PDS_LITORAL

PDS LITORAL

Plano para o Desenvolvimento Sustentável do Litoral do Paraná

PRODUTO: 6 RELATÓRIO DE CONTEXTUALIZAÇÃO FINAL (R.C.F.)

3 **VOLUME 3 – ASPECTOS AMBIENTAIS**

DATA: 01/03/2019

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ · THE WORLD BANK IBRD • IDA | WORLD BANK GROUP · BARCELONABRASILGROUP · Mcrit · hidria ciencia, ambiente y desarrollo · Quanta CONSULTORIA

APRESENTAÇÃO

Este documento integra a parte 3 do **Produto 6: Relatório de Contextualização Final (R.C.F),** no qual é apresentado o resultado da compilação do Relatório de Contextualização Inicial (R.C.I.), do Relatório de Atividade 02: Oficinas de Contextualização e Relatório de Contextualização Consolidado (RA02) e das contribuições recebidas durante as audiências públicas de contextualização.

Curitiba, março de 2019.

PDS_LITORAL

SUMÁRIO – VOLUME 3

SUMÁRIO – VOLUME 3 3

ÍNDICE DE QUADROS 8

ÍNDICE DE FIGURAS 11

4 AMBIENTAL 15

4.1 CLIMA, GEOMORFOLOGIA E SOLO 15

4.1.1 Geologia do litoral do Paraná 15

4.1.1.1 Unidades geológicas 15

4.1.1.2 Potencial mineiro 19

4.1.1.3 Riscos geológicos e movimentos de massa 24

4.2 Edafologia e tipos de solo 28

4.2.1 Caracterização do solo 30

4.2.2 Capacidade de absorção do solo (coeficiente de percolação) 42

4.2.3 Mudanças e implicações ambientais no solo 54

4.2.3.1 Os portos e questões ambientais 54

4.2.3.2 Conservação da natureza 63

4.2.3.3 Pesca, Agricultura e questões ambientais 67

4.2.3.4 Turismo de veraneio e questões ambientais 68

4.2.3.5 Impacto dos processos de ocupação e tendências demográficas 70

4.3. Estabilidade e riscos geotécnicos diante da ocupação do litoral e identificação de áreas de risco 73

4.4 Morfologia da costa paranaense 81

4.4.1 Unidades morfoestruturais 81

4.4.2 Tipos de costa 83

4.4.3 Setorização costeira 85
4.4.4 Complexo estuarino de Paranaguá 87
4.4.5 Faixa costeira de Pontal do Paraná, Matinhos e Guaratuba 90
4.4.6 Baía de Guaratuba 96
4.4.7 Caracterização sedimentológica e morfodinâmica das diferentes áreas de praias 101
4.4.7.1 Sedimentos costeiros 101
4.4.7.2 Morfodinâmica de praias 101
4.4.7.3 Praias oceânicas 102
4.5 HIDROGRAFIA E HIDROLOGIA 108
4.5.1 Caracterização da Bacia Hidrográfica Litorânea 110
4.5.2 Recursos hídricos para abastecimento público 118
4.5.2.1 Quantidade e qualidade dos recursos hídricos 118
4.5.2.2 Demanda e utilização dos Recursos Hídricos 124
4.5.3 Sistemas de abastecimento e tratamento de esgoto 130
4.5.4 Riscos e ameaças para os recursos hídricos 134
4.6 METEOROLOGIA 136
4.6.1 Circulação Atmosférica 136
4.6.2 Temperatura e precipitação 143
4.6.2.1 Caracterização climática da região litorânea do Paraná 143
4.6.2.2 Temperatura 145
4.6.2.3 Precipitação 148
4.6.2.4 Considerações 151
4.6.3 Eventos críticos associados a anomalias de Precipitação 153

4.6.3.1 Inundações, alagamentos e enxurradas 153
4.6.3.2 Registros de eventos da Defesa Civil do Paraná 154
4.6.3.3 Atlas de Vulnerabilidade a Inundações (MMA; ANA, 2014) 157
4.6.3.4 Águas de Março 165
4.6.4 Vento 167
4.7 CLIMA MARÍTIMO 167
4.7.1 Informações utilizadas 167
4.7.1.1 Informação das ondas 167
4.7.1.2 Informação do nível do mar utilizada 169
4.7.2 Descrição das correntes marinhas 170
4.7.2.1 A circulação de larga-escala para a região oeste do Atlântico Sul 170
4.7.2.2 Correntes litorâneas 170
4.7.3 Caracterização do regime do fluxo das ondas 171
4.7.3.1 Estatísticas das ondas na costa. 171
4.7.3.2 Caracterização do regime do fluxo das ondas 174
4.7.3.3 Caracterização do nível do mar 182
4.7.3.4 Cotas de inundação 182
4.7.4 Efeitos da mudança climática na costa 184
4.7.4.1 Mudanças nas dinâmicas marinhas 184
4.7.4.2 Vulnerabilidade costeira e efeitos sobre as infraestruturas portuárias e de habitação 189
4.8 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E PROTEÇÃO DOS ESPAÇOS NATURAIS 194
4.8.1 Organização do Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC) 194

4.8.2 Mapeamento e Diagnóstico das UC Públicas Federais, Estaduais e Municipais do Litoral do Paraná 200

4.8.3 Manejo das UC e regulação fundiária 206

..... 217

4.8.4 Infraestrutura das Unidades de Conservação 218

4.8.5 As UC Privadas (RPPN) Federais e Estaduais do Litoral do Paraná 223

4.8.6 Unidades de Conservação e Parques Municipais 233

4.8.6.1 UC do Município de Antonina 234

4.8.6.2 UC e Parques no município de Guaraqueçaba 235

4.8.6.3 UC e Parques no Município de Guaratuba 237

4.8.6.4 UC e Parques do Município de Matinhos 239

4.8.6.5 UC e Parques do Município de Morretes 241

4.8.6.6 UC e Parques no Município de Paranaguá 242

4.8.6.7 UC e Parques do Município de Pontal do Paraná 243

4.8.7 Problemáticas e conflitos na gestão das UC 246

4.8.8 Potencialidades para a melhora da conservação nas áreas protegidas do litoral do Paraná 251

4.9 ÁREAS ÚMIDAS E AMBIENTES HIDROMÓRFICOS 254

4.10 BIODIVERSIDADE DE FAUNA E FLORA DO LITORAL 260

4.10.1 Biodiversidade de flora e ecossistemas mais relevantes do litoral do Paraná 260

4.10.1.1 A floresta ombrófila densa (Mata Atlântica) 261

4.10.1.2 Floresta ombrófila densa aluvial 267

4.10.1.3 Formações pioneiras com influência marinha e fluvio-marinha (manguezais e comunidades aluviais) 267

4.10.2 Espécies ameaçadas da flora e proteção dos ecossistemas prioritários pela legislação 316

4.10.3 Biodiversidade de fauna 321

4.10.3.1 A mastofauna 324

4.10.3.2 A avifauna 332

4.10.3.3 A herpetofauna 341

4.10.3.4 Ictiofauna e carcinofauna 348

4.11 ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO E CORREDORES ECOLÓGICOS .. 350

4.12 ÁREAS DE RISCO 357

4.12.1 Identificação de ameaças e vulnerabilidades, forças e oportunidades decorrentes dos riscos ambientais 357

4.12.1.1 Movimentos em massa e riscos de inundação 357

4.12.1.2 Riscos decorrentes das mudanças nos usos do solo 359

4.12.1.3 Riscos relacionados aos recursos hídricos 361

4.12.1.4 Riscos e oportunidades das Unidades de Conservação e áreas naturais protegidas 362

4.12.1.5 Áreas de risco para a ocupação humana e o desenvolvimento de infraestruturas 364

ANEXO I 365

INTRODUÇÃO 367

JUSTIFICATIVA 368

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO 369

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1: Direitos minerários e sua fase de tramitação, no litoral do Paraná em abril 2018..... 20
Quadro 2: Resumo de substâncias minerais na fase de lavra no litoral do Paraná 22
Quadro 3: Principais fatores deflagradores de movimento de massa 25
Quadro 4: Classificação dos graus de risco a inundação 26
Quadro 5: Tipos de solos presentes no litoral do Paraná e aptidão de uso 44
Quadro 6: Tipos de solos presentes no litoral do Paraná, aptidão de uso e classificação hidrológica 47
Quadro 7: Identificação de aspectos ambientais e impactos derivados da atividade dos portos do Paraná. 58
Quadro 8: Reclassificação simplificada por tipo de costa para o setor da região litorânea paranaense correspondente ao complexo estuarino de Paranaguá 90
Quadro 9: Reclassificação simplificada por tipo de costa para o setor da região litorânea paranaense correspondente ao arco praial de Pontal do Sul – Ponta de Matinhos..... 96
Quadro 10: Reclassificação simplificada por tipo de costa para o setor da região litorânea paranaense correspondente a Baía de Guaratuba..... 99
Quadro 11: Parâmetros morfodinâmicos das praias dominadas por ondas do Paraná. 104
Quadro 12: Parâmetros morfodinâmicos das praias estuarinas do Paraná modificadas pela maré..... 106
Quadro 13: Resumo das principais características das Unidades Aquíferas da Bacia Hidrográfica do Litoral do Paraná..... 113
Quadro 14: Vazões de curva de 95% de permanência e vazão mínima e estiagem de 7 dias e 10 anos e tempo de recorrência. 119
Quadro 15: Parâmetros físico-químicos de qualidade da água, segundo os valores históricos compilados pena COBRAPE para o Plano de Bacia da BHL. 122
Quadro 16: Principais mananciais e pontos de captação de água de abastecimento nos municípios do litoral do Paraná. 131

Quadro 17: Troposfera 139
Quadro 18: Características dos principais fenômenos atmosféricos que ocorrem no Brasil 142
Quadro 19: Características das estações meteorológicas utilizados para a caracterização do clima da região litorânea do Estado do Paraná de acordo com o documento Zoneamento ecológico-econômico do estado do Paraná – litoral, Curitiba 2016. 144
Quadro 20: Precipitação acumulada em milímetros (mm) no litoral do Paraná que desencadeou os eventos de 2011. 165
Quadro 21: Categorias de Unidades de Conservação dos Sistemas Nacional e Estadual de Unidades de Conservação 198
Quadro 22: Unidades de Conservação Federais e Estaduais do Litoral do Paraná segundo nível de gestão e categoria de manejo 202
Quadro 23: Informações sobre a gestão e valores das UC do litoral do Paraná 210
Quadro 24: Informações sobre as infraestruturas das UC federais do litoral do Paraná 219
Quadro 25: Listagem de Unidades de Conservação Particulares do Litoral do Paraná. 225
Quadro 26: Reservas Particulares do Patrimônio Natural com Plano de Manejo publicado 229
Quadro 27: Unidades de Conservação Municipais do Litoral do Paraná 233
Quadro 27: Matriz resumo dos riscos internos e externos associados aos fatores ambientais e sociais que afetam a conservação futura das áreas protegidas no litoral do Paraná. 250
Quadro 28: Exemplos de espécies de flora ameaçada do litoral do Paraná 319
Quadro 1: Critérios e indicadores considerados para a análise do grau de conservação dos remanescentes florestais no litoral do Paraná 371
Quadro 2: Indicadores e atributos considerados para a avaliação do grau de conservação e prioridade para a conservação dos remanescentes da Mata Atlântica no Litoral do Paraná 376

Quadro 3. Classificação atribuída ao grau de conservação dos remanescentes florestais no litoral do Paraná..... 378

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Polígonos de direitos minerários do litoral do Paraná 21
Figura 2: Deslizamentos Contabilizados pelas Defesas Civis e Grau de Risco 27
Figura 3: Cambissolo háplico (esquerda); paisagem de ocorrência do cambissolo háplico 32
Figura 4: Espodossolo Ferrihumilúvico Órtico típico (esquerda); paisagem e cobertura vegetal de restinga sobre Espodossolos (direita). 33
Figura 5: Gleissolo tiomórfico húmico (esquerda); paisagem e cobertura vegetal sobre solos da classe dos Gleissolos (direita). 36
Figura 6: Perfil de um Argissolo Vermelho (esquerda), foto: João Roberto Correia; perfil de Neossolo Quartzarênico Órtico típico (direita),..... 40
Figura 7: Perfil de umidade e infiltração no solo..... 42
Figura 8: Gráfico de determinação do coeficiente de percolação 43
Figura 9: Proposta de zoneamento e ocupação para o Complexo Portuário do Pontal do Paraná 62
Figura 10: Classificação da costa paranaense de acordo com a estabilidade determinada por Ângulo (1993). 75
Figura 11: Fenômenos de erosão acontecidos na Praia de Matinhos devido à ocupação da costa (esquerda); projeto de recuperação da orla costeira de Matinhos e engorda da praia (direita). 78
Figura 12: Acima: praia de O Vao (Galiza, Espanha) restauração do sistema dunar anteriormente degradado pela construção de infraestruturas permitiu o crescimento da população de *Ammophila arenaria*, uma gramínea protegida pela legislação europeia; abaixo: praia de Jurerê (Florianópolis, Brasil), construção de acesso de madeira melhora a acessibilidade e protege praia da fragmentação. 80
Figura 13: Regiões geográficas naturais do estado do Paraná..... 81
Figura 14: Tipos de costa identificados no setor da região litorânea paranaense correspondente ao complexo estuarino de Paranaguá..... 89

Figura 15: Tipos de costa identificados no setor da região litorânea paranaense correspondente ao arco praial de Pontal do Sul – Ponta de Matinhos. 95
Figura 16: Tipos de costa identificados no setor da região litorânea paranaense correspondente a Baía de Guaratuba 100
Figura 17: Localização das praias dominadas por ondas, modificadas pelas marés e transitórias do Estado de Paraná. 102
Figura 18: Perfis das praias Atami (a) e Cravelas (b) antes (Maio 25th, linha sólida) e depois (Junho 7th, linha pontilhada) de um evento de tempestade em Maio 2000. .. 108
Figura 19: Distribuição da demanda de uso do recurso hídrico por setores na Bacia Hidrográfica Litorânea do Paraná. 125
Figura 20: Estações de tratamento do esgoto de Paranaguá inauguradas em 2014, com sistema de tratamento baseado em lodos ativados 133
Figura 21: Sistemas Atmosféricos e as suas respectivas localizações na Baixa e Alta Troposfera 138
Figura 22: Atuação das massas de ar 138
Figura 23: Localização das estações meteorológicas no litoral do Paraná 145
Figura 24: Mapas de temperatura média máxima e mínimas anual e sazonal do litoral do Paraná. 147
Figura 25: Mapas precipitação pluviométrica média anual e sazonal do litoral do Paraná. 150
Figura 26: Mapas dos registros de eventos municipais sobre inundações e alagamentos e de enxurradas contabilizados pelas Defesas Civis do Estado de Paraná e de Santa Catarina. 156
Figura 27: Classificação de Risco a Inundação pela CPRM. 159
Figura 28: Resultados da validação da reanálise global do GOW para o ano de 2006 em Estaca de Bares (OPPE) 168
Figura 29: Localização do medidor de maré de Cananeia. 169
Figura 30: Representação esquemática do Giro subtropical do Atlântico Sul. 170
Figura 31: Regime de altura de onda média. 172

Figura 32: Regime médio de período de pico. 173
Figura 33: Estatístico de ondas Hs95. 173
Figura 34: Localização dos Pontos DOW analisados 174
Figura 35: PUNTO 1 176
Figura 36: PUNTO 2 178
Figura 37: PUNTO 3 180
Figura 38: Níveis de referência em Cananéia. 182
Figura 39: Níveis de inundação para um período de retorno de 50 anos 183
Figura 40: Variação de Hs média 185
Figura 41: Variação de Hs12 186
Figura 42: Variação de direção do fluxo médio 187
Figura 43: Variação de Nível Médio do Mar 188
Figura 44: Nível de inundação de comparação para um período de retorno de 50 anos - Previsão 2010 e 2040, respectivamente 190
Figura 45: Recuo devido ao aumento do nível do mar em 2040. 191
Figura 46: Aumento do rebase devido à variação das ondas em 2040. 193
Figura 47: Aumento do peso das peças de proteção devido à variação das ondas em 2040. 194
Figura 48: Proposta de criação do Parque Municipal Quitumbê, no Plano Diretor do Município de Guaraqueçaba. 237
Figura 49: Detalhe do Loteamento do Balneário Barra do Saí, Guaratuba. 239
Figura 50: Rede Municipal de Unidades de Conservação do Município de Matinhos. Propostas de Gestão Ambiental, Plano Diretor Participativo e de Desenvolvimento Integrado de Matinhos, 2006 240
Figura 51: Áreas prioritárias para a implantação de Parques Municipais e Urbanos no âmbito do Município de Paranaguá. 243
Figura 52: Mapa do Macrozoneamento Urbano, Anexo à Lei Complementar nº 008 de 28 de outubro de 2014 que “Dispõe sobre a instituição do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Pontal do Paraná, e dá outras providencias”. 245

Figura 53: Vegetação característica da Floresta Ombrófila Densa..... 262
Figura 54: Espécies que caracterizam o estrato herbáceo da Floresta Ombrófila Densa Submontana. Esquerda: xaxim (pteridófito arborescente); direta: caetés 265
Figura 55: Formações vegetais de influência fluvial presentes nas Reserva Natural do Morro da Mina. Esquerda: formação pioneira com influência fluvial herbácea (pirizal), no primeiro plano, e arbórea (caxetal), no segundo plano; direita: formação pioneira com influência fluvial arbórea, com dominância de guanandi (Calophyllum brasiliense) 267
Figura 56: Primatas ameaçadas com presencia registrada no litoral do Paraná. Esquerda: Bugio (Alouatta fusca clamitans), foto Dario Sanches; direita: mico-leão-de-cara-preta (Leonthopithecus caissara)..... 325
Figura 57: Mamíferos carnívoros presentes no litoral do Paraná. Esquerda: o felino ameaçado onça-pintada (Panthera onca), foto de Leonardo Ramos; direita: cachorro-do-mato (Cerdocyon thous) 327
Figura 58: Papagaio-de-cara-roxa (Amazona brasiliensis), uma das espécies de avifauna mais emblemáticas do litoral do Paraná, atualmente classificado como “vulnerável” pela Lista Vermelha de espécies ameaçadas da IUCN (2012). 336
Figura 59: Exemplos da biodiversidade de serpentes registradas no litoral do Paraná. Esquerda: jararaca (Bothrops jararaca), foto de Fernando Tatagiba; direita: coral verdadeira (Micrurus corallinus) 344
Figura 60: Mapeamento de áreas estratégicas prioritárias para a conservação da biodiversidade e corredores ecológicos do litoral do Paraná. 357

4 AMBIENTAL

4.1 CLIMA, GEOMORFOLOGIA E SOLO

4.1.1 Geologia do litoral do Paraná

4.1.1.1 Unidades geológicas

A evolução geológica da região litorânea transcorreu como resultado de processos tectônicos globais. Esses eventos ficaram registrados na geração de rochas metamórficas, abundantes rochas ígneas, vulcânicas, sedimentares e depósitos de sedimentos recentes. Conforme indicados pelos dados geocronológicos, os períodos de formação estendem-se de forma descontínua, desde a era geológica do Arqueano até os sedimentos depositados atualmente nos rios e regiões costeiras.

Dois domínios geológicos principais ocorrem no litoral do Paraná:

Rochas do embasamento ou Escudo

O Escudo Paranaense constitui as porções mais antigas e elevadas do Estado. Sua área de exposição abrange todo o Primeiro Planalto e o Litoral. Formado por rochas cristalinas, ígneas e metamórficas, da Plataforma Sul-Americana com idades variando do Arqueano (2,6 bilhões de anos) ao Paleozoico Inferior (450 milhões de anos), é parcialmente recoberta por sedimentos recentes e sofreu intrusão de rochas básicas no Mesozoico. As rochas mais antigas, de alto grau metamórfico (granulitos), afloram na porção sudeste, próximo ao litoral e as de baixo grau na porção norte-noroeste. No Proterozoico e Cambriano, e início do Paleozoico, manifestações magmáticas originaram as rochas granitoides. No Mesozoico ocorreram intrusões de rochas carbonatíticas, alcalinas e básicas.

Cobertura sedimentar cenozoica

A cobertura sedimentar cenozoica é constituída, principalmente, por sedimentos de origens continental e costeira. Dentre os primeiros, destacam-se os sedimentos associados a encostas, tais como leques, tálus, colúvios e sedimentos fluviais (ANGULO,

1992b). Os depósitos continentais incluem a unidade que recebera denominação estratigráfica formal: a Formação Alexandra (Bigarella et al. 1959). Os sedimentos costeiros pertencem a dois tipos de sistema principais: o de planície costeira com cordões litorâneos, e o estuarino. Ambos são representados tanto por ambientes antigos formados durante períodos em que o mar tinha níveis relativos mais altos que o atual, como por ambientes atuais, tais como praias, planícies de maré, deltas de maré e dunas frontais (ANGULO, 1992b, 2002).

Compartimentação dos grandes domínios geológicos litorâneos.

Em referência aos trabalhos do Instituto de Terras, Cartografia e Geociências (ITCG) Paranaense para o Zoneamento Ecológico - Econômico do Estado na porção litorânea (ITCG, 2016), a compartimentação dos grandes domínios geológicos conforme o mapa geológico da região dá origem às seguintes nove unidades geológicas litorais:

- Complexo Luís Alves
- Complexo Atuba
- Cinturão Granítico Piên-Mandirituba
- Domínio Paranaguá
- Suíte Granítica Alcalina Serra do Mar
- Bacia Vulcano-Sedimentar Guaratubinha
- Intrusivas Básicas - Formação Serra Geral
- Formação Alexandra
- Sedimentos Recentes

Considerando os terrenos mais antigos, arqueanos e paleoproterozoicos, têm-se os Complexos Luís Alves, Atuba e São Francisco do Sul (Domínio Paranaguá). No quadro

seguinte é apresentado a listagem das unidades geológicas do litoral do Paraná juntamente com uma breve descrição deles. O mapa a seguir mostra a localização.

Mapa Geológico

Legenda

- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Malha Ferroviária
- Massa de Água

Limite de Estados

- Paraná
- Santa Catarina
- São Paulo

PLANO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO LITORAL DO PARANÁ

PDS_LITORAL

N

10 5 0 10 Km

DADOS TÉCNICOS:

MERIDIANO CENTRAL: 51° WGr
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 22S
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

FONTE DOS DADOS: RODOVIAS, FERROVIAS: PNLT (2017);
LIMITES MUNICIPAIS, MASSA DE ÁGUA: ITCG (2015, 2018);
NOME MUNICIPIOS, LIMITES ESTADUAIS: IBGE (2015, 2016);
RELEVO SOMBREADO, INPE (2011); DADOS GEOLÓGICOS, ITCG (2018).

DATA: MAIO - 18 ESC.: 1:400.000

4.1.1.2 Potencial mineiro

No Brasil, a mineração é uma atividade econômica regulada pela União por meio do Código de Minas e administrada pelo Departamento Nacional de Produção Mineral/DNPM, de acordo com a Constituição Federal.

A exploração e aproveitamento dos recursos minerais ocorre nos regimes de Licenciamento, Autorização de Pesquisa e Concessão de Lavra. A extração mineral sem o competente título oficial é crime e está sujeita a penas de reclusão e multa.

No regime de Autorização de Pesquisa e Concessão de Lavra o passo inicial do empreendedor é fazer um requerimento de pesquisa mineral ao DNPM. Nessa fase devem ser realizados trabalhos geológicos de avaliação do depósito mineral para caracterizar sua geometria, reservas de minério, teores, tipo da mineralização e outros aspectos. As áreas requeridas podem ter no máximo 2.000 ha, com prazo de dois a três anos para a realização da pesquisa. Sendo positivo o resultado e comprovada a viabilidade econômica, o minerador pode requerer a concessão de lavra à União.

O regime de aproveitamento por meio de licenciamento mineral é mais simplificado, devendo o empreendedor obter a anuência prévia da prefeitura municipal. A licença pode ser requerida por pessoa física ou jurídica, e o requerente deve ser o proprietário do solo ou obter do mesmo a autorização para a lavra. No regime de Licenciamento a área máxima não pode ultrapassar 50 ha e as substâncias passíveis de aproveitamento são as seguintes:

- Areias, cascalhos e saibros para construção civil e preparo de agregados e argamassas.
- Rochas e substâncias afins, para uso como paralelepípedos e guias
- Argilas para cerâmica vermelha.
- Rochas britadas (para construção) e calcários corretivos de solo agrícola.

Em todos os regimes de aproveitamento mineral é obrigatório o licenciamento ambiental. A Licença Prévia/LP deve ser emitida na fase de planejamento e viabilidade do empreendimento. A Licença de Instalação/LI será necessária no desenvolvimento da mina e instalações, incluindo a usina de beneficiamento e implantação dos projetos de controle ambiental. A Licença de Operação/LO acompanha a fase de lavra, beneficiamento e monitoramento dos sistemas de controle ambiental.

Segundo o DNPM, há 636 direitos minerários no litoral (SISTEMA DE CADASTRO MINEIRO DO DNPM. Disponível em: <https://sistemas.dnpm.gov.br>. Acesso em: abr. 2018.), atualizados constantemente em função da dinâmica de tramitação dos processos. No quadro seguinte encontra-se uma síntese dos processos e as respectivas fases de tramitação. O mapa da Figura 1 mostra a localização das áreas.

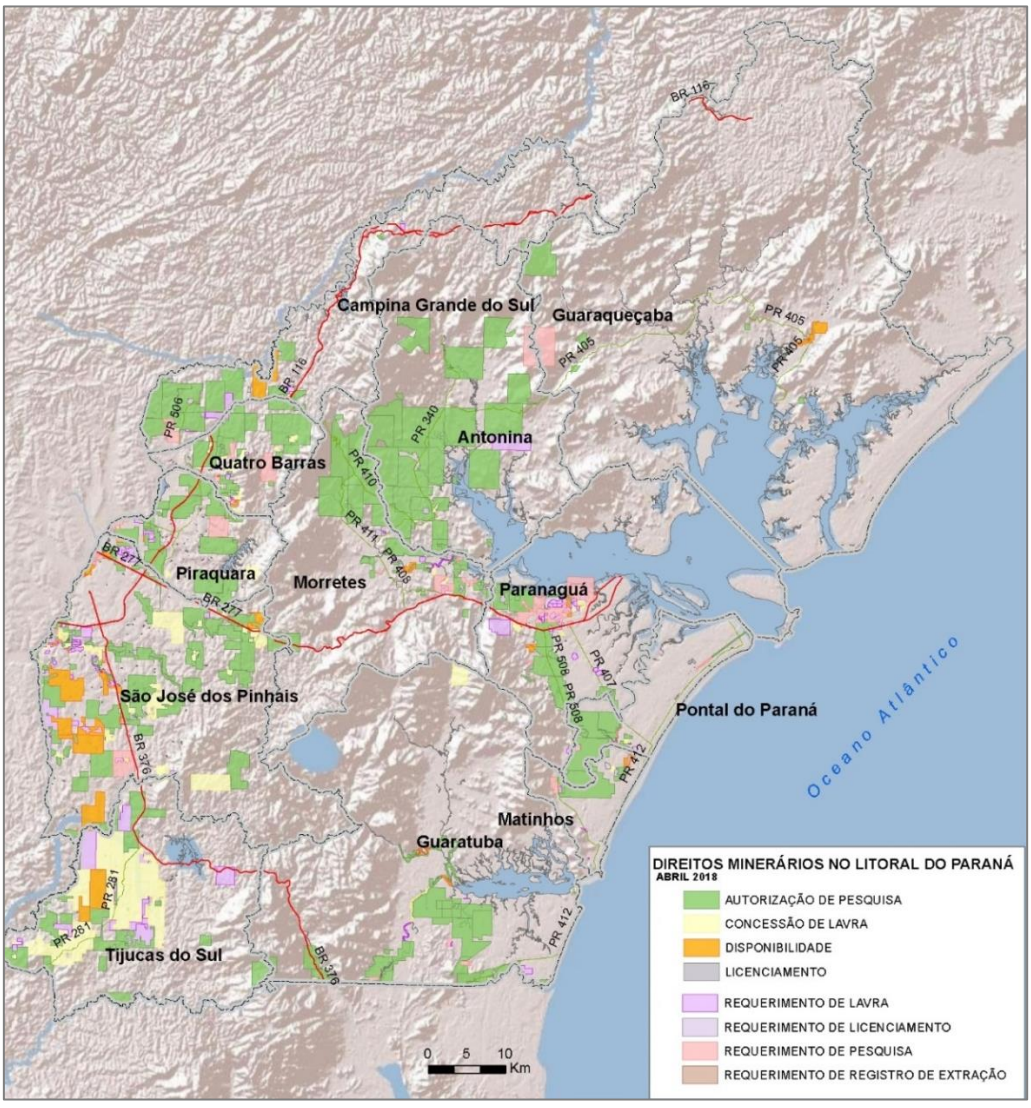
Quadro 1: Direitos minerários e sua fase de tramitação, no litoral do Paraná em abril 2018

Fase de tramitação	Total de Processo
Autorização de Pesquisa	284
Área em disponibilidade	34
Requerimento de Registro de Extração	1
Requerimento de Lavra	118
Requerimento de Licenciamento	16
Requerimento de Pesquisa	39
Licenciamento	29
Concessão de Lavra	115
Total	**636**

Fonte: DNMP, 2018

Os polígonos de direitos minerários cobrem 1.698,08 km², ou 12,28% da região litorânea, o que não reflete a área diretamente afetada, uma vez que somente os processos nas fases de concessão de lavra ou de licenciamento podem apresentar lavras em operação. Considerando apenas estes processos, os mesmos cobrem 20.247,82 hectares (0,3% do litoral), cuja distribuição pode ser observada na figura a seguir.

Figura 1: Polígonos de direitos minerários do litoral do Paraná



Fonte: SIGMINE, 2018

No tocante às substâncias minerais aproveitadas no litoral, as informações oficiais do DNPM indicam a produção dos bens relacionados no Quadro 2 a seguir, ficando evidente a destinação para construção civil e obras de infraestrutura.

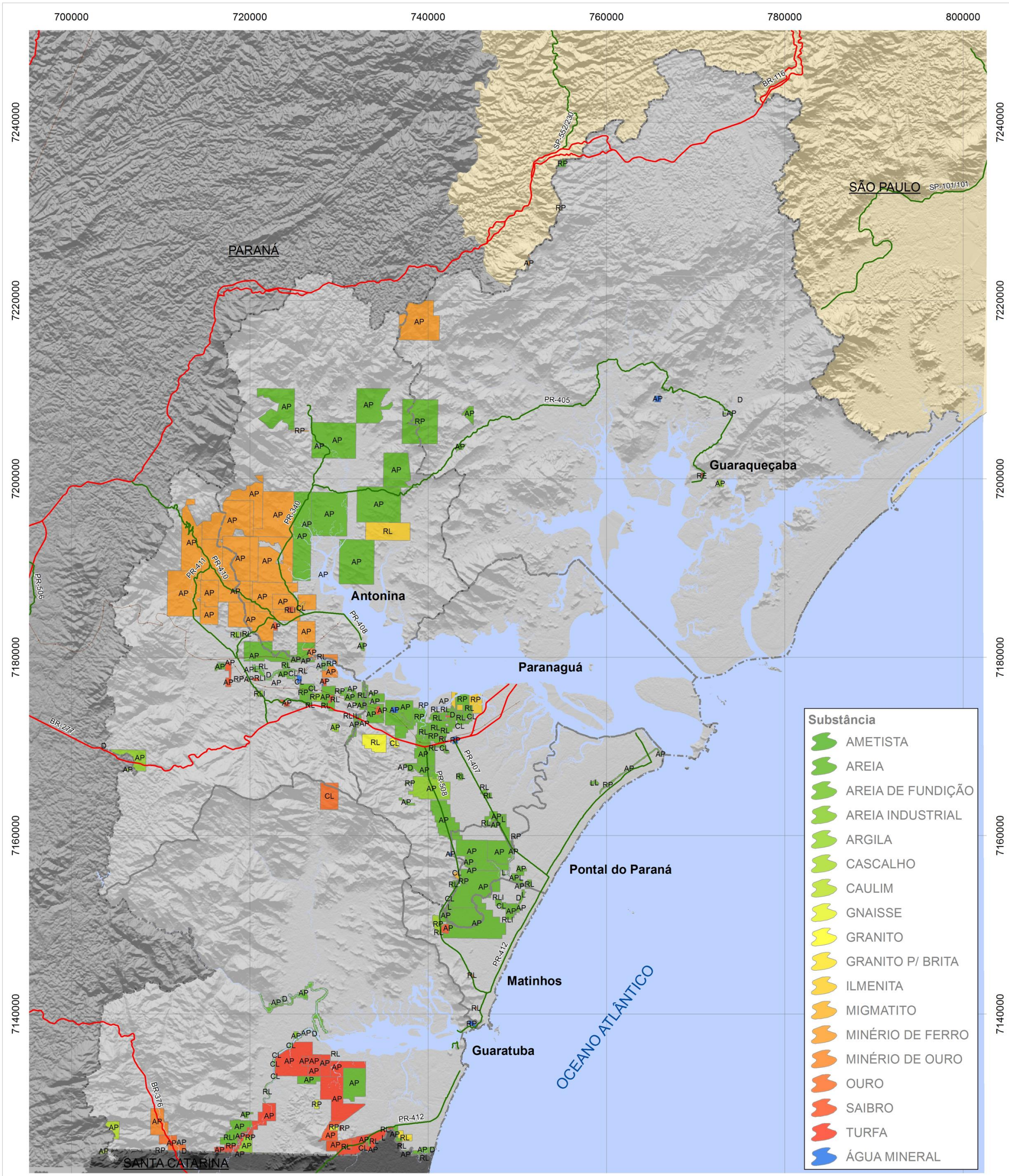
Quadro 2: Resumo de substâncias minerais na fase de lavra no litoral do Paraná

Concessão de Lavra **Substâncias Minerais**	**Total de Processo**
Água mineral	1
Areia	44
Argila	13
Granito	17
Migmatito	4
Ouro	1
Saibro	19
Riólito	2
Caulim	15
Calcário	1
Total	**117**

Fonte: DNMP, 2018.

Deve-se ressaltar que dentro do regime de aproveitamento mineral por meio de Autorização de Pesquisa de 282 processos ativos na região litoral do Paraná, 19 são para ferro nos municípios de Morretes e Antonina, principalmente, e 4 são para ouro, nos municípios de Antonina e Guaratuba.

Recursos Minerais



Legenda

- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Malha Ferroviária
- Massa de Água
- Limite dos Municípios da Área de Estudo

Limite de Estados

- Paraná
- Santa Catarina
- São Paulo

Fase do Processo:

AP - Autorização de Pesquisa
CL - Concessão de Lavra
D - Disponobilidade
L - Licenciamento
RE - Registro de Extração
RL - Requerimento de Lavra
RLI - Requerimento de Licenciamento
RP - Requerimento de Pesquisa

PLANO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO LITORAL DO PARANÁ

PDS_LITORAL

N

10 5 0 10 Km

DADOS TÉCNICOS:

MERIDIANO CENTRAL: 51° WGr
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 22S
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

FONTE DOS DADOS: RODOVIAS, FERROVIAS: PNLT (2017);
LIMITES MUNICIPAIS, MASSA DE ÁGUA: ITCG (2016);
SEDES MUNICIPAIS, LIMITES ESTADUAIS: IBGE (2015, 2016);
RELEVO SOMBREADO, INPE (2011).

DATA: ABRIL - 18 ESC.: 1:400.000

PARANA THE WORLD BANK BARCELONABRASILGROUP Mcrit hidria Quanta

4.1.1.3 Riscos geológicos e movimentos de massa

Os movimentos de massa são classificados como desastres naturais do tipo geológico, de acordo com a COBRADE. Segundo Terzaghi (1952), esses movimentos estão associados a deslocamentos rápidos de solo e rocha de uma encosta onde o centro de gravidade deste material se desloca para fora e para baixo desta feição. Os movimentos de massa estão relacionados a aspectos climáticos e hidrológicos, vegetação, à ação do homem relativa às formas de uso e ocupação do solo, bem como a condicionantes geológicos e geomorfológicos (TOMINAGA, 2007).

As causas dos movimentos de massa podem ser divididas em causa externas e internas. As externas são solicitações que provocam um aumento das tensões cisalhantes no maciço. Esse aumento pode estar relacionado ao aumento da declividade por processos erosivos ou escavações feitas pelo homem ou a deposição de material na parte superior das encostas (TERZAGHI, 1952). As internas estão relacionadas principalmente à presença de água, o que pode afetar a estabilidade da encosta. A água que se infiltra na encosta reduz as forças de contato entre as partículas de solo e, consequentemente, provoca uma redução da resistência disponível no maciço.

O quadro a seguir apresenta a ação desses fatores associados aos fenômenos deflagradores do movimento de massa.

Quadro 3: Principais fatores deflagradores de movimento de massa

Ação	Fatores	Fenômenos geológicos/antrópicos
Aumento da solicitação	Remoção de massa (lateral ou da base)	Erosão, escorregamentos, cortes
	Sobrecarga	Peso da água da chuva, neve, granizo etc. Acúmulo natural de material (depósitos) Peso da vegetação Construção de estruturas, aterros etc.
	Solicitações dinâmicas	Terremotos, ondas, vulcões etc. Explosões, tráfego, sismos induzidos
	Pressões laterais	Água em trincas, congelamento, material expansivo
Redução da resistência	Características inerentes ao material (geometria, estruturas)	Características geomecânicas do material, tensões
	Mudanças ou fatores variáveis	Intemperismo – redução da coesão e atrito Elevação do nível

Fonte: VARNES, 1978.

De acordo com o documento *Produto 06: eventos críticos do Plano da Bacia Hidrográfica Litorânea (BHL), 2017* a ocorrência dos movimentos de massa na região costeira do Paraná está associada, principalmente, à influência das chuvas, que conjugando a saturação do solo ao escoamento superficial e à declividade, eleva a probabilidade de ocorrência e o potencial impacto à população vulnerável, especialmente no entorno da Serra do Mar. Tais fatores foram agravados por intervenções realizadas pelo homem, como a ocupação desordenada, interferindo na drenagem dos terrenos inclinados, ocupando-se áreas naturalmente susceptíveis a deslizamentos.

O mapa a seguir mostra os dados históricos de eventos de movimentos de massa para o estado do Paraná a nível municipal registrados pelas Defesas Civis no período entre 1992 e 2016. Também o Grau de risco identificado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), conforme o diagnóstico feito no âmbito do projeto denominado "*Ação Emergencial para Reconhecimento de Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa, Enchente e Inundação*".

É importante notar que este projeto integra o Programa Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres, desenvolvido pela parceria dos Ministérios de Minas e Energia

(MME), da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e da Integração Nacional (MI), juntamente à Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral (SGM), ao Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e ao Departamento de Gestão Territorial (DEGET).

Para a caracterização das potenciais áreas de riscos aos processos de deslizamento, enxurradas, inundações e erosões nos municípios priorizados, foram inicialmente levantadas regiões de destaque por meio de visitas de campo em áreas com histórico ou de risco iminente, além do uso de imagens de satélite para identificar potenciais regiões vulneráveis. Posteriormente, as áreas levantadas foram classificadas conforme os critérios do Ministério das Cidades, e para aquelas com alto (R3) e muito alto (R4) graus de risco, foram confeccionadas pranchas de caracterização.

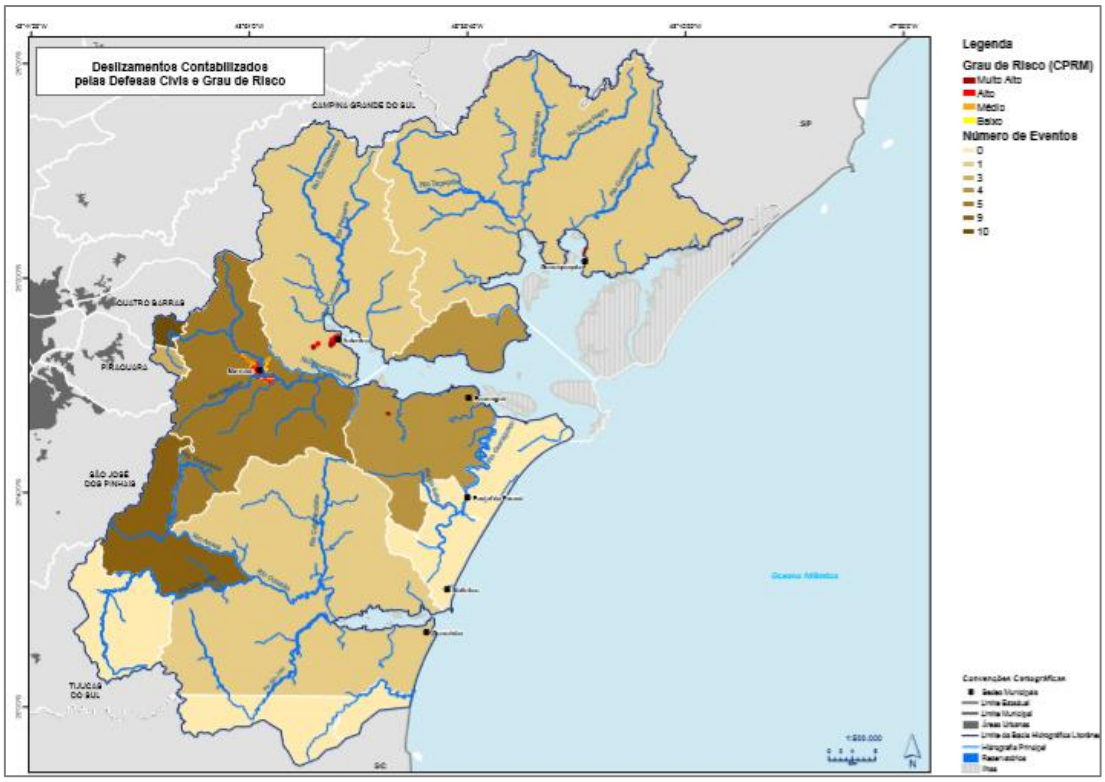
Quadro 4: Classificação dos graus de risco a inundação

Nível de risco	Características
R1 BAIXO	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com baixo potencial de causar danos e baixa frequência de ocorrência (sem registros de ocorrência nos últimos 5 anos).
R2 MÉDIO	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com médio potencial de causar danos e média frequência de ocorrência (1 ocorrência significativa nos últimos 5 anos).
R3 ALTO	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com médio potencial de causar danos e média frequência de ocorrência (1 ocorrência significativa nos últimos 5 anos), envolvendo moradias de alta vulnerabilidade.
R4 MUITO ALTO	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com alto potencial de causar danos e alta frequência de ocorrência (pelo menos 3 ocorrências significativas nos últimos 5 anos), envolvendo moradias de alta vulnerabilidade.

Fonte: MME, 2015

O projeto foi executado em 821 municípios brasileiros prioritários. No Estado do Paraná foram analisados 41 municípios, sendo que 7 destes são contemplados pela BHL. Todas as informações produzidas foram disponibilizadas ao Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) e ao Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD).

Figura 2: Deslizamentos Contabilizados pelas Defesas Civis e Grau de Risco



Fonte: AGUASPARANÁ-COBRAPE, 2017

Morretes e Paranaguá são os municípios com maior número de registros, com 5 e 4 eventos, respectivamente. Em Paranaguá, há uma extensão de serra denominada Serra da Prata, que inclusive promove sua delimitação sudoeste com Guaratuba, e representa o maior morro e declividade do município, com algumas ocupações antrópicas em sua base que não representam grandes riscos. Outra elevação maciça do município está na parte ao norte da baía, na divisa com Antonina e Guaraqueçaba, porém essa região não apresenta ocupações humanas em sua base, apenas em lugares mais planos.

A CPRM, em sua ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa, enchente e inundação, identificou um local de risco muito alto em Paranaguá, uma encosta com altura de 20 metros e inclinação de 50 a 80 graus, com blocos de rocha soltos e duas cicatrizes de deslizamento a 150 e 100 metros de distância de um conjunto de 27 casas, onde habitam 125 pessoas.

Em Morretes, o trabalho da CPRM englobou as áreas de risco de deslizamentos às de inundações e alagamentos, gerando um grande polígono que varia de alto a baixo risco, abrangendo boa parte da área urbanizada do município. Fora desse perímetro, ainda são observadas muitas ocupações antrópicas até o pé da Serra do Mar, onde a declividade aumenta consideravelmente junto ao risco de movimentos de massa. A ação da CPRM também identificou oito locais de risco em Antonina com potencial de atingir 56 moradias e 224 habitantes, sugerindo ações específicas nesses pontos, que vão da remoção de pessoas a obras de contenção.

Em Guaraqueçaba também foi identificado um local de alta declividade ocupado por 240 pessoas em 60 moradias, porém nesse caso a sugestão é um estudo específico para determinar a ação que deve ser tomada.

4.2 EDAFOLOGIA E TIPOS DE SOLO

A configuração geográfica do litoral paranaense provoca uma diversidade de ecossistemas, que incluem desde ambientes influenciados pela presença da floresta atlântica até os estuários das baías. Dentro dessa diversidade são identificadas duas grandes zonas, diferenciadas pela sua configuração geomorfológica, e as suas características físicas e bióticas:

Área montanhosa do litoral do Paraná

Constitui a área influenciada pelo domínio das formações da Serra do Mar, que atuam como imponente divisor entre o planalto e o litoral. Compostas por um conjunto de montanhas escarpadas com mais de 1.000 quilômetros, estas formações se estendem desde o Rio de Janeiro até o norte de Santa Catarina. Constituem um complexo geomorfológico antigo, que inclui depósitos sedimentares recentes formados de material procedente da erosão da própria Serra no quaternário.

Área de planície do litoral do Paraná

Influenciada pelas mudanças do nível relativo do mar, a planície do litoral do Paraná estende-se desde a base da Serra do Mar até linha de costa que marca o limite com o Oceano Atlântico. Tem um comprimento de aproximadamente 105 quilômetros e uma largura máxima em torno de 55 quilômetros na região da Baía de Paranaguá. A planície litorânea paranaense está profundamente recortada pelas baías de Paranaguá e Guaratuba. Em geral, a planície tem uma altitude inferior aos 20 m sobre o nível do mar, podendo chegar aos 30 m na parte interior, no município de Morretes, e a sua origem e características estão fortemente influenciadas pelas variações do nível do mar ocorridas ao longo do tempo.

A configuração atual do sistema natural da planície litorânea é uma resposta aos processos de embasamento cristalino e às variações do nível relativo do mar durante o período Quaternário. Estes resultaram nas planícies arenosas fluviais e marinhas de diferentes altitudes.

Dentro da área da planície litorânea podem-se distinguir dois compartimentos diferenciados: o mais próximo à Serra do Mar, formado principalmente por sedimentos mais argilosos, provenientes do desgaste das montanhas; e o mais próximo ao oceano, formado principalmente por sedimentos arenosos de origem marinha.

A seguir, são apresentados e caracterizados os tipos de solos e os usos predominantes do litoral do Paraná. Os primeiros são resultantes dos processos geológicos e geomorfológicos que deram origem às duas zonas geográficas mencionadas; os últimos são produtos fundamentalmente das transformações socioeconômicas que aconteceram ao longo da história nesta região e que gradualmente mudaram a maneira como as pessoas se relacionavam com o meio ambiente e os recursos naturais.

4.2.1 Caracterização do solo

As características dos solos são consequências da ação combinada de cinco fatores predominantemente: clima, material de origem, relevo, organismos vivos e tempo cronológico. Dentro destes fatores, o clima tem uma especial relevância na formação dos solos que caracterizam o litoral do Paraná. O clima predominante nesta região é classificado, segundo o sistema de Köeppen, como de tipo Cfa, subtropical úmido mesotérmico, com verão quente na planície costeira até os 700 m de altitude na Serra do Mar, e verão fresco nas partes mais elevadas da serra. Este clima chuvoso favorece o transporte e deposição de sedimentos provenientes da região montanhosa e da área marinha na planície costeira, resultando em diferentes tipos de solos, muitos destes com predomínio de texturas arenosas, pobres em nutrientes, de estrutura fraca, com baixa aptidão para os usos agrícolas em geral e alta instabilidade e vulnerabilidade à erosão.

Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2014), os solos do litoral paranaense podem se classificar nos grupos Cambissolos (representando 39,7% do total), Espodossolos (16,4%), Afloramentos de Rocha (16,4%), Gleissolos (13,6%), Argissolos (12,6%), Neossolos (0,9%), e outros tipos de solos (1,4%) (ITCG, 2016). A seguir são apresentadas as características gerais dessas tipologias de solos e a descrição até o 3º nível categórico de classificação.

Cambissolos (C)

Os Cambissolos são solos pouco profundos (50 a 100 cm) constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, exceto hístico com 40 cm ou mais de espessura. O horizonte hístico é um tipo de horizonte de coloração preta, cinzenta muito escura ou brunada relacionada ao elevado teor de matéria orgânica. Também podem apresentar horizonte A chernozêmico (horizonte mineral superficial, relativamente espesso, de cor escura e alta saturação por bases), quando o B incipiente apresentar argila de atividade alta e saturação por bases alta.

Dentro deste grupo são encontrados os seguintes subgrupos:

- ***Cambissolos flúvicos Tb distróficos:*** solos com argila de atividade baixa e saturação por bases baixa (V < 50%), ambas na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA).
- ***Cambissolos háplicos Tb distróficos:*** solos com atividade da argila baixa, saturação por bases baixa (V > 50%) e teores de Fe_2O_3 (pelo H_2SO_4) de 180 g kg^{-1} a < 360 g kg^{-1} de solo, todos na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA) (Embrapa, 2018).

No litoral paranaense, Cambissolos podem ser encontrados em regiões planas ou montanhosas, sendo que nos relevos mais acidentados são muito suscetíveis à erosão, o que facilita o assoreamento dos rios. Esse risco é agravado quando, juntamente com o solo, são levados resíduos urbanos e outros produtos poluentes, como produtos químicos, contaminando rios e lagos. Portanto, é recomendável que essas áreas declivosas e com solos pouco profundos sejam destinadas preferentemente à preservação da fauna e flora. No entanto, é usual observar a ocupação dos Cambissolos de áreas declivosas para cultivos como a banana nas encostas da Serra do Mar. O uso para o cultivo dessas áreas representa problemas para a seguridade e a saúde, devido ao risco de deslizamento e à reduzida profundidade do solo.

Os Cambissolos localizados em áreas de relevo plano também são largamente utilizados para agricultura, porém o risco de erosão nessas áreas é menor.

Figura 3: Cambissolo háplico (esquerda); paisagem de ocorrência do cambissolo háplico

Fonte: Manoel Batista de Oliveira Neto, 2010 em: Agência Embrapa de Informação Tecnológica (AGEITEC).

Espodossolos (E)

Os Espodossolos são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B espódico imediatamente abaixo do horizonte E. O horizonte B espódico é um horizonte mineral superficial com espessura mínima de 2,5 m que apresenta acumulação iluvial de matéria orgânica humificada combinada com alumínio. Também podem apresentar horizonte A ou hístico, dentro dos 200 cm da superfície do solo, ou dos 400 cm se a soma dos horizontes A e E, ou dos horizontes hístico (com menos de 40 cm) e E, ultrapassar os 200 cm de profundidade.

Dentro deste grupo, os subgrupos presentes no litoral do Paraná são:

- ***Espodossoloss ferrilúvicos órticos:*** solos com presença de horizonte espódico, principalmente, isoladamente ou sobreposto a outros tipos de horizontes (espódicos ou não espódicos).
- ***Espodossolos humilúvicos hidromórficos:*** solos que permanecem saturados com água em um ou mais horizontes dentro de 100 cm da superfície do solo durante algum tempo na maioria dos anos (ou artificialmente drenados) e que podem apresentar horizonte hístico e áreas de acumulação.

Os Espodossolos são solos arenosos, com acúmulo de matéria orgânica e/ou óxidos de ferro no horizonte B procedentes do horizonte E, que perdeu matéria orgânica e ferro, ficando com isso apenas a areia, sendo em geral muito claro. Às vezes, este horizonte E pode atingir alguns metros de espessura.

Estes solos ocorrem em relevo plano, sendo predominantes em apenas 0,5% do território paranaense, onde são encontrados somente na planície litorânea. Devido à grande quantidade de areia e elevada permeabilidade, esses solos tem muita restrição para o uso agrícola. Em alguns casos, o horizonte B pode ser duro e pouco permeável à água, denominado localmente “de piçarra” (SBCS, 2013). Nesse caso, podem apresentar o lençol freático mais próximo à superfície, o que favorece a contaminação com poluentes de origem urbana (lixo ou esgoto) e industrial.

Figura 4: Espodossolo Ferrihumilúvico Órtico típico (esquerda); paisagem e cobertura vegetal de restinga sobre Espodossolos (direita).

Fonte: Humberto Gonçalves dos Santos, Acervo da Embrapa Solos.

Essas condições específicas, que caracterizam os Espodossolos, os tornam extremadamente frágeis, e por isso são recomendados apenas para a preservação da fauna e a flora. No litoral do Paraná, muitas das áreas constituídas por estes tipos de solo são demarcadas como unidades de conservação. É o caso da Floresta Estadual do Palmito, o Parque Nacional do Superagüi, a Estação Ecológica da Ilha do Mel, o Parque Estadual do Rio da Onça, ou a Estação Ecológica do Guaraguaçú, entre outras. Contudo, muitas destas áreas também têm sido utilizadas para loteamentos.

Afloramentos de rocha

Áreas em que se observam afloramentos rochosos são frequentes nos municípios que conformam o litoral paranaense. Em geral, são superfícies muito declivosas, nas quais o material proveniente da transformação da rocha é perdido, não permitindo a formação do solo. No entanto, é frequente encontrar, muito próximos a estas regiões de afloramento rochoso, solos rasos (com menos de 50 cm) como Neossolos Regolíticos e Cambissolos, que são muito frágeis e podem facilmente se degradar, especialmente por causa de desmatamentos e abertura de trilhas (SBCS, 2013). A retirada da vegetação deixa estes solos incipientes, expostos e vulneráveis à ação dos fatores climáticos e da gravidade, aumentando o risco de desestabilização e perda do substrato.

Gleissolos (G)

O termo “gley” de origem russa, significa “massa pastosa”. Os Gleissolos são solos com cores acinzentadas ou “esbranquiçadas” que se encontram permanentemente ou periodicamente saturados por água.

São constituídos por material mineral com horizonte glei acinzentado, iniciando-se dentro dos primeiros 150 cm da superfície, ou a profundidades entre 50 cm e 150 cm imediatamente abaixo do horizonte A ou E, ou de horizonte hístico, neste caso com espessura insuficiente para ser considerados Organossolos. Não apresentam qualquer outro tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte glei ou textura exclusivamente areia ou areia franca em todos os horizontes até profundidade de 150 cm a partir da superfície ou até o contato lítico. O horizonte plíntico pode estar presente, mas a profundidades superiores a 200 cm da superfície do solo.

Muitos destes solos são conhecidos pelos agricultores como “sabão de caboclo”, sendo muito duros quando secam, e muito pegajosos quando molham, motivo pelo que são considerados solos difíceis para trabalhar.

Os subgrupos de Gleissolos, presentes no litoral paranaense, são:

- ***Gleissolos háplicos Tb Distróficos:*** solos com argila de atividade baixa e saturação por bases baixa (V < 50%), ambas na maior parte dos horizontes B e/ou C (inclusive BA ou CA) dentro de 100 cm a partir da superfície do solo.
- ***Gleissolos melânicos:*** solos com horizonte H hístico com menos de 40 cm de espessura ou horizonte A húmico, proeminente ou chernozêmico.
- ***Gleissolo sálico:*** solos com caráter sálico (CE ≥ 7 dS m-1[1], a 25º) em um ou mais horizontes dentro de 100 cm a partir da superfície.

Os Gleissolos predominam em áreas planas ou abaciadas, várzeas e banhados dos rios, nas quais geralmente apresentam excesso de água. Quando essas zonas se situam na proximidade de áreas urbanas ou áreas de uso agrícola intensivo existe um alto risco de contaminação das águas subterrâneas por compostos provenientes de resíduos urbanos e/ou industriais, e da utilização de agrotóxicos. Devido a esse risco ambiental, as leis ambientais vigentes passaram a proteger grande parte desses solos, que foram incluídos dentro das áreas de preservação ambiental. A ocupação urbana destes solos é desaconselhada por estarem sujeitos à flutuação do lençol freático, apresentando excesso de água.

[1] A capacidade da água de conduzir eletricidade aumenta com a concentração de sais. Medindo a condutividade elétrica (CE) da água sua salinidade pode ser estimada de maneira rápida e confiável. A CE é geralmente medida em unidades de dS / m (deciSiemens por metro). Esta CE da água depende da temperatura, portanto, para fazer comparações válidas, a condutividade elétrica deve ser expressa em relação a uma temperatura de referência. Geralmente esta temperatura é de 25 ° C.

Figura 5: Gleissolo tiomórfico húmico (esquerda); paisagem e cobertura vegetal sobre solos da classe dos Gleissolos (direita).

Fonte: Humberto Gonzalves dos Santos, “Projeto Carbono” em: AGEINTEC.

Estes solos também são comuns nas áreas de manguezais do litoral paranaense. Neste caso, estes solos apresentam um excesso de sais (Gleissolos Sálicos), o que é prejudicial para a maioria das plantas, pois dificulta a absorção de água. Além disso, a disponibilidade de oxigênio para as raízes respirarem é mais reduzida devido à saturação de água, e os nutrientes também são escassos. Essas características condicionam o crescimento da maioria das espécies de plantas, de maneira que nas áreas de manguezal só conseguem se desenvolver poucas espécies adaptadas às limitações destes solos. No entanto, estes ecossistemas apresentam uma grande importância para o mantimento da estabilidade do ambiente litorâneo, pois exercem importante papel de proteção da erosão costeira e dissipação da energia das marés, melhorando a adaptação frente aos efeitos das mudanças climáticas. Além disso, os ecossistemas de manguezal são considerados um berçário para muitas espécies de fauna.

Argissolos (P)

Os Argissolos são constituídos por material mineral, apresentando horizonte B textural imediatamente abaixo do A ou E, com argila de atividade baixa ou de atividade alta conjugada com saturação por bases baixa ou caráter distrófico na maior parte do horizonte B. Os horizontes plíntico (associado a áreas planas, ou suavemente onduladas, com manto freático flutuante) e glei (acinzentado), se presentes, não satisfazem os

critérios para serem considerados Gleissolos. Apresentam maiores teores de areia no horizonte A e maiores teores de argila no horizonte B, o que confere o nome a este tipo de solos.

O subgrupo de Argissolos presente no litoral do Paraná são os ***Argissolos Vermelho-Amarelos***, denominados dessa forma pela sua cor. Esses solos são utilizados para uso agrícola, geralmente por pequenos produtores familiares. Porém, apresentam reduzida capacidade de reter nutrientes para as plantas no horizonte A, devido à textura arenosa, sendo considerados pelos próprios agricultores como solos fracos com baixa quantidade de nutrientes para as plantas e baixa fertilidade natural. Normalmente ocupam relevos moderadamente declivosos nas serras, e o elevado teor de areia no estrato superficial os torna mais vulneráveis à erosão.

Neossolos (R)

Os Neossolos são solos pouco evoluídos, constituídos por material mineral ou material orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando, em geral, qualquer tipo de horizonte B diagnosticado.

Em geral, as camadas deste tipo de solos apresentam espessura e granulometria diversificadas, tanto no sentido vertical como horizontal dos perfis do solo, devido à heterogeneidade de deposição do material originário. São solos muito variáveis quanto à textura e outras propriedades físicas.

Os subgrupos mais frequentes no litoral do Paraná são:

- ***Neossolos Flúvicos***: solos derivados de sedimentos aluviais que apresentam um horizonte A assente diretamente sobre camada ou horizonte C com caráter flúvico dentro de 150 cm de profundidade a partir da superfície do solo. Admitem um horizonte Bi incipiente com menos de 10 cm de espessura.
- ***Neossolos litólicos húmicos***: solos rasos (até 50 cm de espessura), com o horizonte A húmico assente diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr. O material sobre o que se assentam apresenta 90% (por volume) ou mais da sua massa

constituída por fragmentos de rocha de mais de 2 mm de diâmetro. Estes fragmentos, na forma de cascalhos, calhaus ou matacões, apresentam um contato lítico típico ou fragmentário dentro dos 50 cm mais superficiais do solo. São solos que admitem um horizonte B em início de formação, cuja espessura normalmente não satisfaz a qualquer tipo de horizonte B de diagnóstico.

- ***Neossolos regolíticos***: solos pouco profundos (50 cm a 100 cm de espessura), e que frequentemente apresentam pedras no corpo, às vezes com grande dimensão, apresentando contato lítico até profundidades maiores que 50 cm. Normalmente apresentam 4% ou mais de volume de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo) na fração areia total e/ou no cascalho; ou 5% ou mais do volume da massa do horizonte C ou Cr, dentro de 150 cm de profundidade, com fragmentos de rocha semi-alterada ou fragmentos formados por restos da estrutura orientada da rocha que originou o solo.
- ***Neossolos quartzarênicos órticos***: solos sem contato lítico dentro de 50 cm de profundidade, com sequência de horizontes A-C, porém apresentando textura areia ou areia franca em todos os horizontes até, no mínimo, a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico. São essencialmente quartzosos, tendo, nas fações areia grossa e areia fina, com 95% ou mais de quartzo e praticamente ausência de minerais primários alteráveis.

Os Neossolos Flúvicos ocorrem nas margens dos rios, resultantes da acumulação de sedimentos trazidos pelos rios nas épocas de cheias, e conhecidos pelos agricultores como “terras de desmonte” (SBCS, 2013). É comum nesses solos o plantio de espécies de tubérculos ou raízes, como por exemplo no município de Morretes, em que são frequentes cultivos como o de mandioca. Embora sejam considerados solos de grande potencialidade agrícola pelo fato de ocorrer próximos de rios ou zonas de drenagem em relevo plano, é recomendado que estes solos sejam reservados para preservação da flora e fauna, pois as áreas onde se localizam são extremadamente frágeis.

Devido à pequena retenção de compostos químicos e água, estes solos resultam em uma baixa capacidade de filtração de substâncias poluentes, por isso devem ser evitados para ocupação urbana, com o objetivo de evitar a intensificação dos processos erosivos e de poluição ambiental. Além disso, há risco de inundação quando se encontram próximos das margens fluviais, que pode ser frequente ou muito frequente, e a mecanização intensiva pode aumentar a compactação das camadas superficiais em diferente grau, dependendo da textura, o que pode reduzir a drenagem e agravar os problemas de inundação.

Os Neossolos regolíticos, e também os restantes subtipos de Neossolos não flúvicos ocorrem predominantemente nas áreas mais declivosas das serras e morros que circundam os municípios do litoral paranaense. As limitações de uso estão relacionadas à pouca profundidade, presença da rocha e aos declives acentuados associados às áreas de ocorrência destes solos. Estes fatores limitam o crescimento radicular e o uso de máquinas, e elevam o risco de erosão.

Além disso, a fertilidade destes solos está condicionada à presença de bases e de alumínio, sendo maior nos eutróficos (com alta saturação por bases, maior que 50%), e mais limitada nos distróficos (saturação por bases inferior a 50%). Os teores de fósforo são baixos em condições naturais (EMBRAPA, 2014).

Devido as suas características, estes solos são normalmente indicados para a preservação de flora e fauna, mas em algumas regiões, verifica-se que estes solos são utilizados para produção agrícola. (SBCS, 2013).

Figura 6: Perfil de um Argissolo Vermelho (esquerda), foto: João Roberto Correia; perfil de Neossolo Quartzarênico Órtico típico (direita),

Fonte: Humberto Gonçalves dos Santos, em: AGEINTEC.

Latossolos (E)

Os Latossolos são solos profundos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossolico, caracterizado por apresentar uma estrutura que varia de fraca a moderada ou forte, muito pequena a pequena granular, ou em blocos subangulares de grau fraco ou moderado, e uma espessura mínima de 50 cm. Normalmente, evidenciam um avançado estágio de intemperização ou alteração, com menos de 5% de volume, o que mostra a estrutura da rocha original, como estratificações finas, saprólito ou fragmentos de rocha semi ou não intemperizada. A textura é francoarenosa ou mais fina e a relação molecular entre os teores de sílica e alumina (SiO_2/Al_2O_3) (Ki) igual ou inferior a 2,2, sendo normalmente menor que 2,0, característica de solos altamente intemperados ou alterados. Em geral, menos do 4% dos minerais primários do horizonte latossolico são alteráveis, podendo apresentar menos de 6% de muscovita na fração areia referida à TFSA, podendo conter, na fração menor que 0,05 mm, não mais que traços argilominerais do grupo das esmectitas, e somente pequenas quantidades de ilitas, ou de argilominerais interestratificados. A capacidade de intercambio de cátions e menos a 17 cmolc kg^{-1} de argila, sem correção para carbono.

Os latossolos, de maneira geral, são solos muito porosos, permeáveis, e com boa drenagem, sem excesso de água, e usualmente muito profundos (mais de 2 metros de espessura). No litoral do Paraná têm pouca representatividade, sendo encontrados em pequenas áreas de relevos mais planos. Porém, suas características físicas, tais como a profundidade, o relevo quase plano, a ausência de pedras, a grande porosidade, boa drenagem e permeabilidade fazem com que sejam muito utilizados na produção agrícola. Embora geralmente sejam de baixa fertilidade, as práticas de correção do solo, realizadas pelos produtores locais, os tornam muito produtivos. Os latossolos são muito estáveis, apresentando baixo risco de erosão e grande capacidade para suportar infraestruturas como estradas e outras construções, além de ser um tipo de solo favorável para a ocupação urbana ou para a instalação de aterros sanitários.

Quanto à distribuição das classes de solos na área de planície litorânea, caracterizada por uma paisagem muito heterogênea, são frequentes os Espodossolos, em sedimentos eólico-marinhos, e os Gleissolos, em sedimentos continentais, todos presentes em cotas inferiores a 50 m. Assim que subimos em altitude em direção à serra, até os 240 m acima do nível do mar, em morros e morretes isolados podem ser encontrados Argissolos, Cambissolos, derivados dominantemente de rochas metamórficas ou sedimentares e ígneas, e Latossoloss, esses últimos com pequena expressão. A planície litorânea é constituída por depósitos marinhos, eólicos e continentais, relacionados com a dinâmica construtivo-destrutiva fluvial e, em menor expressão, de origem coluvionar.

Quanto à Serra do Mar, que separa a zona do litoral do planalto de Curitiba, atuando também como linha divisória entre a bacia do Atlântico e a bacia do rio Paraná, a paisagem dominante é resultado dos processos tectônicos dinâmicos combinados aos efeitos climáticos. As cumeeiras mais elevadas estão próximas aos 1.900 m de altitude, porém, de forma geral, eleva-se entre 500.e 1.000 acima do Planalto. Nessas zonas mais elevadas predominam os afloramentos de rochas de origem granítica, bem como Neossolos Litolíticos e Regolíticos. Nas partes intermediárias mais baixas predominam os Cambissolos, Argissolos e Latossolos, esses últimos em menor extensão (ITCG, 2016).

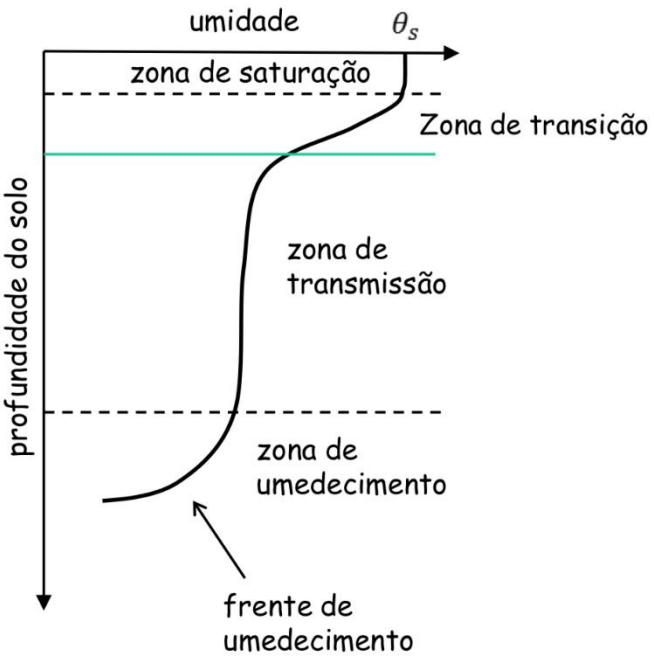
O mapa de Tipologia Pedológica mostra a distribuição dos subgrupos mais frequentes de solos identificados no litoral do Paraná, até o 2º nível de classificação.

