precipitações médias em São Mateus para o período entre 1961 e 1990.

Tabela 7 : Precipitações Totais Mensais Médias - Período 1961/1990.

	PRECIPITAÇÕES MENSAIS (mm)												
Período	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
1961/1990	156,6	84,4	114,6	95,7	57,1	47,1	67,0	53,2	79,7	139,0	163,7	153,4	1211

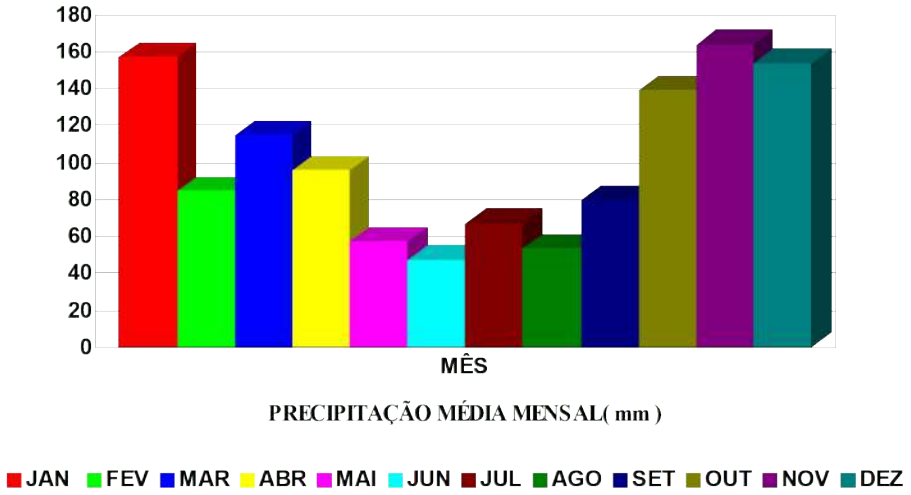


Figura 5 : Precipitações Médias Mensais - Período 1961/1990

Pode ser observado na Tabela 7 e na Figura 5 que a média mensal máxima foi 163,7 mm, correspondente ao mês de novembro.

A Tabela 8 e a Figura 6 mostram as precipitações máximas de 24 horas em São Mateus para o período entre 1961 e 1990.

Tabela 8 : Precipitações Máximas de 24 horas - Período 1961/1990.

	PRECIPITAÇÕES MÁXIMAS DE 24 HORAS (mm)												
Período	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**	**Anual**
1961/1990	143,4	112,3	113,4	110,0	60,8	38,3	80,5	71,9	105,4	83,9	104,8	101,0	143,4

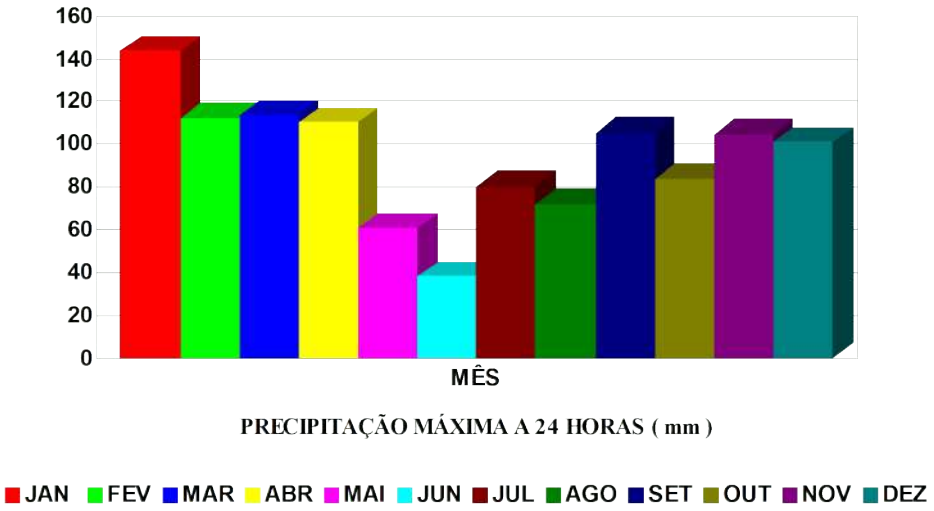


Figura 6 : Precipitações Máximas de 24 horas - Período 1961/1990

Pode ser observado na Tabela 8 e na Figura 6 que a máxima precipitação de 24 horas foi 143,4 mm, tendo ocorrido em um mês de janeiro.

A Tabela 9 e a Figura 7 mostram que a evaporação média de longo termo para São Mateus corresponde a 991,7 mm, sendo que o mês com maior média é janeiro enquanto que aquele com menor é junho.

Tabela 9 : Evaporação Mensal - Período 1961/1990

	EVAPORAÇÃO TOTAL (mm)												
Período	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**	**Anual**
1931/1990	98,1	90,0	95,2	81,7	72,1	66,1	68,0	82,5	81,3	85,5	84,1	87,1	991,7

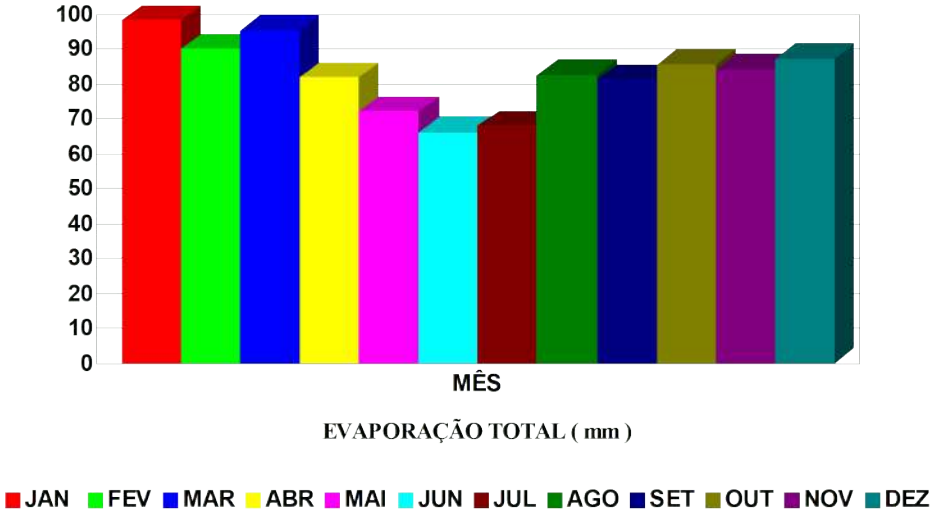


Figura 7 : Evaporação Mensal - Período 1931/1990

1.3.3 NEBULOSIDADE

A Tabela 10 e a Figura 8 mostram as nebulosidades médias mensais para São Mateus no período 1961/1990.

Tabela 10 : Nebulosidade - Período 1961/1990

	NEBULOSIDADE (0-10)												
Período	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**	**Anual**
1931/1990	5,0	5,0	5,0	5,0	4,0	4,0	5,0	5,0	6,0	6,0	7,0	7,0	5,0

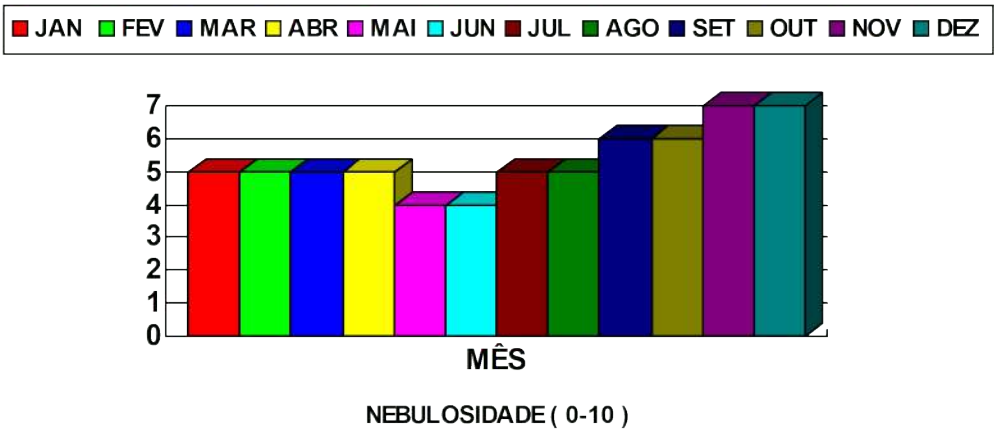


Figura 8 : Nebulosidade

A Tabela 10 e a Figura 8 mostram que a maior média de nebulosidade ocorreu nos meses de novembro e dezembro (7,0) enquanto que os meses de maio e junho apresentaram as menores médias (4,0).

1.3.4 INSOLAÇÃO TOTAL

A Tabela 11 e a Figura 9 mostram médias mensais de insolação total (horas e décimos) em São Mateus para o período 1961/1990.

Tabela 11 : Insolação Total - Período 1961/1990

	UMIDADE RELATIVA												
Período	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**	**Anual**
1961/1990	201,9	179,3	173,5	178,5	184,3	158,0	164,7	177,6	122,1	118,0	120,5	154,1	1933

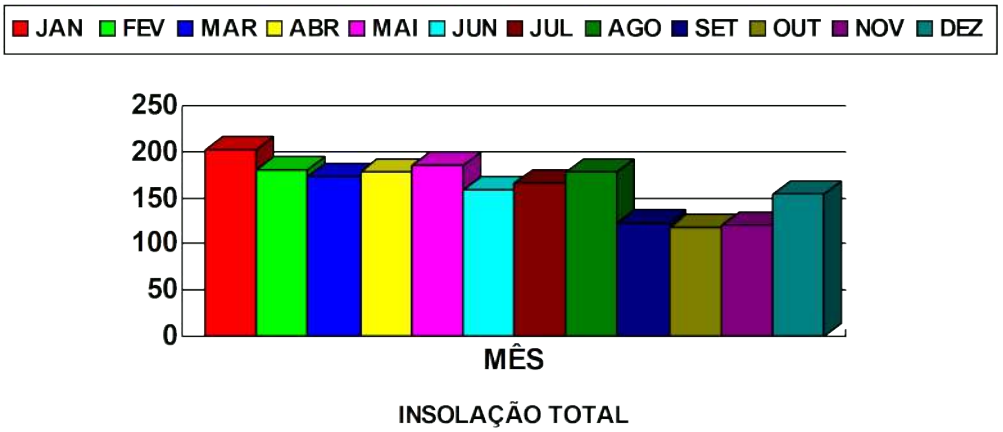


Figura 9 : Insolação total (Horas e décimos)

A Tabela 11 e a Figura 9 mostram que o maior período médio de insolação ocorreu no mês de janeiro (201,9 horas), enquanto que o mês de outubro apresentou a menor período médio (118).

1.4 PRECIPITAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS MEDIDAS NO PARQUE DE ITAÚNAS

Nas proximidades da sede do Parque de Itaúnas se encontra instalado desde 1996 um pluviômetro do tipo Ville de Paris no qual são medidas diariamente, às 7 horas, as precipitações por períodos de 24 horas.

A Tabela 12 e a Figura 10 mostram as precipitações mensais, obtidas a partir das precipitações diárias, para a sede do Parque de Itaúnas.

Tabela 12 : Precipitações Totais Mensais - Período 1996/2002.

	PRECIPITAÇÕES MENSAIS (mm)												
Ano	**Jan**	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**	**Anual**
1996	18,2	19,2	121,3	41,5	20,8	35,4	71,3	2,9	60,0	81,3	324,5	64,6	861,0
1997	0,7	81,6	62,0	78,1	102,2	0,0	100,6	19,4	52,7	44,8	93,0	183,4	818,5
1998	87,6	38,6	30,4	34,4	10,3	11,2	5,0	53,9	69,3	96,5	314,2	92,3	843,7
1999	66,7	16,3	119,4	56,5	28,7	0,0	203,0	0,0	79,5	39,9	299,2	172,9	1082
2000	118,2	89,0	159,6	153,9	51,2	24,8	47,0	21,4	311,4	101,0	207,9	211,4	1497
2001	87,9	25,0	34,0	17,0	88,1	51,0	76,9	53,5	60,6	146,9	185,1	67,8	893,8
2002	107,9	151,0	88,7	97,6	54,2	42,4	56,8	20,1	61,7	76,6	-	-	-
Média 1996/2001	63,2	45,0	87,8	63,6	50,2	20,4	84,0	25,2	105,6	85,5	237,3	132,1	83,3

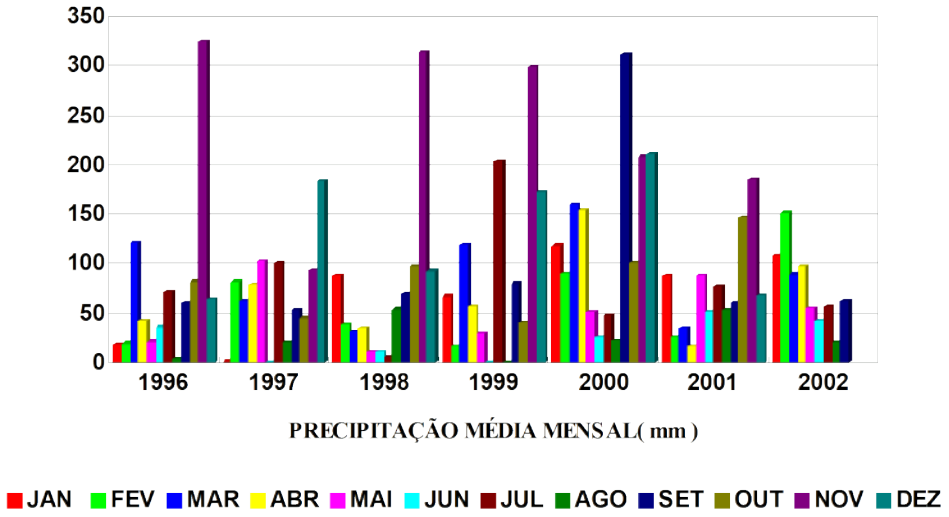


Figura 10 : Precipitações Médias Mensais – Parque de Itaúnas - Período 1996/2002

A Tabela 12 e a Figura 10 mostram que nos últimos 6 anos a distribuição das precipitações pluviométricas ao longo dos anos foi muito variada. As máximas médias mensais ocorreram em novembro nos anos de 1996, 1998, 1999 e 2001. O ano de 2000 apresentou a maior precipitação anual. Setembro a dezembro de 2000 representou o período de quatro meses consecutivos com maior média mensal.

Informações obtidas junto a moradores do entorno do Parque Estadual de Itaúnas, indicaram que as menores vazões observadas nas últimas décadas ocorreram nos períodos 1985 a 1987, 1995 a 1996 e em 1999. As maiores vazões foram observadas no início do ano de 2002.

Observando-se os dados pluviométricos registrados no Parque verifica-se que as vazões de enchente no início de 2002 não ocorreram em períodos de grandes precipitações pluviométricas. As ondas de cheias ocorridas nesta época, resultantes principalmente do rompimento da quase totalidade das barragens construídas na bacia do rio Itaúnas após período de seca ocorrido no Norte do Espírito Santo, na segunda metade da década de 1980, justificou a inclusão da região na área da extinta SUDENE.

Cabe ressaltar que, por outro lado, o represamento causado pelas inúmeras barragens existentes na bacia do Itaúnas tem influenciado significativamente as vazões que passam pelo Parque, principalmente em períodos secos.

O período de medições de precipitações no parque é curto. Por este motivo não é possível avaliar a qualidade dos registros através de correlações com outros postos.

Procurou-se assim apenas verificar se o padrão das médias mensais para os seis anos de registros segue o padrão de postos próximos com observações de mais longo prazo, ou seja, as normais de 30 anos para Conceição da Barra e São Mateus e registros não consistidos para Morro D'anta(Pedro Canário).

A Figura 11 mostra que as médias mensais para os registros pluviométricos do Parque não acompanham as obtidas para outros registros, apresentando mais longos prazos das outras estações, principalmente para os primeiros meses do ano. Desta forma os valores registrados no Parque precisam ser tomados com reserva. Com a continuidade de operação da estação pluviométrica, após um período mais longo de observações, será possível desenvolver análise de consistência dos dados e posterior depuração.

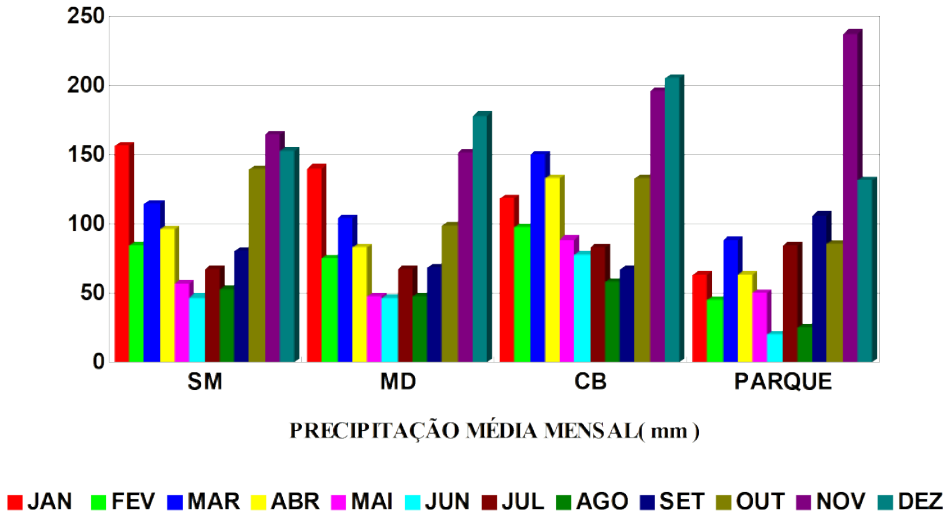


Figura 11 : Precipitações Médias Mensais – São Mateus(SM), Conceição da Barra(CB), Morro D'anta(MD- Pedro Canário) e Parque de Itaúnas

1.5 CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA DA REGIÃO (BACIA HIDROGRÁFICA)

A bacia do rio Itaúnas apresenta poucas estações climatológicas. Para análise das condições climáticas existentes na bacia se faz necessário o uso de informações obtidas em estações situadas em bacias próximas.

O Grupo de Estudos e Ações em Recursos Hídricos da Universidade Federal do Espírito Santo(GEARH/UFES) desenvolveu estudo de clima da bacia baseado em séries históricas de dados diários disponíveis de temperatura do ar (média, mínima e máxima), umidade relativa, precipitação, evaporação, duração de incidência solar, velocidade do vento e balanço hídrico.

Para o traçado de mapa de isoietas da bacia, o GEARH utilizou registros pluviométricos obtidos entre 1969 e 1997, para 30 postos. A Tabela 13 lista as estações pluviométricas consideradas no estudo e as médias anuais de precipitação para cada posto, obtidas a partir de dados brutos e de dados preenchidos e corrigidos. A Figura 12 mostra mapa de localização dos postos e as correspondentes precipitações médias anuais.

Tabela 13 : Estações Pluviométricas e precipitações médias anuais.

INSTI-TUIÇÃO	NOME DA ESTAÇÃO	CÓDIGO	LOCAL	ESTA-DO	LONGI-TUDE	LATITUDE	MÉDIA TOTAL BRUTOS (mm)	MÉDIA TOTAL PREENCHIDOS (mm)
DNAEE	Carlos Chagas	1740000	Carlos Chagas	M.G.	40° 45'	17° 41'	1050	990,9
DNAEE	Nanuque Montante	1740001	Nanuque	M.G.	40° 21'	17° 49'	979	979
DNAEE	Mucuri	1741001	Teofilo Otoni	M.G.	41° 31'	17° 35'	1053	1053
DNAEE	Francisco Sá	1741009	Carlos Chagas	M.G.	41° 08'	17° 43'	1125	1125
DNAEE	Morro D'anta	1839000	Conc. da Barra	E.S.	39° 56'	18° 18'	1085	1085
DNAEE	Barra Nova	1839006	São Mateus	E.S.	39° 46'	18° 54'	1227	1147
DNAEE	Águia Branca	1840000	São Gabriel P.	E.S.	40° 45'	18° 59'	1315	1272
DNAEE	Faz. Alegria	1840002	Boa Esperança	E.S.	40° 19'	18° 31'	1022	1017
DNAEE	Itauninhas	1840003	São Mateus	E.S.	40° 07'	18° 28'	1073	1069
DNAEE	B. São Francisco	1840004	B. S. Francisco	E.S.	40° 53'	18° 45'	1135	1113
DNAEE	Mucurici	1840006	Mucurici	E.S.	40° 35'	18° 05'	1110	1045
DNAEE	Água Doce	1840007	B. S. Francisco	E.S.	40° 59'	18° 33'	1209	1194
DNAEE	Ponte Nova	1840008	Linhares	E.S.	40° 05'	18° 59'	1210	1210
DNAEE	Faz. S. Mateus	1840009	Ecoporanga	E.S.	40° 52'	18° 08'	1227	1227
DNAEE	Cedrolandia	1840010	Nova Venécia	E.S.	40° 42'	18° 49'	1242	1201
DNAEE	Cataxe	1840011	Ecoporanga	E.S.	40° 43'	18° 11'	1098	1060
DNAEE	Faz. Limoeiro	1840012	Montanha	E.S.	40° 11'	18° 09'	1130	1095
DNAEE	Ecoporanga	1840013	Ecoporanga	E.S.	40° 50'	18° 22'	1275	1265
DNAEE	Joacuba	1840014	Ecoporanga	E.S.	40° 38'	18° 23'	1362	1292
DNAEE	P.S.Luzia do Norte	1840015	Ecoporanga	E.S.	40° 38'	18° 03'	1098	1067
DNAEE	Patrimonio XV	1840016	Nova Venécia	E.S.	40° 28'	18° 29'	1130	1132
DNAEE	S.João do Sobrado	1840017	Pinheiros	E.S.	40° 22'	18° 19'	1143	1127
DNAEE	C. Boa Esperança	1840019	Nova Venécia	E.S.	40° 27'	18° 42'	1071	1038
DNAEE	Vila Matias	1841001	Vila Matias	E.S.	40° 55'	18° 33'	1136	1143
DNAEE	Campanario	1841003	Campanario	M.G.	41° 45'	18° 15'	1053	1046
DNAEE	Vargem Grande	1841006	Mantena	M.G.	41° 12'	18° 41'	1094	1002
DNAEE	Fidelandia	1841007	Ataleia	M.G.	41° 15'	18° 12'	988	971
DNAEE	Ataleia	1841008	Ataleia	M.G.	41° 07'	18° 03'	1103	1085
DNAEE	Mantenopolis	1841009	Mantenopolis	E.S.	41° 07'	18° 54'	1004	972
DNAEE	Santo Agostinho	1841010	B. S. Francisco	E.S.	41° 01'	18° 20'	1186	1151

Fonte: GEARH/UFES

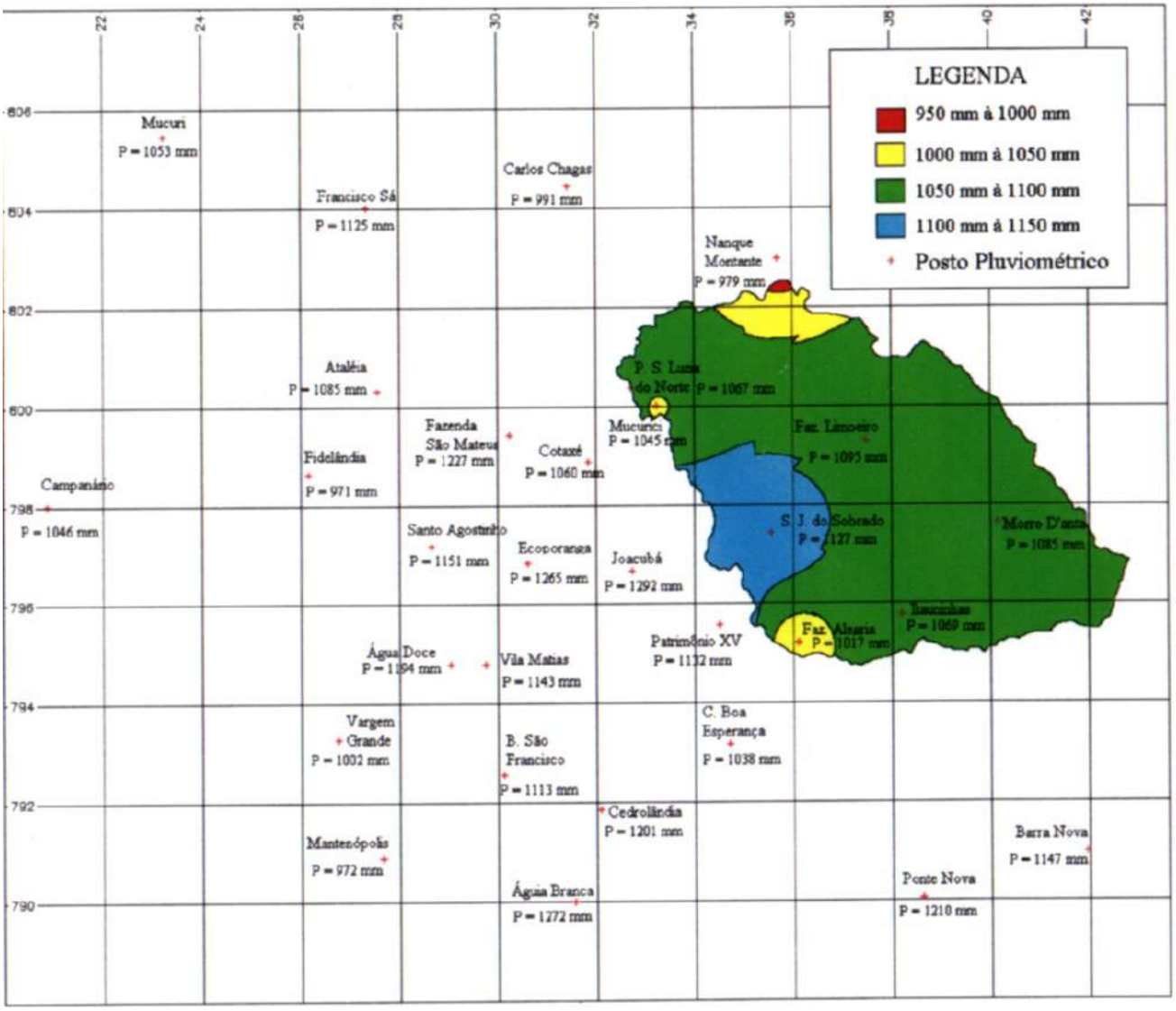
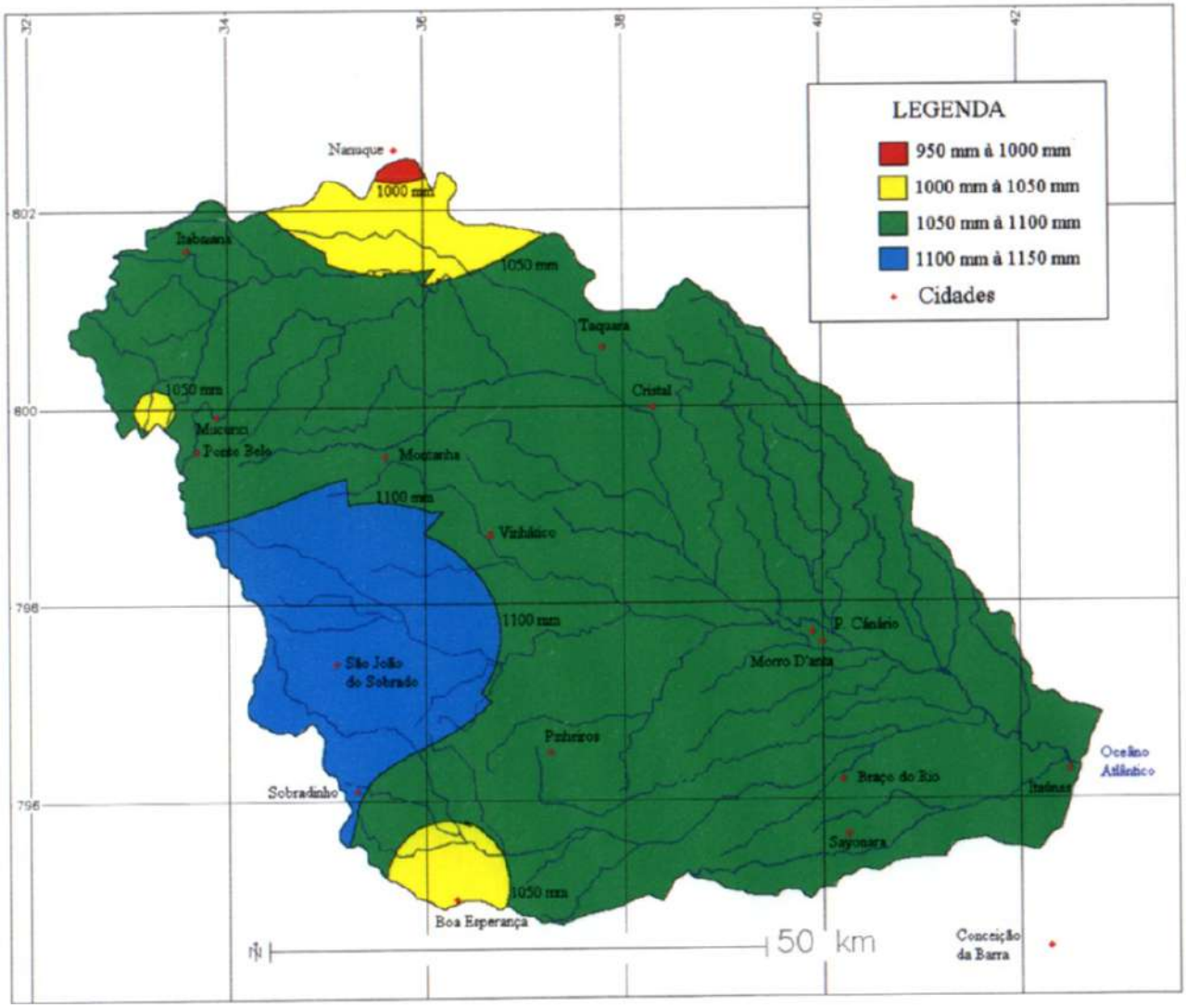


Figura 12 : Mapa de localização da bacia do rio Itaúnas e das estações pluviométricas.

A Figura 13 mostra o mapa de isoietas obtido a partir das precipitações médias anuais.



(Fonte : GEARH)
Figura 13 : Mapa de Isoietas para a bacia do rio Itaúnas

O mapa de isoietas apresenta a seguinte distribuição de áreas de bacias, para diferentes faixas de precipitações :

0,18 % da área da bacia está na faixa de 950 - 1000 mm
5,50 % da área da bacia está na faixa de 1000 - 1050 mm
81,90 % da área da bacia está na faixa de 1050 - 1100 mm
12,40 % da área da bacia está na faixa de 1100 - 1150 mm

A precipitação média obtida para toda a bacia correspondeu a 1083 mm.

As Tabelas 14 e 15 mostram registros climatológicos para estações climatológicas situadas em Boa Esperança e Mucurici, localizadas nas porções Sul e Oeste da bacia.

Tabela 14 : Registros Climatológicos para a Estação Boa Esperança

Mês	Temperatura (º C)			Umidade Relativa (%)	Nebulosida-de 0 - 10	Evaporação Total (mm)	Insolação Total (Horas e Décimos)	Dias de Chuva
	Máxima	Mínima	Média					
JAN	39,3	18,1	26,1	76,2	4,6	104,6	225,3	9,1
FEV	39,9	18,1	26,6	73,5	4,4	97,8	209,1	8,5
MAR	38,7	15,9	26,2	76,0	4,9	93,9	200,5	11,8
ABR	37,1	15,9	25,0	78,8	5,0	78,0	188,4	8,8
MAIO	37,5	12,3	23,5	78,6	5,0	82,3	183,5	6,9
JUN	34,9	12,1	21,9	79,0	5,0	75,2	170,3	7,0
JUL	37,9	10,7	21,5	78,8	5,1	80,8	172,8	8,2
AGO	34	12,1	21,5	77,4	5,2	89,7	171,9	7,3
SET	35,5	13,5	22,7	75,2	5,6	102,0	158,2	8,0
OUT	38	14,1	23,9	75,5	5,9	101,1	151,2	12,8
NOV	38,9	15,1	24,7	78,0	6,3	84,9	144,6	14,8
DEZ	39,2	16,9	25,3	77,9	6,1	79,7	160,2	14,7

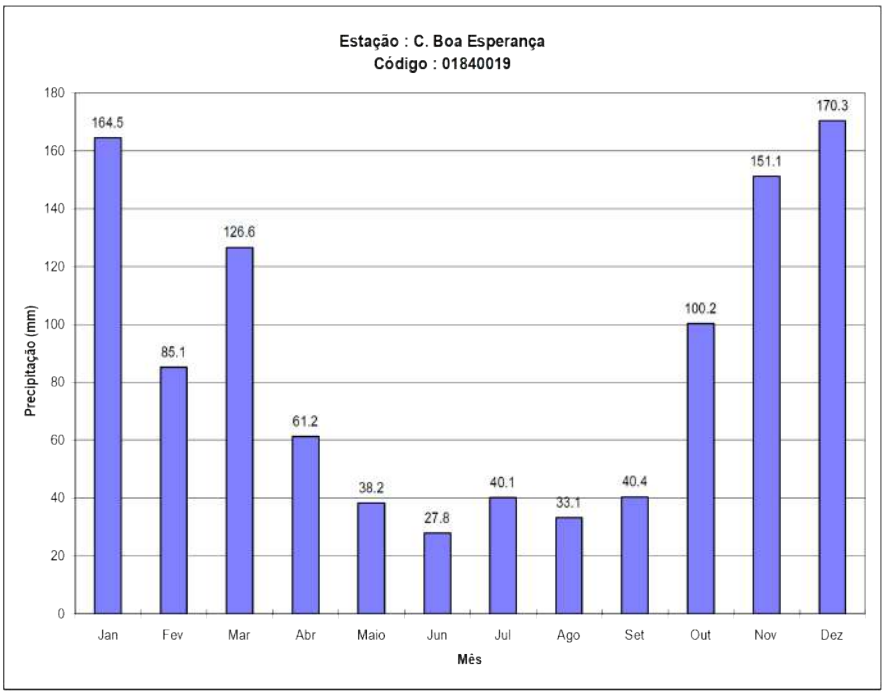
Fonte: GEARH/UFES

Tabela 15 : Registros Climatológicos para a Estação Mucurici

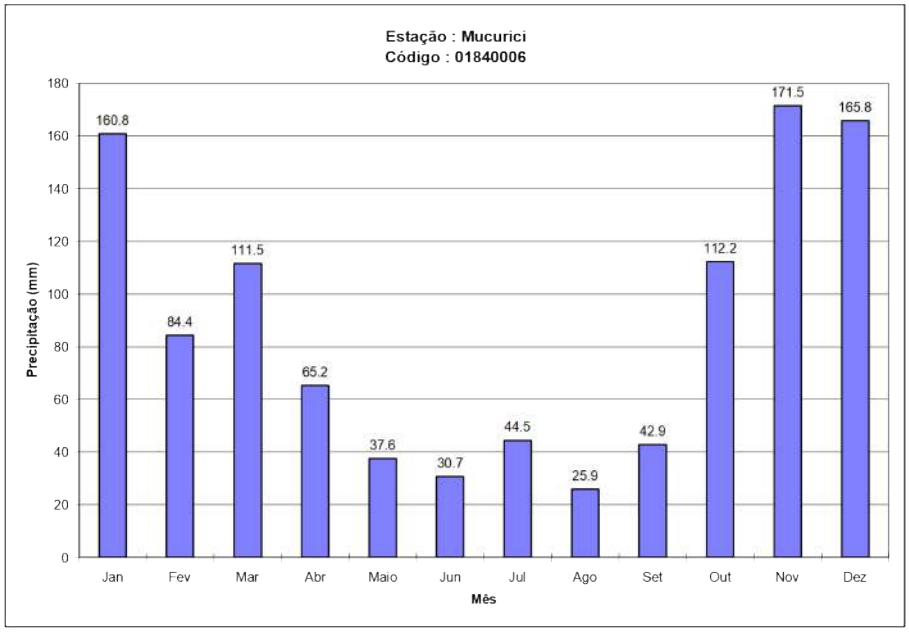
Mês	Temperatura (º C)			Evaporação Total (mm)	Dias de Chuva
	Máxima	Mínima	Média		
JAN	39,1	17,0	26,0	76,8	7
FEV	37,3	14,2	26,5	71,9	5
MAR	37,1	16,0	26,3	78,6	5
ABR	37,6	10,2	24,9	69,4	5
MAIO	36,0	10,2	23,8	68,6	3
JUN	33,8	10,2	22,4	55,1	4
JUL	33,2	10,2	21,7	59,6	5
AGO	35,4	10,4	22,1	74,9	3
SET	35,3	10,8	22,6	73,7	4
OUT	34,4	13,2	23,8	77,9	6
NOV	35,7	14,1	24,5	72,6	8
DEZ	39,2	11,0	25,6	77,3	8

Fonte: GEARH/UFES

As Figuras 14 e 15 mostram as médias mensais de precipitação para as mesmas estações climatológicas.