4.2.2 CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DO SOLO (COEFICIENTE DE PERCOLAÇÃO)

A percolação ou infiltração se refere a passagem de água da superfície para o interior do solo.

A umidade varia com a profundidade à medida que a água vai preenchendo os espaços porosos do solo. À medida que o tempo passa, aumenta-se a zona de transmissão e, portanto, a profundidade da área de umedecimento.

Figura 7: Perfil de umidade e infiltração no solo



Fonte: MARTINS, 20001

Portanto, a capacidade de percolação do solo depende das propriedades que determinam a estrutura e porosidade do solo. Os componentes do solo são areia, silte e argila. O tamanho das partículas governa o tamanho dos poros do solo, os quais, por

sua vez, determinam o movimento da água através do mesmo. Quanto maiores as partículas constituintes do solo, maiores os poros e mais rápida será a absorção (ABTN).

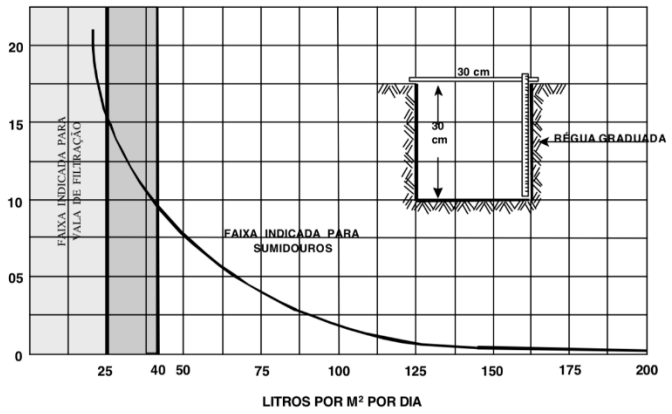
Esta propriedade do solo é indispensável para o dimensionamento de fossas absorventes, para a construção e desenho de infraestruturas de coleta de esgoto, canais de drenagem, etc. Também é fundamental conhecer a capacidade de absorção dos solos para o planejamento de usos com a finalidade de evitar riscos de inundação, escorregamento, e arrastos de sedimentos.

A ABTN dispõe de normas técnicas específicas para a determinação in situ do coeficiente de percolação ou infiltração. Por definição, o coeficiente de infiltração representa o número de litros que 1 m^2 de área de infiltração do solo e capaz de absorver em um dia.

O coeficiente (C_i) é expressado graficamente na figura a seguir, e calculado pela seguinte fórmula:

$C_i = 490 / t + 2,5$

Figura 8: Gráfico de determinação do coeficiente de percolação



FONTE: MARTINS, 20001

O coeficiente de percolação varia de acordo com os tipos de solo, conforme indicado no quadro a seguir. Dependendo do seu valor, a capacidade de absorção relativa dos solos será maior ou menor.

Quadro 5: Tipos de solos presentes no litoral do Paraná e aptidão de uso

Tipos de solos	Coeficiente de Infiltração Litros/m2 x Dia	Absorção Relativa
Areia bem selecionada e limpa, variando a areia grossa com cascalho.	Maior que 90	Rápida
Areia fina ou silte argiloso ou solo arenoso com humos e turfas variando a solos constituídos predominantemente de areia e silte.	60 a 90	Média
Argila arenosa e/ou siltosa, variando a areia argilosa ou silte argiloso de cor amarela, vermelha ou marrom.	40 a 60	Vagarosa
Argila de cor amarela, vermelha ou marrom medianamente compacta, variando a argila pouco siltosa e/ou arenosa.	20 a 40	Semi-impermeável
Rocha, argila compacta de cor branca, cinza ou preta, variando a rocha alterada e argila medianamente compacta de cor avermelhada.	Menor que 20	Impermeável

FONTE: ABNT, 1993

Considerando estas informações, uma vez definida a finalidade, os solos podem ser classificados de acordo com as suas propriedades hidrológicas que, em combinação com a declividade e cobertura, fornecem informação sobre a suscetibilidade a erosão e a produção de escoamento, determinando, portanto, o risco de eventos que podem causar danos às pessoas e aos bens.

O Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos (SCS) classifica os tipos de solos em grupos hidrológicos baseando-se na premissa de que os perfis do solo com características semelhantes (espessura, textura, conteúdo de matéria orgânica, estrutura e grau de expansão) responderão de forma semelhante a uma chuva de grande duração e intensidade considerável.

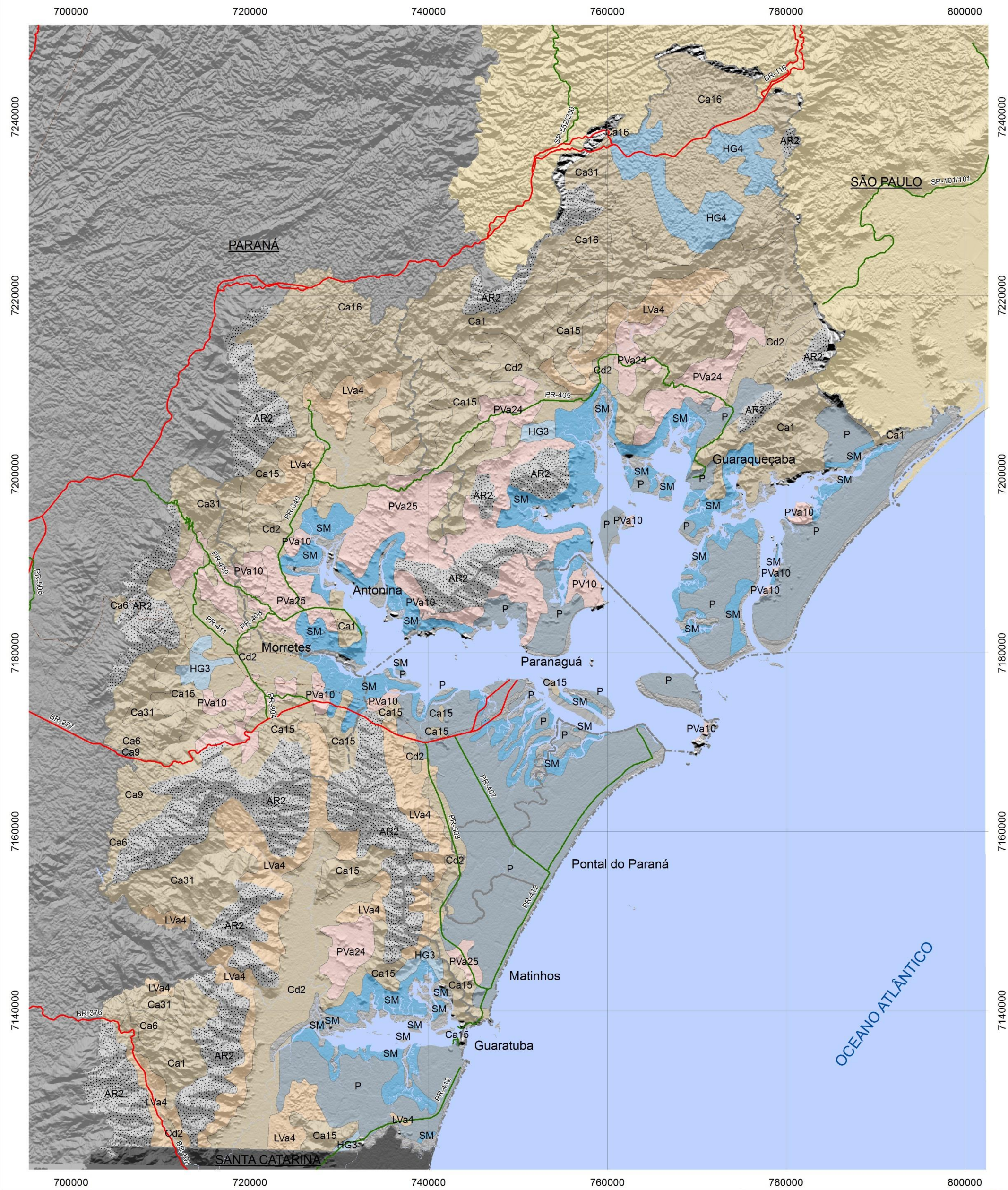
Utilizando a metodologia do SCS, Lombardi Neto et al. (1989) com base no Levantamento e Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo (BRASIL, 1960) e nos índices de erodibilidade dos solos (K) estabelecidos por Bertoni (1978), propuseram uma definição para os grupos hidrológicos do solo de acordo com suas características e resistência à erosão. Essa classificação, apresentada no Quadro 6, traz a definição da aptidão de cada tipo de solo presente no litoral do Paraná na forma de critérios,

considerando as principais características dos solos que condicionam o escoamento superficial e a erosão, as quais são: a profundidade; a textura; a razão textural entre o horizonte superficial e subsuperficial; e a permeabilidade dos solos influenciada pela sua porosidade e pela atividade da argila.

Em geral, os solos do litoral do Paraná se encontram na classificação hidrológica C ou D, com baixa capacidade de absorção e alta vulnerabilidade à erosão. Essas caraterísticas combinadas com elevadas declividades aumentam muito esses riscos. Desmatamento, eliminação da cobertura vegetal e ocupação inadequada podem aumentar esse risco até níveis críticos.

A relevância da análise dos tipos de solos radica na maneira em que as suas características condicionam a sua aptidão para o desenvolvimento de atividades agroflorestais, pastoris, de conservação dos valores naturais, residenciais e construção de infraestruturas.

No quadro a seguir são sintetizados os tipos de solos, os seus limitantes e as características mais relevantes que condicionam a aptidão para os diferentes usos.



Tipologia Pedológica

Legenda

- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Malha Ferroviária
- Limite Municipal
- Massa de Água

Limite de Estados

- Paraná
- Santa Catarina
- São Paulo

Tipologias Pedológicas

- AFLORAMENTOS DE ROCHA
- ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Distróficos
- CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Distróficos
- ESPODOSSOLO CÁRBICO Hidromófico
- LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS
- GLEISSOLOS HÁPLICOS
- GLEISSOLOS MELÂNICOS
- GLEISSOLOS SÁLICOS

PLANO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO LITORAL DO PARANÁ

PDS_LITORAL

N

10 5 0 10 Km

DADOS TÉCNICOS:

MERIDIANO CENTRAL: 51° WGr
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 22S
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

FONTE DOS DADOS: RODOVIAS, FERROVIAS: PNLT (2017); LIMITES MUNICIPAIS, MASSA DE ÁGUA: ITCG (2015, 2018); NOME MUNICIPIOS, LIMITES ESTADUAIS: IBGE (2015, 2016); RELEVO SOMBREADO, INPE (2011); SOLOS, ITCG (2010).

DATA: MAIO - 18 ESC.: 1:400.000

Quadro 6: Tipos de solos presentes no litoral do Paraná, aptidão de uso e classificação hidrológica

Classificação (SiBCS)	Condicionantes	Classificação hidrológica (percolação)	Aptidão
Cambiossolos Flúvicos	Solos pouco profundos, minerais, com maior teor de argila, de cor marrom-avermelhada a amarela. Em áreas aplainadas próximas à Serra do Mar.	Comportamento físico similar à dos Latossolos de textura e morfologia semelhante. Em geral apresentam alta erodibilidade associada ao grande potencial de escoamento de superficial. GRUPO HIDROLÓGICO C: baixa taxa de infiltração e baixa resistência e tolerância à erosão.	Preservação de flora e fauna, controle da erosão e o arrastre de materiais e de contaminantes. Cultivos agrícolas em áreas mais planas.
Cambissolos háplicos	Solos pouco profundos, material mineral pouco evoluído. Textura média ou argilosa, presença de minerais primários facilmente decomponíveis e óxidos de ferro, e argila de atividade baixa, moderadamente drenados, pouco porosos.	GRUPO HIDROLÓGICO D: infiltração muito baixa oferecendo pouquíssima resistência e tolerância a erosão.	Práticas de controle da erosão em locais com declividade, preservação da cobertura vegetal original e da flora e fauna associada e proteção contra a poluição devido à capacidade de proteção desses solos.
Espodossolos	Solos muito arenosos com acúmulo de matéria orgânica no horizonte B. Predominantes na área costeira litorânea, em áreas aplanadas próximas ao mar.	Presentam em geral elevada condutividade hidráulica, contudo situam-se em regiões bastante úmidas ou com lençol subterrâneo elevado e em alguns casos podem apresentar horizonte B consolidado que interferem na drenagem interna. GRUPO HIDROLÓGICO C: baixa taxa de infiltração e baixa resistência e tolerância à erosão.	Preservação da flora e da fauna, áreas destinadas a conservação, adaptação ás mudanças globais e proteção da costa e da biodiversidade associada aos ecossistemas costeiros.
Afloramentos de rocha	Não se forma solo, o material original da rocha é visível.	GRUPO HIDROLÓGICO D: infiltração muito baixa oferecendo pouquíssima resistência e tolerância a erosão.	Preservação de flora, fauna e elementos geológicos e paisagísticos singulares.

Classificação (SiBCS)	Condicionantes	Classificação hidrológica (percolação)	Aptidão
Gleissolos	Solos minerais de cor acinzentada ou esbranquiçada, pobres em nutrientes. Permanentemente ou periodicamente saturados por água.	Estes solos ocorrem em superfícies aplainadas, em geral rebaixadas, em planícies aluviais e fundos de vales, locais favoráveis à saturação em água. São solos mal drenados. GRUPO HIDROLÓGICO D: infiltração muito baixa oferecendo pouquíssima resistência e tolerância a erosão.	Áreas de preservação ambiental, prevenção da contaminação e da qualidade da água e do lençol freático.
Gleissolos Sálicos	Solos saturados por água com elevado teor de sais e baixa disponibilidade de oxigênio.	Estes solos ocorrem em superfícies aplainadas, em geral rebaixadas, em planícies aluviais e fundos de vales, locais favoráveis à saturação em água. São solos mal drenados. GRUPO HIDROLÓGICO D: infiltração muito baixa oferecendo pouquíssima resistência e tolerância a erosão.	Áreas preservadas de manguezal destinadas à proteção da costa e a preservação da biodiversidade.
Argissolos ou cambisolos	Solos com acumulação de argila no horizonte B subsuperficial, baixa disponibilidade de nutrientes, coloração de preta a avermelhada, localizados em encostas íngremes.	Nestes solos, quando há mudança textural abrupta, fica caracterizado entre a base do horizonte E e o topo do horizonte Bt uma zona de má aeração durante o período chuvoso devido à baixa condutividade hidráulica no topo do horizonte Bt, promovendo a presença de hidromorfia temporária, situada nos limites dos horizontes E e Bt, alto escoamento superficial e alta erodibilidade. GRUPO HIDROLÓGICO C: baixa taxa de infiltração e baixa resistência e tolerância à erosão.	Preservação de flora e fauna, pequenos cultivos familiares sustentáveis em zonas de menos declive, pois apresentam alto risco de erosão.
Neossolos Flúvicos	Solos jovens de incipiente formação, com matéria orgânica no horizonte superficial. Boa drenagem, ocasionalmente cobertos por inundações.	Situam-se exclusivamente em planícies aluvionares, aí desenvolvendo-se em sedimentos fluviais das mais variadas composições. O relevo é aplainado, porém como são solos que se situam preferencialmente na faixa de borda dos rios, costumam apresentar micro relevo constituído de um pequeno ressalto contiguo à	Preservação de flora e fauna, proteção contra inundações e proteção dos cursos fluviais.

Classificação (SiBCS)	Condicionantes	Classificação hidrológica (percolação)	Aptidão
		calha do rio seguido de rampa de poucos metros dirigida para o interior da planície. Este micro relevo confere a tais solos melhores condições de drenagem. Em média, pode-se dizer que predominam os solos profundos, sendo o elemento limitante a presença do lençol freático. GRUPO HIDROLÓGICO C: baixa taxa de infiltração e baixa resistência e tolerância à erosão.	
Neossolos Litólicos / Neossolos Regolíticos	Solos rasos assentados sobre a rocha com fragmentos de rocha visíveis. Baixos em nutrientes. Em áreas declivosas das serras e morros.	Ocorrem em relevo forte ondulado ou montanhoso e são muito suscetíveis à erosão. O contato lítico próximo à superfície proporciona a estes solos um grande potencial para o escoamento superficial. GRUPO HIDROLÓGICO D: infiltração muito baixa oferecendo pouquíssima resistência e tolerância a erosão.	Preservação de flora e fauna, proteção contra a erosão e os deslizamentos de terra, estabilização de encostas.
Neossolos quartzarênicos	Solos originados de depósitos arenosas, apresentando textura areia ou areia franca ao longo pelo menos de 2 m de profundidade. Constituídos essencialmente de quartzo, sendo praticamente destituídos de minerais primários alteráveis (pouco resistentes ao intemperismo).	Possuem variável suscetibilidade à erosão, em função da declividade, sendo baixa em planícies e alta em colinas e morro- tes. Pequenas concentrações de águas pluviais e/ou servidas podem provocar grandes ravinas e, quando interceptado o lençol freático, boçorocas. GRUPO HIDROLÓGICO B: moderada taxa de infiltração, mas com moderada resistência e tolerância a erosão.	Baixa aptidão agrícola, muito vulneráveis á erosão. Se ocorrem junto aos mananciais essas zonas devem ser obrigatoriamente isoladas e mantidas para a preservação dos recursos hídricos, da flora e da fauna. A reflorestação sem finalidade comercial em áreas degradadas é recomendável, entretanto o reflorestamento comercial pode ser uma boa opção em áreas mais afastadas dos mananciais e a rede de drenagem.
Latossolos	Solos profundos, argilosos, sem excesso de água, porosos, com boa drenagem e	São encontrados em relevos pouco movi- mentados, com declives inferiores a 5%. São solos com excepcional porosidade total sendo comuns valores de 50 a 60%	Póla sua estabilidade, são mais indicados para o cultivo (com praticas de correção),

Classificação (SiBCS)	Condicionantes	Classificação hidrológica (percolação)	Aptidão
	permeabilidade, e de cores vivas. Presencia pontual no litoral do Paraná, em lugares com relevo mais plano.	mesmo nos mais argilosos. Possuem boa drenagem interna que é atribuída a essa grande porosidade. No conjunto apresentam baixa erodibilidade associado a baixo potencial de escoa- mento superficial, mas quando submetidos à concentração d'água proveniente da ocupação antrópica, podem desenvolver ravinas profundas e, se interceptado o lençol freático, boçorocas. GRUPO HIDROLÓGICO A/B: alta a moderada taxa de infiltração e com alto grau de resistência e tolerância à erosão	e para a construção de infraestruturas e expansão urbana.

Fonte: SILVA, et al., 2013, EMBRAPA, 2018, SARTORI, 2005

A aptidão dos solos não é resultado exclusivamente da classificação dos grupos de solos, mas da combinação desses grupos com outros fatores como a declividade, o relevo e a posição em relação aos elementos da paisagem, como as elevações, vertentes, encostas, praias e usos do solo.

O *Zoneamento Ecológico-Econômico do Litoral do Paraná* (ITCG, 2016) elaborou uma análise integrada de todos os fatores limitantes, tomando como base os critérios do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras do Paraná e combinando os dados vectoriais das classes de declividade e as unidades de solo. O resultado mostrou que 47% das terras presentes no litoral do Paraná são terras sem aptidão agrícola, e 30% apresentam aptidão regular. Os 23% restantes apresentam aptidão regular, embora suas propriedades possam ser corrigidas até certo ponto pela correção do solo. No entanto, a adição de insumos para melhoria do solo também tem implicações ambientais que devem ser consideradas. O ideal é priorizar técnicas agroecológicas e ecológicas para melhorar a produtividade agrícola, respeitando as áreas mais sensíveis e os ecossistemas mais frágeis.

Quanto à aptidão para o sistema agroflorestal de produção, que envolve a produção de árvores madeiráveis e não madeiráveis simultaneamente na mesma área, foi encontrado que quase 11% dos solos apresenta aptidão boa para esse uso, quase 40% apresenta aptidão regular, 4,4% da superfície é inapta, e os 44,6% restantes apresenta aptidão restrita, com ocorrência de solos com possibilidade de melhoria das limitações. É importante esclarecer que o sistema SAFn, considerado na avaliação da aptidão dos solos para o ZEE, é aquele que utiliza práticas de manejo compatíveis com a cultura da população local, preservando a biodiversidade e sem a inclusão de espécies exóticas (ver Volume 6 – Aspectos Econômicos para uma análise aprofundada da relevância para a economia e o emprego do setor da Produção Agrícola e Pecuária nos municípios do litoral do Paraná).

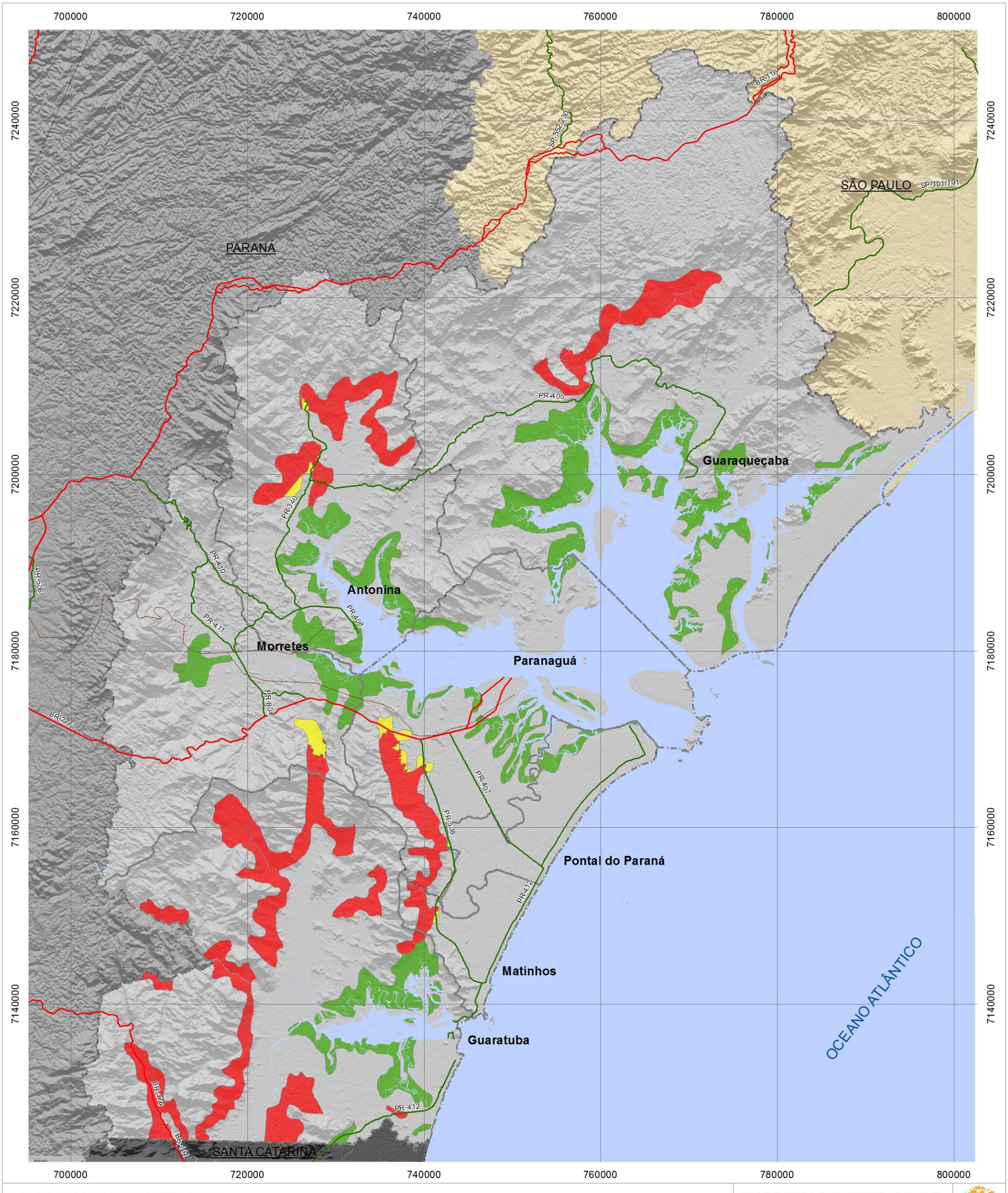
Os resultados da distribuição das unidades por classes de aptidão revelam que a subzona da planície litorânea mais próxima ao mar, até os 10 metros, apresenta fortes limitações

para agricultura e a silvicultura, com riscos de inundação que, em alguns casos, podem ser solucionados com sistemas adequados de drenagem.

A subzona de sopé das serras, colinas e morros elevados (10 – 80 m acima do nível do mar), e a zona das serras (até 500 m acima do nível do mar), ambas dominadas por Argissolos e Cambissolos com até o 20% de declive, apresentam uma boa aptidão para as atividades agropecuárias e também para cultivos florestais até 45% de declive.

O planalto, que ocupa uma faixa que vai dos 500 aos 1.000 m de altitude, com predomínio de Argissolos e Cambissolos e presença em alguns casos de Neossolos Regolíticos e Nesossolos Litólicos, apresenta uma aptidão de regular a restrita para atividades agropecuárias e florestais, enquanto que a zona montanhosa situada acima de 1.000 m, onde predominam os afloramentos rochosos e os Neossolos Regolíticos e Litolíticos, é geralmente inapta para essas atividades.

Considerando a aptidão dos solos e integrando essas informações com os dados de declividade, foi elaborado um mapa no qual são destacadas áreas prioritárias para a conservação, áreas adequadas para a expansão dos usos agrários ou infraestruturas e áreas adequadas para os usos compatíveis com a conservação (ver Mapa na página seguinte). Essas informações complementam a análise de áreas prioritárias para a conservação e a restauração ecológica, baseadas nos dados do IAP para o desenvolvimento do mapeamento de Áreas Estratégicas para a Conservação da Biodiversidade no Paraná (ver capítulo 4.11).



RISCOS E POTENCIALIDADES

Legenda

- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Malha Ferroviária
- Massa de Água
- Limite da Área de Estudo

Limite de Estados

- Paraná
- Santa Catarina
- São Paulo

Riscos e Pontencialidades

- Áreas Prioritárias para a Conservação
- Áreas Potencialmente Adequadas para Expansão de Usos Agrários e Infraestrutura
- Áreas Adequadas para Potenciar os Usos Compatíveis com a Conservação

PLANO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO LITORAL DO PARANÁ

PDS_LITORAL

N

10 5 0 10 Km

DADOS TÉCNICOS:

MERIDIANO CENTRAL: 51° WGr
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 22S
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

FONTE DOS DADOS: RODOVIAS, FERROVIAS: PNLT (2017);
LIMITES MUNICIPAIS, MASSA DE ÁGUA: ITCG (2016);
SEDES MUNICIPAIS, LIMITES ESTADUAIS: IBGE (2015, 2016);
RELEVO SOMBREADO, INPE (2011).

DATA: ABRIL - 18 ESC.: 1:400.000

4.2.3 Mudanças e implicações ambientais no solo

Fatores de tipo social são os que fundamentalmente determinam mudanças no solo através de processos históricos desencadeados pelas dinâmicas atuantes. Essas forças sociais mudam os níveis de riqueza e a transferência de recursos e tecnologia, umas vezes respeitando as dinâmicas naturais e as características do ambiente, muitas outras, no entanto, produzindo tensões com os processos naturais e gerando impactos que quebram o equilíbrio natural com consequências para o próprio bem-estar humano.

Ao mesmo tempo, as dinâmicas demográficas estão determinadas fundamentalmente pelas dinâmicas econômicas, constituindo um reflexo dos processos de ocupação e uso orientados principalmente pela economia. A análise dos aspectos padrões de ocupação do solo no litoral são discutidos em profundidade no capítulo 3.5 – Padrões de uso e ocupação do solo.

4.2.3.1 Os portos e questões ambientais

A presença do complexo estuarino de Paranaguá criou condições ótimas para o desenvolvimento de portos abrigados no litoral paranaense. Inicialmente a atividade portuária desenvolveu-se na Ilha da Cotinga, e posteriormente em Antonina e Paranaguá. Porém, as faixas de areia que se formam próximos às desembocaduras eram um obstáculo para a navegação.

As condicionantes ambientais, os movimentos migratórios e as tendências de ocupação, juntamente com o aumento dos requisitos legais para a proteção dos ecossistemas costeiros e do ambiente, especialmente na última etapa do século XX, deu como resultado uma configuração particular da baía de Paranaguá com dois polos diferenciados: a parte norte, voltada à proteção ambiental, e a parte sul, onde destaca-se o uso intensivo portuário. Naturalmente, no encontro desses polos são geradas tensões entre a preservação dos valores naturais e o desenvolvimento de uma atividade que não é livre de riscos importantes para sua conservação. Às vezes, esses riscos são transformados em impactos de consequências imprevisíveis, tanto para a

biodiversidade quanto para os modos de vida das populações tradicionais; um exemplo é o caso do acidente do Navio Vicuña no Porto de Paranaguá em 2004 (EUSTÁQUIO, 2014). Por isso é muito importante ter mecanismos de prevenção e amortecimento a fim de melhorar a coexistência de ambos os interesses.

O Porto de Paranaguá localiza-se no Município de Paranaguá, mais especificamente na margem sul do Complexo Estuarino de Paranaguá, a cerca de 35 quilômetros de distância da barra que dá acesso ao mar aberto. Em virtude da tranquilidade das águas, o local é considerado excelente sob o ponto de vista de segurança à navegação. A área do Porto Organizado de Paranaguá atualmente é definida pelo Decreto nº 14.304/2016. O porto de Paranaguá tem um cais público e terminais privados, sendo um dos principais do país na movimentação de cargas e líder de exportação de soja – em grão e farelo, e agroquímicos.

A atividade portuária desempenha importante papel na economia das cidades e até mesmo do Estado do Paraná. Apesar de grandes empresas arrendatárias atuarem nas áreas do porto, existem impactos positivos potenciais da atividade portuária sobre a geração de emprego, os tributos e o desenvolvimento para os municípios.

No entanto, as atividades do porto geram impactos ambientais negativos que devem ser avaliados para evitar ou minimizar os danos ao meio ambiente e aos recursos naturais, uma vez que estes representam meio de sobrevivência e aspectos da identidade dos moradores locais, especialmente para as comunidades tradicionais.

Os portos têm a natural vocação de serem instalados em locais que se tornam áreas de aglomeração urbana. A função histórica dos portos era a de carga e descarga de mercadorias provenientes do comércio marítimo, induzindo a formação de mercados na beira do cais, os quais expandiram-se para as cidades. Mais tarde, os portos passaram a ter uma importante função de estocagem das mercadorias e, ainda hoje, constituem importantes núcleos de armazenagem de cargas em processo de entrada no mercado nacional ou para exportação. A necessidade de dispor de áreas cada vez maiores de armazenagem termina “empurrando” as cidades e as áreas naturais ainda bem

preservadas do litoral, criando uma demanda cada vez maior de espaço para os armazéns e pátios, onde as cargas aguardam a recolha para a distribuição aos mercados.

A aglomeração urbana, via de regra, também envolve a instalação portuária de forma desordenada causando dificuldades nos acessos, aumentando a periculosidade e os encargos ao poder público municipal. Porém, as tensões geradas nas zonas de encontro entre os usos portuários e as comunidades litorâneas possuem diversas dimensões, além da ocupação do espaço físico. Por um lado, os portos ocasionam problemas de higiene e saúde, devido ao acúmulo de mercadorias, as quais trazem consigo riscos para as pessoas (por exemplo, a expansão de vetores de enfermidades). Pelo outro, o tratamento inadequado de resíduos perigosos e de substâncias e materiais poluentes, procedentes tanto do próprio porto como de outras atividades e empreendimentos que servem ao porto. No entanto, a chegada de culturas estranhas à vida e à cultura própria do lugar, com condutas sociais muitas vezes oportunistas e irresponsáveis, acrescentadas pelas duras condições da vida no mar, geram conflitos e impactos que mudam os modos de vida de uma população muitas vezes vulnerável. Para evitar tais impactos e disfunções sociais é preciso que a atividade portuária não vire as costas à cidade, mas se envolva no desenvolvimento de ferramentas que garantam a convivência e o respeito aos valores ambientais e culturais das regiões litorâneas.

Historicamente, o desenvolvimento dos portos trouxe com ele o desenvolvimento de indústrias nas áreas portuárias, por razões de interesse logístico e de acesso dos recursos humanos necessários para realizar o trabalho. Esse efeito de industrialização dos portos traz consequências positivas, como a criação de emprego e oportunidades para novos empreendimentos, mas também acrescenta riscos sobre o ambiente, especialmente devido à acumulação de impactos e à redução da capacidade de recuperação (resiliência) pela desaparição de zonas de amortecimento e degradação do tecido sociocultural (ANTONINA, 2006).

Por outro lado, as instalações portuárias recebem um passivo ambiental das comunidades instaladas em seus entornos e áreas de influência direta e indireta, cujo

diagnóstico e apropriação correta de responsabilidades são muito difíceis. Isso proporciona um acréscimo considerável nos custos de implantação e operação das facilidades portuárias. Esse acréscimo de custos, incidente sobre a matriz de viabilidade das instalações portuárias, acaba prejudicando a operação portuária ou determinando o fracasso financeiro do empreendimento.

A APPA realizou uma análise dos impactos derivados dos portos de Paraná para a Agenda Ambiental Institucional do sistema de gestão ambiental dos Portos, lançada em 2016.

Quadro 7: Identificação de aspectos ambientais e impactos derivados da atividade dos portos do Paraná.

ASPECTOS	IMPACTOS
OPERAÇÃO DOS NAVIOS	• Conflitos com a atividade da pesca artesanal • Risco de vazamentos de produtos perigosos • Alteração da qualidade da água • Alteração das comunidades da biota aquática • Comprometimento de áreas costeiras sensíveis • Risco de introdução de espécies exóticas
CARGA E DESCARGA	• Possível contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas • Riscos de acidentes com colaboradores portuários e a comunidade do entorno • Alteração da qualidade do ar • Aumento de vetores transmissores de doenças • Comprometimento da saúde pública • Prejuízo ao conforto acústico da comunidade
MOVIMENTAÇÕES TERRESTRES DE CARGA	• Deterioração das vias públicas • Conflitos entre os usuários das vias públicas • Alteração da qualidade do ar • Prejuízo ao conforto acústico da comunidade
DRAGAGENS DE MANUTENÇÃO	• Redução da abundância e diversidade de fauna bêntica e da fauna nectônica • Melhoria nas condições de navegabilidade • Alteração das comunidades da biota aquática
SERVIÇOS PORTUÁRIOS	• Geração de emprego e renda • Incremento nas exportações • Aumento no dinamismo da economia regional • Município de Paranaguá como referência nacional no setor portuário. • Risco de perda de identidade local e fomento de atividades que degradam a qualidade de vida e a autoestima das comunidades.

Fonte: APPA, p. 2017.

Desde julho de 2013, o Porto Organizado de Paranaguá possui a **Licença de Operação (LO) nº 1173/2013, expedida pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais** (IBAMA), referente ao seu processo de regularização ambiental. A licença compreende as instalações portuárias terrestres existentes na Baía de Paranaguá, desde a região de Pontal do Sul, estendendo-se até a Foz do Rio Nhundiaquara, abrangendo todos os cais, docas, pontes e píeres de atração e acostagem, armazéns, silos, rampas ro-ro, pátios, edificações em geral, vias internas de circulação rodoviárias e ferroviárias, infraestrutura de proteção e acessos aquaviários. Entre estes estão áreas de fundeio, bacias de evolução, canais de acesso da Galheta, Sudeste, do Norte e suas áreas adjacentes até margens das instalações terrestres existentes na Área do Porto Organizado, além de contemplar a área oceânica circular de descarte de material dragado com raio de uma milha náutica, delimitada e denominada "ACE20".

Com a aprovação do estatuto da APPA e da instituição da empresa pública, a Diretoria de Meio ambiente do Porto (DIRAM) foi criada com a finalidade de coordenar, monitorar e fiscalizar atividades ambientais como forma de valorização de seus ambientes naturais dentro das áreas dos portos organizados e de seu entorno.

Como instrumentos à operacionalização da sua Gestão de Meio Ambiente, Saúde e Segurança a APPA publicou, nos últimos anos, dezenas de ordens de serviços e portarias que estabelecem obrigatoriedades ou disciplinam a execução de atividades inerentes às características físicas e operacionais dos Portos do Paraná em conformidade com os requisitos legais e boas práticas.

Neste processo de evolução, a APPA executa ações de controle e redução do consumo no âmbito dos seguintes eixos temáticos: uso racional de recursos, sensibilização e capacitação de colaboradores, conservação de água e eficiência energética. Segundo informações da Agenda Ambiental Institucional da APPA, desde 2014, os investimentos feitos para a modernização da rede hidráulica, bem como para a redução do consumo de água, se traduziram numa redução superior a 70%.

O plano de gestão integrada atual da APPA tem 20 objetivos específicos, suas correspondentes metas e indicadores de seguimento. Esses objetivos estão articulados em torno de 18 programas de ação que incluem, desde os programas de gestão e auditoria ambientais, até o gerenciamento de efluentes, do tráfego, das emissões e do ruído, ou programas específicos de monitoramento da biodiversidade potencialmente afetada pela atividade do porto, como o programa de monitoramento dos mananciais (APPA, 2017). Entre as metas a lograr ao longo do presente ano de 2018, a APPA tem o objetivo de implantar o sistema de gestão integrada (SGI) de meio ambiente, segurança e saúde, baseado nos sistemas ISO e OSHAS.

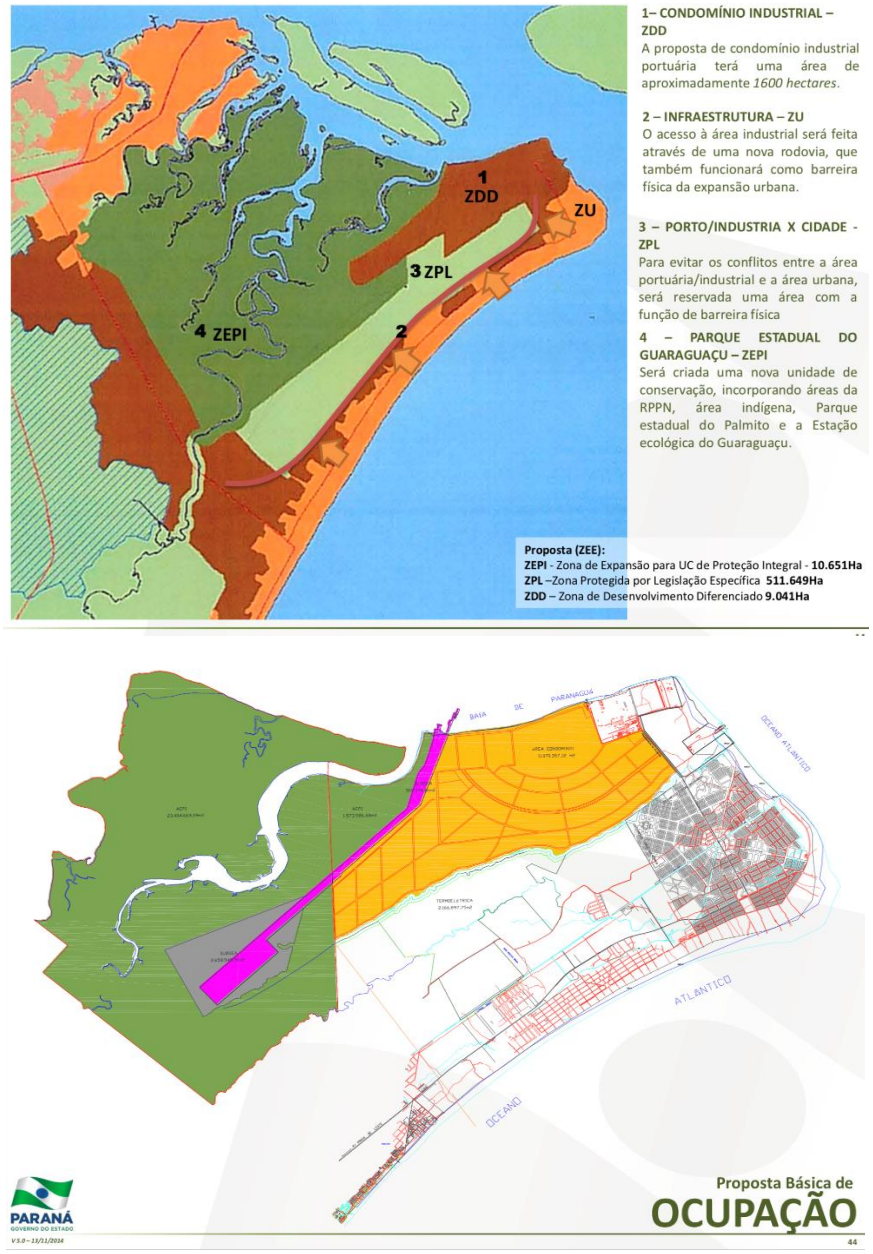
Um aspecto muito importante com relação aos conflitos entre os usos portuários e outros usos do solo é relacionado à questão do zoneamento das áreas retroportuárias, que dão serviço ao porto, como foi mencionado anteriormente. O progressivo aumento do comércio internacional exige a expansão das áreas portuárias e o aprofundamento dos canais de acesso aos portos, sendo essa uma tendência forte que configurará um uso portuário mais extenso e intenso no litoral paranaense nos próximos anos, com o crescimento de riscos, impactos e conflitos.

Os portos de Antonina e Paranaguá preveem a expansão das suas áreas de retroporto e a ampliação das vias de escoamento de mercadorias, com a ampliação de estradas e ferrovias, bem como os acesos por mar, aumentando o calado dos canais de acesso, como é refletido nos planos diretores de Antonina (2008) e Paranaguá (2007), atualmente em revisão. Um dos impactos derivados da expansão das infraestruturas portuárias ao longo da margem sul da baía está relacionada à ocorrência de manguezais ao longo da costa. A construção de cais poderá exigir a retirada dessa vegetação, o que deve implicar em negociações e compensações ambientais.

A expansão prevista para a atividade portuária alcança, na Ponta do Poço (Pontal do Paraná), uma área considerada favorável para a ocupação portuária pelo seu grande calado natural e que não tem se consolidado por causa da falta de vias adequadas para o transporte terrestre das mercadorias. A proposta atual de ocupação dessa área, onde

se encontram as instalações da Techint, apoiada pelas diretrizes apresentadas por diversos planos, projetos, grupos de trabalho e estudos elaborados – incluído o Zoneamento Ecológico-Econômico do Litoral, parece ter resolvido a questão do acesso terrestre com a proposta de criação da faixa de infraestrutura, paralela à rodovia atual (PR-412), a 1,8 quilômetros do mar (PIERRI, 2006). Os estudos de tráfego do projeto da faixa de infraestruturas em Pontal do Paraná apontam a um incremento da quantidade de veículos que utilizariam a PR-412 de até 57% até o ano 2027. Este e outros projetos previstos para servir ao potencial aumento da atividade portuária são analisados de forma pormenorizada no Volume 5 – Aspectos de Infraestrutura e Logística. A indefinição sobre alguns aspectos relativos aos acessos ao porto e às comunidades vizinhas, e a insuficiência de avaliações rigorosas dos riscos ambientais e sociais, particularmente, da identificação de potenciais impactos sinérgicos ou cumulativos, foi mencionada por diferentes atores, tais como diversas ONGs e especialistas do âmbito acadêmico (OHDE, 2018). Em qualquer caso, é recomendável a exigência, pelo órgão ambiental, de estudo compreensivo de impacto que desenvolva esses aspectos, considerando todos os fatores de risco, e que o mesmo seja requerimento indispensável para o licenciamento ambiental.

Figura 9: Proposta de zoneamento e ocupação para o Complexo Portuário do Pontal do Paraná



Fonte: PARANÁ, 2014.

Além disso, existe uma preocupação sobre os reflexos que essa expansão teria no patrimônio natural e cultural vinculado à Ilha do Mel, consequências que não foram analisadas no Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do empreendimento (URROZ LOPES, 2004), segundo mencionaram representantes dos grupos sociais interessados, como a Associação de Moradores da Ilha do Mel. Com o aumento do calado dos navios,

haverá necessidade de dragar canais artificiais, tanto dentro do estuário, como nos bancos de areia das barras. Estes canais de navegação interferem na dinâmica de sedimentos da zona costeira. A interrupção dos fluxos de sedimentos provoca alterações importantes nas costas próximas, como já aconteceu no passado resultado de sucessivas dragagens no Porto de Paranaguá e que causaram a alteração da paisagem da Praia do Mar de Fora, em Encantadas, uma das faces da Ilha do Mel, pelo acúmulo de areia. Nesse local havia cinco ou seis praias intercaladas por divisões naturais de natureza rochosa, que abrigavam espécies marinhas hoje extintas do local. Agora há uma única e extensa praia de aproximadamente seis quilômetros (Ministério Público do Estado do Paraná, 2009).

É preciso que as autoridades do Porto e o poder público a nível municipal trabalhem em conjunto para buscar soluções ambientalmente sustentáveis e socialmente justas que permitam o desenvolvimento das atividades portuárias integrando a população local. É justo que os capitais interessados em investir para obter um benefício econômico a partir da exploração dos recursos naturais do estado, e particularmente do litoral, invistam, com o apoio do poder público, em mecanismos que revertam em benefícios para as comunidades locais. Algumas dessas estratégias envolvem a capacitação profissional das comunidades residentes, o desenvolvimento do turismo sustentável, a valorização do patrimônio, a proteção dos recursos naturais, e a melhoria das infraestruturas da segurança e da saúde. A coordenação e colaboração interinstitucional é essencial para a implementação eficaz desses mecanismos.

4.2.3.2 Conservação da natureza

O litoral do Paraná abriga o maior remanescente contínuo do bioma Mata Atlântica, de alto valor ambiental, dando suporte a uma grande diversidade biológica e de serviços ecossistêmicos essenciais para a vida de muitas comunidades tradicionais, além de outros, como turismo, recreação ou fornecimento de matérias primas de produção que oferecem oportunidades para o desenvolvimento futuro da região do litoral.

A importância do bioma Mata Atlântica é reconhecida internacionalmente em diversos atos declaratórios internacionais. Assim, o bioma é considerado como um *hotspot* de biodiversidade global pela abundância de espécies e elevado grau de endemismos que abriga e pela situação de elevada fragilidade, considerando que a sua cobertura original foi reduzida a cerca de 12% (VEDOR *et al.*, 2018). A região da Serra do Mar Paranaense, juntamente com as ilhas oceânicas e as zonas de amortecimento em seu entorno, constituem a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, reconhecida pela UNESCO em 1992. Além disso, a região foi declarada como Sítio do Patrimônio Mundial Natural pela UNESCO, em 1999, considerando sob essa denominação até nove unidades de conservação, incluindo ecossistemas de manguezal. O litoral do Paraná, junto com o litoral sul de São Paulo, faz parte de um corredor biológico reconhecido mediante portaria do MMA em 2006 como Mosaico Lagamar, integrando 50 unidades de conservação que, como ressalta Vedor *et al.* (2018), requer da gestão de forma integrada e participativa do território para a sua proteção a longo prazo.

Na seção 4.5, é feito um diagnóstico das Unidades de Conservação existentes no litoral paranaense. No entanto, a partir de uma ótica focada na importância do uso do solo voltado para a conservação da natureza, o litoral do Paraná é excepcional. Atualmente os municípios que conformam a região litorânea do Paraná tem 83% da sua área delimitada em Unidades de Conservação (de agora em adiante UCs) federais, estaduais e municipais, sendo que as maiores são a APA de Guaraqueçaba e a APA Estadual de Guaratuba.

A importância que o poder público outorga à conservação nesta região é evidente, não somente pela amplitude da superfície protegida, mas também pela existência de instrumentos de compensação como o ICMS Ecológico, um instrumento de política pública que trata do repasse de recursos financeiros aos municípios que abrigam Unidades de Conservação ou áreas protegidas em seus territórios, ou ainda mananciais para abastecimento de municípios vizinhos.

Do total do ICMS arrecadado pelo Estado do Paraná, 5% é destinado aos municípios, proporcionalmente às Unidades em função do tamanho, importância, grau de investimento na área, manancial de captação e outros fatores. Desses 5%, a metade é destinado a municípios que tenham mananciais de abastecimento no seu território, e a outra metade para municípios que tenham integrado Unidades de Conservação, Áreas de Terras Indígenas, Reservas Particulares do Patrimônio Natural, Faxinais, e Reservas Florestais Legais (IAP, 2018).

O repasse de recursos para os municípios é uma forma de valorizar a conservação de serviços ecossistêmicos que beneficiam a todos, sendo especialmente significativo nos municípios de Antonina e Guaraqueçaba, em ambos os casos superando os 5 milhões de Reais repassados no ano 2017. Os valores totais e valores *per capita* arrecadados pelo ICMS Ecológico, em cada município do litoral, para o período 2012-2017, podem ser consultados no capítulo 7.3. Arrecadações municipais e dependências de repasses fiscais.

Outro exemplo dessa contribuição dos serviços públicos a valorização do meio ambiente, é o repasse de recursos da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), responsável pela prestação de serviços de saneamento básico a 345 cidades paranaenses, fornecendo água tratada a 100% da população urbana em esses municípios. A Companhia repassa cada ano recursos ao Fundo Municipal de Meio Ambiente, que devolve aos municípios parte do que é cobrado na conta de serviços da SANEPAR, e do projeto Fundo Azul, para a preservação de mananciais de água. Os repasses aos Fundos de Meio Ambiente devem, necessariamente ser aplicados em projetos ambientais definidos pelo Conselho de Meio Ambiente de cada cidade. Assim, todo mês, cada Fundo recebe da SANEPAR de 0,8% a 1% da arrecadação no município.

Segundo Pierri *et al.* (2006), o fato do poder público ter sido capaz de conservar, em grande proporção, esses territórios se explica pelas maiores dificuldades em acessá-los, coincidindo com o fato de que estes são os municípios menos povoados, e por não apresentar, ou ter perdido, interesse econômico-produtivo para outros tipos de

empreendimentos. Essas características podem ter facilitado a decisão de criar as Unidades de Conservação ao não estar subtraindo recursos a grupos econômicos fortes. Ao mesmo tempo, essa circunstância cria dificuldades para manter condições de sustentabilidade econômica e social para a população que vive nas unidades de conservação ou em suas áreas de amortecimento, especialmente quando não existem, ou não foram suficientemente desenvolvidas, outras alternativas de uso que sejam rentáveis e compatíveis com a conservação. Muitas vezes os agentes que trabalham pela conservação são de fato vistos pelas comunidades locais como responsáveis pela pobreza e falta de oportunidades, devido às restrições de uso impostas para reforçar a proteção. No entanto, é possível e necessário mudar essa visão. A ideia de que desenvolvimento e conservação são conceitos contrapostos, e de que não pode acontecer um sem o outro, é ultrapassada. Em palavras do biólogo e diretor da Conservation Land Trust (CLT) e diretor do Projeto Iberá para a recuperação de espécies ameaçadas no Parque Iberá na Argentina, Ignacio Jimenez, “devemos mudar esse preconceito que entende a conservação como impedimento para o desenvolvimento e procurar formas alternativas de aproveitar a biodiversidade para gerar benefícios que devolvam a autoestima às comunidades que moram nesses lugares”. Assim, Jimenez fala do conceito “produção da natureza” para se referir ao entendimento da população e das comunidades locais, da natureza como um valor de produção que pode gerar benefícios. A mudança por essa visão é possível mediante o fomento do turismo da natureza, considerando o crescente interesse das pessoas de rendas mais altas, ou com melhor formação, que moram nas cidades, em conhecer e experimentar de perto a vida e conhecimento da natureza. Os benefícios derivados da atividade turística podem refletir nas comunidades, aumentando a sua autoestima e o reconhecimento da sua própria riqueza e identidade. Essas informações foram discutidas com Ignacio Jiménez em reunião que teve lugar em Curitiba com a equipe do Consórcio Litoral Sustentável para a elaboração do PDS Litoral, onde foram mostrados vários exemplos de iniciativas de turismo da natureza realizadas em outros lugares de três continentes (América, Europa e África) com grande sucesso, tanto para o desenvolvimento local da população,

como para a recuperação e proteção da biodiversidade, vista agora como um bem que traz benefícios e prosperidade (JIMENEZ, 2018).

4.2.3.3 Pesca, Agricultura e questões ambientais

A pesca foi historicamente uma atividade importante na baía de Paranaguá e atualmente continua sendo um meio de produção de alimento e geração de renda significativa de uma parte da população do litoral. Porém, a atividade de pesca de captura e de criação em cativeiro não é expressiva no Paraná, mas possui importância regional em alguns municípios. A tecnologia evoluiu muito nos últimos anos, sendo que o foco é a produção em tanques no solo ou ainda em tanques redes. A produção com tecnologia de ponta é muito intensiva, como em outros países, e ainda está começando no Paraná.

Segundo os últimos dados publicados pela Secretaria de Agricultura e do Abastecimento, no ano de 2014, o Paraná produziu 76,7 mil toneladas de peixe, representando um avanço de 9,3% comparativamente a 2013. As espécies produzidas são: tilápia, camarão marinho (captura), pescado de água doce (captura), carpa, pacú, pescado marinho (captura), e também ostras e caranguejo. No Paraná há também produção de peixes ornamentais, que totalizou 3,65 milhões de unidades em 2014, representando quase 10% do valor bruto do pescado produzido no estado.

As condicionantes físicas e as características do solo dificultam as produções agrícolas no litoral.

Globalmente, na região do litoral, as matas e florestas incluídas dentro dos estabelecimentos agropecuários ocupavam, segundo o censo de 2006, um total de 58.010 hectares, entendendo estas como matas e/ou florestas naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal, matas e/ou florestas naturais, florestas com essências florestais e áreas florestais também usadas para lavouras e pastoreio de animais. As pastagens ocupavam um total de 27.568 ha, e as lavouras, um total de 18.051 ha (IBGE, 2006).

O principal produto cultivado em superfície, segundo esses mesmos dados, é a banana, que ocupava extensas áreas dos vales e encostas das serras e morros. Além disso, há outros cultivos com menor expressão em termos de superfície ocupada, tais como: palmito, maracujá, cana-de-açúcar, milho, feijão, tangerina e tomate, produzidos para subsistência e para destinar ao mercado.

O censo de 2017 que está sendo elaborado, apresentará informação atualizada sobre esses dados, mas por enquanto só foram apresentados os resultados preliminares por estado. Em termos de valor da produção, o Volume 6 de Aspectos Econômicos deste mesmo relatório apresenta no Capítulo 6.1.4 uma análise pormenorizada das lavouras temporárias e permanentes. Segundo esses dados, em 2016 as culturas de arroz eram as lavouras temporárias mais expressivas na microrregião de Paranaguá, seguidas pela cana de açúcar e a mandioca. No que diz respeito às culturas permanentes, em termos de valor de produção na microrregião, destaca-se a banana, seguida do palmito.

4.2.3.4 Turismo de veraneio e questões ambientais

Embora outras seções deste relatório discutam com mais profundidade este setor, vale a pena mencionar o uso turístico, principalmente, o uso balneário e a navegação recreativa, incluindo a pesca esportiva.

O uso balneário engloba dois processos que envolvem a populações com características, impactos e condicionantes diferentes. Por um lado, a afluência dos turistas, sejam aqueles que constroem suas segundas residências, incentivando o crescimento da urbanização mais próxima ao mar, pensada para aqueles que visitam o litoral sem possuir casa própria. Neste caso trata-se de uma população de presença concentrada na temporada de verão e feriados, e, em muito menor grau, nos fins de semana e o resto do ano. Por outro lado, a afluência de pessoas que vêm de outras regiões para estabelecer sua moradia no litoral, com expectativas de melhorar a sua renda e qualidade de vida, na procura de novas oportunidades. Eles normalmente ocupam espaços menos valorizados, impulsionando a urbanização mais precária e sofrendo as carências de uma adequada infraestrutura e serviços que garantam a saúde e segurança.

O uso balneário se caracteriza pela ocupação das praias. Inicialmente, no Paraná, os balneários com maior demanda se localizavam nas praias mais abrigadas, onde morros próximos ou bancos de areia diminuíam a energia das ondas, como a praia de Caiobá em Matinhos, e em outras praias pontuais de Guaratuba e Pontal do Paraná. Com o tempo, foram ocupadas as praias de maior energia de ondas até formar uma ocupação contínua do litoral sul do Paraná. No litoral norte, o processo de ocupação foi retardado pela falta de acesso terrestre e a dificuldade do acesso marítimo. Nessa região, todas as praias localizam-se em ilhas naturais ou artificiais, como o caso da ilha de Superagüi, originalmente uma península que foi separada do continente pela escavação do canal do Varadouro em meados do século XX. Atualmente, após a criação do Parque Nacional do Superagüi, o potencial de ocupação é mais reduzido e concentrado nas praias de Superagüi e Ilha das Peças.

O uso balneário no litoral do centro e sul do Paraná tem se caraterizado pela ocupação junto à linha de costa ou mesmo sobre a praia, destruindo as dunas e paleodunas, aterrando os brejos e modificando a morfologia costeira de forma intensiva com impactos sobre a dinâmica natural do ambiente costeiro. O avanço das infraestruturas sobre a praia gerou problemas muito graves de erosão ao longo das últimas décadas do século XX, e esses problemas ainda persistem hoje. O processo de erosão costeira tende a crescer uma vez iniciado, por isso as medidas de prevenção são as mais eficazes para evitar graves danos aos ecossistemas, aos bens e às pessoas. Na seção a seguir fornecem-se mais dados sobre os problemas de erosão e riscos geotécnicos que afetam o litoral do Paraná.

Um caso particular de ocupação no litoral paranaense é o da Ilha do Mel, que constitui o seu maior atrativo turístico. Inicialmente ocupada com fins militares, nos séculos XVIII e XIX, o uso turístico da ilha começou nos anos 1930, sobretudo por famílias de classe alta procedentes de Curitiba que compartilhavam o espaço com a população tradicional sem muitos conflitos. Foi a partir da década de 1980 que a pressão turística sobre a ilha começou a despontar. Simultaneamente, a Ilha foi transformada em área de

conservação com a criação, em 1982, da Estação Ecológica da Ilha do Mel. Contudo, isso não impediu o desenvolvimento fora da área protegida, onde foi instalado o serviço de fornecimento de energia elétrica e o transporte marítimo regular, propiciando uma ocupação mais intensa para empreendimentos, veranistas e visitantes. A Ilha tem uma capacidade máxima de suporte estimada de 5.000 pessoas. Em 2002 foi criado o Parque Estadual que, somado à Estação Ecológica, constituem uma área de 2.578 hectares, correspondente a 93,4% da superfície da ilha.

O uso turístico demanda a construção de marinas e portos. No Paraná as marinas se encontram localizadas nas baías de Paranaguá e Guaratuba, em áreas abrigadas dos ventos e das ondas. Algumas foram implantadas em áreas de mangues ou planícies úmidas que requereram aterros e dragagens. Em Pontal do Paraná, as marinas vêm sendo implantadas ao longo das margens dos canais escavados na década de 1960, e nos últimos anos o número de marinas continuou a crescer.

Devido ao fato de que a maior parte das costas estuarinas se configurarem como mangues protegidos por lei, a pressão pela ocupação para esse tipo de instalações concentra-se nas costas sem mangues, que coincidem com as áreas de ocupação de populações tradicionais de pescadores, gerando tensões entre esses usos.

4.2.3.5 Impacto dos processos de ocupação e tendências demográficas

O peso da variável migratória na dinâmica de crescimento populacional do Paraná tem sido significativo e definidor do perfil de distribuição espacial da população no território. Tanto os movimentos a partir de outros estados quanto os internos têm sido intensos, porém, vêm sofrendo alterações ao longo do tempo. Os movimentos procedentes de outros estados perderam força e internamente crescem em importância os deslocamentos do meio rural ao urbano. Cada vez mais, as principais correntes migratórias do Estado direcionam-se para a Região Metropolitana de Curitiba, e secundariamente aos núcleos urbanos do Norte Central. Essas zonas concentram as maiores oportunidades de ocupação e renda, e por isso se constituem como os principais focos de atratividade. Uma análise aprofundada das tendências migratórias,

com relação aos diferentes parâmetros de crescimento populacional e desenvolvimento social, é apresentada no Volume 2 de Aspectos Socioterritoriais, Capítulo 3.1 Demografia e fluxos migratórios.

A análise realizada mostra que paralelamente à concentração nos centros urbanos, ocorre o esvaziamento das regiões do Noroeste, Centro-Ocidental e Sudoeste, com taxas negativas de crescimento. No entanto, o ritmo de crescimento da Mesorregião Metropolitana de Curitiba é superior à média do Estado (2,7% no período 1991-2010).

A população do litoral do Paraná como um todo também mostrou um importante crescimento, duplicando-se nos últimos 30 anos, passando de 112.310 habitantes em 1970, a 235.840 em 2000 (equivalente a uma taxa de crescimento de 2,25%). Também deixou de representar 1,6% da população do Estado, chegando a 2,5%, crescimento predominantemente urbano, acompanhado de um aumento da taxa de urbanização do litoral.

As projeções demográficas são expressão de dois processos que estão acontecendo de forma simultânea. Por um lado, a migração campo-cidade, consequência da perda de competitividade das atividades agrícolas tradicionais, e por outro, os incentivos à atividade florestal e outras atividades, como a bovinocultura, concentrando a propriedade da terra – tudo isso reforçado pelas limitações ambientais das áreas de conservação. A população se deslocou aos centros urbanos com a expectativa de ter melhores oportunidades de geração de renda. Por outro lado, o crescimento populacional sinaliza a imigração de população originária de outras regiões extralitorâneas, reforçando a urbanização do litoral. Além da tendência geral, os diferentes municípios que conformam a região litorânea apresentam diferentes situações. Paranaguá destaca por ter duplicado a sua população nas três últimas décadas do século XX, com altas taxas de urbanização, características que refletem a sua condição de polo econômico regional. Já Antonina apresenta uma população menor e taxas de crescimento baixas, em parte devido à perda de protagonismo do porto e da atividade industrial que o acompanhava, levando a emigrar com o tempo.

Guaraqueçaba é o município com a menor população da região e o que menos cresceu nas últimas décadas. Morretes também apresenta baixa população, apesar do interesse turístico histórico-cultural, que não chega a atrair população com a mesma intensidade que o turismo de "sol e praia" oferecido pelos municípios do litoral sul. Consequência precisamente do atrativo turístico das áreas de praia, Guaratuba, Matinhos e Pontal do Paraná apresentam altas taxas de crescimento acompanhadas do aumento da pressão para expandir o solo urbano.

A análise das tendências indica que o processo de investimentos, construção imobiliária e instalação de empreendimentos e serviços ligada aos municípios costeiros do litoral sul continuará aumentando. Isso demandará melhorias na comunicação, transportes e segurança, assim como mecanismos para integrar essas novas infraestruturas às populações tradicionais – muitas das quais se encontram em situação de pobreza relativa e baixos níveis de desenvolvimento, os quais podem agravar-se devido à destruição da qualidade do ambiente e à degradação da paisagem. A experiência prévia com o porto de Paranaguá confirma que a presença do porto não é necessariamente garantia de desenvolvimento e qualidade de vida para todos os estratos da população (PIERRI *et al*., 2006).

A pressão sobre a ampliação de espaço para as atividades portuárias em Pontal do Paraná, consequência das tendências mencionadas, criará um conflito de interesses pelas atividades portuária e turística cuja compatibilidade é um desafio. Mas esta perspectiva também oferece oportunidades para aplicar critérios sustentáveis, inovadores e participativos, que realmente mudem o futuro da população mais vulnerável. Entre as alternativas de desenvolvimento incluem-se a aplicação de critérios ecológicos para implantação de infraestruturas e para a orla marítima dos municípios do litoral sul, a implementação de medidas compensatórias – como a restauração ambiental de áreas degradadas com espécies nativas, a melhoria dos acessos às praias – com soluções que permitam recuperar os ecossistemas litorâneos, o investimento em capacitação da população local – para a melhora do emprego e da renda, e o

desenvolvimento de produtos locais com certificados de qualidade, que revertam benefícios reais para a população.

4.3. ESTABILIDADE E RISCOS GEOTÉCNICOS DIANTE DA OCUPAÇÃO DO LITORAL E IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO

Existem diversos estudos sobre os efeitos da ocupação costeira no aumento dos processos erosivos no litoral do Paraná. Como aponta Angulo *et al.* (2000), a discussão sobre os problemas do litoral paranaense é cíclica e sazonal, ressurgindo no verão quando a demanda de uso das praias se intensifica. As praias estão sujeitas a ciclos naturais de erosão e sedimentação. Nas fases erosivas desses ciclos, o mar retira a areia, pondo em risco ou destruindo obras construídas.

Outros problemas de estabilidade que afetam a região costeira são provocados pelas águas de escoamento superficial e escorregamentos de diversos tipos nas encostas dos morros, que também comprometem as infraestruturas aí existentes, que foram tratados anteriormente na Secção 4.1.1.3 Riscos Geológicos e Movimentos em Massa.

A ocupação das praias tem consequências que vão mais longe do que a estabilidade, como a contaminação das águas, o sombreamento das praias durante a tarde, etc. As atitudes frente ao problema são diversas e muitas vezes conflitantes, dificultando a tomada de decisões. Deixando de um lado os interesses dos diferentes setores sociais e do poder público, a atitude a ser tomada deve se apoiar no conhecimento científico e técnico com o objetivo de proteger a segurança das pessoas e dos bens, permitir o desfrute dos recursos naturais por todas as pessoas em igualdade de condições e preservar os valores naturais e o equilíbrio ecossistêmico do qual dependem o próprio bem-estar da população.

No entanto, a maneira para atingir essa solução não é tão clara, o reforço da legislação e a fiscalização são muitas vezes insuficientes. Contudo, a iniciativa privada precisa de um controle adequado que leve em consideração os efeitos futuros da ocupação

desordenada, os quais são ignorados por investimentos centrados exclusivamente no retorno rápido dos benefícios econômicos. Um dos problemas mais comuns é a erosão causada às praias pelas ondas e correntes litorâneas – os ciclos de mudanças podem ser ocasionais, mas também podem durar vários anos.

Durante o período do Holoceno, o litoral do Paraná era caracterizado por uma costa regressiva, influenciada pela descida do nível do mar que teve lugar nesse período. Análises mais recentes, da evolução da costa nas duas últimas décadas do século XX, detectaram mudanças desde centenas até milhares de metros da linha de costa paranaense relacionadas com a dinâmica das desembocaduras dos estuários e deltas de maré. Segundo este fator, tal e como recolhe o Ministério do Meio Ambiente no livro *Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro* (ANGULO *et al.*, 2006) classificou as costas, segundo a variação experimentada pela costa em metros como: estáveis (variação da linha de costa inferior a 10 m), moderadamente instáveis (variações de dezenas de metros) e instáveis (até centenas de metros de variação). Esta variação foi detectada através da análise de fotografias aéreas históricas.

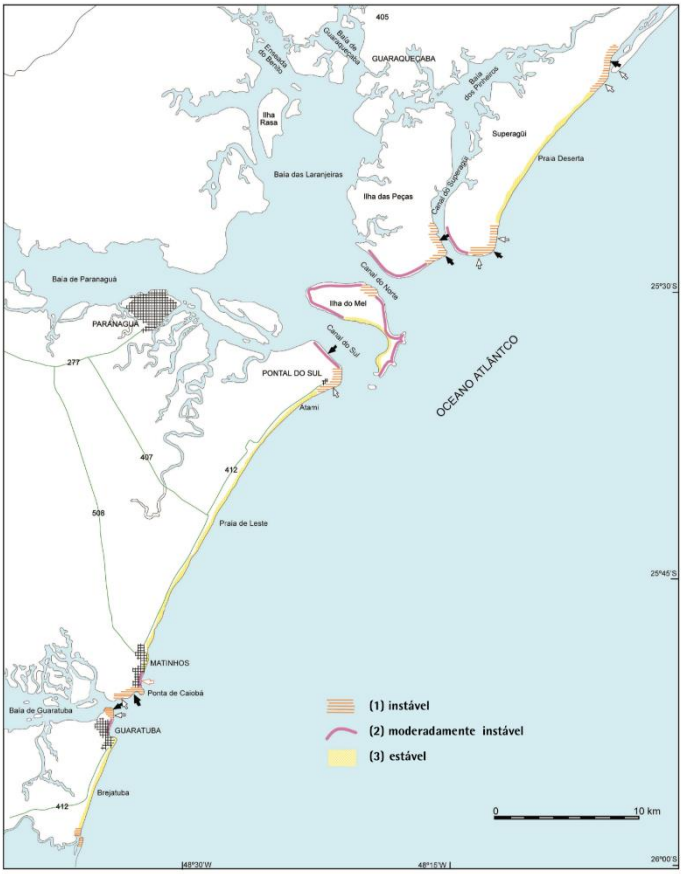
Segundo esta classificação, as faixas mais instáveis do litoral do Paraná se localizam a Nordeste e Sudeste da ilha de Superagüi; na entrada do canal que separa essa ilha da Ilha das Peças; no Canal do Norte entre a Ilha das Peças e a Ilha do Mel; no extremo Leste de Pontal do Paraná e na entrada da baía de Guaratuba.