(FONTE : GEARH)
Figura 14 : Precipitação Média Mensal – Estação Boa Esperança



(FONTE : GEARH)
Figura 15 : Precipitação Média Mensal – Estação Mucurici

Para Boa Esperança, conforme pode ser observado na Tabela 14, os menores valores do número médio do total de horas de incidência solar ocorrem nos meses de maior nebulosidade (outubro-dezembro). A umidade relativa média para esta estação é de 77%. Os valores médios mensais de umidade relativa variam entre 73.5% à 79.0%. As maiores temperaturas para as duas estações climatológicas ocorrem nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, sendo que o mês de julho é caracterizado como o mês mais frio.

Feitosa (1986) produziu mapa agroclimático para todo o Estado do Espírito Santo. A Figura 16 mostra a parte deste mapa relativa à bacia do rio Itaúnas.

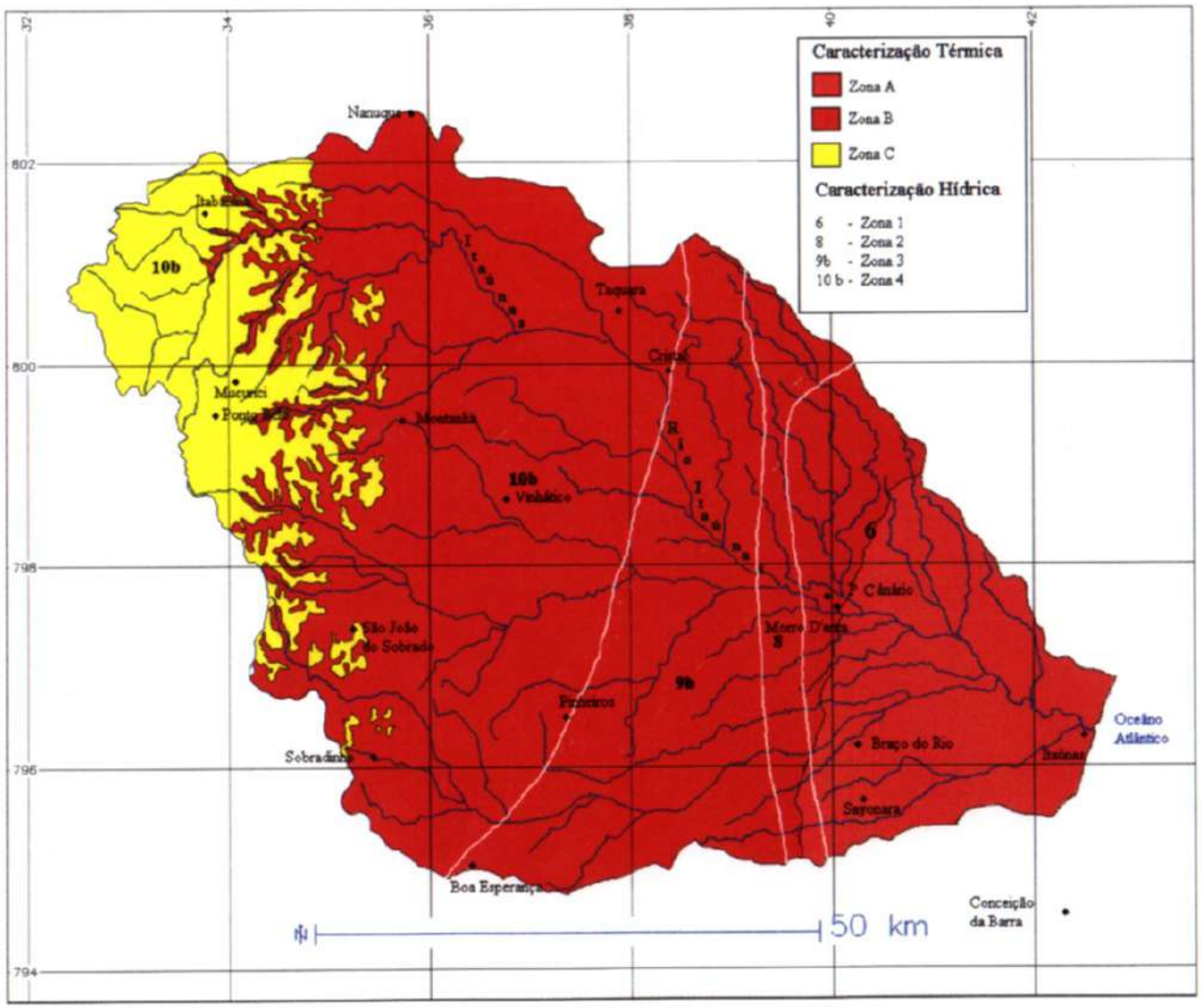


Figura 16 : Mapa agroclimático da bacia do rio Itaúnas

A seguir são apresentados alguns conceitos relacionados com a caracterização agroclimática (Feitosa, 1986):

- Período úmido: número de meses com precipitação igual ou maior que a evapotranspiração potencial. Permite definir a duração da estação chuvosa do ano.

- Excedente hídrico anual: é o somatório dos excessos mensais de precipitação em relação a evapotranspiração potencial.

- Índice de umidade no verão: PP/ ETP (dez., jan., fev.) - Relação precipitação / evapotranspiração no verão.

- Período Seco: número de meses com a precipitação menor que a metade da demanda de água por evapotranspiração. Permite caracterizar a duração da estação com deficiência marcante de precipitação.

- Déficit hídrico anual: somatório dos déficits mensais de precipitação em relação a evapotranspiração.

- Índice de umidade no inverno: PP/ ETP (jun., jul. ago.) - Relação precipitação / evapotranspiração no inverno.

Quanto à caracterização hídrica, a bacia hidrográfica do rio Itaúnas está inserida em quatro zonas distintas, conforme mostrado na Figura 16 :

"6"
"8"
"9b"
"10b"

Características de cada zona:

a) "6" - Período úmido: 4 meses
Excedente hídrico anual: 95 mm a 157 mm
Índice de umidade no verão: 0,82 a 1,04

Período seco: 0 meses
Déficit hídrico anual: 147 mm a 274 mm
Índice de umidade no inverno: 0,69 a 0,96

b) “8” - Período úmido: 3 meses
Excedente hídrico anual: 21 mm a 145 mm
Índice de umidade no verão: 0,81 a 1,00

Período seco: 1 mês
Déficit hídrico anual: 139 mm a 372 mm
Índice de umidade no inverno: 0,65 a 0,79

c) “9b” - Período úmido: 2 meses
Excedente hídrico anual: 11 mm a 91 mm
Índice de umidade no verão: 0,91 a 1,02

Período seco: 2 meses
Déficit hídrico anual: 255 mm a 426 mm
Índice de umidade no inverno: 0,48 a 0,64

d) “10b”- Período úmido: 3 meses
Excedente hídrico anual: 28 mm a 268 mm
Índice de umidade no verão: 0,85 a 1,40

Período seco: 4 meses
Déficit hídrico anual: 210 mm a 360 mm
Índice de umidade no inverno: 0,38 a 0,61

Com o auxílio do software GRASS 4.1, o GEARH,(1998) verificou que 19% da área da bacia do rio Itaúnas pertence à zona “6”, 5% pertence à zona “8”, 19% pertence à zona “9b” e 57% pertence à zona “10b”. Desta forma, metade da área da bacia do rio Itaúnas encontra-se na zona “10b”, que dentre as zonas existentes na bacia, é a que possui maior período seco, 4 meses.

Quanto à caracterização térmica, a bacia hidrográfica do rio Itaúnas está inserida em três zonas térmicas distintas, segundo o mapa agroclimático :

“A”
“B”
“C”

Características de cada zona:

a) “A” -Temperatura média das máximas do mês mais quente: 30,0 ºC a 32,0 ºC
Temperatura média das mínimas dos meses mais frios: 15,5 ºC a 18,0 ºC
Altitude predominante: 0 m a 200 m

b) “B” -Temperatura média das máximas do mês mais quente: 32,0 ºC a 34,0 ºC
Temperatura média das mínimas dos meses mais frios: 13,3 ºC a 15,5 ºC
Altitude predominante: 0 m a 200 m

c) “C” -Temperatura média das máximas do mês mais quente: 30,7 ºC a 33,5 ºC
Temperatura média das mínimas dos meses mais frios: 11,8 ºC a 13,3 ºC
Altitude predominante: 200 m a 450 m

Foi verificado pelo GEARH, com o uso do mesmo software, que em relação à área total da bacia do rio Itaúnas, 14,7 % pertence à zona “A”, 72,0 % pertence à zona “B” e 13,3 % pertence à zona “C”. Desta forma, mais de 70% da área da bacia está inserida na zona com maiores valores para a faixa de temperatura média das máximas do mês mais quente.

A Figura 17 mostra as precipitações e evapotranspirações potenciais médias mensais calculadas pelo método de Penman, além dos resultados de balanço hídrico para o posto localizado em Mucurici.

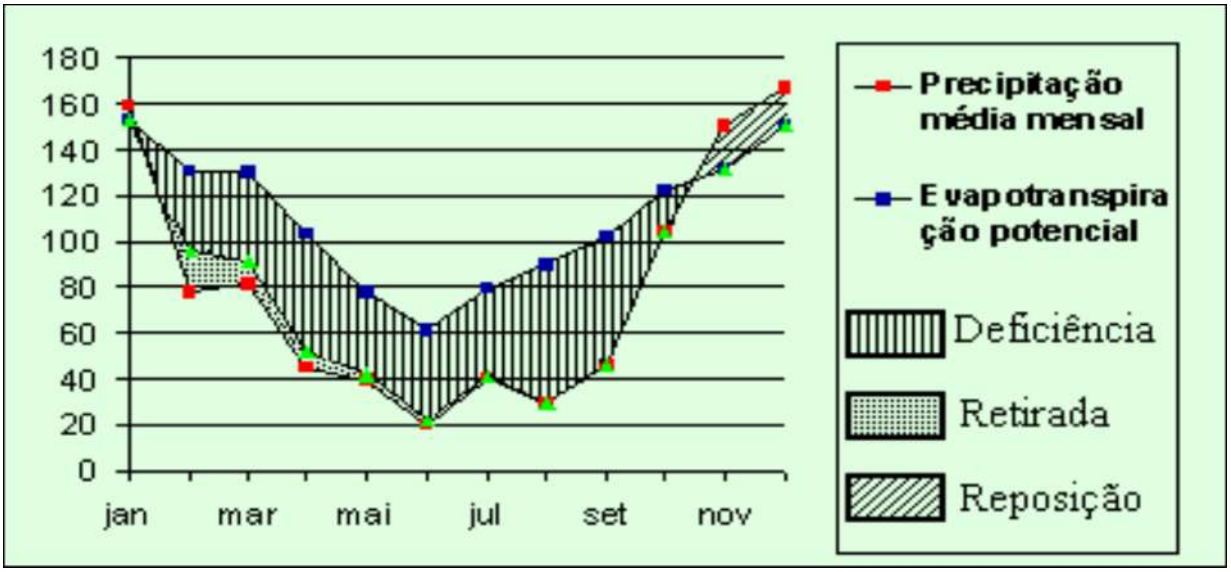


Figura 17 : Balanço hídrico – Posto Mucurici (FONTE : GEARH/UFES).

A Figura 17 mostra que as evapotranspirações potenciais médias mensais para quase todos os meses do ano são maiores do que as precipitações médias mensais, ocorrendo deficiência hídrica.

A Figura 18 mostra as precipitações pluviométricas anuais entre 1969 e 1996 para o mesmo posto. A partir dos valores apresentados obteve-se uma média de aproximadamente 1000 mm e um desvio padrão de 379,8 mm. O coeficiente de variação corresponde a aproximadamente 38%, valor este que é bastante significativo, mostrando grande variação da precipitação pluviométrica ao longo dos anos. Cabe observar que a precipitação mínima observada foi 600,3 mm, enquanto a máxima foi 2.114,8 mm, correspondendo a um grande intervalo de variação.

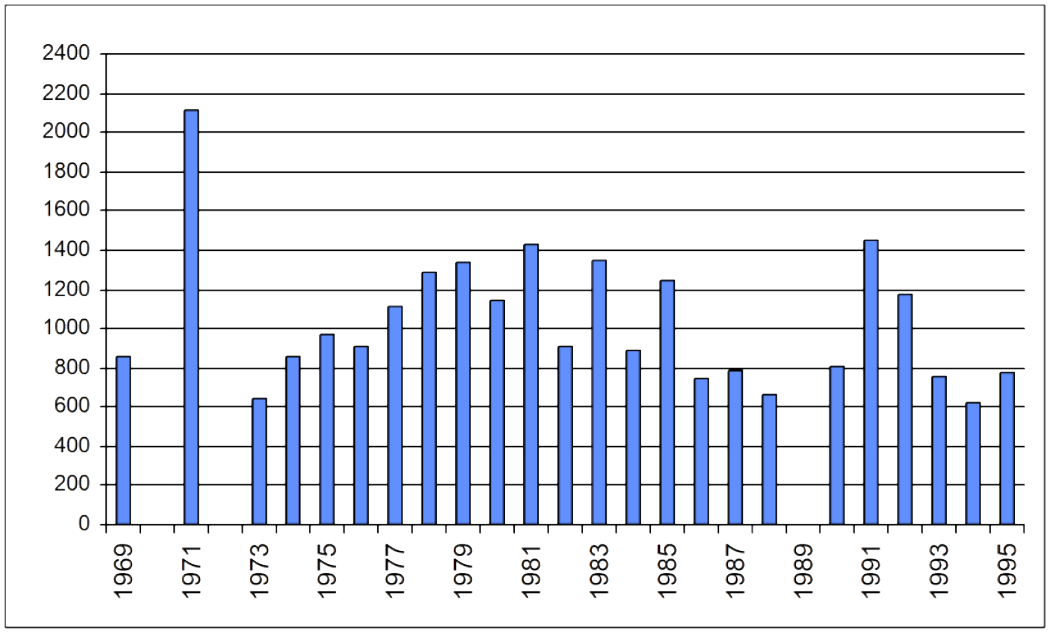


Figura 18 : Precipitação anual em Mucurici entre 1969 e 1996

Para os dados brutos relativos aos seis anos de registros pluviométricos do Parque Estadual de Itaúnas, apresentados na Tabela 12, a precipitação média foi 999,3 e o desvio padrão de 261,2 mm, correspondendo a um coeficiente de variação de aproximadamente 27 % (mínimo 818,5 e máximo 1497 mm). Cabe observar que estes registros correspondem a apenas 6 anos e são pouco confiáveis, conforme citado anteriormente.

A Tabela 16 e a Figura 19 mostram, para fins de comparação, precipitações médias mensais para as estações pluviométricas Boa Esperança(BES), Mucurici(MUC), São Mateus(SMA), Conceição da Barra(CBA), Morro D'anta(MDA) e Parque de Itaúnas.

Tabela 16 : Precipitações médias mensais para diferentes estações pluviométricas na região.

	BOA ESPERANÇA	MUCURICI	SÃO MATEUS	MORRO D'ANTA	CONCEIÇÃO DA BARRA	PARQUE DE ITAÚNAS
JAN	164	161	157	140	118	63
FEV	85	84	84	75	97	45
MAR	127	111	115	104	150	88
ABR	61	65	96	83	133	64
MAI	38	38	57	48	89	50
JUN	28	30	47	46	78	20
JUL	40	44	67	67	83	84
AGO	33	26	53	48	58	25
SET	40	42	80	69	67	106
OUT	100	112	139	99	133	86
NOV	151	171	164	151	196	237
DEZ	170	166	153	178	205	132

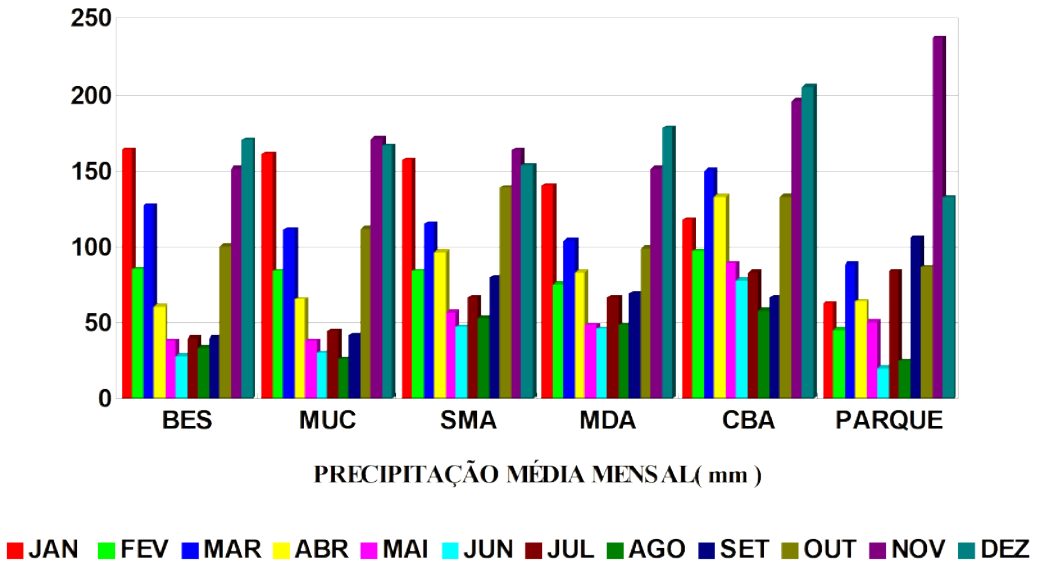


Figura 19 : Precipitações médias mensais para diferentes estações pluviométricas na região.

Pode-se observar na Figura 19 que para todas as estações, excetuando-se a do Parque, que apresenta curto período de registro, os mesmos padrões de variação das precipitações mensais, com semestre chuvoso entre outubro e março e semestre seco entre abril e setembro. Cabe observar que as precipitações no período seco são maiores para as estações São Mateus, Morro D'anta e Conceição da Barra, mais próximas ao mar.

A Tabela 17 e a Figura 20 mostram temperaturas médias mensais para as estações pluviométricas Boa Esperança(BES), Mucurici(MUC), São Mateus(SMA) e Conceição da Barra(CBA), Pode ser observado que as temperaturas médias mensais se apresentaram muito próximas para todas as estações , apesar das distâncias entre elas.

Tabela 17 : Temperaturas médias mensais para estações climatológicas na região.

	BOA ESPERANÇA	MUCURICI	SÃO MATEUS	CONCEIÇÃO DA BARRA
JAN	26,1	26	25,7	25,9
FEV	26,6	26,5	26,2	26,1
MAR	26,2	26,3	26	25,8
ABR	25	24,9	24,7	24,6
MAI	23,5	23,8	23,4	23,1
JUN	21,9	22,4	21,9	22
JUL	21,5	21,7	21,1	21,3
AGO	21,5	22,1	21,7	21,6
SET	22,7	22,6	22,3	22,6
OUT	23,9	23,8	23,5	23,6
NOV	24,7	24,5	24,4	24,3
DEZ	25,3	25,6	25,1	25,1

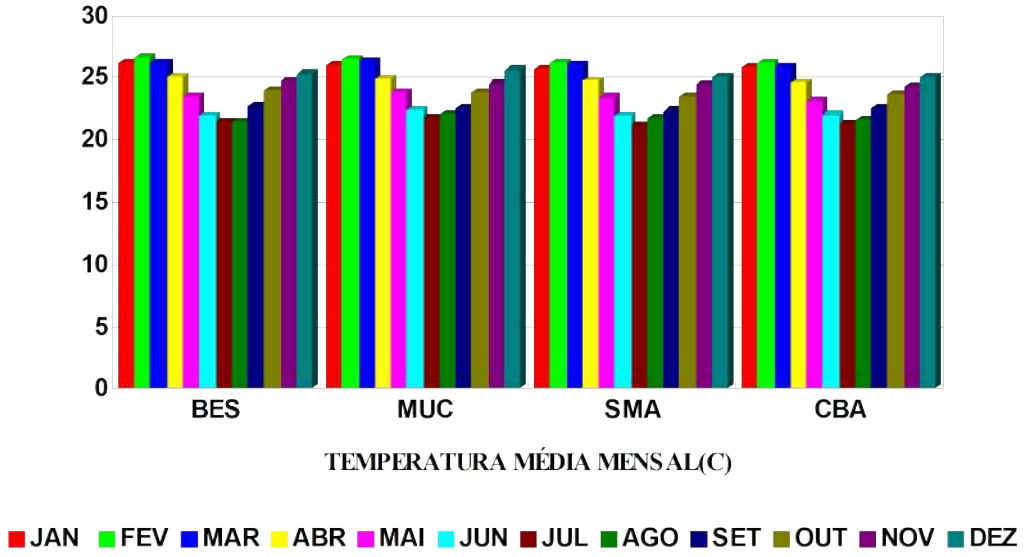


Figura 20: Temperaturas médias mensais para estações climatólogicas na região.

1.6 DIREÇÃO E VELOCIDADE DOS VENTOS E SUA RELAÇÃO COM O TRANSPORTE DOS SEDIMENTOS DAS DUNAS DE ITAÚNAS

Conforme citado anteriormente, os principais centros de pressão que atuam sobre a região litorânea do Espírito Santo, onde está situado o Parque Estadual, são o anticiclone semifixo do Atlântico Sul e o anticiclone polar móvel.

Enquanto o anticiclone semifixo do Atlântico Sul é responsável pelas condições de bom tempo (insolação, altas temperaturas e ventos alísios do quadrante Este) que ocorrem na Costa Leste do Brasil, o anticiclone polar móvel é o centro de pressão responsável pelas intrusões das frentes frias, provenientes do extremo sul do continente (nebulosidade, baixas temperaturas e ventos do quadrante sul). Estas frentes frias, que na primavera e no verão raramente atingem o litoral capixaba, podem, durante o inverno, ultrapassar o Estado do Espírito Santo e atingir o litoral nordeste brasileiro.

Apesar das frentes polares muitas vezes não chegarem até o Estado do Espírito Santo, algumas vezes, o deslocamento da massa fria para o mar permite a invasão da massa quente, precedida por uma frente quente que se move para o sul, determinando mau tempo persistente.

Diferenças locais de temperatura podem gerar diferenças de pressão e originar ventos locais. No Parque Estadual de Itaúnas devido à proximidade da grande massa de água do oceano Atlântico, durante o dia, o maior aquecimento do continente faz com que o ar suba na atmosfera, criando uma região de descompressão junto ao solo fazendo com que o ar mais

frio sobre o mar seja deslocado em direção à terra, causando a brisa do mar. Durante a noite, o mais rápido resfriamento do continente provoca diferença de pressão entre ele e o oceano e a conseqüente movimentação de massas de ar em direção ao mar, formando a brisa terrestre.

Azevedo e Feitoza (1981) desenvolveram caracterização da distribuição dos ventos na região de estudo, através de normais de frequência e velocidade de ventos nas direções N, NE, E, SE, S, W e NW do Instituto Nacional de Meteorologia para Vitória, Conceição da Barra e Regência. As frequências de vento foram classificadas em faixas de velocidade: 2 a 3, 3 a 4, 4 a 5, 5 a 6, e 6 a 7 m/s. Foram elaboradas as rosas dos ventos das três estações, que são apresentadas nas Figuras 21, 22 e 23.

Os ventos dominantes em Vitória são de velocidade entre 4 e 5 m/s de direção nordeste, seguidos de ventos de velocidade entre 4 e 5 m/s de direção sudoeste. Os ventos de direção nordeste apresentaram, no período estudado, frequência de 31%, enquanto os de direção sudoeste, frequência de 26 %. Os ventos de maior velocidade são de direção leste, com freqüência de 5% e velocidade de 5 m/s.

A Tabela 18 mostra a frequência das direções de vento para Vitória calculadas a partir de registros da estação meteorológica da Ilha de Santa Maria que incluem informações mais recentes do que aquelas utilizadas para definição da rosa de ventos anteriormente apresentada.

Tabela 18: Frequência das direções de vento em Vitória

	DIREÇÃO										
MÊS	**N**	**NE**	**E**	**SE**	**S**	**SW**	**W**	**NW**	**VARIÁVEL OU NÃO OBS.**	**CALMAS**	**TOTAL**
Janeiro	24	14	16	2	4	6	5	6	5	18	100
Fevereiro	21	11	16	2	2	4	4	6	16	18	100
Março	16	9	14	3	4	10	6	6	8	24	100
Abril	10	5	12	4	6	12	11	5	12	25	100
Maio	10	5	11	4	7	15	11	5	6	26	100
Junho	12	5	11	3	6	12	9	6	11	25	100
Julho	11	5	12	3	7	14	10	6	7	25	100
Agosto	17	8	14	3	6	11	6	7	7	21	100
Setembro	19	10	14	3	6	11	8	4	9	16	100
Outubro	17	13	14	4	7	12	9	4	7	13	100
Novembro	17	13	12	5	7	10	8	5	11	12	100
Dezembro	21	16	13	3	6	7	8	4	7	15	100
Média Anual	16,3	9,5	13,3	3,3	5,7	10,3	7,9	5,3	8,7	19,7	100,0

A Tabela 18 confirma a predominância de ventos no quadrante nordeste, com freqüência de ocorrência de 39,1%. Nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, esta predominância é ainda maior, em torno de 50%.

Para Linhares a direção preferencial é nordeste, com freqüência de 60%, com velocidades mais freqüentemente entre 4 e 5 m/s As maiores velocidades verificadas ficaram entre 5 e 6 m/s, com direção sudeste.

A direção nordeste foi a predominante na cidade de Conceição da Barra, a mais próxima do Parque Estadual de Itaúnas, com freqüência de 45%, com ventos predominantemente com

velocidades entre 5 e 6 m/s. As direções sudeste e leste apresentaram-se em segundo e terceiro lugares, respectivamente, em termos de freqüência, com percentagens de 15 e 12%. As maiores velocidades foram de 6 a 7 m/s, com freqüência de cerca de 6% na direção nordeste.

A análise das informações disponíveis a respeito de velocidades e direções de vento da região indica predomínio de ventos de nordeste.

A proximidade do Parque de Itaúnas com o mar contribui para significativa freqüência de ventos de direção com componente Leste.

As dunas de Itaúnas têm apresentado movimento nos sentidos Noroeste e Sudoeste, tendendo a cobrir a estrada de terra próxima. Este movimento indica que os ventos predominantes no local apresentam capacidade de transporte da areia existente.

Soares Filho (1993), ao estudar as dunas de Itaúnas, procurou estabelecer uma tendência da dinâmica do complexo das dunas, associando também as alterações provocadas no ambiente de entorno. Neste estudo foram utilizadas fotografias aéreas da região, datadas de 1971 e 1991 que, após serem tratadas em um Sistema de Processamento de Imagens, foram analisadas de forma comparativa.

Soares Filho (*op.cit*) conclui que a expansão e a dinâmica das dunas no período considerado ficou evidenciada através de sua movimentação segundo as direções que refletem as direções preferenciais dos ventos Nordeste e Sudeste, portanto formando lóbulos de expansão nas partes noroeste e sudoeste das dunas.

O lóbulo sudoeste, nos vinte anos considerados, avançou de 70 para 185 metros perpendiculares ao fronte das dunas, resultando numa média de cerca de 6 metros de avanço por ano. Neste período o braço abandonado do rio Itaúnas foi soterrado pelo avanço das dunas, fazendo surgir uma lagoa nos pés da mesma. No lóbulo noroeste das dunas a expansão no período foi de cerca de 90 metros, o que resulta numa média anual de 4,5 metros de avanço.

Neste trabalho, Soares Filho afirma que nada indicava o fim do avanço das dunas nestes sentidos, o que implicaria em um comprometimento futuro de áreas adjacentes às mesmas, como a estrada construída no aterro. De fato, atualmente se verifica exatamente este comprometimento da estrada, uma vez que as dunas já praticamente a tomaram, conforme ilustra a Figura 24.

Figura 24 : Avanço das dunas sobre a estrada do aterro.

Para evitar a interdição da estrada, a areia que se deposita sobre o leito da mesma devido à ação dos ventos, tem sido transportada para local distante pela prefeitura municipal.

Com finalidade de redução do deslocamento das dunas, o Parque Estadual de Itaúnas iniciou plantio de vegetação rasteira. Os resultados preliminares desta ação alcançaram sucesso em nível local (vide maiores detalhamentos no subitem 1.4 do item 1 – Vegetação). Contudo, para que o deslocamento das dunas como um todo seja reduzido, ampliação da área de plantio e a implantação de barreiras de vento se fazem necessárias.

2 Geologia

2.1 INTRODUÇÃO

A região compreendida pelo Parque Estadual de Itaúnas encontra-se localizada na porção costeira do norte do estado do Espírito Santo, em local onde somente afloraram os sedimentos terciários e quaternários que representam as formações de cobertura da bacia sedimentar do Espírito Santo. Assim, na presente caracterização da geologia desta área não serão abordadas as unidades litoestratigráficas posicionadas na parte inferior da coluna geológica da Bacia Sedimentar do Espírito Santo.

Nesta caracterização apresenta-se um Mapa Geológico das unidades litoestratigráficas identificadas na área de estudo, em escala 1:20.000, acompanhado de um texto explicativo com a descrição destas unidades presentes.

Deve-se destacar que a região ocupada pelo Parque Estadual de Itaúnas apresenta a quase totalidade de sua área ocupada por sedimentos do período Quaternário, representados pela Formação Linhares, que possui na área de estudo quatro litofacies diferenciadas, compostas pelos depósitos arenosos, depósitos de pântanos e brejos, depósitos de mangue e depósitos de planícies de inundação. Os sedimentos mais antigos, correspondentes ao Grupo Barreiras, afloram apenas em áreas mínimas no interior do Parque, predominando sua ocorrência nas áreas de entorno imediato do Parque, ressaltando que estas áreas de entorno também foram objeto da presente caracterização.

As rochas de idades Pré-Cambrianas, representadas pelo Complexo Paraíba do Sul, que afloram a dezenas de quilômetros a oeste do local onde se encontra o Parque Estadual de

Itaúnas, não foram objeto do presente estudo por em nada se relacionarem com a geologia do Parque em estudo.

2.2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada no presente levantamento constou basicamente de três atividades principais:

- Levantamento bibliográfico com consultas a vários documentos, podendo ser destacados o Levantamento de Recursos Naturais Volume 34 - Folha Rio Doce (IBGE-1987), o Projeto Rio Doce (PETROBRAS-1972) e o mapeamento escala 1:25.000 realizado por Carvalho (1971) a partir de fotografias aéreas e compiladas pela Geoplan para a PETROBRAS;

- Campanhas de campo, onde percorreu-se toda a área de estudo, procurando reconhecer as litologias e unidades litoestratigráficas já definidas em vários trabalhos anteriores. Nestas campanhas foram utilizadas fotografias aéreas recentes na escala 1:20.000 que cobrem a área de estudo;

- Finalmente, uma etapa onde se desenvolveram os trabalhos de escritório objetivando a execução do relatório final da presente caracterização geológica da área estudada.

2.3 ESTRATIGRAFIA

Apresenta-se na descrição da estratigrafia da área de estudo, além da caracterização das unidades litoestratigráficas da região, a Coluna Geológica (Tabela 19) abrangendo os sedimentos do topo da bacia sedimentar do Espírito Santo que afloram na área do Parque Estadual de Itaúnas e o Mapa Geológico da área do parque e de seu entorno (Figura 25 Anexo 1).

Tabela 19: Coluna Geológica do topo da Bacia Sedimentar do Espírito Santo no Parque de Itaúnas

COLUNA GEOLÓGICA DA REGIÃO DO PARQUE DE ITAÚNAS			
PERÍODO	**UNIDADE ESTRATIGRÁFICA**		**LITOLOGIAS OU *FACIES***
	GRUPO	**FORMAÇÃO**	
Quaternário		Formação Linhares	Depósitos Arenosos Depósitos de Mangues Depósitos de Planície de Inundação Depósitos de Brejos e Pântanos
Terciário	Grupo Barreiras		Arenitos Argilitos Conglomerados

2.3.1 GRUPO BARREIRAS

O Grupo Barreiras ocupa uma expressiva área na região norte do Estado do Espírito Santo, constituindo-se na unidade litoestratigráfica sedimentar com maior distribuição areal na parte continental da Bacia Sedimentar do Espírito Santo. No entanto, no interior do Parque de Itaúnas, esta unidade quase não se faz presente, ocorrendo porém em seu entorno imediato, onde ocupa a quase totalidade desta área, como pode ser observado no Mapa Geológico apresentado na Figura 25 e Anexo 1.

No entorno do Parque, o Grupo Barreiras estende-se ao longo de toda a porção costeira, sem contudo atingir o litoral, em contato com as diferentes *facies* da Formação Linhares, ocupando tanto uma extensa faixa norte-sul, como o entorno do vale do rio Itaúnas em seu trecho leste-oeste. Neste trecho leste-oeste do Parque, o rio Itaúnas encontra-se encaixado em um vale escavado no interior das rochas alteradas do Grupo Barreiras.

De modo geral, os sedimentos desta unidade litoestratigráfica podem ser distinguidos nas imagens de satélite pelas suas feições típicas de Tabuleiros. Embora estas feições tabulares possam ser melhor observadas nas proximidades da orla marítima, onde aparecem vales escavados e falésias, a área do Parque e seu entorno não apresenta esta característica marcante do Grupo Barreiras, que ocorre na área de estudo sem a presença de falésias ou grandes desníveis para os Depósitos Arenosos da Formação Linhares. Este feição é melhor observada para sul da área de estudo, a exemplo de exposições na estrada que liga São Mateus a Guriri.

ENTRA FIGURA 25: MAPA GEOLÓGICO

Litologicamente, o Grupo Barreiras é constituído por arenitos esbranquiçados, amarelados e avermelhados, argilosos, finos a grosseiros, mal selecionados, com intercalações de argilitos vermelhos e variegados com espessuras decimétricas, podendo ainda ocorrer em alguns locais lentes de aproximadamente 2 metros de espessura de conglomerado intraformacional, constituído de seixos arredondados de quartzo e quartzito de até 13 centímetros de diâmetro, envolvidos em matriz areno-argilosa vermelha. Estes conglomerados não foram observados na área de estudo.

Comumente ocorre estratificação plano-paralela e secundariamente estratificação cruzada, embora na região de estudo estas estruturas não tenham sido observadas, sobretudo pelo intemperismo dos sedimentos, que mascaram as estruturas primárias.

A parte inferior da unidade geralmente é constituída por arenito vermelho fino a grosseiro, argiloso, mal selecionado, maciço e conglomerático na base. É comum encontrar-se na parte média da sequência uma seção de argila variegada com infiltração de óxido de ferro, muitas vezes formando bolsões limoníticos, como visto em determinados afloramentos na área de estudo. A parte superior, constituída de arenitos argilosos, pode apresentar, por vezes, zonas silicificadas.

Na área de estudo, os sedimentos do Grupo Barreiras, que ocorrem com grande distribuição no entorno do Parque, se apresentam em grandes afloramentos, porém já bastante intemperizados e alterados, o que impede a identificação das estruturas originais. A melhor exposição foi observada na vertente de acesso ao Córrego Santa Izabel, ao longo da estrada que liga a Vila de Itaúnas a cidade de Pedro Canário, como mostra a Figura 26, a seguir.

Figura 26: Ocorrência do Grupo Barreiras na vertente de acesso ao córrego Santa Izabel.

Neste local os sedimentos se apresentam areno-argilosos, de coloração amarela-avermelhada, encontrando-se bastante intemperizados, sem preservação de estruturas primárias visíveis, porém com vários bolsões limoníticos disseminados na massa rochosa alterada, representando possivelmente a parte superior da sequência. A Figura 27, a seguir ilustra este afloramento.

Figura 27: Afloramento de arenitos alterados do Grupo Barreiras com bolsões de limonita.

Outro bom afloramento dos sedimentos do Grupo Barreiras ocorre junto ao rio Itaúnas, em sua margem esquerda, a montante da Vila de Itaúnas, em local onde os sedimentos deste Grupo formam "barrancos" laterais ao rio. Também neste local os sedimentos areno-argilosos da unidade encontram-se bastante alterados. A Figura 28, a seguir, ilustra este trecho de ocorrência da unidade, enquanto a Figura 29 apresenta um aspecto do sedimento areno-argiloso alterado.

Figura 28: Barranco lateral ao rio Itaúnas formado pelos sedimentos do Grupo Barreiras.

Figura 29: Arenitos alterados do Grupo Barreiras junto ao rio Itaúnas.

Outra forma de ocorrência dos sedimentos do Grupo Barreiras refere-se aos sedimentos silicificados e limoníticos que ocorrem na linha de costa, sobretudo na foz do Riacho Doce, extremo norte do Parque. Correspondem a concreções ferruginosas, que ficam expostas nas condições de maré baixa. Esta ocorrência se verifica no interior do Parque, porém, em função de sua pequena distribuição não é passível de ser representada no Mapa Geológico.

Esta seção, quando exposta a ação das ondas marinhas, como verificado em outros pontos de ocorrência no litoral do Espírito Santo, exibe formas bizarras, representadas pelo arcabouço limonítico, resultante da remoção da argila intersticial pela ação das ondas. A Figura 30 apresenta esta ocorrência na região do Parque de Itaúnas.

Figura 30: Aspecto de concreções limoníticas associadas ao Grupo Barreiras na região do Riacho Doce.

Foram observadas no entorno do Parque algumas áreas de empréstimo para retirada de argila, que se encontram indicadas no Mapa Geológico. Dentre as áreas observadas, a maior delas corresponde aquela situada no limite externo do Parque, ao longo da estrada que liga a Vila de Itaúnas a cidade de Pedro Canário, junto ao córrego Santa Helena, cujos cascalhos e materiais argilosos retirados foram usados na manutenção da via citada. Ressalta-se que esta área de empréstimo não se encontra ambientalmente recuperada, constituindo-se a mesma em foco de processos erosivos, como mostra a Figura 31.

Figura 31: Aspecto de uma caixa de empréstimo para retirada de material para uso em estradas.

Esta área de entorno do Parque, onde se tem uma ampla distribuição do Grupo Barreiras, encontra-se atualmente ocupada, em sua grande parte, por plantios de eucalipto.

Os vários autores que estudaram esta unidade são unânimes em afirmar que seu ambiente de sedimentação é continental. Silva Filho et alli (1974) estabeleceram que os sedimentos foram originados a partir de alternâncias climáticas. Durante os climas úmidos atuava o intemperismo químico no embasamento, enquanto que nos períodos de clima semi-árido havia a desagregação mecânica e transporte por correntes fluviais. Silva e Ferrari (1976) advogaram a influência do clima tropical úmido na área fonte, admitindo que a rocha foi totalmente intemperizada "*in situ*" para depois ser erodida e posteriormente depositada em planícies de inundação, ressaltando ainda a importância do ambiente lagunar na formação dos níveis argilosos.

Os sedimentos do Grupo Barreiras praticamente não ocorrem no interior do Parque, no entanto, representam 37,37 % da área de estudo, considerando-se também o entorno do Parque.

2.3.2 FORMAÇÃO LINHARES

Esta Formação representa o quaternário costeiro da região norte do Espírito Santo, tendo sido definida por Piazza, Araújo e Bandeira Júnior (Petrobras, 1972), quando dos primeiros estudos da geologia da parte continental da bacia sedimentar do Espírito Santo por equipes da Petrobras.

De modo geral, os depósitos sedimentares holocênicos que se encontram distribuídos ao longo da costa e dos rios brasileiros vem recebendo nomes informais como "aluviões quaternários", "sedimentos de praia e rios" ou simplesmente "quaternário".

No entanto, os citados autores, ao estudarem esta região, encontraram os atributos indispensáveis ao caráter formacional do conjunto de estratos observados, como distribuição horizontal e vertical e características litológicas próprias e facilmente reconhecíveis. Desta forma foi proposta a denominação de Formação Linhares para caracterizar os depósitos sedimentares quaternários da bacia do Espírito Santo na região da foz dos rios Doce e São Mateus.

A Formação Linhares distribui-se nas partes topograficamente mais baixas, compondo a planície deltáica do rio Doce e preenchendo fundos de vales encaixados nas unidades mais antigas, notadamente do Grupo Barreiras. Distribui-se desde a região de Itaúnas ao norte, até a região de Santa Cruz, ao sul, ocupando na parte continental uma área de 2.550 Km^2.

Na região norte do Estado, Piazza, Araújo e Bandeira Júnior (op.cit.) distinguiram e mapearam individualmente as litofacies sedimentares superficiais que compõem a Formação Linhares, a saber: depósitos de planície de inundação, depósitos de brejos e pântanos, depósitos de mangue e depósitos arenosos, estes últimos definidos pelos autores de cordões litorâneos. Estas litofacies encontram-se presentes na área do parque e seu entorno, tendo sido as mesmas individualizadas no mapeamento realizado, conforme pode ser observado no Mapa Geológico (Figura 25). Descreve-se a seguir as principais características destas litofacies.

- Depósitos Arenosos (Cordões Litorâneos)

O termo cordão litorâneo, empregado por Piazza, Araújo e Bandeira Júnior (op.cit), e posteriormente por Bandeira Júnior, Petri e Suguio (Petrobras, 1975), caracteriza a feição morfológica positiva alongada moldada sobre as areias da baixada litorânea. A eles intercalam-se depressões igualmente alongadas e paralelas que se sucedem periodicamente, produzindo uma superfície nitidamente ondulada. A Figura 32**,** a seguir, mostra este tipo de feição junto a linha de costa na cidade de Conceição da Barra, próximo ao limite sul do Parque de Itaúnas.

Figura 32: Cordão Litorâneo em Conceição da Barra

Os depósitos arenosos litorâneos distribuem-se formando uma faixa praticamente contínua ao longo de toda a costa norte do Espírito Santo, a partir do delta do rio Doce, assumindo em alguns locais larguras que ultrapassam 10Km, principalmente nas proximidades da foz do rio Doce.

Na área do Parque de Itaúnas, os depósitos arenosos da Formação Linhares distribuem-se ao longo de toda a costa, representando uma extensa e estreita faixa, de direção aproximada norte-sul, que se encontra disposta paralela e junto a linha de costa. Esta continuidade somente é interrompida nos locais de desembocadura de rios, principalmente daqueles cursos d'água de médio e grande portes, como é o caso do rio Itaúnas na área de estudo.

Como pode ser observado no Mapa Geológico, nestes locais, os depósitos de areia cedem lugar para que ocorram, também com distribuição significativa na área do Parque, os Depósitos de Mangue. Neste caso, os depósitos arenosos são interrompidos pelos depósitos de mangue que se formam às margens deste rio próximo a sua desembocadura, ficando estes cercados pelas areias, como pode ser visto no Mapa Geológico.

Nas demais áreas do Parque, o contato dos Depósitos Arenosos ocorre a oeste com os Depósitos de Brejos e Pântanos. Para leste, o contato se dá em toda a extensão do Parque com as águas do Oceano Atlântico. Na porção norte do Parque, estes Depósitos Arenosos ocorrem como se fossem ilhas em meio aos Depósitos de Brejos e Pântanos que os circundam.

São constituídos predominantemente por areias marinhas de praias, de composição quartzosa, contendo ainda uma contribuição de minerais pesados. Estes depósitos arenosos existentes na área de estudo são resultantes do retrabalhamento pelo mar da carga sedimentar carreada principalmente pelos rios São Mateus e Itaúnas, que após seu aporte ao mar são retrabalhados e depositados junto a linha de costa. De modo geral, alinham-se em longos cordões distribuídos por quase toda a planície costeira atual.

A ação combinada das ondas e correntes litorâneas, que retrabalharam as areias provenientes do continente, aliadas ao rebaixamento do nível do mar, possibilitou a construção dos cordões litorâneos. A repetição cíclica de depressões e cristas justapostas e paralelas, tem provavelmente causa periódica, explicável pela sucessão de grandes ressacas e calmarias, combinadas com os movimentos de marés.

Litologicamente, os depósitos arenosos são constituídos por areias quartzosas médias a grosseiras, mal selecionadas a conglomeráticas, com frequentes grânulos e seixos de até 16mm de diâmetro maior, com abundantes minerais escuros (ilmenita, magnetita, zircão e turmalina) concentrados em lâminas e leitos. Ocasionalmente, aparecem leitos de areias

médias, com seleção regular e boa. Essas areias contém, por vezes, pequena percentagem de plaquetas de mica. As Figuras 33 e 34, a seguir apresentam esses Depósitos Arenosos em diferentes pontos do Parque.

Figura33: Depósito Arenoso da Formação Linhares junto a linha de costa na região do Riacho Doce.

Figura 34: Depósito Arenoso no interior do Parque ocupado por vegetação de restinga.

A estrutura sedimentar mais proeminente nos cordões litorâneos reside na estratificação plano-paralela horizontal, com mergulho suave para o mar. Podem ocorrer também estratificações cruzadas, segundo Bandeira Júnior, Petri e Suguio *(op.cit)*, embora elas não tenham sido observadas na área de estudo.

O Parque de Itaúnas apresenta em seu interior regiões nas quais se observam areias geralmente bem selecionadas, correspondendo às areias finas de origem eólica, ausentes nas outras partes da região litorânea. Este tipo de areia aparece nas dunas de Itaúnas, nas dunas do Buraco do Bicho e em trechos próximo ao Riacho Doce, todas no interior do Parque. Estas areias recobrem depósitos arenosos de praia e atingem seu máximo desenvolvimento nas dunas de Itaúnas, onde cerca de 25m de areia eólica fina acumularam-se nos últimos 50 anos, como mostra a Figura 35.

Figura 35: Depósito de areias eólicas formando as dunas de Itaúnas.

O aumento da proporção de areia eólica para o norte está ligado à maior disponibilidade de areia fina na praia, que também aumenta neste sentido. Isto se explica pelo afastamento progressivo das fontes principais de suprimento de sedimentos, representadas pelos rios Doce, São Mateus e Itaúnas, de cuja fozes os detritos são carregados pelas correntes litorâneas.

Portanto, as dunas do Parque de Itaúnas, que encontram-se dispostas na parte externa da costa, representam depósitos arenosos datados do Holoceno, porém construídos posteriormente a deposição dos terraços, e não como fruto de ações marinhas, mas sim de ações eólicas.

Descendo-se o rio Itaúnas a partir da vila homônima em direção a sua foz, observa-se nas partes côncavas dos meandros do rio significativos depósitos de areia marinha sedimentados em estratos definidos, cuja espessura junto ao curso d'água chegam a atingir cerca de 5 metros, como mostra a Figura 36. Nesta figura pode ainda ser observada a presença de vários matacões ou blocos de concreções ferruginosas, cuja origem remonta a concentrações de ferro oriundas do Grupo Barreiras.

Figura 36: Espessos Depósitos Arenosos junto ao rio Itaúnas próximo a sua foz artificial.

De modo geral, em diversos pontos do litoral capixaba onde ocorrem os depósitos arenosos, é possível realizar uma subdivisão dos mesmos em depósitos pleistocênicos (mais antigos) e holocênicos (mais novos). Por vezes, esta divisão é perfeitamente visualizável até mesmo em fotografias aéreas. Dentre os vários argumentos que permitem a distinção dessas duas gerações de depósitos arenosos, destacam-se as idades ao radiocarbono superiores a 30.000 anos A.P. (Antes do Presente) para os depósitos posicionados mais internamente (pleistocênicos) e inferiores a 5.100 anos A.P. para os depósitos mais próximos a costa (holocênicos).

Estes níveis marinhos mais altos se formaram em uma fase regressiva mais antiga que os níveis holocênicos, provavelmente em época subsequente ao nível máximo do mar a 123.000 anos A.P., uma vez que tais depósitos ocorrem em continuidade aos terraços datados no sul da Bahia. Nessa época, o nível relativo do mar chegou a cerca de 8 metros acima do atual, correspondendo ao período em que ocorreu o penúltimo nível máximo marinho interglacial, quando a planície marinha permaneceu submersa.

De modo geral estas diferenças entre os depósitos arenosos se fazem observar através de mudanças topográficas, sendo os pleistocênicos levemente mais elevados que os holocênicos, além destes últimos se mostrarem menos coesos e adensados que os primeiros. O fato dos depósitos pleistocênicos se apresentarem mais coesos lhes garante um melhor suporte geotécnico, tendo sido, em alguns locais, ocupados por plantios com eucalipto na área de entorno do Parque de Itaúnas.

Segundo Suguio (1982), outro aspecto bastante característico nos Depósitos Marinhos Holocênicos do Espírito Santo e Rio de Janeiro, e que os difere dos Terraços Marinhos Pleistocênicos, refere-se a constante presença de tubos fósseis de *Callianassa* e conchas marinhas, enquanto nos pleistocênicos é reconhecida a ausência de conchas calcárias fossilizadas. No presente estudo não foram desenvolvidos levantamentos visando a identificação destes fósseis.

A ausência de conchas de moluscos fossilizadas nestes sedimentos é explicada pela possível dissolução das mesmas por ácidos húmicos, que acredita-se serem também responsáveis pela coloração mais escura que assumem estas areias em profundidades abaixo da superfície e do grau elevado de coesão das camadas superficiais destes terraços.

Ao longo de todo o litoral onde ocorrem estes dois depósitos, a separação entre ambos ocorre, de maneira freqüente, pela presença de zonas rebaixadas e pantanosas. Com relação a área do Parque de Itaúnas, esta zona de separação poderia ser representada pelos Depósitos de Brejos e Pântanos e pelos Depósitos de Mangue, instalados em área de topografia rebaixada em relação aos Depósitos Arenosos.

No entanto, o presente levantamento optou em não subdividir estes depósitos, mantendo-se apenas a classificação comum de Depósitos Arenosos Quaternários, que engloba tanto aqueles de origem no Pleistoceno, como do Holoceno. A sua não diferenciação em mapa é resultante da inexistência de diferenças topográficas significativas ao longo dos depósitos

arenosos, da ausência de datações na área de estudo, da grande semelhança entre o material arenoso e sobretudo pelo fato destes depósitos, embora predominarem na área do parque, não se encontrarem em suas melhores áreas de ocorrência, como nas proximidades da foz do rio Doce. Estes fatores dificultam uma divisão precisa entre os depósitos arenosos existentes no Parque de Itaúnas.

Na área do Parque estes Depósitos Arenosos representam a *facie* litológica predominante em termos de distribuição areal, ocupando 37,71% de toda a área do Parque, encontrando-se predominantemente ocupados por vegetação de restinga ou por vegetação rasteira tipo gramíneas. Considerando-se também a área de entorno do Parque, esta *fácies* arenosa ocupa 25,56% da área de estudo.

- Depósitos de Brejos e Pântanos

O termo pântano foi utilizado por Piazza, Araújo e Bandeira Júnior (*op.cit*) para designar os terrenos mais baixos da planície costeira, inconsistentes, normalmente cobertos por água doce, vegetação leve e característica.

Os Depósitos de Brejos e Pântanos no interior do Parque de Itaúnas ocorrem com grande distribuição, sendo sua presença verificada principalmente ao longo do rio Itaúnas, onde ocupa a quase totalidade de seu amplo vale, tanto a jusante, como a montante da Vila de Itaúnas, onde possuem suas melhores exposições. Ocorrem também, de forma semi-contínua, na porção norte do Parque, em região próxima a costa, entre os Depósitos Arenosos. Estes depósitos são melhor observados e caracterizados durante a estação chuvosa, porém, mesmo na estação seca, predominam áreas encharcadas.

Como pode ser observado no Mapa Geológico, os Depósitos de Brejos e Pântanos possuem seu contato geológico ao longo do rio Itaúnas, a montante da vila homônima, diretamente com o Grupo Barreiras, que se realiza em suas duas margens. Portanto, neste local, trata-se de uma *facies* litológica holocênica encaixada diretamente nos sedimentos terciários mais antigos do Grupo Barreiras. A Figura 37, a seguir, mostra os Depósitos de Brejos e Pântanos junto ao rio Itaúnas, na área oeste do Parque.

Figura 37: Aspecto dos Depósitos de Brejos e Pântanos no interior do Parque.

Nas áreas costeiras localizadas nas porções central e norte do Parque, esta *facies* realiza seu contato com os Depósitos Arenosos, tanto a oeste como a leste. Na porção norte da área de estudo ocorrem ao longo do córrego Sapé Grande, que realiza a divisa do Parque de Itaúnas. A Figura 38 ilustra um depósito ao longo deste curso d'água. Na parte sul do Parque possui seu contato com os Depósitos de Mangue.

Figura 38: Depósito de Brejos e Pântanos ao longo do córrego Sapé Grande.

Estes Depósitos de Brejos e Pântanos da área do Parque encontram-se distribuídos nos baixos topográficos, entre os Depósitos Arenosos ou ao longo do vale do rio Itaúnas. Da mesma forma que os Depósitos de Planície de Inundação, os Depósitos de Brejos e Pântanos existentes no interior do Parque encontram-se truncados pelos Depósitos Arenosos, sugerindo serem estes últimos mais novos que os primeiros.

O principal constituinte dos Depósitos de Brejos e Pântanos corresponde a um material inorgânico, representado por argilas escuras, siltes e areias argilosas de coloração cinza escura, com abundantes restos vegetais. As turfas também podem participar da formação dos pântanos, correspondendo a massas de restos vegetais parcialmente decompostos, de coloração variando de marrom escura a preta, nas quais se percebe restos de plantas originais.

No entanto, os Depósitos de Brejos e Pântanos existentes no interior do Parque de Itaúnas não apresentam as turfas como componente, encontrando-se estas ausentes, em função da pequena espessura e expressão dos depósitos, predominando como componente litológico as argilas de coloração escura.

As grandes áreas com presença de turfa na região norte do Estado distribuem-se pela região conhecida como Vale do Suruaca, a sul da cidade de São Mateus, e também na região de Vila do Riacho, a sul da cidade de Linhares.

Observa-se que o material sedimentar destes depósitos no interior do Parque de Itaúnas, representado por argilas, muitas vezes representam pacotes pouco espessos, com menos de 1 metro de espessura, assentados diretamente sobre material arenoso, fruto de antigas sedimentações marinhas no local, em épocas pretéritas, quando o nível do mar atingiu esta região. Assim, dentro de um processo de evolução da planície litorânea, estes depósitos de brejo encontram-se hoje recobrindo antigos ambientes de sedimentação arenosa.

Os depósitos de pântanos desenvolvem-se também nas margens de lagoas, crescendo para dentro delas, a medida que estas vão sendo colmatadas por argilas ou areias. Esta situação pode ser observada no interior do Parque, em uma pequena lagoa junto a porção oeste das dunas, a qual periodicamente é dragada visando a manutenção de seu espelho d'água. A Figura 39, a seguir apresenta esta lagoa após realização de dragagem na mesma.

Figura 39: Lagoa junto as dunas após dragagem para retirada de material colmatado em seu interior.

As formas desses depósitos de pântanos na região norte do estado variam do tipo cordão, quando preenchem vales alongados entre cordões litorâneos, para o tipo lençol, nos casos de extensas áreas cobertas por brejos ou pântanos, predominando este segundo padrão no interior do Parque. A Figura 40, a seguir mostra uma extensa área de brejos próximo a Vila de Itaúnas.

Figura 40: Região brejosa próxima a Vila de Itaúnas.

Quando esses depósitos de pântanos se limitam com ambientes de planície de inundação ou de mangues, as diferenciações e delimitações precisas se tornam bastante difíceis de serem observadas, sendo comum a interdigitação dos depósitos de pântanos com essas duas outras litofacies.

Os Depósitos de Brejos e Pântanos no interior do Parque de Itaúnas ocupam um área corresponde a cerca de 37,57% do total da área do Parque. Considerando-se também a área de entorno do Parque, esta *fácies* de pântanos ocupa 21,40% da área de estudo.

- Depósitos de Mangue

O termo mangue, empregado geologicamente por Piazza, Araújo e Bandeira Júnior *(op.cit.)*, é usado para designar as zonas baixas, próximas à costa, encharcadas, sujeitas em grande parte do tempo às influências da maré, de salinidade razoavelmente elevada, onde se desenvolve uma vegetação específica e uma fauna característica. Dentre os organismos presentes, típicos caranguejos escuros causam intensa bioturbação nos sedimentos depositados nos mangues.

Distribuem-se na área do Parque de Itaúnas a partir das duas fozes do rio Itaúnas, a natural e a artificial, seguindo para montante ao longo do curso deste rio. O limite dos Depósitos de Mangue adotado no Mapa Geológico foi traçado a partir de informações obtidas no mapa de vegetação e com a equipe deste tema.

Como pode ser observado no Mapa Geológico, seus contatos se dão predominantemente com os Depósitos Arenosos ao longo do rio Itaúnas, nas porções sul, leste e oeste da unidade, e a norte, dividem-se com os Depósitos de Brejos e Pântanos, que também ocorrem ao longo do rio Itaúnas, porém a montante das áreas ocupadas por mangues. Apenas em um pequeno trecho, na margem direita do rio Itaúnas, este contato se faz diretamente com o Grupo Barreiras.

Os depósitos de mangue pouco diferem dos Depósitos de Brejos e Pântanos de água doce em termos sedimentológicos. Os seus componentes inorgânicos, representado por argilas escuras, siltes e areias argilosas de coloração cinza escura, com abundantes restos vegetais, tendem a ser mais grosseiros do que os componentes dos Depósitos de Pântanos, enquanto as turfas se mostram menos desenvolvidas ou ausentes nos mangues. A Figura 41, a seguir, apresenta um Depósito de Mangue a montante da foz artificial do rio Itaúnas.

Figura 41: Depósito de Mangue mostrando suas argilas escuras.

Os Depósitos de Mangue existentes no Parque de Itaúnas estabeleceram-se nas enseadas e baixadas do rio Itaúnas, em locais onde a água salgada do mar consegue penetrar, misturando-se às do rio durante a preamar. No caso do rio Itaúnas, estes depósitos encontram-se em expansão pela abertura da foz artificial e pelo fato do rio possuir fraca energia, com seu curso bastante meandrante. Embora fora da área de estudo, a região da foz do rio São Mateus, situada cerca de 4 km ao sul, apresenta esses depósitos em larga distribuição.

Os Depósitos de Mangue próximos a foz natural do rio Itaúnas e limite sul do Parque se encontram atualmente em processo de colmatação, no qual se verifica um entulhamento com materiais diversos iniciando um processo de aterramento do mesmo, a partir de atividades antrópicas. No trecho entre as duas fozes do rio Itaúnas, ao longo do rio, foi observado que o manguezal apresenta elevado índice de areia, não ficando clara a origem desta areia, se natural ou não. A Figura 42, a seguir, apresenta os Depósitos de Mangue junto a foz natural do rio Itaúnas.

Figura 42: Depósitos de mangue na foz do rio Itaúnas.

Os Depósitos de Mangue ocupam um percentual correspondente a cerca de 7,87% do total da área do Parque. Considerando-se também a área de entorno do Parque, esta *fácies* de mangue ocupa 4,31% da área de estudo.

- Depósitos de Planície de Inundação

Os Depósitos de Planície de Inundação praticamente não são verificados no interior do Parque de Itaúnas, mas sim em sua área de entorno, onde ocorrem com maior frequência. Na área do Parque, a única ocorrência mapeada refere-se a um significativo depósito junto ao rio Itaúnas, no extremo oeste do Parque, ocupando parte do vale aberto deste rio e sendo periodicamente inundada pelo mesmo.

Na área de entorno, estes depósitos ocorrem distribuídos ao longo dos diversos cursos d'água que drenam para o interior do Parque, como pode ser observado no Mapa Geológico, apresentado anteriormente na Figura 25.

Estas planícies de inundação, nas quais se formam os pequenos depósitos, correspondem a vales abertos de fundo chato, topograficamente mais baixos que as áreas adjacentes. De modo praticamente homogêneo em toda a área de entorno do Parque, estes Depósitos de Planície de Inundação ocorrem distribuídos ao longo das drenagens que cortam os sedimentos do Grupo Barreiras.

Da mesma forma, praticamente todos os depósitos mapeados são truncados pelos Depósitos de Brejos e Pântanos, com os quais fazem contato a jusante dos cursos d'água, sugerindo que estes últimos vem sendo depositados posteriormente aos primeiros, podendo ainda os

Depósitos de Planície de Inundação serem recobertos por Depósitos de Pântanos em algumas áreas.

Litologicamente, estes depósitos de planície de inundação são representados por sedimentos recentes trazidos pelos rios que drenam a região, e constituem-se de silte argiloso marrom-amarelado e mais raramente, de areia argilosa, além de eventualmente serem encontradas crostas e concreções limoníticas. Assim, estes depósitos encontram-se sempre próximas as drenagens, uma vez que estas são responsáveis pelo fornecimento de material fino (silte e argila) para os mesmos, nas épocas de enchentes.

A argila da planície de inundação, quando se conserva abaixo do nível de água, assume uma coloração esverdeada. Contudo, nos locais apenas periodicamente inundáveis, ela toma uma coloração marrom amarelada, em virtude da oxidação sofrida durante o período de exposição ao ar. Esses depósitos de planície de inundação apresentam abundante matéria orgânica e contém estratificações, em geral indistintas, como resultado da intensa bioturbação por vegetais, uma vez que nas áreas não alagadas permanentemente são observadas uma densa cobertura vegetal.

Os Depósitos de Planície de Inundação no interior do Parque de Itaúnas ocupam um área corresponde a cerca de 4,98% do total da área do Parque. Considerando-se também a área de entorno do Parque, esta *fácies* de inundação ocupa 8,37% da área de estudo

2.4 ESTRUTURAS

Estruturalmente, a Bacia Sedimentar do Espírito Santo apresenta um arranjo semelhante ao das demais bacias cretáceas costeiras e se formaram a partir da separação entre os continentes Africano e Sul-Americano durante a fase de resfriamento térmico seguido de flexura, encontrando-se assim ligada aos processos que deram origem à deriva continental. Regionalmente, consiste de um extenso monoclinal com mergulho suave, entre 5º e 15º para leste.

As falhas apresentam-se como componentes estruturais mais importantes e são de duas gerações distintas. A primeira está ligada ao rifteamento (Cretáceo Inferior) e a segunda ligada ao basculamento, devido à subsidência e flexurização crustal e consequente fluxo salino (Cretáceo Superior). Embora existam essas duas gerações de falhas bem marcantes, outros falhamentos surgiram a partir da reativação destas principais.

3 Geomorfologia

3.1 INTRODUÇÃO

A área de estudo, que compreende a totalidade do Parque Estadual de Itaúnas e uma faixa de entorno do mesmo, localizada na porção costeira do município de Conceição da Barra, na região norte do Estado do Espírito Santo, engloba, segundo classificação adotada pelo Projeto Levantamento de Recursos Naturais (IBGE, 1983) apenas um domínio morfo-estrutural, representado pelos Depósitos Sedimentares. Ainda segundo esta fonte, este domínio, no interior da área trabalhada, é dividido em duas regiões geomorfológicas distintas: o Tabuleiro Costeiro e a Planície Costeira.

No entanto, com a utilização da escala 1:20.000 no presente estudo, foi possível realizar uma subdivisão da Região Geomorfológica da Planície Costeira em três unidades geomorfológicas distintas que ocorrem da área de estudo, além da unidade dos Tabuleiros Costeiros.

Desta forma, para a região de estudo, a compartimentação geomorfológica se apresenta com a identificação de um domínio morfo-estrutural, duas regiões geomorfológicas, que se subdividem em quatro unidades geomorfológicas distintas, conforme apresentado na Tabela 20, a seguir.

Tabela 20: Compartimentação Geomorfológica da Região do Parque de Itaúnas.

DOMÍNIOS MORFO-ESTRUTURAIS	REGIÕES GEOMORFOLÓGICAS	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS
Depósitos Sedimentares	Planície Costeira	Planície Fluvial
		Planície Flúvio-marinha
		Terraço Marinho
	Tabuleiro Costeiro	Tabuleiros Costeiros

No presente levantamento da geomorfologia do Parque Estadual de Itaúnas e sua área de entorno é apresentado o Mapa de Unidades Geomorfológicas (Figura 43-Anexo 2), identificadas na área, acompanhado de um texto explicativo com a descrição destas unidades e uma avaliação morfodinâmica das mesmas, onde procurou-se evidenciar as susceptibilidades a processos erosivos, inundações, colmatações, assoreamentos e instabilidade dos terrenos.

O Mapa de Unidades Geomorfológicas apresentado indica as áreas passíveis de serem alagadas, de forma permanente ou temporária, adotando-se este item da avaliação morfodinâmica como uma classe de legenda, da mesma forma que as áreas de mineração informais para retirada de areia ou argilas também foram indicadas no mapa apresentado.

3.2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada no presente levantamento constou basicamente de três etapas principais:

▪ Levantamento bibliográfico com consultas a vários documentos, onde se destacam o Levantamento de Recursos Naturais, Volume 34- Folha Rio Doce (IBGE-1987), o Projeto Rio Doce (Petrobras-1972) e diversos trabalhos sobre a geologia e geomorfologia costeira publicados sobre o Estado do Espírito Santo;

▪ Campanha de campo, onde percorreu-se toda a área do Parque Estadual de Itaúnas e de seu entorno, procurando reconhecer as feições geomorfológicas pré-definidas para a área a partir da interpretação das aerofotos, além de coletar dados específicos daquela área;

▪ Finalmente uma etapa onde desenvolveram-se os trabalhos de escritório objetivando a confecção do Mapa de Unidades Geomorfológicas, a consolidação dos dados levantados e execução do relatório final da presente caracterização geomorfológica da área estudada.

3.3 COMPARTIMENTAÇÃO DO RELEVO E UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo apresenta como principais acidentes de relevo as dunas no interior do Parque, o curso do rio Itaúnas, a existência de duas fozes para este rio e extensas áreas sujeitas a alagamentos. Com relação a bacia hidrográfica, a quase totalidade da área de estudo pertence a bacia do rio Itaúnas, que drena toda a área de entorno do Parque, a exceção da parte norte do mesmo, cujas águas são em parte captadas pelo córrego Sapé Grande, que as lança no Riacho Doce e daí diretamente no oceano.

Por outro lado, a área de estudo não apresenta uma grande diversidade de elementos que pudessem ser representados em uma cartografia geomorfológica, uma vez que além das dunas e das áreas alagáveis, não existem cristas, escarpas, linhas de cumeada, falésias, elevações residuais e outras estruturas que pudessem constar em mapa. Desta forma, a cartografia geomorfológica apresentada na Figura 43 e Anexo 2 – Mapa de Unidades Geomorfológicas, possui seu foco nas unidades identificadas.

Neste sentido, descreve-se neste item a compartimentação do relevo da área de estudo onde procura-se mostrar a distribuição e principais características morfológicas de cada uma das unidades geomorfológicas presentes na área de estudo.

3.3.1 PLANÍCIE COSTEIRA

As Planícies Costeiras compreendem, junto com os Tabuleiros Costeiros, a parte do Domínio Morfo-Estrutural dos Depósitos Sedimentares distribuído ao longo da costa na região norte do Espírito Santo (IBGE, 1987).

A Região Geomorfológica das Planícies Costeiras ocupa uma grande área na porção costeira norte do estado do Espírito Santo, distribuindo-se por todo o delta do rio Doce, desde a localidade de Barra do Riacho, ao sul do rio Doce, até a região de Itaúnas, na divisa com o Estado da Bahia.

Englobam os modelados fluviais, marinhos, eólicos e flúvio-marinhos que retratam as diversas fases da evolução geomorfológica no decorrer do Quaternário. Estão representados pelos complexos deltáicos, estuarinos e praiais existentes próximos a linha de costa, possuindo na região do delta do rio Doce sua maior expressão. Verifica-se na região do delta do rio Doce depósitos arenosos na forma de cordões, extensos depósitos de mangue e depósitos fluviais ao longo dos rios e córregos que adentram-se nos Tabuleiros Costeiros.

ENTRA FIGURA 43: MAPA DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Segundo Bacoccoli (1971), o delta do rio Doce é o mais importante do litoral brasileiro, excedendo 2.500 km2 de área em sua parte subaérea. Apresenta características de delta destrutivo dominado por ondas, com predominância de *facies* de influência marinha e que lança ao mar grande quantidade de material clástico.

Devido à perda de velocidade da corrente ao penetrar no mar, o material é imediatamente depositado, principalmente o grosseiro, formando uma barra com a extremidade voltada para o sul e forçando o rio Doce a deslocar constantemente sua foz nesta direção. A partir daí começa a ação do mar que remove imediatamente o material fino e redeposita o grosseiro ao longo da costa, formando os cordões litorâneos.

No âmbito da área de estudo, que compreende o Parque de Itaúnas e seu entorno imediato, áreas estas pertencentes ao delta do rio Doce, a Planície Costeira foi subdivididas em três unidades geomorfológicas distintas, que são descritas e caracterizadas a seguir.

3.3.1.1 Terraços Marinhos

A unidade geomorfológica dos Terraços Marinhos na área de estudo engloba todos os sedimentos arenosos quaternários que se encontram depositados junto a linha de costa e corresponde a uma estreita e extensa faixa junto ao litoral, disposta em sentido norte-sul, ocupando toda a porção litorânea da área de estudo. Estas estreitas faixas costeiras englobam as praias atuais existentes na região do Parque de Itaúnas até a cidade de Conceição da Barra.

Como pode ser observado no Mapa de Unidades Geomorfológicas, esta unidade não se apresenta de forma contínua em toda sua área de ocorrência, uma vez que, na parte norte do Parque, sua distribuição se dá entre a unidade da Planície Fluvial, como se formassem ilhas em meio àquela unidade. Na porção sul do Parque, em meio a esta unidade se verifica a unidade da Planície Flúvio-Marinha ao longo do rio Itaúnas. Estes terraços distribuem-se ainda para fora da área do Parque, ocupando o local onde se encontra a Vila de Itaúnas.

Possuem contato com todas as demais unidades geomorfológicas identificadas na área de estudo, inclusive com a unidade dos Tabuleiros Costeiros, em vários pontos na porção oeste do Parque, em passagens com aumento gradual de cotas altimétricas.

Estes Terraços Marinhos representam um modelado de acumulação marinha, decorrente de processos atuais e subatuais, representados pela sedimentação marinha junto a linha de costa, cujo ambiente, ao receber o aporte de sedimentos continentais carreados principalmente pelos rios Itaúnas, São Mateus e Doce, os vem retrabalhando e depositando paralelo à costa, através da ação das ondas e correntes, ao longo de todo o período Quaternário.

Quanto a presença de feições morfológicas marcantes nestes Terraços Marinhos na área do Parque de Itaúnas, não se observam aquelas feições positivas de cordões litorâneos paralelos

e sucessivos, muito típicas na região da desembocadura do rio Doce, sendo mais observadas as linhas de cristas de praias que se sucedem, principalmente aquelas mais próximas da atual linha de costa, datadas do período Holoceno, que se formaram ao longo dos últimos 5.000 anos, época em que se iniciou a construção da parte mais externa desta unidade, associado ao período de regressão marinha que ocorreu nesta época.

Na porção mais antiga desta unidade, correspondente as áreas mais distantes da costa, a oeste do rio Itaúnas, datada do período Pleistoceno, equivalente a cerca de 123.000 anos A.P. (Antes do Presente), quando o nível do mar atingiu sua máxima altura no Quaternário, não mais se observa esta sucessão de cristas de praias, já havendo ocorrido um processo de nivelamento das mesmas.

No entanto, observam-se nesta unidade as feições litorâneas mais marcantes da região norte capixaba, correspondentes as dunas existentes no interior do Parque de Itaúnas. Estas dunas correspondem a um modelado de origem eólica, cuja formação relaciona-se a disponibilidade em excesso de material arenoso junto a praia, associado a ações eólicas, que permitiram a sua acumulação na forma de dunas. Conforme poderá ser observado no item referente a avaliação morfodinâmica, a disposição deste modelado esta relacionada a direção de ventos atuantes na área.

O corpo principal destas dunas, localizado no interior do Parque e próximo a Vila de Itaúnas, se estendendo por cerca de 1.260 metros em sua maior extensão. Além deste corpo principal, o Parque ainda apresenta as dunas do "Buraco do Bicho", localizada a norte do corpo principal. Ambos se encontram identificados no Mapa de Unidades Geomorfológicas.

Esta unidade, excetuando-se as dunas existentes em seu interior, é dominada por um relevo plano a suave ondulado, com apenas algumas cristas arenosas que se sobressaem, apresentando uma altimetria máxima da ordem de 18 metros, constituindo-se, entre as unidades que compõem a Planície Costeira, naquela que apresenta as maiores cotas altimétricas.

A unidade geomorfológica dos Terraços Marinhos ocupa no interior do Parque de Itaúnas uma área correspondente a 37,72% do mesmo, e, considerando-se a faixa de entorno, este percentual atinge cerca de 25,60% do total da área de estudo.

3.3.1.2 Planície Fluvial

A unidade geomorfológica da Planície Fluvial, também pertencente a região geomorfológica das Planícies Costeiras, apresenta-se distribuída, na região do Parque de Itaúnas e seu entorno, principalmente ao longo dos cursos d'água que drenam a região. Ocupa os vales dos pequenos cursos d'água e todo o vale do rio Itaúnas, a exceção das proximidades de foz, onde cede lugar a Planície Flúvio-Marinha.

Distribuem-se ainda em pequenas manchas na porção norte do Parque, ao longo do córrego Sapé Grande, que faz o limite do Parque, bem como nos trechos de baixadas existentes entre os Terraços Marinhos, como pode ser observado no Mapa de Unidades Geomorfológicas, ocupando uma grande área na região estudada.

Encontram-se limitados a leste pelos Terraços Marinhos e a oeste pelos Tabuleiros Costeiros, que também ocorrem bordejando esta planície ao longo de todo o rio Itaúnas a montante da Vila homônima.

O contato desta unidade com os Tabuleiros Costeiros na área de estudo, embora não ocorra através de falésias, se faz com uma quebra acentuada de relevo, correspondente as vertentes de acesso aos fundos dos vales, enquanto o contato com a unidade dos terraços normalmente ocorre de forma mais suave, podendo entretanto, ocorrer desníveis de até 5 metros entre as áreas alagadas e os depósitos arenosos ao longo do baixo rio Itaúnas, próximo a sua foz.