São moderadamente instáveis: a faixa costeira do Leste e Oeste da Ilha do Mel; e a costa de Pontal do Paraná, no Canal do Sul. No entanto, a faixa Sudoeste da Ilha do Mel, onde se localizam a Praia do Limoeiro, a Praia de Brasília e a Praia do Belo, é estável segundo esses critérios, igual ao que acontece com a costa Leste de Superagüi, onde se localiza a Praia Deserta, e o Leste de Pontal do Paraná e Matinhos, caraterizado pela presença de extensas praias.

Outro fator que influi na instabilidade da costa são os fenômenos climáticos interanuais como El Niño e La Niña, os quais podem originar intensos processos de erosão e sedimentação. O perfil praial experimenta modificações como consequência das

mudanças do clima de ondas e os eventos climáticos de alta intensidade. Esses fenômenos têm influência importante nos processos de erosão e sedimentação das praias próximas à desembocadura da Baía de Paranaguá através da modificação do padrão anual de ventos e consequente interferência no grau de agitação do mar.

Figura 10: Classificação da costa paranaense de acordo com a estabilidade determinada por Ângulo (1993).



Fonte: Ângulo, R.J., et al., 2002.

O litoral do Paraná tem uma extensão de praias de aproximadamente 126 quilômetros desde a Barra do Ararapira ao Norte, até a Barra do Saí, ao sul. A sua continuidade é interrompida por alguns pontais rochosos e desembocaduras de baías. As praias são constituídas em geral por areias finas a medias, bem selecionadas, principalmente de quartzo, ainda que podem apresentar teores variáveis de carbonatos e metais pesados.

Segundo a morfologia costeira, no litoral do paraná podemos falar de: **praias estuarinas, praias de desembocadura, e praias oceânicas**, de mar aberto, cujas extensões vão de 0,2 quilômetros até 56,4 quilômetros.

As **praias de desembocadura** que ocorrem tanto do lado oceânico das desembocaduras, como no lado interno voltado para o estuário, são em geral instáveis, apresentando processos de erosão e progradação*. As rápidas mudanças das praias de desembocaduras são associadas à **mobilidade de deltas de maré e às interferências antrópicas**. O aumento da intensidade dos fluxos das desembocaduras durante as tempestades provoca fenômenos erosivos nessas praias. Quando as correntes de maré são mais fracas (por exemplo, em períodos de estiagem), as correntes de deriva litorânea predominantes, provenientes do sudeste, aumentam a eficiência no transporte de sedimentos através das desembocaduras em direção nordeste. Esses fenômenos ocorrem, por exemplo, no Mar do Arapira, localizado no extremo Nordeste da costa do Paraná, e no Canal de Superagüi.

As mudanças da costa observadas nas últimas décadas do século XX na Baía de Paranaguá são da ordem de centenas de metros. Na **Ilha do Mel** foi verificada a progradação e recuos da linha de costa da ordem de dezenas de metros. O **istmo de nova Brasília sofreu processos erosivos** na década de 1950, quando a largura do istmo era de 150 m. Em 1980, a erosão havia parado, ocorrendo a deposição de areia e alargando o istmo algumas dezenas de metros. No final dos anos 1980, o processo erosivo foi retomado, intensificando-se novamente na década de 1990. Este novo processo erosivo levou ao estrangulamento progressivo do istmo até uma largura de menos de 5 m e à destruição das construções próximas à linha de costa. Já em 1995, existia comunicação entre as aguas da baía e as do mar. A intensificação do processo erosivo acontecido no istmo foi simultânea à formação de um esporão arenoso na Ponta

* A progradação é um processo natural de ampliação das praias, provocado pelo mar. Quando o mar deposita sedimentos, a costa é ampliada e a progradação é positiva. Já quando o mar retira sedimentos, a costa diminue e chamamos progradação negativa

do Farol das Conchas, na parte sul da praia. Os eventos de alta energia influenciam a morfodinâmica praial no Pontal do Sul, de maneira que após esses eventos ocorria erosão na parte subaérea da praia e acrescimo na parte submersa.

Na costa de Pontal do Paraná, foi verificada a progradação até 300 m na década de 80 até meados dos anos 1990. A partir de 1997, verifica-se um processo erosivo ocorrendo recuos superiores a 200 m até o ano 2000.

Na desembocadura da Baía de Guaratuba ocorre um extenso delta de maré vazante, cujas variações têm provocado intensos processos erosivos e deposicionais nas praias próximas, sendo mais intensa a sedimentação a norte, na Prainha, onde a linha de costa avançou mais de 200 a partir de meados dos anos 1950 até final dos anos 1980.

Na Praia Mansa de Caiobá, um arco praial com comprimento em torno de 1,6 quilômetros na parte norte da entrada da Baía de Guaratuba, ocorreu no mesmo período um intenso processo erosivo que quase provocou o desaparecimento dessa larga praia, mas esse processo foi freado pelas obras de contenção realizadas. A erosão foi provavelmente intensificada nessa zona pelo afastamento das barras frontais do delta de maré, possibilitando a ação mais efetiva das ondas sobre a praia. Outro fator importante é a ocupação da parte alta da praia e a construção posterior de um muro vertical que teria acelerado ainda mais o processo erosivo. A partir da década de 1970 houve várias tentativas de controle da erosão, com construção de contenções e alimentação artificial do esporão. Contudo, a recuperação observada a partir dos anos 1990 está relacionada, muito provavelmente, com a própria dinâmica natural da desembocadura que contribui à deposição de sedimentos. Processos análogos de programação, seguidos de eventos erosivos, ocorreram na Prainha e na Praia das Caieiras.

As praias oceânicas sem influência das desembocaduras presentes no litoral paranaense são: Praia Deserta (em Superagüi), arco praial de Pontal do Paraná e Ponta de Matinhos, Praia Brava de Caiobá, Praia de Guaratuba e Praia de Brejatuba. Os mesmos estudos baseados em fotografias aéreas não verificaram variações na linha de costa superiores

a 10 m até princípios dos anos 1990. Logo, a construção de infraestruturas na beira do mar causou interferências na dinâmica costeira que provocaram importantes processos erosivos, como ocorreu nos balneários de Flamingo e Riviera, após a construção de uma avenida beira-mar.

Na Praia Central de Matinhos também ocorreram, nos últimos anos, problemas erosivos graves decorrentes de uma ocupação inadequada muito próxima à linha de costa, o que tem provocado déficit de areia na praia. Processos semelhantes tiveram lugar na Praia de Caiobá.

Atualmente, existem projetos de controle da erosão envolvendo a construção de esporões quebra-mares e alimentação artificial de praias. No entanto, essas medidas não são sempre efetivas no longo prazo e requerem investimentos muito grandes, bem como uma avaliação abrangente dos riscos para a segurança, meio ambiente e conservação da biodiversidade.

Figura 11: Fenômenos de erosão acontecidos na Praia de Matinhos devido à ocupação da costa (esquerda); projeto de recuperação da orla costeira de Matinhos e engorda da praia (direita).

Fonte: Gazeta do Povo, 04/09/2010 / Prefeitura de Matinhos, 2018.

A tendência atual é a continuação dos processos naturais de progradação e erosão nas praias influenciadas pelas desembocaduras e as correntes de maré, e a estabilidade das praias oceânicas sem ocupação. Porém, o aumento da ocupação de praias oceânicas com construções rígidas, muros, gabiões e outras estruturas continua aumentando o risco de erosão, especialmente em Matinhos, na Praia de Caiobá.

Esses problemas de erosão observados especialmente nos últimos 20 anos na costa do litoral paranaense são decorrentes principalmente de uma ocupação inadequada, muito próxima da linha de costa. Além da destruição das dunas frontais que funcionam como estoque de areia para a praia, não foi deixado espaço suficiente para que se processem os ciclos naturais de progradação e retrogradação. Em alguns casos, a ocupação invadiu a própria praia, alternando o equilibro do sistema.

As variações das áreas praiais próximas às desembocaduras devem ser consideradas quando novas construções forem planejadas. No caso da Ilha do Mel, com dinâmicas mais complexas, foram observados impactos das dragagens no canal de acesso ao Porto de Paranaguá, que provocaram depósito de sedimentos nas praias. Esses efeitos, observados no passado, são indicativos dos efeitos potenciais que a execução de novas dragagens poderiam ter para a operação de um futuro terminal no Pontal do Sul e que modificariam significativamente essas dinâmicas costeiras. A avaliação dos impactos ambientais decorrentes do projeto devem incluir **estudo de riscos com projeções futuras dos efeitos sobre a morfologia costeira da Ilha do Mel**, baseados no conhecimento atualizado das dinâmicas que acontecem no Canal do Sul e afetam esse espaço de alto valor.

É necessário o **disciplinamento do uso do solo na orla litorânea** com normas que evitem ou minimizem os efeitos indesejáveis. As medidas sugeridas incluem o estabelecimento de faixas de segurança, que deveriam ser respeitadas nas construções futuras e deveriam oscilar entre 50 m, em áreas já urbanizadas, até 120 m ou 200 m, dependendo da fragilidade do sistema, em zonas melhor conservadas. Também é importante **considerar aspectos de preservação ecológica**. O ecossistema mais importante a ser preservado na orla litorânea são os mangues, os quais possuem uma série de características específicas que permitem conservar uma grande biodiversidade de espécies, incluídas espécies de interesse econômico, e também protegem a costa frente aos efeitos das mudanças climáticas. Os estuários são também sistemas muito diversos

e produtivos, que geram recursos naturais, dos quais depende o sustento das populações costeiras.

A **recuperação dos sistemas dunares e da vegetação de restinga**, que protege as praias, é possível, em alguns casos, através da retirada de construções antigas situadas sobre a praia – a fim de reverter os danos e impulsionar a recuperação natural, e da proteção do sistema – para evitar as pisadas dos usuários, com a construção de passarelas de madeira para o acesso às praias (conforme realizado em outros países, como os Estados Unidos e Espanha). Esses tipos de estrutura, além de beneficiar o meio ambiente, melhoram a acessibilidade às praias, como o caso da praia de Jurerê e de outras praias em Florianópolis, com vários projetos de melhoria da acessibilidade implementados e outros novos em fase de consulta pública.

Figura 12: Acima: praia de O Vao (Galiza, Espanha) restauração do sistema dunar anteriormente degradado pela construção de infraestruturas permitiu o crescimento da população de *Ammophila arenaria*, uma gramínea protegida pela legislação europeia; abaixo: praia de Jurerê (Florianópolis, Brasil), construção de acesso de madeira melhora a acessibilidade e protege praia da fragmentação.

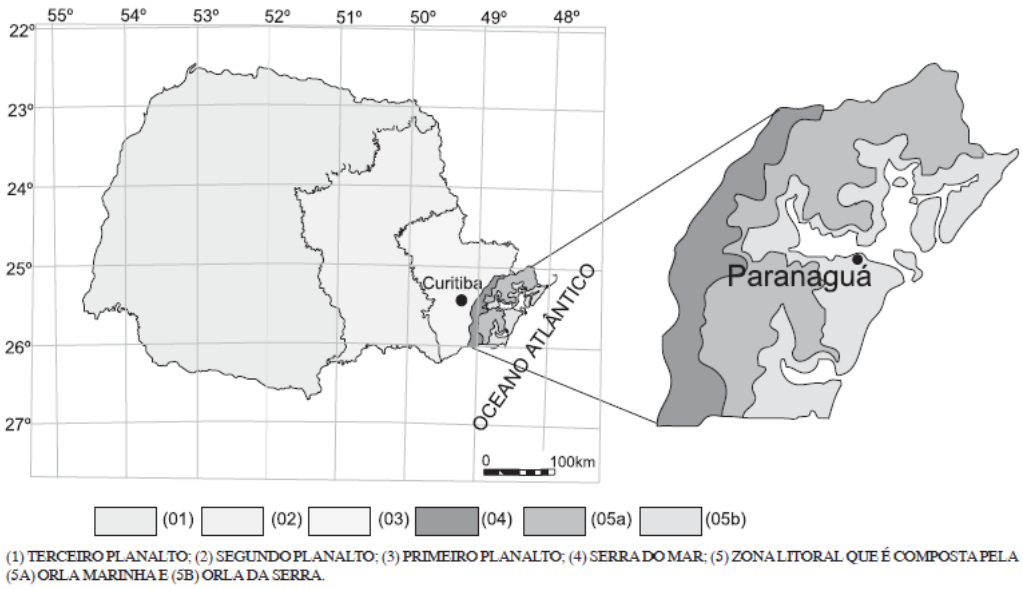
Fonte: VÁZQUEZ, 2016; TIN, 2015

4.4 MORFOLOGIA DA COSTA PARANAENSE

4.4.1 Unidades morfoestruturais

O Paraná é um estado de planaltos, que perfazem em torno de 95% do território, sendo as outras duas unidades de paisagem a Serra do Mar e o litoral, com apenas 5% (Figura a seguir). Contudo, a diversidade se concentra nessas duas últimas unidades. Nelas ocorrem morros e serras de até 1.600 m de altitude, remanescentes de antigos planaltos, planícies e leques aluviais, planícies costeiras, grandes ilhas costeiras e amplos complexos estuarinos.

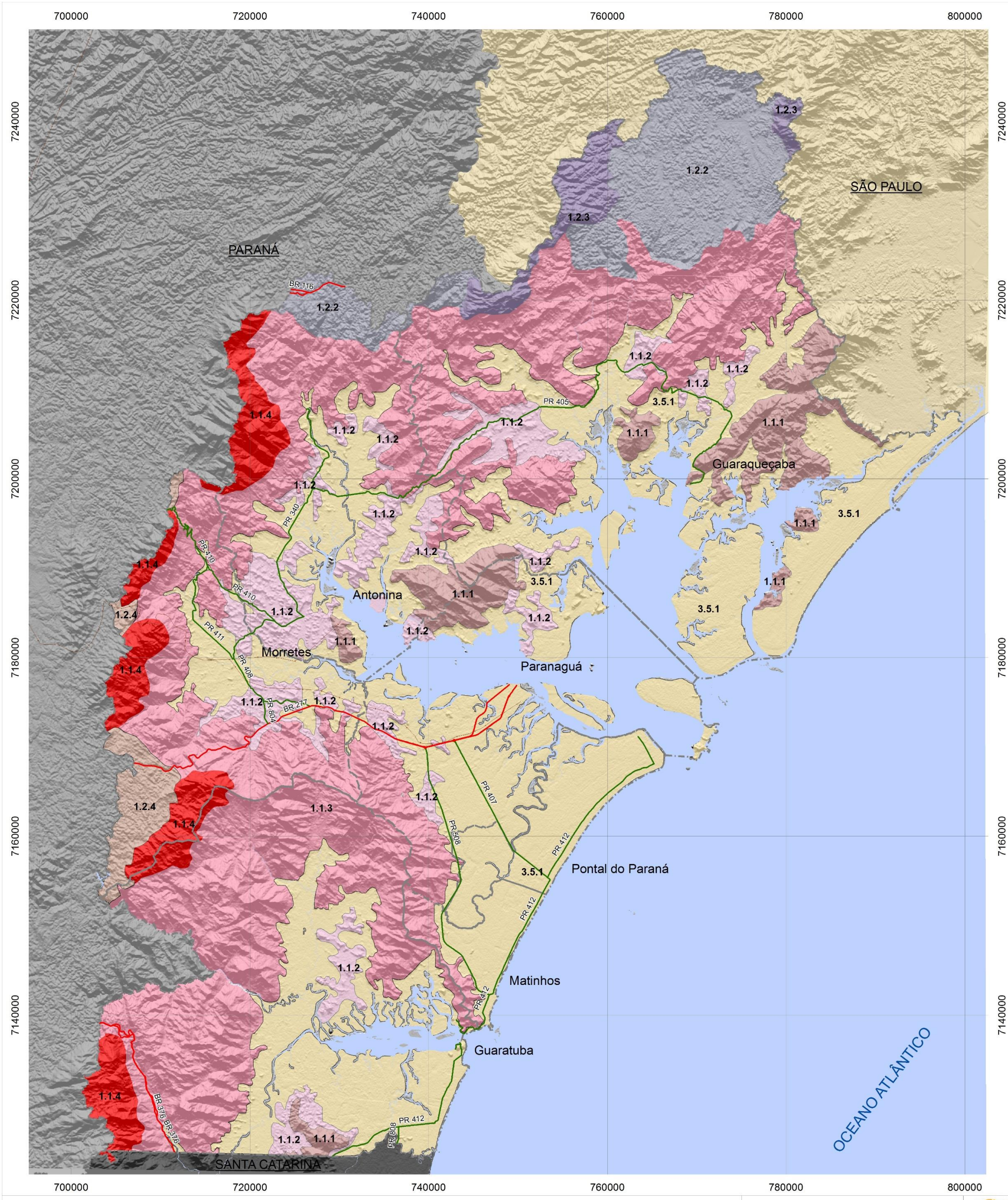
Figura 13: Regiões geográficas naturais do estado do Paraná



(1) TERCEIRO PLANALTO; (2) SEGUNDO PLANALTO; (3) PRIMEIRO PLANALTO; (4) SERRA DO MAR; (5) ZONA LITORAL QUE É COMPOSTA PELA (5A) ORLA MARINHA E (5B) ORLA DA SERRA.

Fonte: MAACK, 1968

A costa paranaense é considerada a segunda menor do Brasil, quando se observa a distância entre o seu limite norte e sul, que em linha reta é inferior a 90 quilômetros, mas tem comprimento em torno de 1.483 quilômetros, quando se consideram as ilhas e a costa estuarina. Os complexos estuarinos originam uma costa muito recortada.



Unidades Morfoestruturais

Legenda

- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Malha Ferroviária
- Massa de Água
- Limite Municipal

Limite de Estados

- Paraná
- Santa Catarina
- São Paulo

Compartimentos Geomorfológicos

- Planalto de Curitiba
- Morros Isolados Costeiros
- Serra do Mar Paranaense
- Planalto Dissecado de Adrianópolis
- Planalto do Complexo Gnáissico-Migmatítico
- Planície Litorânea e Planícies Fluvio-Marinhas
- Blocos Soerguidos da Serra do Mar
- Rampas de Pré-Serra e Serras Isoladas

PLANO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO LITORAL DO PARANÁ

PDS_LITORAL

N

10 5 0 10 Km

DADOS TÉCNICOS:

MERIDIANO CENTRAL: 51° WGr
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 22S
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

FONTE DOS DADOS: RODOVIAS, FERROVIAS: PNLT (2017);
LIMITES MUNICIPAIS, MASSA DE ÁGUA: ITCG (2015, 2018);
NOME MUNICIPIOS, LIMITES ESTADUAIS: IBGE (2015, 2016);
RELEVO, INPE (2011); GEOMORFOLOGIA, MINEROPAR (2010).

DATA: MAIO - 18 ESC.: 1:400.000

PARANÁ THE WORLD BANK BARCELONABRASILGROUP Mcrit hidria Quanta

As praias paranaenses têm extensão de aproximadamente 126 quilômetros e se estendem desde a Barra do Ararapira, ao norte, até a Barra do Saí, ao sul. A sua continuidade é interrompida por alguns pontais rochosos e desembocaduras de baías. As praias são constituídas por areias finas a médias, bem selecionadas, principalmente de quartzo e teores variáveis de fragmentos carbonáticos biodetríticos e minerais pesados (Bigarella *et al*. 1966, 1969a, 1970/71, Giannini *et al*. 1995, Angulo et al. 1996, Paranhos 1996, Mihály 1997). A maioria das praias são intermediárias, podendo ocorrer os extremos dissipativo e refletivo.

As principais unidades morfoestruturais que definem a paisagem da região litorânea paranaense são identificados no mapa apresentado acima.

4.4.2 Tipos de costa

A extensa linha de costa, associada à diversidade geológica, geomorfológica e dinâmica do litoral, propicia a formação de numerosos tipos de costa.

De acordo com sua constituição geológica, a costa paranaense pode ser dividida em dois tipos:

Costa rochosa

A costa rochosa ocorre quando as águas costeiras se encontram com as rochas do embasamento cristalino, principalmente granitos e diques de diabásio, formando costões. A extensão total da costa rochosa é de aproximadamente 137 quilômetros (ANGULO & ARAÚJO, 1996). Nas porções rochosas localizadas no Complexo Estuarino de Paranaguá ocorre o domínio das rochas do embasamento, representados por migmatitos, gnaisses, xistos e anfibolitos do Complexo Gnáissico Migmatítico, datadas do Proterozoico, os quais por vezes podem vir a formar ilhas ou ilhotas na baía citada, tendo em vista sua resistência aos processos erosivos.

Costas sedimentares

As costas sedimentares ocorrem quando as águas costeiras estão em contato com a planície costeira, formada principalmente por planícies com cordões litorâneos (*strand plains*) e Planícies paleo-estuarinas. Sua extensão é de aproximadamente 1.346 quilômetros. Associados a este tipo de costa ocorrem praias, que se estendem por 126 quilômetros, e planícies de maré, cuja extensão é de 1.198 quilômetros (ANGULO & ARAÚJO, 1996).

Na porção em que estão instaladas as estruturas do Porto de Paranaguá, junto ao continente, ocorrem depósitos tecnogênicos provenientes de aterros e modificações antrópicas que se estendem sobre os sedimentos marinhos de planície costeira indiferenciados, com cordões litorâneos (MINEROPAR,2006).

Considerando a morfologia e a dinâmica de ondas, marés e correntes associadas, podem ser reconhecidos três tipos principais de costa: estuarinas, oceânica e de desembocadura (ANGULO & ARAÚJO, 1996).

Costa estuarina

As costas estuarinas são dominadas pelas marés e apresentam planícies de maré com predomínio de manguezais. Na região do Paraná, a costa estuarina ocorre no interior das baías de Paranaguá e Guaratuba, no mar do Ararapira e no rio Saí-Guaçu e tem comprimento aproximado de 1.317 quilômetros.

Costa oceânica

A costa oceânica é aquela voltada para mar aberto, que não apresenta influência significativa das desembocaduras estuarinas e cuja dinâmica é dominada por ondas e correntes de deriva litorânea. No Paraná a costa oceânica sem influência direta das desembocaduras tem apenas 61 quilômetros de comprimento, é retilínea e com orientação aproximadamente nordeste. Caracteriza-se pela presença de praias arenosas e, em alguns locais, por costões rochosos. As praias oceânicas sem influência direta das desembocaduras no litoral paranaense são as seguintes: Praia Deserta (em Superagüi),

arco praial de Pontal do Paraná e Ponta de Matinhos, Praia Brava de Caiobá, Praia de Guaratuba e Praia de Brejatuba. A partir da linha de costa, em direção ao continente, geralmente há dunas frontais, que podem alcançar sete metros de altura.

Costa de desembocadura

As costas de desembocadura são dominadas pela ação das ondas e das correntes de maré e se caracterizam por suas praias e por sua grande mobilidade. No Paraná, as costas de desembocadura têm uma extensão de cerca de 105 quilômetros e localizam-se na área de influência das desembocaduras do Mar do Ararapira, Baía de Paranaguá, Canal do Superagüi, Baía de Guaratuba e rio Saí-Guaçu. Caracterizam-se pela ocorrência de praias arenosas e, em locais protegidos, de pequenas planícies de maré. Neste tipo de costa são frequentes intensos processos de erosão e sedimentação com grandes deslocamentos da linha de costa.

4.4.3 Setorização costeira

A costa paranaense é naturalmente dividida pela desembocadura dos sistemas lagunares de Paranaguá e Guaratuba em três setores: norte, intermediário e sul. O setor norte estende-se desde a Barra de Ararapira até a Barra Norte/Ilha do Mel. O setor intermediário implica desde a barra do Canal da Galheta até a Barra da Baía de Guaratuba, enquanto que o setor sul, desde a Barra de Guaratuba até a foz do Rio Saí.

Nesta seção, tentaremos fazer uma breve análise das diferentes fachadas da costa Paranaense para cada um dos setores referidos, levando em conta as unidades morfológicas e dinâmicas que a compõem e de acordo com a sua constituição geológica.

700000 720000 740000 760000 780000 800000

7240000 7220000 7200000 7180000 7160000 7140000

PARANÁ

SÃO PAULO

SANTA CATARINA

OCEANO ATLÂNTICO

BR-116
SP-552/230
SP-101/101
PR-405
PR-340
PR-410
PR-506
PR-411
PR-408
PR-804
BR-277
PR-407
PR-508
PR-412
BR-376
BR-101

Guaraqueçaba
Antonina
Morretes
Paranaguá
Pontal do Paraná
Matinhos
Guaratuba

700000 720000 740000 760000 780000 800000

Unidades Ambientais Naturais - UANs

Legenda

- Sedes Municipais
- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Malha Ferroviária
- Limite Municipal
- Massa de Água

Limite de Estados

- Paraná
- Santa Catarina
- São Paulo

Unidades Ambientais Naturais - UANs

- Serras
- Morros
- Colinas
- Mangues
- Planalto Aluviais
- Planalto Dissecado
- Planalto Ondulado
- Planalto de Restinga
- Áreas Coluviais
- Áreas Urbanas

PLANO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO LITORAL DO PARANÁ

PDS_LITORAL

N

10 5 0 10 Km

DADOS TÉCNICOS:

MERIDIANO CENTRAL: 51° WGr
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 22S
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

FONTE DOS DADOS: RODOVIAS, FERROVIAS: PNLT (2017);
LIMITES MUNICIPAIS, MASSA DE ÁGUA: ITCG (2016);
SEDES MUNICIPAIS, LIMITES ESTADUAIS: IBGE (2015, 2016);
RELEVO SOMBREADO, INPE (2011).

DATA: ABRIL - 18 ESC.: 1:400.000

PARANÁ THE WORLD BANK BARCELONABRASILGROUP Mcrit hidria Quanta

4.4.4 Complexo estuarino de Paranaguá

O complexo estuarino de Paranaguá possui dois eixos principais: um de orientação Leste-Oeste, formado pelas baías de Antonina e de Paranaguá, com comprimento de aproximadamente 45 quilômetros e largura máxima em torno de 7 quilômetros, e outro eixo de orientação norte-sul, constituído pela Baía das Laranjeiras, com comprimento aproximado de 30 quilômetros e largura máxima em torno de 13 quilômetros.

Possui, em geral, profundidades inferiores a 10 m, ocorrendo extensos baixios e uma orla quase contínua de manguezais. Somente nos dois canais principais as profundidades ultrapassam 10 m, atingindo em alguns locais 20 m. Os canais evidenciam duas vias preferenciais de circulação, separadas por um alto batimétrico denominado Baixio do Perigo, que pode ser considerado como o limite entre os sistemas das baías de Paranaguá e Laranjeiras.

O complexo estuarino se comunica com o mar por duas desembocaduras localizadas entre Pontal do Sul e Ilha do Mel – desembocadura Sul – e entre as ilhas do Mel e das Peças – desembocadura Norte. A desembocadura Norte, na sua parte mais estreita, tem uma largura em torno de 1.600 m, apresentando um canal com profundidade superior a 20 m. Em direção ao mar, o canal bifurca-se, passando ao norte e ao sul da Ilha das Palmas. A desembocadura Sul tem na sua parte mais estreita uma largura aproximada de 2.800 m. Associados às duas desembocaduras ocorrem extensos deltas de maré vazante (ANGULO, 1999).

Comparando as fotografias aéreas de 1954 e 1980, Angulo (1993c) observou nas costas próximas às desembocaduras da Baía de Paranaguá mudanças da linha de costa da ordem de centenas de metros. Na Ilha do Mel verificou progradação e recuos da linha de costa da ordem de dezenas de metros.

Na desembocadura sul, entre Pontal do Sul e Ponta do Poço, observam-se nas fotografias aéreas de 1954 esporões arenosos que avançam para o interior da baía. Posteriormente, entre 1954 e 1965, foi construído um canal, cujo efeito hidráulico

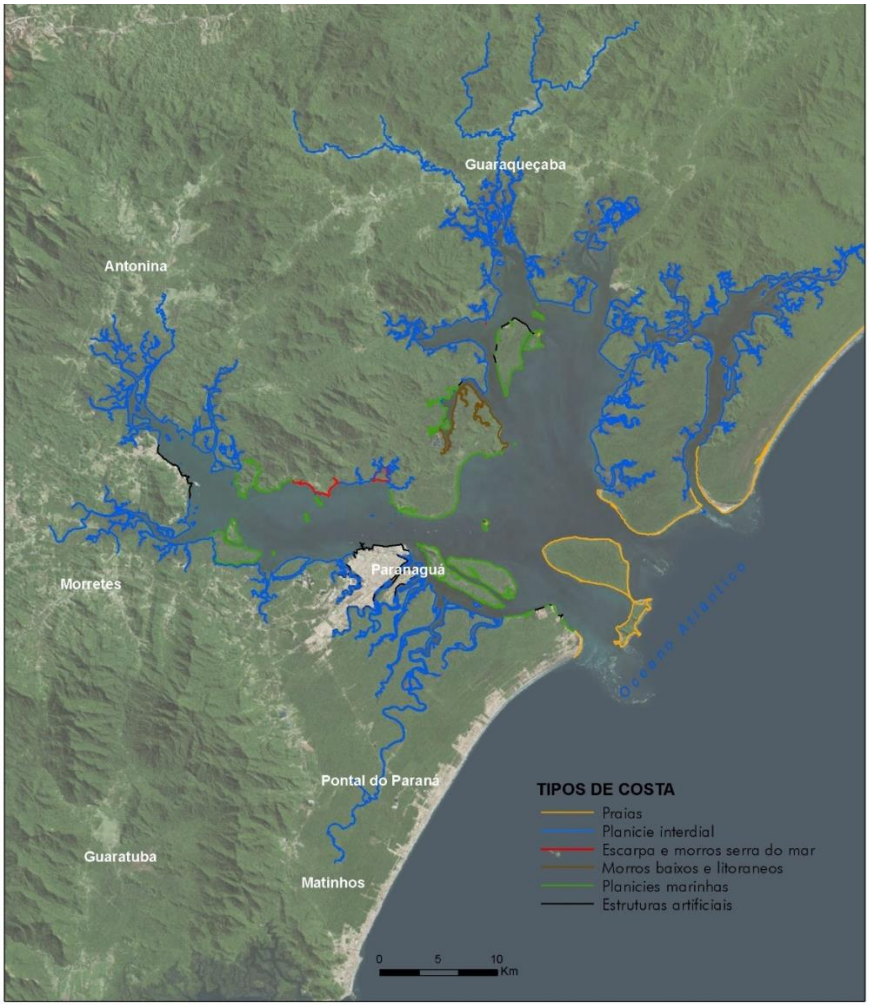
interceptou a deriva, provocando o desaparecimento dos esporões e intensa erosão a jusante e sedimentação a montante da deriva; provocando recuo da linha de costa superior a 150 m (ANGULO, 1993C). Posteriormente, Kruger *et al.* (1996) estimaram uma área erodida de 37 ha entre o canal do DNOS e a Ponta do Poço, entre 1954 e 1996. O monitoramento da linha de costa no período de 1999 a 2001 evidenciou taxas de retrogradação de até 160 m/ano e de progradação de até 57 m/ano, em Pontal do Sul (APPA/ CEM 2000, 2002).

A Baía dos Pinheiros, localizada ao nordeste do complexo estuarino de Paranaguá, pode ser considerada parte do mesmo, embora ambos tenham uma comunicação bastante restrita. Esta baía tem orientação sudoeste-nordeste com comprimento em torno de 22 quilômetros e largura máxima aproximada de 3 quilômetros. Ela é ligada ao mar através do Canal do Superagüi, de aproximadamente 15 quilômetros de comprimento e largura média entre 1,0 e 1,2 quilômetros. Associado à desembocadura do Canal do Superagüi ocorre um delta de maré vazante cujas variações morfológicas têm provocado as maiores mudanças da linha de costa verificadas no litoral paranaense (ANGULO, 1993C). Uma análise detalhada da variação da linha praial desta região é descrita no livro Erosão e progradação do litoral brasileiro (Dieter Muehe, organizador. – Brasília: MMA,.2006).

A parte nordeste da Ilha de Superagüi está conectado ao sistema estuarino do Mar de Arapira. O Mar do Ararapira é um corpo d'água de orientação nordeste, paralelo à costa, com largura média aproximada de 400 m, comprimento em torno de 16 quilômetros e está separado do oceano por um esporão cuja largura não ultrapassa os 800 m. Este esporão, segundo Angulo (1999), teria se formado por migração lateral nos últimos 360 anos. A desembocadura do Mar de Ararapira, localizada no extremo sudoeste, apresenta processo de migração em direção sudoeste, provocando a erosão da planície costeira da margem sudoeste. A deriva litorânea, na área próxima à desembocadura, parece estar dirigida do sudoeste para o nordeste (TESSLER 1988, TESSLER & MAHIQUES 1993), da mesma forma que em setores mais meridionais da costa paranaense (BIGARELLA *et al*., 1966; ANGULO, 1992b). As barras em pontal que se observam na

margem direita do canal, provavelmente formaram-se pela deposição dos sedimentos transportados pelas correntes de deriva litorânea, barradas pelas correntes de maré que fluem através da desembocadura. Este processo também teria originado a progradação das praias localizadas ao sul da desembocadura, como atestam os diversos cordões de praias construídos no período 1953-1980 (ANGULO, 1999).

Figura 14: Tipos de costa identificados no setor da região litorânea paranaense correspondente ao complexo estuarino de Paranaguá



Fonte: AQUÁTICA INGENIERIA CIVIL, 2018.

Além dos tipos de costa estuarina e de desembocadura identificados dentro deste setor costeiro, também existe, embora de forma residual, uma representação do tipo de costa oceânica. É o caso da Praia Deserta no Superagüi. Esta praia tem orientação

aproximadamente nordeste-sudoeste, comprimento em torno de 20 quilômetros, estende-se desde a Barra do Ararapira até o Canal do Superagüi e é constituída por areia fina, bem selecionada (MIHÁLY, 1997). Os seus extremos são influenciados pelas desembocaduras estuarinas e somente a parte central, com extensão de aproximadamente 14 quilômetros, pode ser classificada como oceânica sem influência direta das desembocaduras (ANGULO & ARAÚJO, 1996).

Fazendo uma simplificação do tipo de costa em: praias; planície intertidal (parte do litoral localizado entre os níveis conhecidos das marés máxima e mínima); escarpa e morros serra do mar; morros baixos e litorâneos; planícies marinhas; e estruturas artificiais, saem os resultados mostrados no mapa e quadro seguintes.

Quadro 8: Reclassificação simplificada por tipo de costa para o setor da região litorânea paranaense correspondente ao complexo estuarino de Paranaguá

Setor costeiro Norte: Complexo estuarino de Paranaguá	
Descrição tipo de costa	**Extensão (Quilômetros)**
Planície intertidal	1914,40
Escarpa e morros serra do mar	16,08
Planícies marinhas	168,55
Morros baixos e litorâneos	36,95
Estruturas artificias	43,85
Praias	95,57
Total	2275,44

Fonte: AQUÁTICA INGENIERIA CIVIL, 2018.

4.4.5 Faixa costeira de Pontal do Paraná, Matinhos e Guaratuba

O arco praial de Pontal do Paraná e Ponta de Matinhos se estende desde a desembocadura sul da Baía de Paranaguá até a Ponta de Matinhos, com orientação aproximadamente nordeste-sudoeste e comprimento em torno de 35 quilômetros. As

praias que formam este arco praial são do tipo intermediárias a dissipativas, com face praial larga, declividade entre 2° e 3° e geralmente com bermas e barras.

O extremo norte do arco praial é influenciado pela desembocadura sul da Baía de Paranaguá e delta de maré associado. Somente ao sul do Balneário Atami as praias, cujas extensões somam 29 quilômetros, podem ser consideradas sem influência direta da desembocadura (ANGULO & ARAÚJO, 1996).

Comparando fotografias aéreas de 1952 até 1980, na parte oceânica da praia, Angulo (1993c) não verificou variações da linha de costa superiores a 10 m. Num perfil topográfico em Praia de Leste, Angulo & Soares (1994) também não observaram mudanças significativas entre fevereiro de 1981 e abril de 1993.

Na parte sul do arco praial, Bessa Junior (em prep.) identificou progradação de 0,5 m/ano entre 1954 e 1980, na Praia Central de Matinhos e retrogradação de 0,7 m/ano, no mesmo período, mais ao norte entre os balneários Flamingo e Riviera. Neste setor, a construção de uma avenida beira-mar nos anos 1990 causou interferência na dinâmica costeira, que nos últimos anos tem se traduzido em problemas erosivos, notadamente nos Balneários Flamingo e Riviera, sendo que diversos enrocamentos foram realizados na tentativa de conter a erosão. Na Praia Central de Matinhos também ocorreram nos últimos anos problemas erosivos decorrentes de uma ocupação inadequada muito próxima da linha de costa, que tem provocado significativo déficit de areia no sistema praial.

No Balneário de Atami, localizado ao sul de Pontal do Sul, ainda há influência da desembocadura da Baía de Paranaguá. Segundo Soares *et al.* (1996), Atami apresenta estágios intermediários, com predomínio de processo construtivos e formação de barras na zona de surfe no verão, e dissipativos com o domínio de processos erosivos em que as barras foram destruídas no inverno e outono.

700000 720000 740000 760000 780000 800000

7240000 7220000 7200000 7180000 7160000 7140000

PARANÁ

SÃO PAULO

SANTA CATARINA

OCEANO ATLÂNTICO

BR-116
SP-552/230
SP-101/101
PR-405
PR-340
PR-410
PR-411
PR-408
PR-506
PR-804
BR-277
PR-407
PR-508
PR-412
BR-376
BR-101

Guaraqueçaba
Antonina
Morretes
Paranaguá
Pontal do Paraná
Matinhos
Guaratuba

700000 720000 740000 760000 780000 800000

Classes de Declividade

Legenda

- Sedes Municipais
- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Malha Ferroviária
- Limite Municipal
- Massa de Água

Limite de Estados

- Paraná
- Santa Catarina
- São Paulo

Classes de Declividade

- < 3%
- 3 - 8%
- 8 - 20%
- 20 - 30%
- 30 - 50%
- > 50%

PLANO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO LITORAL DO PARANÁ

PDS_LITORAL

N

10 5 0 10 Km

DADOS TÉCNICOS:

MERIDIANO CENTRAL: 51° WGr
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 22S
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

FONTE DOS DADOS: RODOVIAS, FERROVIAS: PNLT (2017);
LIMITES MUNICIPAIS, MASSA DE ÁGUA: ITCG (2016);
SEDES MUNICIPAIS, LIMITES ESTADUAIS: IBGE (2015, 2016);
RELEVO SOMBREADO, INPE (2011).

DATA: ABRIL - 18 ESC.: 1:400.000

PARANÁ THE WORLD BANK BARCELONABRASILGROUP Mcrit hidria Quanta

Praia Brava de Caiobá

A Praia Brava de Caiobá tem direção norte-nordeste, extensão de 3,2 quilômetros e está limitada pelos pontais rochosos da Ponta de Matinhos e Morro de Caiobá. Segundo a classificação de Angulo & Araújo (1996), as partes central e norte são do tipo oceânico, sem influência direta de desembocadura e a parte sul com influência do lobo frontal do delta de maré vazante da Baía de Guaratuba.

Em 1954, as barras frontais do delta localizavam-se nas proximidades do Morro de Caiobá, não afetando a configuração da praia. Já em 1965, as barras haviam sido deslocadas para o norte, configurando uma barra transversal à praia que se projetava até o início da Praia Brava, provocava refração de ondas e sedimentação neste setor da praia. Em 1980, a barra transversal tinha avançado 300 m para norte, deslocando o setor de sedimentação. Ao norte do esporão as ondas, principalmente as provenientes do sudeste, atingiam a praia frontalmente, gerando uma zona de divergência que favorecia a erosão.

O processo erosivo que existia na parte central da Praia Brava de Caiobá, no início da década de 1980, era decorrente da construção inadequada da avenida Beira Mar, que tinha ocupado parte da praia e alterado a sua curvatura natural (ANGULO & ANDRADE, 1981). As obras de contenção posteriores demandaram a construção de esporões transversais à praia para conter areia. Como na área a deriva litorânea predominante é de Sul para Norte (BIGARELLA *et al*., 1966; ANGULO, 1992b), a captação de areia pelos esporões provocou escassez de sedimento e consequentemente erosão nas praias localizadas ao norte das obras de contenção. Isto demandou novas obras, que por sua vez provocaram erosão mais ao norte. Assim, até o fim da praia, num claro exemplo de retroalimentação positiva. Novas obras foram executadas em diversas oportunidades, porém no setor norte o problema erosivo ainda não foi resolvido. Atualmente existem projetos e controle de erosão envolvendo a construção de esporões, quebra-mares e alimentação artificial (TOSIN *et al.*, 2002).

Praia de Guaratuba

A Praia de Guaratuba é um arco praial que se estende por 2,5 quilômetros entre dois pontais rochosos formados pelos morros das Caieiras e do Cristo. A praia é formada por areia fina na parte sul e média na parte norte (Basso 1997). Segundo Angulo & Araújo (1996), 2,1 quilômetros desta praia podem ser considerados oceânicos sem influência significativa de desembocadura, e os 400 m da parte norte como influenciada pela desembocadura da Baía de Guaratuba.

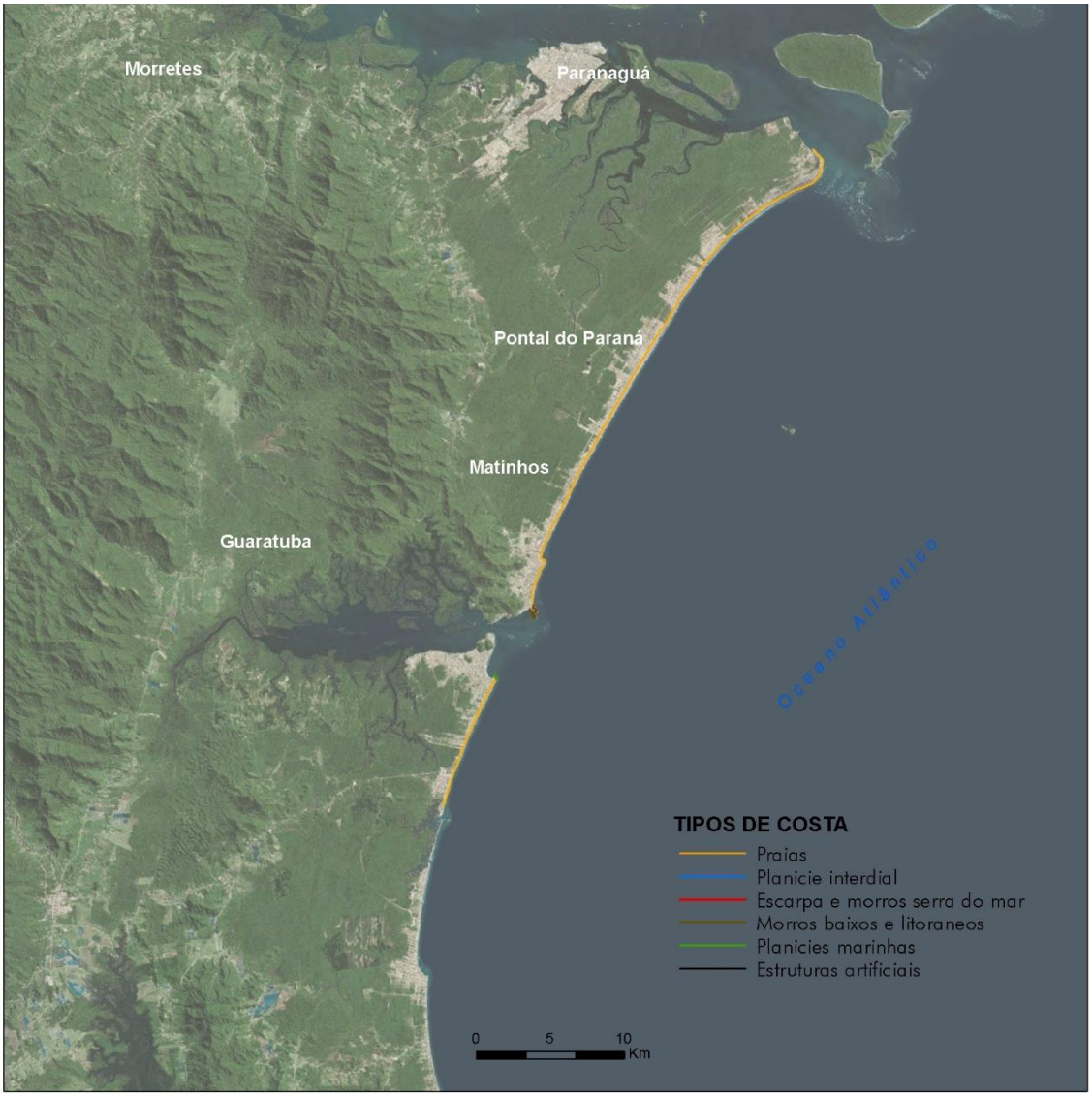
Comparando fotografias aéreas de 1954 até 1980 não foram verificadas variações significativas da linha de costa (ANGULO, 1993c). Atualmente toda a linha de costa é constituída por muretas.

Praia de Brejatuba

A Praia de Brejatuba tem forma retilínea com direção norte-nordeste, se estende por 9,9 quilômetros entre o Morro do Cristo e a Barra do Saí, onde está influenciada pela desembocadura do Rio Saí-Guaçu. A praia é constituída por areia fina na parte sul e média na parte norte (BASSO, 1997) e possui morfologia intermediária a dissipativa. Comparando fotografias de 1953 e 1980 Angulo (1993c) não detectou variações significativas da linha de costa. Quatro perfis praiais monitorados por Bessa Junior (em prep.), entre fevereiro de 1999 e setembro de 2002, evidenciaram 7,4 m de progradação no perfil mais ao norte e variações inferiores a um metro nos demais perfis.

Fazendo uma simplificação do tipo de costa em: praias; planície intertidal; escarpa e morros serra do mar; morros baixos e litorâneos; planícies marinhas; e estruturas artificiais, saem os resultados mostrados no mapa e quadro seguintes.

Figura 15: Tipos de costa identificados no setor da região litorânea paranaense correspondente ao arco praial de Pontal do Sul – Ponta de Matinhos.



Fonte: AQUÁTICA INGENIERIA CIVIL, 2018.

Quadro 9: Reclassificação simplificada por tipo de costa para o setor da região litorânea paranaense correspondente ao arco praial de Pontal do Sul – Ponta de Matinhos.

Setor costeiro intermediário: arco praial de Pontal do Sul – Ponta de Matinhos.	
Descrição do tipo de costa	**Extensão (Quilômetros)**
Escarpa e morros serra do mar	2,16
Planícies marinhas	0,46
Praias	47,87
Total	**50,49**

Fonte: AQUÁTICA INGENIERIA CIVIL, 2018.

4.4.6 Baía de Guaratuba

A Baía de Guaratuba é um corpo de água raso, de orientação Leste-Oeste, com extensão em torno de 16 quilômetros e largura máxima aproximada de 3 quilômetros, quando se considera a linha de maré baixa, e 10 quilômetros, quando se inclui a planície de maré.

A bacia hidrográfica tem aproximadamente 1.886 quilômetros. A foz da baía é estreita, com aproximadamente 500 m de largura, estando limitada entre dois pontais rochosos correspondentes ao extremo meridional da Serra da Prata, ao norte, e ao Morro de Guaratuba, ao sul. Na desembocadura ocorre um extenso delta de maré vazante, cujas variações têm provocado intensos processos erosivos e deposicionais nas praias próximas (Angulo & Andrade 1981, Angulo 1993c, 1999). Associadas à desembocadura da Baía de Guaratuba, Angulo (1999) identificou duas barras em pontal, que se projetam para leste a partir das praias das Caieiras e Prainha. Estas barras delimitam um canal, com largura semelhante à foz da baía, que se alarga em direção ao mar. Em direção ao oceano, identificou barras frontais, que se estendiam até mais de 4 quilômetros da desembocadura.

Nas fotografias de 1965 e 1980 estas barras se prolongavam para o norte até constituírem uma barra transversal, na frente da Praia Brava de Caiobá, provocando a refração das ondas e progradação da parte emersa da praia. Comparando a orientação das barras em pontal que margeiam o canal principal, em 1955 e 1980, observou-se um deslocamento que pode ser interpretado como uma rotação do canal para sul, a partir dos pontos fixos constituídos pelos afloramentos rochosos que delimitam a desembocadura (Angulo 1999). Estas modificações provocaram erosão ao sul - no extremo norte da Praia das Caieiras - e intensa sedimentação a norte - na Prainha - onde a linha de costa avançou, em alguns locais, mais de 200 m no período (Angulo 1984).

Sob a ação da dinâmica típica da desembocadura da Baía de Guaratuba são identificados os seguintes areais:

Praia Mansa de Caiobá

A Praia Mansa de Caiobá é um arco praial voltado para sul-sudeste com extensão em torno de 1,6 quilômetros, limitado por dois pontais rochosos e é constituído por areia fina a média.

Entre 1953 e 1980 ocorreu nesta praia intenso processo erosivo. A larga praia existente em 1953 tinha praticamente desaparecido em 1980, a linha de costa recuou mais de 50 m nesse período. Dito processo provavelmente teria continuado, se não fossem realizadas obras de contenção.

Vários fatores parecem ter contribuído para a erosão acelerada da praia. Um deles é o afastamento de quase 300 m das barras frontais do delta de maré (Angulo & Andrade 1982, Angulo 1999), que possibilitariam ação mais efetiva das ondas sobre a praia. Outro fator pode ter sido a ocupação da parte alta da praia (Motta 1976). A construção posterior de um muro vertical teria acelerado o processo erosivo (LNEC 1977). Na década de 1970, houve várias tentativas de controle da erosão com a construção de enrocamentos, esporão e alimentação artificial e, no início dos anos 1980, com a construção de soleiras e pequenos esporões de gabiões. Perfis praiais levantados após

a estabilização, em fevereiro de 1981 e em abril de 1993 (Angulo & Soares 1994), permitiram estimar taxa de progradação de 0,9 a 2,9 m/ano.

A sedimentação observada na Praia Mansa de Caiobá no período pode ser atribuída às obras de contenção, porém não deve ser descartada a possibilidade de que mudanças naturais, nesta praia fortemente influenciada pela desembocadura da Baía de Guaratuba, tenham contribuído na deposição de sedimentos.

Prainha

A Prainha é um arco praial voltado para sul-sudeste, estendida em torno de 1,1 quilômetros, está limitada por dois pontais rochosos e é constituída por areia fina. A morfologia da Prainha é condicionada pelo Banco do Cantagalo, que corresponde à barra longitudinal marginal do principal canal de maré vazante do delta de maré vazante associado à Baía de Guaratuba (Angulo 1999). Pequenas mudanças na configuração do canal principal do delta podem originar intensos processos de progradação/retrogradação nesta praia. Em alguns setores a praia progradou 200 m entre 1954 e 1980, sendo que a maior parte ocorreu entre 1954 e 1963 (Angulo & Andrade 1982). A área emersa após 1963 foi ocupada, posteriormente ocorreu uma fase erosiva, evidenciada pelos enrocamentos construídos na época. Em 1982, os enrocamentos estavam fora do alcance das ondas, evidenciando nova fase de progradação (Angulo & Andrade 1982).

Praia das Caieiras

A Praia das Caieiras apresenta dois setores, um com orientação Leste-Oeste e outro noroeste-sudeste; tem comprimento em torno de 1 quilômetros, está limitada por dois costões rochosos do Morro das Caieiras, sendo constituída por areia fina. A morfologia desta praia está condicionada pelo canal principal de maré vazante do delta de maré. Modificações nos bancos arenosos que constituem a parte sul do delta originam processos de progradação/retrogradação nesta praia (Angulo 1984, 1999). No setor Leste-Oeste foi verificada taxa de retrogradação de 2,8 m/ano entre 1954 e 1980.

Finalmente, ao sul da Baía de Guaratuba fechando este arco costeiro localiza-se a desembocadura do Rio Saí-Guaçu, a qual constituí um pequeno estuário. A comparação das fotografias aéreas evidenciou a configuração cambiante da barra, com aumento e diminuição da sinuosidade do estuário e alargamento e estreitamento do esporão que separa o estuário do mar aberto (Angulo 1993c). A Ilha Saí-Guaçu, próxima à desembocadura, provoca a refração das ondas favorecendo o alargamento do esporão e a formação incipiente de um tombolo. Ocupação muito próxima da linha de costa no Balneário da Barra do Saí tem provocado problemas de erosão, devido às rápidas mudanças da linha de costa verificadas na área.

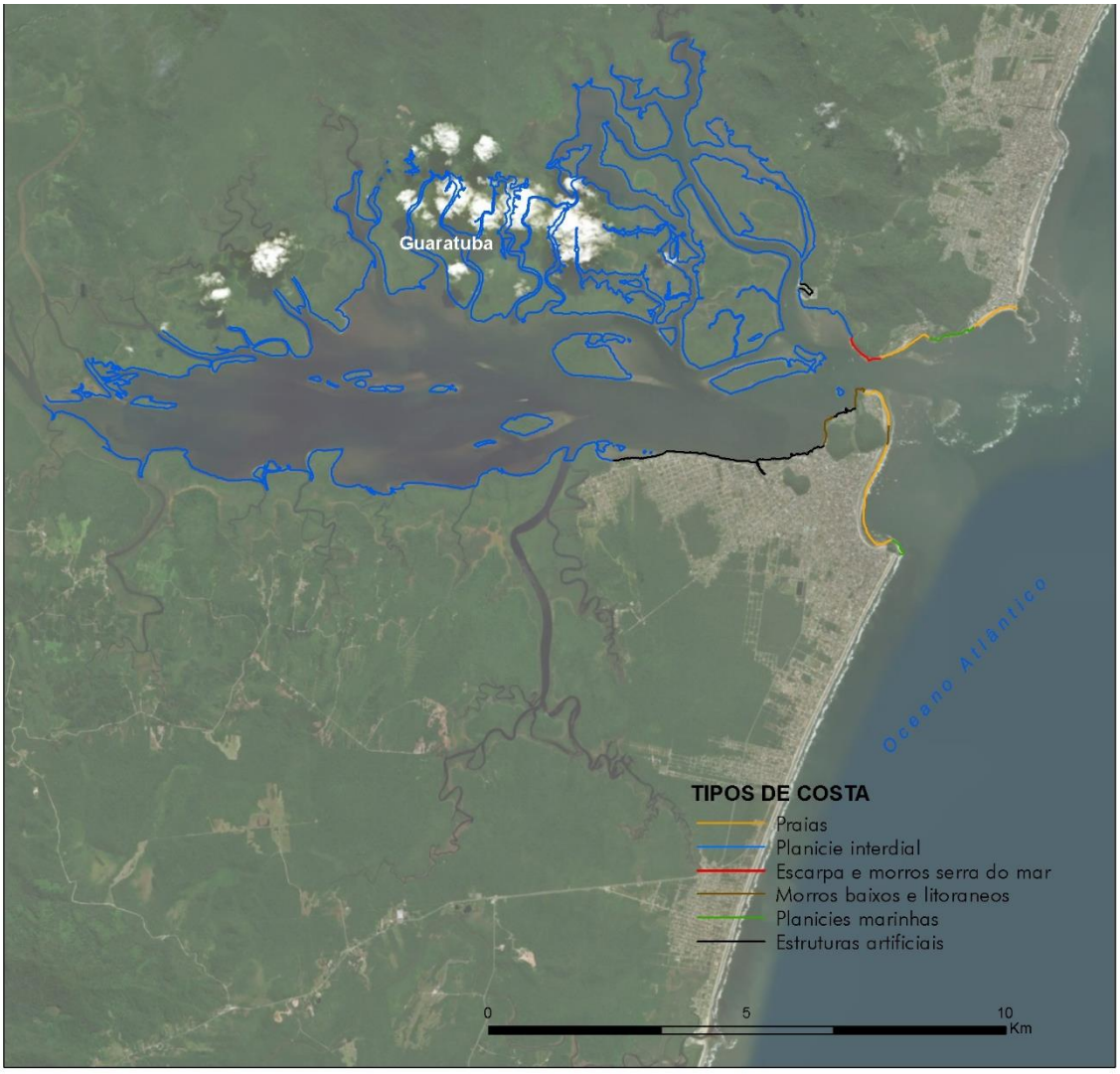
Fazendo uma simplificação do tipo de costa em: praias; planície intertidal; escarpa e morros serra do mar; morros baixos e litorâneos; planícies marinhas; e estruturas artificiais, saem os resultados mostrados no mapa e quadro seguintes.

Quadro 10: Reclassificação simplificada por tipo de costa para o setor da região litorânea paranaense correspondente a Baía de Guaratuba

Setor costeiro Sul: Baía de Guaratuba	
Descrição do tipo de costa	**Extensão (Quilômetros)**
Planície intertidal	226,36
Escarpa e morros serra do mar	0,86
Planícies marinhas	1,47
Morros baixos e litorâneos	1,72
Estruturas artificias	6,36
Praias	5,39
Total	242,19

Fonte: AQUÁTICA INGENIERIA CIVIL, 2018.

Figura 16: Tipos de costa identificados no setor da região litorânea paranaense correspondente a Baía de Guaratuba



Fonte: AQUÁTICA INGENIERIA CIVIL, 2018

4.4.7 Caracterização sedimentológica e morfodinâmica das diferentes áreas de praias

4.4.7.1 Sedimentos costeiros

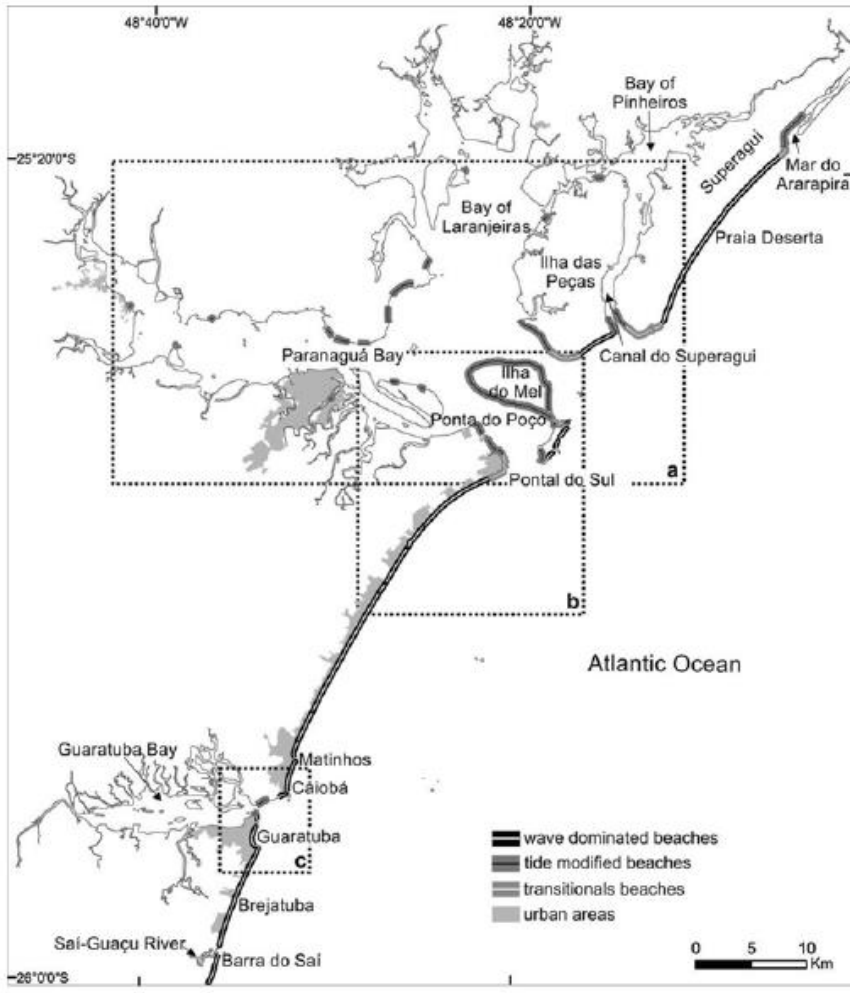
Como é explicado na publicação "*The State of Parana Beaches*" (Angulo, R.J., et al., 2016), as praias do Paraná são compostas principalmente de areia quartzosa média a muito fina bem classificada com taxas variáveis de mineral pesado e carbonato bioclástico (BIGARELLA *et al*., 1966, 1969, 1970/1971; PARANHOS FILHO, 1996; ANGULO *et al.*, 1996; MIHÁLY 1997; GIANNINI *et al.,* 2004).

A composição do mineral pesado consiste em zircão, turmalina e hornblenda (> 15% cada), além de rutilo, estaurolita, pistacito / epídoto, apatita, cianita, silimanita, granada, titanita, oxi-hornblenda, hiperesteno, monazita e cassiterita (ANGULO et al., 1996; MIHÁLY, 1997; GIANNINI *et al.,* 2004; FREITAS *et al.,* 2014). Os grãos bioclásticos são predominantemente fragmentos de casca de moluscos.

4.4.7.2 Morfodinâmica de praias

As praias paranaenses são caracterizadas por praias dominadas por ondas ao longo da costa aberta e praias modificadas pelas marés. Estágios morfodinâmicos intermediários e dissipativos dominam as praias da costa aberta, enquanto que as praias estuarinas geralmente têm perfis reflexivos. Nas enseadas ocorre uma transição complexa entre essas condições morfodinâmicas, com variações anuais significativas na morfologia da praia. A localização das diferentes tipologias de praias é mostrada no mapa a seguir (ANGULO *et al.*, 2016).

Figura 17: Localização das praias dominadas por ondas, modificadas pelas marés e transitórias do Estado de Paraná.



Fonte: Angulo et al., 2016

4.4.7.3 Praias oceânicas

De acordo com a publicação "***The State of Parana Beaches***" (Angulo, R.J., et al., 2016), estudos morfodinâmicos em praias oceânicas dominadas por ondas do Paraná demonstraram a importância da abundante areia fina para o comportamento morfodinâmico. Extensos perfis de praia de baixo gradiente dominam a maior parte da costa**.** No Norte, a praia de Deserta tem uma alta velocidade de queda adimensional (Ω), e um perfil dissipativo relativamente homogêneo ao longo de seus 21,3 km de extensão (Souza e Borzone, 1996; Gandara-Martins 2007). A dinâmica da enseada de Paranaguá

influencia nas praias adjacentes, a exemplo da parte norte da Ilha das Peças e a porção norte da região de Matinhos-Praia do Arco do Pontal do Sul (praia do Atami). As praias aqui contêm duplo ou sistemas multibarra com mais valores intermediários de Ω (Borzone et al. 1998). Na Ilha do Mel, três praias oceânicas estão localizadas entre os promontórios orientais e exibem morfodinâmica dissipativa com extenso (> 100 m de largura) e muito baixo gradiente (1,14 °) de perfis (Borzone et al. 1996). Recentemente, uma substancial progradação da costa mudou o estado modal para uma condição mais intermediária em uma dessas praias (Praia de Fora Sul). Na seção intermediária do arco praial de Matinhos-Pontal do Sul, um aumento no tamanho do grão resultou em uma mudança para um estado intermediário com barra persistente ao longo do sistema (Marisol à Praia de Leste) e barra e praia rítmica (Monções a Caravelas) no meio do arco (Borzone et al. 1998; Quadros et al. 2016, Fig. 17 e quadro 13). Sob condições de “swell” mais altas, as praias deste arco mudam para mais dissipativas condições (Quadros et al. 2016). Na praia de Caiobá - Matinhos, essa condição persiste, com exceção da praia de Caiobá, que possui sedimentos finos e mais dissipativas condições (Barros et al. 2001). O norte da enseada de Guaratuba está sob alguma influência de maré (RTR> 3), e tem estritamente praia reflexiva (Praia Mansa) ao longo da costa do Paraná (Barros et al 2001; Borzone et al. 2007). No sul da enseada de Guaratuba, que tem um aumento gradual em tamanho de grão de norte a sul, aparecem praias intermediárias, com predomínio de sistemas de praia de barra rítmica e transversal (Barros et al. 2001).

Quadro 11: Parâmetros morfodinâmicos das praias dominadas por ondas do Paraná.

	Face praial "beach face"				Onda			
	Ancho	Declive	Media Ø	Classificação	H_b	Periodo		
Nome de praia	(m)	(°)	(ϕ)	(ϕ)	(m)	(s)	Ω	RTR
Deserta [a]	83	1.5	2.65	0.40	1.15	9.30	6.50	1.48
Peças Norte [a]	84	1.4	2.71	0.33	1.07	12.00	5.20	1.59
Illa do mel [b]	103	1.3	2.79	0.25	1.17	10.80	5.90	1.45
Atami [b]	105	1.1	2.88	0.34	0.69	7.00	3.80	2.46
Atami [c]	100	0.5	2.53	0.65	0.75	7.70	4.20	2.27
Marisol [c]	113	1.1	2.46	0.65	0.90	7.90	5.10	1.89
Ipanema [c]	107	1.4	2.47	0.70	0.90	8.40	5.10	1.89
Guarapari [c]	71	1.5	2.43	0.59	0.85	8.50	4.80	2.00
Santa Terezinha [c]	53	2.0	2.43	0.52	9.00	8.80	5.10	1.89
Praia de Leste [c]	81	2.2	2.41	0.66	8.00	8.50	4.50	2.13
Praia de Leste [b]	75	1.9	2.50	0.40	0.75	7.00	2.90	2.26
Praia de leste [d]	65	1.4	2.48	0.45	0.80	8.70	3.80	2.12
Monções	55	3.3	2.36	0.87	0.80	8.60	3.90	2.13
Caravelas	39	4.1	2.36	0.65	0.90	8.40	4.40	1.90
Caiobá [d]	75	1.3	2.84	0.29	1.25	10.00	7.30	1.36
Mansa [d]	60	2.9	1.78	0.83	0.53	9.00	1.60	3.21
Guaratuba [d]	80	1.8	2.30	0.62	0.87	9.70	3.50	1.95
Brejatuba [d]	50	1.9	2.23	0.59	1.15	10.30	3.90	1.48

Fontes: a Gandara-Martins (2007); b Borzone et al. (1996); c Quadros et al. (2016); d Borzone et al.(1998); RTR Relative Tidal Range.

4.4.7.3. Praias estuarinas

De acordo com a publicação "*The State of Parana Beaches*" (ANGULO *et al.,* 2016), as praias estuarinas ocorrem principalmente dentro do complexo estuarino de Paranaguá, ao redor de suas enseadas e ao longo da fronteira norte do eixo Antonina-Paranaguá, bem como ao longo da fronteira oeste da Baía das Laranjeiras. Estas praias variam em comprimento de menos de 100 m a km (5.4 km). Embora as ondas oceânicas refratadas possam estar presentes, o processo dominante de reparto de sedimentos é por ondas de vento gerado localmente num ambiente de "fetch" limitado, que são caracterizados por baixa altura (<0,15 m) e curto período (<4 s). Estas praias de areia de baixa energia têm rangos de maré relativamente grandes e, consequentemente, um RTR (~ 10) mais alto, e são gradação modificada de maré para maré dominada (BORZONE *et al.,* 2003; ROSA e BORZONE 2008).

O contínuo tráfego de navios do Porto de Paranaguá produziu substanciais estelas de navio que também contribuem para a formação e manutenção de praias estuarinas.

A morfologia da praia estuarina é caracterizada por uma face de praia curta e escalonada com um amplo e plano terraço de maré baixa, terminando em uma proeminente quebra em declive. (NORDSTROM, 1992; ROSA e BORZONE, 2008). No entanto, perto dos canais, o forte refluxo das marés e as correntes de inundação podem impedir a formação de terraços de maré baixa (Rosa e Borzone 2008). A influência da enseada também produz praias com morfologia mais complexa, onde as faces convexas da praia e o terraço de maré baixa com barras e vales podem ser observados. Por outro lado, as praias localizadas no interior do estuário têm face de praia reta e perfis de terraço de maré baixa (ROSA E BORZONE, 2008).

A composição sedimentar dessas praias mostra acentuados deslocamentos ao longo do gradiente estuarino. As praias modificadas pela maré perto da enseada têm ambos uma face de praia e terraço de maré baixa composto por areias finas bem classificadas, enquanto o interior, com praias dominadas por maré, têm faces de praia compostas por areias mais grossas mal ordenadas e o terraço de maré baixa até que os planos de marés se tornam lamacento (ROSA E BORZONE, 2008). Essas diferenças granulométricas entre a face da praia e o terraço da maré baixa denotam falta de troca sedimentar entre eles, típico das praias dominadas pelas marés (SHORT, 2006).

Quadro 12: Parâmetros morfodinâmicos das praias estuarinas do Paraná modificadas pela maré

Nome de praia	Face praial "beach face"				Plano de maré "tidal flat"				Onda		TR	Ω	RTR
	Ancho	Declive	Media Ø	Classificação	Ancho	Declive	Media Ø	Classificação	H_b	Periodo			
	(m)	(°)	(Φ)	(Φ)	(m)	(°)	(Φ)	(Φ)	(m)	(s)			
Brasília	24	4.2	2.45	0.49	>25	0.7	0.15	0.35	0.15	3.5	1.92	1.9	13
Ilha das Cobras	18	6.9	1.04	0.56	--	--	--	--	0.23	2.8	2.07	1.1	9
Piaçaguera	12	4.8	1.95	0.44	70	0.8	0.24	0.45	0.08	2.2	2.09	1.0	26
Europinha	11	5.4	0.41	1.09	>33	0.8	0.41	1.30	0.08	2.5	2.42	0.2	30
Ponte da Pita	14	6.6	0.39	1.28	>15	0.6	0.45	1.55	0.05	2.0	2.74	0.2	55
Ilha das Gamelas	16	6.4	1.02	0.99	121	0.2	0.19	0.75	0.08	3.6	2.10	0.3	26
Ponta do Pasto	16	7.4	1.72	0.55	>20	1.2	0.22	0.65	0.12	2.1	2.07	1.3	17
Ponta da Cruz	15	6.5	1.76	0.86	>12	1.3	0.26	1.10	0.20	3.1	2.07	1.5	10
Techint	21	4.2	2.19	0.70	145	0.2	0.19	0.55	0.30	3.7	1.92	2.8	6
Ponta do Poço	19	5.9	2.65	0.39	--	--	--	--	0.13	3.9	1.92	1.7	15
Coroazinha	22	4.3	2.30	0.43	18	0.6	0.20	0.55	0.13	3.2	1.92	1.5	15
Vila das Peças	36	4.2	2.53	0.42	--	--	--	--	0.10	2.3	1.74	2.1	17
Peças Cemitério	31	3.1	2.60	0.40	102	0.4	0.15	0.40	0.13	3.7	1.74	1.7	14
Superagui Vila	45	2.9	2.46	0.50	--	--	--	--	0.12	3.5	1.75	1.5	14
Superagui Peças	20	4.4	2.55	0.40	24	0.8	0.17	0.50	0.07	2.0	1.76	1.7	24

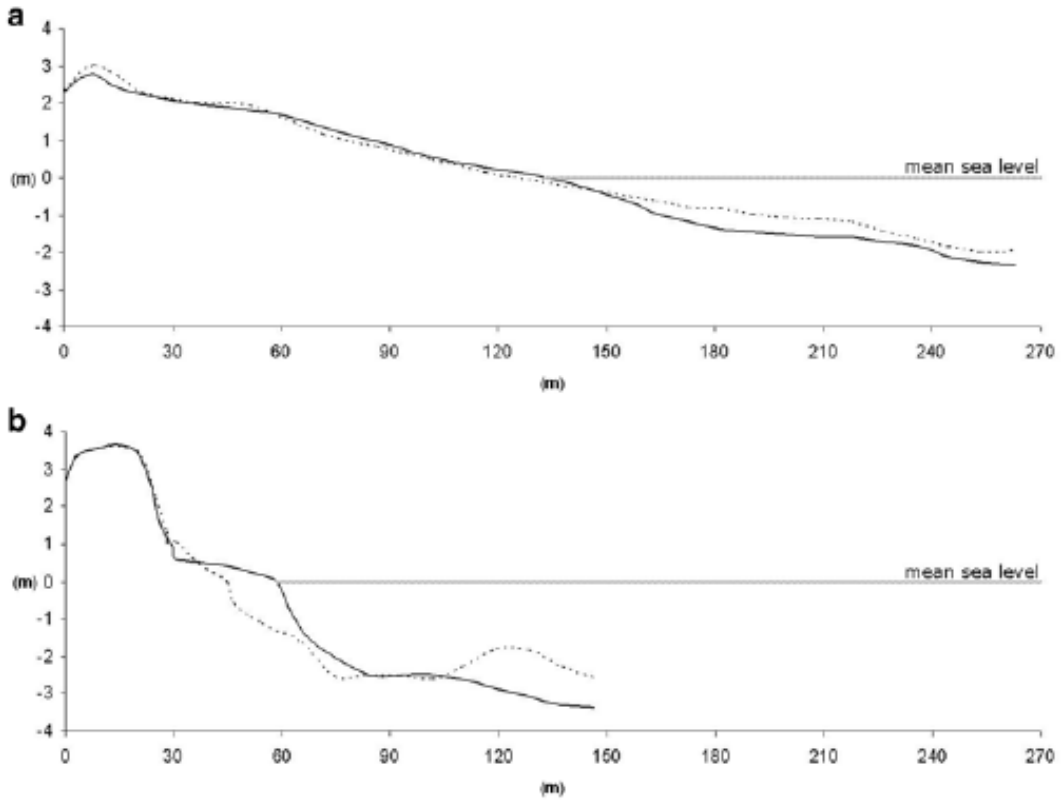
Fonte: Angulo, R.J., et al., 2016. Anotações: TR Tidal RANGE, RTR Relative Tidal Range

4.4.7.4. Variações sazonais

Variações sazonais nos estados morfodinâmicos e característica do sedimento foram estudadas em duas praias oceânicas: praia de Atami (Soares et al. 1997; Quadros et al. 2007) e praia de Caravelas (Quadros et al. 2007). A primeira praia tinha Ω valores variando de 2,6 a 12,4, com resultados superiores a 5 na maior parte ano. Valores intermediários ocorreram durante a primavera e o verão, quando a praia submareal exibe uma forte variação de perfil como consequência da formação de barras, com uma diminuição na classificação. Condições dissipativas ocorreram durante o inverno, produzindo perfis mais suaves e classificação máxima (Soares et al. 1997). A praia de Caravelas, com um perfil estreito e baixos Ω valores, mostrou a mais forte variação do perfil total associada a eventos de alta energia (frentes frias). Troca de sedimentos entre o subaerial ao portio submareal da praia foi evidente nas duas praias.

Na praia de Matinhos-Pontal do Sul, o volume de areia da praia subaerial aumentou durante o verão, quando as ondas do mar (Tp < 10s) dominaram e diminuiu durante o outono e a primavera quando o *swell* (Tp> 10s) predominou (Quadros et al. 2016). Quadros et al. (2016) também registrou o impacto de um evento de alta onda entre 25 de maio e 07 de junho de 2000 em dois locais neste arco de praia (Atami e Caravelas). Eles encontraram erosão da porção da praia subaerial (6,9 m^3m^{-1} e 69,2 m^3m^{-1}) e deposição da praia subtidal (109,7 m^3m^{-1} e 66,6 mm^{-1}), resultando em um orçamento positivo de 102,8 m^3 m^{-1} e negativo de 2,6 m^3 $m–^{1}$, respectivamente.

Figura 18: Perfis das praias Atami (a) e Cravelas (b) antes (Maio 25th, linha sólida) e depois (Junho 7th, linha pontilhada) de um evento de tempestade em Maio 2000.



Fonte: QUADROSET et al. 2007

4.5 HIDROGRAFIA E HIDROLOGIA

A política estadual de recursos hídricos do estado do Paraná foi instituída pela Lei nº 12.726, de 26 de novembro de 1999, e adota a bacia hidrográfica como unidade de planejamento para a regularização dos usos do solo e a água no território da bacia.

Os objetivos da lei levam implícito o desenvolvimento sustentável, pois pretendem assegurar à atual e às futuras gerações a disponibilidade de água necessária para o desenvolvimento de uma qualidade de vida adequada, e melhorar a adaptação contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

O Governo do Paraná, por meio da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos e o Instituto das Águas do Paraná, deu um passo em frente com a elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Paraná (AGUASPARANÁ, 2010), a criação dos Comitês de bacias hidrográficas e outros instrumentos de gestão, como o Plano de Bacias Hidrográficas e um sistema de informações com base cartográfica, que permite o controle e a cobrança pelo uso da água nas bacias hidrográficas do Estado. Todos esses esforços sem dúvida impactam positivamente na gestão dos recursos hídricos e na qualidade de vida da população.

Atualmente está sendo elaborado o Plano da Bacia Hidrográfica Litorânea, através de contrato celebrado entre o AGUASPARANÁ e a Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos (COBRAPE). Até 14 produtos foram já elaborados, dos quais três produtos já foram aprovados, a saber: P01-Caracterização Geral da Bacia, P02-Disponibilidades Hídricas, e P03-Demandas Hídricas Atuais. Em 27 de março de 2018 foi realizada uma reunião na qual foram apresentados e discutidos os diferentes cenários do Plano de Bacia analisados, com o objetivo de desenvolver os Produtos restantes, relativos à Cobrança pelo Direito de Uso do recurso hídrico, e o Programa de Intervenções.

Segundo dados da SEMA, no Estado do Paraná o maior consumo de água se dá para o abastecimento público, com 42% do total, seguido da demanda industrial, com 24%, a agricultura, com 21% e a pecuária, com 13% (SEMA, ANA, 2010).

A proteção das cabeceiras dos rios, as unidades de conservação, o manejo do solo, o tratamento do esgoto e dos efluentes industriais, a gestão dos resíduos e a redução de agroquímicos foram apontados como fatores essenciais no mantimento da qualidade dos recursos hídricos, tanto superficiais como subterrâneos.

4.5.1 Caracterização da Bacia Hidrográfica Litorânea

A bacia hidrográfica é uma região geográfica limitada por um divisor de águas, um terreno mais elevado que direciona as águas da precipitação das partes mais altas para as mais baixas. Dessa forma, a água discorre por afluentes até um curso de água principal. A qualidade e quantidade das águas existentes na bacia é condicionada não somente ao relevo, o tipo de solo e a vegetação local existente, mas também às atividades humanas existentes na bacia. A presença de grandes áreas urbanas e o desmatamento da floresta, a atividade industrial e os usos do solo nas áreas rurais influem na qualidade da água dos rios, desde as nascentes até a foz.

O estado do Paraná possui 16 bacias hidrográficas, sendo a Bacia Hidrográfica Litorânea uma delas, que engloba os municípios incluídos no âmbito do PDS do Litoral do Paraná: Paranaguá, Matinhos, Pontal do Paraná, Guaratuba, Morretes, Antonina e Guaraqueçaba.

700000 720000 740000 760000 780000 800000

7240000 7220000 7200000 7180000 7160000 7140000

PARANÁ

SÃO PAULO

SANTA CATARINA

OCEANO ATLÂNTICO

BR 116

PR 405

PR 340

PR 410

PR 410

PR 411 PR 411 PR 408

PR 804

BR 277

PR 407

PR 508

PR 412

PR 412

PR 412

PR 808

PR 412

BR 376 BR 376

Base Hidrográfica

Legenda

- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Malha Ferroviária
- Massa de Água

Limite de Estados

- Paraná
- Santa Catarina
- São Paulo

Dados Hidrográficos

- Hidrogafia
- Ilhas
- Baci Hidrográfica Litorânea
- Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira
- Manancias

PLANO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO LITORAL DO PARANÁ

PDS_LITORAL

N

10 5 0 10 Km

DADOS TÉCNICOS:

MERIDIANO CENTRAL: 51° WGr
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 22S
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

FONTE DOS DADOS: RODOVIAS, FERROVIAS: PNLT (2017);
LIMITES MUNICIPAIS, HIDROGRAFIA, MASSA DE ÁGUA: ITCG (2015, 2018);
NOME MUNICIPIOS, LIMITES ESTADUAIS: IBGE (2015, 2016);
RELEVO, INPE (2011); BACIAS HIDROGRÁFICAS, SUDERHSA (2007).

DATA: MAIO - 18 **ESC.: 1:400.000**

PARANÁ THE WORLD BANK BARCELONABRASILGROUP Mcrit hidria Quanta

A Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica Litorânea (de agora em adiante BHL) foi instituída através da Resolução 49/06 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, e abrange uma área de 5.631 quilômetros^2 e uma população de 263.970 habitantes, segundo o Censo de 2010.

As águas subterrâneas também constituem uma parte muito importante da bacia hidrográfica e elemento essencial no ciclo hidrológico. Os aquíferos atuam como reservatórios para o armazenamento de água, sendo responsáveis pela maior parte da água potável disponível. A água infiltrada nos aquíferos, proveniente das precipitações ou das próprias massas de água, movimenta-se com velocidades inferiores a 1m/dia a distâncias variáveis até retornar à superfície pela ação do fluxo natural, da vegetação, ou do homem.

Na bacia do Litoral do Paraná confluem duas Unidades Aquíferas: a Unidade Pré-cambriana, e a Unidade Costeira. A Unidade Pré-cambriana é uma formação de migmatitos, rochas granitoides e gnéissicas. Localiza-se, predominantemente, na Região Metropolitana de Curitiba, numa área de aproximadamente 15.500 quilômetros2. A vazão média é de 6,4 m^3/h/poço. A Unidade Costeira é formada por sedimentos de origem marinha e eólica, cordões arenosos e sedimentos argilo-arenosos. Localiza-se na bacia Litorânea e a vazão média é de 12,5 m^3/h/poço. As ocorrências de águas subterrâneas no litoral se referem principalmente às cavas para extração de areia.

No quadro a seguir são resumidas as características das duas unidades aquíferas presentes no Litoral do Paraná.

Quadro 13: Resumo das principais características das Unidades Aquíferas da Bacia Hidrográfica do Litoral do Paraná

Parâmetros físico-químicos (mg/L) e aptidão	Unidade Pré-cambriana	Unidade Costeira
Alcalinidade total	79,80	66,67
Dureza total (C_aCO_3)	63,42	349,32
TDS (sólidos dissolutos)	129,69	1010,53
Sílica dissolvida	32,05	21,11
Bicarbonato	95,72	80,89
Carbonato	0,48	0,21
Cloreto	2,73	469,56
Fluoreto	0,84	0,35
Fosfato	0,33	1,07
Sulfato	2,48	68,46
Nitrato	0,01	61,70
Cálcio	16,33	81,57
Magnésio	5,60	34,79
Sódio	10,76	159,13
Potássio	2,00	23,04
Ferro	0,74	2,40
Aptidão para consumo humano	Adequada	Adequada
Aptidão para irrigação	Adequada com restrições	Adequada
Aptidão para uso industrial	Adequada	Adequada com restrições (dependendo do volume de produção)

Fonte: adaptado de SEMA, 2010.

A caracterização realizada para o Plano da BHL pela COBRAPE e publicada pelo AGUASPARANÁ concretiza mais a divisão das unidades aquíferas, e divide a área de estudo em quatro unidades: um aquiclude, representado pelos terrenos pertencentes aos divisores de água da bacia litorânea e escarpes de grande declividade da Serra do Mar, onde a recarga subterrânea de água, apesar de ser incipiente, ainda existe, mas não a transmite a taxas suficientes para fornecer um suprimento apreciável, sendo a disponibilidade do recurso precária; e três Sistemas de Aquíferos de maior representatividade: a) *Sistema Aquífero Embasamento Cristalino*, b) *Sistema Aquífero Continental*, e c) *Sistema Aquífero Costeiro* (AGUASPARANÁ, COBRAPE, 2017).

700000 720000 740000 760000 780000 800000

7240000 7220000 7200000 7180000 7160000 7140000

PARANÁ

SÃO PAULO

BR 116

PR 405

Guaraqueçaba

PR 340

PR 410

PR 410

Antonina

PR 411 PR 411 PR 408

Morretes

Paranaguá

PR 804

BR 277

PR 407

PR 508

PR 412

Pontal do Paraná

PR 412

Matinhos

PR 412

Guaratuba

BR 376 BR 376

PR 412

PR 808

SANTA CATARINA

OCEANO ATLÂNTICO

700000 720000 740000 760000 780000 800000

Unidades Aquíferas

Legenda

- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Malha Ferroviária
- Massa de Água

Limite de Estados

- Paraná
- Santa Catarina
- São Paulo

Unidades Aquíferas

- Costeira
- Pré-Cambriana

PLANO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO LITORAL DO PARANÁ

PDS_LITORAL

N

10 5 0 10 Km

DADOS TÉCNICOS:

MERIDIANO CENTRAL: 51° WGr
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 22S
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

FONTE DOS DADOS: RODOVIAS, FERROVIAS: PNLT (2017);
LIMITES MUNICIPAIS, MASSA DE ÁGUA: ITCG (2016);
NOME MUNICIPIOS, LIMITES ESTADUAIS: IBGE (2015, 2016);
RELEVO SOMBREADO, INPE (2011); SUDERHSA, (1998).

DATA: MAIO - 18 ESC.: 1:400.000

PARANÁ THE WORLD BANK BARCELONABRASILGROUP Mcrit hidria Quanta

Segundo essa caraterização, o *Sistema Aquífero Embasamento Cristalino*, constituído por rochas granitoides presentes em praticamente toda a área de estudo, representa a unidade mais representativa na BHL. Nessa unidade, a infiltração e a percolação das águas de chuva e de escoamento superficial se fazem, em geral, através de geoestruturas, tais como fraturas, falhas e diaclases. A recarga natural deste sistema ocorre principalmente em decorrência das intensas chuvas que ocorrem no litoral do Paraná. Em geral é um sistema de baixa transmissividade e com um potencial hídrico que depende da ocorrência de zonas favoráveis à recarga e acumulação, resultando uma produção média de 7 m^3/h.

As águas procedentes deste sistema composto de granitos são classificadas como bicabornatadas cálcio-magnesianas, com características próximas às mencionadas no quadro acima para a Unidade Pré-cambriana, com uma dureza inferior a 100 mg/L de C_aCO_3, predomínio de cálcio, magnésio e, em menor medida, sódio e potássio, e um pH de entre 6,5 e 7,2.

Com relação ao *Sistema Aquífero Continental*, este sistema é o componente do grande Aquífero Litorâneo que unifica tanto os sistemas continental quanto costeiro, ambos representativos da cobertura sedimentar cenozoica, incluindo os ambientes de sedimentação atuais, ocupando uma área de 1.373 quilômetros quadrados na área da bacia.

Os sedimentos que compõem este sistema englobam aqueles representados pela Formação Alexandra (areias arcoseanas e lamas, além de cascalhos e argilas), bem como vários ambientes deposicionais como leques e cones aluviais, tálus, colúvios e sedimentos fluviais. A caracterização da COBRAPE para o Plano da BHL inclui dentro dessa unidade os aluviões e terraços aluvionais de serra e pé de serra, compostos por areias, cascalhos e siltes que formavam aquíferos livres nas proximidades das várzeas dos rios, exceto as feições aluvionares que se localizam em meio aos sedimentos costeiros.

Este sistema se compõe de aquíferos freáticos, e embora sejam muito susceptíveis à contaminação antrópica, podem ser uma fonte de abastecimento, especialmente para as comunidades rurais mais isoladas e distantes dos grandes sistemas de fornecimento de água à população. A vazão deste sistema pode variar consideravelmente devido à variação do ambiente deposicional.

Finalmente, o *Sistema Aquífero Costeiro* também faz parte do grande Aquífero Litorâneo, que foi delimitado na Carta Hidrogeológica do Paraná (2017), tal e como menciona a caracterização da COBRAPE. Compõem esse sistema sedimentos costeiros que englobam os cordões litorâneos, sedimentos paleoestuarionos, planícies de maré atuais, fundos rasos atuais, deltas de maré, dunas, e depressões intercordões e praias atuais.

Os cordões litorâneos são uma das feições mais destacadas do litoral paranaense, sendo constituídas por areias finas e muito finas, bem selecionadas, que se estendem ao longo de toda a costa. Destacam também os cordões dunares costeiros, alguns imobilizados pela vegetação.

Devido à proximidade do mar e a salinização dos sedimentos, nesses ambientes são frequentes os problemas com a utilização da água dos aquíferos costeiros. Hidrodinamicamente, este sistema também se comporta como aquífero freático, com zonas saturadas variando entre 10 e 30 metros e condutividades hidráulicas da ordem de 3 a 10 m^3/s. As vazões também são variáveis, segundo cita a Caraterização da Bacia Litorânea realizada pela COBRAPE. Existem informações que asseguram que pode atingir até 12 m^3/h, mas estes sistemas devem ser utilizados somente em caso de emergência para o abastecimento de áreas isoladas, não sendo adequados para a conexão ao sistema convencional de fornecimento de água.

O Plano da BHL apresenta um mapa com a **distribuição dos sistemas aquíferos**, sendo que o aquiclude se encontra ocupando a faixa de maior declividade das serras, coincidindo com a parte interior da unidade Pré-cambriana delimitada no mapa anterior, os sistemas *Embasamento Cristalino* e *Embasamento Continental* ocupam uma

faixa intermedia entre a serra e a parte mais próxima à faixa costeira, sendo que o Sistema Continental é associado a áreas de maior declividade. Finalmente, o Sistema Costeiro ocupa a faixa mais próxima ao mar, associada à foz dos principais rios que desembocam no complexo estuarino de Paranaguá, e as planícies costeiras associadas ao rio Guaraguaçu, que desemboca em Paranaguá, e ao rio Cubatãozinho, que desemboca na baía de Guaratuba.

4.5.2 Recursos hídricos para abastecimento público

4.5.2.1 Quantidade e qualidade dos recursos hídricos

A disponibilidade hídrica superficial da BHL é de 77 mil L/s, o que representa 7% do total do estado do Paraná. O valor demandado é de 1,2 mil L/s, representando apenas 2% do total disponível na bacia. No capítulo a seguir é analisada com mais detalhamento a demanda e os usos do recurso hídrico na Bacia Litorânea.

Por outro lado, a disponibilidade hídrica subterrânea da BHL é estimada em 3 mil L/s, proveniente das unidades aquíferas anteriormente descritas, segundo dados de Bacias Hidrográficas do Paraná (SEMA, ANA 2010).

Com a finalidade de orientar e fundamentar a implementação dos instrumentos de gestão da Política Estadual de Recursos Hídricos o Plano da BHL definiu **Áreas Estratégicas de Gestão (AEG)** para a bacia, que foram caraterizadas pela homogeneidade de fatores hidrográficos e hidrológicos, e permitem a organização do planejamento e o aproveitamento dos recursos hídricos. Para cada unidade, o Plano apresenta uma estratégia de gestão. Dessa divisão resultaram 12 AEGs que foram caraterizadas com base em diferentes parâmetros. O cálculo das vazões de 95% e 70% de permanência foi realizado pela COBRAPE mediante as curvas de permanência de vazões diárias para todas as series históricas, representando essas curvas, a relação entre a vazão e a frequência com que esta é superada ou igualada.

O Instituto das Águas do Paraná (ÁGUAS PARANÁ), considera a vazão de referência para outorga 50% da vazão com 95% de permanência. O quadro a seguir mostra os valores das vazões da curva de 95% de permanência calculados por esse método pela COBRAPE, para cada AEG, e as vazões mínimas de estiagem que representam os valores extremos.

Quadro 14: Vazões de curva de 95% de permanência e vazão mínima e estiagem de 7 dias e 10 anos e tempo de recorrência.

Código AEG	Rio principal	Área (quilômetros²)	$Q_{95\%}$ (L/m.quilômetros²)	$Q_{7,10}$ (L/m.quilômetros²)
AEG L1	Guaraqueçaba	476,31	17,70	11,44
AEG L2	Serra Negra	786,72	21,49	13,74
AEG L3	Faisqueira	507,96	22,43	14,62
AEG L4	Cachoeira	630,62	**23,41**	**17,38**
AEG L5	Nhundiaquara	673,57	16,67	11,34
AEG L6	Guaraguaçu	585,69	17,34	11,24
AEG L7	Onça	121,75	16,68	10,62
AEG L8	Alegre	112,68	14,19	9,05
AEG L9	Cubatão	1256,88	13,90	9,29
AEG L10	São João	432,89	12,20	7,38
AEG L11	Boguaçu	148,44	12,88	7,69
AEG L12	Saí-Guaçu	167,44	11,39	6,06

Fonte: Adaptado de Plano da Bacia Hidrográfica Litorânea, Produto 02: Disponibilidades hídricas e definição das AEGs (AGUASPARANÁ, COBRAPE, 2010).

Observa-se que os valores de vazão maiores correspondem à AEG L3 e AEG L4 (municípios de Antonina e Guaraqueçaba), enquanto os valores menores correspondem à AEG L12 (Guaratuba).

No que se refere à **disponibilidade hídrica subterrânea**, o Plano da BHL aplica a metodologia de cálculo da Reserva Potencial Explorável (RPE), que depende da Recarga Potencial Direta do aquífero (RPD) e do Coeficiente de Sustentabilidade (CS), que expressa o percentual máximo da RPD que pode ser explorado sem causar efeitos adversos nos aquíferos subjacentes:

$$RPE = RPD \cdot CS$$

Os resultados mostram um valor de RPE média de 1,410 L/s.quilômetros^2 no aquífero continental, e 1,438 L/s.quilômetros^2 no aquífero costeiro. O embasamento cristalino na parte aflorante mostrou um valor de 1,093 L/s.quilômetros^2, sendo muito mais baixos os valores da parte não aflorante do embasamento cristalino e do aquiclude, caraterizado pela sua própria definição, pela escassa disponibilidade do recurso.

Embora não seja aconselhável, dependendo do sistema aquífero explorado, aceita-se uma pequena parcela de utilização da reserva permanente, sempre que as vazões mínimas de fluxo de base dos recursos superficiais sejam preservadas, e para confrontar eventuais situações de déficit hídrico.

O Plano da BHL adverte que apesar dos maiores valores de RPE terem sido calculados para os aquíferos continental e costeiro, é de se esperar que o maior potencial hídrico subterrâneo se localize na verdade no sistema de embasamento cristalino. Porém, isso acontece sempre que as perfurações ultrapassem os sedimentos cenozoicos superficiais, em especial os costeiros, devido à sua água ser por vezes mais carregada em sais e, portanto, não adequada para o abastecimento (AGUASPARANÁ-COBRAPE, 2017).

Conforme o relatório da COBRAPE para o Plano de Bacia da BHL, referido ao Balanço Hídrico Superficial e Subterrâneo, a bacia litorânea não apresenta criticidade alguma em relação aos recursos hídricos, tanto superficiais como subterrâneos, em termos quantitativos. A região tem uma boa disponibilidade hídrica (5-26 L.s/m^2) que se torna

relevante na conservação e exuberância da cobertura vegetal que chega até quase a 90% da superfície total.

Com relação à **qualidade da água na bacia litorânea**, em áreas rurais e costeiras existe uma grande vulnerabilidade de contaminação da Unidade Aquífera Costeira. Nas áreas urbanas a baixa infraestrutura de esgotos e drenagem, juntamente com a predominância dos lixões como destino final dos resíduos sólidos domésticos, são os principais contaminantes da bacia.

Os índices de qualidade da água (IQA) da BHL que recolhe o relatório Bacias Hidrográficas do Paraná (2010) demostram a predominância das qualidades boa e razoável. Por outro lado, não há uma tendência definida de melhora ou piora da qualidade ao longo do tempo, segundo as séries históricas da Agência Nacional de Águas (ANA) (SEMA, ANA, 2010). De uma maneira geral, os parâmetros utilizados para a avaliação da qualidade das águas situam-se dentro dos limites das respectivas classes. O IAP tem realizado testes de toxicidade periodicamente e os resultados demonstram que não há restrições para a utilização dessas águas para abastecimento público e industrial, irrigação de cultivos e pecuária.

O Plano de Bacia da BHL realiza um diagnóstico atualizado da qualidade das águas superficiais com base nos valores históricos dos parâmetros de qualidade recolhidos pelas estações de monitoramento listadas no Projeto da Rede Nacional de Monitoramento da Rede de Qualidade das Águas Superficiais (AGUASPARANÁ, COBRAPE, 2017). O quadro a seguir resume os valores dos parâmetros mais importantes para a caraterização da qualidade das águas e o diagnóstico sobre a qualidade com base nesses valores. As condições de qualidade tomadas como referência são baseados nos padrões de qualidade de água da resolução CONAMA 357/05 para os parâmetros apresentados.

Quadro 15: Parâmetros físico-químicos de qualidade da água, segundo os valores históricos compilados pena COBRAPE para o Plano de Bacia da BHL.

Parâmetro	Significado	Valor	Diagnóstico
Condutividade eléctrica	Capacidade da água de conduzir energia elétrica, ligada ao tipo de materiais dissolutos (sais).	20-40 µS/cm	Sem problemas de condutividade históricos, abaixo dos mínimos acetáveis.
Temperatura do ar e da água	A temperatura da água é um parâmetro utilizado para a indicação de despejos industriais, indicados por valores superiores aos 40 ºC.	25 ºC	Os valores não superam em nenhum caso o valor de 35ºC, sendo esse valor um caso excecional.
Turbidez	Grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo aparência turva à mesma.	Média cerca de 5 FTU	Todos os valores excetuando um valor da série, abaixo dos 40 FTU. A qualidade se considera ótima.
Oxigênio dissolvido	Essencial para a sobrevivência dos organismos vivos. Indica poluição das águas por despejos orgânicos e presença de algas.	8-10 mg/L	Embora são valores conceituadamente altos, se encontram por acima do mínimo exigido para a Classe 1 pelo CONAMA (≥ 6 mg/L).
Potencial hidrogeniônico (pH)	Indica a acidez ou alcalinidade, e pode ser indicativo de poluição industrial.	6-8	Os valores médios encontram-se próximos à neutralidade.
Sólidos totais dissolvidos (SDT)	Permitem a identificação de substâncias externas a suas origens. Ligados ao material coloidal orgânico e inorgânico, provenientes da decomposição da vegetação natural ou de despejos domésticos.	10-20 mg/L	Médias abaixo do limite da Classe 2 da resolução do CONAMA. Dados são escassos para este parâmetro.
Cloretos	Indicativo de águas com intrusão salina. Caraterização de esgotos tratados a serem utilizados para irrigação.	2-4 mg/L	Médias muito longe do limite para a Classe 1 da Resolução do CONAMA, portanto são sendo de grande preocupação.
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	Presença de matéria orgânica na água pelo despejo de efluentes domésticos não tratados adequadamente.	5 mg/L de média	A média se encontra acima do limite da resolução de CONAMA para às Classes 1 e 2, mas não ultrapassa o limite para a classe 3, que é de 10 g/L. São valores médios altos, mas não parecem relacionados à poluição industrial.

Parâmetro	Significado	Valor	Diagnóstico
Coliformes termotolerantes	Indica contaminação fecal, ligado aos efluentes domésticos.	10.000-15.000 NMP/100 ml (mais elevada na última década).	A maioria das medidas abaixo dos 200 milhares NMP/100 ml, limite da Classe 1, com alguns valores da série histórica que ultrapassam esse valor, mais são casos pontoais.
Fósforo total	Nutriente essencial para a vida, mas que na água pode ocasional problemas de eutrofização e crescimento excessivo de algas com redução da qualidade.	0,02-0,03 mg/L	Valores médios abaixo da Classe 2 da resolução do CONAMA.
Nitrato	Nutriente essencial que pode ser indicativo de poluição.	Cerca de 0,1 mg/L de valor médio.	Concentrações abaixo do limite das classes de qualidade da Resolução CONAMA.
Nitrogênio amoniacal	Associado à poluição recente, próxima ao ponto de monitoramento.	Abaixo de 0,05 mg/L	Boas condições de qualidade da água.
Nitrogênio total	Nutriente essencial para a vida que se ultrapassado pode geral problemas de eutrofização e diminuição do oxigênio disponível pelo crescimento incontrolado de algas.	Abaixo de 10 mg/L	Valores considerados dentro do normal, mas sem referência no CONAMA.

Fonte: adaptado a partir dos dados de AGUASPARANÁ, COBRAPE, 2017.

A análise integrada de todos os parâmetros coletados pelas 18 estações situadas na bacia litorânea indica que em geral a bacia não sofre problemas graves de poluição e que, em qualquer caso, esses se concentram nas proximidades dos centros urbanos.

Focalizando a análise nos últimos cinco anos da série histórica (2010-2016) observa-se um aumento dos sólidos em suspensão e uma tendência ao aumento da DBO, não muito significativa, além da diminuição da temperatura média. O resto dos parâmetros continuam apresentando valores médios não muito diferentes do observado na série histórica completa.

Além do monitoramento dos parâmetros físico-químicos, o Plano de Bacia cita aos dados do monitoramento dos rios de Unidades de Conservação com bioindicadores (macroinvertebrados betônicos e ensaios bacteriológicos) realizados pelo IAP em 2002,

encontrando que a qualidade da água, com base nesses indicadores, é bastante satisfatória dentro das condições avaliadas no estudo, estando os piores casos dentro do que pode ser considerado aceitável segundo o índice BMWP (*Biological Monitoring Working Party System*) do National Water Council de Inglaterra (1981), adaptado no ano 1988 para Espanha, e no 2000 para o Estado do Paraná (AGUASPARANÁ, COBRAPE, 2017).

No que atinge à **qualidade da água para o banho (balneabilidade)** dos rios e das praias, e analisada pelo IAP periodicamente cada ano segundo os critérios da Resolução nº 274 de 2000 do CONAMA, segundo o Boletim de Balneabilidade publicado em janeiro de 2018, 20,3% das águas foram classificadas como impróprias para o banho, sendo dados melhores que os encontrados em 2017 e em anos anteriores. Os pontos classificados como impróprios são coincidentes em todas as amostragens realizadas, com a exceção de dois pontos de amostragem no Rio Nhundiaquara em Morretes, que só resultaram impróprios na primeira amostragem, e na última no caso do ponto situado no Largo Lamenha Lins. Especialmente os pontos correspondentes aos rios apresentam pior qualidade da água. Exemplos são o Rio Olho d'Água (Pontal do Paraná), a foz do rio Matinhos e o Canal do Caiobá (Matinhos), a foz do rio Brejatuba (Guaratuba), a foz do rio das Pedras, o rio Tenente e o Saí Guaçú (Guaratuba).

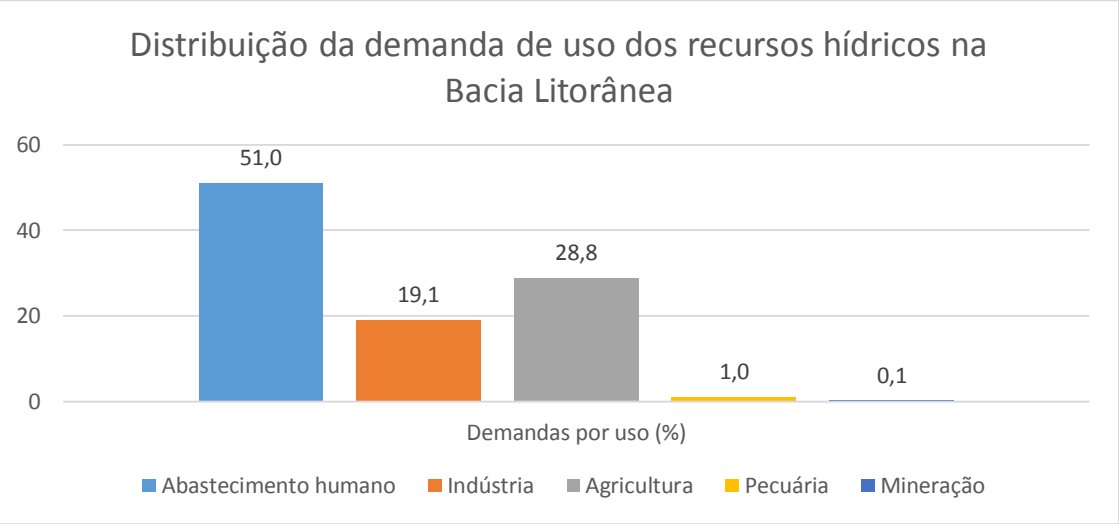
No Plano de Bacia da BHL, a COBRAPE analisou a origem da poluição cruzando os dados dos parâmetros de qualidade com a base hidrográfica e de usos do solo da bacia. Por meio do processamento dessas informações foram analisadas as cargas poluidoras para quatro tipologias de origens: agrícola, uso do solo, pecuária e industrial. A quantificação das cargas, com base no DBO, deu como resultado um peso relativo maior das cargas domésticas, o que mostra a importância do investimento em coleta e tratamento de esgoto no litoral do Paraná.

4.5.2.2 Demanda e utilização dos Recursos Hídricos

A demanda hídrica da BHL é de aproximadamente 1,2 mil L/s, dos quais 98% provêm de mananciais superficiais e 2% de mananciais subterrâneos. Com relação aos setores de

uso, 51% vão para o abastecimento público, 19% para uso industrial, 29% para o setor agrícola, 1% para o setor pecuário e o setor mineral com menos de 1% (SEMA, ANA, 2010). Uma análise mais detalhada destes mesmos dados por município e mês, é apresentada no Volume 4 de Aspectos de Infraestrutura e Logística, Capítulo 5.6 Saneamento.

Figura 19: Distribuição da demanda de uso do recurso hídrico por setores na Bacia Hidrográfica Litorânea do Paraná.



Fonte: SEMA, 2010.

Os **usos dos recursos hídricos** podem ser classificados em usos **consuntivos**, que se referem àqueles que captam certo volume de água dos corpos hídricos e posteriormente devolvem apenas uma parte do volume total captado novamente aos corpos de água; e os **não-consuntivos**, que se referem àqueles que captam um certo volume de água, porém este volume é posteriormente devolvido integralmente aos corpos hídricos. São usos consuntivos o abastecimento público e o abastecimento industrial, bem como os usos agrícola, pecuário e de mineração. No entanto, são usos não-consuntivos a pesca e a aquicultura, geração de energia, turismo e lazer, e os usos destinados à conservação e restauração ambiental.

Por outro lado, as demandas hídricas podem ser atendidas por **captação superficial ou subterrânea**. Os sistemas de captação existentes no litoral do Paraná são, em sua maioria, de captação superficial.

Quanto ao uso de **abastecimento público**, deve-se notar que há uma parte do atendimento à população que é flutuante (de temporada alta) sendo muito significativa no litoral paranaense (ver Volume 5 Aspectos de Infraestrutura e Logística, Capítulo 5.6 Saneamento, para mais detalhamentos). Além de ter o turismo como atividade de destaque, nos municípios de Guaratuba, Matinhos e Pontal do Paraná estão localizados os principais balneários do estado favorecendo o aumento da população flutuante. Segundo menciona a análise de demanda realizado pela COBRAPE para o Plano de Bacia, que recolhe os dados do Plano Diretor de Água da Região Litorânea do Paraná (cita), a população flutuante para os municípios de Guaraqueçaba, Guaratuba, Matinhos, Morretes e Pontal do Paraná atinge até 377 mil pessoas.

Existe no litoral do Paraná um total de 112 captações, sendo 71 superficiais, e 41 subterrâneas. O município com maior número de captações é Morretes, com 31 captações, seguido de Paranaguá, com 23. Dos municípios litorâneos mais próximos à costa, Pontal do Paraná é o que tem o menor número de captações com 4 captações, das quais 3 são superficiais e 1 subterrânea (AGUASPARANÁ, COBRAPE, 2017).

Segundo esses mesmos dados do Cadastro de Outorgas, recolhidos pela COBRAPE para o estudo de demanda do Plano de Bacia, o total de água captada por esses sistemas para o abastecimento urbano é de 2,97 mil L/s, dos quais são consumidos 594,36 L/s. No que tange à população flutuante, os dados analisados pela COBRAPE apontam que cerca de 973,7 L/s são captados para atender à população na alta temporada, correspondendo a 32,8% da demanda total captada para abastecimento público. As outorgas de Alta temporada concentram-se nos municípios de Guaratuba e Pontal do Paraná.

Quanto à demanda rural, o total captado atinge 38,83 L/s, dos quais são consumidos 19,41 L/s. A soma da demanda urbana e rural é de 613,78 L/s consumidos, sendo Pontal do Paraná o município com maior demanda, seguido de Paranaguá.

A demanda industrial é atendida com 84 captações, das quais 81% se encontram no município de Paranaguá. O total captado atinge 229,33 L/s de vazão, sendo consumidos 45,87 L/s, 80% no município de Paranaguá, onde a atividade portuária e industrial tem mais importância.

O consumo de **água captada destinada para a agricultura** resultou em 537,75 L/s, sendo 94,8% (509,78 L/s) provenientes de captação superficial e 5,2% (27,97 L/s) de captação subterrânea. Do total captado, 80% é consumido nesse setor. Segundo a Estimativa de Vazões para Usos Consuntivos do Operador Nacional do Sistema Eléctrico (ONS, 2003), recolhidos no estudo de demanda do Plano da BHL, o coeficiente de retorno do setor agrícola e de 0,2, ou seja, 20% do total captado retorna aos cursos d'água. A demanda desse setor é atendida com 67 captações distribuídas pelos municípios, correspondendo o maior número de captações ao município de Guaraqueçaba, seguido de Morretes e Paranaguá. 67% das captações são superficiais.

Além da demanda total de água para irrigação, o Plano da BHL analisa as principais culturas de cada município em relação com a demanda hídrica, resultando que as principais produções responsáveis pela demanda de recursos hídricos do setor agrícola são a banana, o arroz, a mandioca e o milho, ocupando em conjunto 46,98% da superfície da bacia (AGUASPARANÁ, COBRAPE, 2017).

Para a quantificação da **demanda hídrica do setor pecuário**, o diagnóstico da COBRAPE para o Plano de Bacia utilizou duas metodologias diferenciadas. A taxa de retorno é a mesma que a do setor agrícola, 20% baseado no mesmo estudo da ONS. Segundo os dados obtidos por COBRAPE no Cadastro de Outorgas de AUGUASPARANÁ (2017), existem no litoral do Paraná um total de 14 captações para usos pecuários que cobrem uma demanda de 151,56 L/s de água captada, a maioria, em superfície. Do total de litros captados, são consumidos pelo setor pecuário 82,16%, equivalente a 124,53 L/s.

No que diz respeito ao **setor de extração mineral**, com base nos dados da caracterização da demanda do Plano de Bacia, existe um total de 13 captações, 6 superficiais e 7 subterrâneas que abastecem uma demanda de 26,22 L/s captados do recurso hídrico,

dos que são consumidos 2,62 L/s. O índice de retorno, segundo recolhe o Plano de Bacia, varia entre 85% e 95%. Quanto aos recursos minerais explorados, o relatório de caraterização da Demanda do Plano de Bacia mostra os dados de exploração mineral do Departamento Nacional de Produção Mineral para o ano 2015, sendo os recursos minerais que ocupam uma área maior de exploração: a areia, o minério de ferro, e em menor proporção, a turfa e a argila. O resto dos minerais representam quantidades bem menores.

De todos os setores, o mais destacado com relação às demandas hídricas é o de abastecimento público, representando cerca de 73,6% da demanda total da BHL, seguido da agricultura com 15%, e a indústria com 6,4%. O aumento das demandas observadas na última década para o abastecimento público é relacionado ao aumento da população em alta temporada. No que tange à demanda agrícola e pecuária, o aumento observado na demanda é devido à evolução desses setores produtivos, e no caso particular do setor agrícola, à substituição de culturas de sequeiros por culturas irrigadas.

Focando a atenção nos usos não consuntivos, com relação à **pesca e a aquicultura**, no litoral do paraná são produzidos mais de 500 mil kg de peixes como carpa, pacu e tilápia, além de outras espécies como camarão, ostras, vieiras e mexilhões. A produção total registrada pelo IBGE em 2015, como é recolhido no Plano de Bacia, atingiu 503.208 kg, dos quais 68% é produzido pelos municípios costeiros. Essa produção tem um valor de 4.133 milhares de reais. Para abastecer a esse setor existem no litoral do Paraná um total de 76 outorgas de captação, 46 superficiais e 30 subterrâneas. Essas captações dão serviço de abastecimento a uma demanda total captada de 147,78 L/s que são retornados integralmente ao meio.

No Plano de Bacia é mencionada uma problemática que afeta a esse setor, com relação aos efluentes procedentes da aquicultura relacionado com o fato de não existir, para cada outorga de captação, uma outorga correspondente para o lançamento desses efluentes. É importante ressaltar que os efluentes derivados do setor aquícola são ricos

em matéria orgânica, fósforo e nitrogênio, contribuindo à eutrofização dos corpos d'água e à redução da biodiversidade.

O setor de **geração de energia** aproveita as fontes hidráulicas e termelétricas. Segundo dados do 2017 compilados pelo Plano de Bacia da Agência Nacional de Energia Eléctrica (ANEEL), os empreendimentos energéticos totalizam uma potência de mais de 16 milhões de kW no Estado do Paraná. No entanto, no litoral do estado existem seis estações operativas que representam apenas o 1,98% da potência total gerada no estado. De todos os empreendimentos operantes na BHL, as usinas hidrelétricas representam 89,68%, as pequenas centrais hidrelétricas são 8,36% e o restante, 1,96% dos empreendimentos, corresponde a usinas termelétricas. O município com maior consumo elétrico é Paranaguá (21,48% do consumo total da BHL).

Com relação ao setor de **turismo e lazer**, ressalta-se o crescimento da utilização dos recursos hídricos para fins de recreação nos últimos anos. O novo interesse pelo desenvolvimento de atividades de lazer ligadas ao contato com o meio natural, os rios e praias, e o crescimento econômico experimentado na última década por esse setor, aumentou significativamente o número de estabelecimentos turísticos no litoral, e o fluxo de turistas que chegam à região para esse tipo de atividades. A bacia litorânea concentra uma grande diversidade de atividades relacionadas com a beleza cênica e a qualidade da paisagem, rios, praias e baías. Exemplos de lugares de grande atração turística são a praia Mansa e a praia Brava, em Matinhos; praias Central e Caieiras, em Guaratuba; Praia de Pontal do Sul em Paranaguá, a Baía de Antonina e de Paranaguá, e a Baía de Guaratuba.

Além das zonas balneárias existem caminhos rodoviários e ferroviários, e cidades como Antonina e Morretes, que oferecem alternativas relacionadas com aspectos históricos e gastronômicos da região. Como já foi mencionado, a afluência turística tem repercussões importantes no aumento da demanda hídrica para o abastecimento da população, bem como na geração de esgotos e na produção de lixo.

Finalmente, o sustento das **áreas protegidas para a conservação** do capital natural da região litorânea do Paraná depende em grande medida da preservação da rede hidrográfica, que abriga uma grande diversidade, propiciando a existência de diferentes tipos de ecossistemas e fauna e flora associada.

O diagnóstico realizado para o Plano de Bacia põe de relevância a necessidade de avaliar as áreas mais propicias da rede hídrica do litoral, para o desenvolvimento da fauna, especialmente da fauna ameaçada, endêmica ou singular. Com o objetivo de promover a conservação desses territórios diversos, dos ecossistemas prioritários para as espécies e dos mananciais que abastecem à população, foi criado o instrumento do ICMS Ecológico, que compensa economicamente aqueles municípios que contribuem para preservar esses recursos que fornecem serviços ecossistêmicos tão importantes aos munícipios vizinhos. Uma tabela-resumo com os dados de participação do ICMS Ecológico por Biodiversidade no Total das Transferências Governamentais pode ser consultado no Volume 7 de Aspectos Institucionais, 7.3 Arrecadações municipais e dependências de repasses fiscais. O valor total para todos os municípios do litoral no 2017 superou os 18 milhões de Reais.

4.5.3 Sistemas de abastecimento e tratamento de esgoto

Existem fundamentalmente dois tipos de infraestruturas relacionadas com o aproveitamento e gestão dos recursos hídricos pela a população: infraestruturas de abastecimento de água e infraestruturas de esgotamento sanitário.

Globalmente na bacia, o atendimento à demanda urbana de água de abastecimento é de 100% em todos os municípios. A Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) é a responsável pela prestação de serviço de abastecimento em nove dos onze municípios da bacia litorânea, com a exceção de Antonina, que é atendida pelo Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto de Antonina (SAMAE); e Paranaguá, que é atendida pela Paranaguá Saneamento.

Segundo a análise da demanda realizado pela COBRAPE para o Plano de Bacia, a demanda urbana de maior expressividade na bacia corresponde ao município de Paranaguá, com um total estimado de 376 L/s. O município que necessita menos água para o abastecimento é Guaraqueçaba, com 6 L/s.

Para atender essa demanda os municípios têm um sistema de captações de água procedente dos mananciais. O quadro a seguir mostra os principais mananciais e pontos de captação de água no litoral do Paraná, de acordo com as informações do Zoneamento Ecológico-Econômico (ITCG, 2016). No Volume 5 de Aspectos de Infraestrutura e Logística, Capítulo 5.6 Saneamento, é apresentada uma descrição de cada manancial e a sua capacidade. No presente capítulo a análise é focalizada nos parâmetros de qualidade ambiental da água.

Quadro 16: Principais mananciais e pontos de captação de água de abastecimento nos municípios do litoral do Paraná.

Município	Principais pontos de captação	Área de drenagem (quilômetros^2)	Diagnóstico de qualidade
Guaratuba	Rio do Melo Rio Saí-Guaçu	28,5 117,0	Boa qualidade, Classe 2 Teores de Fe, Mg e cor
Guaraqueçaba	Rio Cerquinho	3,2	Boa qualidade, Classe 2
Pontal do Paraná	Rio das Pombas	95,5	Qualidade aceitável, Classe 2-3
Matinhos	Rio Cambará	13, 0	Boa qualidade, Classe 2
Paranaguá	Rio Ribeirão Rio Miranda 01/02 Rio Cachoeira Rio Jacareí Rio das Pombas 01/02 Rio da Piedade	48,4 5,5 / 12,4 22,2 4,7 / 95,5 1,5	Qualidade regular, coliformes Qualidade-boa-regular (baterias e coliformes) Boa qualidade Boa qualidade Boa qualidade
Morretes	Rio Cari Salto do Arrastão Rio Iporanga	5,7 1,3 9,7	Não utilizadas para abastecimento Boa qualidade Boa qualidade, Classe 2

Município	Principais pontos de captação	Área de drenagem (quilômetros^2)	Diagnóstico de qualidade
Antonina	Rio Cotia	17,1	Boa qualidade, bem preservada
	Rio Xaxim	9,7	Boa qualidade
	Ribeirão Matarazzo	0,4	Boa qualidade, bem preservada
	Riberão Maurício	0,7	Boa qualidade

Fonte: elaboração própria segundo dados de ITCG (2016)

No município de Paranaguá os mananciais foram impactados pelos eventos climáticos de 2011 que deram início a movimentos em massa que trouxeram sedimentos para o fundo dos vales, bem como rochas e madeiras, que destruíram as vazões dos rios e as obras de captação. Esses eventos afetaram a qualidade da água que ficou incompatível ao uso para abastecimento público. Atualmente a qualidade foi restabelecida, no entanto, as infraestruturas de captação são insuficientes. Os Planos Diretores dos municípios contemplam as necessidades de ampliação de infraestruturas para a captação com base nos cenários futuros de incremento da população na região litorânea.

Com relação aos sistemas de captação de águas subterrâneas, na BHL são registrados 136 poços constantes no Banco de Dados Hidrogeológicos da SANEPAR e do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) da CPRM, segundo as informações do Plano de Bacia. A maior concentração de poços se encontra na AEG L6, que abrange os municípios de Morretes e Paranaguá, com 79 poços; a AEG L5, localizada integralmente em Morretes tem 26 poços registrados; e a AEG L9, situada em territórios rurais dos municípios de Morretes e Guaratuba, tem 15 poços registrados. Guaratuba e Antonina tem 6 poços respectivamente, Guaratuba tem 3 e Guaraqueçaba 1, segundo os dados de SIAGAS, compilados pela COBRAPE para o Plano da BHL.

O serviço de esgotamento sanitário é prestado na maioria dos municípios da Bacia Litorânea pela SANEPAR. Em Antonina e Paranaguá o serviço é realizado pela SAMAE. Globalmente a média da coleta de esgoto dos municípios do litoral paranaense é pouco

superior a 50%, sendo Guaraqueçaba o município que apresenta maior porcentagem de água tratada, atingindo 91,5% de esgoto coletado. Para informações detalhadas do saneamento por município, consultar o Volume 5 de Aspectos de Infraestrutura e Logística, Capítulo 5.6 Saneamento.

Segundo o diagnóstico do Plano da Bacia, o processo de tratamento comumente utilizado pelas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) na Bacia Litorânea é o Reator Anaeróbio associado a um processo físico-químico, ou associado a Filtro Aerado Submerso seguido de Decantador. No caso de Paranaguá é utilizado um sistema de tratamento com lodo ativado de aeração prolongada. Este município é, além disso, o que tem mais estações de tratamento com um total de 4 ETEs, porém, o índice de tratamento é só de 63%, o restante dos municípios tem 1 ETE, excetuando Antonina que não têm nenhum sistema de tratamento.

Figura 20: Estações de tratamento do esgoto de Paranaguá inauguradas em 2014, com sistema de tratamento baseado em lodos ativados.

Foto: PARANAGUÁ SANEAMENTO, 2018

O tratamento do esgoto sanitário por meio de fossas sépticas individualizadas ainda é muito utilizado no litoral paranaense. Segundo as informações do estudo de caracterização da bacia para o Plano da Bacia realizado pela COBRAPE, até 28% da população utiliza esse sistema, especialmente em vivendas isoladas e áreas rurais. Juntando ambos sistemas de tratamento, encontra-se que o município com maior quantidade de esgoto que não é adequadamente tratado é Antonina, com 46,6% de esgoto tratado e até 24,0% não coletado. No caso de Paranaguá, até 26% não é tratado,

e 21,7% não é coletado adequadamente. Nos municípios restantes o esgoto coletado é tratado em sua maior parte, porém o município de Pontal do Paraná, apresenta uma elevada percentagem do esgoto que não é coletado (cerca de 20% de média) e, portanto, não pode ser adequadamente tratado.

4.5.4 Riscos e ameaças para os recursos hídricos

As demandas hídricas do litoral paranaense são concentradas principalmente no município de Paranaguá, durante todo o ano, e nos municípios balneários como Guaratuba, Matinhos e Pontal do Paraná, especialmente na temporada alta. No entanto, os estudos de demanda realizados pela SEMA e AGUASPARANÁ, indicam que essas demandas podem ser atendidas pelos mananciais superficiais e subterrâneos existentes na região. Segundo as projeções dos diferentes cenários futuros analisados pelo Plano de Bacia, o município de Paranaguá continuará concentrando as maiores demandas hídricas, bem como o município de Morretes que continua a crescer, seguidos de Guaratuba e Pontal do Paraná. Da mesma forma, na alta temporada as demandas totais nos cenários analisados permanecem, de certa forma, nas mesmas proporções para todos os municípios. No entanto, os cenários que consideram a aceleração dos investimentos em infraestrutura portuária de Paranaguá e Pontal do Paraná representam o possível agravamento dos riscos, tanto no balanço qualitativo como nos aspectos qualitativos dos recursos hídricos em alguns pontos focais que hoje já concentram a maior parte de demanda de água e de impactos sobre a sua qualidade.

Os principais riscos e ameaças relacionados com o uso dos recursos hídricos são relacionados a insuficiências dos sistemas de abastecimento e tratamento do esgoto, e a ocorrência de eventos críticos na região, relacionados aos problemas de drenagem.

O desenvolvimento das cidades tem produzido um impacto significativo na infraestrutura de recursos hídricos, em especial na drenagem urbana. A ocupação irregular nas margens de rios, sua retificação e o aumento da impermeabilização de solo

urbano, alteram a magnitude e frequência das inundações, provocando a deterioração ambiental. Para o controle desses impactos, a Superintendência de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA) está implantando Planos de Macrodrenagem nos municípios do litoral (ver análise das tendências futuras de demanda de água por município segundo as projeções demográficas no Volume 5, Capítulo 5.6).

No entanto, a implantação dos canais de macrodrenagem apresenta problemas relacionados ao correto dimensionamento dos canais, além das edificações erigidas na faixa de preservação permanente de rios.

Outro problema que afeta o sistema de canais de macrodrenagem é o assoreamento dos canais nas áreas urbanas que causam alagamentos muito importantes, por exemplo, no Município de Guaratuba, onde a SINEMAR realizou, no mês de fevereiro deste ano de 2018, trabalhos de desassoreamento dos canais em previsão dos volumes de chuva previstos. Mas o problema, embora acrescentado pela chuva, tem origem na acumulação de lixo, restos de vegetação, e mesmo móveis e restos de construção nas valetas. A colaboração cidadã e a sensibilização ambiental é mais uma vez um fator muito importante para reduzir essa problemática, assim como o fornecimento de serviços adequados de recolha e tratamento de lixo à população para evitar esse problema de consequências tão graves no ambiente.

As águas marinhas do litoral paranaense, que são utilizadas para o lazer, como banhos de rio e mar, natação, mergulho e outras atividades de contato direto com a água, também apresentam problemas de poluição. A avaliação das condições sanitárias e balneabilidade, realizada de acordo com a Resolução 274/2000 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) –realizada em 52 pontos distribuídos entre a divisa com Santa Catarina, no Balneário da Barra do Saí, até Pontal do Sul, incluída a Ilha do Mel, a Baia de Antonina (Ponta da Pita) e os rios Nhundiaquara, Marumbi e Nunes – indica a presença de esgotos domésticos na água.

Com relação ao tratamento do esgoto sanitário, outra das grandes preocupações por suas repercussões na qualidade ambiental do litoral, a maioria dos municípios apresenta

déficits relativamente altos em relação à coleta de esgoto. No entanto, vários municípios continuam ampliando os sistemas de coleta e tratamento do esgoto. Segundo diversas fontes de informação, a SANEPAR entregou em setembro de 2017 a segunda etapa das obras de ampliação da rede de esgoto do Litoral. Com isso, mais de 7,5 mil imóveis localizados nos municípios de Matinhos e Pontal do Paraná desativarão as fossas e ligarão seu esgoto doméstico à rede da SANEPAR, melhorando a coleta e o tratamento. Novas obras estão em andamento com previsão de ser finalizadas em 2019.

A faixa de infraestrutura em discussão, com implantação prevista em Pontal do Paraná, terá impactos sobre a população flutuante e a dinâmica populacional com efeitos ainda pouco conhecidos sobre a demanda de água e o tratamento de esgotos e efluentes industriais.

Embora ainda não se manifestem impactos importantes no presente, a possibilidade de crescimento das atividades turísticas e portuárias que estão sendo projetadas nos cenários de análise das diferentes instituições envolvidas, indicam que serão necessários mais recursos hídricos para garantir a higiene e o abastecimento no litoral, o que pode levar a situações de conflito no futuro.

4.6 METEOROLOGIA

4.6.1 Circulação Atmosférica

A circulação geral da atmosfera é desencadeada pela desigual distribuição de energia sobre a superfície terrestre, iniciando-se pela movimentação da energia acumulada nos trópicos em direção aos polos. Essa movimentação forma três células de circulação em cada hemisfério: tropical, temperada e polar (TAVARES, 2009).

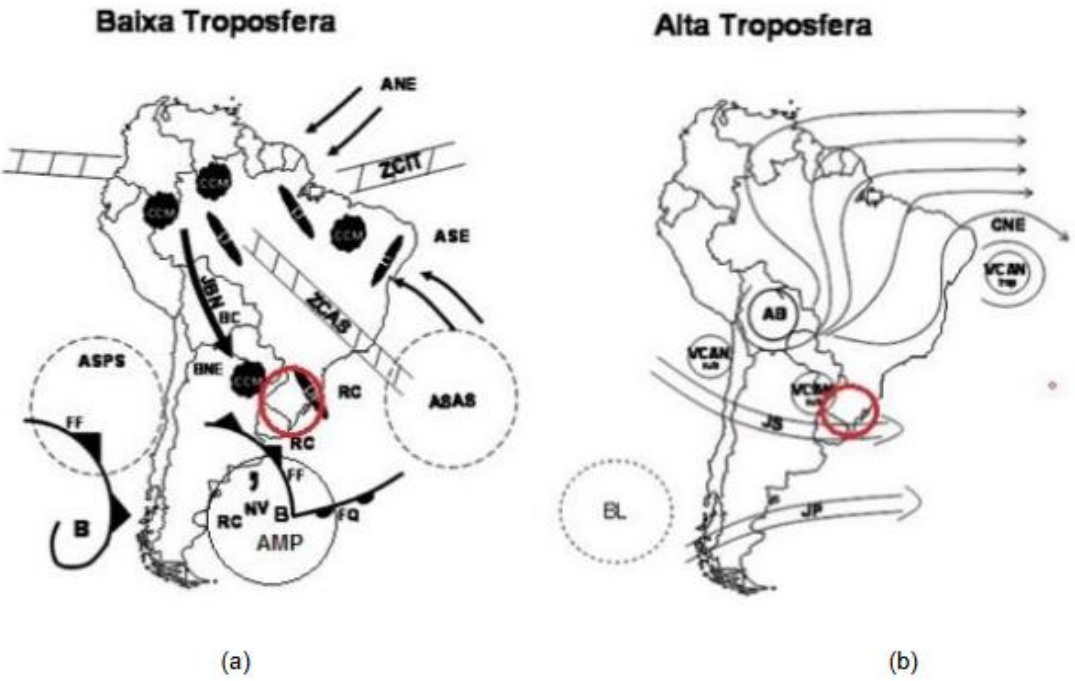
Ainda conforme TAVARES (2009), a circulação geral e o movimento das massas de ar podem ser considerados como uma base sobre a qual se justapõem muitas outras irregularidades e perturbações menores.

O Brasil, em função das suas dimensões continentais, possui grande diversidade climática, influenciado por sua posição geográfica, sua significativa extensão costeira, seu relevo e a dinâmica das massas de ar sobre seu território. Este último fator assume grande importância, pois atua diretamente sobre os climas (temperaturas e índices pluviométricos) nas diferentes regiões do país (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Sistemas Atmosféricos em Altos e Baixos Níveis da Atmosfera da América do Sul

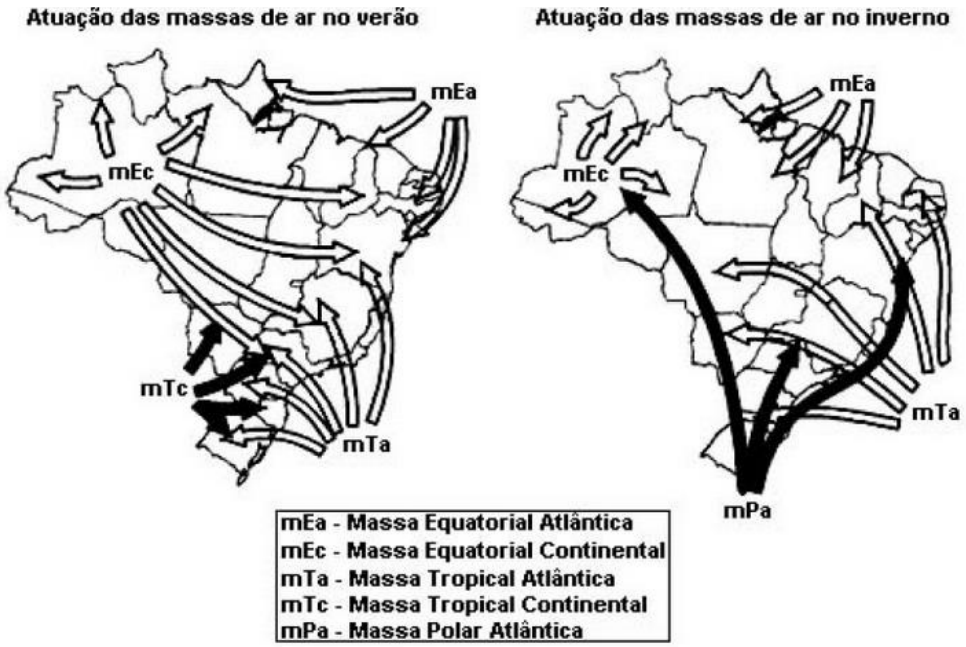
Devido ao aquecimento diferencial do globo pela radiação solar e por sua posição latitudinal, a América do Sul (AS) é atravessada pelas principais zonas de pressão atuantes no Hemisfério Sul, desde a região equatorial, local de convergência (baixas pressões) relacionada aos ventos alísios, passando pelas altas subtropicais individualizadas em duas amplas células semifixas e permanentes sobre os oceanos, até as baixas polares, no que se refere a Baixa Troposfera. No nível denominado como Alta Troposfera, observam-se diversos sistemas, como por exemplo: o Jato Subtropical, Jato Polar, Alta da Bolívia, entre outros (Figura a seguir).

Figura 21: Sistemas Atmosféricos e as suas respectivas localizações na Baixa e Alta Troposfera



Fonte: SATYAMURTY *et al.*, 1998.

Figura 22: Atuação das massas de ar



Fonte: SENE, MOREIRA, 1998

Quadro 17: Troposfera

BAIXA TROPOSFERA	ALTA TROPOSFERA
NE–ventos alísios de nordeste **ASE**–ventos alísios de sudeste **ASAS**–anticiclone subtropical do Atlântico Sul **ASPS**–anticiclone subtropical do Pacífico Sul **AMP**–anticiclone migratório polar **B**–baixa pressão **BC**–baixa do Chaco (região de baixas térmicas) **BNE**–regiões de baixas térmicas no noroeste argentino **CCM**–complexo convectivo de mesoescala **FF**–frente fria **FQ**–frente quente **JBN**–jato de baixos níveis a leste dos Andes **LI**–linha de instabilidade tropical **LIP**–linha de instabilidade pré -frontal **NV**–nuvem vírgula **RC**–regiões ciclogenéticas **ZCAS**–zona de convergência do Atlântico Sul **ZCIT**–zona de convergência intertropical	**AB**–alta da Bolívia **BL**–região de bloqueios atmosféricos **CNE**–cava do nordeste do Brasil **JS**–jato subtropical **JP**–jato polar **VCAN sub** – vórtices ciclônicos de altos níveis subtropicais **VCAN trop** – vórtices ciclônicos de altos níveis tropicais

Fonte: SATYAMURTY *et al.*,1998.

Além dos sistemas acima citados, a movimentação das massas de ar que atuam sobre a América do Sul (AS) também são importantes para definição das condições de tempo no continente.

As principais fontes de energia para o deslocamento das massas de ar tropicais e marítimas são os anticiclones quase estacionários localizados nos oceanos Pacífico Sul e Atlântico Sul. O anticiclone do Atlântico Sul desempenha um papel importante sobre o clima do Brasil, uma vez que encontra maior facilidade de penetração. O que já não ocorre com o escoamento do Anticiclone do Pacífico, que acaba sendo barrado pela Cordilheira dos Andes. A barreira topográfica impede o avanço das massas tropicais do Pacífico em direção ao interior do Brasil (NIMER,1989).

Outro fator importante é a Baixa ou Depressão do Chaco, uma vez que no verão sofre um incremento devido ao aquecimento no continente, propiciando aquecimento nos níveis inferiores da troposfera (cerca de 1500m). Tal acontecimento explica-se pelo centro de Baixa Pressão se localizar entre os anticiclones, os quais prevalecem tanto no inverno quanto no verão. Devido à sua origem dinâmica, o centro de Baixa pressão possui mobilidade, mas sua posição média reside sobre a região do Chaco, nos limites Brasil - Bolívia.

Já na região equatorial da AS, em decorrência da convergência dos ventos alísios de nordeste no HN e os de sudeste no HS, dá-se ênfase à Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), considerada como principal fator gerador de precipitação sobre a região central do globo terrestre. Esse sistema é visualizado como uma banda de nuvens convectivas que se deslocam de leste para oeste ao longo da região equatorial. O ar úmido que é transportado pela ZCIT do oceano Atlântico chega até a Amazônia e, em decorrência da barreira topográfica montanhosa, mantêm-se úmido e desloca-se em direção ao sul do continente paralelo à Cordilheira dos Andes (CAVALCANTI, et al., 2009).

Esse escoamento para o sul é então chamado de Jato de baixos Níveis (JBN), e tem características de ventos fortes a uma altura de mais ou menos 1500 m de altura (850 mb), e acaba influenciando outros dois grandes sistemas.

O primeiro é a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), constituída por uma zona de convergência alongada, desenvolvida sobre o continente sul-americano na

troposfera inferior, responsável por uma intensa convecção. A ZCAS pode ser identificada na composição de imagens de satélite como uma fenda de nebulosidade com orientação Noroeste-Sudeste, que se estende desde o Sul da região amazônica em direção ao Sudeste do Brasil, até parte da região central do Atlântico Sul (VUILLE et al., 1998; SATYAMURTY et al., 1998; KOUSKY apud ROCHA & GANDU,2002).