A unidade geomorfológica da Planície Fluvial corresponde a um modelado de acumulação fluvial que vem ocorrendo ao longo do quaternário nos vales amplos e abertos existentes na área de estudo. Nestes vales relativamente profundos, em forma de "U", são depositados aluviões a partir de sedimentos continentais carreados pelo rio Itaúnas e outros cursos d'água de menor porte que cruzam a área, a exemplo dos córregos do Angelim, na parte central da área, São Domingos ao sul e Sapé Grande ao norte. Contribui também para esta sedimentação fluvial os sedimentos carreados diretamente das encostas que cercam estes vales, depositando-se em suas planícies de inundação.

Os locais de ocorrência desta unidade correspondem a depósitos de brejos e pântanos ou de planícies de inundação. A forma de ocorrência desta unidade geomorfológica muitas vezes assume um aspecto de canal que penetra nas partes mais baixas das unidades topograficamente mais elevadas dos Terraços Marinhos e dos Tabuleiros Costeiros, deixando nestes locais evidências de sua invasão, através da presença de sedimentos aluviais no solo e marcas de água, indicando alagamento periódico. Esta invasão se faz notar de forma mais acentuada nas épocas de chuva e cheias dos rios locais.

Esta unidade possui cotas altimétricas mais baixas que as unidades limítrofes, sendo aquela de menor altimetria, juntamente com a Planície Flúvio-Marinha, considerando-se a área do Parque e de seu entorno. Predomina um relevo plano, com altimetrias médias na ordem de 6 metros, cujos solos encontram-se cobertos por água durante grande parte do ano ou por vegetação típica de áreas inundáveis. Verifica-se a dificuldade de escoamento de água nesta planície em função do baixo gradiente hidráulico ao longo dos seus cursos d'água, o que lhes impõe uma baixa energia.

Nesta unidade, a característica fisiográfica mais marcante é representada pelo rio Itaúnas e seu vale afogado, com extensas áreas inundadas permanentemente ou sujeitas a inundações periódicas. Este processo de afogamento do rio, fruto do baixo gradiente de escoamento, possibilita a retenção e o acúmulo de sedimentos que vão se depositando e construindo a morfogênese fluvial na área.

De modo geral, a drenagem oriunda dos Tabuleiros Costeiros ao atingir esta unidade geomorfológica divaga pela planície, formando meandros ou áreas alagadas. Verifica-se a dificuldade dos cursos d'água que cortam esta unidade em definir um canal principal de escoamento em função do baixo gradiente hidráulico ao longo dos seus cursos, o que lhes impõe uma baixa energia.

A orientação principal das drenagens que chegam da unidade dos Tabuleiros Costeiros, onde predomina uma direção leste-oeste para os cursos d'água, ao atingir a Planície Fluvial, passa a ser preferencialmente no sentido norte-sul.

A unidade geomorfológica da Planície Fluvial ocupa no interior do Parque de Itaúnas uma área correspondente a 42,55% do mesmo, e, considerando-se a faixa de entorno, este percentual atinge cerca de 29,78% do total da área de estudo.

3.3.1.3 Planície Flúvio-Marinha

A unidade geomorfológica da Planície Flúvio-Marinha também representa uma unidade da Região Geomorfológica da Planície Costeira, e dentre todas as unidades geomorfológicas existentes na área do Parque e seu entorno imediato, esta corresponde aquela com menor distribuição em termos de área de ocupação.

Esta unidade se distribui em uma estreita faixa, disposta em sentido norte-sul, acompanhando o rio Itaúnas em seu baixo curso, próximo as suas duas fozes, natural e artificial. Como pode ser observado no Mapa de Unidades Geomorfológicas, sua ocorrência se dá entre a unidade dos Terraços Marinhos, que a circunda, possuindo uma topografia com cotas mais elevadas.

A montante, ao longo do rio Itaúnas, seu contato se dá com a unidade da Planície Fluvial, onde não se observa mudança altimétrica significativa. Além da ocorrência ao longo do rio Itaúnas, observa-se sua presença junto ao córrego São Domingos, já fora do Parque de Itaúnas, no extremo sul da área de estudo.

Esta unidade representa um modelado de acumulação flúvio-marinha, decorrente de processos atuais e subatuais que vem ocorrendo ao longo do período Quaternário, representados pela sedimentação de partículas finas argilosas de origem fluvial com forte contribuição das águas marinhas, permitindo a formação de manguezais.

Os sedimentos argilosos desta Planície Flúvio-Marinha, onde estão se estabelecendo os depósitos de mangue, vem sendo sobrepostos aos sedimentos arenosos de acumulação marinha, existentes anteriormente à contribuição flúvio-marinha atual.

Quanto ao tipo de relevo dominante nesta unidade observa-se uma morfologia totalmente plana, com altimetrias médias na ordem de 5 a 6 metros, correspondendo aos terrenos com as cotas altimétricas mais baixas de toda a área de estudo. Seus solos são cobertos por

vegetação de mangue, encontrando-se permanentemente encharcados ou encobertos por água salobra.

Quanto a presença de feições morfológicas marcantes nesta Planície Flúvio-Marinha, que se mostra bastante homogênea em termos de características morfológicas e altimétricas, o aspecto mais notável se faz pela presença do curso do rio Itaúnas, que corta toda a unidade, percorrendo-a de forma meandrante, com baixa energia. Outro aspecto da unidade corresponde a existência de duas fozes no rio Itaúnas, tendo sido aquela localizada a montante aberta artificialmente.

A unidade geomorfológica da Planície Flúvio-Marinha ocupa no interior do Parque de Itaúnas uma área correspondente a 7,81% do mesmo, e, considerando-se a faixa de entorno, este percentual atinge cerca de 4,28% do total da área de estudo.

3.3.2 TABULEIROS COSTEIROS

Os Tabuleiros Costeiros na região norte do Estado, distribuem-se de oeste para leste, desde os sopés das elevações cristalinas Pré-Cambrianas até a Planície Costeira ou, em alguns casos, até o linha de costa. Estendem-se ainda, tanto para norte, atingindo o estado da Bahia, como para sul, na região de Vitória, e representam uma das feições mais significativas na geomorfologia do estado.

Os Tabuleiros Costeiros coincidem com os sedimentos terciários do Grupo Barreiras, composto por arenitos e argilitos semi consolidados, o que permitiu a geomorfogênese imprimir a estes sedimentos uma feição tabular típica, resultando a denominação de Tabuleiros Costeiros em função de sua ocorrência próximo a linha de costa.

Estes Tabuleiros Costeiros não se encontram no interior do Parque Estadual de Itaúnas, mas apenas na faixa de entorno do parque, onde sua distribuição predomina amplamente sobre as demais unidades geomorfológicas. Como pode ser observado no Mapa de Unidades Geomorfológicas, (Figura 43 e Anexo 2) ocorrem lateralmente ao vale do rio Itaúnas no trecho em que o rio corre no sentido oeste-leste, e ainda margeando todo o Parque de Itaúnas em sua extensão norte-sul.

Em sua extensa área de ocorrência na área de estudo apresentam-se de forma descontínua apenas em função dos vales escavados pela drenagem, no fundo dos quais verifica-se a unidade da Planície Fluvial.

Os Tabuleiros osteiros apresentam um relevo que varia de plano a suave ondulado, levemente inclinado em direção ao litoral, com cotas variando em torno de 18 metros, nas partes mais baixas, junto a Planície Costeira, a aproximadamente 40 metros nas partes mais elevadas da região, na localidade de Santa Isabel, ao longo da via não pavimentada que liga a Vila de Itaúnas a cidade de Pedro Canário.

Para oeste, em direção ao interior e fora da área de estudo, estes tabuleiros continuam com uma suave ascensão, chegando a atingir 100m de altitude na altura de seu contato com as elevações serranas do cristalino, já bastante distante da área de estudo. Em média, o gradiente do relevo dos Tabuleiros Costeiros é da ordem de 1,2m/km, com declividade para o mar.

Estes Tabuleiros, na área de estudo, não apresentam qualquer elevação marcante em relação ao relevo de entorno, caracterizando-se a sua área de ocorrência pela homogeneidade do relevo formado pelos tabuleiros.

O contato entre os Tabuleiros Costeiros e a Planície Costeira, no interior da área estudada, marca o limite do continente em épocas geológicas passadas, sendo atualmente realizado sem a presença de paleofalésias, como muitas vezes ocorre entre as duas regiões geomorfológicas, mas apenas com uma elevação gradual das altimetrias dos Tabuleiros.

O relevo plano apresentado pelos Tabuleiros Costeiros na área de estudo é rompido pelos entalhes das drenagens, resultando em interflúvios tabulares com vales e depressões de dimensões variadas, por onde percorrem os rios e córregos que drenam a região. A quase totalidade dos rios e córregos que drenam esta unidade no entorno do Parque possui vales longos e com aprofundamento variando segundo a distância que se encontram da Planície Costeira. O entalhamento realizado pelo rio Itaúnas próximo a localidade de Santa Isabel, no extremo oeste do Parque, ultrapassa 20m de profundidade.

Os Tabuleiros Costeiros representam um modelado de aplanamento com dissecação homogênea, decorrente de processos atuais e subatuais, resultando em feições de topos aplanados, levemente convexados e abaulados. Este modelado de aplanamento é também resultante da fraca resistência das rochas sedimentares terciárias do Grupo Barreiras, que se comportam com pouca resistência a uma morfogênese úmida, resultando na feição de um conjunto de relevos tabulares rebaixados.

Este modelado indica que a área de ocorrência desta unidade geomorfológica encontra-se sujeita a um contínuo processo de dissecação, equivalente a um processo de erosão homogênea ao longo do tempo geológico, não representando nas atuais condições geológicas e climáticas áreas sujeitas a sedimentação ou acumulação de sedimentos.

O padrão de drenagem observado para os cursos d'água que ocorrem na região dos Tabuleiros é nitidamente dendrítico para os tributários de segunda ordem e preferencialmente paralelo para os cursos principais, onde se observa um grande paralelismo entre as calhas fluviais dos principais córregos, todos drenando a área em sentido oeste-leste. Ressalta-se, no entanto, que este sentido somente é verificado enquanto estes cursos d'água cortam a unidade dos Tabuleiros, uma vez que, ao adentrarem a unidade da Planície Costeira, os mesmos começam a divagar e terem seus cursos alterados de sentido.

A despeito do paralelismo existente entre estes rios, é provável que não exista um controle estrutural determinando este padrão, sendo o mesmo fruto apenas de controle topográfico imposto pela suave e contínua inclinação dos Tabuleiros em direção leste.

Uma grande parte destes Tabuleiros Costeiros no entorno do Parque encontram-se atualmente ocupados por plantios de eucalipto.

A unidade geomorfológica dos Tabuleiros Costeiros praticamente não ocorre no interior do Parque de Itaúnas, todavia, considerando-se a faixa de entorno do Parque, sua distribuição atinge cerca de 4,93% do total da área de estudo.

2.5 AVALIAÇÃO MORFODINÂMICA DA ÁREA DE ESTUDO

Apresenta-se neste item uma avaliação morfodinâmica procurando identificar, qualificar e sempre que possível, representar cartograficamente, os processos físicos atuais que estejam ocorrendo no interior do Parque de Itaúnas ou em seu entorno imediato, muitas vezes com potencial para acarretar consequências na parte interna do Parque.

Dentre os processos físicos passíveis de serem observados na área de estudo podem ser destacados a mobilidade das dunas, as extensas áreas sujeitas a alagamentos ou encharcamentos, os processos erosivos, o assoreamento ou colmatação de corpos hídricos, os meandros abandonados ou em processo de abandono, áreas com instabilidade de taludes, barramentos de cursos d'água, dentre outros. Descreve-se a seguir, as formas como cada um desses processos se manifesta na área de estudo.

3.4.1 MOBILIDADE DAS DUNAS E EROSÃO EÓLICA

As dunas existentes no Parque de Itaúnas apresentam em comum com as demais dunas costeiras do período Quaternário a característica de serem móveis, sendo o vento seu principal fator de formação e transporte, constituindo-se, portanto, um modelado de origem eólica. O seu posicionamento e disposição encontram-se relacionados a direção de ventos atuantes na área.

Estes dunas, que possuem seu processo de formação iniciado em meados da década de 50, não apresentam qualquer cobertura vegetal em grande parte de sua área, o que facilita e amplia a ação dos ventos na dinâmica destas dunas, uma vez que a vegetação funcionaria como elemento de fixação das areias. Maiores informações sobre essa questão estão apresentados no sub item 1.6 do Item 1 - CLIMA.

3.4.2 ÁREAS SUJEITAS A ALAGAMENTOS OU ENCHARCAMENTOS

O Parque de Itaúnas apresenta uma grande parte de sua área sujeita a alagamentos, temporários ou permanentes, sendo responsáveis diretos por estes fatores a existência da ampla Planície Fluvial do rio Itaúnas, bem como o fato deste rio se apresentar, na área de estudo, com baixa energia, formando meandros, o que permite que o mesmo saia com frequência de sua calha principal, transbordando em suas duas margens.

Contribuindo também diretamente para a existência destas áreas alagadas ou alagáveis tem-se a existência da Planície Flúvio-Marinha próxima a foz do rio Itaúnas, onde se encontram os manguezais, que por características próprias correspondem a áreas permanentemente alagadas.

Da mesma forma, na porção norte do Parque, onde não se observam manguezais ou grandes planícies de inundação, existem áreas rebaixadas, cercadas por depósitos arenosos com maiores cotas topográficas, que impedem a perfeita circulação das águas que drenam para aquela região. Esta dificuldade de drenagem e escoamento superficial resulta na formação de depósitos de brejos e pântanos, que representam áreas alagáveis.

O Mapa de Unidades Geomorfológicas, apresentado anteriormente na Figura 43 e Anexo 2 , mostra as áreas sujeitas a estes alagamentos permanentes ou temporários, utilizando-se como classe de legenda a terminologia de Áreas Alagáveis.

Quanto a unidade geomorfológica dos Terraços Marinhos, considerando-se os aspectos dos processos morfodinâmicos atuais, pode-se afirmar que esta possui baixa ou nula suscetibilidade a alagamentos, encharcamentos ou inundações principalmente em função da alta porosidade de seus sedimentos de composição extremamente arenosa, com baixo índice de coesão, o que permite uma boa drenagem ao longo do perfil do solo e favorecendo a infiltração.

Os Tabuleiros Costeiros apresentam como principal característica na área de estudo, sob o aspecto dos processos morfodinâmicos atuais, uma baixa a média suscetibilidade a alagamentos e inundações, sobretudo nos locais onde predominam sedimentos mais argilosos. Embora apresente um relevo bastante plano, verifica-se um escoamento satisfatório nos terrenos pertencentes a esta unidade.

3.4.3 ÁREAS COM PROCESSOS EROSIVOS

De modo geral, o território ocupado pelo Parque de Itaúnas e seu entorno imediato não se apresentam com processos erosivos significativos. As unidades geomorfológicas identificadas no interior do Parque (Terraços Arenosos, Planície Fluvial e Planície Flúvio-Marinha) apresentam uma baixa suscetibilidade para o desencadeamento deste tipo de processo.

As unidades da Planície Fluvial e da Planície Flúvio-Marinha apresentam um potencial nulo para a ocorrência deste fenômeno, uma vez que, além de serem totalmente planas, encontram-se boa parte do tempo encharcadas, enquanto os Terraços Marinhos, por apresentarem um relevo predominantemente plano e boa infiltração das águas apresentam uma baixa suscetibilidade ao desenvolvimento destes processos.

Quanto aos Tabuleiros Costeiros, que ocorrem principalmente na área externa ao Parque, a composição mais argilosa e a sua presença em cotas topográficas mais elevadas que as demais unidades da área, lhes conferem uma média suscetibilidade a ocorrência de processos erosivos. Ressalta-se entretanto que, não foram observadas ocorrências de processos erosivos naturais nesta unidade, mas apenas em pontos nos quais ocorreram interferências antrópicas para retirada de material de empréstimo.

O principal ponto de ocorrência de processos erosivos na área de estudo refere-se a uma antiga caixa de empréstimo, na qual foram retirados argila e cascalho para utilização na estrada que interliga a Vila de Itaúnas a cidade de Pedro Canário, localizada junto ao córrego Santa Helena, no limite do Parque. Nesta área, que não foi recuperada ambientalmente, observam-se processos erosivos ativos, cujo material vem sendo carreado para o interior do Parque, conforme pode ser observado na Figura 44. O local de ocorrência desta erosão encontra-se sinalizado no Mapa de Unidades Geomorfológicas apresentado anteriormente na Figura 43 (Anexo 2), recebendo a denominação na legenda de Processo Erosivo.

Figura 44: Processo erosivo em antiga caixa de empréstimo.

Merece ainda destaque o fato de que grande parte desta unidade no entorno do Parque se encontrar ocupada por plantios de eucaliptos, o que de certa forma vem protegendo o solo contra a ação direta das águas pluviais.

▪ ASSOREAMENTO OU COLMATAÇÃO DE CORPOS HÍDRICOS

Os levantamentos de campo na região do Parque de Itaúnas permitiram a identificação de áreas que se encontram mais sujeitas aos processos de assoreamento e colmatação, representadas por manguezais e lagoas.

Na região onde se encontram os manguezais junto a foz natural do rio Itaúnas, na cidade de Conceição da Barra, verifica-se um processo de colmatação das bordas do mangue, cujas causas apresentam fontes naturais e antrópicas.

Como causa natural deste processo tem-se o avanço do mar sobre a área, a partir da abertura de uma nova foz para o rio, resultando no aumento do lançamento de material detrítico arenoso para o interior do manguezal, que vai se sedimentando e alterando as características naturais da área. Como causas antrópicas tem-se a ocupação por residências nas bordas desta área, contribuindo para o lançamento de materiais diversos.

Outro processo de colmatação e assoreamento verificado no interior do Parque refere-se a lagoa existente entre a base das dunas e o aterro onde se encontra a estrada para a cidade de Pedro Canário. Esta lagoa, que corresponde a um antigo meandro abandonado do rio Itaúnas, vem sendo seguidamente entulhada, chegando a perder a totalidade de seu espelho de água, fazendo com que ocorra periodicamente uma dragagem na mesma para a retirada do material. Assim como o processo no manguezal, este também é decorrente da associação de fatores naturais e antrópicos.

Como fontes naturais para este processo tem-se a contínua ação dos ventos sobre as dunas, carreando o material mais fino para o interior da lagoa, que acaba sedimentando-se em seu fundo, além da redução do volume de água que drena para a lagoa na estação seca, o que reduz a capacidade de transporte do material da mesma para o rio Itaúnas.

Como fontes antrópicas tem-se um excesso de turistas circulando sobre as dunas na região da lagoa, promovendo um aumento do volume de areia a ser carreado para a lagoa, além de acelerar o processo de colmatação. Outro fator corresponde a própria construção do aterro, que impede a livre circulação das águas para a lagoa.

3.4.5 RUPTIBILIDADE E INSTABILIDADE DOS TERRENOS

Do mesmo modo que a avaliação para os processos erosivos, as unidades geomorfológicas identificadas no interior do Parque (Terraços Arenosos, Planície Fluvial e Planície Flúvio-Marinha) apresentam uma baixa suscetibilidade para a instabilidade ou ruptibilidade de taludes.

As unidades da Planície Fluvial e da Planície Flúvio-Marinha apresentam um potencial nulo para a ocorrência deste fenômeno, uma vez que, além de serem totalmente planas, encontram-se boa parte do tempo encharcadas, enquanto os Terraços Marinhos, por apresentarem um relevo predominantemente plano e boa infiltração das águas apresentam uma baixa suscetibilidade ao desenvolvimento destes processos.

Todavia, quando os Terraços Marinhos se fazem presentes nos barrancos das margens do rio Itaúnas, nos locais onde o rio forma meandros, como se observa a jusante da Vila de Itaúnas, é comum a deposição sedimentar na parte interna do meandro, enquanto na parte externa verifica-se um processo erosivo natural, com queda de taludes, cujos materiais acabam solapando e caindo para o interior do curso d'água. Neste processo a vegetação na superfície também é lançada para o interior do rio, como ilustra a Figura 45. Ressalta-se que este processo é comum a todo rio meandrante.

Figura 45: Queda de barrancos laterais ao rio Itaúnas.

Quanto aos Tabuleiros Costeiros, mesmo não existindo falésias nesta unidade no interior da área de estudo, a suscetibilidade a instabilidade e ruptibilidade de taludes não foi considerada baixa, mas sim como média, em função das intervenções antrópicas, como a abertura da estrada Vila de Itaúnas – Pedro Canário, que resultou em cortes verticais que não se encontram estáveis, a exemplo daqueles existentes na vertente de acesso ao córrego Santa Isabel.

De modo geral, nestes Tabuleiros os fenômenos de instabilidade morfodinâmica são registrados principalmente nas encostas dos interflúvios, que recuam progressivamente devido a ação do escoamento superficial, e nos locais onde ocorrem significativas interferências antrópicas, como a rodovia BR 101, onde, com frequência, se tem quedas de barreiras. No entanto, considerando-se apenas a área de estudo, estes fenômenos são minimizados pela pequena dimensão da área, pela topografia plana a suave ondulada, pela ausência de bordas de interflúvios e pelo baixo nível de interferência antrópica que resultassem em fortes alterações nestes Tabuleiros. Deve-se, todavia, ser ressaltado que embora esta seja uma condição natural desta unidade, as intervenções antrópicas nestes locais aceleram estes processos de instabilização.

3.4.6 ATIVIDADES DE EXPLORAÇÃO MINERAL

A área de estudo não apresenta áreas de extração mineral de porte significativo, não tendo sido observado nenhuma destas áreas no interior do Parque. Externamente, foram verificadas pequenas áreas onde, no passado, foram retirados argila, areia ou cascalho, porém todas de pequeno porte. Estas áreas encontram-se indicadas no Mapa de Unidades Geomorfológicas apresentado anteriormente.

Na principal destas áreas, uma antiga caixa de empréstimo para fornecimento de material para construção da estrada Vila de Itaúnas – Pedro Canário, foram deixados taludes íngremes sem proteção, onde vem desenvolvendo-se processos erosivos, que podem ampliar cada vez mais a cava aberta para retirada de material

Outra atividade extrativa mineral realizada próxima a área de estudo corresponde as atividades de produção e escoamento de petróleo realizada pela Petrobras, ressaltando-se porém, que as mesmas se encontram fora da área do Parque e da área de entorno considerada neste estudo.

3.4.7 BARRAMENTOS DE CURSOS D'ÁGUA

Embora não se constitua em processo morfo-dinâmico natural, a área de estudo apresenta alguns pontos onde foram implantadas obras viárias, havendo sido necessário para as mesmas a utilização de passagens de água sob a via de circulação. Outra forma de barramento refere-se as represas para retenção de água, que visam principalmente o uso nas atividades agrícolas.

Em alguns locais, a exemplo da própria estrada de acesso a Vila de Itaúnas, partindo-se de Conceição da Barra, em pontos externos a área de estudo, observa-se que as tubulações para passagem das águas pluviais ou de pequenas drenagens não foram dimensionadas adequadamente de forma a permitir uma vazão suficiente para o pleno escoamento das águas, que acabam por serem represadas, comprometendo inclusive a vegetação a montante da via.
No interior do Parque, as tubulações para passagem das águas sob o aterro próximo a Vila de Itaúnas, também não se encontram dimensionadas de forma a permitir a circulação natural das águas para o outro lado do aterro na estação seca, quando o nível das águas na planície de inundação se encontra bastante reduzido.

Estes barramentos artificiais são promovidos por ação antrópica, que ao executar aterros para passagem de veículos nas estradas existentes, não dimensionam de forma eficiente e adequada a tubulação sob os aterros, de forma a permitir o fluxo contínuo e natural da água ali existente, causando pontos diversos de alagamentos, que são mais facilmente colmatados, uma vez que os sedimentos para ali carreados encontram dificuldade de escoamento, sedimentando-se no local.

3.4.8 DINÂMICA COSTEIRA

Embora se constitua assunto específico de outros temas contemplados no presente estudo, a dinâmica costeira na região do Parque de Itaúnas, também vem promovendo pequenas alterações morfológicas na região. Um bom exemplo desta dinâmica encontra-se na foz do Riacho Doce, quando alternadamente esta foz se encontra fechada ou aberta, e ainda, com presença ou não de pequenas lagoas junto ao mar, a exemplo da lagoa presente na Figura 46, a seguir. Esta dinâmica vem permanentemente alterando a feição da costa junto a foz do Riacho Doce.

Figura 46: Lagoa temporária próximo a foz do Riacho Doce.

Outra forma de influência direta da dinâmica costeira corresponde as baixas profundidades atualmente verificadas no trecho entre as duas fozes do rio Itaúnas, indicando a entrada de sedimentos marinhos que vem se depositando neste trecho. A Figura 47, a seguir ilustra este trecho do rio Itaúnas.

Figura 47: Trecho do rio Itaúnas entre a foz natural e foz artificial.

3.4.9 MEANDROS ABANDONADOS OU EM PROCESSO DE ABANDONO

Como pode ser verificado no Mapa de Unidades Geomorfológicas apresentado anteriormente na Figura 43 (Anexo 2), o rio Itaúnas, na altura do parque homônimo, se apresenta divagando por sua ampla planície fluvial, fruto da baixa energia do mesmo, o que resulta na formação de inúmeros meandros ao longo de seu curso.

Considerando-se a capacidade do rio em erodir a parte interna dos meandros, pode-se afirmar que no interior do Parque de Itaúnas, existem pelo menos três pontos passíveis de serem abandonados pelo rio Itaúnas, todos a montante da confluência com o córrego do Angelim, o que irá criar feições denominadas de meandros abandonados. Posteriormente, ao longo do tempo geológico, estes meandros abandonados deverão se tornar depósitos de planícies de inundação, recebendo os sedimentos finos quando das cheias do rio. Este corresponde a um processo natural comum aos rios meandrantes, não cabendo uma previsão de prazo para que ocorra o ciclo de formação e abandono de meandros.

A atual lagoa existente entre a base das dunas e o aterro da estrada para Pedro Canário corresponde a um meandro abandonado pelo rio a cerca de três décadas, ressaltando que neste caso, não ocorreu simplesmente um abandono natural, uma vez que foram utilizadas máquinas para concluir o processo e permitir a construção do aterro e da atual ponte sobre o rio Itaúnas.

As Figuras 48 e 49 apresentam, respectivamente, imagens aéreas deste trecho do rio Itaúnas anteriormente e posteriormente ao abandono deste meandro, podendo ser observado na última o paleocanal do rio Itaúnas.

Figura 48: Imagem aérea de 1958, do trecho do rio Itaúnas anteriormente a formação do meandro.

Figura 49: Imagem aérea de 1997, do trecho do rio Itaúnas posteriormente ao abandono do meandro.

3.4.10 OUTRAS ATIVIDADES ANTRÓPICAS E TURISMO

A região de Itaúnas, na qual tem-se o Parque Estadual, é constituída de grande beleza cênica, representada principalmente pelas dunas e pelo contraste das mesmas com as áreas de alagados, associando-se ainda às suas praias, vem se consolidando como um importante polo turístico do estado do Espírito Santo, o que vem contribuindo para uma atração cada vez maior de turistas, sobretudo na época do verão.

Este aumento do número de turistas, que inevitavelmente procuram as dunas, pode estar contribuindo diretamente para o contínuo processo de assoreamento e colmatação da pequena lagoa existente na base das dunas. Deve-se ressaltar, no entanto, que a administração do Parque de Itaúnas já procurou restringir o acesso a esta área através da implantação de uma cerca e de sinalização indicando tratar-se de uma área restrita.

Outros fatores que poderão contribuir para aceleração ou alteração dos processos morfodinâmicos na região seriam fruto da expansão imobiliária desordenada da Vila de Itaúnas, com aterramento de áreas inundáveis para implantação de loteamentos, ou ainda da construção de estradas internas no parque sem a devida preocupação no dimensionamento de passagens d'água sob o leito das vias, e por fim a criação de áreas de empréstimo para retirada de material argiloso para construção, sem que adote as medidas necessários de controle ambiental e posterior recuperação da área.

4 Solos

4.1 INTRODUÇÃO

O Centro Nacional de Pesquisa de Solos da EMBRAPA apresentou no ano de 1999, o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, onde grande número de classes de solos de alto nível categórico vieram a ser incluídas para apropriar classificação de tipos de solos expressivamente distintos, os quais foram sendo identificados durante levantamentos pedológicos realizados na ampla diversidade de ambiência climática, geomorfológica, vegetacional e geológica do território nacional.

A Tabela 21 apresenta a correlação entre as classes de solos do atual sistema de classificação e a classificação utilizada no Plano de Manejo do Parque Estadual de Itaúnas.

SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO (1999)	CLASSIFICAÇÃO ANTERIORMENTE USADA PELA EMBRAPA SOLOS

Neossolos	Areias quartzosas marinhas
Espodossolos	Podzol hidromórfico
Gleissolos	Glei húmico, glei tiomórfico e solonchak sódico.
Organossolos	Solos orgânicos, solos tiomórficos turfosos.
Argissolos	Podzólico vermelho-amarelo tb.

Fonte: EMBRAPA, 1999.

Abaixo serão descritas as classes de solos existentes no Parque Estadual de Itaúnas, de acordo do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (1999), para que possa ser feita uma analogia entre esta e a classificação anteriormente usada pela EMBRAPA Solos.

4.1.1 BASES E CRITÉRIOS, SEGUNDO EMBRAPA (1999)

As bases e critérios envolvidos na conceituação e definição das classes ora reconhecidas pela EMBRAPA e utilizadas para a classificação dos solos do Parque Estadual de Itaúnas e seu entorno, são:

- **Bases:** ordem de considerações que governam a formação das classes (Cline, 1963).

- **Critérios:** elementos pelos quais as classes são diferenciadas na aplicação do sistema aos solos (Cline, 1963), isto é, atributos que distinguem as classes das demais de mesmo nível categórico. Constituem as características diferenciais da classe.

4.1.1.1 Neossolos

Grupamento de solos pouco evoluídos, com ausência de horizonte B diagnóstico.

- **Base:** solos em via de formação, seja pela reduzida atuação dos processos pedogenéticos ou por características inerentes ao material originário.

- **Critério:** insuficiência de manifestação dos atributos diagnósticos que caracterizam os diversos processos de formação. Exígua diferenciação de horizontes, com individualização de horizontes A seguido de C ou R. Predomínio de características herdadas do material originário.

4.1.1.2 Espodossolos

Grupamento de solos com B espódico.

- **Base:** atuação de processo de podzolização (queluviação) com eluviação de compostos de alumínio com ou sem ferro em presença de húmus ácido e conseqüente acumulação iluvial desses constituintes amorfos.

- **Critério:** desenvolvimento de horizonte diagnóstico B espódico em seqüência a horizonte E (álbico ou não) ou A.

4.1.1.3 Gleissolo

Grupamento de solos com expressiva gleização.

4 **Base:** hidromorfia expressa por forte gleização, resultante de processamento de intensa redução de compostos de ferro, em presença de matéria orgânica, com ou sem alternância de oxidação, por efeito de flutuação de nível do lençol freático, em condições de regime de excesso de umidade permanente ou periódico.

▪ **Critério:** preponderância e profundidade de manifestação de atributos evidenciadores de gleização, conjugada à caracterização de horizonte diagnóstico subsuperficial glei.

4.1.1.4 Organossolos

Grupamento de solos orgânicos.

▪ **Base:** natureza essencialmente orgânica do material originário, que em si constitui o próprio solo.

▪ **Critério:** preponderância de constituintes orgânicos em relação a inorgânicos, profundidade de ocorrência de horizontes de uma ou outra natureza em ambientes de drenagem livre ou em condições de saturação com água, permanente ou periódica.

4.1.1.5 Argissolos

Grupamento de solos com B textural, com argila de atividade baixa.

▪ **Base:** evolução avançada com atuação incompleta de processo de fertilização, em conexão com paragênese caulinítica-oxidíca ou virtualmente caulinítica, na vigência de mobilização de argila da parte mais superficial, com concentração ou acumulação em horizonte subsuperficial.

▪ **Critério:** desenvolvimento (expressão) de horizonte diagnóstico B textural em vinculação com atributos evidenciadores de baixa atividade de argilas.

4.1.2 CONCEITO E DEFINIÇÃO DAS CLASSES, SEGUNDO EMBRAPA (1999)

4.1.2.1 Neossolo

♦ ***Conceito***

Compreende solos constituídos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso com pequena expressão dos processos pedogenéticos em conseqüência da baixa intensidade de atuação destes processos, que não conduziram, ainda, a modificações expressivas do material originário, de características do próprio material, pela sua resistência ao intemperismo ou composição química, e do relevo, que poderá impedir ou limitar a evolução desses solos.

Possuem seqüência de horizonte A-R, A-C-R, A-Cr-R, A-Cr, A-C, O-R ou H-C sem atender contudo aos requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes dos Chernossolos, Vertissolos, Plintossolos, Organossolos ou Gleissolos. Esta classe admite diversos tipos de horizontes superficiais, incluindo o horizonte O ou H hístico, com menos de 30cm de espessura quando sobrejacente à rocha ou a material mineral.

Alguns solos têm horizonte B com fraca expressão dos atributos (cor, estrutura ou acumulação de minerais secundários e/ou colóides), não se enquadrando em qualquer tipo de horizonte B diagnóstico.

♦ ***Definição***

Solos constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 30cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico e satisfazendo os seguintes requisitos.

- Ausência de horizonte glei, exceto no caso de solos com textura areia ou areia franca, dentro de 50cm da superfície do solo, ou entre 50cm e 120cm de profundidade, se os horizontes sobrejacentes apresentarem mosqueados de redução em quantidades abundantes;

- Ausência de horizonte vértico imediatamente abaixo de horizonte A;

- Ausência de horizonte plíntico dentro de 40cm, ou dentro de 200cm da superfície se imediatamente abaixo de horizontes A, E ou precedidos de horizontes de coloração pálida, variegada ou com mosqueados em quantidades abundantes, com uma ou mais das seguintes cores:

- Matiz 2,5Y ou 5Y; ou
- Matizes 10YR a 7,5YR com cromas baixos, normalmente iguais ou inferiores a 4, podendo atingir 6, no caso de matiz 10YR;

- Ausência de horizonte A Chernozêmico conjugado a horizonte cálcico ou C carbonático.

♦ ***Abrangência***

Nesta classe estão incluídos os solos que foram reconhecidos pela EMBRAPA Solos como: Litossolos e Solos Litólicos, Regossolos, Solos Aluviais e Areias Quartzosas[1] (Distróficas, Marinhas e Hidromórficas). Solos A-C com caráter sálico pertencem à classe dos Gleissolos, pois todos os Solonchaks (identificados no país) têm horizonte glei.

Pertencem ainda a está classe solos com horizonte A ou hísticos, com menos de 30cm de espessura, seguidos de camadas com 90% ou mais (expresso em volume) de fragmentos de rocha ou do material de origem, independente de sua resistência ao intemperismo.

[1]As Areias Quartzosas Marinhas constituem o campo dunar do Parque Estadual de Itaúnas, estando estas associadas ao Podzol Hidromórfico (Espodossolos).

4.1.2.2 Espodossolo

♦ ***Conceito***

Compreende solos constituídos por material mineral com horizonte B espódico subjacente a horizonte eluvial E (álbico ou não), ou subjacente a horizonte A, que pode ser de qualquer tipo, ou ainda, subjacente a horizonte hístico com menos de 40 cm de espessura. Apresentam, usualmente, seqüência de horizontes A, E, Bh, Bhs ou Bs e C, com nítida diferenciação de horizontes.

A cor do horizonte A varia de cinzenta até preta e a do horizonte E desde cinzenta ou acinzentada-clara até praticamente branca (*bleicheid*). A cor do horizonte Bh varia desde cinzenta, de tonalidade escura, até preta, enquanto que no Bs as cores são variáveis desde avermelhadas até amareladas.

São solos cuja profundidade é bastante variável, havendo constatações de horizontes e com três ou quatro metros de espessura.

A textura do *solum* é predominantemente arenosa, sendo menos comumente textura média e raramente argilosa (tendente para média ou siltosa) no horizonte B. A drenagem é muito variável, havendo estreita relação entre profundidade, grau de desenvolvimento, endurecimento ou cimentação do B e a drenagem do solo.

São solos muito pobres, moderados a fortemente ácidos, normalmente com saturação por bases baixa, podendo ocorrer altos teores de alumínio extraível. Podem apresentar fragipã, duripã, "ortstein" ou "orterde".

São desenvolvidos principalmente de materiais arenoquartzosos, sob condições de umidade elevada, em clima tropical e subtropical, em relevo plano, suave ondulado, áreas de surgente, abaciamentos e depressões, sob tipos de vegetação os mais diversos.

♦ ***Definição***

Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B espódico, imediatamente abaixo de horizonte E ou A, dentro de 200cm da superfície do solo, ou de 400cm, se a soma dos horizontes A + E ou horizonte hístico + E ultrapassar 200cm de profundidade.

♦ ***Abrangência***

Nesta classe estão incluídos todos os solos que foram classificados pela EMBRAPA Solos como Pdzol, inclusive Pdzol Hidromórfico[2].

[2]Na área do Parque Estadual de Itaúnas o Pdzol Hidromórfico está associado as Areias Quartzosas marinhas, atualmente classificadas como Neossolos.

4.1.2.3 Gleissolos

♦ ***Conceito***

Compreende solos hidromórficos, constituídos por material mineral, que apresentam horizonte glei dentro dos primeiros 50cm da superfície do solo, ou a profundidade entre 50 e 125cm desde que imediatamente abaixo de horizontes A ou E (gleisados ou não), ou por horizonte B incipiente, B textural ou C com presença de mosqueados abundantes com cores de redução. Excluem-se da presente classe, solos com características distintivas dos Vertissolos, Espodossolos, Planossolos, Plintossolos ou Organossolos.

Os solos desta classe são permanentes ou periodicamente saturados por água, salvo se artificialmente drenados. A água de saturação ou permanente estagnada internamente, ou a saturação é por fluxo lateral no solo. Em qualquer circunstância, a água do solo pode se elevar por ascensão capilar, atingindo a superfície do mesmo.

Caracterizam-se pela forte gleização, em decorrência do regime de umidade redutor, que se processa em meio anaeróbico, com muita deficiência ou mesmo ausência de oxigênio, devido ao encharcamento do solo por longo período ou durante todo o ano.

O processo de gleização implica na manifestação de cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas, devido a compostos ferrosos resultantes da escassez de oxigênio causada pelo encharcamento. Provoca, também, a redução e solubilização de ferro, promovendo translocação e reprecipitação dos seus compostos.

São solos mal ou muito mal drenados, em condições naturais, que apresentam seqüência de horizontes A-Cg, A-Big-Cg, A-Btg-Cg, A-E-Btg-Cg, A-Eg-Bt-Cg, Ag-Cg, H-Cg, tendo o horizonte A cores desde cinzentas até pretas, espessura normalmente entre 10 e 50cm e teores médios a altos de carbono orgânico.

O horizonte glei, que pode ser um horizonte C, B, E ou A, possui cores predominantemente mais azuis que 10Y, de cromas bastante baixos, próximos do neutro.

São solos que ocasionalmente podem ter textura arenosa (areia ou areia fraca) somente nos horizontes superficiais, desde que seguidos de horizonte glei de textura franco arenosa ou mais fina.

Afora os horizontes A, H ou E que estejam presentes, a estrutura é em blocos ou prismática composta ou não de blocos angulares e subangulares. Quando molhado, o horizonte apresenta-se, em geral, com aspecto maciço.

Podem apresentar horizonte sulfúrico, cálcico, propriedade solódica, sódica, caráter sálico, ou plintita em quantidade ou posição não diagnóstica para enquadramento na classe dos Plintossolos.

São solos formados em materiais originários estratificados ou não, e sujeitos a constante ou periódico excesso d'água, o que pode ocorrer em diversas situações. Comumente, desenvolvem-se em sedimentos recentes nas proximidades dos cursos d'água e em materiais colúvio-aluviais sujeitos a condições de hidromorfia, podendo formar-se também em áreas de relevo plano de terraços fluviais, lacustres ou marinhos, como também em materiais residuais em áreas abaciadas e depressões. São eventualmente formados em áreas inclinadas sob influência do afloramento de água subterrânea (surgentes). São solos que ocorrem sob vegetação hidrófila ou higrófila herbácea, arbustiva ou arbórea.

♦ *Definição*

Solos constituídos por material mineral, com horizonte glei dentro dos primeiros 50cm da superfície, ou entre 50 e 125cm desde que imediatamente abaixo de horizonte A ou E, ou precedido por horizonte B incipiente, B textural ou horizonte C com presença de mosqueados abundantes com cores de redução e satisfazendo, ainda, os seguintes requisitos:

- Ausência de qualquer tipo de horizonte b diagnóstico acima do horizonte glei;
- Ausência de horizonte vértico ou plíntico acima do horizonte glei ou coincidente com este;
- Ausência de horizonte B textural com mudança textural abrupta;
- Ausência de horizonte hístico com 40cm ou mais de espessura.

♦ *Abrangência*

Esta classe abrange os solos que foram classificados pela EMBRAPA Solos como Glei Pouco Húmico, Glei Húmico[3], parte do Hidromórfico Cinzente (sem mudança textural abrupta), Glei Tiomórfico[4] e Solonchak[5] com horizonte glei.

3, 4 e 5 O solo Glei Húmico associado aos Solos Orgânicos recobrem toda a área de alagado do Parque Estadual de Itaúnas, juntamente com os Solos de Mangue (Solo Glei Tiomórfico e o Solonchack Sódico) que constituem a base do ecossistema Manguezal desta Unidade de Conservação.

4.1.2.4 Organossolos

3 Conceito

Compreende solos poucos evoluídos, constituídos por material orgânico proveniente de acumulações de restos de vegetais em grau variável de composição, acumulados em ambientes mal a muito mal drenados, ou em ambientes úmidos de altitude elevada, que estão saturados com água por poucos dias no período chuvoso, de coloração preta, cinzenta muito escura ou marrom e, com elevados teores de carbono orgânico.

Em condições sujeitas a altas taxas de recepção de água (maiores que as causadoras de gleização), a formação dos solos dominada pela acumulação de material orgânica sobre a superfície. Onde quer que os horizontes ou camadas superficiais permaneçam saturadas de água na maior parte do ano, os processos de alteração mineral e translocações de produtos secundários são "substituídos" pela acumulação de matéria orgânica sobre as seções superficiais e formação de "*peat*".

Comumente apresentam um horizonte H ou O hístico sobre camadas orgânicas constituídas por material orgânico do tipo sáprico ou fíbrico com grande proporção de resíduos vegetais em grau variável de decomposição. Apesar da relevância dos constituintes orgânicos, estes solos apresentam materiais minerais em proporções variáveis, sendo sempre elevados os teores de carbono orgânico.

Usualmente são solos fortemente ácidos, apresentando alta capacidade de cátions e baixa saturação por bases, com esporádicas ocorrências de saturação média ou alta. Podem apresentar horizonte sulfúrico, materiais sulfídricos, caráter sálico, propriedade sódica ou solódica, podendo estar recobertos por decomposição pouco espessa (< 40cm de espessura) de uma camada de material mineral.

Ocorrem normalmente em áreas baixas de várzeas, depressões e locais de surgentes, sob vegetação hidrófila ou higrófila, quer do tipo campestre ou florestal. Ocorrem também em áreas que estão saturadas com água por poucos dias (menos de trinta dias consecutivos) no período das chuvas, situadas em regiões de atitudes elevadas e úmidas durante todo o ano, estando normalmente assentes diretamente sobre rochas.

4 Definição

Solos constituídos por material orgânico e mistura com maior ou menor proporção de material mineral e que satisfazem um dos seguintes requisitos:

- Solos que estão saturados com água no máximo por 30 dias consecutivos por ano, durante o período mais chuvoso, e apresentado horizonte hístico, sobrejacente a um contato lítico ou sobrejacente a material fragmentar constituído por 90% ou mais (em volume) de fragmentos de rocha (matacões, calhaus e cascalhos) e que apresentam um dos seguintes requisitos:

- 30cm ou mais de espessura, quando sobrejacente a um contato lítico;
- 40cm ou mais de espessura;
- 60cm ou mais de espessura se 50% ou mais do material orgânico consiste de resto de ramos finos, raízes finas, cascas de arvores e flores, parcialmente decompostos e com diâmetros menores de 2cm.
- Solos saturados com água durante a maior parte do ano, na maioria dos anos (ou artificialmente drenados), e apresentando uma das seguintes espessuras:

- 60cm ou mais, se 50% ou mais do material orgânico é formado por fibras de esfagno e/ou sua densidade aparente (úmida) é <0,15g/cm³;

- 40cm ou mais quer se estendendo em seção única a partir da superfície, quer tomado, cumulativamente, dentro dos 80 cm superficiais.

♦ ***Abrangência***

Esta classe estão incluídos os Solos Orgânicos[6], Semi Orgânicos, Solos Tiomórficos[7] de constituição orgânica ou semi orgânica e parte dos solos Litólicos Turfosos com horizonte O histico com 30cm ou mais de espessura.

6 e 7 Os Solos Orgânicos e Solos Tiomórficos de constituição orgânica, estão associados aos Gleissolos (Glei Húmico e Solonchack Sódico) na área de alagado do Parque Estadual de Itaúnas.

4.1.2.5 Argissolos

♦ ***Conceito***

Compreende solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais argila de atividade baixa e horizonte B textural (Bt), imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o histico, sem apresentar, contudo, os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes dos Alissolos, Planossolos, Plintossolos ou Gleissolos.

Parte dos solos desta classe apresenta um evidente incremento no teor de argila, com ou sem decréscimo, do horizonte B para baixo no perfil. A transição entre os horizontes A e Bt é usualmente clara, abrupta ou gradual.

São de profundidade variável, desde forte a imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas, e mais raramente, brunadas ou acinzentadas. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre havendo aumento de argila daquele para este.

São forte e moderadamente ácidos, com saturação por bases alta, ou baixa, predominantemente cauliníticos e com relação molecular Ki variando de 1,0 a 2,3, em correlação com baixa atividade das argilas.

♦ ***Definição***

Solos constituídos por material mineral com argila de atividade baixa e horizonte B textural imediatamente abaixo de horizonte A ou E, e apresentando, ainda, os seguintes requisitos:

- Horizonte plíntico, se presente, não está acima e nem é coincidente com a parte superficial do horizonte B textural;

- Horizonte glei, se presente, não está acima e nem é coincidente com a parte superficial do horizonte B textural.

o ***Abrangência***

Nesta classe estão incluídos os solos que foram classificados pela EMBRAPA Solos como Podzólico Vermelho-Amarelo argila de atividade baixa[8], pequena parte de Terra Roxa Estruturada, de Terra Roxa Estruturada Similar, de Terra Bruna Estruturada e de Terra Bruna Estruturada Similar, todos com gradiente textural necessário para B textural, em qualquer caso Eutróficos, Distróficos ou Álicos, e mais recentemente o Podzólico Vermelho-Escuro, com B textural e o Podzólico Amarelo.

[8] O Podzólico Vermelho-Amarelo argila de atividade baixa recobre toda a área dos Tabuleiros Costeiros na área do Parque Estadual de Itaúnas.

4.2 METODOLOGIA

4.2.1 LEVANTAMENTO DO SOLOS

A metodologia utilizada para o Levantamento de Solos do Parque Estadual de Itaúnas se dividiu em três etapas: Revisão bibliográfica dos estudos pedológicos oficiais, campanhas de campo para verificação e constatação das informações existentes na literatura e trabalho de escritório.

4.2.1.1 Revisão Bibliográfica dos Estudos Pedológicos Oficiais

Para elaboração do levantamento de solos do Parque Estadual de Itaúnas foi utilizado como base para o mapeamento, a carta de solos em escala 1:400.000 denominado Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Espírito Santo/ EMBRAPA/SNLCS/1971, coordenado por Luzberto Achá Panoso, e o mapa das Unidades Naturais do Estado do Espírito Santo/SEAG/EMCAPA/1999, coordenado por Leandro Roberto Feitosa, além de terem sido revisadas várias publicações que englobam o referido tema;

A revisão bibliográfica buscou estabelecer uma relação entre as informações pedológicas existentes sobre a área de estudo e os materiais básicos utilizados para os levantamentos de solos, como imagens de satélites, fotografias aéreas e cartas do IBGE, visando assim facilitar as etapas posteriores deste levantamento.

4.2.1.2 Campanhas de Campo para Averiguação das Informações Existentes nos Estudos Pedológicos Oficiais

Foram realizadas várias campanhas de campo, com objetivo de comparar e averiguar as características das classes de solos, existente no Parque Estadual de Itaúnas. As características inerentes às unidades pedológicas em campo levantadas foram detalhadas pela EMBRAPA 1978, através da descrição dos perfis de solo do município de Conceição da Barra (Anexo 4), com identificação de horizontes e respectivas descrições morfológicas, caracterizando a espessura, cor, textura, estrutura, consistência, transição entre horizontes, entre outras. Este exame de perfil foi utilizado para distinguir horizontes ou camadas através de características morfológicas, com aferição por meio dos dados analíticos e publicados pela EMBRAPA em 1978, através do Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Espírito Santo/ EMBRAPA/SNLCS.

Nas campanhas de campo, também foram realizadas coletas de horizonte A dos solos do Parque e seu entorno, para caracterização dos parâmetros: Matéria Orgânica (M.O), pH, Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Sódio (Na), Alumínio (Al), Enxofre (S), Acidez Potencial (H + Al), Soma de Bases (S), Capacidade Troca de Cátions (CTC), Saturação de Bases (V) e Matéria Orgânica, além de argila, silte e areia.

Cada ponto, onde foi coletada a amostra de horizonte A, teve sua coordenada UTM registrada por GPS Garmin 48 e esta identificado na Tabela 22, a seguir.

Tabela 22 : Localização dos pontos de coleta do horizonte A e características gerais das áreas amostradas.

NÚMERO DA AMOSTRA	COORDENADAS UTM	PROFUNDIDADE DE COLETA	OBSERVAÇÕES
01 Campo Dunar	X: 0425979 Y: 7963927	0-20cm	Campo dunar sem vegetação
02 Formação Barreiras	X: 0423608 Y: 7964949	0-20cm	Cobertura vegetal - capim Pernambuco
03 Formação Barreiras	X: 0425123 Y: 7965835	0-20cm	Cobertura vegetal - eucalipto .
04 Restinga	X: 424244 Y: 7958783	0-20cm	Cobertura vegetal – mata de restinga.
05 Restinga	X: 0425841 Y: 7966042	0-20 cm	Cobertura vegetal - restinga.
06 Manguezal	X: 0422681 Y: 7952475	0-20 cm	Cobertura vegetal - manguezal.
07 Formação Barreiras	X: 0418908 Y: 7968360	0-20 cm	Cobertura vegtal - capoeirinha.
08 Brejo	X: 0424884 Y: 7963774	0-20 cm	Cobertura vegetal - tabua.
09 Restinga	X: 0422361 Y: 7951607	0-20 cm	Cobetrura vegetal - restinga
10 Brejo	X: 0423579 Y: 7957036	0-20 cm	Cobetrura vegetal - tabua.
11 Restinga	X: 0427420 Y: 7969822		Cobetrura vegetal restinga

As amostras de solos foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e enviadas para o Laboratório de Análises de Solos “Raphael M. Blóise” da Universidade Federal do Espírito Santo. As análises foram realizadas segundo o Manual de Métodos de Análise de Solo – EMBRAPA, 2ª ed., 1997, e constou de análises de textura e macroelementos.

É importante ressaltar que não foram feitos descrição dos perfis de solos para este trabalho. Foram utilizados os dados dos perfis produzidos durante a realização do Levantamento de Reconhecimento de Solos do Estado do Espírito Santo, pela EMBRAPA (1978), referindo-se a unidade pedológica denominada Podzólico Vermelho Amarelo, para o município de Conceição da Barra. Os perfis de números 38 e 48, são apresentados no Anexo 4.

4.2.1.3 Trabalho de Escritório

Após a conclusão da revisão bibliográfica e das campanhas de campo, foram iniciados os trabalhos de escritório que consistiu na descrição e no mapeamento das classes de solos do Parque Estadual de Itaúnas. Para o mapeamento procurou-se estabelecer uma relação entre as informações existentes da área de estudo e a base cartográfica (fotografia aérea, 2002 em escala 1:20.000) utilizada para o processamento da interpretação preliminar e delineamento das diferentes unidades fisiográficas levando-se em consideração os padrões de relevo, rede de drenagem entre outros parâmetros.

Para a classificação das unidades pedológicas na área de estudo foram utilizados os critérios do Centro Nacional de Pesquisa de Solos da EMBRAPA. No caso da representação cartográfica destas classes foi elaborada uma legenda em caráter preliminar durante os trabalhos de campo e definida após a conclusão dos trabalhos de classificação de acordo com a análise dos perfis em anexo, em conformidade com os critérios do Centro Nacional de Pesquisa de Solos da EMBRAPA, com o delineamento das unidades pedológicas na escala final e transferida para a base cartográfica.

Vale ressaltar que as unidades de mapeamento utilizadas na editoração do mapa de solos foi a publicada no Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Espírito Santo/ EMBRAPA/SNLCS/1978, uma vez que ainda não existe para o Espírito Santo base cartográfica referente ao novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos/EMBRAPA/1999.

4.3 LEVANTAMENTO E DESCRIÇÃO DAS CLASSES DE SOLOS, SEGUNDO EMBRAPA 1978*

Foram identificadas 4 (quatro) classes de solos na área do Parque Estadual de Itaúnas, conforme indicado na Figura 50 e Anexo 3 – Mapa de Solos.

- Areias Quartzosas Marinhas
- Solos de Mangue
- Gleissolos Húmico
- Podzólico Vermelho Amarelo

FIGURA 50

MAPA DE SOLOS

4.3.1 AREIAS QUARTZOSAS MARINHAS

São solos essencialmente quartzosos de textura arenosa com menos de 15% de argila, profundos ou muito profundos. Não apresentam problemas para o desenvolvimento radicular e são limitados devido a sua textura, a baixa capacidade de troca de cátions (CTC), a retenção de água e a grande susceptibilidade a erosão. São mais apropriados para a conservação da fauna e da flora, enfim, para atividades que mantém o solo com cobertura permanente.

Figura 51: Plantio de côco sobre Areia Quartzosa Marinha

São solos profundos que apresentam seqüência de horizontes A-C ou A-Cg com pequena variação de cor no perfil (Figura 52), textura arenosa, excessivamente drenados, com permeabilidade rápida em todo o perfil, consistência solta quando úmido, geralmente horizonte A fraco ou moderado.

Figura 52: Areia Quartzosa Marinha, caracterizando a linha de praia

A sedimentação marinha foi de extrema importância na formação geológica da região, originando extensas áreas cobertas por estes solos, conforme mostra a Figura 53. Segundo EMBRAPA 1978, estes solos estão associados ao Pdzol Hidromórfico, que são solos mal drenados, entretanto, a permeabilidade é rápida no horizonte A e poderá ser até impedida no horizonte de acumulação, causando encharcamento dos solos nas épocas de alta pluviosidade. Apresentam textura arenosa e baixa fertilidade.

Figura 53 : Campo Dunar completamente "desnudo" devido a retirada da vegetação de restinga.

O processo na formação dos Podzóis é a translocação de matéria orgânica e óxidos de ferro e alumínio do horizonte superficial, acumulando-se no horizonte B, formando o chamado horizonte B Spódico.

O termo Podzol é de origem russa, sendo formado pela junção de Pod (sub), e Zula (cinza esbranquiçado), que quer dizer solo que apresenta camada de cor clara logo abaixo da camada arável. Provavelmente é a classe de solo que encobre a maior área da superfície da terra.

Em climas tropicais, os Podzóis são muito raros, tendo sido descritos em 1955 por Leuf & Ochs em zonas de clima meio úmido, sobre formações rochosas muito arenosas, com lençol freático oscilante, próximo ao litoral, e por isso denominados Podzol Atlântico (BARBOSA, 1979). A formação destes solos ocorre geralmente quando o material de origem é pobre em argila – arenitos, areias quartzosas, etc., sendo o clima favorável para a sua formação localizado nas regiões frias do globo terrestre, com altas pluviosidades. Nestas condições, ocorre acúmulo de matéria orgânica de baixo pH no horizonte superficial.

Apresentam horizonte B Podzol ou Spódico, que se caracteriza pelo acúmulo iluvial de material orgânico e óxido de alumínio/ferro iluviados de horizontes superficiais, com fraco gradiente textural entre os horizontes A e B, cor escura, ferrugínea ou não (Podzol) ou acinzentada (Podzol Hidromórfico), horizonte A fraco ou moderado, formados a partir de material essencialmente arenoso. Os compostos iluviados agem como cimentantes, conferindo diversos graus de dureza, chegando a ser muito impermeáveis.

Na área de estudo, o acúmulo de água em trechos próximos ao litoral, em áreas encobertas por areias quartzosas, propiciou o acúmulo de matéria orgânica na superfície, ocasionada pelo desbalanço entre as taxas de produção e decomposição das mesmas. As oscilações no nível do lençol freático nestes solos com alto nível de matéria orgânica sobre terreno arenoso propiciaram a formação do Podzol Hidromórfico, que se caracteriza por serem profundos, com horizonte A, presença de horizonte E sobre Bps, com acumulação de húmus iluvial. Encobre a faixa de terra formada por sedimentação marinha no Pleistoceno, que formam, no sopé das escarpas mortas da formação Barreiras, uma faixa relativamente contínua, ocupando a posição de antigas restingas.

Pode-se observar a pobreza química deste solo ao longo do perfil, com alta concentração de areia, iluviação de matéria orgânica do horizonte E para o Bs. Estes solos são utilizados para pastagens, que apresentam baixa capacidade de suporte, dados os baixos teores de macronutrientes e baixo pH.

As maiores limitações de uso destes solos são sua baixa pobreza em nutrientes e baixa capacidade de retenção de água, dadas pela textura grosseira. Tendo em vista a baixa fertilidade, a textura arenosa, os graves riscos de erosão, a má drenagem e os impedimentos à mecanização, os Pdzois, são solos que não se adaptam bem ao uso agrícola, a não ser sob condições especiais.

Esta associação de Areia Quartzosa Marinha e Pdzol Hidromórfico, está presente em toda extensão do Parque Estadual de Itaúnas estendendo-se por uma larga faixa de terra, no município de Conceição da Barra, onde a zona dos cordões arenosos é recortada pelo rio Itaúnas. Estas áreas são entremeadas por solos hidromórficos, que ocupam áreas paludosas de cotas mais baixas, onde o excesso de água propiciou a formação de características hidromórficas, formando os Gleissolos.

Constitui a unidade de mapeamento AMd - ASSOCIAÇÃO AREIAS QUARTZOSAS MARINHAS DISTROFICAS A moderado, fase floresta subperenifólia de restinga e campos de restinga, relevo plano + PODZOL HIDROMÓRFICO A proeminente, textura arenosa, fase campos de restinga e floresta perenifólia de restinga, relevo plano, que representa 37,72% do total da área do Parque Estadual de Itaúnas.

4.3.2 SOLOS DE MANGUE

Os Solos de Mangue compreendem uma associação de solos hidromórficos e halomórficos denominados Glei Tiomórfico e Solonchack Sódico (Figura 54).

Figura 54 : Raízes de vegetação típica, em área de ocorrência de solos de mangue.

O Glei tiomórfico, é um solo hidromórfico, salino, orgânico ou orgânico-mineral, contém compostos de enxofre, que após drenagem e por oxidação tornam-se extremamente ácidos, devido à formação de sulfatos e em alguns casos até de ácido sulfúrico. São muito expressivos na área, sendo recobertos por vegetação de mangue. Não se prestam para uso agrícola, visto que uma vez drenados tornam-se extremamente ácidos. Seu risco de erosão é nulo.

O Glei Tiomórfico, se diferencia dos solos Glei Húmico e Glei pouco Húmico pelos teores de matéria orgânica no horizonte superficial e principalmente pela presença do enxofre (EMBRAPA 1981).

O solonchack Sódico, é um solo salino-sódico que apresenta condutividade do extrato de saturação maior que 4 mho/cm a 25ºC e com percentagem de sódio trocável superior a 15% em pelo menos alguns horizontes. Esta associação de solos apresenta-se muito mal drenada, com perfis pouco diferenciados, com seqüência de horizontes A e C, ou sem nenhuma diferenciação de horizontes ou camadas, especialmente nas áreas de mangues.

O horizonte A com espessura variável, apresenta cores brunadas, cinzentas ou pretas, a textura varia de argilosa a arenosa. O horizonte C (Cgsa e/ou Csa) possui cores cinzentas e brunadas com mosqueados.

Geralmente apresentam eflorescências salinas brancas na superfície durante o período seco e é também comum a ocorrência de conchas marinhas nos horizontes subsuperficiais.

Não são utilizados para uso agricola, tendo limitações severas pelo excesso de sais e de água. Relevo plano e risco de erosão nulo. Sua vocação é de produção protéica, pois como se localizam nos estuários dos rios, a fauna é intensa, chegando a produzir de 3 a 4 vezes mais proteína por área que as terras agrícolas mais produtivas.

Tem, portanto, importantíssima função ecológica de elo de ligação na cadeia alimentar que sustenta a vida na plataforma continental.

Sua destruição afeta a pesca costeira e a produção de caranguejos e mariscos em geral.

Constitui a unidade de mapeamento SM, que representa 7,81% do total da área do Parque Estadual de Itaúnas.

4.3.3 GLEI HÚMICO

São solos orgânico-minerais, hidromórficos, pouco profundos, mal drenados, provenientes de deposições orgânicas e de sedimentos aluviais argilo-siltosos, ambos referidos ao Holoceno.

Horizonte A com alto teor de matéria orgânica, seguido de horizontes gleizados, como resultado da grande influência do lençol freático, pois se localizam em áreas mal a muito mal drenadas. O horizonte A é espesso (40 cm ou mais), de coloração preta ou cinzento-escura, resultante da acumulação de matéria orgânica, o que o diferencia do Glei Pouco Húmico.

Os horizontes subsuperficiais apresentam cores cinzentas e neutras e forte gleização, textura argilosa ou argila-siltosa e estrutura maciça, raramente ocorrendo mosqueamento (cores variegadas por presença de óxidos de ferro).

São solos fortemente ácidos, pH em torno de 4,5, distróficos (saturação de bases - Valor V - inferior a 50%), de média fertilidade natural. Relações Ki e Kr em geral superior a 2,0. A vegetação natural é a Floresta Perenifólia de Várzea, Floresta Ombrófila Densa do RADAMBRASIL.

São utilizados na área do Parque Estadual de Itaúnas com pastagens plantadas, sendo que a principal limitação ao uso agrícola destes solos decorre do excesso de água, com lençol freático alto, necessitando cuidados especiais de drenagem. A acidez e a deficiência de nutrientes requerem também atenção para êxito nos cultivos. A susceptibilidade a erosão é praticamente nula.

Ocorrem associados aos Solos Orgânicos ao longo de toda a calha do rio Itaúnas e seus afluentes, sob a influência do relevo plano sujeito a encharcamento ou alagamento, conforme Figura 55. Situam-se principalmente nas áreas abaciadas de várzeas, com sedimentos depositados referidos ao Holoceno.

Figura 55 : Calha do rio Itaúnas com sua área de inundação constituída da associação de Solos Orgânicos e Glei Húmico .

Encontra-se associado a solos orgânicos hidromórficos, pouco evoluídos, provenientes de depósito de restos de vegetais, em grau variável de decomposição, acumulados em ambiente palustre, de coloração preta e com elevados teores de carbono. São muito mal drenados e desenvolvidos sob condições de permanente encharcamento, com lençol freático próximo a

superfície, durante grande parte do ano. Quando artificialmente drenados, podem ser aproveitados com cultura de arroz.

Estes Solos Orgânicos são solos com seqüência de horizontes A – C ou A – Cg, sendo o horizonte A turfoso, com mais de 40 cm de profundidade. O horizonte A é turfoso quando escuro, essencialmente orgânico, formado sob condições de excesso d'água permanente ou temporário.

O material é tido como orgânico quando o teor de carbono é alto, isto é: % C á 8 + 0,067% argila. Diferenciam-se dos Glei Húmicos com horizonte A turfoso por apresentarem espessura á 40 cm.

Grande parte da área sob estes solos estava alagada na época das campanhas de campo, que ocorreram entre setembro e outubro de 2002 (Figura 56). Observou-se que as águas drenadas das regiões destes solos possuem coloração escura, dada pela presença de compostos orgânicos provenientes da degradação e liberação do horizonte A orgânico.

Figura 56 : Local denominado "lagoa", constituído da associação Solos Orgânicos e Glei Húmico

O perfil apresenta-se basicamente constituído de espessas camadas orgânicas sobrepostas às camadas minerais, estas via de regra, gleizadas (IICg). A camada orgânica superficial é inteiramente decomposta (*muck*) e as camadas orgânicas inferiores semidecompostas (*peat*), possui textura orgânica, cores muito escuras e estrutura ausente ou fraca granular. Os horizontes minerais têm estrutura e textura variável, em função do material depositado.

São solos muito ácidos, com teores elevados de carbono (C%), alta capacidade de troca de cátions, pelos altos valores de H+, e baixa saturação de bases (V%). São distróficos.

Não suportam o uso de máquinas pesadas devido a serem facilmente comprimidos. A drenagem deficiente e a acidez elevada são fatores limitantes. O risco de queimadas é muito grande, pois pegam fogo com facilidade, devendo-se evitar esta prática na sua limpeza para fins agrícolas.

Constitui a unidade de mapeamento HGHD - ASSOCIAÇÃO GLEY HÚMICO DISTRÓFICO textura argilosa + SOLOS ORGÂNICOS DISTRÓFICOS textura orgânica. Ambos fase campos de várzea, relevo plano, que representa 42,56% do total da área do Parque Estadual de Itaúnas.

4.3.4. PODZÓLICO VERMELHO AMARELO

São solos minerais, cauliníticos, constituidos de horizontes A moderado, esporadicamente com A proeminente, nos quais a parte superficial é de textura mais arenosa, horizonte B textural, textura argilosa ou média, argila de atividade baixa (T <24 Me/100 g de argila após correção do carbono), saturação de bases baixa, fertilidade natural baixa a média, fortemente ácidos, sendo os de texturas argilosa bem a moderadamente drenados.

Estes solos geralmente são profundos e não apresentam maiores problemas com quanto à drenagem e aeração. São muito suscetíveis à erosão laminar, devido, principalmente, à baixa infiltração de água no B argiloso. Contudo, na situação em foco, necessitam de cuidados no seu uso somente em áreas de ocorrências de declividades mais elevadas, pois em áreas planas o relevo reduz esse potencial erosivo (Figura 57).

Figura 57 : Podzólico Vermelho Amarelo na área de entorno do PEI, com sinais de erosão severa (voçoroca).

Os Podzólicos compõem, juntamente com os Latossolos, a maior parte dos solos da área sobre a litologia do Grupo Barreiras, estendendo-se por uma larga faixa de terra da região de estudos. Compõe praticamente toda a região de Itaúnas, onde é utilizado principalmente com extensos plantios de eucalipto e cana e grande parte da região central, onde, além de eucalipto, é utilizado com pastagens, mandioca, café, maracujá e culturas de ciclo curto, conforme pode ser observado nas Figuras 58 e 59.

Foto 58 : Plantio de coco, banana e pimenta do reino em Pdzólico Vermelho Amarelo.

Figura 59 : Plantio de maracujá em Pdzólico Vermelho Amarelo.

Apresentam horizonte B textural (Bt), acompanhado por uma diminuição nos teores de areia total, apresentando diferenciação textural abrúptica por volta de 25 a 35 cm de profundidade. Esta mudança textural pode ser explicada, pois dois processos (ZANGRANDE, 1987).

Nestes solos a maior parte da água disponível para as plantas encontra-se a tensões inferiores a 1 atm., com pequena quantidade de água refletida nos horizontes sob tensões superiores a este valor. Ocorre uma redução substancial da macroporosidade a partir de 25 cm, de profundidade, ocorrendo o inverso com a microporosidade. Este fato sugere baixa capacidade de infiltração e baixo coeficiente de permeabilidade nos subhorizontes. Esta redução da infiltração através do perfil do solo pode ocasionar consideráveis movimentos de água na superfície do solo em épocas chuvosas, provocando a instalação de processos erosivos, sobretudo nos locais de maiores declives (ZANGRANDE, 1987). Nas condições

locais, dada a pedoforma tabular e o baixo desnível entre a superfície do solo e o nível de base local, este fenômeno ocorre principalmente nos declives entre o nível dos tabuleiros e o dos de água e na separação entre os tabuleiros e a região de idade quaternária. Os valores da porcentagem de macroporos nos subhorizontes são inferiores a aquele considerado adequado para numerosas culturas (10 a 15%). Nos horizontes superficiais a quantidade de macroporos está na faixa ideal, mas o teor de umidade é muito baixo devido à baixa capacidade de retenção de água neste horizonte. Nos horizontes subsuperficiais ocorre um aumento de teor de umidade, mas a porcentagem de macroporos é muito baixa. Com relação à composição mineralógica, a fração argila nestes solos, apresenta baixos teores de óxidos de ferro e alumínio, constituindo-se quase que exclusivamente de caulinita, favorecendo a presença de uma camada subsuperficial adensada, assim como a forte tendência destes solos ao adensamento e compactação.

Nestes solos ocorre remoção diferencial das partículas por erosão em ambientes onde se acumulam águas superficiais, aliados a baixos teores de agentes cimentantes, a argila tende a entrar em suspensão e ser arrastada por água de deflúvio, enquanto as frações mais grosseiras vão se acumulando. Outro processo natural provável é a destruição das partículas de argila "Ferrolisis", em ambientes redutores, o ferro se transforma em Fe+2 e é removido do complexo sortivo do solo, sendo substituído, para o balanceamento de cargas, pelo hidrogênio, provocando acidificação das argilas, que se tornam instáveis.

Os baixos teores de água disponível para as plantas indicam que o método utilizado na determinação do balanço hídrico, que utiliza 100 mm, como a capacidade de retenção de água no solo, tende a superestimar a disponibilidade de águas nestes solos.

Constitui a unidade de mapeamento PV - PODZÓLICO VERMELHO AMARELO abrúptico A proeminente e moderado, textura arenosa/argilosa, fase floresta subperenifólia, que representa 4,94% do total da área do Parque Estadual de Itaúnas.

5 Recursos Hídricos

Neste item estão contemplados os aspectos de hidrografia/hidrologia; limnologia e alguns sub-itens do tema Oceanografia, a saber: cunha salina, características físico-química das fozes dos rios Itaúnas e Riacho Doce e o aporte de sedimentos e poluentes transportados pelos rios.

Parte deles está apresentado de maneira parcial, já que só foram realizados até o momento duas campanhas de campo, faltando serem realizados mais duas.

Aspectos relacionados ao uso público sobre os recursos hídricos e orla, estão contempladas no volume referente ao Meio Antrópico – Item 4, Uso Público e Capacidade Recreativa.

5.1 CURSOS D`ÁGUA E AQUÍFEROS RELACIONADOS AO PEI

Rochas cristalinas de idade pré-cambriana ocupam dois terços da área do Estado do Espírito Santo. O restante é ocupado por sedimentos terciários e quaternários (Figura 61).

Figura 61 : Características geológicas do Estado do Espírito Santo
Fonte : Espírito Santo Século XXI – A Gazeta

Os aqüíferos das unidades geológicas do Estado do Espírito Santo podem ser classificados em dois tipos: "sedimentares", permeáveis por porosidade granular, e "cristalinos", permeáveis por fissuramento das rochas.

A hidrogeologia da formação sedimentar apresenta maior disponibilidade hídrica do que a formação cristalina.

Relatório Hidrológico do Norte do Espirito Santo, da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), elaborado na década de 1980, aponta a vazão de escoamento natural do aquífero Barreiras em aproximadamente 320.000 m^3/dia e fornece os seguintes valores para as disponibilidades hídricas de água subterrânea do Estado do Espírito Santo:

- Aquíferos fissurados (cristalino) - Volume = 168 milhões de metros cúbicos
- Aquíferos granulares (sedimento) - Volume = 54 trilhões de metros cúbicos
- Grupo Barreiras – Volume = 41 trilhões de metros cúbicos.

Cabe observar que os valores acima representam estimativas e que o Estado do Espirito Santo não possui mapeamento geológico e hidrogeológico sistematizado.

A água subterrânea no Espirito Santo tem sido uma alternativa viável para o abastecimento de água das comunidades rurais de pequeno porte e também para o suprimento de água às culturas irrigadas.

A Tabela 24 apresenta valores máximos e mínimos de vazões para os poços perfurados no norte do Estado do Espirito Santo, enquanto a Tabela 25 apresenta os poços perfurados por localidade no Estado do Espírito Santo segundo cadastramento realizado pela CESAN, em1987:

Tabela 24 : Vazões máximas e mínimas para poços perfurados na região Norte.

TIPO	Q(MÁX.)	MUNICÍPIO	Q(MIN.)	MUNICÍPIO
Sedimentar	881 m3/dia	Conc.Barra	7 m3/dia	Aracruz
Cristalino	672 m3/dia	Montanha	12 m3/dia	Lajinha

Fonte: Cadastramento de poços artesianos do Estado do Espirito Santo - CESAN (1987).

Tabela 25 : Poços Perfurados por Localidade no Estado do Espírito Santo.

LOCALIDADE	NÚMERO DE POÇOS	VAZÃO MÉDIA (M3/DIA)
Pedro Canário	1	24
Montanha	10	251
Vinhático	1	0
Braço do Rio	4	335
Itaúnas	1	233
Imburana	1	0
Boa Esperança	2	0
Nova Venécia	1	0
São Mateus	2	150
S. Gabriel da Palha	1	132
Lajinha	2	6
Colatina	6	356
Baixo Guandu	4	252
Linhares	12	348
Res. Biol. Sooretama	1	0

Fonte: Cadastramento de poços artesianos do Estado do Espirito Santo -CESAN (1987).

A bacia do rio Itaúnas apresenta em sua quase totalidade sedimentos terciários, em zona de Tabuleiro, enquanto que grande parte da área do Parque Estadual de Itaúnas apresenta sedimentos quaternários localizados em planície litorânea.