O segundo em regiões como a do Paraguai, o Norte da Argentina e o Sul do Brasil, em que o transporte de calor e umidade ocasionam súbito desenvolvimento dos Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs), no período de novembro a abril (VELASCO & FRISCH, 1987).

Em altos níveis da troposfera sobre a AS surge um sistema fechado de circulação anticiclônica, chamado de Alta da Bolívia, com atuação no período do verão, que tem sua dinâmica acoplada à Baixa do Chaco.

A passagem de frentes frias é considerada como o evento mais comum do tempo atmosférico sobre a AS. Sua profunda penetração é uma das indicações das fortes interações que ocorrem entre os trópicos e as médias latitudes no Sul do continente, responsáveis por grande parte da chuva no Norte da Argentina, Uruguai, Paraguai, Sul, Sudoeste, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, além da Bolívia e Sul do Peru. Associados ao deslocamento das frentes frias, tem-se os ciclones extratropicais, que possuem dois centros de máxima atividade ciclônica sobre a AS; o primeiro sobre o Uruguai e o segundo sobre a costa Sudeste da Argentina (GAN & RAO, 1991; SINCLAIR,1994).

O quadro a seguir ilustra a intensidade e o tempo de atuação dos principais sistemas que ocorrem no território brasileiro.

Quadro 18: Características dos principais fenômenos atmosféricos que ocorrem no Brasil

Sistema meteorológico	**Tipo**	**Regiões de influência**	**Efeito na precipitação**	**Efeito no vento**	**Periodici-dade**	**Principais meses de ocorrência**
ZCIT – Zona de Convergência Intertropical	Grande Escala	Região Nordeste do Brasil	Chuvas Intensas	Menores valores de velocidade do vento	Vários dias, podendo alcançar longas distâncias	Fevereiro a Maio.
Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul	Grande Escala	Região Nordeste, Sudeste.	- Ausência de chuvas. - Contribui para o transporte de umidade para continente, favorecendo precipitação no verão.	- Ventos no quadrante Leste - Ventos mais fortes a Leste do sistema.	Vários dias e possui maior ocorrência no inverno	Verão e Inverno.
Alta da Bolívia	Grande Escala	Todas as regiões (Norte, Nordeste)	Poucas chuvas.	Ventos fracos.	Vários dias.	Verão
CCM – Complexo Convectivo de Mesoescala	Mesoes-cala	Todas as regiões	Chuvas intensas e rápidas.	Ventos fortes inicialmente à passagem do sistema.	Horas.	Principalmente no verão
SF – Sistema Frontal	Grande Escala	Sul, Sudeste e parte do NEB.	Chuvas	- Inicialmente ventos fortes; - Após a passagem, ventos fracos.	Dias a semanas	Ao longo do ano
LI – Linha de Instabilidade	Mesoes-cala	Norte e Nordeste	Chuvas fortes e rápidas	Ventos moderados	- Horas. - Formação no final da tarde, início da noite.	Ao longo do ano
VCAN sub – Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis	Mesoes-cala	Sul e Sudeste	Sem chuvas	Ventos mais intensos em superfície	Dias a Semanas	Qualquer época do ano.
VCAN trop. – Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis Tropicais	Mesoes-cala	Nordeste	Chuvas	Ventos mais intensos em superfície	Dias a Semanas	Primavera, Verão e Outono.

Sistema meteorológico	Tipo	Regiões de influência	Efeito na precipitação	Efeito no vento	Periodici-dade	Principais meses de ocorrência
ZCAS – zona de Convergência do Atlântico Sul	Grande Escala	Sul da Amazônia até Sudeste do Brasil	Chuvas intensas	Ventos Moderados e Fortes	Dias	Verão
Brisas Marítima e Terrestre	Escala Local	Regiões litorâneas	Chuvas rápidas	Ventos Moderados	Horas	Qualquer época do ano (depende da região)

Fonte: GIZ, 2015.

Fenômenos oceânicos com maior impacto sobre o clima da América do Sul

Entre os fenômenos oceânicos com maior impacto sobre o clima da América do Sul está o El Niño / La Niña, que em sua interação com a atmosfera, na chamada Oscilação Sul, constitui o principal modo de variabilidade climática na América do Sul, conhecido como ENOS (Ropelewski e Halpert, 1987 e 1989; Grimm e outros, 2000; Trenberth e Caron, 2000, entre outros).

Assim, a relação entre anomalias positivas de precipitação e a ocorrência do fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS) foi confirmada através de vários estudos observacionais, identificando relações diferenciadas entre os eventos ENOS e a precipitação no sul do Brasil no inverno (anomalias positivas de precipitação) e verão (anomalias negativas de precipitação).

4.6.2 Temperatura e precipitação

4.6.2.1 Caracterização climática da região litorânea do Paraná

O clima da região litorânea do Estado do Paraná foi estudado com detalhe no documento publicado pelo Governo do Estado do Paraná: *Zoneamento ecológico-econômico do estado do paraná – litoral* (ZEEPR Litoral). Curitiba, 2016.

Para sua caracterização foram utilizados os dados de precipitação e de temperatura do ar (mínima, média e máxima). Os dados utilizados para o estudo da temperatura do ar

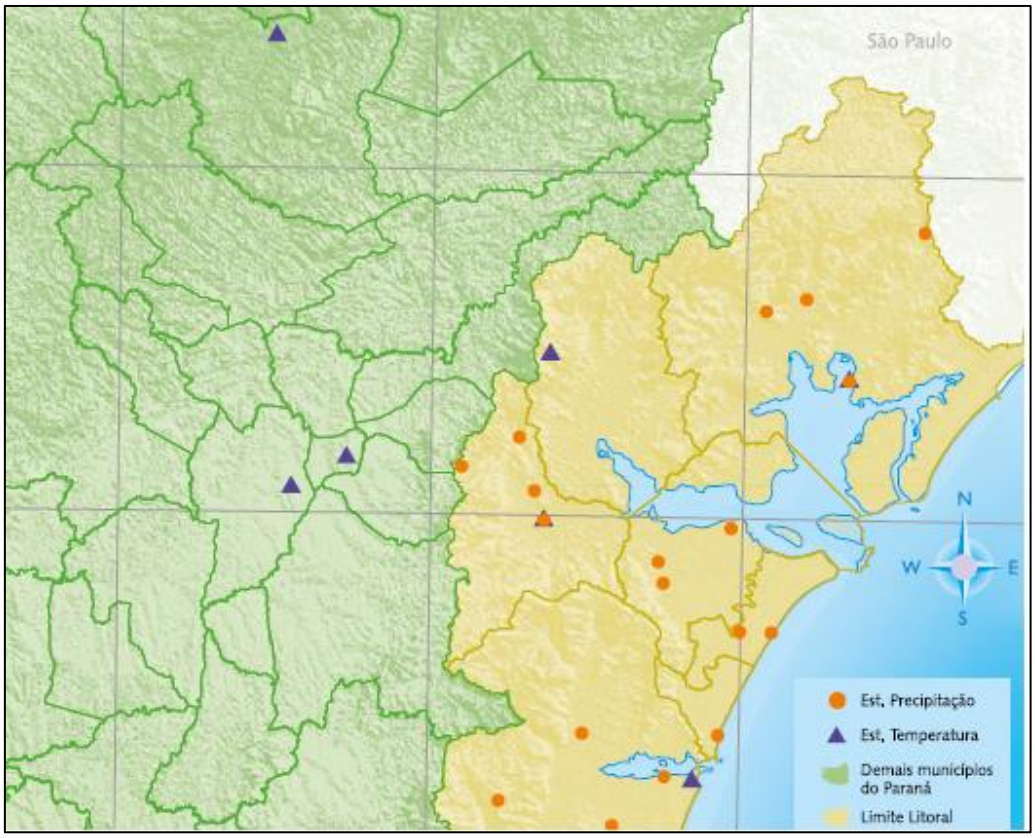
foram obtidos na rede de estações meteorológicas do IAPAR e do SIMEPAR. Para a precipitação foram utilizados os dados coletados pela rede de estações do Instituto das Águas do Paraná. Os dados foram compilados, tratados estatisticamente e posteriormente espacializados via interpolação. As características e localização das estações meteorológicas utilizadas no estudo de ambas variáveis se mostram no quadro e figura seguintes.

Quadro 19: Características das estações meteorológicas utilizados para a caracterização do clima da região litorânea do Estado do Paraná de acordo com o documento Zoneamento ecológico-econômico do estado do Paraná – litoral, Curitiba 2016.

Estação Temperatura					
Estação	**Latitude**	**Longitude**	**Órgão**	**Altitude(m)**	**Período de Dados**
Antonina	-25,22	-48,80	IAPAR/SIMEPAR	780	1977-2011
Morretes	-25,50	-48,82	IAPAR/SIMEPAR	59	1966-2011
Guaratuba	-25,87	-48,57	SIMEPAR	73	1997-2011
Guaraqueçaba	-25,30	-48,33	IAPAR/SIMEPAR	2	1977-2011
Estações precipitação					
Estação	Latitude	Longitude	Órgão	Altitude(m)	Período de Dados
Guaratuba	-25,878	-48,618	Instituto das Águas	5	1975-2011
Pedra Branca	-25,917	-48,883	Instituto das Águas	613	1962-2011
Morro Grande	-25,950	-48,700	Instituto das Águas	20	1973-2000
Cubatão	-25,817	-48,750	Instituto das Águas	12	1975-1997
Morretes	-25,467	-48,833	Instituto das Águas	13	1940-2011
Véu da Noiva	-25,433	-48,950	Instituto das Águas	715	1941-1996
Est. Experimental	-25,509	-48,817	Instituto das Águas	20	1966-2007
São João da Graciosa	-25,389	-48,858	Instituto das Águas	105	1975-2011
Ipanema	-25,667	-48,450	Instituto das Águas	6	1972-2011
Guaraguaçu	-25,667	-48,500	Instituto das Águas	18	1975-1996
Costão	-25,267	-48,300	Instituto das Águas	166	1975-2011
Rio Guaraqueçaba	-25,083	-48,217	Instituto das Águas	294	1975-2011
Passo Vau	-25,200	-48,467	Instituto das Águas	288	1975-2011
Bananal	-25,182	-48,403	Instituto das Águas	8	1975-2011
Guaraqueçaba	-25,300	-48,333	Instituto das Águas	4	1951-1980
Matinhos	-25,817	-48,533	Instituto das Águas	5	1949-1980
Paranaguá	-25,517	-48,517	Instituto das Águas	9	1925-2007
Alexandra	-25,567	-48,633	Instituto das Águas	8	1940-1991
Colônia Santa Cruz	-25,597	-48,625	Instituto das Águas	16	1975-2011

Fonte: SIMEPAR, 2012

Figura 23: Localização das estações meteorológicas no litoral do Paraná



Fonte: SIMEPAR, 2012

Os resultados mais marcantes deste estudo estão resumidos a seguir:

4.6.2.2 Temperatura

As temperaturas médias anuais apresentam valores em torno de 20°C no Litoral do Paraná, obedecendo à dinâmica já identificada para as temperaturas mínimas, ou seja, com diminuição dos valores em direção à Serra do Mar.

Em relação às temperaturas médias mínimas anuais e sazonais (Figura 24), os mapas mostram que para a média mínima anual os valores ficam entre 4 e 7°C, decaindo em direção à Serra do Mar, onde as altitudes são maiores. No verão, a média apresenta-se em torno de 17°C na planície litorânea, chegando a valores de 14°C na estação de Antonina, localizada a 780 m de altitude, e em torno de 12°C nas porções mais altas da

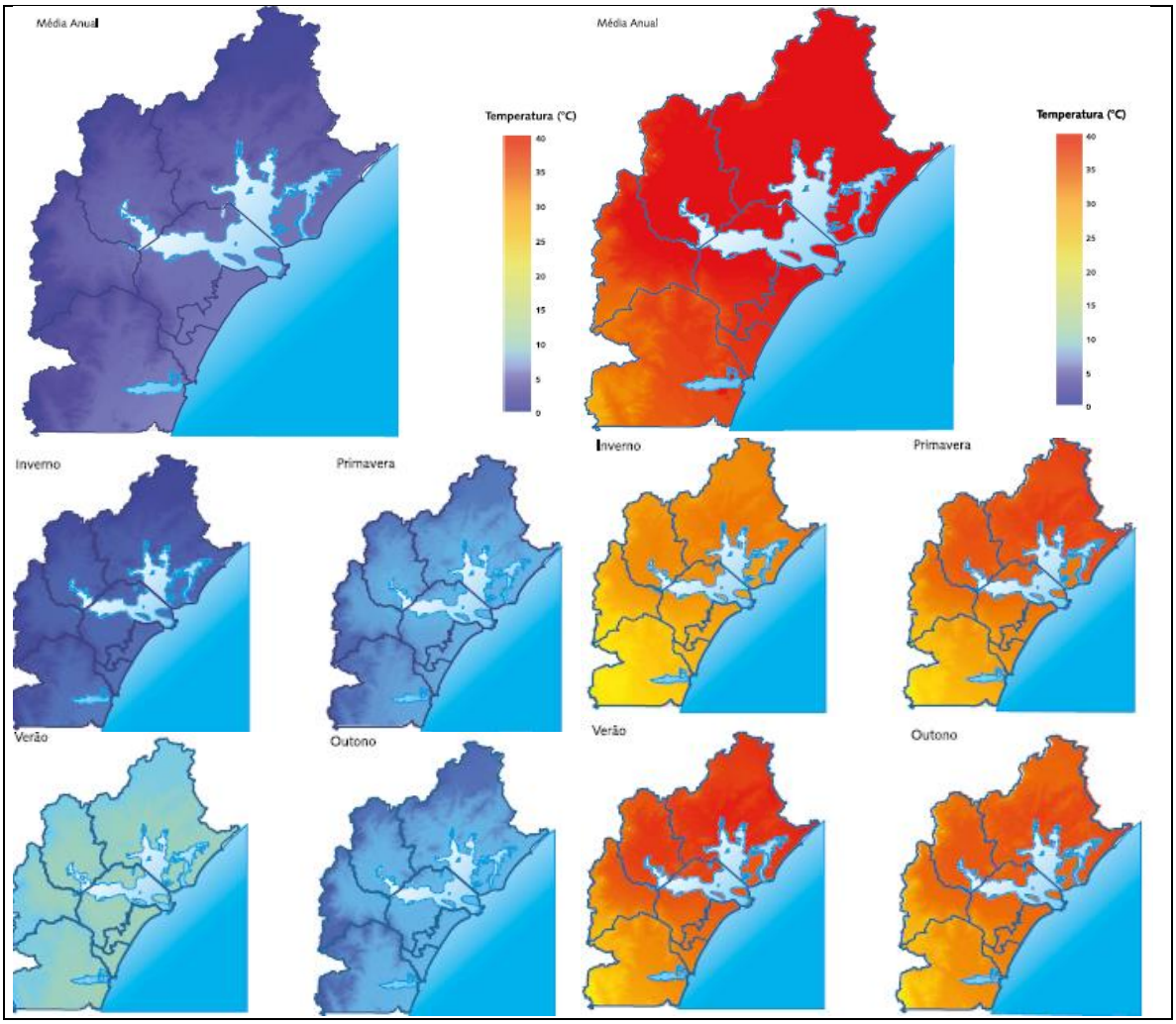
Serra do Mar. No outono e primavera as médias são bastante semelhantes, apresentando valores em torno de 10 a 11°C na planície litorânea, e atingindo o valor entre 4 e 5°C na Serra do Mar. No inverno, as temperaturas médias mínimas situam-se em torno de 7°C na planície litorânea (Estação de Guaratuba), chegando a temperaturas próximas de zero (0°C) com o aumento da altitude. Nota-se que os valores de temperatura média mínima no inverno são similares aos valores anuais.

Em relação às temperaturas médias máximas (Figura 24), nota-se que a média anual situa-se entre 35 e 38°C na planície, atingindo os valores em torno de 30°C nas porções mais elevadas da Serra do Mar. Para o verão há grande semelhança com as médias anuais, ou seja, temperaturas em torno de 38°C nas áreas mais baixas próximas à Baía de Antonina, Paranaguá e Guaratuba, podendo atingir valores inferiores a 28°C nas áreas elevadas da Serra do Mar. O outono e a primavera caracterizam-se por apresentar temperaturas máximas similares, que variam entre 33 e 36°C na planície e em torno de 29°C nas áreas de maior altitude.

No inverno as temperaturas máximas situam-se entre 30 e 33°C na planície e entre 27 e 29°C nos picos e morros da Serra do Mar.

Figura 24: Mapas de temperatura média máxima e mínimas anual e sazonal do litoral do Paraná.

Temperaturas médias mínimas Temperaturas médias máximas



Fonte: ITCG, 2016

No tocante à dinâmica das temperaturas ao longo do ano, observa-se que o período com média térmica mais elevada é representado pelos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, sendo, no mês de janeiro, o maior valor de temperatura máxima média, ou seja, 37,04°C. As menores temperaturas ocorrem nos meses de inverno (junho, julho e agosto), sendo observado o valor de 5,91°C de mínima média no mês de junho. O mês de julho possui a menor média térmica, abaixo dos 18°C.

4.6.2.3 Precipitação

O litoral paranaense apresenta grandes variações no seu regime de precipitação. A presença do Oceano Atlântico, a leste, mantém as temperaturas médias mais elevadas em todos os meses, se comparadas com as demais áreas da região. Porém, como o vento predominante é de Nordeste, o ar quente é "transportado" para o interior, em direção às áreas da Serra do Mar. Esse ar quente, ao encontrar com barreiras físicas da Serra do Mar, é obrigado a ascender na troposfera, gerando o desenvolvimento de nuvens baixas e médias, muitas das quais ultrapassam a Serra do Mar, o que propicia índices significativos de precipitação nessa porção da região litorânea.

Esse padrão atmosférico ocorre ao longo do ano, o que contribui para que o maior volume de chuvas seja observado nas encostas da Serra, principalmente na porção oeste do município de Morretes, já na divisa com a RMC (Região Metropolitana de Curitiba).

A média pluviométrica anual é de 2.565,1 mm, sendo que a estação Véu da Noiva (município de Morretes) apresentou o valor máximo, com 3.942,2 mm. A precipitação mínima registrada, ou seja, 1.637,57 mm, ocorreu na estação de Alexandra, município de Paranaguá.

Analisando-se o regime de precipitação sazonal (Figura 25), observam-se os maiores volumes registrados ao longo da estação do verão. Nessa época do ano, além da precipitação observada resultante da atuação de aglomerados convectivos isolados, da umidade elevada e também do efeito orográfico, a estacionariedade de alguns eventos da ZCAS, que têm sua posição climatológica sobre o Sudeste do Brasil, contribuem para o grande volume de chuvas na região. Em grande parte da região, a média de precipitação está acima dos 800 mm na área mais plana e acima de 1.000 mm nas áreas mais altas e na parte norte do município de Guaraqueçaba.

Os menores volumes de precipitação são registrados ao longo da estação do inverno, com média variando entre 300 e 400 mm/ano. Neste período, os anticiclones frios (massas de ar frio) se deslocam sobre o sul do país, favorecendo a diminuição brusca

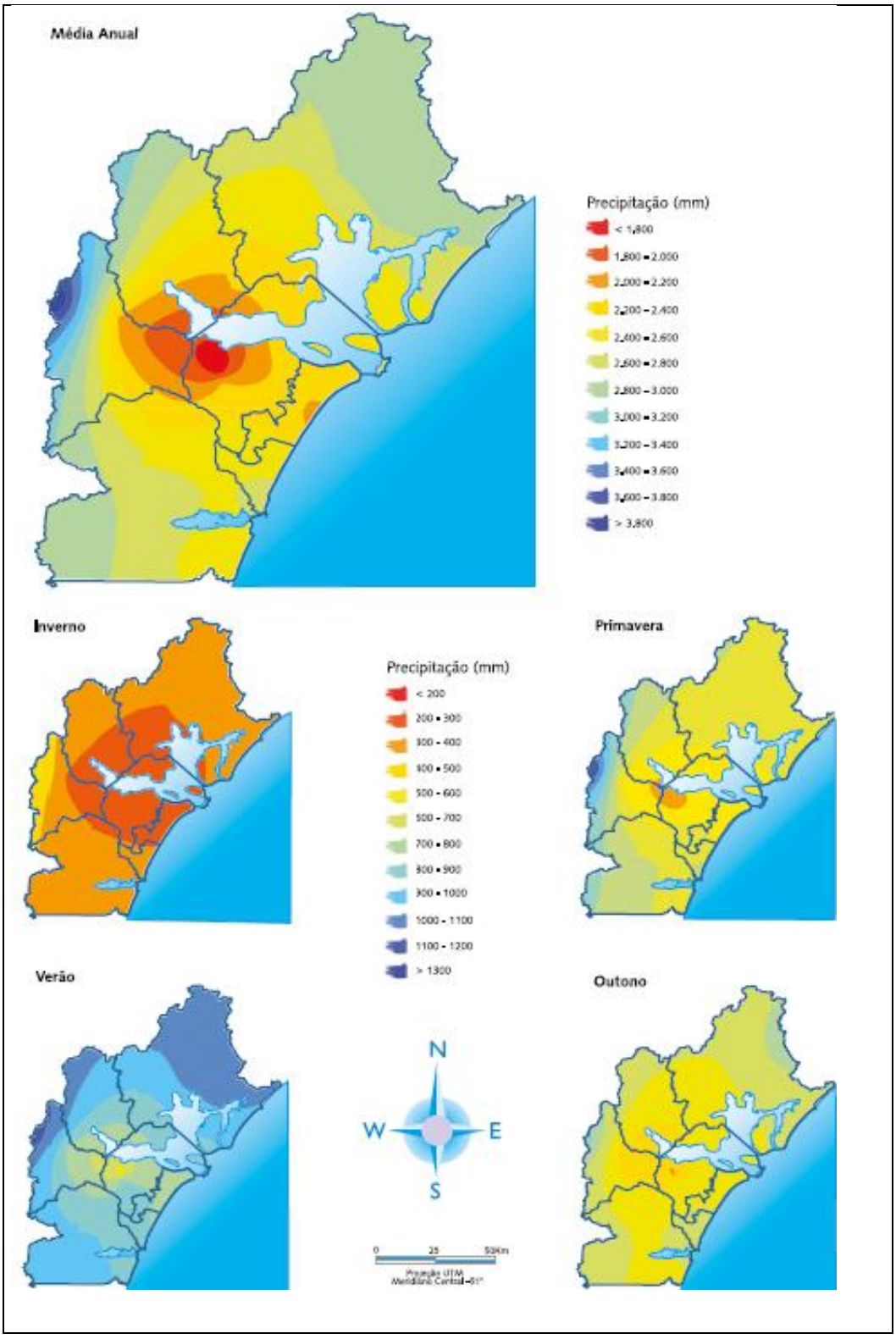
das temperaturas e, como as massas de ar frio também possuem características de serem secas (predomínio de ar seco), as chuvas ficam restritas ao deslocamento de frentes frias que apresentam um volume baixo de precipitação.

Na primavera, as temperaturas voltam a se elevar sobre a região litorânea, e por consequência as chuvas mais significativas retornam à região. Nessa estação, a média se situa entre 500 e 600 mm/ano, podendo atingir índices maiores de 1.000 mm na Serra do Mar. No outono, a média situa-se em torno de 500 e 600 mm na planície, podendo atingir os 800 mm/ano nas áreas mais elevadas.

A análise sazonal também mostra que os maiores volumes de chuva ocorrem na Serra do Mar. Porém, as demais áreas do Litoral do Paraná também apresentam volumes significativos de chuva, caracterizando uma distribuição uniforme dessa variável, tanto temporal quanto espacialmente.

De forma geral nota-se que a distribuição da precipitação no Litoral do Paraná obedece à dinâmica das estações do ano, tendo no verão a maior média pluviométrica, diminuindo no outono e primavera, e atingindo a menor média nos meses de inverno.

Figura 25: Mapas precipitação pluviométrica média anual e sazonal do litoral do Paraná.



Fonte: : ITCG, 2016

4.6.2.4 Considerações

A partir dos dados, mapas e figuras gerados para análise do clima do litoral do Estado do Paraná, verificou-se que essa área apresenta características singulares em função dos componentes do meio físico, principalmente o relevo, que varia de zero até mais de 1.200 m na Serra do Mar, exercendo grande influência tanto na temperatura quanto na precipitação. Destaca-se também a influência da maritimidade, que possui papel importante no aumento da umidade nessa região, bem como na geração de menores oscilações térmicas na planície costeira.

Em relação à temperatura, os resultados mostraram que os meses que compõem o verão (como é típico do clima temperado) são os mais quentes e apresentam as maiores médias térmicas, e os meses de inverno as menores médias, principalmente associadas à atuação da FPa e MPa.

Os resultados mostraram ainda que o Litoral do Paraná apresenta chuvas bem distribuídas em todo o ano, sendo o verão a estação com maior índice de precipitação e o inverno o menos chuvoso. Essa situação ocorre principalmente em função da influência do oceano e da Serra do Mar, associada à dinâmica atmosférica e de circulação regional.

A partir do tratamento e interpretação dos dados, o Litoral do Paraná pode ser classificado como sendo do tipo Cfa (clima temperado húmido com Verão quente), de acordo com a classificação climática de Köeppen. Nas porções da Serra do Mar acima dos 700 m de altitude, pode ser classificado como do tipo Cfb (clima temperado húmido com Verão temperado).

700000 720000 740000 760000 780000 800000

7240000 7220000 7200000 7180000 7160000 7140000

PARANÁ

SÃO PAULO

SP-552/230

BR-116

SP-101/101

PR-405

PR-340

PR-410

PR-506

PR-411

PR-408

PR-804

BR-277

PR-407

PR-508

PR-412

BR-376

BR-101

SANTA CATARINA

Antonina

Morretes

Paranaguá

Guaraqueçaba

Pontal do Paraná

Matinhos

Guaratuba

OCEANO ATLÂNTICO

700000 720000 740000 760000 780000 800000

Classificação Climática

Legenda

- Sedes Municipais
- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Malha Ferroviária
- Malha Viária
- Limite Municipal
- Massa de Água

Limite de Estados

- Paraná
- Santa Catarina
- São Paulo

Classificação Koppen

- Af
- Cfa
- Cfa/Af
- Cfa/Cfb
- Cfb
- Cfb/Cfa

PLANO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO LITORAL DO PARANÁ

PDS_LITORAL

N

10 5 0 10 Km

DADOS TÉCNICOS:

MERIDIANO CENTRAL: 51° WGr
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 22S
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

FONTE DOS DADOS: RODOVIAS, FERROVIAS: PNLT (2017);
LIMITES MUNICIPAIS, MASSA DE ÁGUA: ITCG (2016);
SEDES MUNICIPAIS, LIMITES ESTADUAIS: IBGE (2015, 2016);
RELEVO SOMBREADO, INPE (2011).

DATA: ABRIL - 18 ESC.: 1:400.000

PARANÁ THE WORLD BANK BARCELONABRASILGROUP Mcrit hidria Quanta

4.6.3 Eventos críticos associados a anomalias de Precipitação

4.6.3.1 Inundações, alagamentos e enxurradas

As inundações, alagamentos e enxurradas são considerados eventos críticos que representam risco efetivo à população. Segundo a 5ª edição do Glossário de Defesa Civil: Estudos de Riscos e Medicina de Desastres, as corretas definições para tais eventos são:

- **Alagamentos:** água acumulada no leito das ruas e no perímetro urbano por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficientes;
- **Enxurradas**: Volume de água que escoa na superfície do terreno, com grande velocidade, resultante de fortes chuvas; e
- **Inundações**: transbordamento de água da calha normal de rios, mares, lagos e açudes, ou acumulação de água por drenagem deficiente, em áreas não habitualmente submersas (DEFESA CIVIL, 2008).

As inundações e enxurradas são processos naturais que podem ser agravados por ações antrópicas e possuem maior extensão e duração, entretanto os alagamentos são ocasionados por deficiência da infraestrutura urbana, além de apresentarem menores áreas atingidas e tempo de duração.

As principais fontes de dados sobre esses fenômenos são as listadas abaixo:

- Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (UFSC; MI; Secretaria Nacional de Defesa Civil; 1991-2013)
- Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID). (MID, 2013)
- Registro de eventos da Defesa Civil do Paraná.
- Atlas de Vulnerabilidade a Inundações (MMA; ANA, 2014).
- Projeto “Ação Emergencial para Reconhecimento de Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa, Enchente e Inundação”, (CPRM, 2015).

4.6.3.2 Registros de eventos da Defesa Civil do Paraná

Em relação aos dados cadastrados de eventos catastróficos no Paraná é importante notar que das três principais fontes de informação: o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, o S2ID e Defesa Civil do Paraná; o último é aquele que fornece os dados mais coerentes e precisos, de acordo com o estudo comparativo desses registros apresentado no documento *Produto 06: eventos críticos do Plano da Bacia Hidrográfica Litorânea (BHL), 2017.*

A análise dos eventos cadastrados da Defesa Civil do Paraná, feita no citado documento para o âmbito territorial que compreende a BHL, é apresentada abaixo.

Com relação aos **eventos de inundação,** foram registradas 22 ocorrências em municípios paranaenses durante o período de 1992 a 2016, cujos maiores picos da série ocorreram em 1995 e 2012, com 5 e 3 eventos em cada ano, respectivamente. Também se observam algumas lacunas no referido histórico, geralmente abrangendo dois anos consecutivos, com exceção do período entre 1998 e 2002, quando não foram registrados quaisquer eventos dessa natureza em 5 anos consecutivos.

O município de Guaraqueçaba, com quatro registros, é o que apresenta as maiores recorrências dentro da série de dados disponível. Para os municípios de Antonina e Paranaguá não existem registros de inundação.

Quanto à distribuição mensal da ocorrência de inundações, os dados apontam que Janeiro é o mês crítico, uma vez que 45% do total de eventos ocorrem nesse mês, e que o período de maior incidência está entre dezembro a abril, antes da estação seca, quando a série mostra estabilidade. Para setembro, outubro e novembro o total de eventos é nulo.

Com relação aos **eventos de alagamento**, nota-se um significativo aumento de episódios a partir de 2004, com ápice em 2011. Antes desses acontecimentos a série apresenta apenas três casos atendidos nos anos de 1998 e 1999. Ao todo, os municípios paranaenses apresentaram 72 registros, onde os maiores impactados no âmbito do

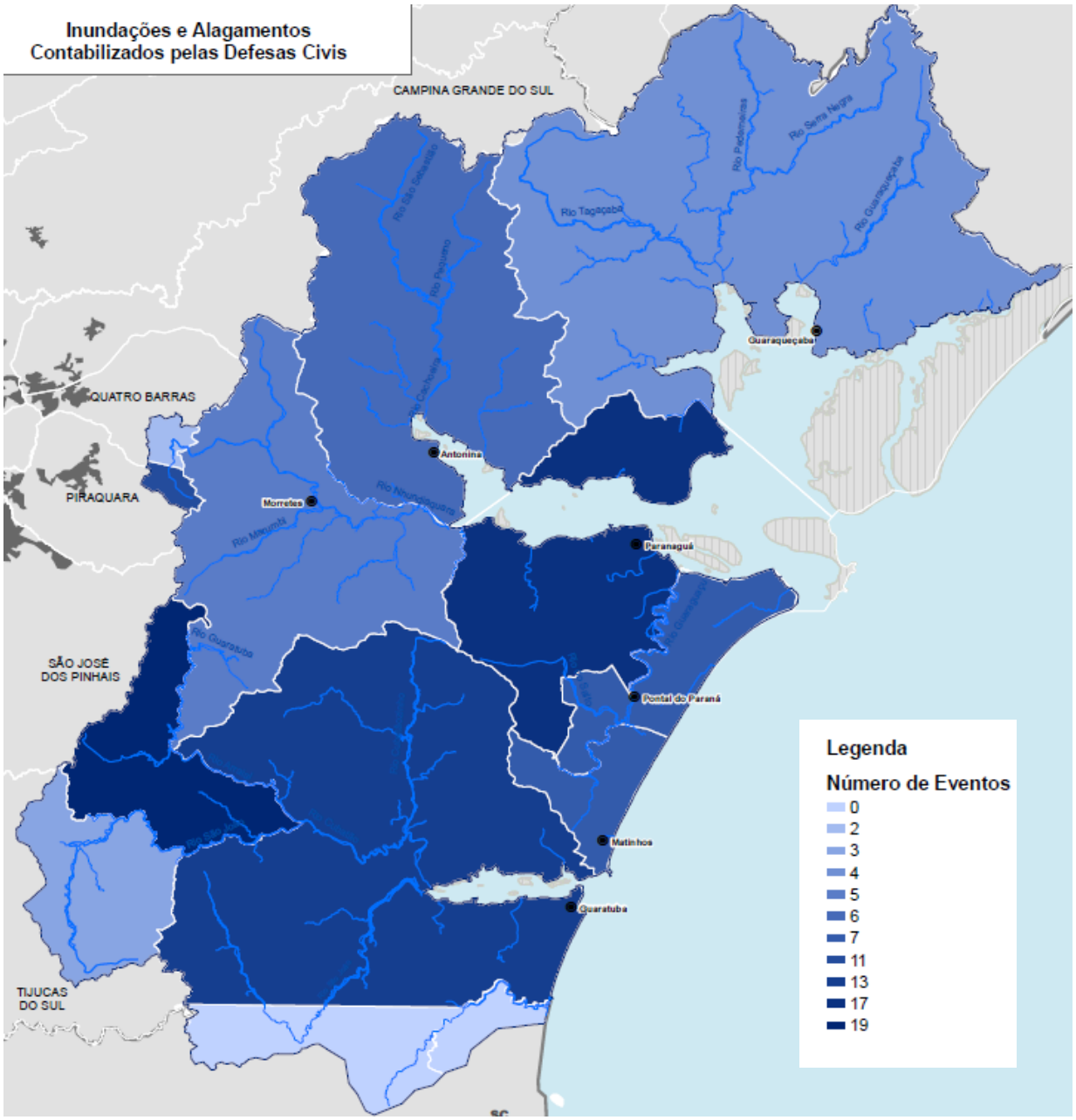
litoral em número de ocorrências são: Paranaguá (17), e Guaratuba (11). O número de eventos ocorridos nesses três municípios representa aproximadamente 55% do total registrado para o período. O município de Guaraqueçaba não apresentou registros de alagamentos.

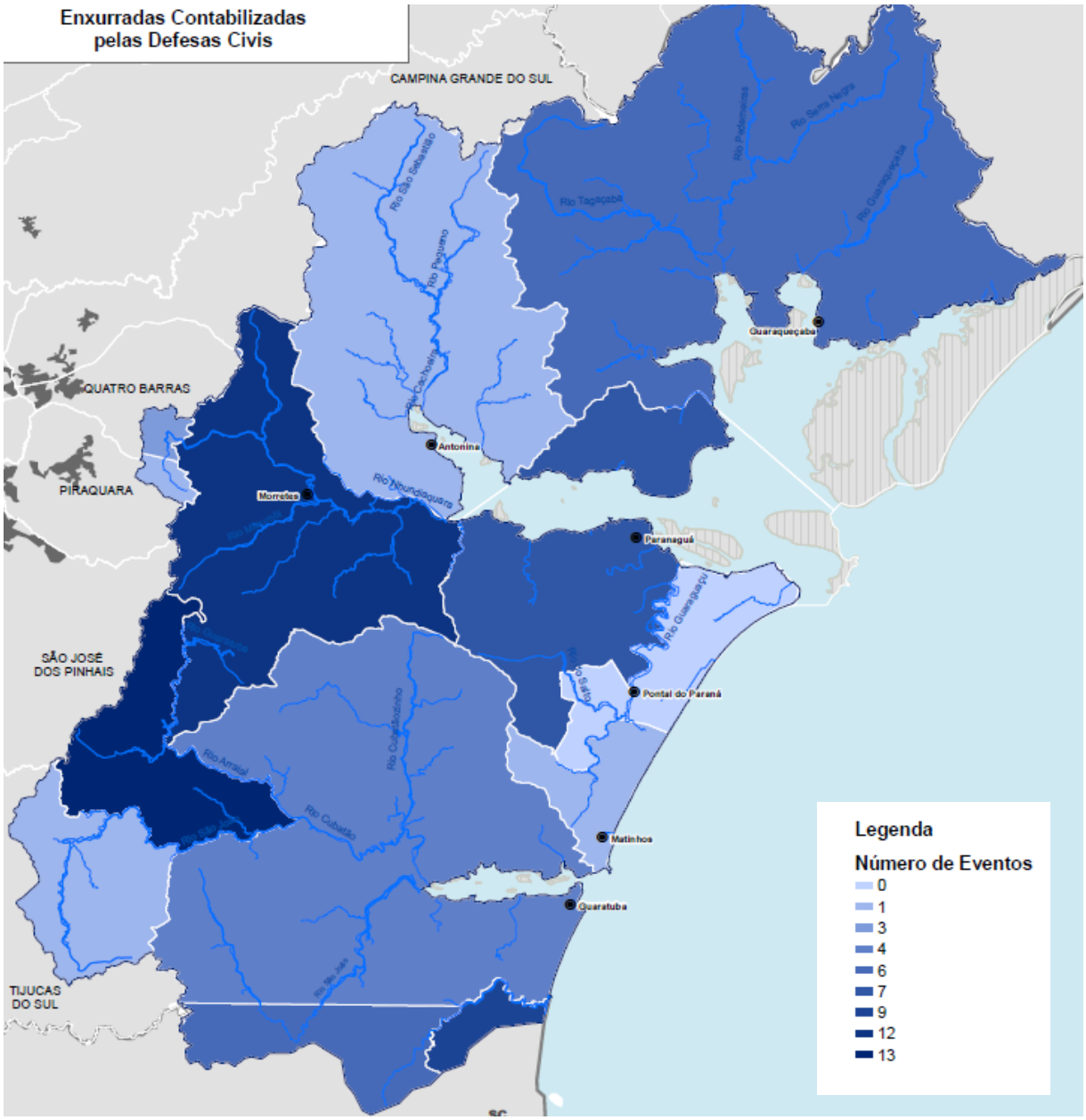
Em termos mensais, a distribuição de alagamentos se assemelha ao padrão observado para inundações, onde há um crescente número de casos a partir de dezembro até abril, provocado pela estação chuvosa, mantendo um número baixo de eventos até o final do ano. Porém, diferentemente das inundações, o pico da série aponta fevereiro como mês mais crítico, bastante superior a janeiro e demais meses.

Para os **eventos de enxurradas** foram catalogados 49 registros nos municípios paranaenses (76,6% do total). O período de maior incidência foi entre 2007 e 2012, com pico de acontecimentos em 2011, quando ocorreram 10 enxurradas. No âmbito do litoral, o município que apresentou maior quantidade de registros foi Morretes, com 12.

Assim como para os demais eventos relacionados às precipitações, o maior número de enxurradas é registrado no período chuvoso, entre dezembro e abril.

Figura 26: Mapas dos registros de eventos municipais sobre inundações e alagamentos e de enxurradas contabilizados pelas Defesas Civis do Estado de Paraná e de Santa Catarina.





Fonte: AGUASPARANÁ-COBRAPE, 2017.

4.6.3.3 Atlas de Vulnerabilidade a Inundações (MMA; ANA, 2014)

No documento do Atlas de Vulnerabilidade a Inundações (MMA; ANA, 2014) se conclui que apenas em duas regiões alguns trechos de rios apresentam certos graus de vulnerabilidade a inundações. A primeira se localiza nas redondezas de Morretes, mais precisamente no rio Nhundiaquara, e em dois de seus principais afluentes da margem

direita. Todos esses trechos selecionados foram classificados como de “alta” vulnerabilidade e estão a montante da área urbana municipal, desde suas nascentes.

Os três rios selecionados, denominados, segundo o Atlas, como Rio Nhundiaquara, Rio Marumbi e Rio do Pinto, nascem na Serra do Mar paranaense, sendo que os dois últimos são afluentes do primeiro, que corre até Antonina para desaguar na sua respectiva baía. Quando há precipitações na serra, especialmente nas chuvas intensas e concentradas do verão, o nível da água nesses cursos d’água aumenta rapidamente devido ao pequeno tamanho de suas bacias, a curta distância entre as nascentes e o centro de Morretes, além da acentuada declividade que aumenta significativamente a velocidade da água, causando enxurradas que têm o potencial de inundar e causar danos à área urbana e à população ali residente.

Ao sul destaca-se o Rio São João, que nasce no Paraná, passa por Santa Catarina e retorna ao estado de origem, para a baía de Guaratuba. Este rio possui um longo trecho classificado como “baixa” vulnerabilidade, alcançando a área urbana de Garuva, em Santa Catarina.

Projeto “Ação Emergencial para Reconhecimento de Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa, Enchente e Inundação”, (CPRM, 2015).

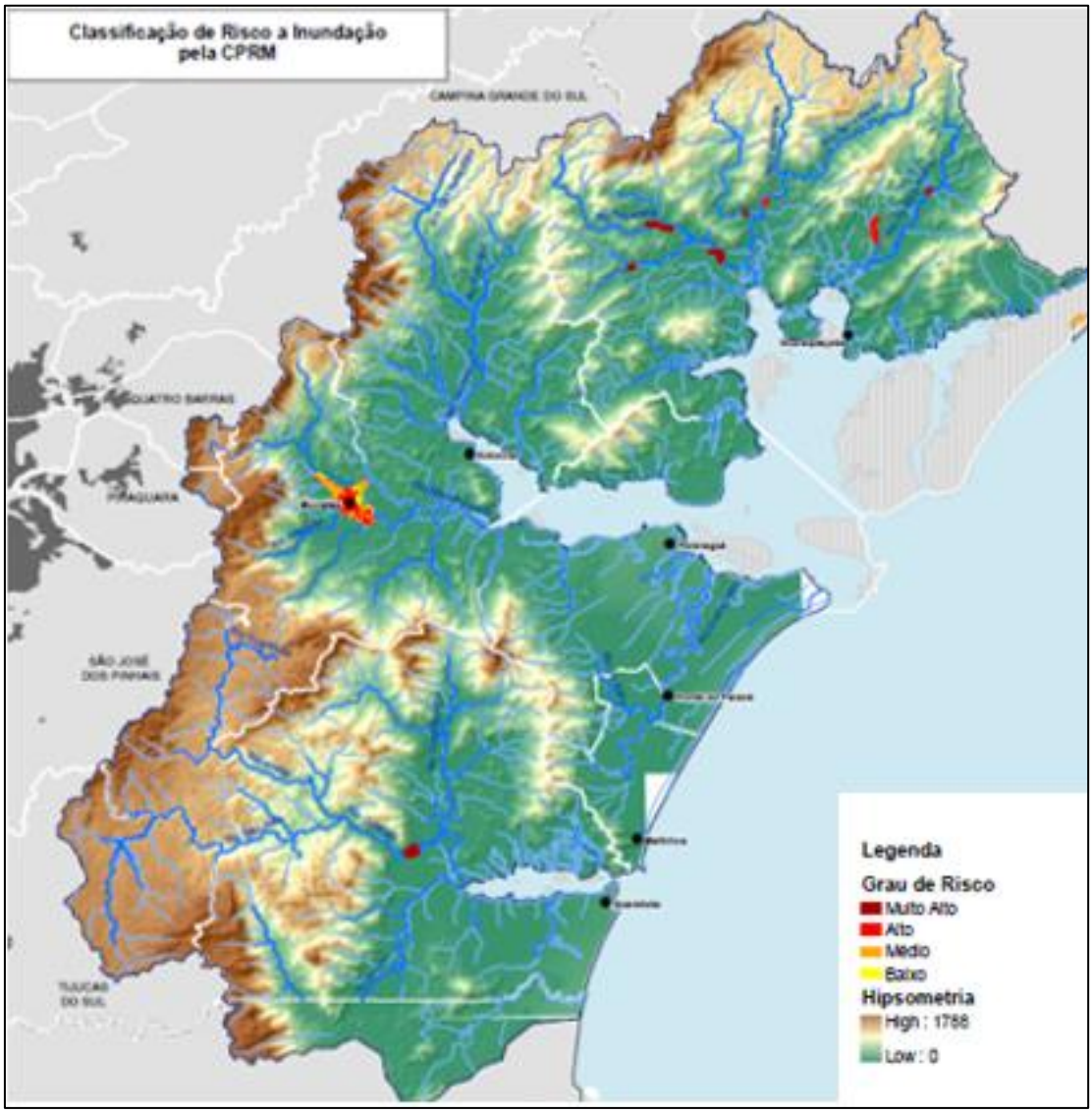
De acordo com o estudo do CPRM, todos os municípios apresentam a ocorrência de áreas em alto e muito alto potencial de inundação, sendo que a maioria ficou concentrada em Guaraqueçaba. Em Guaratuba foi identificado apenas um local caracterizado como área da várzea do rio Cubatão, inundada anualmente. Segundo os registros, a água dessas inundações pode atingir um metro dentro das casas dos moradores próximos.

Ainda, em Morretes, há uma grande região demarcada com Alto, Médio e Baixo risco, porém os arquivos da base de dados não discriminam a natureza do risco. A única menção ao tipo de risco está no relatório gerado para o município, seguido pelo mapa de risco final, que considera graus de risco para a população englobando tanto

inundações quanto deslizamentos, não sendo possível a distinção da natureza destes riscos para Morretes.

A figura a seguir apresenta os polígonos delimitados pela CPRM com os potenciais de inundação, e para facilitar a visualização os polígonos foram ampliados de modo que suas concentrações fossem mais bem percebidas.

Figura 27: Classificação de Risco a Inundação pela CPRM.



Fonte: AGUASPARANÁ-COBRAPE, 2017.

726000 728000 730000

7188000 7186000 7184000

PR-340 PR-408

RISCOS GEOLÓGICOS DE ANTONINA

Legenda

- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Malha Ferroviária
- Perímetro Urbano

Riscos Geológicos

- Corridas de lama e detritos
- Deslizamento planar
- Deslizamento planar e corridas
- Deslizamento planar e degraus de abatimento
- Deslizamento planar e em cunha
- Deslizamentos
- Deslizamentos e soterramentos
- Talude instável

PLANO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO LITORAL DO PARANÁ

PDS_LITORAL

N

0,5 0,25 0 0,5 Km

DADOS TÉCNICOS:

MERIDIANO CENTRAL: 51° WGr
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 22S
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

FONTE DOS DADOS: RODOVIAS, FERROVIAS: PNLT (2017);
LIMITES MUNICIPAIS, MASSA DE ÁGUA: ITCG (2016);
CENSO, SEDES MUNICIPAIS, LIMITES ESTADUAIS: IBGE (2000/2015/2016);
RELEVO SOMBREADO, INPE (2011).

DATA: ABRIL - 18 ESC.: 1:20.000

PARANÁ THE WORLD BANK BARCELONABRASIL.GROUP Mcrit hidria Quanta

760000

780000

7240000

7220000

7200000

7180000

SP-552/230

BR-116

SP-101/101

PR-405

Guaraqueçaba

RISCO GEOLÓGICO DE GUARAQUEÇABA

Legenda

- Sedes Municipais
- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Malha Ferroviária
- Perímetro Urbano
- Massa de Água

Risco Geológico

- Deslizamento
- Inundação

PLANO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO LITORAL DO PARANÁ

PDS_LITORAL

N

4 2 0 4 Km

DADOS TÉCNICOS:

MERIDIANO CENTRAL: 51° WGr
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 22S
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

FONTE DOS DADOS: RODOVIAS, FERROVIAS: PNLT (2017);
LIMITES MUNICIPAIS, MASSA DE ÁGUA: ITCG (2016);
CENSO, SEDES MUNICIPAIS, LIMITES ESTADUAIS: IBGE (2000/2015/2016);
RELEVO SOMBREADO, INPE (2011).

DATA: ABRIL - 18 ESC.: 1:189.613

PARANÁ THE WORLD BANK BARCELONABRASIL GROUP Mcrit hidria Quanta

RISCO GEOLÓGICO DE GUARATUBA

Legenda

- Sedes Municipais
- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Malha Ferroviária
- Perímetro Urbano
- Massa de Água

Riscos Geológicos

- Inundação

PLANO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO LITORAL DO PARANÁ

PDS_LITORAL

N

2 1 0 2 Km

DADOS TÉCNICOS:

MERIDIANO CENTRAL: 51° WGr
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 22S
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

FONTE DOS DADOS: RODOVIAS, FERROVIAS: PNLT (2017);
LIMITES MUNICIPAIS, MASSA DE ÁGUA: ITCG (2016);
CENSO, SEDES MUNICIPAIS, LIMITES ESTADUAIS: IBGE (2000/2015/2016);
RELEVO SOMBREADO, INPE (2011).

DATA: ABRIL - 18 ESC.: 1:100.000

PARANÁ · THE WORLD BANK · BARCELONABRASILGROUP · Mcrit · hidria · Quanta

714000 716000 718000 720000

7184000 7182000 7180000 7178000

PR-411

PR-408

RISCO GEOLÓGICO DE MORRETES

Legenda

- Sedes Municipais
- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Malha Ferroviária
- Perímetro Urbano
- Massa de Água

Grau de Risco

- Baixo
- Médio
- Alto

PLANO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO LITORAL DO PARANÁ

PDS_LITORAL

N

0,5 0,25 0 0,5 Km

DADOS TÉCNICOS:

MERIDIANO CENTRAL: 51° WGr
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 22S
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

FONTE DOS DADOS: RODOVIAS, FERROVIAS: PNLT (2017);
LIMITES MUNICIPAIS, MASSA DE ÁGUA: ITCG (2016);
CENSO, SEDES MUNICIPAIS, LIMITES ESTADUAIS: IBGE (2000/2015/2016);
RELEVO SOMBREADO, INPE (2011).

DATA: ABRIL - 18 ESC.: 1:25.000

737500

738000

7173500

7173000

7172500

7172000

RISCO GEOLÓGICO DE PARANAGUÁ

Legenda

Malha Viária

Perímetro Urbano

Risco Geológico

Deslizamento planar

PLANO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO LITORAL DO PARANÁ

PDS_LITORAL

N

Metros

100 50 0 100

DADOS TÉCNICOS:

MERIDIANO CENTRAL: 51° WGr
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 22S
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

FONTE DOS DADOS: RODOVIAS, FERROVIAS: PNLT (2017);
LIMITES MUNICIPAIS, MASSA DE ÁGUA: ITCG (2016);
CENSO, SEDES MUNICIPAIS, LIMITES ESTADUAIS: IBGE (2000/2015/2016);
RELEVO SOMBREADO, INPE (2011).

DATA: ABRIL - 18 ESC.: 1:5.000

PARANÁ THE WORLD BANK BARCELONABRASIL GROUP Mcrit hidria Quanta

4.6.3.4 Águas de Março

De acordo com o documento AGUASPARANÁ-COBRAPE, Plano da Bacia Hidrográfica Litorânea (BHL), Produto 06: Eventos críticos, Paraná: 2017, em março de 2011 o litoral paranaense passou por um período de precipitações atípicas que trouxeram consequências drásticas às comunidades da região. Entre os dias 11 e 13, chuvas torrenciais em toda a Serra do Mar desencadearam uma série de acidentes geológicos e hidrológicos de proporções elevadas – chegando a registrar mais de 2.500 movimentos gravitacionais de massa – destacando-se: deslizamentos de grandes proporções, corridas de lama, inundações e erosões que modificaram a paisagem da região e causaram acidentes drásticos para os municípios próximos.

Quadro 20: Precipitação acumulada em milímetros (mm) no litoral do Paraná que desencadeou os eventos de 2011.

Estação	Chuva acumulada entre 10 e 13 de março	Chuva acumulada entre 1º e 15 de março	Média climatológica de março	Anomalia
Ilha do Mel	48,4	155,2	294	-188,8
Paranaguá	278,8	408,8	294	114,8
Marumbi	281,6	465,2	227	218,2
Antonina	177,2	307,8	334	-26,2
Morretes	398	480	227	253
Quilômetros 15-BR-277	388	461	227	234
Quilômetros 41- BR-277	394,8	489,4	227	271,4
Quilômetros 48-BR-277	809	482	227	205
Guaranica	118,4	187	230	107
Salto do Meio -BR-376	292,4	184,2	230	154,2
Vossoroca-BR-376	148,4	228,8	230	-6,2
Guaratuba	187,8	276,4	294	-17,6

Fonte: CEPED (2016)

Esses desastres não estavam ligados necessariamente a ações antrópicas, embora essas, quando mal planejadas, sejam agravantes que potencializam a ocorrência e a

intensidade dos mesmos. As consequências desses eventos naturais, batizado de Águas de Março, foram intensificadas pela vulnerabilidade à qual as comunidades estavam expostas, destacando-se a existência de habitações em planícies de inundação e também em encostas suscetíveis a escorregamentos. Juntamente com esse uso indevido de solo para habitações, segundo estudo realizado pela Mineropar em parceria com a empresa Geoplanejamento, constatou-se que a região litorânea é "frágil e suscetível aos fenômenos naturais recorrentes de movimentos de massa e inundação".

Segundo estudo feito pela Mineropar (2013), foi essa variação além da média que fez com que o solo perdesse coesão e resistência ao cisalhamento devido à umidade, culminando em uma série de incidentes que afetaram os moradores da região.

Este evento significou um marco inicial para que o governo estadual mudasse sua política de prevenção e ação contra desastres. Desde 2011, com a ajuda do Banco Mundial, o Paraná começou a investir na infraestrutura de monitoramento e previsão meteorológica, mapeamento de áreas de risco e desenvolvimento de programas de gestão e redução de riscos de desastres. Dentro do Projeto Multissetorial para o Desenvolvimento do Paraná foi incluído o Programa de Fortalecimento para a Gestão de Riscos e Desastres – FGRD. Tal programa tem como objetivo prevenir desastres naturais ou antrópicos, que envolvam ameaças climáticas, biológicas ou industriais. A iniciativa deu-se devido ao crescimento urbano acelerado, a ocupação e uso indevidos de solo, expansão de aglomerados industriais e aquecimento global. No processo de elaboração houve um esforço multidisciplinar que envolveu diversos órgãos e instituições governamentais. Um dos resultados desse esforço combinado foi a criação do Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil, que busca colocar em prática um planejamento comum a todas as coordenadorias regionais do estado. Essa iniciativa tem como meta aumentar a resiliência dos municípios e trabalhar de forma conjunta em casos de acidentes ou catástrofes.

4.6.4 Vento

A dinâmica dos ventos no litoral paranaense é definida, basicamente, pelo Anticiclone do Atlântico Sul e pelo Anticiclone Migratório Polar, na sua ação sobre o Ramo Atlântico da Massa Polar (Bigarella et al. 1978).

Os ventos predominantes são provenientes do sentido leste e sul. Os ventos provenientes de sul correspondem a 20,4 % e os de leste a 17,4 %. De acordo com dados da Portobras (1988), os ventos com velocidades superiores a 6 m/s representam 16,0 % do total das medições. Ventos com essas velocidades se concentram nas direções E-ENE (31,9 %) e SSW-S-SSE (43,6 %). A predominância dos ventos provenientes do SE-SSE aumenta quando se consideram as velocidades maiores de 8 m/s e 10 m/s.

Nesse último caso, praticamente todas as medições correspondem às direções sul e sul-sudeste, podendo ocorrer rajadas de W, E-NE e SSE, com intensidades de até 16 m/s (LFM-CEM-UFPR).

Ocorrências sazonais de ventos de direções predominantes com velocidades superiores a 6 m/s se concentram na primavera (37,4 %) e no verão (31,6 %). Os ventos mais fortes (velocidades superiores a 12 m/s) ocorrem 72,7 % na primavera e 22,7 % no verão.

A região sul do país é marcadamente influenciada pelas “correntes perturbadas” de noroeste e pelas “correntes perturbadas” de sul, conhecidas por sistemas frontais ou frentes polares. Recentes episódios de ciclones extratropicais mostram estes episódios de ventos de até 160 quilômetros/h.

4.7 CLIMA MARÍTIMO

4.7.1 Informações utilizadas

4.7.1.1 Informação das ondas

Para caracterizar adequadamente o clima de ondas serão utilizados os bancos de dados de reanálise gerados pelo IH Cantabria no projeto “*Efectos del cambio climático en la*

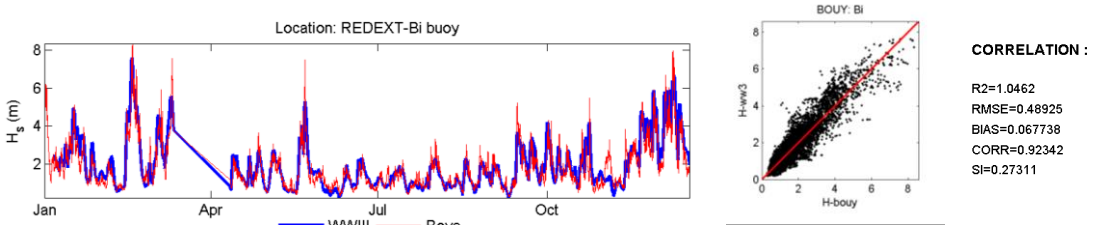
costa de América Latina y el Caribe“ - Efeitos as mudanças climáticas na costa da América Latina e o Caribe, em português - sob a propriedade intelectual do CEPAL.

A reanálise **GOW (Global Ocean Waves)** fornece dados horários de vento e ondas de 1948 até o presente com uma resolução espacial de 0,1º x 0,1º e é forçada com reanálises atmosféricas NCEP / NCAR e *downscaling* dinâmico de vento de alta resolução (SEAWIND NCEP de 30 Quilômetros, IH Cantábria).

Com relação ao escopo temporal, a reanálise do GOW começa em 1948 e atinge até agora, pois é um banco de dados **periodicamente atualizável**. Um dos objetivos da geração destes dados tem sido a atualização constante com o que no futuro será adicionado informação, pois são atualizados os campos de geração de vento (NOAA).

Este banco de dados foi simulado com o modelo numérico WaveWatch III que é forçado com a reanálise do vento SeaWind-NCEP. O modelo de onda usado é um tipo *hindcast* de 3° geração chamado WaveWatch III, criado pela Administração Nacional Atmosférica e Oceânica dos EEUU. (NOAA). O WaveWatch III é um modelo espectral de ondas do oceano que possui habilidades particularmente notáveis na previsão de swells de longa distância, graças aos avançados métodos numéricos incorporados no algoritmo correspondente à propagação.

Figura 28: Resultados da validação da reanálise global do GOW para o ano de 2006 em Estaca de Bares (OPPE)



Fonte: IH Cantabria, 2006.

O banco de dados SeaWind-NCEP possui uma resolução espacial de aproximadamente 30 quilômetros e é um *downscaling* dinâmico executado com o modelo numérico WRF-

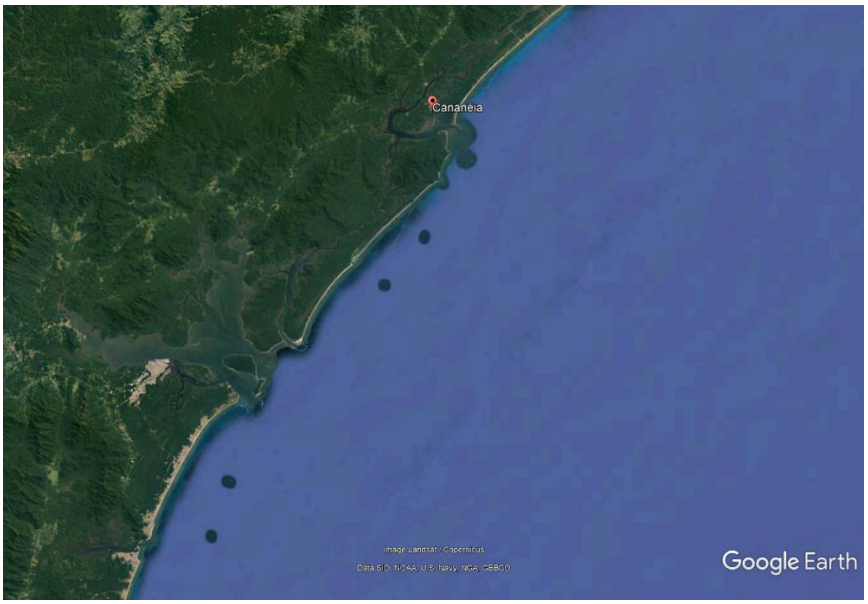
ARF, que está aninhado à reanálise atmosférica global NCEP-NCAR. O modelo GOW é calibrado com dados de satélite e os ventos de reanálise do SeaWind-NCEP. Os modelos GOW foram concluídos com malhas costeiras-DOW. A DOW fornece informações exclusivamente sobre o litoral, onde as ondas são afetadas pela batimetria de fundo e processos locais.

Com a reanálise do GOW-DOW, temos um banco de dados de 60 anos de ondas validadas, atualizadas, com resolução de tempo temporal e com resultados detalhados ao longo do litoral, cuja resultância são ambos parâmetros de ondas agregados e espectros direcionais.

4.7.1.2 Informação do nível do mar utilizada

Para a determinação da amplitude de maré, é utilizada a informação disponível do medidor de maré de Cananeia, com um recorde de 50 anos entre 1957 e 2007.

Figura 29: Localização do medidor de maré de Cananeia.



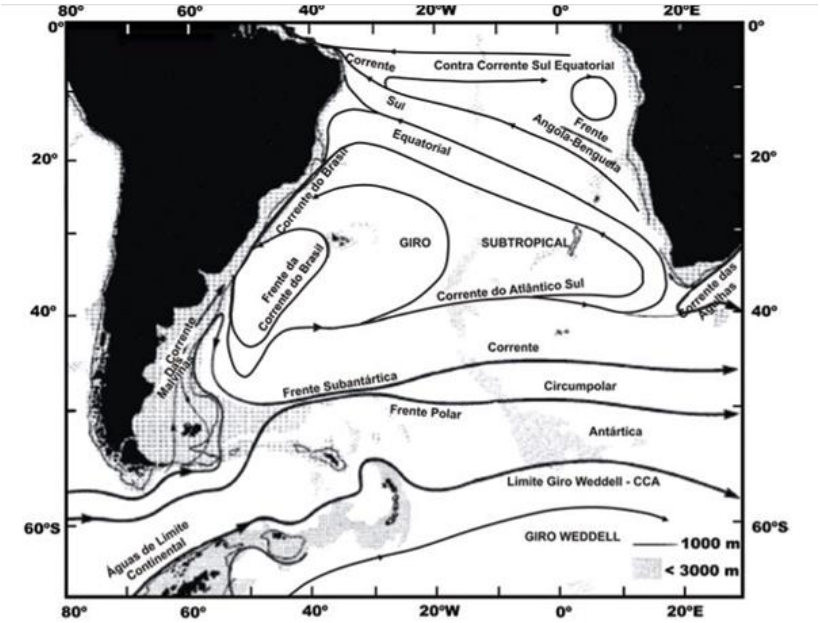
Fonte: Google Earth, 2018.

4.7.2 Descrição das correntes marinhas

4.7.2.1 A circulação de larga-escala para a região oeste do Atlântico Sul

A corrente mais importante que flui ao longo da costa brasileira é a Corrente do Brasil (CB), que é a corrente de contorno oeste associada ao Giro Subtropical do Atlântico Sul (Figura 30). A CB se origina da bifurcação do ramo sul da Corrente Sul Equatorial (CSE), ao sul de 10ºS, e flui para sul, bordejando o continente sul-americano até a região da Convergência Subtropical, localizada entre 38 ºS ± 2º (Olson et al., 1988), onde forma a confluência com a Corrente das Malvinas e se afasta da costa. A CSE, também dá origem à Corrente Norte do Brasil (CNB) (Stramma, 1991; Silveira et al., 1994), que por sua vez, flui em direção ao equador. A CB, quando comparada as outras correntes de contorno oeste, é uma corrente rasa, e em muitas ocasiões apresenta seu eixo de corrente acima da isóbata de 200 m (Tomczak &Godfrey, 1994).

Figura 30: Representação esquemática do Giro subtropical do Atlântico Sul.



Fonte: Modificado de Peterson &Stramma (1991).

4.7.2.2 Correntes litorâneas

O predomínio de ondas do quadrante S-SE gera uma deriva litorânea orientada para Norte. Segundo Angulo (1992b), a ocorrência de deriva litorânea para Norte pode ser

observada na orientação das desembocaduras fluviais e morfologia dos deltas de vazante dos estuários de Paranaguá e Guaratuba. O lançamento de garrafas de deriva nos canais Norte e da Galheta confirmou que as correntes predominantes na zona costeira adjacente ao complexo estuarino de Paranaguá são preferencialmente para Norte (Marone et al. 1995a).

Noernberg (2001) decompôs os dados do fundeio realizado nas boias 3-4 (Funpar 1997) em correntes transversais e paralelas à costa, e determinou que as correntes paralelas à costa fluem preferencialmente para Norte em condições normais de energia das ondas, com intensidades inferiores a 25 cm/s.

Entretanto, em condições de elevada energia de ondas, associada à entrada de sistemas frontais de Sul, as correntes paralelas à costa se intensificam, atingindo 75 cm/s quando orientadas para Norte, e não ultrapassando os 40 cm/s quando orientadas para Sul.

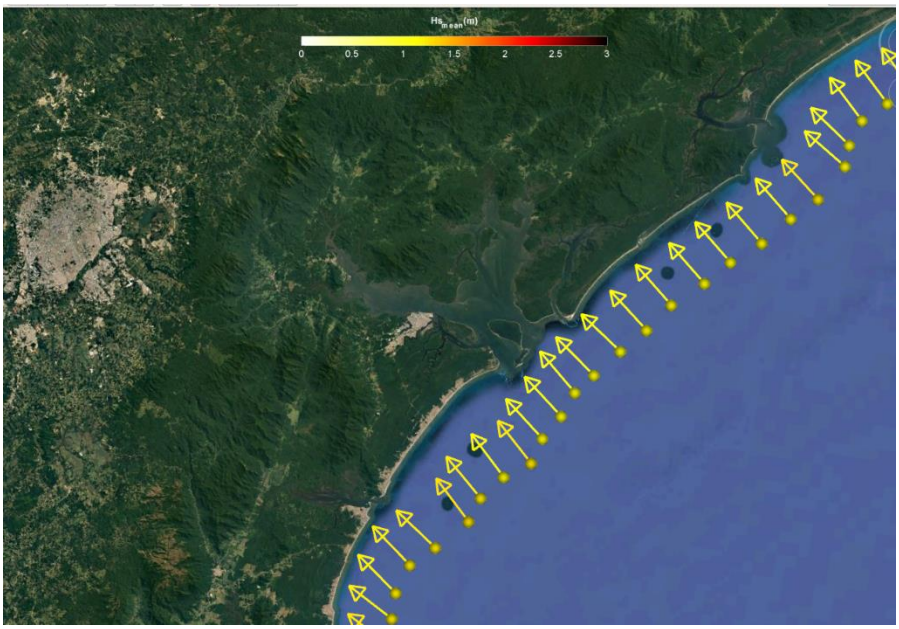
4.7.3 Caracterização do regime do fluxo das ondas

4.7.3.1 Estatísticas das ondas na costa.

Para a descrição geral da ondulação na costa do Paraná, foram analisados pontos GOW-DOW, ao longo da costa, obtendo-se os regimes médios e extremos. Este documento apresenta os resultados, para toda a costa, de vários parâmetros representativos dos regimes de clima marinho médio e extremo.

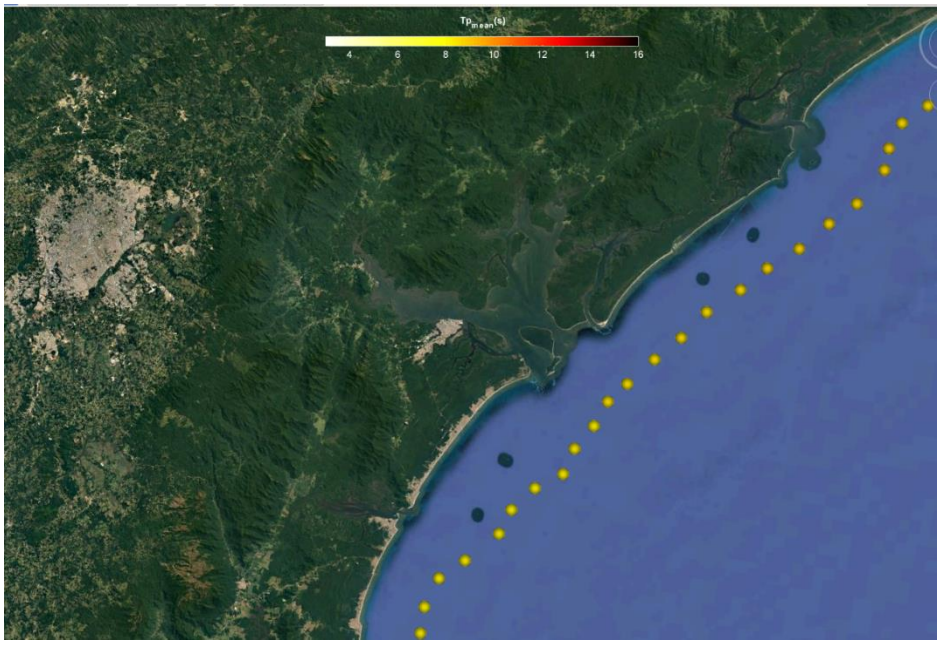
- Regime médio de altura de onda significativa e período de pico.
- Hs95% (a altura da onda excedeu apenas 5% do tempo).
- Direção do fluxo médio de energia.