Os arenitos grosseiros da formação Barreiras presentes na bacia do rio Itaúnas geralmente apresentam disponibilidade hídrica suficiente para abastecer pequenas comunidades localizadas nas suas proximidades.

As diversas litologias que compõem o substrato da bacia do rio Itaúnas são susceptíveis de constituírem bons aqüíferos. Entretanto, não existem informações suficientes para que se possa avaliar a real situação da área.

Na área do Parque, as litologias predominantemente arenosas são favoráveis para a formação de bons reservatórios, fato que se reflete em poço tubular profundo que abastece parte da Vila de Itaúnas. O cadastro de poços elaborado pela CESAN em 1997 indica uma vazão de 233 m³/dia, para este poço.

Os principais cursos d'água que afluem ao Parque de Itaúnas são o rio Itaúnas e o Riacho Doce. O rio Itaúnas apresenta bacia hidrográfica com área 4.800 km², enquanto o Riacho Doce apresenta área de 155 Km². Cabe observar que a grande maioria das nascentes e das áreas de recarga de aqüíferos que contribuem para estes e para os cursos d'água de menor porte que afluem ao Parque se situam fora de seus limites, tendo em vista que este apresenta uma área total de 34,81 Km². A quase totalidade das bacias que contribuem para o parque se apresentam em unidades geológicas sedimentares, permeáveis por porosidade granular, conforme já mencionado anteriormente.

5.3 ACOMPANHAMEMTO DA PENETRAÇÃO DA CUNHA SALINA

Foram realizadas 4 (quatro) campanhas sazonais durante o período de um ano. A escolha das datas e dos horários das campanhas foi feita a partir das informações contidas em Tábuas de Marés, fornecidas pela Marinha do Brasil, correspondentes aos postos maregráficos mais próximos, ao Norte e ao Sul, procurando-se fazer o acompanhamento da intrusão salina em horários e dias de maré alta.

Para a medição da variação do nível d'água foram instaladas réguas linimétricas na ponte sobre o rio Itaúnas, na Vila de Itaúnas, e nas proximidades da foz do Riacho Doce.

Para acompanhamento da cunha salina durante as campanhas de campo foi usada sonda multi-parâmetros (Hydrolab Surveyor III), com a qual foram feitas medições de Salinidade e Temperatura, para diferentes profundidades, em diversas verticais.

As verticais foram localizadas geograficamente com o uso de GPS, sendo os horários de medições registrados.

As medições foram feitas para diversas verticais, a partir das desembocaduras e procurando-se alcançar pontos próximos aos locais onde ocorressem as máximas penetrações da cunha nos horários de máximos níveis de maré.

A partir dos resultados das medições de Salinidade foram obtidos perfis Salinidade x Profundidade e obtidas as profundidades das interfaces água doce-cunha salina para as verticais monitoradas.

Os pontos de medição foram mapeados e os resultados das medições foram tabulados .

Nas tabelas, hachuras em amarelo escuro indicam águas predominantemente salinas ou altamente salgadas, enquanto que hachuras em amarelo claro indicam águas predominantemente salobras.

Hachuras em verde indicam o ponto mais afastado da foz onde foi detectada água salobra.

A Tabela 48 mostra os resultados da primeira campanha de acompanhamento da cunha salina, realizada em 11/07/2002.

Tabela 48 : Resultados da primeira campanha de acompanhamento da cunha salina.

PONTO	HORA	POSIÇÃO	PROFUNDIDADE	SALINIDADE	DISTÂNCIA APROXIMADA DA FOZ
1-1	14:21	0422791 7951488	SUPERFÍCIE	31,75	FOZ
			1 M	31,00	
			2 M	32,10	
			2,5 M	32,80	
2-1	14:32	0422647 7951940	SUPERFÍCIE	31,00	530 M
			1 M	32,03	
			2 M	32,32	
			3 M	32,39	
			3,5 M	32,39	
3-1	14:38	0422551 7952339	SUPERFÍCIE	30,50	1 Km
			1 M	31,95	
			2 M	31,95	
			3 M	31,95	
			4 M	31,95	
			4,5 M	31,95	
4-1	14:45	0422711 7953111	SUPERFÍCIE	16,50	1,80 Km
			0,5 M	31,00	
			1 M	31,36	
			2 M	31,51	
			3 M	31,51	
5-1	14:54	0422982 7953846	SUPERFÍCIE	12,25	2,60 Km
			0,5 M	24,50	
			1 M	27,50	
			2 M	28,04	
			2,5 M	28,04	
6-1	15:19	0423067 7954948	SUPERFÍCIE	0,032	3,4 Km
			1 M	0,032	
			2 M	0,35	
			3 M	0,4	
			3,5 M	0,38	
7-1	15:26	0422780 7954723	SUPERFÍCIE	5,37	3 Km
			0,5 M	6,00	
			1 M	11,96	
			2 M	17,57	
			3 M	17,98	
			3,3	18,11	
8-1	15:32	0422911 7954886	SUPERFÍCIE	1,87	3,2 Km
			1 M	1,96	
			1,2 M	5,10	
			1,5 M	13,89	
			2 M	14,95	
			3 M	16,69	
			3,3 M	16,69	

Tabela 48 : Resultados da primeira campanha de acompanhamento da cunha salina (Continuação).

PONTO	HORA	POSIÇÃO	PROFUNDIDADE	SALINIDADE	DISTÂNCIA APROXIMADA DA FOZ
9-1	15:40	0422991 7954919	SUPERFÍCIE	1,57	3,3 Km
			0,5 M	3,00	
			1 M	7,00	
			1,5 M	13,17	
			2 M	15,89	
			3,0 M	16,56	
10-1	15:46	0423171 7955005	SUPERFÍCIE	1,53	3,5 Km
			0,5 M	2,05	
			1 M	6,5	
			1,5 M	9,11	
			2 M	11,47	
			3 M	12,84	
			3,5 M	12,91	
11-1	15:51	0423293 7955180	SUPERFÍCIE	0,58	3,7 Km
			1 M	0,7	
			2 M	5,8	
			3 M	7,1	
			4 M	8,79	
			4,5 M	8,85	
12-1	15:57	0423221 7955505	SUPERFÍCIE	0,22	4 Km
			1 M	0,22	
			2 M	0,22	
			3 M	0,22	
			4 M	0,22	

Fonte: Campanha de Campo, 2002.

A Tabela 49 mostra os resultados da segunda campanha de acompanhamento, realizada em 23/09/2002. Nesta campanha procurou-se detectar a transição entre rio e cunha salina, sem o monitoramento a partir da foz.

Tabela 49 : Resultados da segunda campanha de acompanhamento da cunha salina.

COLETA DE DADOS PARA DEFINIÇÃO DA INTRUSÃO SALINA NO RIO ITAÚNAS					
PONTO	**HORA**	**POSIÇÃO**	**PROFUNDIDADE**	**SALINIDADE**	**DISTÂNCIA DA FOZ**
1-2	16:38	0423096 7954199	Sup.	0,28	3,4 km
			1 m	0,53	
			2 m	0,69	
			3 m	5,62	
2-2	16:46	0423024 7954345	Sup.	0,33	3,4 km
			1 m	0,40	
			2 m	2,10	
			2,5 m	4,00	
			3 m	5,55	
3-2	16:54	0422786 7954536	Sup.	0,18	3,0 km
			1,5 m	0,18	
			2,5 m	0,18	
			3,0 m	0,18	
			3,5 m	0,18	
			4 m	0,18	

Fonte: Campanha de Campo, 2002.

A Tabela 50 mostra os resultados da terceira campanha de acompanhamento da cunha salina, realizada em 17/01/2003.

Tabela 50 : Resultados da terceira campanha de acompanhamento da cunha salina.

PONTO	HORA	POSIÇÃO	PROFUNDIDADE	SALINIDADE	DISTÂNCIA DA FOZ
Foz artificial	15:32	0422624 7951784	0	0,03	0
			0,5	2,54	
			1	13,60	
			1,5	26,27	
			2	29,07	
			2,5	30,80	
			3	30,52	
			3,5	30,67	
			4	30,52	
			4,5	30,92	
1-3	15:49	0422659 7992462	0	0,01	0,77 km
			0,5	0,13	
			1	0,21	
			1,5	0,99	
			2	7,47	
			2,5	19,12	

Tabela 50: Resultados da terceira campanha de acompanhamento da cunha salina.

PONTO	HORA	POSIÇÃO	PROFUNDIDADE	SALINIDADE	DISTÂNCIA DA FOZ
			3	20,50	
			3,5	21,75	
			4	22,24	
			4,5	22,31	
1-3	16:20	0422659 7952462	0	0,01	0,77 km
			0,5	0,21	
			1	0,12	
			1,5	0,12	
			2	0,44	
			2,5	22,52	
			3	23,59	
			3,5	24,85	
			4	25,20	
			4,5	25,41	
2-3	16:43	0422712 7952980	0	0,12	1,3 km
			0,5	0,12	
			1	0,12	
			1,5	0,12	
			2	0,12	
			2,5	0,66	
			3	9,76	
3-3	16:52	0422756 7953290	0	0,11	1,6
			0,5	0,11	
			1	0,11	
			1,5	0,11	
			2	0,11	
			2,5	0,11	
			3	0,11	
			3,5	0,11	
4-3	17:06	0422924 7953604	0	0,01	2,1km
			0,5	0,11	
			1	0,11	
			1,5	0,11	
			2	0,11	
			2,5	0,11	
			3	0,11	
5-3	17:10	0423009 7953770	0	0,1	2,3 km
			0,5	0,1	
			1	0,1	
			1,5	0,1	
			2	0,1	
			2,5	0,1	
			3	0,1	
			3,5	0,10	

Tabela 50: Resultados da terceira campanha de acompanhamento da cunha salina.

PONTO	HORA	POSIÇÃO	PROFUNDIDADE	SALINIDADE	DISTÂNCIA DA FOZ
6-3	17:14	0423122	0	0,10	2,6 km

		7954093	0,5	0,10	
			1	0,10	
			1,5	0,10	
			2	0,10	
			2,5	0,10	
			3	0,10	
7-3	17:18	0422925 7954433	0	0,10	3,1 km
			0,5	0,10	
			1	0,10	
			1,5	0,10	
			2	0,10	
			2,5	0,10	
			3	0,10	
			3,5	0,10	
			4	0,10	
			4,5	0,10	
			5	0,10	
8-3	17:23	0422870 7954834	0	0,10	3,5 km
			0,5	0,10	
			1	0,10	
			1,5	0,10	
			2	0,10	
			2,5	0,10	
			3	0,10	

Fonte: Campanha de Campo, 2003.

A Tabela 51 mostra os resultados da quarta campanha de acompanhamento, realizada em 02/04/2002.

Tabela 51 : Resultados da quarta campanha de acompanhamento da cunha salina.

PONTO	HORA	POSIÇÃO	PROFUNDIDADE	SALINIDADE	DISTÂNCIA DA FOZ
1-4	16:40	422236 7949745	0,0	18	2,7 Km
			0,5	28,48	
			1,0	28,62	
			1,5	28,62	
			2,0	28,62	
2-4	16:55	422526 7952106	0,0	29,4	4,3 Km
			0,5	29,4	
			1,0	29,4	
			1,5	29,4	
			2,0	29,3	
			2,5	29,4	
			3,0	29,4	
			3,5	29,4	
			4,0	29,4	
3-4	17:05	422907 7954476	0,0	17,6	6,7 Km
			0,5	27,7	
			1,0	28	
			1,5	28	
			2,0	28	
			2,5	28	
			3,0	28	
4-4	17:15	423666 7956862	0,0	8,9	8,1 Km
			0,5	10,7	
			1,0	14,2	
			1,5	16	
			2,0	17,24	
			2,5	17,3	
			3,0	17,37	
			3,5	17,37	
			4,0	17,1	
			4,5	17,44	
5-4	17:20	423716 7957482	0,0	1,34	9,7 Km
			0,5	1,39	
			1,0	1,39	
			1,5	1,4	
			2,0	1,4	
6-4	17:25	423807 7957743	0,0	0,81	10,0 km
			0,5	0,85	
			1,0	0,85	

Tabela 51 : Resultados da quarta campanha de acompanhamento da cunha salina.

PONTO	HORA	POSIÇÃO	PROFUNDIDADE	SALINIDADE	DISTÂNCIA DA FOZ
6-4	17:25	423807 7957743	1,5	0,85	10 Km
			2,0	0,89	
			2,5	0,89	
			3,0	0,89	
			3,5	0,89	
			4,0	0,89	
			4,5	0,98	
7-4	17:30	423882 7958166	0,0	0,58	10,4 Km
			0,5	0,59	
			1,0	0,59	
			1,5	0,59	
			2,0	0,59	
			2,5	0,59	
			3,0	0,59	
			3,5	0,59	
			4,0	0,59	
8-4	17:33	424052 7958551	0,0	0,42	10,8 Km
			0,5	0,44	
			1,0	0,45	
			1,5	0,45	
			2,0	0,45	
			2,5	0,45	
			3,0	0,45	
			3,5	0,45	
			4,0	0,45	
			4,5	0,46	
9-4	17:45	423142 7955902	0,0	1,8	8,1 Km
			0,5	14	
			1,0	24,7	
			1,5	24,7	
			2,0	26,7	
			2,5	26,7	
			3,0	26,7	
			3,5	26,7	
			4,0	26,7	

Fonte: Campanha de Campo, 2003.

A Figura 239 mostra a localização dos pontos de amostragem de cunha salina.

Na quarta campanha, a influência da intrusão salina se fez sentir no ponto mais distante da foz detectado, ou seja, no ponto 8-4, distante 10,8 Km da foz artificial, com coordenadas de latitude 423142 e longitude 7958551 (UTM), datum WGS, às 17:33 do dia 02/ 04/2003.

Nesta mesma campanha, água altamente salobra (salinidade acima de 17 ppt) foi observada em ponto situado a 8,14 km da foz, no ponto 4-4, apresentando coordenadas de latitude 423666 e longitude 7956862 (UTM), datum WGS, às 17:15 do mesmo dia.

Cabe observar que a quarta campanha foi realizada na data apresentando a maior amplitude de marés, dentre as quatro realizadas.

O cruzamento das informações obtidas na perfilagens com os níveis registrados pelas réguas limnimétricas e com os níveis apresentados pelas tábuas de maré para os horários de medições indicou que os níveis d'água na vila de Itaúnas são significativamente influenciados pelos níveis de maré. Contudo, não existe relação direta entre estes níveis, em função da variação das vazões do rio Itaúnas.

Recomenda-se a continuidade do monitoramento da penetração da cunha salina para condições de marés máximas visando um melhor entendimento a respeito das alterações decorrentes da abertura da foz artificial.

5.4 APORTE DE SEDIMENTOS E POLUENTES

Os maiores cursos d'água que transportam sedimentos e poluentes para a área do Parque Estadual de Itaúnas são o rio Itaúnas e o Riacho Doce. Desta forma, a estimativa de transporte, a partir de quatro campanhas sazonais, foi feita através da avaliação do transporte por estes dois cursos d'água.

Não foi possível localizar qualquer seção do rio Itaúnas a jusante da BR101 apresentando condições ideais para medições de vazões nas quatro campanhas.

O trecho do rio Itaúnas situado a jusante da cidade de Pedro Canário e a montante do Parque se apresenta durante períodos úmidos na forma de áreas inundadas. O curso d'água apresenta nestas ocasiões baixas velocidades e seções transversais muito variáveis, não sendo localizados trechos retilíneos que favoreçam as medições de velocidades, vazões e transporte de sedimentos e poluentes.

Desta forma, pelo fato de em todas as campanhas estar ocorrendo represamento no trecho a montante do Parque, a estimativa de transporte de sedimentos e poluentes foi realizada em momentos de maré baixa, em vazante, na ponte situada na Vila de Itaúnas, para reduzir erros provenientes do represamento.

Para o Riacho Doce, as estimativas de transporte de sedimentos e poluentes serão realizadas nas proximidades da foz, nas mesmas condições de maré.

Foram realizadas campanhas de avaliação de transporte de sedimentos e poluentes no rio Itaúnas e

no Riacho Doce, nos dias 11 de julho, 20 de setembro de 2002, 17 e 18 de janeiro de 2003 e 01 de abril de 2003.

Para o cálculo das vazões de sedimentos nas seções de monitoramento foi utilizado o método de integração, sendo medidas velocidades e coletadas amostras de água em verticais espaçadas nas seções transversais.

As velocidades médias em cada vertical foram estimadas a partir de medições de velocidades em diferentes profundidades com o uso de molinete fluviométrico.

Amostras de água foram coletadas com equipamento amostrador de sedimentos tipo USD, metálico e com formato hidrodinâmico, que incorpora garrafas no seu interior e que são enchidas através da entrada de água, através de bico direcionado contra a corrente, durante movimentos de subida e descida ao longo de cada vertical.

Amostras de água foram analisadas quanto às concentrações de Sólidos Dissolvidos e Suspensos Totais.

As informações relativas às geometrias das seções transversais, velocidades e concentrações de sólidos nas verticais monitoradas foram utilizadas para estimativa das vazões de sedimentos transportados por suspensão no rio Itaúnas e no Riacho Doce, nas ocasiões das campanhas.

A estimativa de transporte de outros poluentes foi feita a partir das vazões calculadas a partir das velocidades medidas com molinete fluviométrico e das respectivas concentrações medidas em laboratório para amostras coletadas nas seções transversais de medição.

5.4.1 RESULTADOS DAS 04 (QUATRO) CAMPANHAS SAZONAIS

5.4.1.1 Primeira Campanha

A Tabela 52 mostra os resultados da medição de velocidades realizada na primeira campanha.

Tabela 52 : Resultado da primeira campanha de medição de velocidades no rio Itaúnas

PONTOS DA SEÇÃO (M)	PROFUNDIDADE (M)	VELOCIDADE	
		20%	80%
0	0	0	0
2	4	9,70	10,10
7	4,2	6,70	7,30
12	4,3	89,20	75,40
17	3,6	62,40	66,40
22	4,2	63,80	64,50
27	2,3	9,90	12,40
32	2,7	8,10	10,20
37	3	35,80	36,30
42	1,4	1,80	1,90
44	0	0,00	0,00

Fonte: Campanha de campo, 2002

A Tabela 53 mostra as vazões, as concentrações de sólidos suspensos e as taxas de transporte sólido obtidas a partir dos resultados na primeira campanha.

Tabela 53: Resultado da primeira campanha de medição de vazões e transporte de sedimentos e poluentes no rio Itaúnas

SUB-SEÇÃO	VEL. MÉDIA SEÇÃO (M/S)	AREA SEÇÃO (M2)	VAZÃO M3/S	SÓLIDOS SUSPENSOS (MG/L)	TRANSPORTE SÓLIDO KG/DIA
1	0,05	20,5	1,01	8,0	698
2	0,08	21,3	1,80	9,2	1430
3	0,45	19,8	8,82	10	7620
4	0,73	19,5	14,30	8,0	9884
5	0,64	16,3	10,44	5,0	4493
6	0,38	12,5	4,71	3,4	1383
7	0,10	14,3	1,45	3,0	376
8	0,23	11,0	2,49	4,2	903
9	0,19	3,5	0,66	3,1	177

Fonte:Campanha de campo, 2002

A vazão medida para o rio Itaúnas nesta campanha foi de aproximadamente 46 m3/s, correspondendo a um transporte sólido de aproximadamente 27 toneladas por dia.

A Tabela 54 mostra os resultados de medições de concentrações de solutos e sedimentos realizadas (valores médios) na data da medição de vazões, no rio Itaúnas. Para o cálculo dos valores de transporte foram consideradas as vazões e as concentrações para cada material.

Tabela 54: Estimativa de transporte de poluentes no rio Itaúnas

PARÂMETROS	CONCENTRAÇÕES MÉDIAS (MG/L)	TRANSPORTE (KG/DIA)
S.Totais Dissolvidos	270	1.073.000
DBO5	4,1	16.300
Fosfatos	0,07	280
Nitratos	0,10	400
Nitritos	<0,01	<40
Nitrogênio Total	1,99	7.900
Cloretos	74	29.400
Ferro	2,5	9.900
Sódio	127	504700
Cobre	<0,02	<80
Manganês	<0,01	<40
Aluminio	3,8	15100
Zinco	0,16	640
Cádmio	<0,001	<4
Potássio	24,6	97.800

Fonte:Campanha de campo, 2002

Unidades: DBO5 - mg/l de O2, Sólidos – mg/l, Fosfato - mg/l PO4, Cloretos – mg de Cl2, Nitratos -mg/l de NO3, Nitratos -mg/l de NO2, N.Total - mg/l de N, Fosfato – mg/l de PO4, Metais – mg/l.

A Tabela 55 mostra os resultados da primeira campanha de medição de vazão e de sólidos em suspensão no Riacho Doce, bem como as concentrações medidas na data da medição de vazões.

Tabela 55: Resultados de medição de vazões e concentrações de sólidos suspensos – Primeira campanha

PONTOS DA SEÇÃO (M)	PROFUNDIDA-DE (CM)	VEL. MÉDIA (CM/S)	VEL. MÉDIA SEÇÃO M/S	ÄREA SEÇÃO M2	VAZÃO M3/S
1	0,24	26,00	0,13	0,24	0,03
2	0,36	32,50	0,29	0,6	0,18
4	0,42	31,00	0,32	0,78	0,25
6	0,44	29,00	0,30	0,86	0,26
8	0,56	25,50	0,27	1	0,27
9	0,46	27,00	0,26	1,02	0,27
10	0	0,00	0,14	0,46	0,06

Fonte: Campanha de campo, 2002

A Tabela 56 mostra a os valores de transporte sólido estimados na primeira campanha no Riacho Doce.

Tabela 56: Resultado da primeira campanha de medição de vazões e transporte de sedimentos e poluentes no Riacho Doce

SUB-SEÇÃO	VAZÃO M3/S	SÓLIDOS SUSPENSOS (MG/L)	TRANSPORTE SÓLIDO KG/DIA
1	0,03	6,7	17
2	0,18	6,9	107
3	0,25	7,0	151
4	0,26	6,8	153
5	0,27	6,7	156
6	0,27	6,5	151
7	0,06	6,4	33

Fonte: Campanha de campo, 2002

A estimativas de vazão e transporte sólido em suspensão na primeira campanha para o Riacho Doce foram 1,3 m3/s e 0,8 ton/dia, respectivamente

A Tabela 57 mostra os resultados de medições de concentrações de solutos e sedimentos realizadas na data da medição de vazões, no Riacho Doce. Para o cálculo dos valores de transporte foram consideradas as vazões e as concentrações para cada material.

Tabela 57: Estimativa de transporte de poluentes no Riacho Doce na primeira campanha

PARÂMETROS	CONCENTRAÇÕES (MG/L)	TRANSPORTE (KG/DIA)
S.Totais.Dissolvidos	170	19.100

DBO5	3,7	420
Fosfatos	0,08	0,9
Nitratos	0,17	19
Nitrito	<0,01	<1,1
Nitrogênio Total	2,34	263
Cloretos	40	4492
Ferro	3,71	426
Sódio	65,6	7368
Cobre	<0,02	<2,2
Manganês	<0,01	<1,1
Aluminio	0,05	5,6
Zinco	0,273	30,6
Cádmio	<0,001	<0,1
Potássio	12,86	1444

Fonte: Campanha de campo, 2002

Unidades: DBO5 - mg/l de O2, Sólidos – mg/l, Fosfato - mg/l PO4, Cloretos – mg de Cl2, Nitratos -mg/l de NO3, Nitratos -mg/l de NO2, N.Total - mg/l de N, Fosfato – mg/l de PO4, Metais – mg/l..

5.4.1.2 Segunda Campanha

A Tabela 58 mostra os resultados da medição de velocidades para o rio Itaúnas, na segunda campanha.

Tabela 58: Resultado da segunda campanha de medição de velocidades no rio Itaúnas.

PONTOS DA SEÇÃO (M)	PROFUNDIDADE (M)	VELOCIDADE	
		20%	80%
0	0	0	0
2	4,50	10,70	20,30
7	4,70	54,50	66,80
12	4,30	63,20	73,00
17	4,00	74,80	66,40
22	4,20	5,00	13,90
27	3,00	34,50	54,00
32	3,00	38,00	44,80
37	3,30	44,70	38,20
42	1,50	2,10	1,00
47	1,00	12,90	10,00
52	1,50	13,40	17,90
55	2,00	14,00	18,00
57	0	0,00	0,00

Fonte: Campanha de campo, 2002

A Tabela 59 mostra os resultados da segunda campanha de medições de vazão e de transporte de sedimentos e poluentes no rio Itaúnas.

Tabela 59 : Resultado da segunda campanha de medição de vazões e transporte de sedimentos e poluentes no rio Itaúnas

SUB-SEÇÃO	VEL. MÉDIA (CM/S)	VEL. MÉDIA SEÇÃO (M/S)	AREA SEÇÃO (M2)	VAZÃO M3/S	CON-CEN TRA-ÇÃO	TRANSPOR-TE
1	15,50	0,08	23,00	1,78	4,2	646
2	60,65	0,38	22,50	8,57	3,9	2888
3	68,10	0,64	20,75	13,36	4,1	4818
4	70,60	0,69	20,50	14,22	3,8	4669
5	9,45	0,40	18,00	7,20	4,3	2675
6	44,25	0,27	15,00	4,03	3,5	1219
7	41,40	0,43	15,75	6,74	3,1	1805
8	41,45	0,41	12,00	4,97	2,9	1200
9	1,55	0,22	6,25	1,34	3,2	370
10	11,45	0,07	6,25	0,41	2,8	99
11	15,65	0,14	8,75	1,19	2,6	267
12	16,00	0,16	5,00	0,79	2,9	198

Fonte: Campanha de campo, 2002

As vazões e o transporte de sólido em suspensão estimados para o rio Itaúnas na segunda campanha foram, respectivamente, 65 m3/s e 21 ton/dia.

A Tabela 60 mostra as concentrações médias de solutos e do transporte destes pelo rio Itaúnas na segunda campanha.

Tabela 60: Estimativa de transporte de poluentes no rio Itaúnas, na segunda campanha

PARÂMETROS	CONCEN-TRAÇÕES MÉDIAS (MG/L)	TRANSPORTE (KG/DIA)
Sólidos Totais	192	1.078.300
S.Totais Dissolvidos	188	1055.800
S. Suspensos Totais	3,5	19.600
DBO5	2,9	16.300
Fosfatos	0,055	310
Nitratos	0,07	390
Nitritos	<0,01	<60
Nitrogênio Total	1,48	8.300
Cloretos	71,7	402.700
Ferro	1,6	9.000
Sódio	137	769.400
Cobre	<0,02	<110
Manganês	<0,01	<60
Aluminio	0,63	3.500
Zinco	0,105	600
Cádmio	<0,001	<6
Potássio	12,8	71.900

Fonte: Campanha de campo, 2002

Unidades: DBO5 - mg/l de O2, Sólidos – mg/l, Fosfato - mg/l PO4, Cloretos – mg de Cl2, Nitratos -mg/l de NO3, Nitratos -mg/l de NO2, N.Total - mg/l de N, Fosfato – mg/l de PO4, Metais – mg/l.

A Tabela 61 mostra o resultado da medição de vazão no Riacho Doce, na segunda campanha.

Tabela 61: Resultado da segunda campanha de medição de velocidades no Riacho Doce.

PONTOS DA SEÇÃO (M)	PROFUNDIDA-DE (CM)	VEL. MÉDIA (CM/S)	VEL. MÉDIA SEÇÃO M/S	ÄREA SEÇÃO M2	VAZÃO M3/S
0	0	0	-	-	-
1	0,43	24,50	0,12	0,43	0,05
2	0,52	25,80	0,25	0,95	0,24
4	0,59	33,60	0,30	1,11	0,33
6	0,78	27,20	0,30	1,37	0,42
8	0,54	30,30	0,29	1,32	0,38
10	0,44	23,00	0,27	0,98	0,26
11	0,46	20,70	0,22	0,9	0,20
12	0,42	17,80	0,19	0,88	0,17

Fonte: Campanha de campo, 2002

A Tabela 62 mostra os resultados da segunda campanha de medição de transporte de sedimentos em suspensão no Riacho Doce.

Tabela 62: Resultado da segunda campanha de medição de vazões e transporte de sedimentos e poluentes no Riacho Doce.

SUB-SEÇÃO	VAZÃO M3/S	CONCENTRAÇÃO	TRANSPORTE
1	0,05	1,3	5,6
2	0,24	1,4	29
3	0,33	1,8	51
4	0,42	1,9	69
5	0,38	2,0	66
6	0,26	1,7	38
7	0,20	1,4	24
8	0,17	1,2	17

Fonte: Campanha de campo, 2002

As estimativas de vazão e transporte de sólidos em suspensão para esta segunda campanha foram 2 m3/s e 0,3 ton/dia, respectivamente.

A Tabela 63 mostra a estimativa de transporte de solutos no Riacho Doce, na segunda campanha.

Tabela 63: Estimativa de transporte de poluentes no Riacho Doce, na segunda campanha

PARÂMETROS	CONCENTRAÇÃO (MG/L)	TRANSPORTE (KG/DIA)
S.Totais.Dissolvidos	153	26.400
DBO_5	3,3	570
Fosfatos	0,08	14
Nitratos	0,14	24
Nitrito	0,01	1,7
Nitrogênio Total	1,34	230
Cloretos	41	7.080
Ferro	2,03	350
Sódio	57,5	9.900
Cobre	<0,02	<4
Manganês	<0,01	<2
Aluminio	0,57	100
Zinco	0,069	10
Cádmio	<0,001	<0,2
Potássio	3,45	600

Fonte: Campanha de campo, 2002

Unidades: DBO_5 - mg/l de O_2, Sólidos – mg/l, Fosfato - mg/l PO_4, Cloretos – mg de Cl_2, Nitratos -mg/l de NO_3, Nitratos -mg/l de NO_2, N.Total - mg/l de N, Fosfato – mg/l de PO_4, Metais – mg/l.

5.4.1.3 Terceira Campanha

A Tabela 63 mostra os resultados da medição de velocidades na ponte de Itaúnas realizada na terceira campanha.

Tabela 63: Resultado da terceira campanha de medição de velocidades no rio Itaúnas

PONTOS DA SECÇÃO (M)	PROFUNDIDADE (M)	VELOCIDADE	
		20%	80%
0	0	0	0
2,10	1,04	13,1º	27,00
4,20	2,1	46,10	44,P
6,30	3	55,00	41,00
8,40	3,96	58,00	54,50
10,50	3,96	35,00	20,00
12,60	4,18	42,00	29,00
14,70	3,97	64,00	31,00
16,80	3,51	14,40	22,00
18,90	3,26	0,00	16,30
21,00	3,95	26,00	38,00
23,10	4,78	40,00	28,00
25,20	3,64	34,00	49,50
27,30	4,5	42,00	61,00
29,40	4,82	54,00	33,30
31,50	4,75	55,00	65,00
33,60	4,95	48,30	22,00
35,70	4,54	5,00	15,00
37,80	4,65	11,20	15,00
39,90	4,37	5,40	15,60
42,00	4,33	22,70	10,00
44,10	4,63	5,00	13,50
46,20	5	80,00	27,50
48,30	5,33	75,00	65,00
50,40	5,54	79,00	64,00
52,50	5,5	76,00	52,00
54,60	4,98	63,00	80,00
56,70	4,83	65,00	63,00
58,80	3,5	0,00	50,00
60,90	1,04	0,00	0,00
63,00	0,75	0,00	0,00
65,10	0	0,00	0,00

Fonte:Campanha de campo, 2003

A Tabela 64 mostra as vazões, as concentrações de sólidos suspensos e as taxas de transporte sólido obtidas a partir dos resultados na terceira campanha.

Tabela 64: Resultado da terceira campanha de medição de vazões e transporte de sedimentos e poluentes no rio Itaúnas

SUB-SECÇÃO	VEL. MÉDIA SECÇÃO (M/S)	AREA SECÇÃO (M2)	VAZÃO M3/S	SÓLIDOS SUSPENSOS (MG/L)*	TRANSPORTE SÓLIDO KG/DIA
1	0,10	3,30	0,33	3,0	86
2	0,33	5,36	1,74	3,0	451
3	0,47	7,31	3,40	3,0	881
4	0,52	8,32	4,33	3,0	1122
5	0,42	8,55	3,58	3,0	928
6	0,32	8,56	2,70	3,0	700
7	0,42	7,85	3,26	3,0	845
8	0,33	7,11	2,34	3,0	607
9	0,13	7,57	1,00	3,0	259
10	0,20	9,17	1,84	3,0	477
11	0,33	8,84	2,92	3,0	757
12	0,38	8,55	3,24	3,0	840
13	0,47	9,79	4,56	3,0	1182
14	0,48	10,05	4,78	3,0	1239
15	0,52	10,19	5,28	3,0	1369
16	0,48	9,96	4,74	3,0	1229
17	0,23	9,65	2,18	3,0	565
18	0,12	9,47	1,09	3,0	283
19	0,12	9,14	1,08	3,0	280
20	0,13	9,41	1,26	3,0	327
21	0,13	10,11	1,29	3,0	334
22	0,32	10,85	3,42	3,0	886
23	0,62	11,41	7,06	3,0	1830
24	0,71	11,59	8,20	3,0	2125
25	0,68	11,00	7,46	3,0	1934
26	0,68	10,30	6,98	3,0	1809
27	0,68	8,75	5,93	3,0	1537
28	0,45	4,77	2,12	3,0	550
29	0,13	1,88	0,23	3,0	60
30	0,00	0,79	0,00	3,0	0

* Média de duas medições superficiais
Fonte:Campanha de campo, 2003

A vazão medida para o rio Itaúnas nesta campanha foi de aproximadamente 98 m3/s, correspondendo a um transporte sólido de aproximadamente 26 toneladas por dia.

A Tabela 65 mostra os resultados de medições de concentrações de solutos e sedimentos realizadas(valores médios) na data da medição de vazões, no rio Itaúnas. Para o cálculo dos valores de transporte foram consideradas as vazões e as concentrações para cada material.

Tabela 65: Estimativa de transporte de poluentes no rio Itaúnas na terceira campanha

PARÂMETROS	CONCENTRAÇÕES MÉDIAS (MG/L)	TRANSPORTE (KG/DIA)
S.Totais Dissolvidos	284	2.413.000
DBO_5	2,6	22.100
Fosfatos	0,05	400
Nitratos	0,09	765
Nitritos	<0,01	<85
Nitrogênio Total	1,44	12.200
Cloretos	98	833.000
Ferro	2,12	18.000
Sódio	126,3	1.073.117
Cobre	<0,02	<170
Manganês	<0,01	<85
Alumínio	<0,01	<85
Zinco	0,156	1325
Cádmio	<0,001	<8
Potássio	10,49	89.100

Fonte: Campanha de campo, 2003

Unidades: DBO_5 - mg/l de O_2, Sólidos – mg/l, Fosfato - mg/l PO_4, Cloretos – mg de Cl_2, Nitratos -mg/l de NO_3, Nitratos -mg/l de NO_2, N.Total - mg/l de N, Fosfato – mg/l de PO_4, Metais – mg/l.

A Tabela 66 mostra os resultados da terceira campanha de medição de vazão e de sólidos em suspensão no Riacho Doce.

Tabela 66: Resultados de medição de vazões e concentrações de sólidos suspensos – Terceira campanha

PONTOS DA SECÇÃO (M)	PROFUNDIDA-DE (CM)	VEL. MÉDIA (CM/S)	VEL. MÉDIA SECÇÃO M/S	ÄREA SECÇÃO M2	VAZÃO M3/S
1	0,210	0,50	0,00	0,105	0,000
2	0,350	10,10	0,05	0,280	0,015
3	0,510	17,40	0,14	0,430	0,059
4	0,610	15,55	0,16	0,560	0,092
5	0,650	13,15	0,14	0,630	0,090
6	0,710	12,30	0,13	0,680	0,087
7	0,640	11,20	0,12	0,675	0,079
8	0,540	14,60	0,13	0,590	0,076
9	0,430	10,20	0,12	0,485	0,060
10	0,365	14,00	0,12	0,398	0,048
11	0,370	12,20	0,13	0,368	0,048
12	0,390	8,10	0,10	0,380	0,039
13	0,000	0,00	0,04	0,195	0,008

Fonte: Campanha de campo, 2003

A Tabela 67 mostra os valores de transporte sólido estimados na terceira campanha no Riacho Doce.

Tabela 67: Resultado da terceira campanha de medição de vazões e transporte de sedimentos e poluentes no Riacho Doce

SUB-SEÇÃO	VAZÃO M3/S	SÓLIDOS SUSPENSOS (MG/L)	TRANSPORTE SÓLIDO KG/DIA
1	0,000	1,9	0
2	0,015	1,9	2,5
3	0,059	1,9	9,7
4	0,092	1,9	15,1
5	0,090	1,9	14,8
6	0,087	1,9	14,3
7	0,079	1,9	13,0
8	0,076	1,9	12,5
9	0,060	1,9	9,8
10	0,048	1,9	7,9
11	0,048	1,9	7,9
12	0,039	1,9	6,4
13	0,008	1,9	1,3

* Medição superficial – problemas operacionais
Fonte:Campanha de campo, 2003

A estimativas de vazão e transporte sólido em suspensão na terceir campanha para o Riacho Doce foram 0,7 m3/s e 0,1 ton/dia, respectivamente

A Tabela 68 mostra os resultados de medições de concentrações de solutos e sedimentos realizadas na data da medição de vazões, no Riacho Doce. Para o cálculo dos valores de transporte foram consideradas as vazões e as concentrações para cada material.

Tabela 68: Estimativa de transporte de poluentes no Riacho Doce

PARÂMETROS	CONCENTRAÇÕES (MG/L)	TRANSPORTE (KG/DIA)
S.Totais.Dissolvidos	134	8.100
DBO5	2,30	140
Fosfatos	0,06	4
Nitratos	0,11	6,7
Nitrito	0,01	<0,6
Nitrogênio Total	1,34	81
Cloretos	41	2.500
Ferro	1,49	90
Sódio	71,7	4.400
Cobre	<0,02	<1,2
Manganês	<0,01	<0,6
Aluminio	0,10	5,6
Zinco	0,069	30,6
Cádmio	<0,001	<0,1
Potássio	4,79	1444

Unidades: DBO5 - mg/l de O2, Sólidos – mg/l, Fosfato - mg/l PO4, Cloretos – mg de Cl2, Nitratos -mg/l de NO3, Nitratos -mg/l de NO2, N.Total - mg/l de N, Fosfato – mg/l de PO4, Metais – mg/l.

3.5.1.4 Quarta Campanha

A Tabela 69 mostra os resultados da quarta campanha de medições de vazão e de transporte de sedimentos e poluentes no rio Itaúnas.

Tabela 69: Resultado da quarta campanha de medição de vazões e transporte de sedimentos e poluentes no rio Itaúnas

SUB-SECÇÃO	VEL. MÉDIA SECÇÃO (M/S)	AREA SECÇÃO (M2)	VAZÃO M3/S	SÓLIDOS SUSPENSOS (MG/L)	TRANSPORTE SÓLIDO KG/DIA
1	9,5	0,4	0,04	14	46
2	11,3	1,1	0,12	14	150
3	15,5	1,75	0,27	19	447
4	28,5	2,4	0,68	19	1200
5	28,2	2,7	0,76	14	930
6	21,5	2,56	0,55	14	665
7	15,5	2,55	0,29	24	612
8	12,7	2,63	0,33	24	695
9	9,5	2,63	0,25	31	670
10	8,8	2,46	0,22	31	580
11	9,1	2,12	0,19	26	432
12	8,6	2,2	0,19	26	425
13	9,8	2,56	0,25	21	457
14	12	3,36	0,40	21	731
15	11,5	4,42	0,51	15	660
16	14,1	5,16	0,73	15	944
17	18,3	5,47	1,00	25	2160
18	18	6,12	1,10	25	2379
19	21,8	6,85	1,49	24	3096
20	24,5	7,39	1,81	24	3762
21	20,7	7,47	1,55	23	3080
22	26,7	7,58	2,03	23	4014
23	33,2	7,77	2,58	22	4910
24	39,5	7,87	3,11	22	5890
25	46,2	7,65	3,54	21	6420
26	41,7	6,72	2,80	21	5080
27	35,9	5,62	2,02	21	3665
28	33,7	4,69	1,58	21	2871
29	32,2	4,18	1,35	24	2778
30	27,9	2,85	0,79	24	1653

Fonte: Campanha de campo, 2003

As vazões e o transporte sólido em suspensão estimados para o rio Itaúnas na quarta campanha foram, respectivamente, 32,7 m3/s e 61 ton/dia.

A Tabela 70 mostra as concentrações médias de solutos e do transporte destes pelo rio Itaúnas na quarta campanha.

Tabela 70: Estimativa de transporte de poluentes no rio Itaúnas, na quarta campanha

PARÂMETROS	CONCEN-TRAÇÕES MÉDIAS (MG/L)	TRANSPORTE (KG/DIA)
S.Totais Dissolvidos	244	689.370
DBO5	160	452.044
Fosfatos	0,07	198
Nitratos	0,08	226
Nitritos	<0,01	<28
Nitrogênio Total	1,37	3870
Cloretos	60,0	169.520
Ferro	2,17	6.130
Sódio	125,2	353.725
Cobre	<0,02	<56
Manganês	<0,01	<28
Aluminio	0,23	847
Zinco	0,164	463
Cádmio	<0,001	<3
Potássio	15,32	43.283

Fonte:Campanha de campo, 2003

Unidades: DBO5 - mg/l de O2, Sólidos – mg/l, Fosfato - mg/l PO4, Cloretos – mg de Cl2, Nitratos -mg/l de NO3, Nitratos -mg/l de NO2, N.Total - mg/l de N, Fosfato – mg/l de PO4, Metais – mg/l.

A Tabela 71 mostra os resultados da quarta medição de velocidades realizada no Riacho Doce.

Tabela 71: Resultado da quarta campanha de medição de velocidades no Riacho Doce.

PONTOS DA SECÇÃO (M)	PROFUNDIDA-DE (CM)	VEL. MÉDIA (CM/S)	VEL. MÉDIA SECÇÃO M/S	ÁREA SECÇÃO M2	VAZÃO M3/S
1	0,2	8,85	4,425	0,1	0,00
2	0,22	11,20	10,025	0,21	0,02
3	0,36	11,80	11,5	0,29	0,03
4	0,4	11,85	11,825	0,38	0,04
5	0,48	13,10	12,475	0,44	0,05
6	0,48	10,50	11,8	0,48	0,06

A Tabela 72 mostra os resultados da quarta campanha de medição de transporte de sedimentos em suspensão no Riacho Doce.

Tabela 72: Resultado da quarta campanha de medição de vazões e transporte de sedimentos e poluentes no Riacho Doce.

SUB-SEÇÃO	VAZÃO M3/S	CONCENTRAÇÃO	TRANSPORTE
1	0,004	157	60
2	0,02	153	277
3	0,03	143	414
4	0,04	134	520
5	0,05	144	690
6	0,06	157	770

Fonte: Campanha de campo, 2003

As estimativas de vazão e transporte de sólidos em suspensão para esta quarta campanha foram 0,2 m3/s e 2,7 ton/dia, respectivamente.

A Tabela 73 mostra a estimativa de transporte de solutos no Riacho Doce, na quarta campanha.

Tabela 73: Estimativa de transporte de poluentes no Riacho Doce, na quarta campanha

PARÂMETROS	CONCENTRAÇÃO (MG/L)	TRANSPORTE (KG/DIA)
S.Totais.Dissolvidos	38540	723.000
DBO5	1,7	32
Fosfatos	0,05	1,0
Nitratos	0,13	2,4
Nitrito	0,01	0,18
Nitrogênio Total	1,37	26
Cloretos	17344	325.000
Ferro	1,77	33
Sódio	81,6	1.500
Cobre	<0,02	<0,4
Manganês	<0,01	<0,18
Alumínio	0,17	3,2
Zinco	0,069	1,3
Cádmio	<0,001	<0,019
Potássio	5,70	107

Fonte: Campanha de campo, 2003

Unidades: DBO5 - mg/l de O2, Sólidos – mg/l, Fosfato - mg/l PO4, Cloretos – mg de Cl2, Nitratos -mg/l de NO3, Nitratos -mg/l de NO2, N.Total - mg/l de N, Fosfato – mg/l de PO4, Metais – mg/l.

Para esta quarta campanha, os valores estimados de vazões, transporte de solutos e de poluentes para o Riacho Doce incluem em parte retorno de água salgada, após período de maré alta.

5.4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A Tabela 74 mostra os resultados relativos à vazões e aos tranportes sólidos em suspensão estimados para as quatro campanhas.

Tabela 74: Vazões e transportes sólidos estimados.

CAMPANHA	VAZÃO RIO ITAÚNAS	TRANSPORTE SÓLIDO EM SUSPENSÃO RIO ITAÚNAS	VAZÃO RIACHO DOCE	TRANSPORTE SÓLIDO EM SUSPENSÃO RIACHO DOCE
Primeira	46 m3/s	27 ton/dia	1,3 m3/s	0,8 ton/dia
Segunda	65 m3/s	21 ton/dia	2,0 m3/s	0,3 ton/dia
Terceira	98 m3/s	26 ton/dia	0,7 m3/s	0,1 ton/dia
Quarta	33 m3/s	61 ton/dia	0,2 m3/s	2,7 ton/dia
Médias	60 m3/s	34 ton/dia	1,0 m3/s	1,0 ton/dia

Os valores mostrados na tabela acima, indicam a grande variação das descargas líquidas e sólidas no rio Itaúnas e no Riacho Doce.

Ressalta-se mais uma vez que os transportes em suspensão e de poluentes estimados para a última campanha incluíram retorno de água salgada ocorrido na ocasião.

Cabe observar que os valores apresentados representam estimativas para os momentos das campanhas, nas estações de monitoramento. Estes resultados, bem como aqueles relativos aos transportes de poluentes são influenciados por inúmeras condições e características das respectivas bacias hidrográficas.

Quanto aos transportes de poluentes, em geral, as estimativas apresentam maiores incertezas do que as obtidas para os sólidos em suspensão, tendo em vista que são baseadas em análise de uma amostra para cada seção transversal de medição.

Chuvas antecedentes e existência e operação de barragens representam fatores de grande influência sobre os valores estimados. Desta forma, os resultados servem apenas como indicativos das ordens de grandeza dos valores médios durante o ano de campanha.

5.5 ESTIMATIVA DO BALANÇO HÍDRICO DE LAGOAS E BANHADOS

A Figura 240 mostra mapa de balanço hídrico para o Estado do Espírito Santo. Pode ser observado que as cabeceiras da bacia do rio Itaúnas, no extremo Norte do Estado do Espírito Santo apresentam balanço mais desfavorável, entre -350 e -550 mm e déficit hídrico anual superior a 400 mm. Nos trecho médio e inferior da bacia, onde se situam lagoas e banhados, o balanço hídrico se situa entre -50 e – 300 mm, enquanto que o déficit hídrico anual se situa entre 200 e 400 mm.

Fonte : Carta Agroclimática INCAPER.

Figura 240 : Mapa de Balanço Hídrico para o Estado do Espírito Santo.

Cabe observar que o mapa apresentado na Figura 240 foi obtido com finalidade de uso em planejamento agropecuário e é baseado em dados esparsos e podem apresentar erros significativos para regiões que não apresentam boa densidade de postos meteorológicos, o que é o caso da região onde estão inseridos os banhados e as lagoas da bacia do rio Itaúnas.

Balanço hídrico para corpos d'água como lagoas e banhados pode ser calculado com o uso da seguinte equação:

$$\Delta S = P - R - (E_g + E_s) - (T_s + T_g) - (G2 - G1)$$

Onde

P = precipitação, E = evaporação total, T = transpiração, R = escoamento superficial, G = escoamento subterrâneo e S = armazenamento. Os subscritos s e g significam a origem do vetor, respectivamente superficial ou subterrâneo.

Tendo em vista a dificuldade de obtenção em campo de diversos componentes da equação, esta equação é geralmente simplificada, para corpos d'água :

$$\Delta S = P - E$$

, onde E = evaporação.

As condições ideais para cálculo do balanço hídrico dos banhados e do rio Itaúnas ocorreriam caso existissem dados de longo prazo depurados e consistidos obtidos diretamente em postos hidrometeorológicos localizados nas proximidades destes cursos d'água.

Contudo, a estação meteorológica apresentando Normais Climatológicas de precipitação pluviométrica e evaporação, calculadas a partir de 30 anos de informações, se situa em São Mateus. Estas normais, obtidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia, INEMET, para o período 1961 a 1990, representam as informações mais confiáveis a partir das quais o balanço hídrico para os banhados pode ser estimado. A Tabela 75 e a Figura 241 mostram as precipitações pluviométricas, evaporações e resultados de balanço hídrico obtidos a partir dos registros da estação de São Mateus. Os períodos de déficit hídrico corresponderam a fevereiro e ao período entre maio e setembro, totalizando um valor anual de 70 mm.

Tabela 75 : Balanço hídrico estimado a partir de registros da estação meteorológica de São Mateus (1961-1990)

MÊS	PRECIPITAÇÃO(MM)	EVAPORAÇÃO TOTAL(MM)	BALANÇO HÍDRICO(MM)
JAN	157	98	59
FEV	84	90	-6
MAR	115	95	20
ABR	96	82	14
MAI	57	72	-15
JUN	47	66	-19
JUL	67	68	-1
AGO	53	82	-29
SET	80	81	-1
OUT	139	85	54
NOV	164	84	80
DEZ	153	87	68

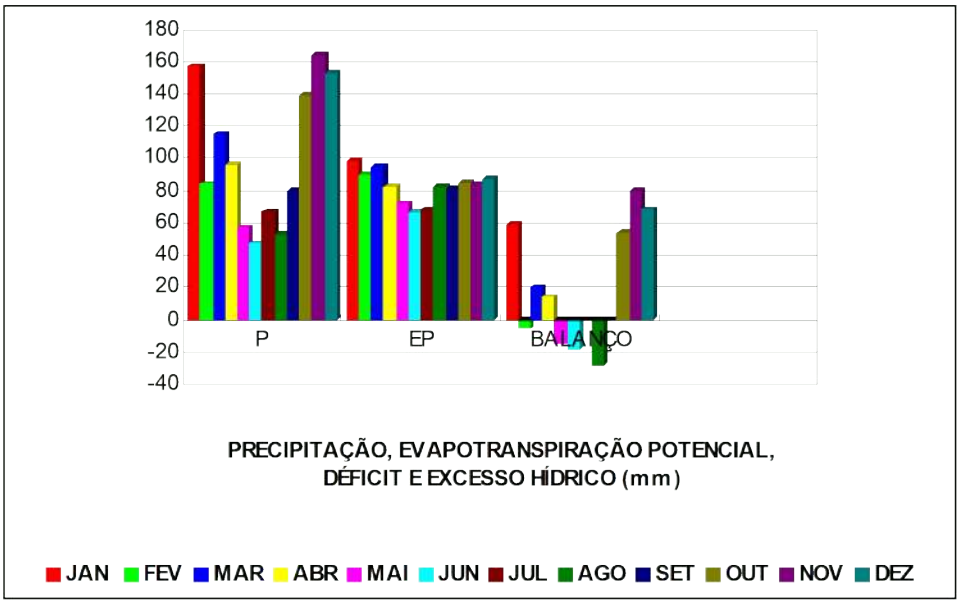


Figura 241 : Precipitações Pluviométricas, Evapotranspirações Potenciais e Balanços Hídrico para São Mateus

O GEARH/UFES(1997) desenvolveu cálculo de balanço hídrico médio mensal a partir de dados de precipitação média mensal e a evaporação média mensal, utilizando dados da estação climatológica de Boa Esperança, situada mais afastada do mar, na parte sul da bacia do rio Itaúnas. O resultado do balanço indicou períodos de déficit hídrico em fevereiro e entre abril a outubro (Tabela 76 e Figura 242), totalizando 290 mm, bem superior ao obtido para São Mateus.

Tabela 76: Balanço hídrico estimado a partir de registros da estação climatológica de Boa Esperança

MÊS	PRECIPITAÇÃO (MM)	EVAPORAÇÃO TOTAL (MM)	BALANÇO HÍDRICO (MM)
Janeiro	164,5	104,6	59,9
Fevereiro	85,1	97,8	-12,7
Março	126,6	93,9	32,7
Abril	61,2	78,0	-16,8
Maio	38,2	82,3	-44,1
Junho	27,8	75,2	-47,4
Julho	40,1	80,8	-40,7
Agosto	33,1	89,7	-56,6
Setembro	40,4	102,0	-61,6
Outubro	100,2	101,1	-0,9
Novembro	151,1	84,9	66,2
Dezembro	170,3	79,7	90,6

Fonte: GEARH/UFES, 1997.

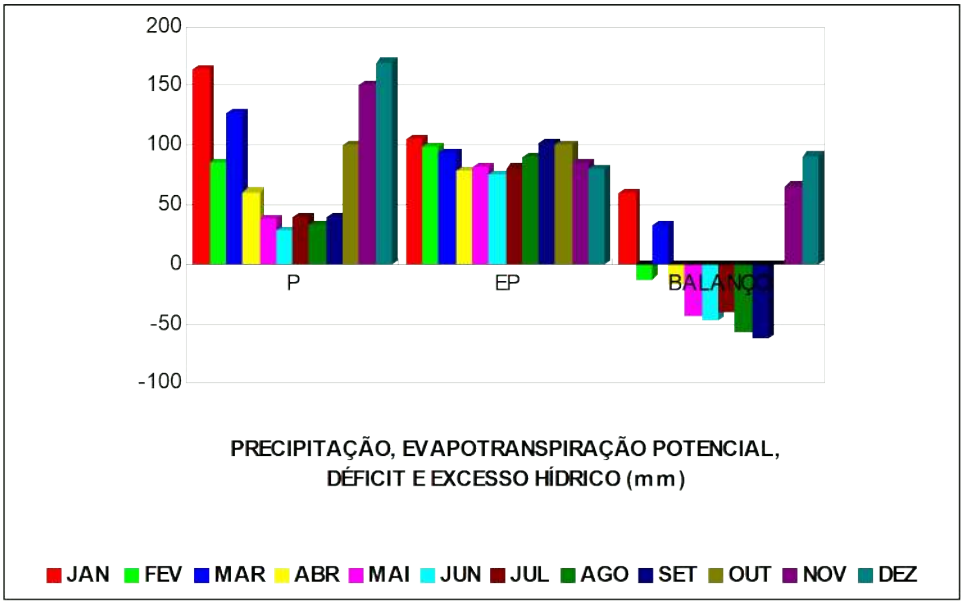


Figura 242 : Precipitações Pluviométricas, Evapotranspirações Potenciais e Balanços Hídricos estimados a partir de registros da estação climatológica de Boa Esperança

A Tabela 76 e a Figura 243 mostram os valores de balanço hídrico mensais estimados a partir de dados obtidos nas estações São Mateus e Boa Esperança, com finalidade de comparação.

Tabela 76: Balanços hídricos estimados a partir de registros para São Mateus e Boa Esperança

BALANÇO HÍDRICO(MM) SÃO MATEUS	BALANÇO HÍDRICO(MM) BOA ESPERANÇA
59	59,9
-6	-12,7
20	32,7
14	-16,8
-15	-44,1
-19	-47,4
-1	-40,7
-29	-56,6
-1	-61,6
54	-0,9
80	66,2
68	90,6

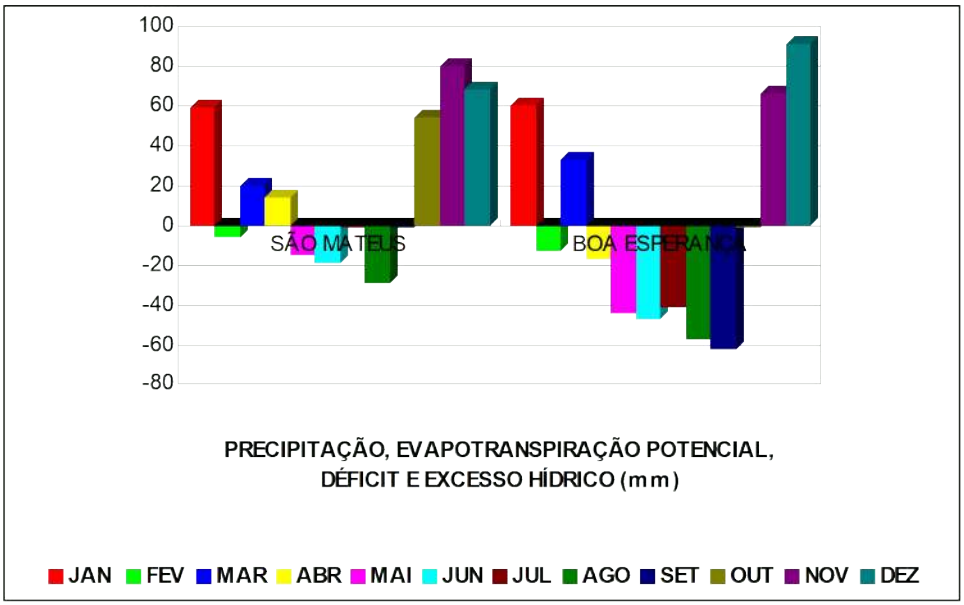


Figura 243 : Balanços hídricos estimados a partir de registros para São Mateus e Boa Esperança

A Tabela 76 e a Figura 243 mostram que as maiores diferenças entre balanços hídricos mensais estimados através das estações de Boa Esperança e São Mateus ocorrem no semestre seco. Boa Esperança, que fica situada mais distante do mar, apresenta déficits hídricos significativamente maiores. No semestre chuvoso, outubro a março os balanços hídricos apresentam padrões mais parecidos.

Para estimativa grosseira do balanço hídrico de banhados e lagoas próximas ao Parque, os resultados obtidos a partir da estação São Mateus são preferíveis, devido às menores diferenças de altitude e de distância ao mar e ao fato de terem sido obtidos a partir de

normais climatológicas para dados depurados e consistidos correspondentes a período de 30 anos.

Contudo, as diferenças de estimativas indicam a pouca confiabilidade do uso de informações obtidas a partir de postos existentes na região para o balanço hídrico de lagoas e banhados na bacia do Itaúnas. Estas diferenças indicam a necessidade de instalação de uma estação meteorológica no Parque Estadual de Itaúnas, mais próxima destes corpos d'água, com finalidade de acompanhamento dos balanços e déficits hídricos .

o ÁREAS CRÍTICAS DECORRENTES DE ATIVIDADES ANTRÓPICAS NO RIO ITAÚNAS

Tendo em vista que o Parque Estadual de Itaúnas se situa na foz da bacia do rio Itaúnas, seus recursos hídricos são influenciados por ações antrópicas que ocorrem em todas as áreas da bacia.

A bacia do rio Itaúnas sofreu grande desmatamento nas últimas décadas. Como conseqüências deste desmatamento, ocorreram alterações no que concerne à infiltração, recarga dos aqüíferos e escoamento superficial. A falta de cobertura vegetal aumentou o escoamento superficial após as chuvas, em detrimento da reservação de águas subterrâneas, com aumento de picos de enchentes e redução de vazões nos períodos secos. Além disso, o processo de erosão se acentuou, aumentando o assoreamento dos corpos d'água. Este assoreamento é responsável pelo aumento de áreas de inundação durante períodos chuvosos.

A partir dos resultados das campanhas de campo pôde ser observado que as atividades antrópicas que mais influenciam as características quali-quantitativas dos recursos hídricos no Parque de Itaúnas e no seu entorno estão relacionadas com barragens, geralmente construídas com finalidade de irrigação, a falta de sistemas de tratamento adequado de esgotos sanitários e o desmatamento ocorrido na bacia do rio Itaúnas, como um todo.

As barragens têm influenciado os recursos hídricos do Parque Estadual de Itaúnas e do seu entorno, principalmente nas épocas de secas e de cheias na bacia. As barragens em sua quase totalidade são construídas sem projeto técnico adequado que considere a passagem de água para jusante durante períodos de seca e de enchentes.

Durante as secas as barragens represam a água e reduzem as vazões que chegam ao Parque. Por outro lado, devido à falta de vertedouros adequadamente dimensionados e construídos, muitas das barragens nos períodos chuvosos se rompem, fazendo com que toda a massa d'água armazenada escoe, destruindo barragens situadas à jusante (efeito dominó) e formando grandes ondas de cheia como aquelas que provocaram três grandes inundações na área do Parque em janeiro de 2002. Desta forma, as barragens, têm causado significativas alterações nas condições naturais dos regime hídrico da área do Parque e do seu entorno.

A inexistência de sistemas de tratamento de esgotos sanitários adequados na quase totalidade da bacia do rio Itaúnas, na vila de Itaúnas e na cidade de Pedro Canário, a mais próxima a montante da área do Parque, em particular, representam ameaças à qualidade dos ecossistemas aquáticos na área do Parque e do seu entorno. Cabe ressaltar a grande quantidade de vegetação existente no interior e na superfície das águas no trecho situado entre Pedro Canário e a vila de Itaúnas, indicativa de grande aporte de nutrientes e de processo de eutrofização.

Apesar de não terem sido observados nas campanhas de campo índices de coliformes superiores aos limites preconizados pela legislação CONAMA 20/86 para águas classe 2 e para balneabilidade no rio Itaúnas, em alguns monitoramentos anteriores foi observado aumento destes índices para valores muito próximos destes limites em épocas de veraneio, quando a população da vila aumenta significativamente.

Os esgotos sanitários advindos de localidades situadas à montante do Parque influenciam inclusive as características qualitativas da água dos ambientes lênticos existentes no rio Itaúnas e no córrego Angelim.

A área mais crítica quanto aos efeitos da falta de sistemas de tratamento de esgotos no parque e no seu entorno é representada pelo lençol freático da vila de Itaúnas. Apesar do solo arenoso permitir algum tratamento, por formar filtros biológicos naturais, a tendência é de aumento da contaminação, tendo em vista que grande parte das fossas existentes não foi construída de acordo com normas técnicas e apresentam baixa eficiência.

A implantação de um sistema de coleta e tratamento de esgotos público posicionado e dimensionado adequadamente na Vila de Itaúnas permitiria a melhoria da qualidade das águas subterrâneas locais e reduziria a ameaça à balneabilidade no rio na Vila de Itaúnas na época de maior concentração de visitantes e turistas. Cabe observar que a Estação de Tratamento de Esgotos, cujas obras se iniciaram em 2002, se encontra em área de inundação e poderá representar uma fonte de poluição caso não seja relocada para local mais seguro ou dotada de condições para funcionar submersa. Caso a ETE não apresente alta eficiência de tratamento, o sistema de coleta e tratamento poderá concentrar nas margens do rio Itaúnas, nas proximidades do ponto de lançamento, poluição que hoje, em parte, é reduzida pela passagem de esgoto das fossas pelo solo arenoso e distribuída pelo lençol freático de toda a vila.

Outra área crítica quanto aos recursos hídricos se situa no seu estuário. A abertura da nova barra do rio Itaúnas teve como conseqüência alterações significativas na qualidade de água, permitindo avanço maior da cunha salina, alterando as condições de salinidade da água, com conseqüentes efeitos sobre a fauna e a flora locais. Além disso, esta abertura teve também como conseqüência alterações em processos erosão-deposição de sedimentos neste estuário.

Aumento da densidade populacional e do número de turistas e visitantes poderá representar grande pressão sobre as fontes de abastecimento água atuais, que apresentam dificuldades em suprir as demandas em períodos com maior população flutuante.

Novos loteamentos, como o que está sendo iniciado na estrada de acesso à Vila de Itaúnas, poderão aumentar a pressão sobre os recursos hídricos e poderão representar, caso não sejam dotados de condições de saneamento básico adequados como fontes de contaminação de água e de propagação de doenças por veiculação hídrica.

6 Oceanografia

Neste item estão contemplados os seguintes tópicos previstos no Termo de Referência:

5 Descrever os aspectos da dinâmica da água, incluindo circulação marinha e costeira com ênfase na região estuarina.

6 Caracterizar as conseqüências da abertura da foz artificial para a unidade de conservação e área de influência

7 Definir as áreas de risco relacionadas à erosão marinha e levantamento de possíveis medidas mitigadoras visando a redução do processo erosivo

8 Relatar o histórico das ações antrópicas na região estuarina

6.1 METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos propostos, em atendimento ao definido no Termo de Referência emitido pela Seama, foi adotada a seguinte metodologia, conforme descrito abaixo:

5 **Etapa 1:** Análise de Dados Pretéritos – nesta etapa foram levantadas as informações relativas à dinâmica costeira e oceanográfica da região, com ênfase particular nos processos responsáveis pela dispersão dos sedimentos arenosos ao longo da linha de costa.

6 **Etapa 2:** Modelagem do Padrão de Refração de Ondas – nesta etapa foi realizada a modelagem do padrão de refração de ondas na região de estudo e seu entorno utilizando o software Ref/Dif versão 2.5 (Kirby & Dalrymple 1994), para melhor se compreender as transformações experimentadas pelas ondas oceânicas antes de atingirem a linha de costa, assim como o padrão de dispersão de sedimentos ao longo da linha de costa e suas variações sazonais.

7 **Etapa 3:** Interpretação de Fotografias Aéreas Verticais e Imagens de Satélite – esta etapa constou da interpretação de fotografias aéreas verticais para dezembro de 1970, novembro de 1991, e fevereiro de 2002 e uma imagem Landsat TM7 para o dia 21 de abril de 2001 fornecidas pela CEPEMAR. Antes da interpretação, as fotos e imagem foram georreferenciadas utilizando-se como referencial o arquivo de situação fundiária no formato SHP, também fornecido pela empresa contratante. Após georreferenciadas, as fotos e imagem foram carregadas no software ArcView 3.2a quando então foram desenvolvidos os trabalhos de interpretação. Estes trabalhos constaram de: (i) traçar a posição da linha de costa para cada ano representado pelas fotos e imagem, (ii) traçar as plumas de material em suspensão emanando das desembocaduras fluviais, (iii) traçar as frentes de onda e as correntes de retorno presentes ao longo da linha de costa e (iv) traçar as feições geológicas e geomorfológicas úteis na reconstrução da evolução da linha de costa e da zona costeira.

8 **Etapa 4:** Trabalhos de Campo – os trabalhos de campo foram realizados nos dias 17 e 18 de agosto de 2002. Durante estes trabalhos toda a área do parque foi visitada, com particular ênfase para a linha de costa e as duas desembocaduras do Rio Itaúnas (natural e artificial). Ao longo da linha de costa foram feitas observações acerca da inclinação da face praial, textura do sedimento e comportamento das ondas na zona de rebentação e coleta de amostras de sedimento.

6.2 DINÂMICA DA ÁGUA – CIRCULAÇÃO MARINHA E COSTEIRA BASES CONCEITUAIS

6.2.1 CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA NA COSTA LESTE DO BRASIL

A circulação atmosférica é um aspecto importante para a compreensão da circulação das águas costeiras e dispersão de sedimentos tendo em vista serem os ventos o principal elemento gerador de ondas e correntes nesta região.

A costa leste-nordeste do Brasil está quase que inteiramente contida no cinturão de ventos alísios. A circulação atmosférica principal na área de estudo está sob o controle do anticiclone semi-estacionário do Atlântico Sul (Andrade 1972, Nimer 1989), de onde divergem ventos em todas as direções. Os que alcançam a costa leste e nordeste do Brasil procedem de duas direções principais : (a) E-SE e (b) NE. A região onde se manifesta a mudança de direção dos ventos alísios é conhecida sob o nome de Zona de Divergência (ZD), de tal modo que a norte da ZD os ventos sopram de SE e a sul sopram de NE. Esta zona está localizada em média em torno de 15º S, entretanto sua posição varia durante o ano (Figura 101). Entre abril e agosto a ZD está localizada ao sul de 15º S, alcançando até 20º S em julho. A zona de divergência desloca-se para o norte em setembro. Entre os meses de outubro e março a ZD está localizada a norte de 15º S deslocando-se para 13º S em janeiro (Figura 101).

Adicionalmente, como resultado dos fortes gradientes de temperatura entre as regiões polares e equatoriais, massas de ar polar invadem o continente sul americano segundo duas trajetórias, uma interior e outra costeira, ambas controladas pelo relevo continental. Estas massas de ar se misturam com o ar tropical circulando ao longo das bordas oeste e sudoeste da célula de alta pressão do Atlântico Sul produzindo frentes frias que se deslocam para nordeste. Durante o inverno estas frentes frias alcançam latitudes de 10º S ou mesmo mais baixas (Figura 101). Ventos de SW-S-SE relacionados ao deslocamento para norte dessas massas de ar polar reforçam então os ventos alísios de E-SE. Ventos deste tipo chegam a alcançar até 25 m/s conforme observado na planície costeira do Rio Doce (Bandeira, Petri & Suguio 1975). Durante o verão, a energia destas frentes frias é geralmente menor e as frentes que se deslocam ao longo da costa adquirem uma orientação SW-NE, raramente cruzando o Trópico de Capricórnio (Figura 244).

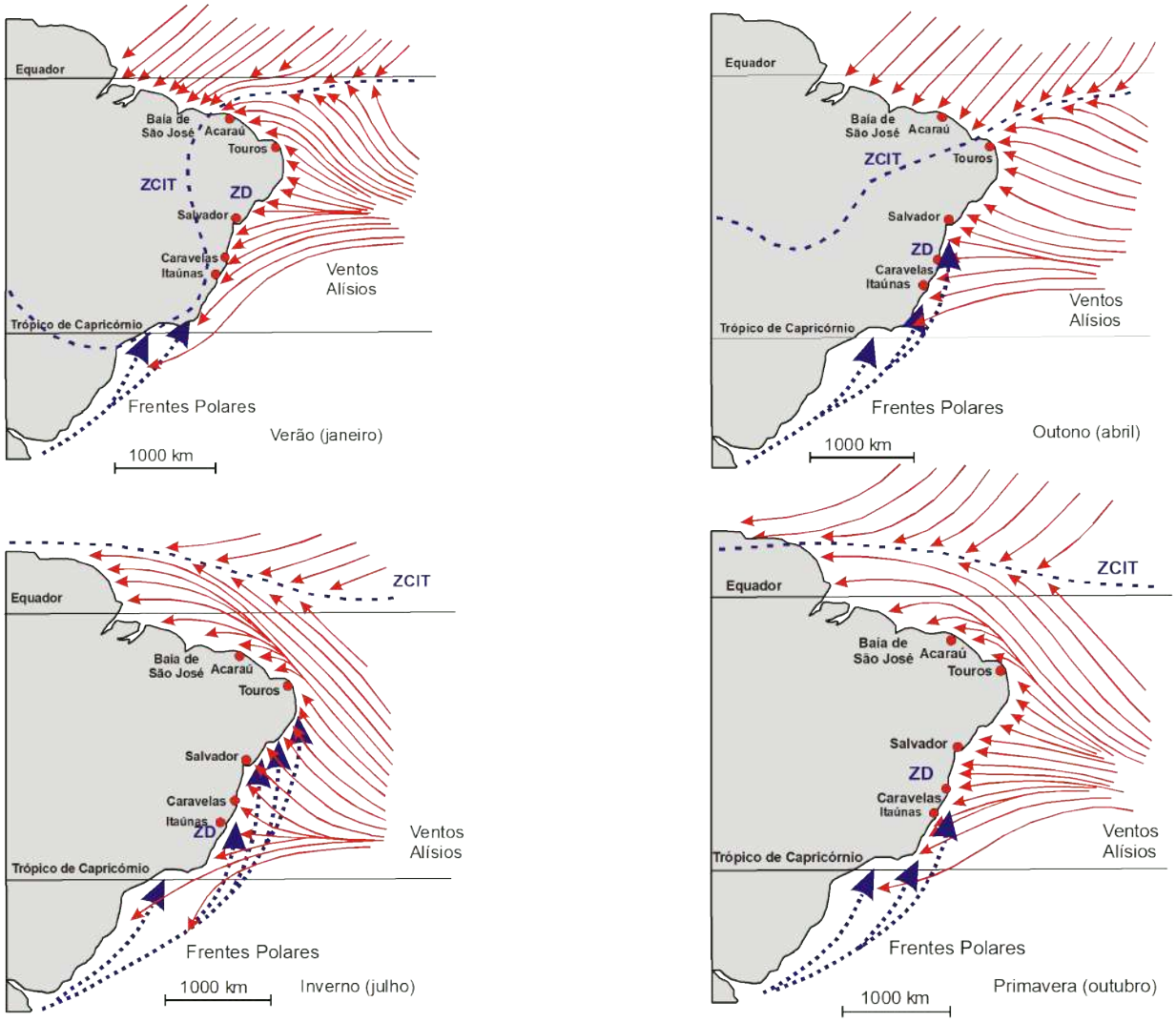


Figura 244: Caracterização da circulação atmosférica na costa leste-nordeste do Brasil (modificado de Dominguez 1999).

6.2.2 GERAÇÃO DE ONDAS

Medidas de onda de longo prazo não estão disponíveis para a área de estudo. Desta forma o clima de ondas de longo prazo utilizado neste trabalho foi deduzido a partir da integração de estatísticas de ondas publicadas na literatura e o padrão de circulação atmosférica descrito acima.

As ondas oceânicas por serem geradas pelo vento vão de uma maneira geral apresentar as mesmas direções de propagação apresentadas pelos ventos dominantes. Desta forma para a costa leste do Brasil as estatísticas de ondas disponíveis (Hogben & Lumb 1967) mostram que ao longo de todo o ano predominam ondas de N-NE, entretanto começando em abril e se estendendo até agosto, ondas de E-SE representam uma percentagem significativa das ondas alcançando a costa leste do Brasil. Estas ondas estão associadas com os ventos alísios que

sopram na região reforçadas no outono e inverno pelos ventos de SW-S-SE associados ao avanço das frentes frias. Desta forma durante o outono (abril-maio) e inverno (junho-agosto) ondas de E-SE com alturas em torno de 1,5m e períodos de 6-7 segundos são muito freqüentes, enquanto que durante a primavera (setembro-novembro) e verão (dezembro-fevereiro) ondas de N-NE com alturas de 1,0m e períodos de 5 segundos ou menos são dominantes.