Figura 31: Regime de altura de onda média.



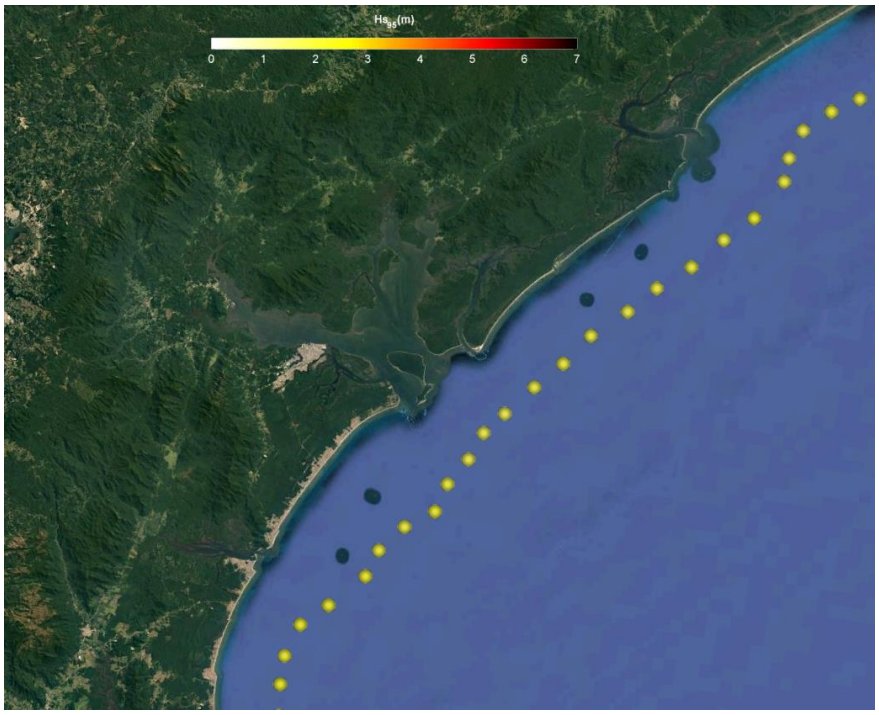
Fonte: CEPAL, 2015

Figura 32: Regime médio de período de pico.



Fonte: CEPAL, 2015

Figura 33: Estatístico de ondas Hs95.

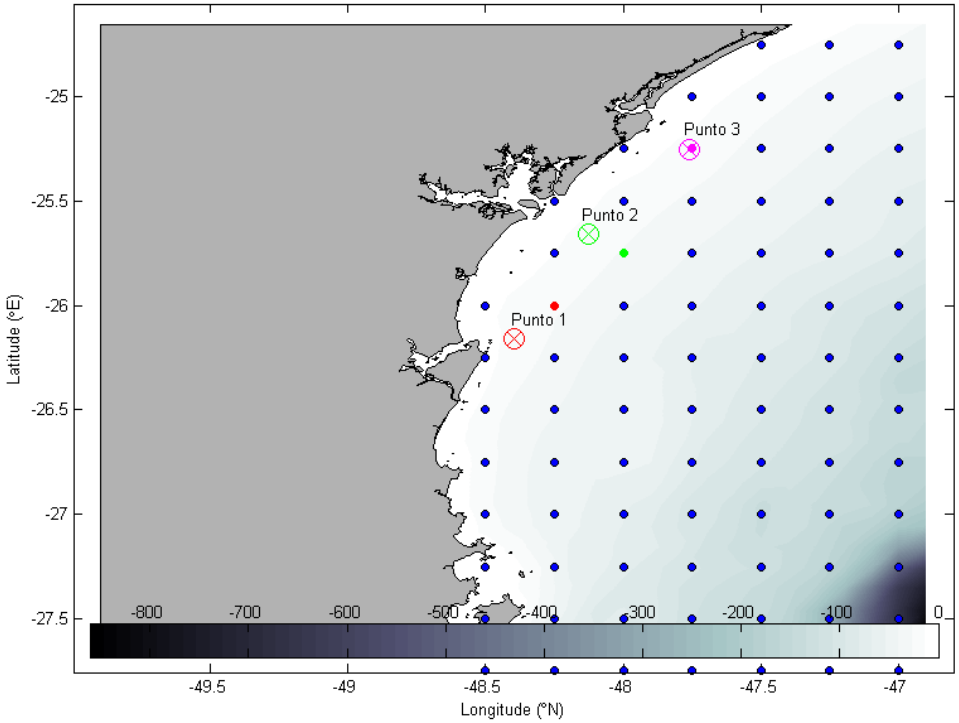


Fonte: CEPAL, 2015

4.7.3.2 Caracterização do regime do fluxo das ondas

Para caracterizar as ondas na área, três pontos DOW foram selecionados para estudá-los em detalhe.

Figura 34: Localização dos Pontos DOW analisados



Fonte: Aquática ingeniería Civil, 2018.

Para a caracterização do clima marítimo, as informações disponíveis serão analisadas das seguintes formas:

Rosa de ondas

No início, uma distribuição direcional do swell foi realizada de acordo com os setores de 22,5, que representa a intensidade da onda de acordo com as direções de onde se origina. Essa distribuição é conhecida como rosa de ondas. Considerou-se descrever a rosa de ondas para situações intermediárias.

Regime médio de altura de onda significante

A distribuição escolhida para descrever o regime médio de altura de onda (Hs) da série de ondas é Log-normal, cuja função de distribuição tem a seguinte expressão

$$f(H_s) = \frac{1}{\sigma * \sqrt{2 * \pi} * H_s} * \exp\left[-\frac{1}{2} * \left(\frac{\ln(H_s) - \mu}{\sigma} \right)^2 \right]; \quad para\ \ln(H_s) \geq 0$$

Normalmente, a distribuição lognormal se ajusta bem aos dados, exceto na extremidade superior das ondas maiores, onde a distribuição lognormal supera a probabilidade de excedência. Portanto, em certas ocasiões para a parte superior da distribuição, um segundo ramo lognomal com uma inclinação mais baixa é ajustado.

Regime extrema direcional

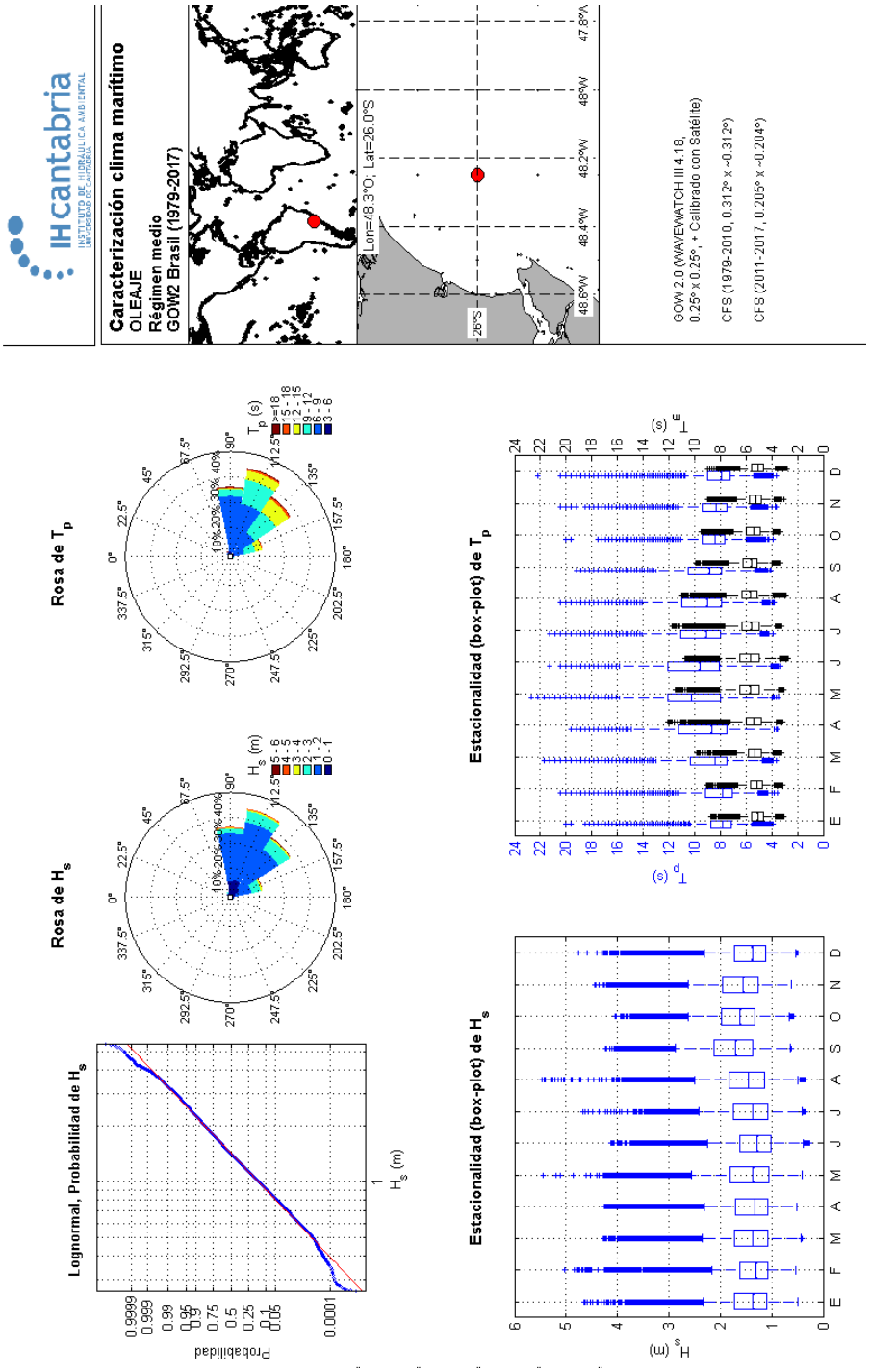
O principal problema que existe quando se define o regime extremo é que a mostra da população não é grande o suficiente, isto é, que as medidas de onda não são longas o suficiente para que o número de máximos anuais seja representativo. Por esse motivo, foi usado o banco de dados Global Ocean Waves (GOW) e Downscaling Ocean Waces (DOW).

A representação gráfica do regime extremo consiste em uma linha configurada para uma função GEV de máximos, que relaciona diferentes valores de altura de onda significativa com uma probabilidade de não-excedência, expressa como um período de retorno. A distribuição direcional do regime extremo é apresentada e os resultados serão expostos na forma de uma folha descritiva.

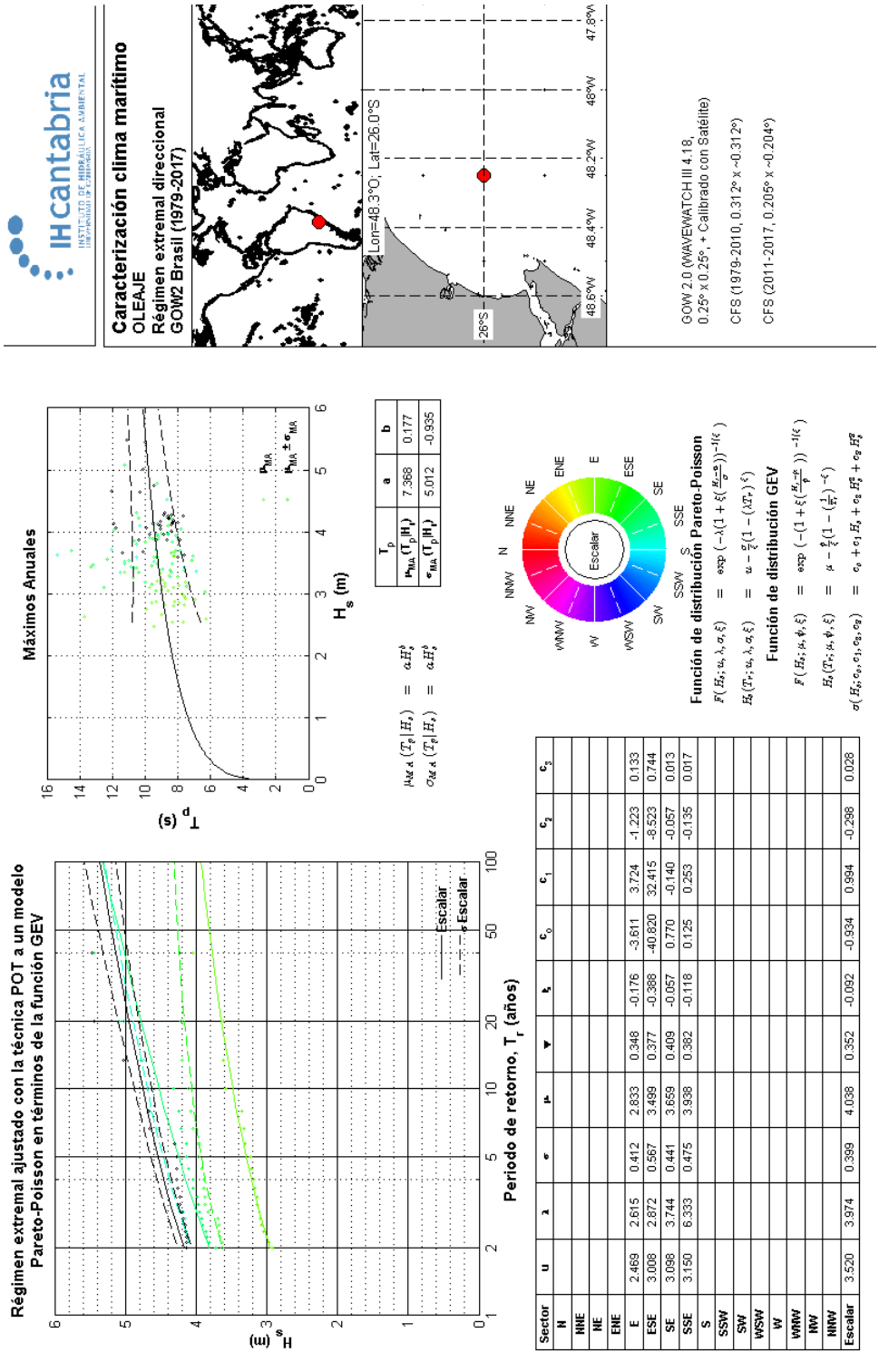
Relação de altura de onda para os Máximos Anuais.

Nesta seção analisamos a relação entre a altura de onda significativa, Hs, e o período de pico de onda, Tp de cada máximo anual. Esse relacionamento serve, entre outras coisas, para definir o conjunto de tipo de ondas que caracteriza o clima extremo de uma área.

Figura 35: PUNTO 1



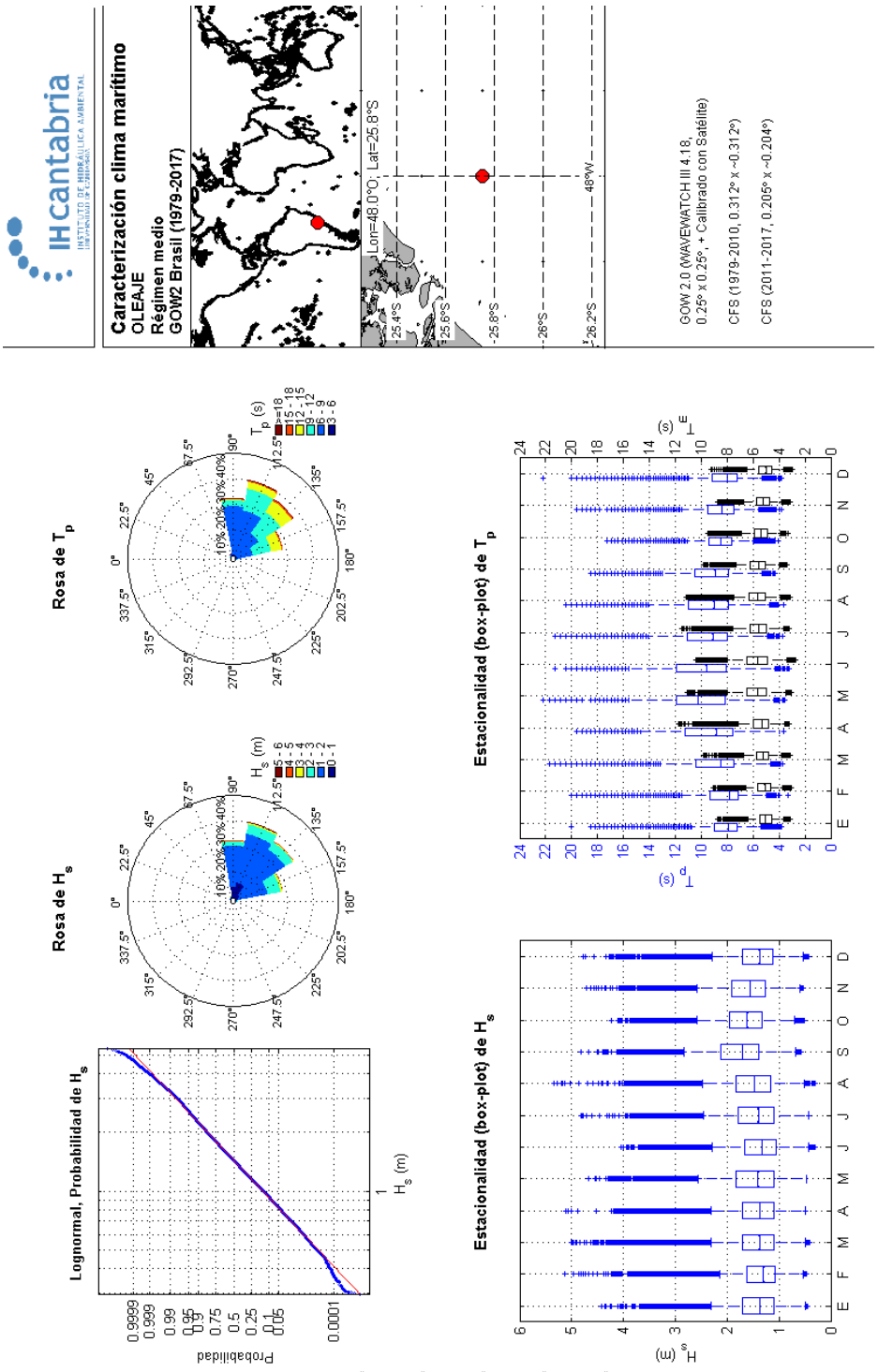
(continua)



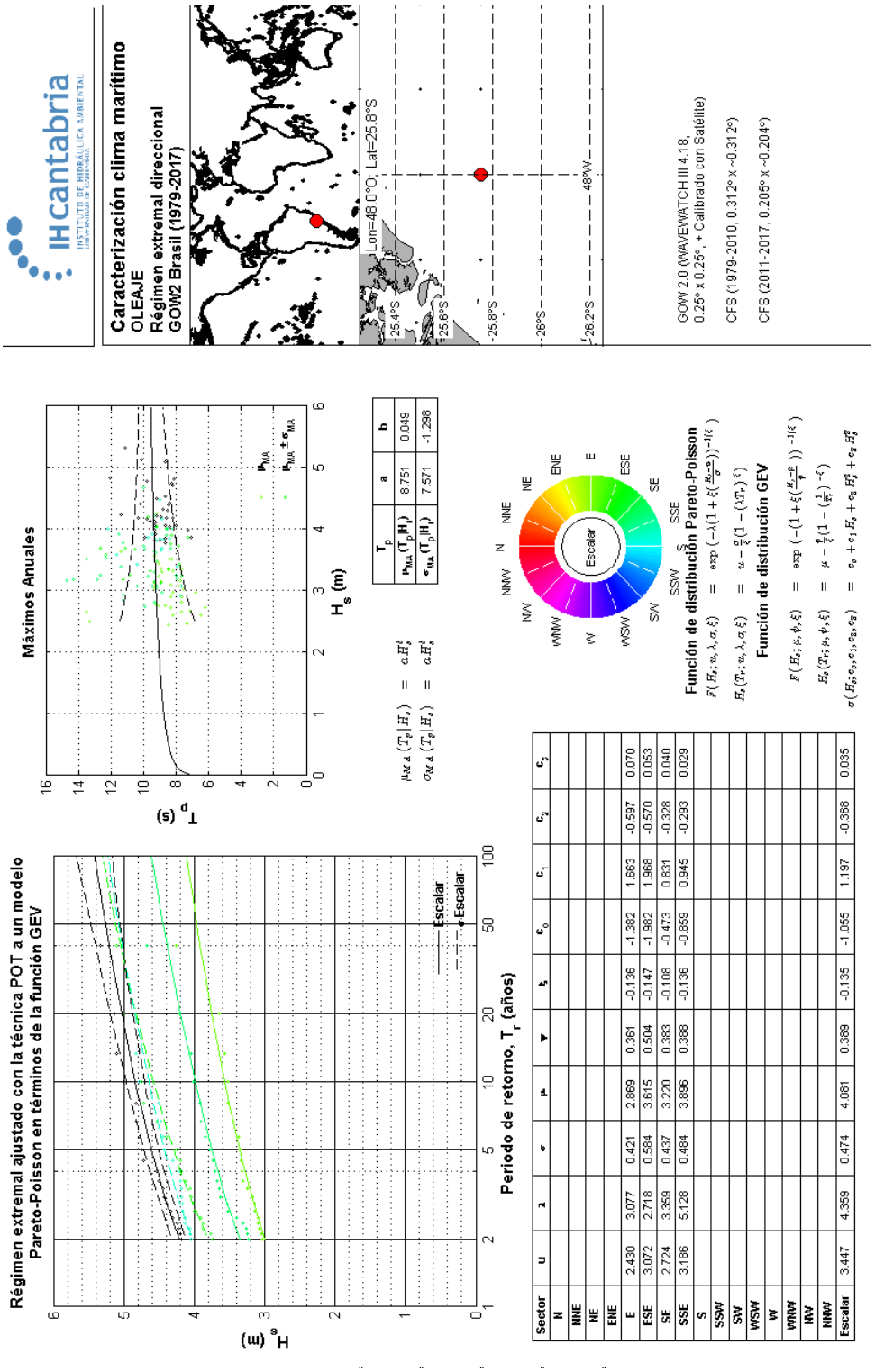
Sector	u	λ	σ	μ	ψ	k_1	c_0	c_1	c_2	c_3
N										
NNE										
NE										
ENE										
E	2.469	2.615	0.412	2.833	0.348	-0.176	-3.611	3.724	-1.223	0.133
ESE	3.008	2.872	0.567	3.499	0.377	-0.388	-40.820	32.415	-8.523	0.744
SE	3.098	3.744	0.441	3.659	0.409	-0.057	0.770	-0.140	-0.057	0.013
SSE	3.150	6.333	0.475	3.938	0.382	-0.118	0.125	0.253	-0.135	0.017
S										
SSW										
SW										
WSW										
W										
WNW										
NW										
NNW										
Escalar	3.520	3.974	0.399	4.038	0.352	-0.092	-0.934	0.994	-0.298	0.028

Fonte: IH-CANTABRIA, 2018.

Figura 36: PUNTO 2



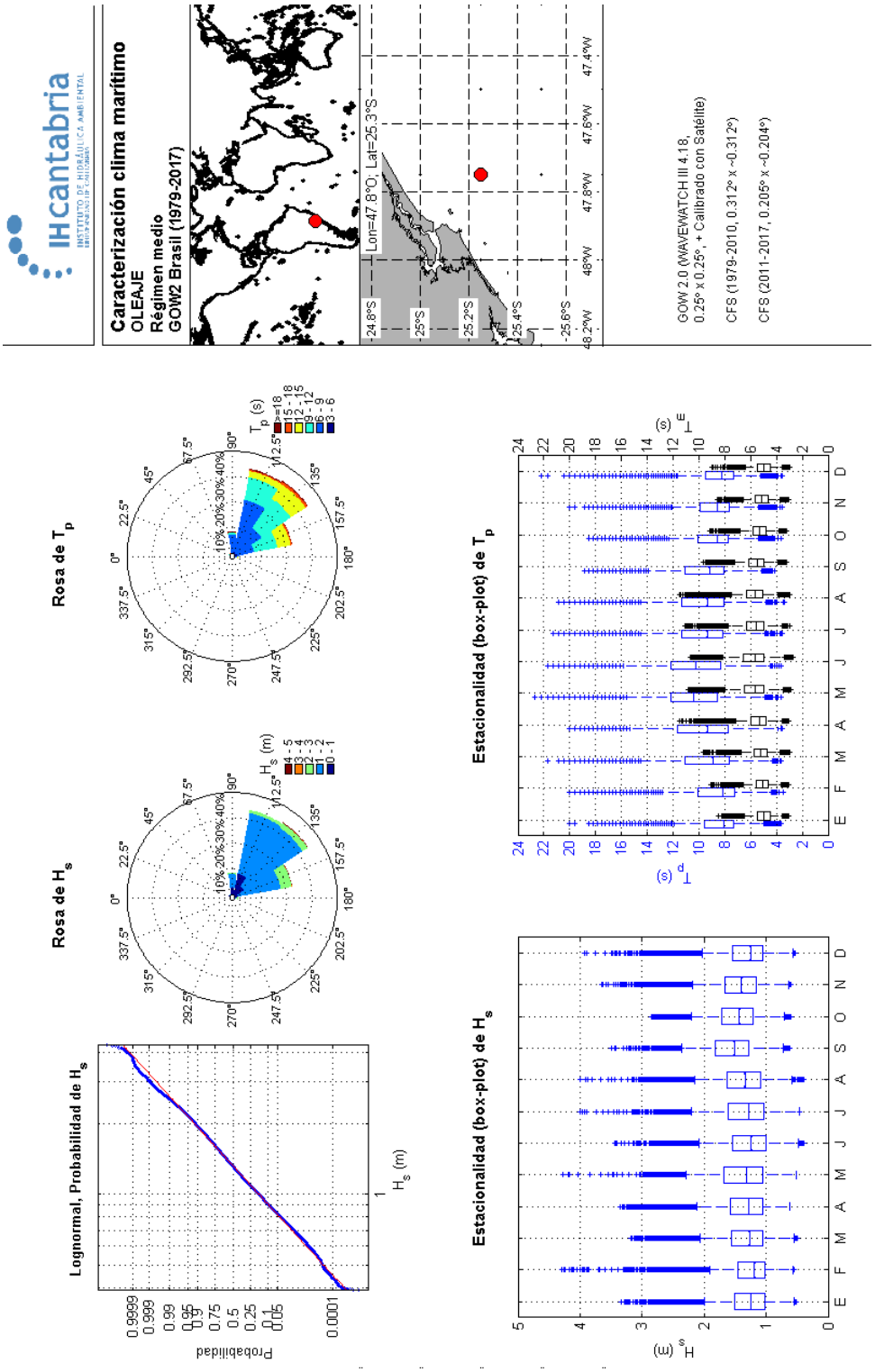
(continua)



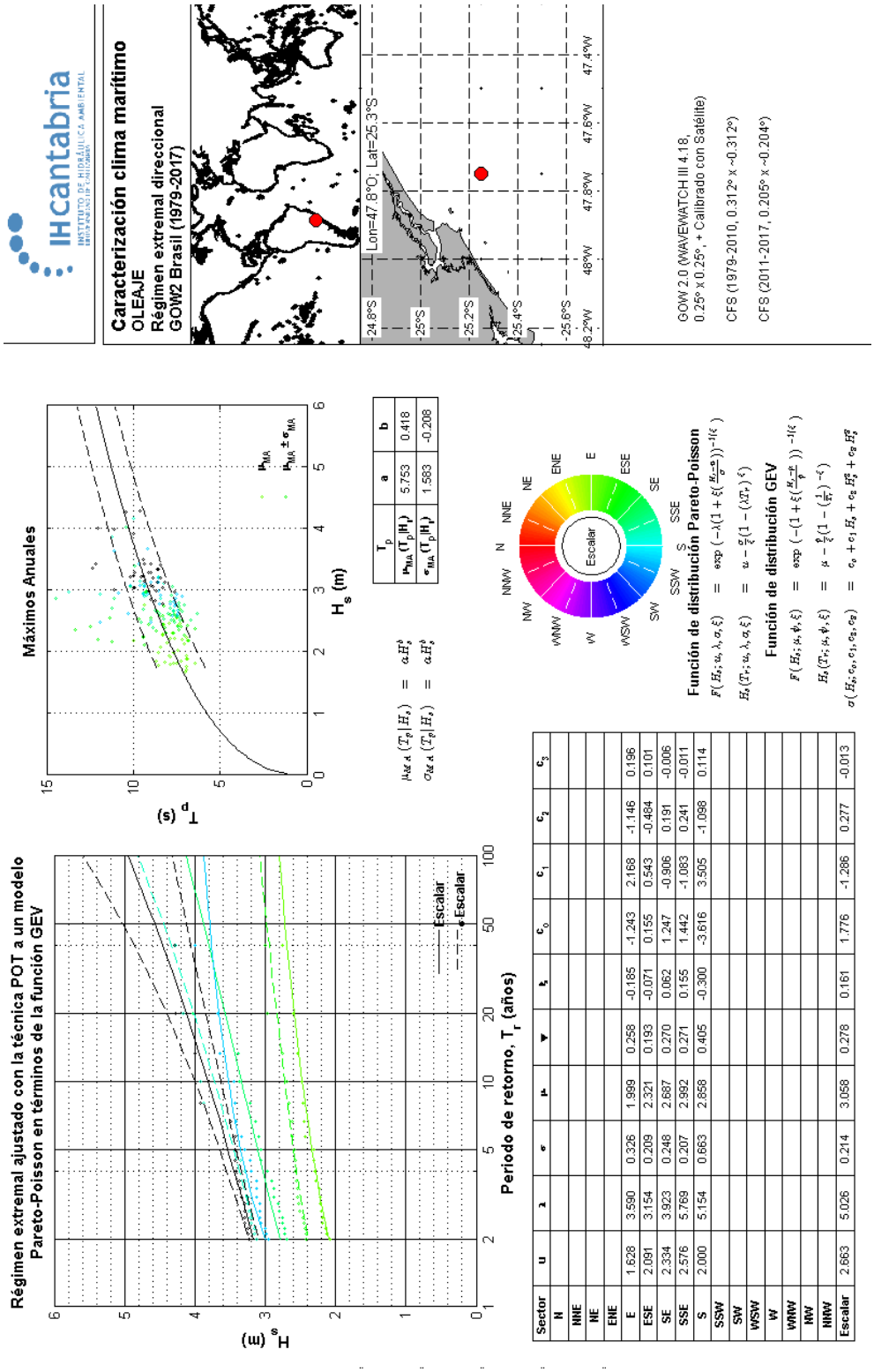
Sector	u	λ	σ	μ	ψ	k	c_0	c_1	c_2	c_3
N										
NNE										
NE										
ENE										
E	2.430	3.077	0.421	2.869	0.361	-0.136	-1.382	1.663	-0.597	0.070
ESE	3.072	2.718	0.584	3.615	0.504	-0.147	-1.982	1.968	-0.570	0.053
SE	2.724	3.359	0.437	3.220	0.383	-0.108	-0.473	0.831	-0.328	0.040
SSE	3.186	5.128	0.484	3.896	0.388	-0.136	-0.859	0.945	-0.293	0.029
S										
SSW										
SW										
WSW										
W										
WNW										
NW										
NNW										
Escalar	3.447	4.359	0.474	4.061	0.389	-0.135	-1.055	1.197	-0.368	0.035

Fonte: IH-CANTABRIA, 2018.

Figura 37: PUNTO 3



(continua)



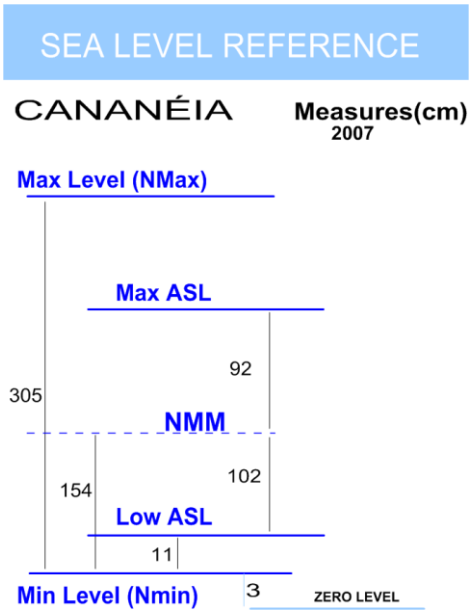
Sector	u	λ	σ	μ	ψ	k_ξ	c_0	c_1	c_2	c_3
N										
NNE										
NE										
ENE										
E	1.628	3.590	0.326	1.999	0.258	-0.185	-1.243	2.168	-1.146	0.196
ESE	2.091	3.154	0.209	2.321	0.193	-0.071	0.155	0.543	-0.484	0.101
SE	2.334	3.923	0.248	2.687	0.270	0.062	1.247	-0.906	0.191	-0.006
SSE	2.576	5.769	0.207	2.992	0.271	0.155	1.442	-1.083	0.241	-0.011
S	2.000	5.154	0.663	2.858	0.405	-0.300	-3.616	3.505	-1.098	0.114
SSW										
SW										
WSW										
W										
WNW										
NW										
NNW										
Escalar	2.663	5.026	0.214	3.058	0.278	0.161	1.776	-1.286	0.277	-0.013

Fonte: IH-CANTABRIA, 2018.

4.7.3.3 Caracterização do nível do mar

Na seguinte figura são apresentadas as relações entre o nível médio do Mar em Cananéia e outros níveis de referência, como o zero do porto, e os níveis do Pleamar Viva Equinoccial (Max ASL) e Bajamar Viva Equinoccial (Min ASL).

Figura 38: Níveis de referência em Cananéia.



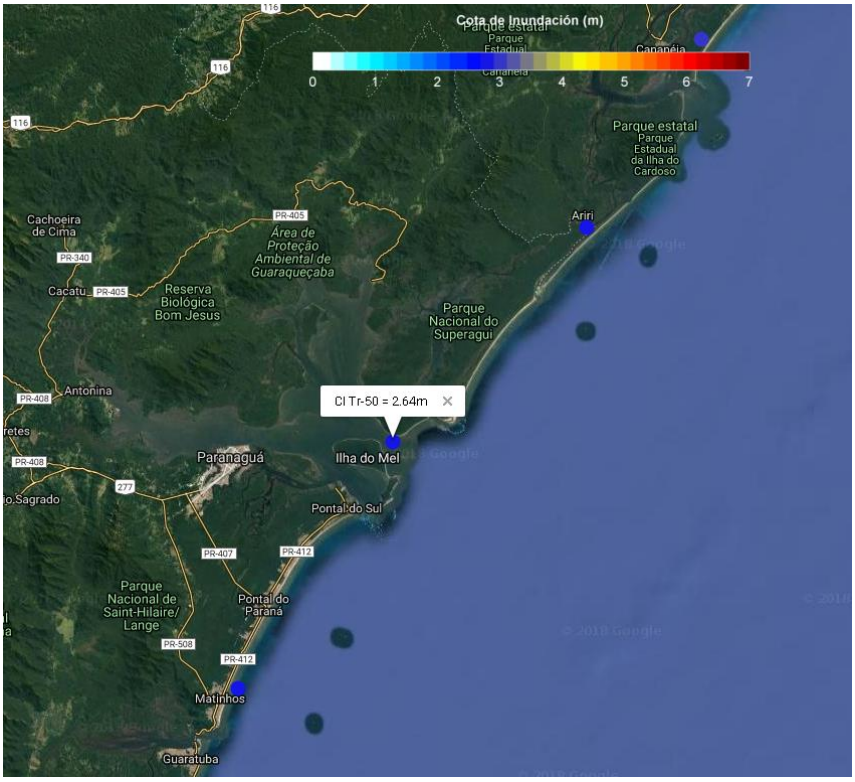
Fonte: Aquática Ingeniería civil, 2018.

4.7.3.4 Cotas de inundação

Para encontrar o nível máximo de água, tem sido usado o estudo sobre *os Impactos na costa da América Latina e do Caribe* como resultado das mudanças climáticas desenvolvidas pela IH Cantábria para a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe, pertencente às Nações Unidas.

Os únicos fatores que geram variação no nível do mar são a maré astronômica e a maré meteorológica. O nível do mar, obtido como a soma desses dois fatores será chamado de nível de maré.

Figura 39: Níveis de inundação para um período de retorno de 50 anos



Fonte: CEPAL, 2015

Na área de estudo resultam níveis máximos de 2,64 metros por um período de retorno de 50 anos.

4.7.4 Efeitos da mudança climática na costa

Esta seção apresenta um resumo das principais conclusões do estudo sobre os *Impactos na costa da América Latina e do Caribe devido ao efeito das mudanças climáticas* desenvolvido pela IH Cantábria para a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe, pertencente às Nações Unidas.

Para a realização do trabalho foi realizada uma análise das tendências evolutivas dos diferentes parâmetros influentes na mudança climática. Neste contexto, os dados atmosféricos, de ondas, nível do mar, subsidência e fluxo sólido foram coletados. Todos esses dados receberam um processo de análise rigoroso e alguns deles, a exemplo das ondas, exigiram uma calibração fornecida a partir de modelos numéricos.

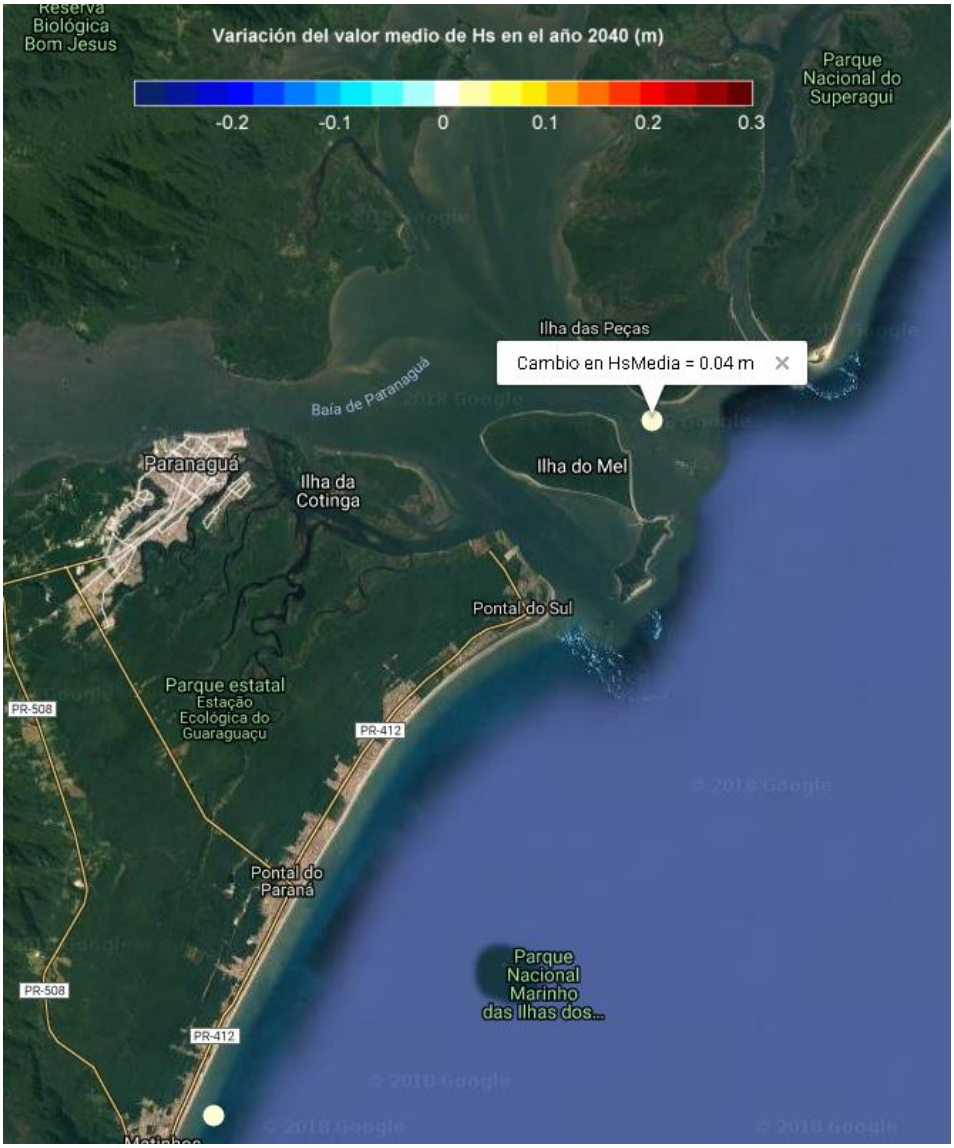
Abaixo está um resumo das principais mudanças e os possíveis efeitos sobre os diferentes elementos da costa.

4.7.4.1 Mudanças nas dinâmicas marinhas

As tendências de vários parâmetros representativos dos regimes climáticos marítimos médios e extremos foram analisadas. Esses parâmetros são aqueles que foram considerados fundamentais para analisar os agentes ou forçantes, cujas variações induzidas na mudança do clima podem ter efeitos notáveis sobre os diferentes elementos que compõem a zona costeira.

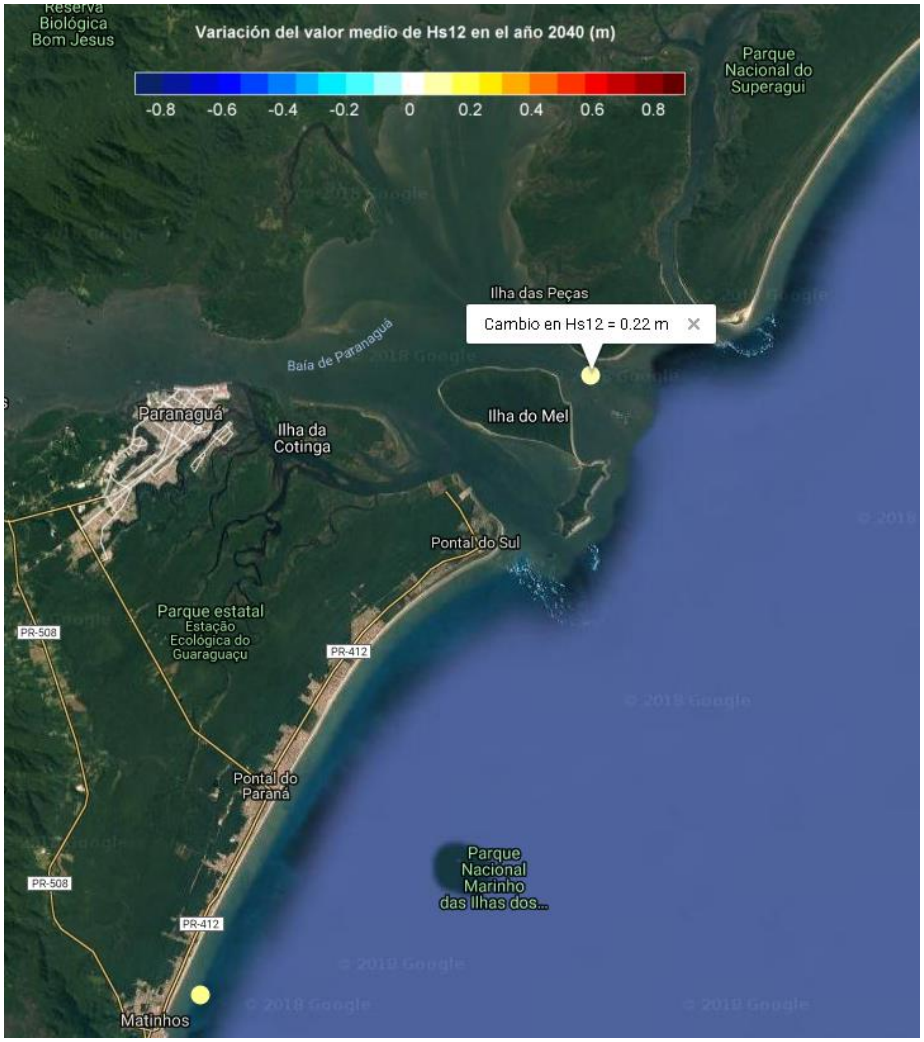
Em seguida, são indicados os valores dessas tendências, bem como o valor médio das referidas variáveis no horizonte de 2040.

Figura 40: Variação de Hs média



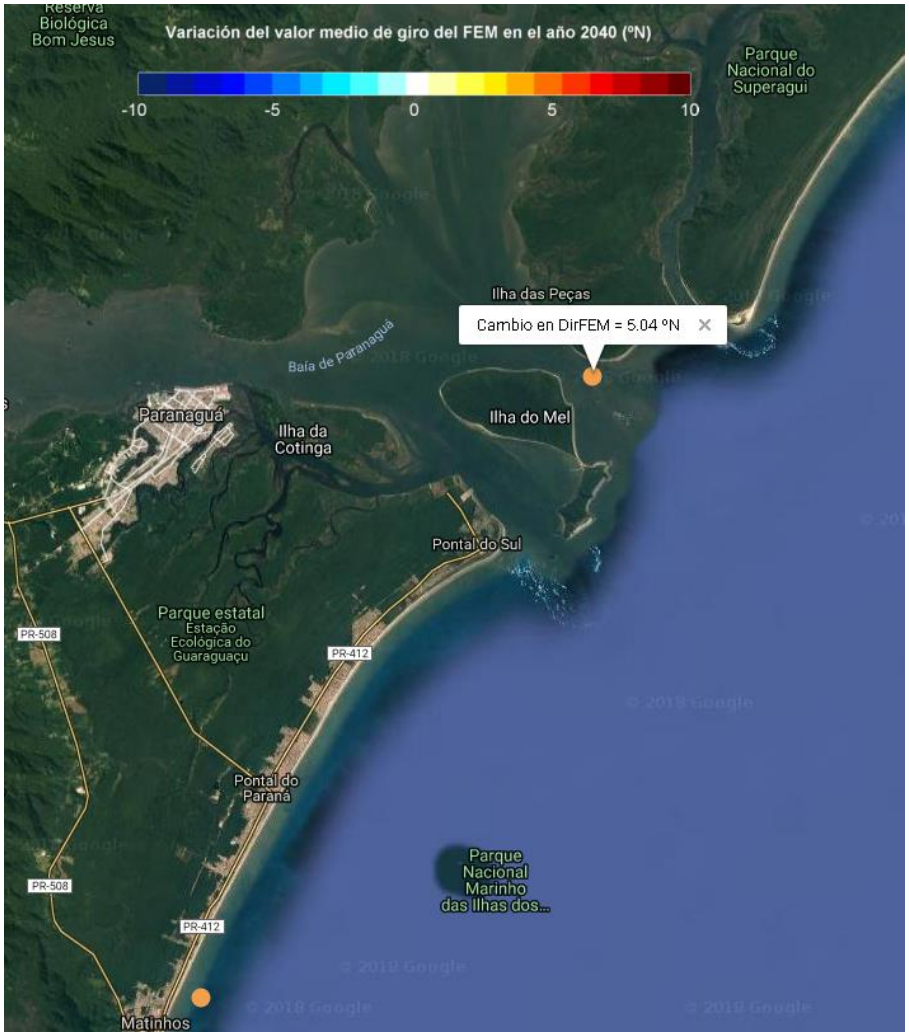
Fonte: CEPAL, 2015

Figura 41: Variação de Hs12



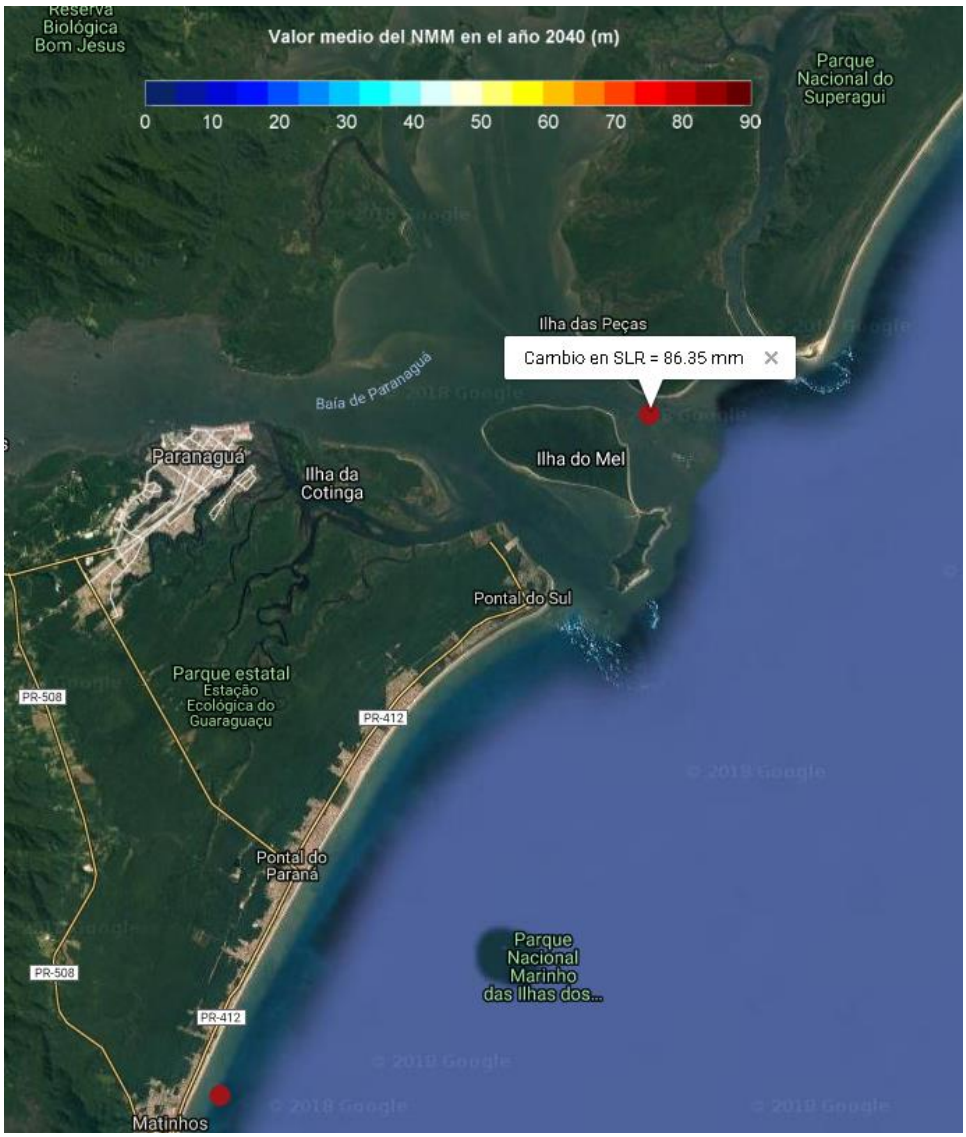
Fonte: CEPAL, 2015

Figura 42: Variação de direção do fluxo médio



Fonte: CEPAL, 2015

Figura 43: Variação de Nível Médio do Mar



Fonte: CEPAL, 2015

De todos os resultados obtidos na análise das tendências, na área de estudo observa-se que as condições médias de altura de onda permanecem quase constantes com um ligeiro aumento de 4 cm em relação à corrente, vendo as alturas de onda das tempestades aumentadas. Em resumo, observa-se que o regime aumenta. Em relação à direção do fluxo médio de energia, observa-se um desvio de 5 graus em relação ao atual.

Em relação aos níveis das marés, o nível médio do mar aumentará em torno de 8,63 cm.

4.7.4.2 Vulnerabilidade costeira e efeitos sobre as infraestruturas portuárias e de habitação

Dentro dos possíveis efeitos da mudança climática sobre os diferentes elementos da costa, foi realizado um estudo teórico que mostra que a existência de pequenas mudanças nos parâmetros das ondas e o possível aumento do nível médio do mar podem levar a importantes consequências sobre os elementos da costa. Segue-se um resumo dos principais efeitos sobre os elementos mais afetados: praias, estuários e obras marítimas.

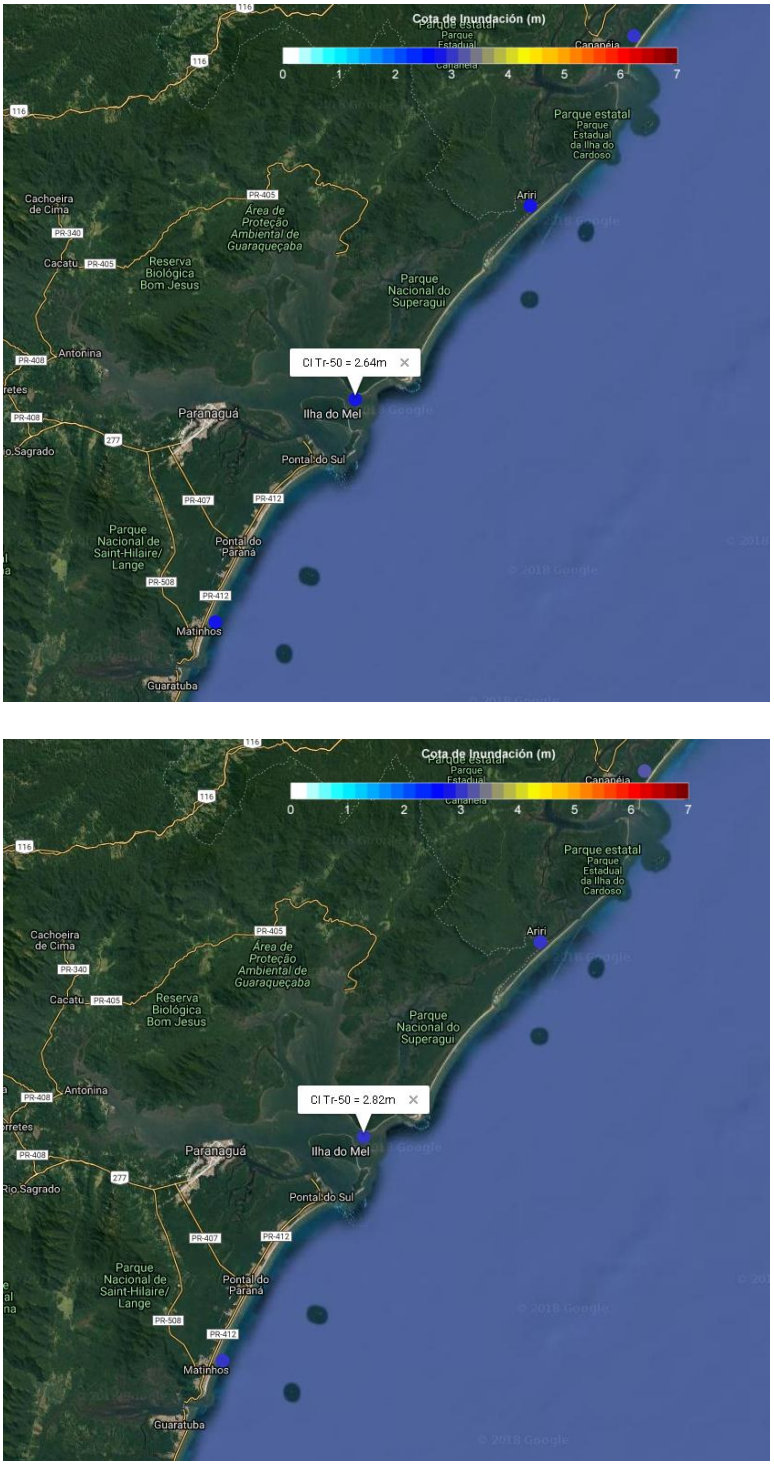
Efeitos nas praias:

Os efeitos mais importantes que as alterações climáticas podem ter nas praias são:

a) Uma variação no nível de inundação.
b) Um recuo, ou em seu progresso, do litoral.

O **nível de inundação** depende principalmente da maré astronômica, da maré meteorológica, do *run -up* (ou subida em frente à praia) e do possível aumento do nível médio do mar. Abaixo está uma imagem com o nível de inundação do período de retorno de 50 anos para 2010 e 2040 para a área.

Figura 44: Nível de inundação de comparação para um período de retorno de 50 anos - Previsão 2010 e 2040, respectivamente



Fonte: CEPAL, 2015

O nível de inundação passa de +2,64 a +2,82, ou seja, um aumento no nível de inundação de **+0,18 m**.

Outro efeito nas praias é o **recuo do litoral.** Isto pode ser produzido por duas causas, pelo aumento no nível médio ou pela variação na direção do fluxo médio de energia:

- O aumento no nível médio significa que o perfil ativo da praia tem que subir para alcançar um equilíbrio dinâmico com esta nova condição de nível médio. Para isso, é necessário cobrir o déficit de areia que ocorre no perfil ativo e isso será feito às custas da areia da praia seca e da berma, produzindo um recuo da linha da maré alta. As praias constituídas por areias mais finas e maiores profundidades de corte, ou seja, as mais dissipativas, serão aquelas que experimentarem o maior recuo. Este retiro será mitigado em praias com altas alturas de berma.

Na área de estudo, a previsão é de que em 2040 haverá um recuo geral de 5,08 metros devido ao aumento do mar.

Figura 45: Recuo devido ao aumento do nível do mar em 2040.

Fonte: CEPAL, 2015

- Variação na direção do fluxo médio de energia. Este é altamente dependente do tipo de praia que é considerado, bem como a propagação de que as ondas sofrem de profundidades indefinidas para a praia em particular.

Finalmente, deve-se mencionar que os possíveis efeitos da mudança climática nas praias são altamente dependentes das características da praia que é considerada, por isso, não é aconselhável aplicar valores globais a praias específicas sem realizar um estudo específico.

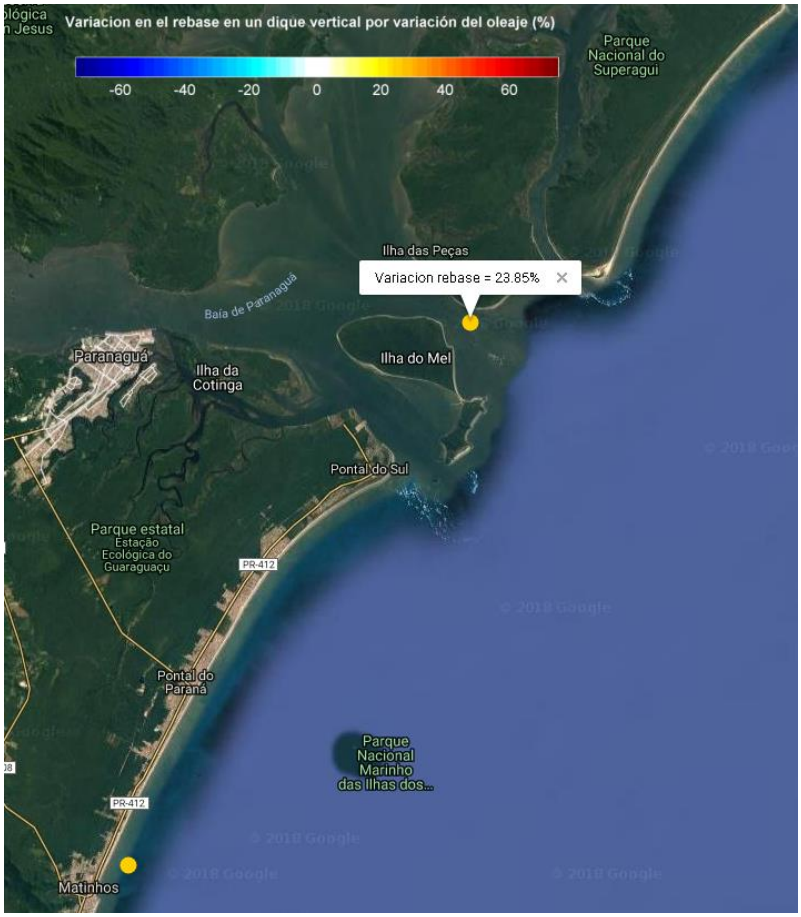
Efeitos nas obras marítimas:

Entre os possíveis efeitos que a mudança climática pode ter sobre as obras marítimas, vale a pena mencionar:

- Alterações no rebase de obras de proteção, tanto em estruturas de declive como em estruturas verticais.

Na área de estudo, haverá um aumento de 23,85% em um dique vertical devido à variação das ondas no ano de 2040.

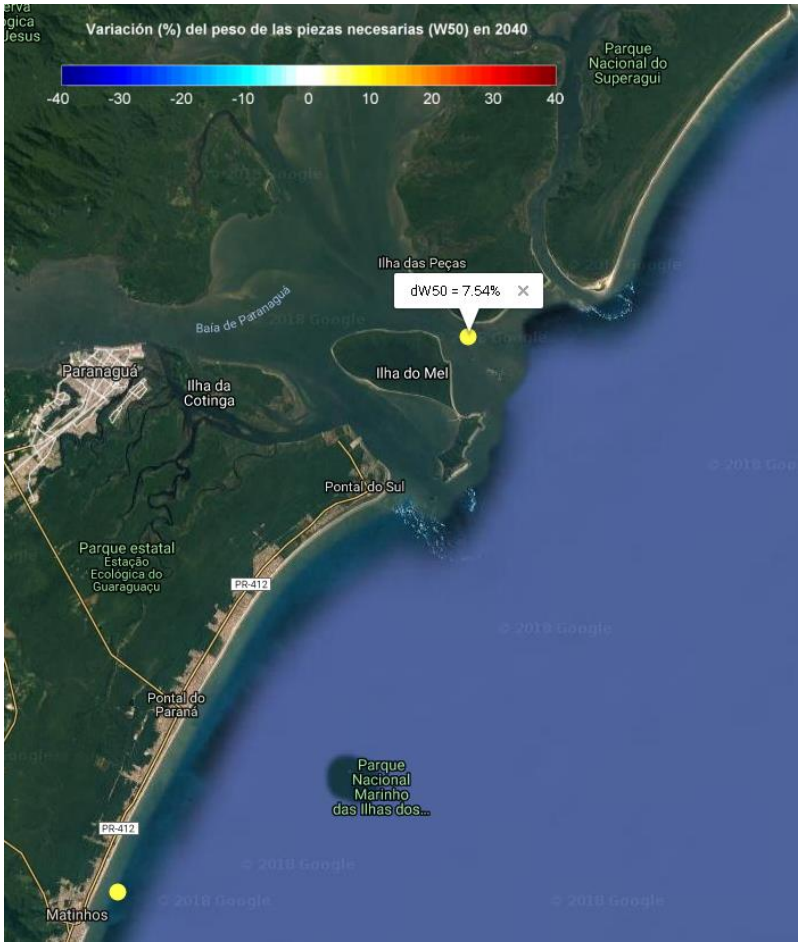
Figura 46: Aumento do rebase devido à variação das ondas em 2040.



Fonte: CEPAL, 2015

- Efeitos sobre a **estabilidade dos diques**. Nas estruturas em que a altura da onda de cálculo é limitada pelo fundo, haverá uma desestabilização delas, de modo que, se a estrutura for manter o mesmo critério de estabilidade, o tamanho das peças que compõem uma obra deve aumentar. No entanto, em estruturas onde a altura do cálculo não é limitada pela profundidade, o fator determinante no aumento do tamanho das peças é a variação dessa altura de onda de cálculo. Na área de estudo o aumento de peso das peças corresponderá a 7,54%.

Figura 47: Aumento do peso das peças de proteção devido à variação das ondas em 2040.



Fonte: CEPAL, 2015

4.8 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO E PROTEÇÃO DOS ESPAÇOS NATURAIS

4.8.1 Organização do Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC)

A Constituição Federativa reconhece o direito de todos os cidadãos ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. Com o objetivo de garantir esse direito, o Art. 225 recolhe a obrigação do Poder Público de definir *"espaços territoriais e os seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção"*.

A Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, regulamentou o artigo 225 da CF e instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Conforme ao seu Art. 1º esta Lei estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das Unidades de Conservação.

Segundo é definido na Lei Federal, a Unidade de Conservação é um *"espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção"*.

Os objetivos e a classificação das Unidades de Conservação da Natureza no Estado do Paraná são concorrentes com o SNUC, de acordo com a legislação federal em vigor. Assim, a declaração de UC tem os seguintes objetivos:

- Contribuir para a conservação das variedades de espécies biológicas e dos recursos genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais;
- Proteger as espécies ameaçadas de extinção;
- Contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais;
- Promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais;
- Promover a utilização dos princípios e práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento;
- Proteger paisagens naturais e pouco alteradas de notável beleza cênica;
- Proteger as características relevantes de natureza geológica, morfológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural;
- Recuperar ou restaurar ecossistemas degradados;

- Proporcionar meio e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental;
- Valorizar econômica e socialmente a diversidade biológica; e
- Favorecer condições e promover a educação, a interpretação ambiental e a recreação em contato com a natureza; e conhecimento e sua cultura, promovendo-as social e economicamente.

O Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC) é o conjunto das unidades existentes no estado do Paraná. O SEUC, referido na Lei Estadual nº 10.066/92 pela qual se criam a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e a entidade autárquica do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), e ratificado na Lei Florestal do Paraná nº 11.054/95, se integra com as demais áreas naturais protegidas, constituindo o Sistema Estadual da Biodiversidade (SEUC).

As unidades de conservação integrantes do SEUC dividem-se em dois grupos, com características específicas de manejo, seguindo a mesma classificação do sistema nacional: UC de Proteção Integral e UC de Uso Sustentável.

a) Unidades de Proteção Integral

O objetivo das Unidades de Proteção Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos na lei. O grupo das Unidades de Proteção Integral é composto pelas seguintes categorias de UC:

I. Estação Ecológica;
II. Reserva Biológica;
III. Parque Nacional (e Parque Estadual);
IV. Monumento Natural; e
V. Refúgio de Vida Silvestre

b) Unidades de Uso Sustentável

O objetivo das Unidades de Uso Sustentável é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável dos seus recursos naturais. No estado do Paraná as categorias de Unidades de Conservação e Áreas Especialmente Protegidas de Uso Sustentável são as seguintes:

VI. Área de Proteção Ambiental;
VII. Área de Relevante Interesse Ecológico;
VIII. Área de Especial de Interesse Turístico;
IX. Área Especial de Uso Regulamentado;
X. Floresta Estadual;

O órgão encarregado de organizar e manter o SEUC é o Instituto Ambiental do Paraná (IAP), que tem a responsabilidade de assegurar a preservação da diversidade e a integridade do patrimônio genético e, por meio de convênio, participar da administração das UC de domínio dos municípios ou da União, bem como incentivar e assistir as prefeituras municipais no tocante à implantação de bosques, parques, arborização urbana e repovoamento de lagos e rios.

O quadro a seguir inclui a definição e objetivos de cada categoria de UC contemplada no SEUC.