A dispersão de sedimentos arenosos ao longo da linha de costa será portanto controlada pela atuação destes trens de onda, cujos parâmetros apresentados acima foram utilizados na modelagem desta dispersão conforme apresentado mais adiante.

Fenômenos climáticos que afetem o avanço das frentes frias sobre a costa leste do Brasil, terão entre outras conseqüências uma mudança temporária no clima de ondas, e conseqüentemente nos padrões de dispersão de sedimentos ao longo da linha de costa, uma vez que a contribuição das ondas geradas por estes sistemas frontais será grandemente enfraquecida. Uma destas perturbações na circulação atmosférica é provocada pelo fenômeno "El Niño" (Figura 245).

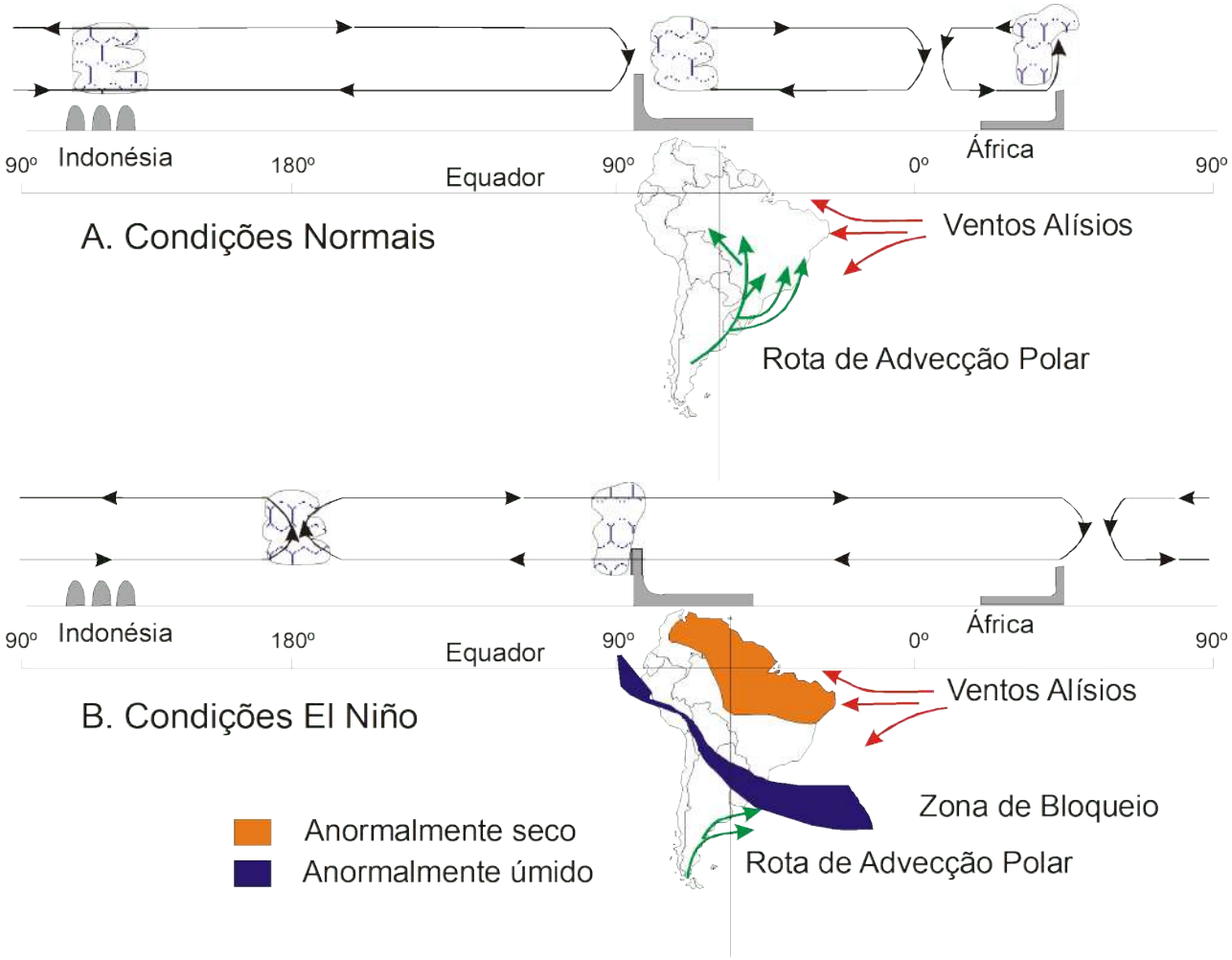


Figura 245 : Perturbação do sistema climático da América do Sul Tropical, por um forte evento "El Niño" (modificado de Martin et al. 1993)

Em situação "normal" a temperatura das águas de superfície do Oceano Pacífico oriental é excepcionalmente fria para a região equatorial. No norte do Peru, a presença dessas águas frias provoca a existência de uma inversão térmica, impedindo que haja convecção, o que gera um déficit importante de precipitação, e dá origem ao clima árido da zona costeira. Entretanto, essa situação pode ser fortemente modificada pelo fenômeno El Niño (Philander 1983, Enfield 1989). Nessa ocasião, as águas superficiais do leste do Oceano Pacífico Equatorial, normalmente frias, passam a ser quentes. Este fenômeno provoca importantes modificações no regime das chuvas e dos ventos na América do Sul tropical, envolvendo dois diferentes tipos de mecanismos (Figura 246):

- Modificação da circulação de Walker (circulação zonal), resultando no deslocamento para oeste, da zona de convecção normalmente centrada sobre a Amazônia. O desaparecimento da convecção sobre a Amazônia se traduz em um déficit importante nas precipitações.

- Intensificação da Corrente de Jato Subtropical, provocando a formação de uma zona de bloqueio das frentes frias no sul do Brasil, gerando um excesso de precipitação nesta zona e um déficit ao norte. Por outro lado, esse bloqueio provoca também, na costa leste do Brasil, o desaparecimento dos ventos de S-SE associados às frentes frias e conseqüentemente dos trens de onda gerados por estes ventos.

Portanto, pode-se numa primeira aproximação afirmar que a linha de costa no Parque Estadual de Itaúnas, está sujeita a um clima de ondas caracterizado por ondas de N-NE, E, SE e SSE, que geram sentidos opostos de deriva litorânea ao longo da linha de costa. O sentido efetivo da dispersão de sedimentos arenosos ao longo da linha de costa, será portanto o resultado do somatório das derivas litorâneas associadas a cada um destes trens de onda. Adicionalmente dois fatores complicadores na modelagem do sentido dominante desta dispersão ao longo da linha de costa do PEI, podem ser listados:

- a linha de costa do PEI encontra-se na zona de sombra, para os trens de onda de NE, causada pela presença mais ao norte do Banco de Abrolhos e suas construções recifais e

- qualquer mudança climática, como por exemplo o "El Nino", que afete a distribuição percentual durante o ano dos trens de onda que alcançam a linha de costa, irá afetar o sentido efetivo da deriva litorânea.

6.2.3 GERAÇÃO DE CORRENTES

A circulação das águas costeiras próximo à linha de costa é conseqüência do cisalhamento exercido pelo vento na superfície da água. Na plataforma interna onde as camadas limites superior e inferior se fundem e o efeito de Coriolis é negligenciável, fluxos longitudinais vigorosos que afetam toda a coluna d'água são gerados pelo vento (Wright 1995). A Figura 103 mostra um modelo conceitual da circulação na plataforma interna. Medidas de corrente efetuadas na plataforma interna do Espírito Santo, no terminal da ARCEL, pela CEPEMAR para o período 1994-99, mostraram que as correntes na plataforma interna apresentaram comportamento com predomínio nítido para o quadrante sul, orientadas aproximadamente

paralelas à linha de costa, com velocidades médias de 19,8 cm/s (± 9,2 cm/s). É razoável portanto supor que na plataforma interna em frente ao Parque Estadual de Itaúnas, correntes com esta magnitude e sempre direcionadas paralelas à linha de costa deverão estar presentes. Do mesmo modo que ocorre com as ondas, estas correntes deverão variar de sentido, ora fluindo para norte ora para sul, em função da dominância de ventos de SE-SSE ou N-NE respectivamente.

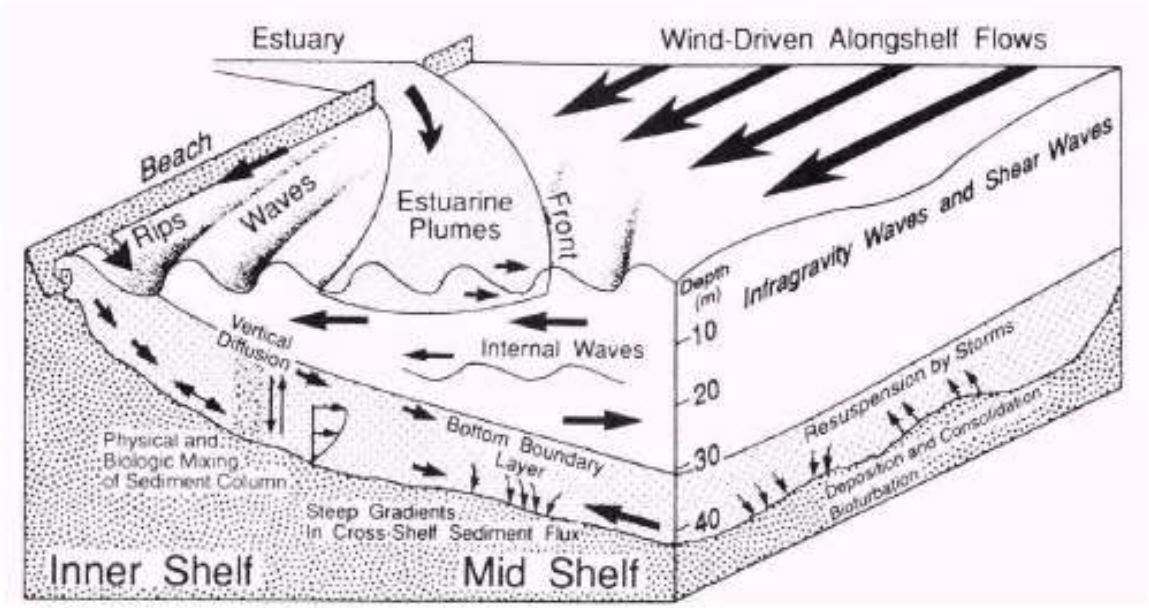


Figura 246: Modelo esquemático mostrando a circulação na plataforma interna, onde predominam a ação de ondas e fluxos longitudinais gerados pelo vento (segundo Wright 1995).

6.3 DINÂMICA DE DESEMBOCADURAS FLUVIAIS EM AMBIENTES DOMINADOS POR ONDAS – BASES CONCEITUAIS

Em zonas costeiras retilíneas a dispersão de sedimentos arenosos é um processo relativamente simples. Entretanto, irregularidades no traçado da linha de costa decorrentes da presença de desembocaduras fluviais afetam a dispersão destes sedimentos podendo criar localmente armadilhas onde os mesmos tendem a se acumular. A presença destas armadilhas tem como repercussão imediata a criação de déficits de sedimento nas porções da linha de costa situadas imediatamente a sotamar da desembocadura, que desta forma vão se caracterizar por tendências à erosão ou à não-acumulação.

Quando as frentes de onda se aproximam paralelas à linha de costa, em presença de uma fonte pontual de sedimentos tal como uma desembocadura fluvial, o transporte longitudinal de sedimentos promovido pelas ondas irá redistribuir esta carga sedimentar para os dois lados da desembocadura (Figura 247A). Uma forma teórica cuspidata irá então caracterizar a desembocadura fluvial. Mais comumente as frentes de onda formam um ângulo com a linha de costa. Nesta situação o efluente fluvial irá atuar como um molhe hidráulico trapeando sedimentos transportados pela deriva litorânea a barlamar da desembocadura do rio (Figura 247B). Este é o chamado "Efeito de Molhe" (Dominguez, Bittencourt & Martin 1983, Martin et al. 1985, Dominguez 1990). Zenkovitch (1967) relatou este fenômeno para as desembocaduras fluviais ao longo da costa do Mar Negro. Komar (1973) usando modelos de simulação por computadores também concluiu que rios atuam como uma barreira ao transporte litorâneo de sedimentos, se comportando efetivamente como um molhe. Nesta situação o lado da desembocadura situado a sotamar será alimentado exclusivamente pelos sedimentos de origem fluvial. Por causa do efeito de molhe, diferentes modos de progradação irão caracterizar os dois lados da desembocadura fluvial. No lado situado a barlamar, alimentado pela deriva litorânea, a linha de costa avança continuamente. O resultado é um lençol de areia contínuo capeado por cordões litorâneos. No lado situado a sotamar, a progradação tem lugar através do retrabalhamento e incorporação dos sedimentos que compõem a barra de desembocadura do rio. Estes sedimentos são retrabalhados por ondas dando origem a pontais arenosas enraizados no lado de sotamar da desembocadura. Estas ilhas e pontais arenosos protegem pequenas lagunas, onde sedimentos com granulação fina se acumulam. O resultado final é uma sucessão de corpos de areia lineares separados por zonas baixas ocupadas por manguezais. Estas diferenças nos modos de progradação tem sido observadas na desembocadura de todos os grandes rios que deságuam na costa leste-nordeste do Brasil (Dominguez, Bittencourt & Martin 1983). Portanto, nas planícies costeiras associadas a estas desembocaduras, a linha de costa avança através da incorporação de sedimentos oriundos de duas fontes: (i) aqueles aportados pela deriva litorânea de sedimentos gerada pela aproximação oblíqua das ondas (alimentação longitudinal), os quais se acumulam a barlamar da desembocadura e (ii) aqueles aportados pelo rio (alimentação transversal) os quais se acumulam a sotamar.

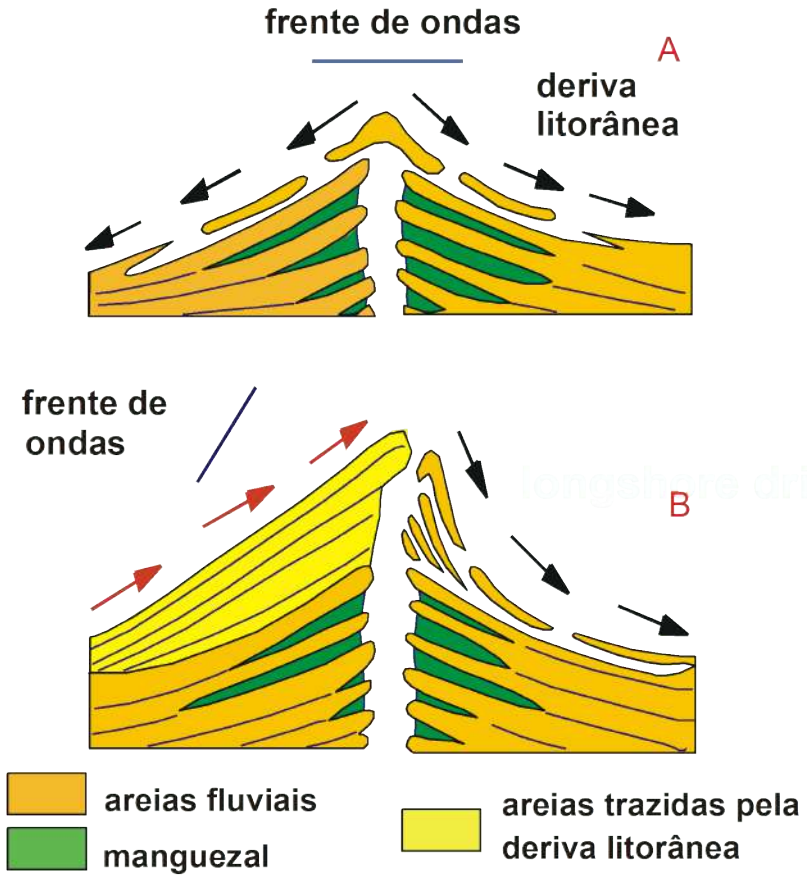


Figura 247: Dinâmica de desembocaduras fluviais em ambientes dominados por ondas. A: as frentes de onda se aproximam paralelas à linha de costa. B: as frentes de onda se aproximam obliquamente à linha de costa (modificado de Dominguez 1990)

Uma forte deriva litorânea pode forçar uma migração intermitente da desembocadura no sentido de sotamar (Martin, Flexor & Suguio 1984, Martin et al. 1984, Dominguez 1990). A Figura 101 ilustra o mecanismo envolvido nessa migração. Durante períodos de alta descarga fluvial, o rio se comporta efetivamente como um molhe hidráulico interrompendo a deriva litorânea de sedimentos. A linha de costa na porção da planície costeira situada a barlamar da desembocadura prograda (Figura 248A). Durante períodos de baixa descarga fluvial ou estiagem, o "Efeito de Molhe" do rio é menos efetivo. A linha de costa à barlamar da desembocadura irá então experimentar erosão. Os sedimentos erodidos serão modelados em um esporão arenoso, que obstrui parcialmente a desembocadura fluvial, forçando-a a ocupar uma nova posição ligeiramente a sotamar (Figura 248B). No próximo período de descarga elevada, o efluente fluvial irá novamente atuar como um molhe, interrompendo a

deriva litorânea de sedimentos. Em conseqüência, a progradação será retomada na porção da planície costeira situada a barlamar da desembocadura (Figura 105C). A repetição desses processos resultará em um padrão escalonado com truncamentos erosivos, para os cordões litorâneos situados a barlamar da desembocadura fluvial (Figura 105C).

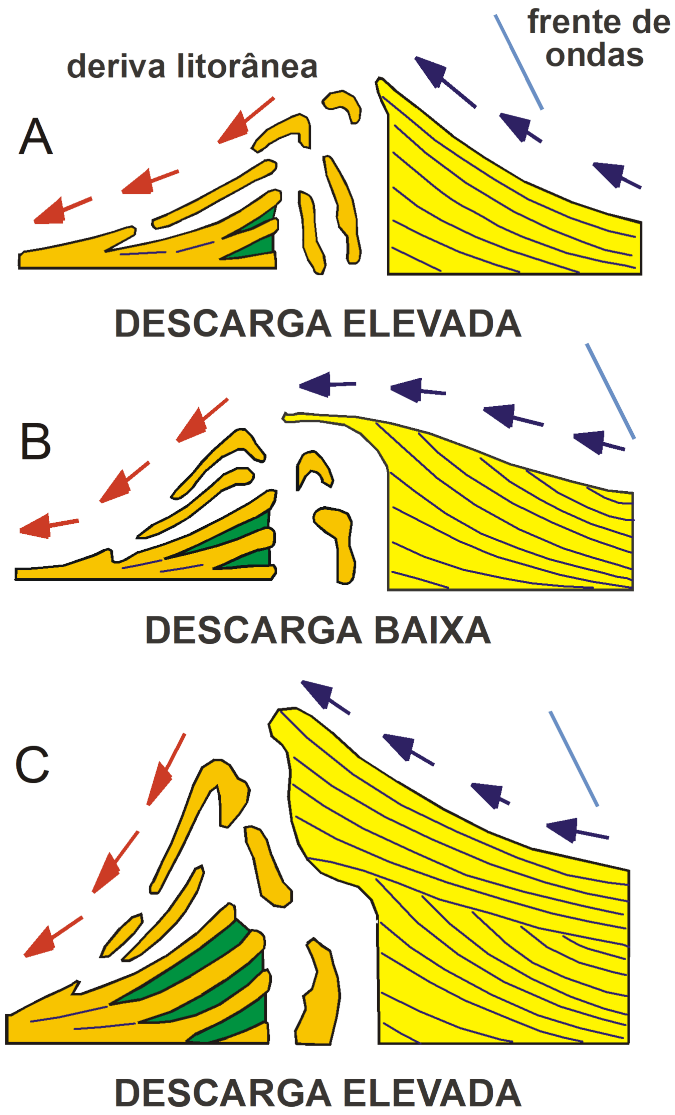


Figura 248: Esquema mostrando os principais processos envolvidos na migração intermitente de uma desembocadura fluvial. Ver texto para detalhes (segundo Dominguez 1990)

Em situações de rios que apresentam caracteristicamente baixas vazões e em presença de um sentido dominante para a deriva litorânea, a desembocadura fluvial tende a migrar continuamente no sentido de sotamar (Figura 249). Nesta situação, a margem de barlamar da desembocadura atua na maioria das vezes, como uma armadilha capturando os sedimentos trazidos pela deriva litorânea. Isto faz com que ocorra um "offset" ou recuo na posição da linha de costa imediatamente a sotamar da desembocadura, devido ao déficit gerado pela captura de sedimentos no pontal (Figura 249). Adicionalmente, a captura de areia no pontal favorece uma extensão longitudinal do mesmo, que tende desta forma a obstruir a desembocadura. A diminuição na área da seção transversal da desembocadura provoca um aumento na velocidade de fluxo, o que resulta então em erosão da margem de sotamar da desembocadura fluvial, à semelhança do que ocorre no banco côncavo de um canal meandrante (Figura 249).

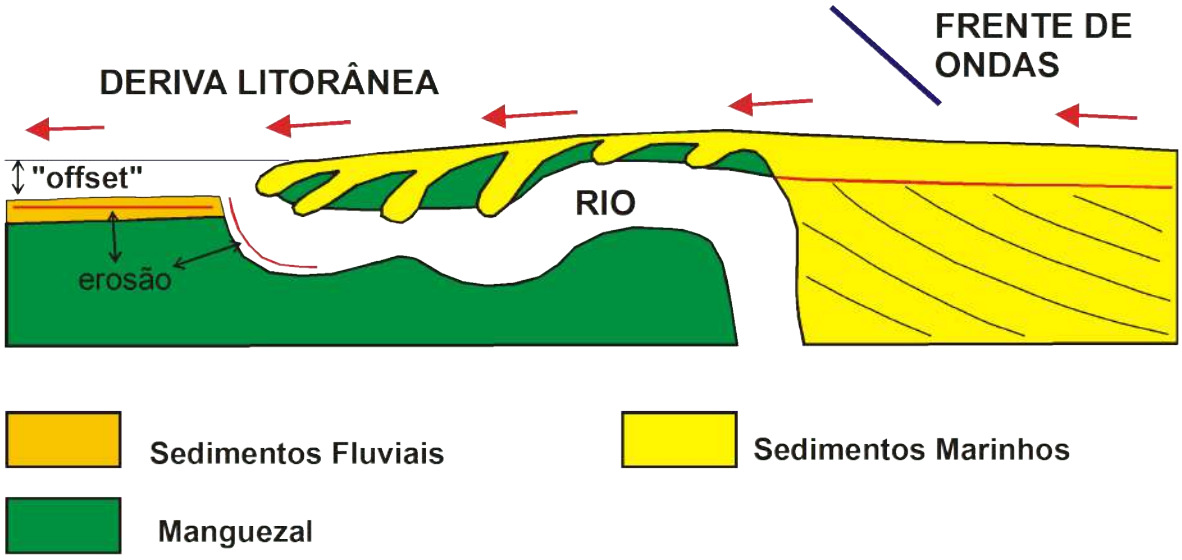


Figura 249: Diagrama ilustrando os principais aspectos envolvidos no processo de migração contínua da linha de costa em presença de uma deriva litorânea se caráter unidirecional (segundo Dominguez 1999).

6.4 DISPERSÃO DE SEDIMENTOS NA ZONA COSTEIRA DO PEI

6.4.1 DISPERSÃO DE SEDIMENTOS ARENOSOS AO LONGO DA LINHA DE COSTA DO PEI

A dispersão de sedimentos arenosos ao longo da linha de costa foi modelada utilizando como parâmetros de entrada os dados de estatística de ondas extraídos de Hogben & Lumb 1967, a batimetria contida na carta 1300 da Diretoria de Hidrografia e Navegação, e os procedimentos descritos em Bittencourt et al. (2000). Os resultados desta modelagem estão mostrados nas Figuras 246, 247, 248, 259 e 250.

A intensidade da deriva litorânea é diretamente proporcional ao quadrado da altura de onda e ao ângulo que as frentes de onda formam com a linha de costa na rebentação. Este ângulo,

por sua vez, é influenciado pelos padrões de refração sofridos pelas frentes de onda e pela orientação da linha de costa.

♦ **Ondas de NE:** a deriva litorânea associada a estas frentes de onda sofre uma intensificação de norte para sul na área de estudo, a medida que se afasta do Riacho Doce (Figura 107).

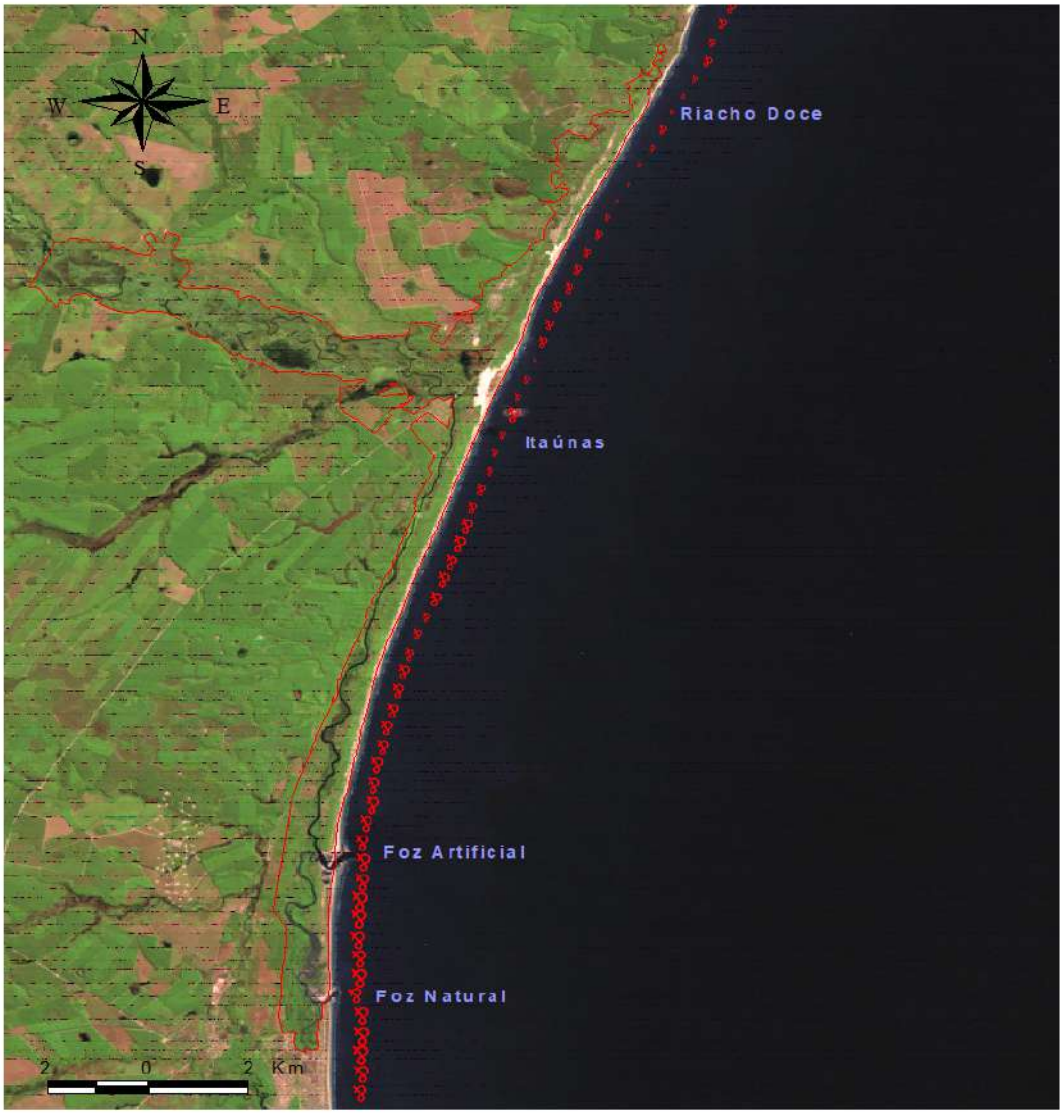


Figura 250 : Intensidade da deriva litorânea gerada pelas ondas de NE. O tamanho das setas é proporcional à intensidade da deriva. A imagem de satélite é de 21 de abril de 2001.

- **Ondas de E:** o sentido da deriva litorânea varia ao longo da linha de costa. Do limite norte do Parque até a foz artificial esta deriva é orientada predominantemente para sul. A partir daí o sentido da deriva se inverte com sua intensidade aumentando no sentido de Conceição da Barra (Figura 251).

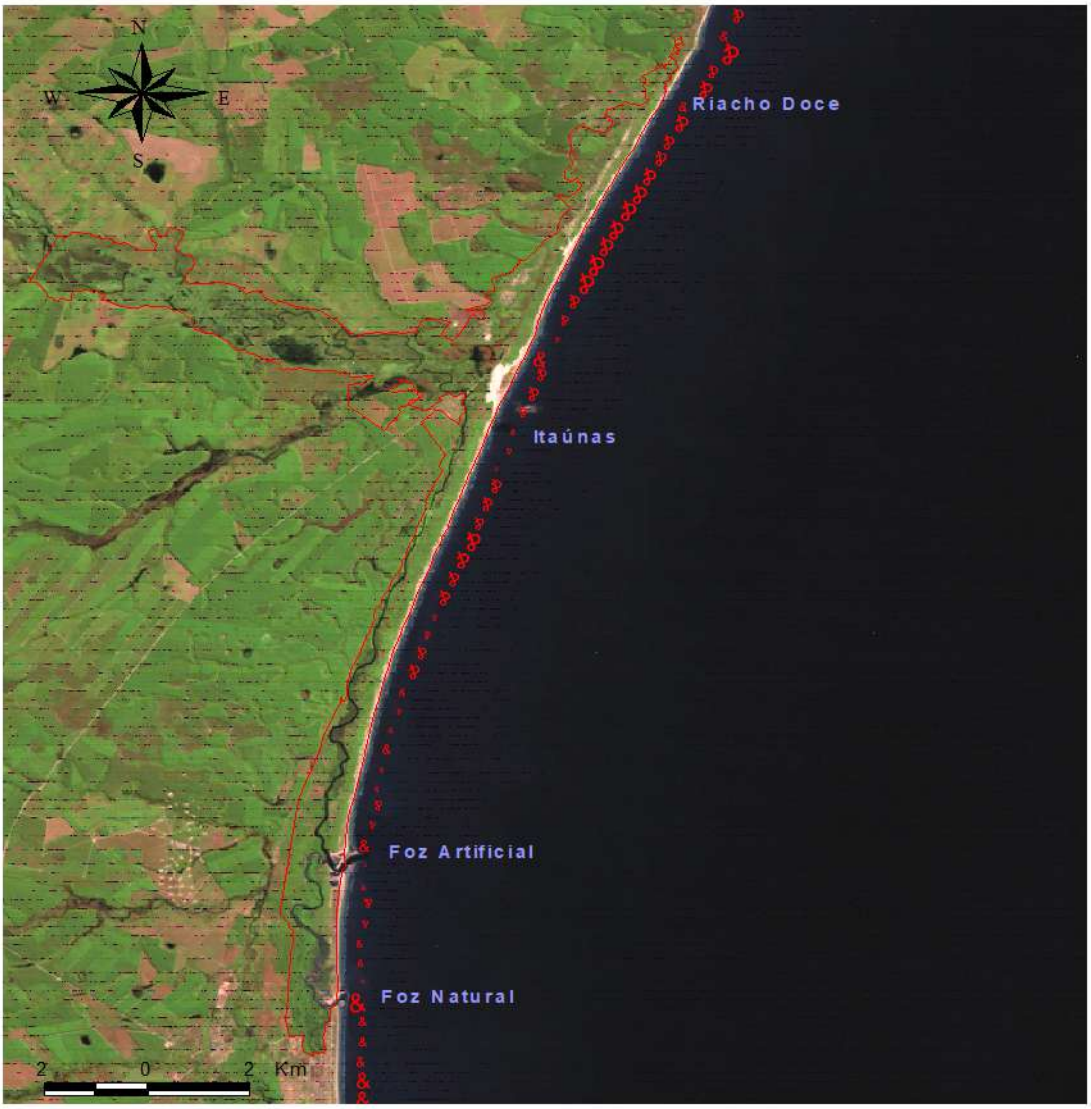


Figura 251: Intensidade da deriva litorânea gerada pelas ondas de E. O tamanho da seta é proporcional à intensidade da deriva. A imagem de satélite é de 21 de abril de 2001

- **Ondas de SE:** o sentido da deriva litorânea gerada por estas frentes de ondas é dominantemente para norte, com variações locais de intensidade (Figura 252).

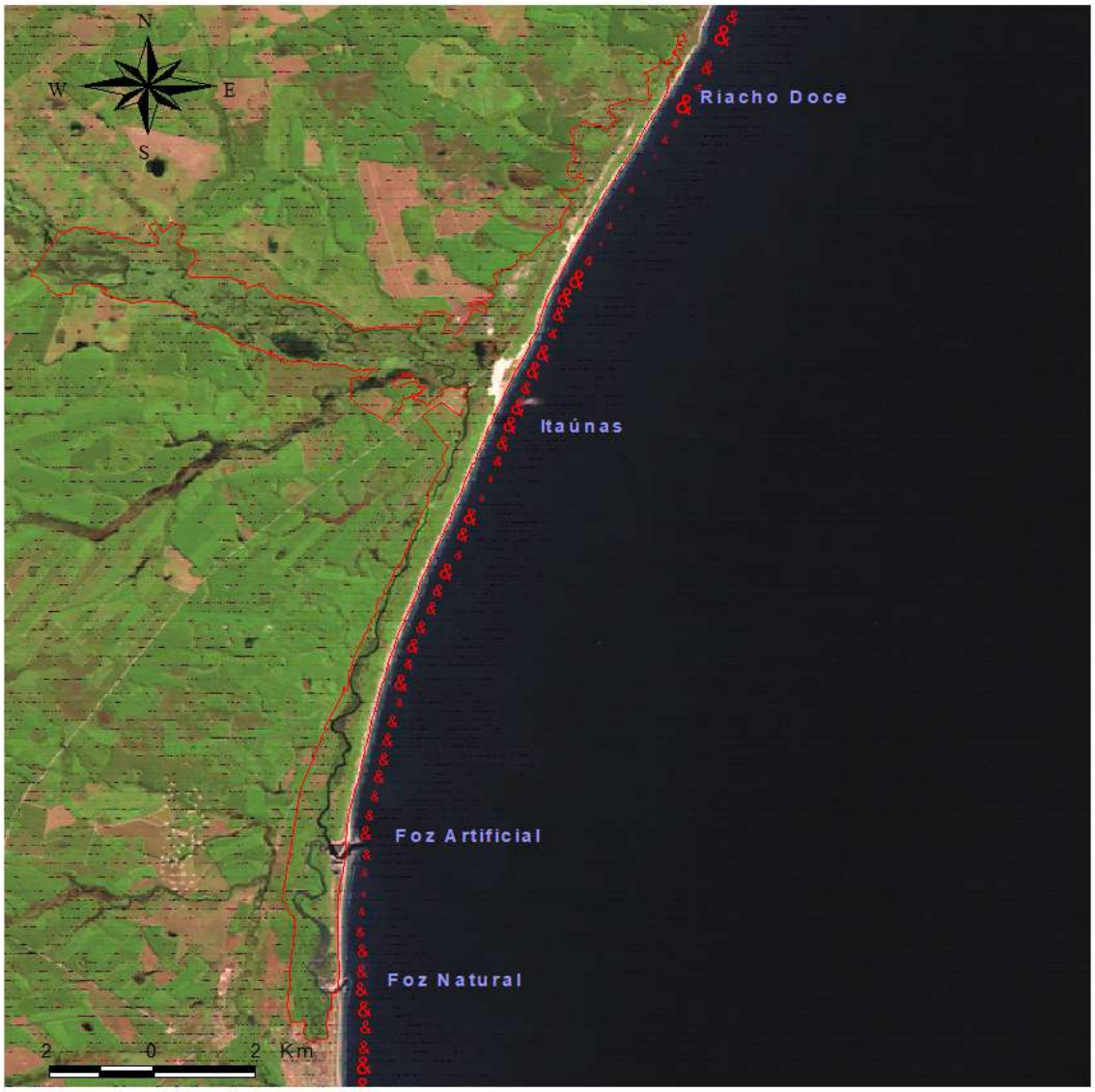


Figura 252: Intensidade da deriva litorânea gerada pelas ondas de SE. O tamanho das setas é proporcional à intensidade da deriva. A imagem de satélite é de 21 de abril de 2001.

- **Ondas de SSE:** o sentido dominante da deriva é também para norte, sendo que suas menores intensidades estão associadas ao trecho situado entre as desembocaduras natural e artificial do rio Itaúnas (Figura 253).

Figura 253: Intensidade da deriva litorânea gerada pelas ondas de SSE. O tamanho das setas é proporcional à intensidade da deriva. A imagem de satélite é de 21 de abril de 2001.

A deriva efetiva calculada mostra um certo equilíbrio não ocorrendo uma dominância para sul ou para norte (Figura 254A). Como será discutido mais adiante, este aspecto está diretamente refletido no fato de que a foz artificial do rio Itaúnas, desde a sua abertura em 1982, permaneceu aproximadamente na mesma posição.