Quadro 21: Categorias de Unidades de Conservação dos Sistemas Nacional e Estadual de Unidades de Conservação

Categoria de UC	**Definição e objetivos**
Estação Ecológica (ESEC)	Tem como objetivo a **preservação da natureza** e a realização de **pesquisas científicas**, é de posse e domínio públicos. Nas EE é proibida a visitação pública, exceto com objetivo educacional, e a pesquisa científica depende de autorização prévia ao órgão responsável.
Reserva Biológica (REBIO)	Tem como objetivo a **preservação integral da biota** e demais **atributos naturais** existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais, excetuando-se as medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados e as ações de manejo necessárias para recuperar e preservar o equilíbrio natural, a diversidade biológica e os processos ecológicos naturais.
Parque Nacional (PARNA) / Parque Estadual (PE)	Tem como objetivo a **preservação de ecossistemas naturais** de grande **relevância ecológica e beleza cênica**, possibilitando a realização de **pesquisas científicas** e o desenvolvimento de atividades de **educação e interpretação** ambiental, de recreação em contato com a natureza, e de turismo ecológico. Esta categoria de UC passa a ser denominada Parque Estadual quando criadas na esfera administrativa estadual.
Monumento Natural (MN)	Tem como objetivo preservar **sítios naturais raros, singulares** ou de grande **beleza cênica**. Poder ser constituído por áreas **particulares**, desde que seja possível compatibilizar os objetivos da unidade com a utilização da terra e dos recursos naturais do local pelos proprietários.
Refúgio de Vida Silvestre (RVS)	Tem como objetivo proteger ambientes naturais assegurando condições para a **existência ou reprodução de espécies** ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória.
Área de Proteção Ambiental (APA)	As APA constituem áreas em geral extensas, com um certo grau de ocupação humana, dotadas de **atributos abióticos, bióticos,**

Categoria de UC	Definição e objetivos
	estéticos ou culturais especialmente importantes para a **qualidade de vida e o bem-estar** das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.
Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE)	As ARIE são áreas em geral, de **pequena extensão**, com pouca ou nenhuma ocupação humana, com características naturais extraordinárias ou que abriga exemplares raros da biota regional, e tem como objetivo **manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local**, e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibiliza-lo com os objetivos de conservação da natureza.
Área de Especial Interesse Turístico (AEIT)	Áreas com bens históricos ou culturais artísticos ou naturais, de importância às **atividades turísticas recreativas**, sobre as quais se estabelecem diretrizes de uso e ocupação, destinados à realização de planos e projetos de desenvolvimento turístico.
Área Especial de Uso Regulamentado (ARESUR)	Unidade de conservação de uso sustentável, própria do Paraná que tem como objetivo proteger e desenvolver as comunidades rurais e grupos indígenas e os modos de vida tradicionais que dependem dos recursos naturais.
Floresta Estadual (FLOE)	São áreas com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas, que têm como objetivo básico o **uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica**, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas.
Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN)	É uma **área privada**, gravada com perpetuidade, que tem o objetivo de **conservar a diversidade biológica**. Cabe aos órgãos ambientais, após verificar a existência de interesse público, firmar Termo de Compromisso com o proprietário, o qual é averbado à margem da inscrição no Registro Público de Imóveis.

Fonte: SEMA

Todas as UCs são criadas pelo Poder Público e devem dispor de um Plano de Manejo, o documento técnico mediante o qual, com o fundamento nos objetivos gerais de uma UC, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade.

O Plano de Manejo deve abranger a área da UC, sua zona de amortecimento e os corredores ecológicos, incluindo medidas com o fim de promover sua integração à vida econômica e social das comunidades vizinhas.

Além do Plano de Manejo, as UC de proteção integral e as UC de uso sustentável das categorias APA, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Desenvolvimento Sustentável, deverão dispor de um conselho, consultivo ou deliberativo, constituído por representantes de órgãos públicos, organizações da sociedade civil e, quando for o caso, das populações tradicionais residentes.

Nas UC são proibidas quaisquer alterações, atividades ou usos conflitantes com os seus objetivos, o seu Plano de Manejo e os seus regulamentos. O Conselho realizará as funções necessárias para a gestão da área de acordo com o Plano de Manejo.

4.8.2 Mapeamento e Diagnóstico das UC Públicas Federais, Estaduais e Municipais do Litoral do Paraná

No âmbito dos municípios que compõem o litoral de Paraná existem 44 Unidades de Conservação, das quais 12 são de âmbito Federal (uma ESEC, uma REBIO, quatro PARNA, um deles marinho, uma APA, uma Reserva Natural Particular, uma Reserva Ecológica Particular e três RPPN); 20 são de âmbito Estadual (duas ESEC, dez PE, uma delas fora do âmbito de abrangência do litoral mas incluída numa proposta de gestão integrada com outras UCs do litoral, duas APAs, uma AEIT, três Reservas Naturais Particulares e nove RPPN). Além disso, existem no litoral do Paraná doze Unidades de Conservação municipais (IAP, 2017; VEDOR DE PAULA *et al.,* 2018). Portanto, dentre as dez categorias

de UC estabelecidas pelo SNUC, no litoral do Paraná ocorrem cinco, sendo a ESEC e a REBIO as categorias mais restritivas, que têm por objetivo a preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas. No entanto, essas áreas recobrem 7,6 % das áreas protegidas do litoral do Paraná. A categoria mais representativa de proteção integral é a de Parque, sendo que os Parques recobrem até o 23,9% da superfície de áreas protegidas. As APA abrangem 65,1% e as Reservas Particulares, 3.4%.

O Quadro 22, a seguir, apresenta a lista de UCs dos âmbitos Federal e Estadual do litoral do Paraná, segundo nível de gestão e categoria de manejo (Proteção Integral ou Uso Sustentável), e nos mapas abaixo aparecem representados: (1) o território ocupado por UCs no litoral do Paraná, e (2) as UCs segundo nível de gestão. As UCs particulares e as municipais, são analisadas nos itens 4.8.5 e 4.8.6.

De todas as UCs incluídas na lista, algumas têm parte de sua área fora do âmbito do litoral, elas são: a APA Federal de Guaraqueçaba, a APA Estadual de Guaratuba, o Parque Estadual Pico do Marumbi, e a Área de Interesse Turístico do Marumbi. Além dessas UCs foi incluído no listado o Parque Estadual da Serra da Baitaca, com base no trabalho do Professor Eduardo Vedor de Paula (UFPR) e outros, no que realiza a avaliação do grau de implementação das UCs no Litoral do Paraná (Capítulo do libro Litoral do Paraná: Território e Perspectivas, Volume III: Dimensões de Desenvolvimento, publicado em julho de 2018). O Parque Estadual da Serra da Baitaca é uma UC que está fora da área de estudo do PDS, porém que a pesquisa do professor Vedor de Paula *et. al* inclui tal UC porque existe uma proposta de gestão integrada entre as UCs Estaduais existentes na Serra do Mar, à exemplo da estratégia adotada pelo ICMBio para o território do litoral norte, onde a APA de Guaraqueçaba, ESEC de Guaraqueçaba, REBIO Bom Jesus e, agora o Parque Nacional de Superagui, são geridos por uma mesma equipe, bem como em breve haverá integração dos conselhos destas UCs (VEDOR DE PAULA *et al.*, 2018).

Os municípios que apresentam uma porcentagem maior da sua área inserida em alguma categoria de UC são Guaraqueçaba e Guaratuba, com o 100% e o 98,3% respectivamente de seus territórios abrangidos por UC.

Quadro 22: Unidades de Conservação Federais e Estaduais do Litoral do Paraná segundo nível de gestão e categoria de manejo

UC	Nível de gestão	Categoria de manejo	Área (ha)	Municípios do litoral do Paraná envolvidos	Ano de criação	Plano de Manejo
ESEC de Guaraqueçaba	Federal	Proteção integral	4.370,15	Guaraqueçaba	1982, redelimitada em 1986 e 1997	Não
REBIO do Bom Jesus	Federal	Proteção integral	34.179,74	Antonina, Guaraqueçaba, Paranaguá	2012	Não
PARNA do Superagüi	Federal	Proteção integral	33.988,00	Guaraqueçaba	1989, ampliado em 1997	Não
PARNA de Saint Hilaire/Lange	Federal	Proteção integral	25.118,90	Guaratuba, Morretes, Matinhos e Paranaguá	2001	Não
PARNA de Guaricana	Federal	Proteção integral	49.286,47	Morretes, Guaratuba	2014	Não
APA de Guaraqueçaba*	Federal	Uso sustentável	282.444,02	Antonina, Guaraqueçaba, Paranaguá	1985, redelimitada em 1997	Sim
PARNA Marinho das Ilhas dos Currais	Federal	Uso sustentável	282.444,02	Pontal do Paraná	2013	Não
ESEC Ilha do Mel	Estadual	Proteção integral	2.240,69	Paranaguá	1982	Sim
ESEC de Guaraguaçu	Estadual	Proteção integral	1.150,00	Paranaguá	1992	Sim
PE Pico do Marumbi*	Estadual	Proteção integral	8.745,45	Morretes	1990, ampliado em 2007	Sim
PE do Boguaçu	Estadual	Proteção integral	6.660,64	Guaratuba	1998, ampliado em 2002	Não
PE Pico Paraná	Estadual	Proteção integral	4.333,83	Antonina	2002	Não

UC	Nível de gestão	Categoria de manejo	Área (ha)	Municípios do litoral do Paraná envolvidos	Ano de criação	Plano de Manejo
PE Serra da Baitaca**	Estadual	Proteção integral	3.053,21	Piraquara e Quatro Barras	2002	Sim
PE Roberto Ribas Lange	Estadual	Proteção integral	2.698,69	Antonina e Morretes	1994	Não
PE do Palmito	Estadual	Uso sustentável	1.782,44	Paranaguá	1998, ampliado e recate-gorizado em 2017	Não
PE da Graciosa	Estadual	Proteção integral	1,189,58	Morretes	1990	Não
PE do Pau Oco	Estadual	Proteção integral	905,58	Morretes	1994	Não
PE da Ilha do Mel	Estadual	Proteção integral	337,84	Paranaguá	2002	Sim
PE Rio da Onça	Estadual	Proteção integral	118,51	Matinhos	1981, recategorizado em 2012	Sim
APA Estadual de Guaraqueçaba	Estadual	Uso sustentável	191.595,50	Guaraqueçaba	1992	Não
APA Estadual de Guaratuba*	Estadual	Uso sustentável	199.596,51	Guaratuba, Morretes e Matinhos	1992	Sim
AEIT do Marumbi*	Estadual	Uso sustentável	66.732,99	Antonina, Morretes	1984	Sim

* Parte da área abrangida por estas UC pertence a municípios fora do âmbito do litoral do Paraná.
** Esta UC se encontra fora do âmbito do litoral do Paraná, no entanto, foi incluída na lista com base na pesquisa de Vedor de Paula et al. (2018) que defende uma proposta de gestão integrada das UCs inseridas na Serra do Mar.

Fonte: ICMBio, IAP

700000 720000 740000 760000 780000 800000

7240000 7220000 7200000 7180000 7160000 7140000

PARANÁ

SÃO PAULO

SANTA CATARINA

OCEANO ATLÂNTICO

BR 116

PR 405

PR 340

PR 410

PR 411

PR 409

PR 804

BR 277

PR 407

PR 508

PR 412

PR 808

BR 376

Áreas com Restrições Ambientais (Unidades de Conservação)

Legenda

- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Malha Ferroviária
- Perímetro Urbano
- Limite Municipal
- Massa de Água

Limite de Estados

- Paraná
- Santa Catarina
- São Paulo

Áreas de Estudo

- Território delimitado em Unidades de Conservação - 83%
- Território não delimitado em Unidades de Conservação - 17%

PLANO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO LITORAL DO PARANÁ

PDS_LITORAL

N

10 5 0 10 Km

DADOS TÉCNICOS:

MERIDIANO CENTRAL: 51° WGr
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 22S
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

FONTE DOS DADOS: RODOVIAS, FERROVIAS: PNLT (2017);
LIMITES MUNICIPAIS, MASSA DE ÁGUA: ITCG (2015, 2018);
NOME MUNICIPIOS, LIMITES ESTADUAIS: IBGE (2015, 2016);
RELEVO SOMBREADO, INPE (2011); PERÍMETRO, PARANACIDADE (2018).

DATA: MAIO - 18 **ESC.: 1:400.000**

Gestão das Unidades de Conservação

Legenda

- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Malha Ferroviária
- Área de Litígio
- Massa de Água
- Limite da Área de Estudo

Limite de Estados

- Paraná
- Santa Catarina
- São Paulo

Gestão das Unidades de Conservação

- Municipal
- Particular
- Estadual
- Federal

PLANO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO LITORAL DO PARANÁ

PDS_LITORAL

N

10 5 0 10 Km

DADOS TÉCNICOS:

MERIDIANO CENTRAL: 51° WGr
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 22S
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

FONTE DOS DADOS: RODOVIAS, FERROVIAS: PNLT (2017);
LIMITES MUNICIPAIS, MASSA DE ÁGUA: ITCG (2015, 2018);
NOME MUNICIPIOS, LIMITES ESTADUAIS: IBGE (2015, 2016);
RELEVO: INPE (2011); UNIDADES: PAULA, PIGOSSO, WROBLEWSKI (2018).

DATA: MAIO - 18 ESC.: 1:400.000

PARANÁ THE WORLD BANK BARCELONABRASILGROUP Mcrit hidria Quanta

Unidades de Conservação

1 - APA Estadual de Guaratuba
2 - AEIT do Marumbi
3 - Parque Municipal Rio Perequê
4 - RPPN Reserva da Pousada Graciosa
5 - Parque Estadual Pico do Paraná
6 - Parque Estadual Roberto Ribas Lange
7 - Parque Estadual do Pau Oco
8 - Parque Estadual da Graciosa
9 - Reserva Biológica Bom Jesus
10 - Reserva Natural das Águas
11 - Reserva Natural Guaricica
12 - Reserva Natural Papagaio-de-cara-roxa
13 - Parque Estadual do Boguaçu
14 - Reserva Natural Salto Morato
15 - Parque Nacional Guaricana
16 - RPPN Reserva Ecológica Sebuí
17 - Parque Nacional Marinho das Ilhas dos Currais
18 - Parque Nacional de Superagui
19 - APA Federal de Guaraqueçaba
20 - APA Estadual de Guaraqueçaba
21 - Parque Estadual Pico do Marumbi
23 - RPPN Vô Borges
24 - RPPN Encantadas
25 - RPPN Perna do Pirata
26 - Estação Ecológica Ilha do Mel
27 - Parque Estadual da Ilha do Mel
28 - RPPN Stio do Bananal
29 - Estação Ecológica de Guaraqueçaba
30 - Parque Municipal Natural da Lagoa do Parado
31 - Parque Municipal da Restinga
32 - Parque Municipal do Guará
33 - Parque Estadual Rio da Onça
34 - Parque Municipal da Ilha da Cotinga
35 - Parque Municipal Morro do Boi
36 - Parque Municipal do Tabuleiro
37 - Parque Municipal Morro do Sambaqui
38 - Parque Municipal de Sertãozinho
39 - Parque Municipal de Praia Grande
40 - Parque Municipal Ambiental Linear Emboguaçu
41 - Parque Nacional Saint Hilaire-Lange
42 - Parque Municipal Ilha do Valadares
43 - Parque Estadual do Palmito
44 - Estação Ecológica do Guaraguaçu

4.8.3 Manejo das UC e regulação fundiária

De todas as UC do litoral, só 10 têm Plano de Manejo aprovado, são: APA Federal de Guaraqueçaba (concluído em 1995); ESEC da Ilha do Mel (concluído em 1995, revisado em 2013), ESEC do Guaraguaçu (2005), AEIT do Marumbi (concluído em 1987, revisado em 2004, ainda sem homologar), FE Metropolitana (1988), PE Pico do Marumbi (1996), APA Estadual de Guaratuba (2006), PE Ilha do Mel (2013), PE do Rio Onça (2015), e PE Serra da Baitaca (2017) (IAP, 2018).

O Plano de Manejo dita as regras de uso das UC e delimita a área de abrangência para garantir a preservação do ecossistema, e assim é exigido pela legislação. Porém, mais da metade das UC do litoral do Paraná não dispõem desse documento.

A inexistência de um plano que regule os usos nas UC para garantir a sua conservação, faz que às pessoas que moram no entorno das UC, não tenham certeza do que podem e não podem fazer, tornando-se muito difícil para os conselhos gestores planejar adequadamente os investimentos que são necessários nas áreas.

Desde o ano 2000, em que é publicada a Lei que institui o SNUC, os planos passaram a ser exigidos em até cinco anos após a criação da unidade. Sendo que os Parques Nacionais Marinho das Ilhas dos Currais e Guaricana datam dos anos de 2013 e 2014, isso justifica, relativamente essa lacuna. A REBIO Bom Jesus, a APA e a ESEC de Guaraqueçaba estão em processo de elaboração conjunta de seu plano de manejo. O PARNA de Superagüi teve avanços consideráveis na construção de um plano de manejo, entretanto o processo de sua aprovação foi judicializado por ação motivada pelo Movimento dos Pescadores Artesanais do Litoral do Paraná (VEDOR DE PAULA *et al.*, 2018; SOLA PÉREZ, 2012).

As restantes UC criadas antes do 2011, já extrapolaram o prazo limite para a implantação dos planos de manejo.

O Governo estadual pretende regularizar a situação, e alguns trabalhos de campo, diagnóstico e zoneamento estão sendo feitos, alguns deles envolvendo as comunidades

locais, como no caso da Ilha de Superagüi. Também no caso do PE do Palmito, o Plano de Manejo está sendo elaborado. Porém, os processos sociais atrasam muitas vezes o processo de elaboração dos Planos de Manejo, embora sejam necessários para garantir uma gestão das áreas protegidas mais justa e participativa. Os documentos são muito extensos e requerem de um investimento de recursos muito elevado e uma alta dependência de assistências técnicas. Segundo Vedor de Paula *et al.* (2018) os cortes de orçamento do ICMBio acontecidos nos últimos anos, tem comprometido o trabalho dos conselhos gestores das unidades, fato que é reconhecido pelos próprios gestores. No entanto, os avanços apontam que nos próximos anos, serão finalizados e aprovados vários planos atualmente em andamento e a questão está sendo tratada de forma prioritária pelos conselhos gestores.

Entre as causas para a inexistência dos planos está a falta de regularização fundiária das áreas, o processo demorado para a própria execução do Plano e a atualização dos inventários ambientais, além dos custos, que podem superar o valor de R$ 200 mil por documento. Desde o ICMBio, os técnicos apontam à necessidade de simplificar os documentos dos Planos, focando os esforços no planejamento das ações necessárias para garantir a proteção e regular o uso público, procurando uma menor dependência de assistências externas e contribuindo assim para agilizar o processo.

Por outro lado, o fato de a maioria das UC terem sido criadas com anterioridade ao Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, que determina como o estudo deve ser realizado, exige que muitos planos sejam revisados. Alguns já foram recentemente atualizados, como o Plano de Manejo da ESEC Ilha do Mel, atualizado em 2012, incluindo informações específicas sobre aspectos exigidos pela nova Lei, como a caracterização dos corredores ecológicos.

Na esfera Estadual, os gestores responsáveis pelas unidades não possuem equipe de analistas de suporte, ou um analista ambiental responsável pela unidade. Na maioria dos casos, os gestores são responsáveis por mais de uma unidade seguindo uma lógica espacial para o agrupamento das UC. As Reservas Particulares que possuem plano de

manejo e equipe de gestão são aquelas geridas pela Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem (SPVS) ou pela Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza (FGB), pertencentes ao setor terciário.

A questão da definição da propriedade ou direito de uso de terras sobre as quais se assentam as UC frequentemente gera conflitos. Conforme dispõe a Lei Federal nº 9.985/2000, as UC são categorizadas com objetivo de preservação. De acordo com cada categoria, é estabelecido se a UC deve ser constituída por áreas de posse e domínio público, particulares ou ambos. Para algumas categorias, é obrigatório que essas unidades sejam de domínio público e, por isso, as áreas particulares no seu interior devem ser adquiridas pelo Estado, e incorporadas ao patrimônio público. Essa característica envolve a desapropriação de imóveis rurais particulares, indenizações e obtenção pelo órgão responsável pela área da licença para geri-las. No caso das UC federais esse órgão é o ICMBio, para as unidades estaduais e municipais, o órgão estadual de meio ambiente, que no caso do Paraná é o IAP, de acordo com os objetivos apontados no Decreto 1.502 de 4 de agosto de 1992.

Segundo dados do ICMBio ainda existem muitas UC com processos de regularização fundiária sem finalizar. Conforme o diagnóstico realizado por Vedor de Paula *et al.* (2018), 17 unidades do total de UC do litoral apresentam-se regularizadas (considerando também as Reservas Particulares), outras sete apresentam mais de 50% de seu território regularizado. Entretanto, sete UC têm percentuais inferiores a 50%, figurando nesse grupo as quatro maiores unidades de proteção integral da região que somam 75% do território do litoral coberto por UC de proteção integral. Os conselhos gestores das UC visam a integração do processo de gestão das unidades com o objetivo de otimizar os recursos e as ações a desenvolver em cada uma delas. Nesse sentido, o Mosaico Lagamar (reconhecido por Portaria MMA nº 150, de 8 de maio de 2006), por meio de seu conselho gestor está contribuindo para esse papel integrador que permita melhorar a efetividade na gestão.

Desde os grupos sociais, representantes das comunidades indígenas e tradicionais, existe a percepção de que os direitos das suas populações são ignorados pelo poder público. No caso das UC de uso sustentável de domínio público, as populações que lá habitam podem obter uma Cessão de Direito Real de Uso (CDRU), que regulariza o uso da terra e o direito de moradia de acordo com o plano de uso.

Como já apontado anteriormente, a criação de espaços protegidos sem a consequente aplicação das restrições e normas de manejo adequadas à consecução dos fins pretendidos não serve para garantir a proteção. Ademais, a adequação da titularidade da área à categoria de UC –inclusive com a desapropriação e indenização nos casos de UC de domínio público– proporciona a distribuição equitativa dos custos da proteção ambiental, como também atrai o apoio da população local para a consecução dos fins pretendidos, evitando conflitos futuros com a conservação (OLIVEIRA, 2010).

A análise da regularização fundiária das UC pode ser dividida em dois momentos: as UC criadas antes da lei 9.985/2000 e as UC instituídas na vigência da Lei do SNUC, que explicitou a titularidade das áreas para cada categoria de UC. Diferentes autores de estudos recentes sobre a situação fundiária apontam que no momento da instituição da UC de domínio público deve ser exigido do poder público a prévia desapropriação das áreas privadas abrangidas e, se tal não for possível, pelo menos o planejamento da forma e prazo em que serão adquiridos os imóveis. Nesse sentido, a articulação entre os órgãos técnicos, ambientais e fundiários e os órgãos jurídicos deve ser estimulada para que se evitem problemas na implementação das UC.

O quadro a seguir aponta a situação da regularização fundiária das UC do litoral do Paraná juntamente com outros valores de interesse relacionados, com base nas informações do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC) e nas informações fornecidas pelos próprios gestores das áreas.

Quadro 23: Informações sobre a gestão e valores das UC do litoral do Paraná

UC	Órgão Gestor	Conselho gestor	Regulação Fundiária (% regularizado público/privado)	Ecossistemas	Presença humana	Ameaças
EE de Guaraqueçaba	ICMBio	Sim	100 % regularizada por ser em área de mangue exclusivamente	Bioma marinho, Manguezal	Não permanente. Com uso por populações tradicionais e não tradicionais (pesca, coleta de caranguejo)	Atividade portuária, dragagens, pesca e coleta ilegal, supressão vegetal e aterramento do terreno.
RB do Bom Jesus	ICMBio	Não possui	Parcialmente regularizado. 7% área da União, 93% de titularidade particular ou desconhecida.	Mata Atlântica (floresta ombrófila densa e formações pioneiras	Sim, em áreas marginais da unidade.	Exploração madeireira e não madeireira, caça, conversão do solo para fins de agricultura
PN do Superagüi	ICMBio	Sim	Feito levantamento de demarcação, parcialmente regularizado (entre 25-50%)	Manguezais, restinga e Mata Atlântica (Floresta ombrófila densa)	Sim, incluídas comunidades tradicionais	Coleta de madeira
PN de Saint Hilaire/Lange	ICMBio	Sim	Feito levantamento de demarcação, parcialmente regularizado (entre 25-50%)	Mata Atlântica (Floresta Ombrófila Submontana, Floresta Ombrófila Densa Montana e Floresta Ombrófila Densa Altomontana)	Sim	Uso de agrotóxicos, plantios irregulares, drenagem de várzeas, desmatamentos e mineração.
PN de Guaricana	Federal	Não possui	Não regularizado, 10% área devoluta, 20% área da União, 10% área do Estado,	Mata Atlântica	Não ocupada	Caça, roubo de palmito-juçara e ampliação dos

UC	Órgão Gestor	Conselho gestor	Regulação Fundiária (% regularizado público/privado)	Ecossistemas	Presença humana	Ameaças
			50% Particular, 10% área desconhecida			plantios de banana e arroz.
APA de Guaraqueçaba	ICMBio	Sim	Não se aplica à categoria de UC	Mata Atlântica, manguezal, ambiente marinho-costeiro	Previsto em Lei. Sim, incluídas comunidades tradicionais, indígenas e quilombolas	Exploração madeireira e não madeireira irregulares, caça, conversão irregular do solo para fins de agricultura, poluição de corpos hídricos, atividade portuária, dragagens.
PN Marinho das Ilhas dos Currais	Federal	Não possui	Regularizado em mais do 75%	Ecossistemas marinhos	Não	Tráfego marinho, pesca e mergulho. Área de cria de aves.
EE Ilha do Mel	IAP	Não possui	Regularizado em mais do 75%	Ambientes naturais de praia, costões rochosos, importantes remanescentes da Floresta Ombrófila Densa Submontana e de Terras baixas associada à Floresta de Restinga.	Sim, comunidades tradicionais e indígenas. Prioriza a preservação e a pesquisa científica, sendo que a visitação pública só será permitida mediante a autorização do IAP e com fins educativos.	Erosão e perda da qualidade da água
EE de Guaraguaçu	IAP	Não possui	Regularizado em mais do 75%	Áreas de restinga, de manguezal, de marismas, além de possuir uma das últimas áreas do	A categoria de manejo desta UC não permite visitas com finalidade turística, a pesquisa é a principal	Caça; pesca; extração de recursos florestais (palmito); caminhos; terrenos de marinha; intensidade e velocidade

UC	Órgão Gestor	Conselho gestor	Regulação Fundiária (% regularizado público/privado)	Ecossistemas	Presença humana	Ameaças
				litoral paranaense de Floresta Ombrófila Densa na formação de Terras Baixas bem preservada	atividade desenvolvida, além do monitoramento da qualidade ambiental da área.	de tráfego no rio Guaraguaçu.
PE Pico do Marumbi	IAP	Não possui	Parcialmente regularizado (entre o 25-50%)	Mata Atlântica	Sim	Uso recreativo, poluição e fragmentação de hábitats
PE do Boguaçu	IAP	Não possui	Parcialmente regularizado (entre o 25-50%)	Manguezais, restingas, mata atlântica e restos arqueológicos (sambaquis)	Sim	Falta de fiscalização
PE Pico Paraná	IAP	Não possui	Regularizado em mais do 75%	Mata Atlântica (Floresta ombrófila densa, Alto-Montana)	Não	Espécies ameaçadas de extinção e sensíveis (ex.: onça pintada, suçuarana).
PE Serra da Baitaca	IAP	Sim	Parcialmente regularizado (entre o 25-50%)	Mata Atlântica (Floresta ombrófila densa, Alto-Montana)	Sem informação	Espécies ameaçadas sensíveis (ex.: sapinho dourado)
PE Roberto Ribas Lange	IAP	Não possui	Regularizado em mais do 75%	Mata Atlântica	Sem informação	Uso recreativo, poluição e fragmentação de hábitats
PE do Palmito	IAP	Sem informa-ção	Regularizado em mais do 75%	Matas Atlântica (floresta ombrófila densa de terras baixas, restingas e mangues)	Sim, incluindo comunidades tradicionais	Desmatamento

UC	Órgão Gestor	Conselho gestor	Regulação Fundiária (% regularizado público/privado)	Ecossistemas	Presença humana	Ameaças
PE da Graciosa	IAP	Não possui	Regularizado em mais do 75%	Mata Atlântica	Sem informação	Desmatamento, queimadas e mineração industrial
PE do Pau-Oco	IAP	Não possui	Regularizado em mais do 75%	Mata Atlântica	Sem informação	Lixo, poluição, desmatamento, queimadas e mineração
PE da Ilha do Mel	IAP	Não possui	Regularizado em mais do 75%	Mata Atlântica, cachoeiras, rios, sítios arqueológicos	Sim, comunidades tradicionais e indígenas. Além da preservação permite a visitação pública, educação ambiental, lazer de forma conscientizada e ordenado e a pesquisa científica	Erosão e perda da qualidade da água
PE Rio da Onça	IAP	Não possui	Regularizado em mais do 75%	Mata Atlântica (Floresta ombrófila densa)	Sim	Espécies sensíveis à presença humana
APA Estadual de Guaraqueçaba	IAP	Não possui	Não se aplica à categoria de UC	Mata Atlântica	Sim, incluindo comunidades tradicionais	Desmatamento, queimadas, mineração industrial
APA Estadual de Guaratuba	IAP	Não possui	Não se aplica à categoria de UC	Mata Atlântica, manguezais e sítios arqueológicos	Sim	Desmatamento, queimadas, mineração

UC	Órgão Gestor	Conselho gestor	Regulação Fundiária (% regularizado público/privado)	Ecossistemas	Presença humana	Ameaças
AEIT do Marumbi	IAP	Não possui	Não se aplica à categoria de UC	Mata Atlântica	Sim	Uso recreativo, poluição e fragmentação de hábitats

Fontes: ICMBio, IAP (comunicação direta, 2018); VEDOR DE PAULA *et al.,* 2018

Como se pode comprovar, são apenas três UC que têm parcialmente regularizada a questão fundiária. No entanto, a instituição formal da UC sem resolver a questão fundiária não garante a proteção da área, que exige a efetiva aplicação de restrições e normas pertinentes, entre as quais as que são relativas ao uso e domínio do espaço. Por isso a regularização fundiária figura entre as primeiras dificuldades a serem vencidas na implantação das UC.

A aprovação da Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que institui o Programa de Regularização Ambiental e cria o Cadastro Ambiental Rural (CAR), uma ferramenta que pode facilitar a identificação dos imóveis abrangidos pelas UC e o planejamento da forma e prazo de aquisição para a efetiva integração ao patrimônio público.

Com relação ao custo do processo de regularização fundiária, Oliveira (2010) conclui que os gestores das UC devem procurar a diversificação das fontes de financiamento, evitando a dependência exclusiva dos recursos públicos. Nesse sentido, novos esforços realizados pelo Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (FUNBIO), em parceria com a ONG The Nature Conservancy para UC do cerrado, deram como resultado a classificação das fontes de financiamento, em grupos, em decorrência da dificuldade de os recursos arrecadados chegarem a seu destino final e cumprirem sua finalidade. No relatório foram identificadas as seguintes opções:

a) Orçamento público federal:
   - Tesouro Nacional.
   - Compensação de petróleo e gás.
   - Taxas pelo exercício de polícia.
   - Recursos não-financeiros diretamente arrecadados (cobrança de ingressos por visitas às UC, incentivos à concessão de serviços, expansão das concessões florestais, maior efetividade na cobrança de multas administrativas, licenças e autorizações de usos, etc.)

b) Fontes extraorçamentarias:

- Doações.
- Compensações ambientais por projetos de desenvolvimento (exemplo: expansão de atividades portuárias, empreendimentos industriais, ocupação do solo, etc.).
- Fundos localizados (estaduais, municipais e privados).
- Repasses diretos de empresas a título de compensação a recursos voluntários.

Outro importante instrumento para a gestão das UC, também influenciado no ordenamento do território, é a delimitação das Zonas de amortecimento (ZA). Segundo o SNUC, a ZA é o entorno de uma unidade de conservação onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade.

O processo de delimitação da ZA, segundo Vedor de Paula *et al.* (2018) envolve a delimitação geográfica de uma "faixa de transição entre a unidade e áreas não protegidas no seu entorno", limitando os tipos de uso nessa faixa. Segundo o diagnóstico dos autores, apenas quatro unidades a possuem. Uma delas é a ESEC do Guaraguaçu, sobre a qual foi delimitada, segundo Vedor de Paula, "arbitrariamente" a Zona Especial Portuária, aprovada no Plano Diretor de Pontal do Paraná (UFPR, 2015). De fato, o SNUC cita, no Art. 49: "a zona de amortecimento das unidades de conservação, uma vez definida formalmente, não pode ser transformada em zona urbana". As restantes UC com zona de amortecimento são a ESEC e PE da Ilha do Mel e o PE do Rio da Onça. O mapa na página a seguir mostra as Zonas de Amortecimento dessas UCs.

Zona de Amortecimentos das Unidades de Conservação

Legenda

- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Malha Ferroviária
- Malha Urbana
- Área de Litígio
- Massa de Água
- Limite da Área de Estudo

Limite de Estados

- Paraná
- Santa Catarina
- São Paulo

Unidades de Conservação

- Estação Ecológica Ilha do Mel
- Parque Estadual da Ilha do Mel
- Estação Ecológica do Guaraguaçu
- Parque Estadual Rio da Onça
- Zonas de Amortecimento

PLANO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO LITORAL DO PARANÁ

PDS_LITORAL

N

10 5 0 10 Km

DADOS TÉCNICOS:

MERIDIANO CENTRAL: 51° WGr
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 22S
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

FONTE DOS DADOS: RODOVIAS, FERROVIAS: PNLT (2017);
LIMITES MUNICIPAIS, MASSA DE ÁGUA: ITCG (2015, 2018);
NOME MUNICIPIOS, LIM. EST.: IBGE (2015, 2016); RELEVO: INPE (2011);
U. C., AMORTECIMENTO: PAULA, PIGOSSO, WROBLEWSKI (2018).

DATA: MAIO - 18 ESC.: 1:400.000

4.8.4 Infraestrutura das Unidades de Conservação

Com relação à infraestrutura disponível nas UC, apenas existem informações sistematizadas sobre os equipamentos das UC federais. Com relação a estas UCs, a maioria tem infraestrutura para a comunicação, o transporte e estacionamento de veículos, e a distribuição de energia. Outras infraestruturas como o saneamento, tem ainda que ser melhoradas ou implementadas em algumas UC e a maioria não tem suficiente infraestrutura para o atendimento a emergências.

No que diz respeito das UCs estaduais todas as UCs possuem um telefone de contato. Quanto a outras infraestruturas de comunicação são poucas as UCs que tem aceso a internet, entre elas, a EE da Ilha do Mel, o PE Rio da Onça, a APA de Guaraqueçaba, a APA de Guaratuba e AEIT do Marumbi. Com relação a outras benfeitorias, o PE Pico do Marumbi possui centro de visitantes, portaria e sede dentro dos limites da UC, também o PE do Palmito e o PE Rio da Onça possuem centros de visitantes. Nenhuma UC estadual tem outros serviços para o visitante além dos mencionados. As três UCs mencionadas anteriormente com centro de visitantes também têm meios de transporte próprios e subministro de energia da rede e banheiros. Quanto aos serviços de emergências, somente a AEIT do Marumbi possui serviços de atendimento (comunicação direta do IAP, 2018).

O quadro a seguir resume a situação da implementação das infraestruturas por tipologia, de acordo com o cadastro nacional de UC e as informações fornecidas pelos gestores das UC federais (comunicação direta com os gestores da ICMBio, 2018).

Quadro 24: Informações sobre as infraestruturas das UC federais do litoral do Paraná

INFRA-ESTRUTURA	EE de Guaraqueçaba	PN Marinho das Ilhas dos Currais	RB do Bom Jesus	PN do Superagüi	PN de Saint Hilaire/Lange	PN de Guaricana	APA de Guaraqueçaba
Comunicação							
Telefone	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Internet	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Sistema de rádio	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Sinal de telefonia celular	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Não
Computadores	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Benfeitorias							
Portaria	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Centro de visitantes	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
Sede no limite da UC	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Sim
Guarita	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Mirante	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Abrigo	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Alojamento	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim
Camping	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não
Hotel / Pousada	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não
Lanchonete	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não
Restaurante	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não
Estacionamento	Sim	Não	Não	Não	Não	Não	Não

INFRA-ESTRUTURA	EE de Guaraqueçaba	PN Marinho das Ilhas dos Currais	RB do Bom Jesus	PN do Superagüi	PN de Saint Hilaire/Lange	PN de Guaricana	APA de Guaraqueçaba
Laboratório	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Residência de funcionários	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não
Atracadouro	Não	Não	Não	Sim	Não	Não	Não
Meio de Transporte em Operação							
Veículos leves	Não	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não
Veículos de tração	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Veículos pesado	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Embarcação miúda	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim
Embarcação médio porte	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Motocicleta	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Energia		Não					
Energia da rede	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Sistema de energia renovável	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Gerador diesel/gasolina	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Voltagem	110	Não	110	110	110	110	110
Saneamento Básico		Não					
Possui banheiros	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não	Sim

INFRA-ESTRUTURA	EE de Guaraqueçaba	PN Marinho das Ilhas dos Currais	RB do Bom Jesus	PN do Superagüi	PN de Saint Hilaire/Lange	PN de Guaricana	APA de Guaraqueçaba
Tipo de abastecimento de água	Sistema público com água tratada	Não	Sistema público com água tratada	Sistema local com água sem tratamento	Não informado	Não informado	Sistema público com água tratada
Destinação do esgoto	Sistema de coleta pública	Não	Sistema de coleta pública	Fossa ou sumidouro	Não informado	Não informado	Sistema de coleta pública
Atendimento a Emergência	Não	Não	Não	Não informado	Não informado	Não informado	Não
Grupo de busca e salvamento	Não	Não	Não	Não informado	Não informado	Não informado	Não
Desfibrilador	Não	Não	Não	Não informado	Não informado	Não informado	Não
Soro antiofídico	Não	Não	Não	Não informado	Não informado	Não informado	Não
Ambulância	Não	Não	Não	Não informado	Não informado	Não informado	Não
Ambulatório	Não	Não	Não	Não informado	Não informado	Não informado	Não
Outro tipo de estrutura de emergência	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Outras							

INFRA-ESTRUTURA	EE de Guaraqueçaba	PN Marinho das Ilhas dos Currais	RB do Bom Jesus	PN do Superagüi	PN de Saint Hilaire/Lange	PN de Guaricana	APA de Guaraqueçaba
	Não	Não	Não	Não informado	Não informado	Não informado	Não

Fonte: Os autores.

No caso das UC estaduais, no cadastro nacional as informações são desatualizadas e muitas UC não tem plano de manejo com lista dos equipamentos. No entanto, foi comprovado que a maioria das UC estaduais tem infraestrutura básica de comunicação via telefone e internet, e sede física, em muitos casos compartilhada por mais de uma UC, como a ESEC de Guaraguaçu, que tem a sua sede na FE do Palmito. Além disso, muitas têm algum meio de transporte, como veículo leve. As UC abertas à visitação pública têm algum tipo de alojamento ou zona de camping, bem como trilhas, em algum caso sinalizadas. Os sistemas de saneamento são limitados em muitos casos, e também os serviços de emergências. O PE Pico do Marumbi tem a Sede do Corpo de Socorro em Montanha (COSMO) disponível para atendimento em casos de emergências. A AEIT do Marumbi também tem um grupo de salvamento e conta com veículos leves e de tração, banheiros e fossa para o esgoto.

4.8.5 As UC Privadas (RPPN) Federais e Estaduais do Litoral do Paraná

A figura das Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) foi criada como proposta do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais - IBAMA, a partir do Decreto Federal nº 98.914 de 31 de janeiro de 1990, substituído posteriormente pelo Decreto nº 1.922, de 05/06/1996, devido à necessidade de estabelecer um mecanismo definido para a regulamentação das áreas protegidas privadas. Com a publicação da lei nº 9.985/2000, que instituiu o SNUC, as RPPN passaram a ser uma categoria de Unidade de Conservação dentro do grupo de uso sustentável do Sistema Nacional.

Atualmente o Estado do Paraná conta com 259 RPPN cadastradas e averbadas em caráter perpétuo, conforme determina o Decreto Federal 5.746 de 05 de abril de 2006 e o Decreto Estadual 1.529 de 02 de outubro de 2007. Em total as RPPN do Estado somam mais de 54 mil hectares de áreas protegidas, distribuídas por 98 municípios.

As áreas destinadas a ser transformadas em RPPN devem possuir relevante importância para a conservação da biodiversidade e dos atributos naturais, destacando-se pelos valores paisagísticos, por abrigar espécies da fauna ou flora raras, endêmicas ou ameaçadas de extinção, ou por ser justificada a sua recuperação devido a sua importância para a preservação dos ecossistemas naturais da região.

As Reservas Particulares são declaradas por ato voluntário do proprietário, que não recebe nenhum recurso financeiro pela criação da RPPN. O benefício financeiro ocorre após a inscrição da área para o recebimento de recursos provenientes do ICMS Ecológico, instrumento tributário previsto na CF, destinado à concessão de benefícios fiscais relativos à preservação do meio ambiente e dos recursos naturais.

No litoral do Paraná existem cinco RPPN federais e cinco RPPN estaduais. A maior RPPN de âmbito estadual se encontra no município de Antonina, a RPPN Reserva Natural Rio Cachoeira, com 4.294,88 ha. O proprietário com mais RPPN criadas é a Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS), com sete RPPN localizadas na região litoral do Paraná, nos municípios de Guaraqueçaba, Antonina e Morretes, sendo: RPPN Estadual Reserva Natural Morro da Mina, RPPN Estadual RN Águas Belas, RPPN Estadual RN do Rio Cachoeira, RPPN Estadual RN Serra do Itaqui, RPPN RN Fazenda Santa Maria e RPPN RN Serra do Itaqui II (IAP, 2017).

Antonina, com 6.537,54 ha, e Guaraqueçaba, com 6.123,63 ha, são os dois municípios com maior área de RPPN criada (IAP, 2017). O quadro a seguir mostra a listagem de RPPNs federais e estaduais do litoral do Paraná.

Quadro 25: Listagem de Unidades de Conservação Particulares do Litoral do Paraná.

UCs Particulares	Nível de gestão	Categoria de manejo	Área (há)	Municípios	Ano de criação	Plano de Manejo
Reserva Natural Salto Morato	Federal	Uso sustentável	819,18	Guaraqueçaba	1994	Sim
Reserva Ecológica de Sebuí	Federal	Uso sustentável	400,78	Guaraqueçaba	2000	Não
RPPN Sítio Bananal	Federal	Uso sustentável	28,84	Morretes	2000	Não
RPPN Perna do Pirata	Federal	Uso sustentável	18,55	Morretes	2010	Sim
RPPN Pousada Graciosa	Federal	Uso sustentável	17,33	Morretes	2011	Não
Reserva Natural da Guaricica	Estadual	Uso sustentável	8.847,80	Antonina	Formada por duas RPPNs: Águas Belas (portaria num. 184 de 2 de setembro de 2004) e Rio Cachoeira (portaria num. 159 de 30 de agosto de 2007).	Planos das Reservas de Águas Belas e Cachoeira publicados (SPVS), pendente de elaboração de Plano Integrado da Reserva

RPPN	Nível de gestão	Categoria de manejo	Área (há)	Municípios	Ano de criação	Plano de Manejo
Reserva Natural Papagaio-de-cara-roxa	Estadual	Uso sustentável	6.702,10	Guaraqueçaba	Formada por três RPPNs: Serra do Itaqui (portaria num. 157 de 30 de agosto de 2007), Serra do Itaqui I (portaria num. 160 de 30 de agosto de 2007), e Itaqui II 8 portaria num. 59 de 30 de março de 2011)	Planos das Reservas da Serra do Itaqui, Itaqui I e Itaqui II publicados (SPVS), pendente de elaboração do Plano de Manejo Integrado da reserva
Reserva Natural das Águas	Estadual	Uso sustentável	3.426,60	Antonina e Guaraqueçaba	Formada por duas RPPN: Reserva Natural Morro da Mina (portaria num. 46 do 7 de abril de 2003), e Fazenda de Santa Maria (portaria 58 do 30 de março de 2011)	Planos das Reservas do Morro da Mina e da Fazenda de Santa Maria publicados (SPVS), pendente de elaboração do Plano de Manejo Integrado da reserva
RPPN Vô Borges	Estadual	Uso sustentável	21,50	Morretes	2007	Não
RPPN das Encantadas	Estadual	Uso sustentável	18,33	Antonina	2017	Não

Fonte: IAP, 2017, VEDOR DE PAULA *et al.,* 2018

O órgão encarregado da gestão das RPPN federais é o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), vinculado ao Ministério do Meio Ambiente (Lei nº 11.516 de 28/08/2007). Para a gestão dessas áreas o ICMBio criou um Sistema Informatizado de Monitoria de RPPN, dividido em três módulos – Criação, Plano de Manejo e Monitoria – que servem como orientação aos proprietários para solicitar a inclusão de uma área no sistema, incluída a documentação necessária para a avaliação da solicitação.

Uma vez criada uma RPPN, o proprietário ou proprietários da área devem elaborar o Plano de Manejo com o objetivo de ordenar as ações de forma coordenada para fazer frente aos desafios da gestão da área protegida.

A elaboração dos Planos de Manejo das RPPN consolida a parceria entre o poder público e os proprietários no processo de gestão das áreas protegidas de domínio particular. Uma gestão adequada das RPPN requer de um respaldo legal, mas também de um conhecimento técnico e de viabilidade econômica para garantir o desenvolvimento dos programas. Com a finalidade de facilitar o processo de elaboração dos Planos de Manejo, o IAP publicou um Roteiro Metodológico (IAP, 2009) que norteia o rumo a seguir para que a parceria entre o Estado e o proprietário se concretize em ações de conservação efetivas.

Dependendo do objetivo essencial da criação da RPPN e o estado de conservação, existem diferentes modelos de Planos de Manejo definidos conforme os tipos de atividades a serem realizadas na área. Assim, se a área está em bom estado de conservação com presença de remanescentes de vegetação nativa em estágio avançado da sucessão, sem grandes clareiras ou áreas degradadas, o objetivo essencial será de proteção dos valores naturais, podendo desenvolver atividades de pesquisa científica e restauração eventuais. Se na área pretende-se desenvolver pesquisas científicas com fins conservacionistas, de educação, treinamento, capacitação ou restauro ambiental, essas atividades devem ser contempladas no Plano de Manejo especificando os recursos e responsáveis para execução.

No caso de que na área, além das atividades anteriores, se pretenda permitir o uso público para o turismo sustentável e a recreação, o plano de manejo necessitará de estudos mais aprofundados – como estudos de capacidade carga turística e inventários atualizados dos ecossistemas e espécies presentes e o seu estado de conservação – que garantam que as atividades causem o mínimo impacto possível aos recursos naturais, sendo que esses estudos deverão estar fundamentados em dados primários.

Segundo o modelo de Plano de Manejo requerido, os conteúdos a desenvolver são diferentes. De forma sintética, os conteúdos mínimos dos Planos de Manejo das RPPN incluem: descrição de aspectos gerais que caracterizem a área, legislação, zoneamento, mapeamento, programas de manejo (proteção, fiscalização, monitoramento, administração, sustentabilidade econômica, restauração ambiental e, se existe demanda, das atividades de pesquisa, de comunicação e as medidas de controle do uso público).

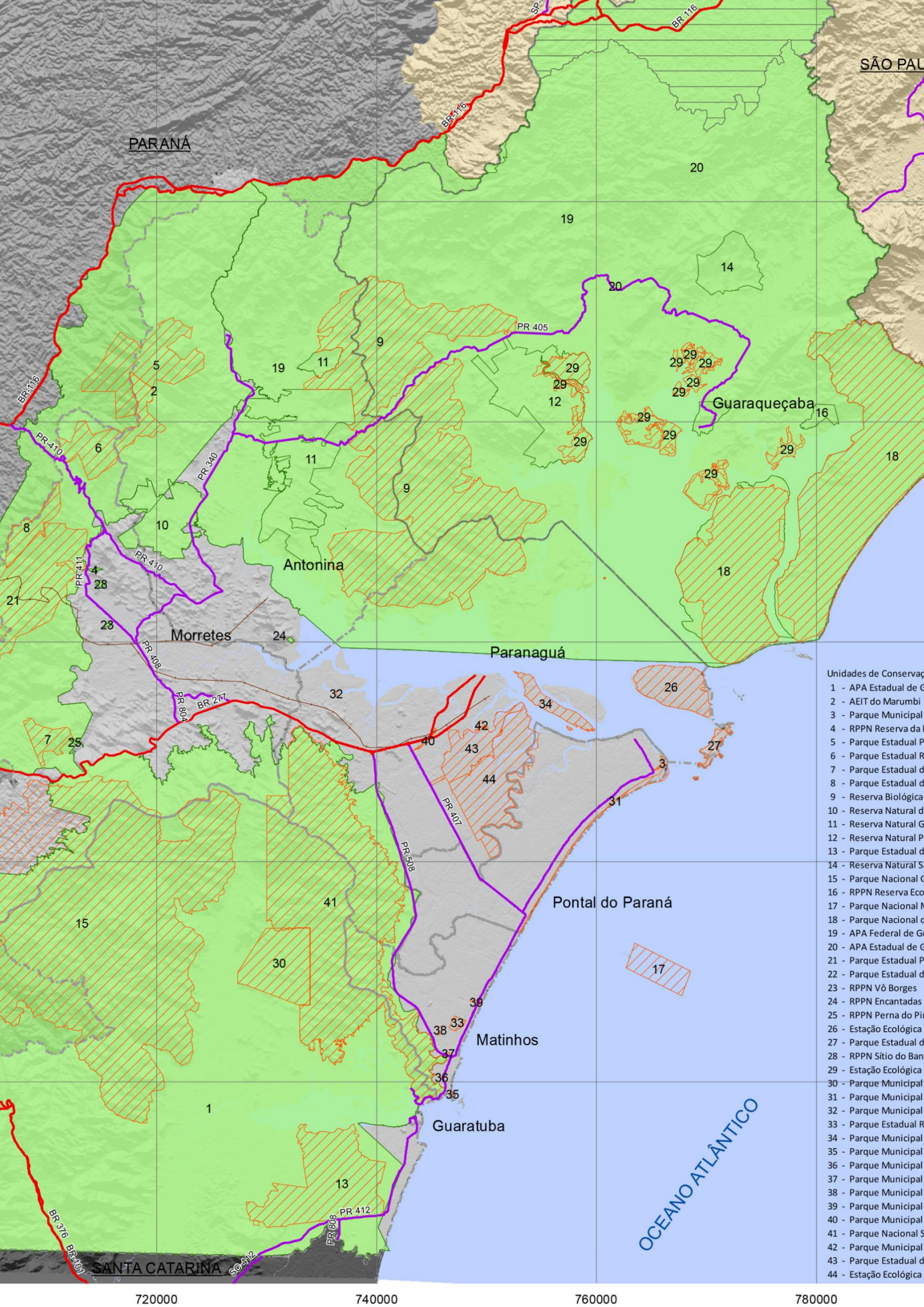
Atualmente dispõem de Planos de Manejo as RPPN: Reserva Natural Salto Morato, Reserva Perna do Pirata, Reserva Natural Serra do Itaqui e Serra do Itaqui I, Reserva Natural Morro da Mina e Santa Maria, e Rio Cachoeira e Águas Belas.

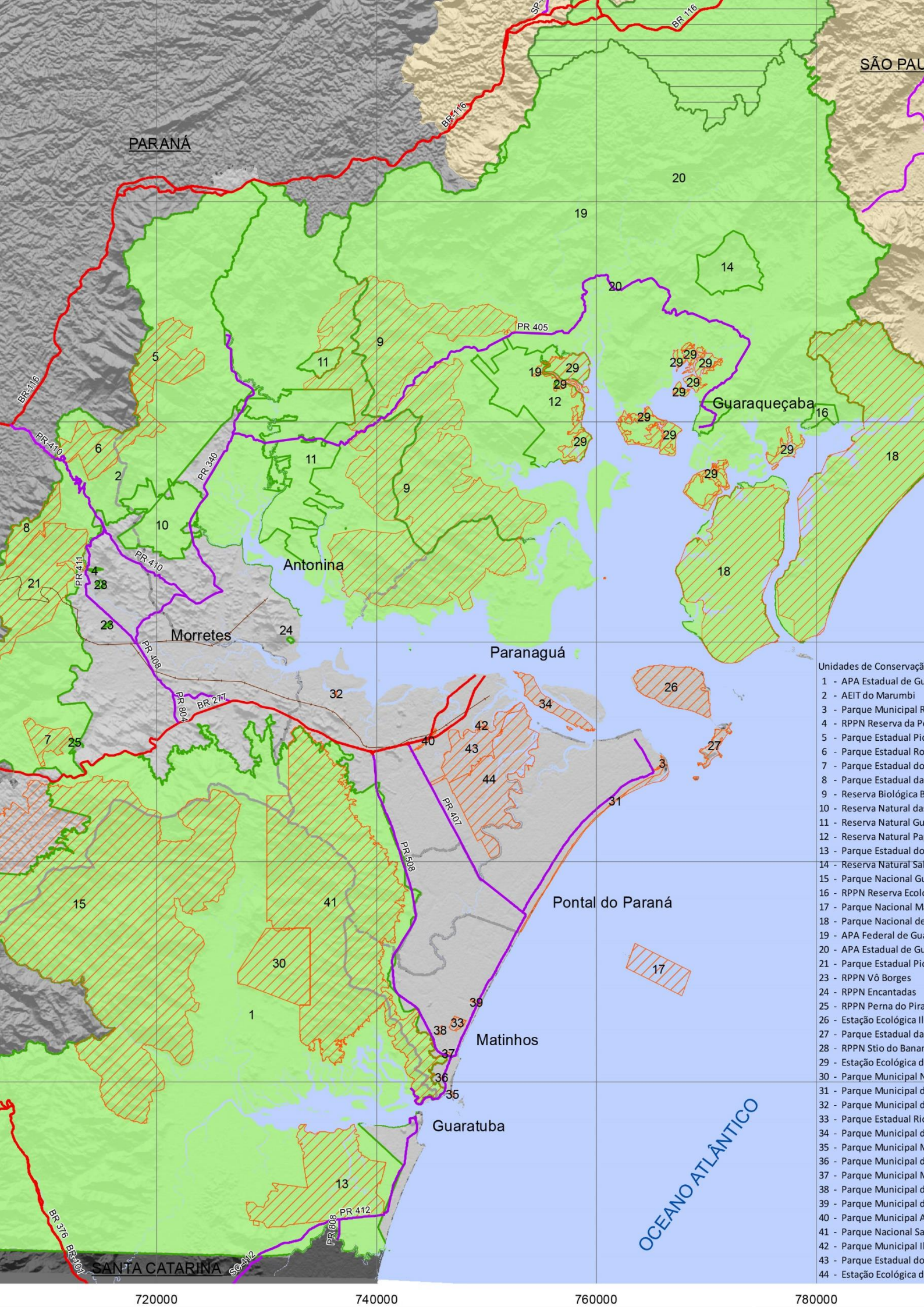
Quadro 26: Reservas Particulares do Patrimônio Natural com Plano de Manejo publicado

Plano de Manejo	Objetivos da área	Uso público/visitação permitida?
PM da RPPN Perna do Pirata, fevereiro 2016	• Proteção da biota; • Ampliação da área protegida; • Pesquisa científica; • Educação e comunicação ambiental.	Não, mais há interesse em desenvolver visitas turísticas.
PM da RPPN Reserva Natural Salto Morato, 2011	• Conservação da diversidade biológica (mata atlântica); • Pesquisa científica; • Educação e interpretação ambiental; • Recreação e turismo ecológico.	Sim, existe uma zona específica para a visitação pública e o contato com a natureza e atividades de ecoturismo, turismo cientifico e educação.
PM RPPN Rio Cachoeira e Águas Belas (Atualmente incluídas na Reserva Natural Guaricica)	• Geração de benefícios de carbono; • Proteção e restauração da biodiversidade e a funcionalidade ecológica dos ecossistemas naturais; • Desenvolvimento de projeto piloto de base científica; • Melhoria da qualidade de vida local; • Apoio ao desenvolvimento econômico sustentável. • Melhora da conscientização ambiental na região.	Sim, existe zona específica, permitindo o desenvolvimento de infraestruturas que melhorem o uso público para ecoturismo, turismo científico, recreação e educação ambiental.
PM RPPN Morro da Mina e Santa Maria (Atualmente incluídas na Reserva Natural das Águas)	• Geração de benefícios de carbono; • Proteção e restauração da biodiversidade e a	Ainda são restritas sendo realizadas através de visitas técnicas de pequenos grupos e ações de educação

Plano de Manejo	Objetivos da área	Uso público/visitação permitida?
	funcionalidade ecológica dos ecossistemas naturais; • Desenvolvimento de projeto piloto de base científica; • Melhoria da qualidade de vida local; • Apoio ao desenvolvimento econômico sustentável. • Melhora da conscientização ambiental na região.	ambiental. O plano de manejo inclui ações para definir o potencial de visitação e a integração de roteiros turísticos.
PM Serra do Itaqui, Itaqui I e Itaqui II (Atualmente incluídas na Reserva Natural Papagaio-de-cara-roxa)	• Restauração de áreas degradadas por pastagem de búfalo na Floresta Atlântica; • Desenvolvimento de modelo de restauração da Mata Atlântica. • Desenvolvimento de Modelo de Manejo de UC. • Proteção de espécies de fauna e flora ameaçadas. • Proteção dos ecossistemas naturais; • Pesquisa científica; • Educação ambiental, • Ecoturismo; • Desenvolvimento socioeconômico da região, • Capacitação técnica; • Ordenação do uso e ocupação do solo.	São permitidas somente a pesquisa científica e a visitação com objetivos turísticos, recreativos e educacionais, para o que propõe criar um Plano específico de visitação para melhorar as infraestruturas, a sinalização e realizar o monitoramento das visitas.

Fonte: ICMBio, 2018


PARANÁ
SÃO PAU
SANTA CATARINA
OCEANO ATLÂNTICO
Antonina
Morretes
Paranaguá
Guaraqueçaba
Pontal do Paraná
Matinhos
Guaratuba
BR-116
BR-376
BR-101
PR 405
PR 410
PR 340
PR 411
PR 408
PR 804
BR 277
PR 407
PR 508
PR 412
PR 808
SC-412
720000
740000
760000
780000
Unidades de Conservaç
1 - APA Estadual de G
2 - AEIT do Marumbi
3 - Parque Municipal
4 - RPPN Reserva da
5 - Parque Estadual P
6 - Parque Estadual R
7 - Parque Estadual d
8 - Parque Estadual d
9 - Reserva Biológica
10 - Reserva Natural d
11 - Reserva Natural G
12 - Reserva Natural P
13 - Parque Estadual d
14 - Reserva Natural S
15 - Parque Nacional G
16 - RPPN Reserva Eco
17 - Parque Nacional M
18 - Parque Nacional d
19 - APA Federal de G
20 - APA Estadual de G
21 - Parque Estadual P
22 - Parque Estadual d
23 - RPPN Vô Borges
24 - RPPN Encantadas
25 - RPPN Perna do Pi
26 - Estação Ecológica
27 - Parque Estadual d
28 - RPPN Sítio do Ban
29 - Estação Ecológica
30 - Parque Municipal
31 - Parque Municipal
32 - Parque Municipal
33 - Parque Estadual R
34 - Parque Municipal
35 - Parque Municipal
36 - Parque Municipal
37 - Parque Municipal
38 - Parque Municipal
39 - Parque Municipal
40 - Parque Municipal
41 - Parque Nacional S
42 - Parque Municipal
43 - Parque Estadual d
44 - Estação Ecológica


PARANÁ
SÃO PAU
SANTA CATARINA
OCEANO ATLÂNTICO
Antonina
Morretes
Paranaguá
Guaraqueçaba
Pontal do Paraná
Matinhos
Guaratuba
BR-116
BR 116
PR 405
PR 410
PR 340
PR 411
PR 408
PR 804
BR 277
PR 407
PR 508
PR 412
PR 808
BR 376
BR-101
SC-412
720000
740000
760000
780000
Unidades de Conservaçã
1 - APA Estadual de Gu
2 - AEIT do Marumbi
3 - Parque Municipal R
4 - RPPN Reserva da P
5 - Parque Estadual Pic
6 - Parque Estadual Ro
7 - Parque Estadual do
8 - Parque Estadual da
9 - Reserva Biológica B
10 - Reserva Natural da
11 - Reserva Natural Gu
12 - Reserva Natural Pa
13 - Parque Estadual do
14 - Reserva Natural Sal
15 - Parque Nacional Gu
16 - RPPN Reserva Ecol
17 - Parque Nacional M
18 - Parque Nacional de
19 - APA Federal de Gua
20 - APA Estadual de Gu
21 - Parque Estadual Pic
23 - RPPN Vô Borges
24 - RPPN Encantadas
25 - RPPN Perna do Pira
26 - Estação Ecológica II
27 - Parque Estadual da
28 - RPPN Stio do Banan
29 - Estação Ecológica d
30 - Parque Municipal N
31 - Parque Municipal d
32 - Parque Municipal d
33 - Parque Estadual Rio
34 - Parque Municipal d
35 - Parque Municipal N
36 - Parque Municipal d
37 - Parque Municipal N
38 - Parque Municipal d
39 - Parque Municipal d
40 - Parque Municipal A
41 - Parque Nacional Sa
42 - Parque Municipal I
43 - Parque Estadual do
44 - Estação Ecológica d

4.8.6 Unidades de Conservação e Parques Municipais

No litoral do Paraná existem também áreas protegidas de âmbito municipal. A seguir é apresentado o diagnóstico da situação atual com relação ao estabelecimento e gestão das UC Municipais dos municípios do litoral paranaense, bem como as normas contempladas nos Planos Diretores aprovados pelos municípios, com relação ao zoneamento e aos usos do solo permitidos, tanto nos parques municipais, quanto para as UC estaduais e federais localizadas no seu âmbito territorial.

As UC municipais apresentam pequenas extensões territoriais, situadas em porções do território com elevado grau de antropização, sobretudo urbanas. Dessa forma, seus objetivos estão predominantemente associados à qualidade ambiental nas cidades nas quais são inseridas.

O Quadro a seguir apresenta a lista de UCs Municipais atualmente existentes do litoral do Paraná. Os Planos Diretores dos municípios contemplam tanto a consolidação das UCs existentes, como a criação de outras novas focalizadas na proteção dos valores naturais dos municípios e a melhora da qualidade de vida dos moradores no âmbito urbano através da criação e melhora do acesso público a novos espaços de lazer.

Quadro 27: Unidades de Conservação Municipais do Litoral do Paraná

Unidade de Conservação	Município	Área (há)
Parque Municipal da Ilha da Cotinga	Paranaguá	854,8
Parque Municipal Linear do Emboguaçu	Paranaguá	27,3
Parque Municipal Ilha dos Valadares	Paranaguá	41,0
Parque Municipal Rio Perequê (Manguezal)	Pontal do Paraná	28,0
Parque Municipal da Restinga	Pontal do Paraná	398,0
Parque Municipal Natural Lagoa do Parado	Guaratuba	3.509,6
Parque Municipal Morro do Boi	Matinhos	13,7

Unidade de Conservação	Município	Área (há)
Parque Municipal Morro do Sambaqui	Matinhos	6,3
Parque Municipal Praia Grande	Matinhos	17,3
Parque Municipal do Sertãozinho	Matinhos	20,3
Parque Municipal do Tabuleiro	Matinhos	3,6
Parque Municipal do Guará	Antonina	6,6

Fonte: VEDOR DE PAULA et al., 2018

A seguir são apresentados os projetos de criação e melhora das UCs municipais para cada município do litoral do Paraná, segundo os Planos Diretores aprovados.

4.8.6.1 UC do Município de Antonina

O Plano Diretor Municipal de Antonina, aprovado no 2008 (Lei nº 20, de 08, de agosto de 2008), confere ao Poder Público a responsabilidade pela adoção de diversos instrumentos de ordenação, entre os quais está contemplada a instituição de unidades de conservação ambiental.

Como parte da política de preservação dos valores naturais, o Plano Diretor apresenta uma proposta de criação de novas Unidades de Conservação em Antonina, as quais se encontram na área urbana do município. Duas delas seriam destinadas à proteção de manguezais urbanos (região do Porto e região do centro histórico ao lado das Passarelas do Areião e do Portinho/Cabral) e uma outra seria destinada à proteção do Morro do Bom Brinquedo (região central).

Com a criação dessas UC o município pretende proteger as áreas verdes próximas à região central da cidade, para o que poderá aplicar um sistema de gestão preventiva dessas unidades, possibilitando a interação da comunidade com as questões ambientais. As novas UCs complementarão a existência da UC de proteção integral do Parque Municipal do Guará, na área de influência da Ilha das Pedras e do Rio das Pedras, uma área de extrema importância para a conservação (AGUASPARANÁ-COBRAPE, 2017).

4.8.6.2 UC e Parques no município de Guaraqueçaba

Dentro do contexto regional e mesmo estadual o município de Guaraqueçaba destaca-se pela sua importância na preservação de ecossistemas raros e, particularmente, da Mata Atlântica. Nas áreas de serra da APA de Guaraqueçaba, destacadamente na porção do meio e alto das encostas, está concentrada a maior porção de Floresta Ombrófila Densa em seu estado primitivo, podendo ser considerada a maior e mais representativa de toda a costa brasileira (IPARDES, 2001). Esta qualificação reflete-se na proteção legal supra-municipal imposta pelas oito UC inseridas no município e macrozoneamentos de uso do solo que regularizam os usos e a ocupação.

Além das medidas previstas para a melhora do manejo das UC's a nível supra-municipal, como a necessidade de atualização do Plano de Manejo e o Zoneamento da APA de Guaraqueçaba, o Plano Diretor do Município de Guaraqueçaba dispõe de uma série de diretrizes para o desenvolvimento municipal que incluem a preservação de Áreas Verdes Públicas (AVP), com os objetivos de:

- proteger e ampliar a cobertura vegetal localizada no perímetro urbano;
- incentivar e implantar áreas de lazer;
- apoiar o desenvolvimento de programas de educação ambiental, proteção e reconstituição das estruturas ambientais;
- proibir o parcelamento do solo;
- criar mecanismos de compensação que permitam proteger e ampliar a cobertura vegetal na área urbana;
- recuperar e manter a qualidade ambiental na área urbana; e
- permitir a construção de equipamentos públicos.

Com esses objetivos no horizonte, o Plano de Desenvolvimento do município de Guaraqueçaba (Lei nº 181/2008 da Prefeitura Municipal de Guaraqueçaba, e outras leis

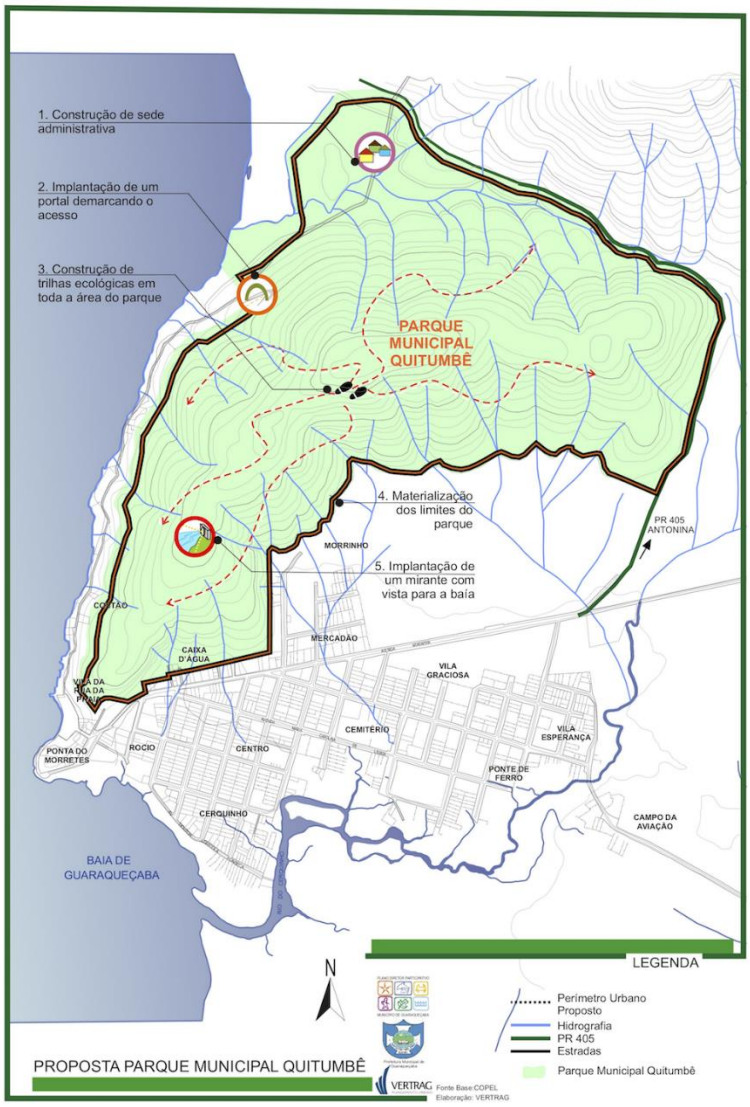
que a modificam e complementam), dispõe sobre a divisão das áreas urbanas e estabelece parâmetros de uso com o fim de ordenar a ocupação no município de Guaraqueçaba. Entre as Zonas que o Plano Diretor estabelece se encontram as AVPs: Morro do Franco, destinada ao Parque Municipal de Quitumbé; a segunda no trecho da área fronteiriça à baía ao longo da Rua Doutor Agrícola Fonseca e Rua Tibicanga; e a terceira está situada na margem norte do Rio Cerquinho, entre as Ruas Mário Ferreira Lopes, Celso Roberto Xavier e Antônio Inácio Natal.

A consecução dessas diretrizes territoriais na legislação municipal dá-se por meio de:

- Criação do Parque Municipal do Quitumbê, instituindo, na área da sede, um espaço de fruição e conservação do ambiente natural e observação da baía de Guaraqueçaba;
- Reurbanização da área de ocupação ao longo do Costão do Morro do Franco e ao longo do Rio Cerquinho, por meio da elaboração de um Plano de Urbanismo e delimitação de Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), em que propõe a delimitação das áreas de risco e avaliação das condições da estrutura das edificações; e
- Ampliação as áreas de esporte, lazer e recreação com a implantação de um Centro Comunitário no Rio Cerquinho.

No plano da conservação das áreas verdes e a cobertura vegetal, e a prevenção de riscos ambientais, o Plano Diretor estabelece diversas ações focalizadas no monitoramento dos riscos de erosão, o assoreamento da baía, as atividades como a navegação, os projetos de dragagem pelo impacto aos recursos pesqueiros, e outras atividades que envolvam riscos para a conservação dos ecossistemas costeiros e a vida das populações que moram no litoral.

Figura 48: Proposta de criação do Parque Municipal Quitumbê, no Plano Diretor do Município de Guaraqueçaba.



Fonte: GUARAQUEÇABA, 2008.

4.8.6.3 UC e Parques no Município de Guaratuba

Em face à elevada qualidade paisagística do seu território, a singularidade de sua baia, a beleza de seus rios, a diversidade biológica e a excepcionalidade dos complexos florestais de restingas e manguezais que exigem proteção, Guaratuba possui três UC: APA de Guaratuba, Parque Estadual do Boguaçu, e Parque Nacional de Saint Hilaire/Lange.

A nível municipal, no ano de 1996, é declarado de utilidade pública para fins de implantação do Parque Municipal da Lagoa do Parado o local conhecido como Lagoa do Parado e seus afluentes.

Com relação ao aperfeiçoamento da legislação ambiental municipal e a melhoria da qualidade de vida e ambiental do município, ademais de promover a aprovação dos Planos de Manejo das UC de nível supra-municipal, o Plano Diretor inicialmente aprovado em 2005 (Lei nº 1.163, de 14 de novembro de 2005 da Câmara Municipal de Guaratuba) proibia o uso e ocupação dos fundos de vale das áreas sujeitas a inundação dos locais de declividade acentuadas, das cabeceiras de drenagens, e das florestas e áreas verdes. Além disso, estabelecia a necessidade de mapear as áreas ambientalmente frágeis, de forma a especificar os usos adequados relativos ao solo, procurando preservar ou restabelecer a vegetação e hábitat originais. Finalmente, com relação à preservação de áreas de interesse ambiental no âmbito municipal, declarava que deviam ser preservados os espaços públicos disponíveis para a utilização coletiva, buscando ampliar a oferta de espaços qualificados, integrados ao ambiente natural e destinados ao convívio, lazer e cultura da comunidade, bem como a recuperação das áreas degradadas, especialmente as margens dos córregos urbanos, orla de praia e topos dos morros Caieiras, Pinto e Parque Morretes.

Quanto à instituição de Unidades de Conservação, a Secretaria Municipal de Urbanismo, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e o Conselho Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente são os responsáveis pelo levantamento e pela definição das UC municipais. Esse levantamento leva em conta a atualização do cadastro das propriedades do Município de Guaratuba, com a verificação do seu potencial para a criação de novas UC. Além disso, o Plano Diretor elaborado em 2004 avançava com a criação de uma nova Unidade de Conservação Municipal no Morro de Caieiras e no Morro do Cristo, em uma das formas de UC prevista no grupo de UC de Proteção Integral (Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000).

Preferencialmente, de acordo com a lei do Plano Diretor, e salvo melhor análise técnica, as UC municipais deverão ser qualificadas como Parque Municipal.

Da análise do diagnóstico realizado no 2004, adicionalmente, propunha-se a criação do Parque Municipal da Barra do Saí pelo Município de Guaratuba num prazo de 24 meses a partir da publicação da Lei do Plano Diretor.

O Plano foi revisado uma década mais tarde, em 2015, com base em um diagnóstico atualizado da situação. A criação do Parque Municipal da Barra do Saí não pôde ser verificada. Porém, o loteamento do Balneário Barra do Saí inclui ás Áreas de Proteção Permanente (APP) para a preservação hidrográfica e da cobertura de mangue presentes no espaço.

Figura 49: Detalhe do Loteamento do Balneário Barra do Saí, Guaratuba.

Fonte: TESE, 2015.

4.8.6.4 UC e Parques do Município de Matinhos

Visando o incremento de áreas protegidas e de implantação de áreas e equipamentos de lazer, com o objetivo de assegurar à população local recreação e educação ambiental, a Câmara Municipal de Matinhos estabeleceu, dentro da Lei nº 1067, de 5 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a instituição do Plano Diretor Participativo e de Desenvolvimento Integrado de Matinhos, as seguintes áreas protegidas municipais:

- Parque Municipal de Praia Grande;

- Parque Municipal de Sertãozinho;
- Parque Municipal de Morro do Sambaqui:
- Parque Municipal do Tabuleiro; e
- Parque Municipal Morro do Boi.

Figura 50: Rede Municipal de Unidades de Conservação do Município de Matinhos. Propostas de Gestão Ambiental, Plano Diretor Participativo e de Desenvolvimento Integrado de Matinhos, 2006

Fonte: COLIT, 2006.

Com relação a essas áreas o Poder Executivo municipal se comprometeu a elaborar os Planos de Manejo dos Parques, os quais devem contemplar Zonas de Recreação e Lazer, Educação Ambiental e Pesquisa Científica.

Além disso, o Poder Executivo, através da Secretaria Municipal de Planejamento Urbano e Meio Ambiente, comprometeu-se a promover campanhas de educação e conscientização comunitária, observando a necessidade de preservação das Unidades criadas (Lei nº 1067, de 6 de dezembro 2006).

Atualmente os Planos de Manejo dos Parques Municipais de Matinhos se encontram em processo de elaboração e ainda não foram publicados.

4.8.6.5 UC e Parques do Município de Morretes

O município de Morretes integra, juntamente com outros municípios do Litoral do Paraná, a área da Serra do Mar paranaense, que conserva florestas que permitem a constituição de ecossistemas representativos de flora e fauna ameaçados de extinção. Com o objetivo de proteger parte significativa de Mata Atlântica do Estado, disciplinar a ocupação do solo e proteger os recursos naturais renováveis, as paisagens notáveis e os acidentes geográficos, em 1984 foi criada a Área de Especial Interesse Turístico do Marumbi (Lei Estadual nº 7.919/84). Praticamente todo o trecho da Serra do Mar que está no município de Morretes está demarcado como AEIT de Marumbi.

Na AEIT Marumbi estão localizados os seguintes parques estaduais: PE da Graciosa, PE do Marumbi, PE do Pau Oco e PE Roberto Ribas Lange.

No âmbito municipal, como parte da linha de ação focalizada nos aspectos ambientais, e especificamente com relação às diretrizes voltadas à qualidade de vida de população e ao desenvolvimento turístico, o Plano Diretor (Lei Complementar nº 06/) propõe a criação do Parque Nhundiaquara, nas margens do rio Nhundiaquara. O objetivo é a criação de um espaço de lazer para a população, aliando o uso recreativo da área ao controle de enchentes na região, à despoluição de suas áreas e à recuperação de suas margens, para o que estabelece um prazo de 9 anos.

Além da criação do Parque Nhundiaquara, propõe a criação de um ou mais Bio-Parques com área museológica para mostrar a diversidade da Mata Atlântica e a produção artesanal dentro de um conceito de auto-sustentabilidade/agroecologia.

A proposta de criação do Parque Municipal Nhundiaquara integra-se com outras propostas do Plano Diretor, como o Programa de Revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio Nhundiaquara.

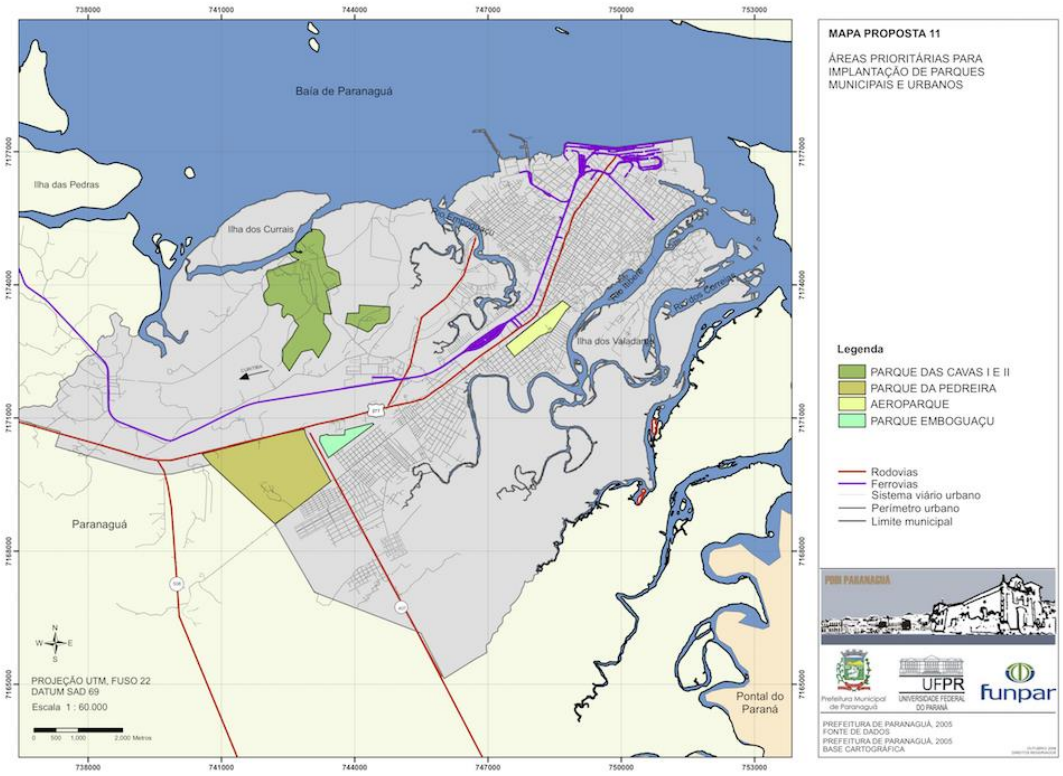
4.8.6.6 UC e Parques no Município de Paranaguá

Em 1996 foi criado o Parque Municipal da Ilha da Cotinga, localizado na ilha do mesmo nome, com uma superfície de 854,8 hectares (Lei nº 1959 de 7 de novembro de 1996). O corte da mata nativa ficou vedado, bem como a prática da caça, ressalvada à subsistência dos habitantes do Parque.

O Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de Paranaguá foi instituído pela Lei Complementar nº 060, de 23 de agosto de 2007.

Entre as diretrizes da política ambiental contempladas na Lei, com vistas a garantir a preservação, a conservação e a recuperação do ambiente natural e de promover a qualidade de vida da população, contempla o planejamento e controle do uso e ocupação do solo incluindo o diagnóstico de áreas potenciais para a implantação de novas UC, a preservação de áreas naturais que conservem características adequadas para o desenvolvimento de atividades de lazer e educação ambiental.

Figura 51: Áreas prioritárias para a implantação de Parques Municipais e Urbanos no âmbito do Município de Paranaguá.



Fonte: PARANAGUÁ, 2005.

O diagnóstico do município, tal como é refletido no relatório do Plano Diretor, revelou que Paranaguá não possui áreas suficientes à necessidade de seus habitantes, apesar de possuir grandes belezas naturais. Reconhecia o papel dos parques urbanos em propiciar lazer e recreação aos habitantes da cidade, assim como uma apropriação lúdica do espaço público, e propunha a criação dos Parques Municipais e Urbanos: Parque das Cavas I e II, Parque da Pedreira, Parque Emboguaçu, Aeroparque e Parque Águas Claras I.

4.8.6.7 UC e Parques do Município de Pontal do Paraná

A área urbana do município de Pontal do Paraná, conforme o Decreto nº 5980/2017, estabelece o zoneamento, uso e ocupação do solo do município, suas diretrizes e normas de uso, e a cartografia que o acompanha, ficando subdividida em zonas ou setores, incluindo a categoria de Área Especial de Parque Municipal (AEP). Esta categoria

de uso compreende as áreas de parques municipais existentes ou criados, tendo seu uso e ocupação definido de acordo com o Decreto de Criação de cada Parque.

Além dessa categoria, a de Zonas de Ocupação Especial 1 (ZOE 1) compreende as áreas com elementos naturais relevantes, que poderão ser ocupadas de forma a preservar ao máximo estas condições naturais, mediante estudo técnico ambiental prévio único. A urbanização nessas áreas deve ser feita de modo a garantir um Parque Municipal Ambiental, com via urbana circundante ao redor de toda sua extensão e integrado ao espaço urbano do entorno com acesso livre da população. As características específicas da urbanização em áreas com a qualificação de ZOE 1 é detalhada no Anexo ao Regulamento mencionado.

Visando o incremento de áreas protegidas e a implantação de áreas e equipamentos de lazer, assegurando à população local recreação e educação ambiental, o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Pontal do Paraná em sua versão atualizada de 2014 (Lei Complementar nº 008 de 28 de outubro de 2014) delimita as seguintes Áreas de Parques Municipais:

- Parque Municipal Sul (Pontal do Sul)
- Parque Municipal Norte (Pontal do Sul)
- Parque Municipal Perequê

O Parque Municipal do Perequê foi criado em 2003, para a proteção de áreas de manguezal que são as atrações do parque. O visitante tem trilhas que o levam aos ecossistemas de mangue e restinga. Além disso, o parque abriga espaços culturais com biblioteca e videoteca. O Parque tem uma área total de 30 hectares e o acesso é pelo balneário de Pontal do Sul, ao lado do Centro de Estudos do Mar da UFPR.

O Parque Municipal da Restinga, criado em 2001, com uma superfície de 394,55 hectares de ecossistema de restinga bem preservado, é contemplado no zoneamento do Plano Diretor atualizado, como “Unidade Ambiental de Planície de Restinga”.

Figura 52: Mapa do Macrozoneamento Urbano, Anexo à Lei Complementar nº 008 de 28 de outubro de 2014 que “Dispõe sobre a instituição do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado de Pontal do Paraná, e dá outras providencias”.

Fonte: PONTAL DO PARANÁ, 2014.

Além disso, para assegurar a proteção necessária aos rios, canais e demais cursos d’água, bem como à vegetação de interesse à preservação, ficam delimitadas baixo a Lei do Plano Diretor, as Áreas de Preservação Permanente, (APP), segundo a legislação ambiental vigente.

Um elemento presente também nos Planos Diretores do resto dos municípios, é a faculdade do município para a criação de novas UC em suas diversas categorias e a regulamentação para a instituição de Reservas Particulares de Patrimônio Natural, de forma a proteger ecossistemas locais, e promover o turismo ecológico.

4.8.7 Problemáticas e conflitos na gestão das UC

O diagnóstico dos diferentes aspectos sobre a situação atual de gestão e regulação das Unidades de Conservação no litoral do Paraná, coloca em destaque alguns problemas e fraquezas do sistema que é preciso ter em consideração para garantir a sustentabilidade futura da conservação dessas áreas de alto valor ecológico e social.

Esta seção pretende fornecer uma visão integrada das questões analisadas ressaltando as questões proeminentes, as quais devem ser tratadas como prioritárias na proposição de linhas estratégicas de desenvolvimento sustentável do litoral do Paraná.

Na análise dos vetores de risco que ameaçam a conservação e a sustentabilidade das UC e os recursos naturais que elas abrigam, podemos falar de dois tipos de condicionantes: internos, derivados da própria fragilidade do sistema pelas suas características; e externos, derivados das forças de mudança que atuam a nível global, com repercussões no local que são mais difíceis de medir e controlar.

Além dessa distinção, os impactos ou problemáticas que afetam as áreas protegidas são relacionados a duas dimensões fundamentalmente: a dimensão ambiental e a social.

No plano ambiental, a presença no litoral de ecossistemas especialmente frágeis e sensíveis em combinação com a baixa aptidão dos solos para a agricultura levou à geração de impactos importantes sobre a cobertura florestal original por desmatamento para outros usos. A falta de um sistema sólido de controle e fiscalização dos usos do solo derivou na ocupação irregular em áreas de alto risco de deslizamento e erosão, que afetam especialmente as zonas costeiras.

Esse crescimento vem acompanhado muitas vezes de uma falta de infraestrutura adequada para atender às necessidades da população, ocasionando a contaminação do solo e da água por lixo e esgoto e a degradação da funcionalidade ecológica e da paisagem. Os ecossistemas ficam mais vulneráveis aos efeitos de vetores externos, como a introdução de espécies invasoras ou o embate de eventos climáticos extremos, que são agravados pelas mudanças globais.

O fato das UC estarem vinculadas a três esferas administrativas: Municipal, Estadual e Federal, dificulta ainda mais a implementação de ações coordenadas e efetivas para a recuperação e proteção dos ecossistemas de alto valor.

Outro aspecto já discutido é a importância da efetiva aplicação das normas conformadoras da ocupação territorial das UC, sem as quais a instituição de áreas protegidas e a conservação dos ecossistemas naturais presentes nesses espaços não passa de idealização sem maiores consequências práticas. Resolver a questão da regularização fundiária e a elaboração dos Planos de Manejo com base no diagnóstico atualizado dos valores naturais e o seu estado de conservação são prioridades de ação que devem centrar os esforços do poder público e das instituições envolvidas, com a participação social, para a melhora da conservação futura das UC.

Sobre o grau de implementação das UC no litoral do Paraná, Vedor de Paula (2018) baseado no cumprimento dos indicadores de planejamento e gestão (criação da UC, definição de limites, categorização, Plano de Manejo, equipe gestora, conselho gestor, regularização fundiária e Zona de Amortecimento), conclui que somente quatro UC apresentam grau de implementação alto, sendo que até dez UC de proteção integral apresentam baixo grau de implementação, incluindo seis parques estaduais, três parques nacionais e a REBIO Bom Jesus. Globalmente, 55% das UC do litoral apresentam grau de implementação baixo segundo esses indicadores, com o consequente risco para a conservação dos seus valores naturais.

No que diz respeito à realidade social, um dos pontos de tensão das UC com os atores sociais no território ocorre na sobreposição entre as UC e os territórios de povos e comunidades tradicionais (De Freitas, M. et al., 2016). A inclusão na Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 que institui o SNUC, das UC de Uso Sustentável, é parte das conquistas dos movimentos sociais que abriram o debate da coexistência entre atores locais e políticos que possuem interesses diferentes sobre um mesmo espaço geográfico. O entendimento desta relação entre a conservação e a manutenção dos modos de vida tradicionais resultou em outras políticas específicas como a Política Nacional de

Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais (Decreto nº 6.040/2007), que reconhece a importância dos territórios e recursos naturais como condição indispensável para a reprodução cultural e sobrevivência dessas comunidades. Não se deve esquecer que os territórios que hoje conformam o Sistema de UC são a expressão do manejo dos recursos naturais pelas comunidades tradicionais que contribuíram, assim, para a preservação dos remanescentes florestais.

Embora existe esse reconhecimento no plano legal, estudos recentes afirmam que a administração ignora muitas vezes a diferença entre as unidades de Proteção Integral e as de Uso Sustentável, tratando todas segundo as restrições que afetam a primeira categoria (VANDRESEN, 2014; GOMES, 2016). Além disso, a legitimidade dos territórios tradicionalmente ocupados por povos tradicionais não é sempre reconhecida e os mecanismos de apoio econômico e técnico aos moradores e as administrações locais são insuficientes para garantir uma adequada gestão das áreas protegidas.

Um exemplo do conflito com as comunidades tradicionais que tem riscos para a própria preservação, é o acontecido com a comunidade tradicional de pescadores artesanais da Vila do Superagüi. Estes pescadores artesanais, antes da instalação do Parque Nacional em seu território, tinham atividades com uma relação estreita entre natureza e cultura, um modo específico de sustento e de vida baseado na caça, pesca, agricultura itinerante e coleta de plantas medicinais, lenha, cipó, etc. A política de desenvolvimento sustentável, através do Parque Nacional, traze consigo a proibição de uso da natureza para os usos não permitidos como a caça, a agricultura ou a coleta. Assim, os pescadores e pescadoras artesanais passam a se especializar na pesca. Assim essa política inserida no paradigma da sustentabilidade, como cita SOLA PÉREZ (2012), consiste em uma política de conservação que significa a privação de uso por parte dos pescadores artesanais o que desde diversos âmbitos é contemplado como uma mercantilização da natureza que exclui aos pescadores artesanais ao tempo que favorece o desenvolvimento de técnicas e equipamentos mais modernos para pesca industrial e aquicultura que agravam mais essa exclusão. Essas perspectivas são analisadas desde

diversos âmbitos como um impulso por parte das políticas públicas dos interesses externos, desconsiderando os modos de vida tradicionais e expropriando-os dos territórios que tradicionalmente ocupam. Em função desses conflitos, a comunidade cria resistências que devem ser vistas como uma fortaleza, envolvendo esses processos no planejamento, no caso do Superagüi, o movimento social MOPEAR criado pela comunidade é um signo de auto reconhecimento como comunidade tradicional que deve ser aproveitado para criar sinergia com a gestão da Unidade que permitam construir uma relação harmônica e justa com as comunidades moradoras (SÓLA PÉREZ, 2012).

Embora existam fraquezas, no caso particular do Paraná, existem também pontos fortes a ser mencionados, como a existência do ICMS Ecológico, um instrumento criado de forma pioneira neste estado que permite o repasse de recursos financeiros aos municípios que abrigam UC no seu território e que contribuem para a manutenção de serviços ecossistêmicos essenciais, ou a criação pelo Decreto nº 3.446/1997, de uma nova categoria de UC, as Áreas Especiais de Uso Regulamentado (ARESUR), orientadas sobretudo à conservação do Sistema Faxinal, ou o repasse da SANEPAR para o Fundo Municipal do Meio Ambiente.

Com o objetivo de melhorar essas situações de conflito, é preciso pôr de relevância o reconhecimento da importância dos povos tradicionais na preservação dos valores naturais e na geração do conhecimento tradicional sobre o seu manejo, e aumentar a participação dessas comunidades nos processos de tomada de decisões sobre a gestão das UC e mesmo a implementação de ações nessas áreas.

A seguinte matriz resume a relação entre os vetores de risco internos e externos do sistema de UC do litoral e os conflitos de tipo ambiental e social como base para a construção de estratégias de melhora encaminhadas ao fortalecimento das áreas protegidas.

Quadro 28: Matriz resumo dos riscos internos e externos associados aos fatores ambientais e sociais que afetam a conservação futura das áreas protegidas no litoral do Paraná.

	RISCOS INTERNOS	RISCOS EXTERNOS
FATORES AMBIENTAIS	• Falta de planos de recuperação da mata e ecossistemas de alto valor como restingas, mata ciliar, ecossistemas úmidos, etc.; • Falta de infraestrutura adequada de saneamento e tratamento de esgotos, especialmente em zonas de crescimento urbano desordenado; • Solos de elevada declividade e vulneráveis à erosão; • Ecossistemas sensíveis ameaçados com alto grau de fragmentação; • Baixo potencial produtivo dos solos no entorno das UC ameaça os ecossistemas naturais pela transformação para outros usos. • Vulnerabilidade aos incêndios.	• Desmatamento irregular da cobertura florestal original; • Ocupação irregular em áreas de alto risco de derrubamento e erosão, em zonas costeiras e encostas; • Crescimento urbano descontrolado; • Degradação ambiente por poluição, e perda da funcionalidade ecológica em ecossistemas sensíveis de alto valor como os manguezais; • Contaminação do solo por lixo e agroquímicos; • Dispersão de espécies invasoras que ameaçam a conservação da biodiversidade e a propagação de vetores de enfermidade; • Degradação da paisagem pela construção de infraestruturas inadequadas.

	RISCOS INTERNOS	RISCOS EXTERNOS
FATORES SOCIAIS	• Dificuldade de acesso de proprietários e produtores ao assessoramento técnico especializado para a elaboração de Planos de Manejo; • Ausência de programas específicos de apoio e capacitação para a conservação dos produtores rurais; • Baixa sensibilidade com a conservação da população, • Situação precária dos produtores rurais.	• Alto interesse no desenvolvimento de atividades extrativas e de exploração dos recursos naturais; • Pressão turística e imobiliária acelera processo de ocupação desordenada; • Os prazos impostos pelas exigências legais não acompanham as capacidades para a elaboração dos instrumentos de planificação e controle necessários para assegurar os usos compatíveis com a conservação.

Fonte: os autores.

O Poder Público, nos níveis municipais, estadual e até federal, tem a responsabilidade de mudar essas situações de conflito para que se tornem oportunidades. Os órgãos envolvidos na gestão territorial, nas suas diferentes formas de atuação, têm o dever de melhorar a conscientização da população residente nas áreas de alto valor natural e áreas de influência, fornecendo apoio técnico, econômico e alternativas de uso que melhorem a qualidade de vida e a capacitação, garantindo a governança e a participação.

4.8.8 Potencialidades para a melhora da conservação nas áreas protegidas do litoral do Paraná

Além dos riscos mencionados, as áreas protegidas do litoral do Paraná apresentam potencialidades para o desenvolvimento futuro sustentável da região.

As características naturais, ecológicas e paisagísticas das UC do litoral paranaense criam oportunidades para o desenvolvimento de atividades turísticas, como o turismo rural, o ecoturismo, o turismo de aventura e o turismo científico. Entretanto, é importante realizar um desenvolvimento do turismo bem planejado, que leve em conta a

capacidade de carga das áreas protegidas para assegurar a preservação da funcionalidade ecológica e a proteção da biodiversidade.

Além das oportunidades de desenvolvimento turístico, as UC são lugares adequados para o desenvolvimento de iniciativas em parceria com ONGs ou técnicos do Poder Público e as comunidades locais, para a implementação de projetos de adaptação e mitigação das mudanças climáticas, redução de riscos ambientais e educação ambiental, que podem envolver técnicas agroflorestais inovadoras ou restauração de ecossistemas com mecanismos de pago por serviços ecossistêmicos, e outras alternativas que já têm impactos positivos em outros lugares (MCCARTHY, 2014).

O fomento do emprego associado à conservação das áreas protegidas, dos moradores das comunidades que não podem realizar outras atividades, como produção agrícola, e uma oportunidade de valorização do conhecimento tradicional, melhoria da qualidade de vida da população e redução dos conflitos com os usos do solo.

A melhoria da capacitação para implementação desses projetos pelos próprios vizinhos, e a compensação aos municípios através do ICMS Ecológico, pode ajudar ao desenvolvimento local dessas comunidades, e a obter recursos econômicos voltados à conservação.

É importante melhorar a percepção da população, não com relação aos serviços ecossistêmicos que proporcionam as áreas protegidas, mas também, aos benefícios econômicos que podem ser derivados dessa conservação, por isso é importante desenvolver projetos que gerem benefícios e que uma parte desses benefícios seja investida em melhorar a qualidade de vida local, especialmente e se possível, aqueles aspectos que têm consequências diretas na qualidade do ambiente, como sistemas de tratamento da água ou recolha do lixo, por exemplo.

Outras potencialidades das áreas protegidas do litoral são a criação de programas municipais integrados de uso sustentável dos recursos naturais, e a venda de produtos locais de alta qualidade e tradicionais, inclusive o desenvolvimento de cooperativas.

Promover o acesso aos mercados urbanos com grande demanda de produtos, cada vez mais preocupados com o compromisso ambiental e a qualidade e autenticidade dos produtos, pode favorecer a obtenção de benefícios econômicos para os pequenos produtores rurais.

Do ponto de vista da melhora e proteção da paisagem e da conectividade ecológica dos ecossistemas naturais, as UC contribuem para a manutenção de uma infraestrutura verde de amortecimento e mitigação dos impactos do crescimento urbano, limitando a expansão sem controle dos espaços urbanizados em áreas sensíveis. A conservação da cobertura vegetal no entorno das UC é uma oportunidade para a expansão das áreas protegidas ou mesmo para a criação de novas UC.

A regularização dos lotes existentes, relocando se preciso alguns elementos, para evitar problemas de erosão e recuperar a paisagem e a dinâmica local, e potencializar o reflorestamento com espécies nativas, são medidas aplicáveis às UC e mesmo às suas áreas de amortecimento. Como medida de compensação às comunidades, no caso de que a regularização fundiária leve a mudança da titularidade das terras, podem ser realizados projetos de conservação com base comunitária como a produção de plântulas com sementes de procedência local para projetos de restauro ambiental, que ao mesmo tempo podem funcionar como centros de atividades educativas.

O fomento de usos compatíveis com a conservação e a melhoria das condições em que essas atividades são realizadas, é sempre uma boa oportunidade para o sustento das populações ligadas às áreas protegidas, como o monitoramento da pesca artesanal, por exemplo, a recuperação dos lugares apropriados para a cria das espécies de interesse comercial, e a limitação de atividades que causam impactos sobre esses recursos, como as dragagens e outro tipo de práticas a limitar no âmbito das UCs e das suas zonas de amortecimento.

4.9 ÁREAS ÚMIDAS E AMBIENTES HIDROMÓRFICOS

Segundo o Decreto 10266 do 19 de fevereiro de 2014, que define e estabelece as condições necessárias para a inclusão das áreas úmidas como áreas de preservação permanente e para a sua utilização, entende-se por áreas úmidas, os pantanais e superfícies terrestres cobertas de forma periódica por águas e cobertas originalmente por florestas e outras formas de vegetação adaptadas à inundação. Os ecossistemas que caracterizam essas áreas incluem as áreas de manguezal, mata ciliar, banhados, várzeas, rios, nascentes e reservatórios.

As áreas úmidas são ambientes considerados extremadamente frágeis de alta diversidade biológica com ocorrência de espécies únicas. São constituídas de solos alagados em caráter permanente ou temporário que auxiliam na regularização do fluxo hidrológico de nascentes e rios. Também são importantes reservatórios naturais de água. Além disso, muitas áreas úmidas possuem registros de fósseis vegetais, como pólen e fitólito que permitem compreender a evolução da paisagem e das comunidades biológicas ao longo do tempo, e são essenciais no combate dos efeitos das mudanças climáticas (PARANÁ, 2018).

As intervenções e a utilização de áreas úmidas devem seguir critérios técnicos que minimizem os impactos ambientais. As condições de intervenção são estabelecidas pelo IAP, através de normativa específica e devem ser consideradas na avaliação de impactos potenciais de novos empreendimentos sobre o meio ambiente e a vizinhança.

A Resolução Conjunta IBAMA/SEMA/IAP nº 005, de 28 de março de 2008, define os critérios para a avaliação das áreas úmidas e seus entornos protetivos, normatiza sua conservação e estabelece condicionantes para o licenciamento das atividades nelas permissíveis no Estado do Paraná.

Além da citada resolução, no presente ano 2018, o IAP divulgou a portaria nº 079/2018 que regulamente e define critérios para a utilização e proteção das áreas úmidas rurais não consolidadas e seus entornos. O documento também estabelece mecanismos para

incentivo à conservação desses ambientes no Estado e atende ao estabelecido pelo Decreto Estadual nº 10266.

Com a aprovação dos mencionados instrumentos, o Paraná é um dos primeiros estados do Brasil a atuar na regulamentação do uso das áreas úmidas, ecossistemas de extrema importância para o meio ambiente. De acordo com a portaria, as áreas úmidas rurais e seus entornos não consolidados, isto, é, sem interferência direta do ser humano, são consideradas locais prioritários e estratégicos para a conservação no Paraná. Por isso, para garantir sua proteção, fica proibida qualquer intervenção que possa causar alguma degradação de natureza física, química e/ou biológica que promova a modificação da função ambiental desses locais para a conservação do solo e da água.

Com relação aos incentivos para a conservação desses ambientes, de acordo com a portaria, essas áreas podem ser incluídas nas cotas de Reserva Legal durante a declaração do Cadastro Ambiental Rural (CAR), projetos de compensação ambiental e recebimento de pagamento por serviços ambientais públicos e privados. Isso quer dizer que os proprietários rurais podem se inscrever em programas ambientais para recebimento de incentivos para a preservação dessas áreas.

O Complexo Estuarino de Paranaguá se encontra margeado por 295 km^2 de cobertura vegetal de áreas úmidas, das quais os manguezais são as principais formações. O estuário recebe um grande aporte de sedimentos fluviais, responsável nas últimas décadas por uma expansão das planícies ou bancos de areia entremarés, particularmente em seus setores mais internos, situação que favoreceria a expansão de manguezais. Por outro lado, há os processos de urbanização, aumento das atividades portuárias e a crescente expansão de aterros e marinas (SANTOS, 2013).

As extensas planícies da região entremarés do complexo estuarino da baía de Paranaguá são considerados ambientes hidromórficos devido a estar submetidos às influências da dinâmica costeira; no entanto, podem se apresentar recobertas por formações vegetais muito diversas. Segundo a tipificação dessas formações para as baías paranaenses

recolhida por LANA (2003), foram reconhecidas pelo menos seis associações vegetais distintas:

- manguezais com a ocorrência de Rhizofora mangle, Avicennia schaueriana e Laguncularia racemosa;
- manguezais com características transicionais nos setores com salinidade mais reduzida, onde ocorrem a samambaia Acrostichum aureum e a malvácea Hiviscus tillaceus;
- marismas formadas por bancos monoespecíficos de Spartina alterniflora;
- brejos de maré, que substituem as marismas e mesmo os manguezais em áreas oligohalinas, colonizados pela taboa Typha domingensis, pela ciperácea Scirpus californicus e pela amarilidácea Crinum salsum;
- pântanos de maré, formações de porte arbóreo não-identificadas, periodicamente inundadas, que se desenvolvem por trás dos brejos de maré (caxetais);
- zonas de Cladium, formação transicional entre os manguezais e a floresta litorânea caraterizada pelo mangue-botão Canocarpus erecta e por elementos da vegetação de dunas.

Os baixios arenosos e areno-argilosos não vegetados constituem uma das feições mais comuns das regiões estuarinas do litoral do paraná e são considerados também dentro do que podemos definir como ambientes hidromórficos ou zonas úmidas, estando frequentemente recobertos por bancos de microalgas como *Acantohora spicifera*, e por filmes de diatomeas.

As marismas, áreas de deposição marinha recente com características aluviais, podem estar inundadas de forma irregular ou permanente. Na Baía de Paranaguá, as marismas apresentam baixa diversidade com predomínio da Poaceae (gramínea) *Spartina alterniflora*. Em áreas mais internas do complexo estuarino ou ao longo dos rios de maré, esta pode alternar com *Spartina densiflora*, com caraterisitcas mais xeromórficas, como copas mais altas, densas e persistentes. Estas espécies podem se adaptar

invadindo os manguezais de forma excepcional, geralmente como consequência de processos erosivos ou do desmatamento do manguezal.

A colonização vegetal desses ambientes pode ser impedida se os baixios recém-formados forem excessivamente móveis ou expostos à ação das ondas. Por outro lado, a presença dessa vegetação pode aumentar as taxas de sedimentação ao diminuírem a velocidade das correntes e ao tornarem o substrato mais coeso pelo crescimento das raízes. Nas zonas em que o sedimento continua aumentando até níveis apenas alcançados pelas marés mais altas e onde a marisma é substituída por manguezal (LANA; 2003). As marismas são ecossistemas extremamente produtivos. A cobertura vegetal atenua perturbações físicas e biológicas e fornece abrigo a muitas espécies de macrofauna bentônica tais como poliquetas (*Isolda pulchella*, *Nereis oligohalina*), gastópodos como *Littorina flava*, ou isópodos como *Sphaeromopsis mourei*, com marcada preferência pelas áreas vegetadas. Nos manguezais são mais evidentes os caranguejos, como *Ucides cordatus*.

Devido à presença da vegetação e pequenas espécies de macroinvertebrados bentônicos que servem de alimento, as planícies de maré são áreas favoráveis para a criação de diversas espécies de ictiofauna (peixes). Estudos realizados nas planícies do Boguaçu e Sucuriú, no estuário do Paraná, encontraram até 42 espécies e 33 e espécies, respectivamente, sendo as mais abundantes *Atherinella brasilienis* e *Harengula clupeol*a (SANTOS *et al*., 2002).

A baía de Guaratuba também conta com importantes áreas úmidas, sendo um dos melhores remanescentes de este tipo de ecossistemas preservadas no país, que atinge até 40 mil hectares em bom estado de conservação. Fato que foi reconhecido internacionalmente com a inclusão, neste ano de 2018, da Área de Proteção Ambiental de Guaratuba na lista de Zonas Úmidas de Importância Internacional RAMSAR. A declaração de “Sítios Ramsar” é o principal instrumento internacional para proteger áreas úmidas e habitats aquáticos importantes para a conservação de diversas espécies, principalmente aves migratórias.

Os benefícios da preservação dessas áreas são muitos, desde os incentivos ao turismo ambiental na região litorânea, até o aceso a oportunidades de aquisição de recursos para melhorar esses ambientes, e para o aprofundamento de pesquisas científicas, valorização dos produtos produzidos na APA, ou a possibilidade de criar algum tipo de certificação de produtos que contribuem para a sustentabilidade da região. O reconhecimento internacional desses ambientes é indicativo da qualidade ambiental da APA o que também pode ter uma melhora no repasse do ICMS Ecológico para os municípios que contribuem a conservar essas áreas.

O Sítio Ramsar de Guaratuba localizado nesse município, tem cerca de 200 mil hectares e foi apresentada em 2015 para o Comitê Nacional de Zonas Úmidas do Ministério de Meio Ambiente, pela bióloga e pesquisadora Bianca Luiza Reinert, que afirma que as áreas úmidas não trazem só benefícios ambientais mais também sociais “garantindo a provisão de água doce, a mitigação de inundações e a pesca” (ADEA, 2012).

Juntamente com o biólogo Marcos Ricardo Bornschein, que monitora há anos a região, publicaram pesquisa sobre o potencial da baía de Guaratuba como Área Úmida de Importância Internacional e a importância que essas áreas têm para a conservação de espécies como o bicudinho-do-brejo (*Stymphalornis acutirostris*) (BORNSCHEIN, REINERT, 1999; REINERT *et al.*, 2007).

O trabalho dos pesquisadores, na Reserva do Bicudinho-do-brejo, na região do Parque Municipal da Lagoa do Parado, em Guaratuba, aumentou o interesse nas áreas úmidas da região e permitiu, com o apoio de organizações como a SPVS e o Programa Empreendedores da Conservação (E-CONS), ao conhecimento do hábitat desta espécie descoberta em 1995 pelos mesmos autores, e outras espécies de aves e anfíbios. A proteção deste hábitat favoreceu a proteção da Lagoa do Parado, de extrema importância biológica, mostrando o impacto positivo que o investimento na conservação e pesquisa destes locais pode ter no desenvolvimento regional. Esses exemplos devem inspirar outras atuações que valorizem as áreas protegidas e os

ecossistemas naturais como bens produtivos capazes de trazer desenvolvimento e crescimento para a população do litoral (SPVS, 2012).

A Lagoa do Parado, localizada entre a Serra do Mar e a Baía de Guaratuba, é considerada uma Área de Proteção Especial. A lagoa se forma pelo alagamento do rio nos dias de chuva, e abriga uma grande biodiversidade incluindo espécies como o jacaré-do-papo-amarelo, a capivara, a paca, a cutia e diversas espécies de aves, como garça, biguá, pajoão, pato d'água e marrequinha-do-brejo, entre outros (BURGER, 2000).

Segundo a resolução conjunta do IBAMA, a SEMA e o IAP aprovada em 2008, a largura mínima para definir o entorno protetivo dos rios é de 50 metros. Se a declividade do terreno se encontra entre 2,16º e 9º, a largura tem de ser de 50 metros para solos argilosos, 60 metros para solos de textura intermedia, e 70 metros para solos arenosos. Se a declividade supera os 9º e até 20,25º, esta faixa deverá ter 70 metros para solos argilosos, 80 metros para texturas intermedias, e 90 metros para arenosos. Acima dos 20,25º de declividade, o local deve ser considerado como Área de Preservação Permanente (APP), podendo se sobrepor às APP previstas no Código Florestal, que prevalecerá sempre sobre a lei local nas faixas onde as duas compartilham, dessa forma reforçando a proteção, especialmente nas zonas de elevada declividade e risco maior de erosão e escorregamentos.

As áreas úmidas e marismas são uma fonte muito importante de recursos naturais e serviços ambientais, como a produção de madeira ou biomassa vegetal para a construção ou produção de combustível, a produção de recursos pesqueiros, recursos paisagísticos, como suporte de atividades recreativas e científicas, para o desenvolvimento do turismo e com fins educativos. Além de sua importância como fontes de recursos naturais, as marismas, manguezais e outras formações vegetais costeiras contribuem eficazmente à proteção costeira dos efeitos das mudanças climáticas, servindo em alguns casos como um eficaz filtro de poluentes de despejos pontuais de esgoto, dentro de uma capacidade de suporte que, se superada, pode piorar a qualidade da água, empobrecendo a biodiversidade.

O manejo de áreas úmidas, que incluem as marismas e os manguezais, tornou-se um tema de preocupação internacional, na medida em que essas áreas têm sido modificadas. Lana (2003) analisa como a modificação e a conversão desses ambientes para outras finalidades foram historicamente vistas como empreendimentos de interesse público. À medida que as pressões e impactos vão se intensificando, a implementação de práticas de manejo e preservação vai se tornando essencial para a manutenção, ao longo prazo, da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. Não podem ser ignoradas as pressões para a conversão de terras consideradas como "de baixo valor comercial" para atender as necessidades do crescimento da população em regiões costeiras, mas também não se pode simplesmente afirmar que as marismas e os manguezais locais devem ser preservados sem poder demonstrar os benefícios de tal atitude o sem propor alternativas razoáveis para atender tais demandas. Talvez a importância das áreas úmidas deveria ser valorada economicamente pelo seu valor produtivo a modo de compatibilizar a conservação com a obtenção de crescimento econômico. De fato, muitas das supostas vantagens obtidas com sua conversão para outros fins nem sempre se materializaram em termos econômicos e ambientais. Os processos ecológicos prevalecentes nas marismas são complexos e envolvem a interação de muitos fatores. O objetivo de qualquer programa de manejo sustentável tem que procurar o funcionamento desses processos sem quebrar os equilíbrios que levem ao sistema a uma perda da sua funcionalidade e produtividade.

4.10 BIODIVERSIDADE DE FAUNA E FLORA DO LITORAL

4.10.1 Biodiversidade de flora e ecossistemas mais relevantes do litoral do PARANÁ

Proporcionalmente, a região litorânea do Paraná apresenta a maior taxa de conservação dos remanescentes florestais do Estado do Paraná, correspondendo a 71,1% da superfície total. A cobertura de floresta se distribui nas diversas formações de Floresta Ombrófila Densa, pequenas parcelas com Floresta Ombrófila Mista e Formações Flúvio-

marinhas de manguezal e restinga, e Formações Pioneiras com Influência Fluvial (brejos, várzeas, pântanos e banhados de água doce).

Os municípios que apresentam maior área de floresta remanescente são Guaraqueçaba, com 162 mil hectares de área de floresta remanescente (70% da superfície total do município), e Guaratuba, com 106 mil hectares de floresta (cerca do 80% da superfície total do município).

A preservação dos remanescentes florestais existentes no litoral paranaense são resultado de um conjunto de fatores geográficos e condições de tipo social e histórico. Em primeiro lugar, o terreno caracterizado pela presença da Serra do Mar, com altitudes elevadas e declividades acentuadas, a baixa aptidão agrícola dos solos, com a influência das marés, a elevada pluviosidade e as temperaturas suaves. Em segundo lugar, há nesta região um histórico de ações e esforços voltados para a conservação dos valores naturais e culturais que permitiram preservar esses ecossistemas e as formas de vida tradicionais do litoral do Paraná, dentro das numerosas e diversas Unidades de Conservação existentes.

4.10.1.1 A floresta ombrófila densa (Mata Atlântica)

A Floresta Ombrófila Densa, também conhecida com o nome de Mata Atlântica, é uma floresta caraterizada por uma elevada densidade arbórea, com até 708 espécies reconhecidas como características deste ecossistema, das quais mais da metade (426) são endêmicas da região litorânea do Paraná, e dessas, cerca do 10% (66 espécies) são preferenciais nesta região, embora podem estar presentes em outras regiões do Brasil.

Caracteriza este ecossistema a presença de macrofanerófitos (30-50 m) e mesofanerófitos (20-30 m), acompanhados por abundantes espécies de lianas lenhosas e epífitas, como diversas espécies de bromeliáceas, aráceas e orquidiáceas.

Figura 53: Vegetação característica da Floresta Ombrófila Densa.

Fonte: TRIBO, 2018 (acima); GAIGA , 2018(abaixo)

A orografia do Litoral do Paraná, com a presença da Serra do Mar e a influência das correntes oceânicas quentes e úmidas que ascendem pelas encostas da serra até se condensar, possibilitam um elevando índice de umidade no ambiente.

O ecossistema da Floresta Ombrófila Densa ocupa a área tropical mais úmida do litoral, com um período seco que oscila entre 0 e 60 dias, e abundantes chuvas distribuídas ao longo do ano, acima dos 1.500 mm de média. As espécies arbóreas (fanerófitas) perenifólias, geralmente pouco resistentes à seca, são características deste ecossistema.

Em resposta à posição topográfica e ao tipo de solo, podem-se distinguir diversos tipos de florestas com caraterísticas diferenciadas e adaptadas às condições biogeográficas

variáveis do litoral do Paraná, mas sempre caraterizadas por um dossel arbóreo denso e frondoso. Assim, a floresta ombrófila densa pode ser subdividida em diferentes tipos de associações predominantes em função da altitude:

Floresta ombrófila densa montana

Formação que ocupa entre 500 e 1.200 m de altitude, ligada às nascentes dos cursos de água, em terrenos montanhosos sobre cambissolos. Prefere as declividades acentuadas pelo ambiente mais úmido, provocado pela elevação e a precipitação das massas úmidas provenientes do oceano.

São espécies representativas deste tipo de formação: o cavoi (*Newtonia glaziovii*) e o pau-óleo (*Copaifera trapezifolia*), duas espécies caraterizadas por portes grandes e bem desenvolvidos. Outras espécies frequentes incluem o ipê-amarelo (*Tabebuia cf. alba*) e o palmito (*Euterpe edulis*), embora este último não é frequente acima dos 800 m de altitude. Podem acompanhar outras espécies como ingá-macaco (*Inga sessilis*), ingá-feijão (*I. marginata*) ou baga-de-macaco (*Posoqueria latifólia*). No estrato arbustivo aparecem bromélias terrestres, pteridófitos, melastomatáceas, rubiáceas e palmeiras como a guaricana (*Genoma schottiana*). Esta formação é característica da APA de Guaraqueçaba, onde pode encontrar-se ainda no seu estado primitivo.

Floresta ombrófila densa altomontana

Esta formação compreende a uma faixa situada entre 1.000 e 1.600 m de altitude, no topo dos morros, crescendo sobre solos rasos e caraterizados pela ocorrência de afloramentos rochosos combinados com condições de xericidade dos solos devida às suas características. Essas condições permitem o crescimento de mata nebular, caraterizada pela presença de vegetação arbórea densa baixa, de dossel uniforme com indivíduos torcidos e portes em bandeira, abundantemente ramificados, revestidos por epífitas, musgos e hepáticas. É abundante a presença de exemplares de árvores de formas tortuosas de espécies adaptadas a condições de escassez de água e intensa insolação.

Entre as espécies que podem ser encontradas formando parte das florestas ombrófilas altomontanas, ressaltam-se algumas espécies comuns às formações halófitas da planície litorânea, segundo cita o ZEE, também denominadas “restingas subxeriófitas” por Maack (1981), incluindo: a gramimunha (*Weinmannia paulliniifolia*), o mangue-do-mato (*Clusia criuva*) ou a cataia (*Drymis brasiliensis*), entre outras. Em áreas de solos mais favoráveis, ocorrem outras espécies mais frequentes em latitudes menores.

No estrato herbáceo e arbustivo encontram-se bromélias (*Vriesia spp*.) e pteridófitos (*Gleichenia* e *Polystichum spp*.), além de gramíneas (*Panicum sp*.) que ocupam os locais mais abertos ou alterados, bem como compostas, como vassourinhas e carqueja (*Baccharis spp*.). Em altitudes superiores aos 1.200 m, nos topos das serras, dominam formações herbáceo-arbustivas com presença de gramíneas e outras espécies interessantes por serem diferenciadoras desses locais caraterizados por solos rasos e incipientes, em geral com condições desfavoráveis para outras espécies.

Floresta ombrófila densa submontana

Esta formação é caraterizada por apresentar uma cobertura arbórea densa e uniforme, bem desenvolvida, que pode atingir os 25 a 30 m de altura. São abundantes as espécies higrófilas, adaptadas a ambientes com uma atmosfera muito úmida. O clima tropical e a abundante umidade propiciam o crescimento contínuo da vegetação, criando um ambiente denso e fechado no seu interior, favorecido pelo crescimento abundante de epífitas e espessos mantos de detritos vegetais. Já no sub-bosque aparecem diferentes espécies de palmeiras, destacando o palmito.

Pode ser apreciada uma transição de espécies em resposta à altitude e às diferenças climáticas e condições do solo, sendo que algumas espécies não ultrapassam os 600 m de altitude onde começam a aparecer espécies montanas. No entanto, no estrato intermediário há espécies que se destacam em zonas despejadas com mais luminosidade, como o palmito, a erva-de-macuco e a embaúba. O estrato herbáceo da floresta submontana é composto por uma grande diversidade de espécies entre as que

se encontram os xaxins (*Dicksonia sellowiana*), caetés (*Heliconia* sp.), erva-cidreira (*Hedyosmum brasiliense*) e várias espécies de bromeliáceas.

Figura 54: Espécies que caracterizam o estrato herbáceo da Floresta Ombrófila Densa Submontana. Esquerda: xaxim (pteridófito arborescente); direta: caetés

Fonte: DEADWOOD,2018 (esquerda); GIBSONS, 2018 (direita).

Floresta ombrófila densa das terras baixas

A Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas ocupa a planície costeira pouco acima do nível do mar. Desenvolve-se sobre a maior parte da planície de acumulação, em áreas pouco mais elevadas originadas em consequência da ação de agentes morfodinâmicos diversos e da interação terra-mar (MINEROPAR, 2015).

A Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas tem sua fisionomia marcada por uma cobertura arbórea cujos indivíduos do dossel apresentam grandes dimensões, com alturas superiores aos 20 m e copas que podem superar os 20 m de diâmetro. Em geral, a cobertura vegetal deste tipo de formações possui um grande número de espécies de crescimento rápido, com uma área de sub-bosque menos denso, exceto em certos trechos onde é favorecido pela presença de um tapete herbáceo abundante.

Também ocorrem variações na fisionomia florestal relacionadas ao grau de saturação hídrica dos solos onde se desenvolvem. As variações no lençol freático podem ocasionar diferenças na composição de espécies e mesmo áreas livres de vegetação, podendo

variar, de uma floresta mais desenvolvida, em solos menos saturados (como as restingas), a formações caraterizadas por ambientes de transição. Nesses ambientes, a floresta desenvolve-se a partir de áreas com vegetação pioneira como caxetais ou guanandizais que perderam a fisionomia típica em função do desenvolvimento sucessional. Em geral é menos exuberante e apresenta porte médio (15 a 20 m), com estrutura e fisionomia uniformes, com padrão florístico e estrutural similares.

Os caxetais típicos são comunidades caracterizadas pela ocorrência de um número relativamente reduzido de espécies, adaptadas a condições de alagamento periódico e por vezes em prolongados períodos. Acompanhando a caxeta (*Tabeibuia cassinoides)*, podem ser encontradas outras espécies como o ferivá (*Syagrus romanzoffiana*), erva-mate (*Ilex dumosa*), *Rapanea umbellata*, *Psidium cattleianum*, *Marlieria tomentosa*, *Inga edulis*, *Guarea macrophylla*, além de indivíduos de pequeno porte de guanandi (*Calophyllum brasiliense*). O solo em geral é coberto por espécies herbáceas que tendem a diminuir em ocorrência, à medida que o caxetal se desenvolve, adensando o dossel e diminuindo a oferta de luz necessária ao seu desenvolvimento.

Pode-se encontrar este tipo de formações em diversas Unidades de Conservação do Litoral Paranaense, como a Reserva Ecológica do Guaraguaçu, a Estação Ecológica da Ilha do Mel, o Parque Estadual do Rio Onça, a APA de Guaraqueçaba, a APA de Guaratuba, e as Reservas Naturais de Morro da Mina, Rio Cachoeira e Serra Itaqui.

Figura 55: Formações vegetais de influência fluvial presentes nas Reserva Natural do Morro da Mina. Esquerda: formação pioneira com influência fluvial herbácea (pirizal), no primeiro plano, e arbórea (caxetal), no segundo plano; direita: formação pioneira com influência fluvial arbórea, com dominância de guanandi (Calophyllum brasiliense)

Fonte: SPVS, 2012.

4.10.1.2 Floresta ombrófila densa aluvial

A Floresta Ombrófila Densa Aluvial é representante das florestas ciliares, vinculada a solos aluviais, independentemente da altitude. Ao longo dos rios, onde a flutuação do nível d'água propicia o depósito de sedimentos, desenvolvem-se florestas cujas espécies são adaptadas a essas variações hídricas. Na planície litorânea essas florestas encontram-se, em sua maior parte, muito alteradas em função das condições topográficas variáveis. A ocupação e as infraestruturas que interferem nas margens fluviais e costeiros degradaram esses ecossistemas em muitos lugares.

4.10.1.3 Formações pioneiras com influência marinha e fluvio-marinha (manguezais e comunidades aluviais)

A cobertura vegetal encontrada em terrenos com substrato de idade holocênica é denominada genericamente "restinga", reconhecida como formação pioneira com influência marinha por diferentes autores (Velloso et al., 1991; IBGE, 1992).

Sob o termo restinga incluem-se desde a vegetação pasamófila herbácea encontrada a beira-mar, até formações arbustivas e florestas mais desenvolvidas. A diferenciação

entre restinga arbórea e Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas é pouco conspícua, muitas vezes sendo as duas incluídas nesta última denominação, como é o caso da classificação das unidades de vegetação no ZEE.

As variações físicas espaço-temporais dos sedimentos arenosos, juntamente com as diferenças geradas pelas variações do relevo e do solo, determinantes de condições específica de drenagem, além da influência marinha e fluvial, determinam a existência de diferentes unidades ecológicas, como é recolhido no ZEE a partir da classificação de Veloso et al. (1991): a) áreas de Formações Pioneiras sob Influência Marinha (vegetação de praia); b) áreas de Formações Pioneiras sob Influência Flúvio-Marinha e Fluvial (mangue e comunidades aluviais), e c) áreas de Floresta Ombrófila densa, que variam conforme o tipo de solo, podendo ser secas/arenosas, quando ocorrem sobre os terraços arenosos, e úmidas/paludosas, quando ocorrem sobre as depressões das planícies paleoestuarinas.

Nas formações pioneiras de restinga que recebem a influência direta das águas do mar, aparecem gêneros característicos das praias (*Remirea* e *Salicornia*).

Essas formações são caracterizadas pela variedade de ambientes presentes, entre os quais se destacam a faixa de praia, as dunas instáveis, as dunas fixas e as áreas aplainadas e deprimidas. As comunidades vegetais presentes nesses ambientes de restinga formam agrupamentos de comunidades vegetais adaptadas às variações do ambiente que resultam num verdadeiro microzoneamento da unidade que reflete as diferentes características do ambiente através da composição e estrutura das comunidades florísticas presentes.

A faixa de praia é um ambiente pobre em vegetação, devido principalmente à maior instabilidade e o elevado índice salino. Também são frequentes algumas espécies de hábitos rastreiros, tais como espartina (*Spartina ciliata*), brejo-de-praia (*Iresine portulacoides*), macela-gráuda (*Senecio crassiflorus*), grama-rasteira-da-praia (*Paspalum distichum*), pinheirinho-da-praia (*Remirea marítima*) e salsa-da-praia (*Ipomea pes-caprae*), entre outras.

As dunas instáveis, irregularmente dispersas, situadas atrás na linha de praia e fortemente assoladas pelos ventos, apresentam vegetação muito escassa. Nessas dunas observa-se maior compactação e transformação estrutural das camadas de areia, com retenção de umidade, que eventualmente pode dar lugar a uma incipiente formação de solo. A possível colonização dessas áreas por vegetação incipiente pode acelerar a formação e estruturação do solo.

Em áreas mais altas ocorrem espécies como a *Canavalia rósea*, além de várias espécies dos gêneros *Paspalum* e *Hidrocotyle*. Outras espécies que contribuem para caracterizar as zonas mais elevadas enquanto nos afastamos da faixa praial, incluem os gêneros *Acicarpha*, *Achyrocline*, *Polygala*, *Spartina* e *Vigna*, entre outros.

O manguezal é a comunidade microfanerofítica de ambiente salobro, situada na desembocadura de rios e regatos no mar, caraterizada por solos limosos sobre os quais cresce uma vegetação muito especializada, adaptada à salinidade das águas. As espécies típicas são *Rhizophora mangle* e *Avicennia* spp., variando em função da latitude, além de *Laguncularia racemosa*. Outras espécies herbáceas podem ser encontradas ocupando esses ambientes como algumas espécies da família *Poaceae* (gramíneas), incluindo *Spartina* spp. e *Salicornia portulacoides*.

Os manguezais ocorrem em quase toda a extensão de regiões tropicais e subtropicais, ligados às faixas costeiras protegidas banhadas pelas marés, às margens de rios e de lagoas de água salobra e aos estuários.

Com base nos trabalhos de Roderjan et al. (1996), o ZEE cita para a Baía de Paranaguá a ocorrência de campos salinos antecedendo os manguezais geralmente compostos por *Spartina montevidensis*, sendo comum *Crinum salsum*, além de outras espécies. Os ambientes de marismas têm uma grande importância ecológica, sendo fonte de produtividade primária (as marismas estão entre os mais produtivos ecossistemas costeiros). Além disso, a presença de vegetação especializada contribui à fixação de margens de costa e corpos fluviais e lagos, reduzindo o risco de erosão e a magnitude de possíveis eventos climáticos extremos.

As comunidades arbustivo-arbóreas presentes na planície litorânea incluem formações de caxetais, pertencentes aos Sistema Pioneiros de Influência Fluvial, como exemplo, a caxeta (*Tabebuia cassinoides*) imprime o caráter fisionômico desse tipo de formação. Suas raízes respiratórias (pneumatóforos) permitem que a espécie sobreviva em solos encharcados, predominantemente orgânicos. Quando o substrato é de tipo Gley (gleissolos), aparece alternando com a caxeta o maricá (*Mimosa bimucronata*).

Em muitos lugares onde a vegetação original foi removida pela mudança do uso do solo, pode ser observada vegetação secundária correspondente aos estágios sucessionais de recomposição da estrutura vegetal original. Após a retirada natural ou antrópica da vegetação anteriormente existente, ainda quando as áreas antropizadas são abandonadas, a regeneração natural propicia a recolonização desses ambientes que se caracterizam pela presença de espécies de rápido crescimento e a ocorrência de muitos indivíduos da mesma espécie.

O mapa a seguir mostra a distribuição das diferentes unidades vegetais descritas no litoral do Paraná.

700000 720000 740000 760000 780000 800000

7240000 7220000 7200000 7180000 7160000 7140000

PARANÁ

SÃO PAULO

BR 116

PR 405

Guaraqueçaba

PR 340

PR 410

PR 410

PR 411 PR 411 PR 408

Antonina

Morretes

Paranaguá

PR 804

BR 277

PR 407

PR 508

PR 412

Pontal do Paraná

OCEANO ATLÂNTICO

PR 412

PR 412

Matinhos

Guaratuba

BR 376 BR 376

PR 808

PR 412

SANTA CATARINA

Designação - Fitogeográfico

- Floresta Ombrófila Densa Alto-montana
- Floresta Ombrófila Densa Montana
- Floresta Ombrófila Densa Sub-Montana
- Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas e Aluvial
- Floresta Ombrófila Mista Montana
- Formações pioneiras Com influência fluvial - arbórea
- Formações pioneiras Com influência fluvial - herbácea / arbustiva
- Formações pioneiras Com influência fluviomarinha - arbórea
- Formações pioneiras Com influência marinha - arbórea
- Formações pioneiras Com influência marinha - herbácea / arbustiva
- Formações pioneiras com influência fluviomarinha - herbácea / arbustiva

700000 720000 740000 760000 780000 800000

Fitogeográfico

Legenda

- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Malha Ferroviária
- Massa de Água

Limite de Estados

- Paraná
- Santa Catarina
- São Paulo

PLANO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO LITORAL DO PARANÁ

PDS_LITORAL

N

10 5 0 10 Km

DADOS TÉCNICOS:

MERIDIANO CENTRAL: 51° WGr
DATUM HORIZONTAL: SIRGAS 2000 - 22S
DATUM VERTICAL: IMBITUBA-SC

FONTE DOS DADOS: RODOVIAS, FERROVIAS: PNLT (2017);
LIMITES MUNICIPAIS, MASSA DE ÁGUA: ITCG (2015, 2018);
NOME MUNICIPIOS, LIMITES ESTADUAIS, IBGE (2015, 2016);
RELEVO SOMBREADO, INPE (2011); FITOGEOGRÁFICO, ITCG (2010)

DATA: MAIO - 18 ESC.: 1:400.000

PARANÁ THE WORLD BANK BARCELONABRASILGROUP Mcrit hidria Quanta

4.10.2 Espécies ameaçadas da flora e proteção dos ecossistemas prioritários pela legislação

Conforme o contido no artigo 225, 4º, do Código Florestal CF/88, a Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Matogrossense e a Zona Costeira fazem parte do patrimônio nacional, pelo que devem ser preservados, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais presentes nesses ambientes. A região litorânea paranaense está totalmente contida no bioma Mata Atlântica que corresponde às áreas com cobertura vegetal remanescente de floresta ombrófila densa, restinga e manguezais, em estágios diversos. Essa área está sujeita à rigorosa proteção ambiental pela Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, posteriormente alterada pela Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, enquanto que a utilização e proteção da vegetação nativa são reguladas pelo Decreto Federal nº 6.660/08.

O referido Decreto estabelece no seu Art. 1º, que “somente os remanescentes de vegetação nativa no estágio primário e nos estágios secundário inicial, médio e avançado de regeneração na área de abrangência definida terão seu uso e conservação regulados por Lei.”

A presença de remanescentes bem preservados de Mata Atlântica no litoral do Paraná motivou a proteção de grande parte do seu território por diversos instrumentos, incluindo as Unidades de Conservação APA de Guaraqueçaba e APA de Guaratuba, a AEIT do Marumbi, o Tombamento da Serra do Mar, e os Parques e Estações Ecológicas de Guaraqueçaba e da Ilha do Mel.

Além disso a Lei nº 11.428 estabelece, no seu Art. 14, que “A supressão de vegetação primária e secundária no estágio avançado de regeneração somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública, sendo que a vegetação secundária em estágio médio de regeneração poderá ser suprimida nos casos de utilidade pública e interesse social, em todos os casos devidamente caracterizados e motivados em procedimento

administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto.”

Dentro da Floresta Atlântica alguns ecossistemas possuem ainda outros instrumentos legais de proteção e uso restrito. Destacam-se como importantes ecossistemas classificados como Áreas de Proteção Permanente (APP) no litoral os manguezais, as restingas e outras formações que necessitam de especial cuidado. A sua preservação está prevista nos Capítulos I e II da Lei Federal nº 12.651/2012 (Código Florestal), que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa*; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.*

A lei estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, Áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal, a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos.

São declaradas Áreas de Preservação Permanente pela Lei: a) as faixas marginais dos cursos d’água em diferente extensão dependo da largura do curso dos 30 aos 500 m; b) as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais; c) as encostas ou partes destas com declividades superior a 45º; d) as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues; e) os manguezais em toda sua extensão; f) as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 metros em projeções horizontais; g) o topo dos morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 metros e inclinação média maior que 25º [...]; h) as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação e i) em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado.

Com relação ao regime de proteção das APP, o Art. 7, § 1º cita "Tendo ocorrido supressão de vegetação situada em Área de Preservação Permanente, o proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título é obrigado a promover a recomposição da vegetação, ressalvados os usos autorizados previstos nesta Lei", e no Art. 8 º que "A supressão de vegetação nativa protetora de nascentes, dunas e restingas somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública."

Assim mesmo, sobre a supressão da vegetação para uso alternativo do solo a Lei declara (Art.26) "A supressão de vegetação nativa para uso alternativo do solo, tanto de domínio público como de domínio privado, dependerá do cadastramento do imóvel no CAR, de que trata o art. 29, e de prévia autorização do órgão estadual competente do Sisnama."

Além disso (Art. 27) "Nas áreas passíveis de uso alternativo do solo, a supressão de vegetação que abrigue espécie da flora ou da fauna ameaçada de extinção, segundo lista oficial publicada pelos órgãos federal ou estadual ou municipal do Sisnama, ou espécies migratórias, dependerá da adoção de medidas compensatórias e mitigadoras que assegurem a conservação da espécie."

É importante destacar especialmente o Artigo 8, já que o fato de que o desmatamento só pode ser realizado nos casos de Utilidade Pública abre a possibilidade de que, sob essa declaração, certos projetos possam avançar apesar do impacto esperado sobre os biomas naturais protegidos.

O acúmulo de projetos de infraestrutura e outros usos da terra, com a consequente perda de vegetação, contribui para fragmentar os ecossistemas, colocando em risco sua função como corredores ecológicos para a preservação da fauna neles existente e como conectores sociais para as populações tradicionais que habitam a costa. Este fato está acontecendo com a construção do novo terminal portuário previsto em Pontal do Sul, que deverá ampliar a área portuária em uma área com formações pioneiras de influência marinha (restinga) e fluvio-marinha (mangue), bem como cobertura de Floresta Ombrófila Densa.

O novo terminal portuário projetado em Pontal do Paraná foi declarado de utilidade pública por meio do Decreto Federal sem número, de 6 de maio de 2016, motivo pelo qual o desmatamento necessário pode ser realizado. A área também fica próxima à área de inundação do rio Maciel, uma área ambientalmente sensível, e do assentamento do povo Guarany Mbya.

Quanto às espécies de flora ameaçadas, estima-se em mais de 700 espécies arbóreas a composição da riqueza da Floresta Ombrófila Densa, sendo, portanto, muito reduzido o percentual de espécies efetivamente exploradas. No entanto, no médio da abundante riqueza florística do litoral do Paraná e das suas Unidades de Conservação, foram selecionados alguns exemplos de espécies de flora representativas dos ecossistemas descritos anteriormente que se encontram ameaçadas, segundo a Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção (BRASIL, 2013), a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN (2008), e a Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no estado do Paraná (IAP, 1995).

Quadro 29: Exemplos de espécies de flora ameaçada do litoral do Paraná

FAMÍLIA/ESPÉCIE	MMA (2008)[1]	IUCN (2008)[2]	IAP (1995)[3]
AMARYLLIDACEAE *Hippeastrum striatum* (Peroba)			EN
APOCINACEAE *Aspidosperma ramiflorum* (Guatambu) *Malouetia arborea* (Goerana)			EN VU
ARECACEAE *Euterpe edulis* (palmeira-juçara)	ANEXO I		
BIGNONIACEAE *Tabebuia cassinoides* (caixeta) *Tabebuia heptaphylla* (Ipê-roxo)	ANEXO I		RA
BROMELIACEAE			

Tillandsia spiculosa			VU
CACTACEAE *Pereskia aculeata* (ora-pro-nóbis) *Rhipsalis elliptica*		LC LC	
CARICACEAE *Jacaratia spinosa* (mamão-bravo)			RA
EUPHORBIACEAE *Dalechampia leandrii* *Tetrorchidium rubrivenium*			RA RA
FABACEAE *Myrocarpus frondosus* (caburé)			RA
LAMIACEAE *Vitex polygama* (tarumã)			EN
LAURACEAE *Ocotea aciphylla* *Ocotea odorifera* (sasafrás) *Ocotea catharinensis* (canela-preta) *Ocotea laxa* (canela)		LR/lc	EM RA RA
MELIACEAE *Cedrela odorata* (cedro-cheiroso) *Cedrela fissilis* (Acaicá) *Trichilia casaretti*		VU EN VU	
MORACEAE *Brosimum glaziovii* (guarapicica)		EN	RA
MYRTACEAE *Calyptranthes rubella* *Myrceugenia myrcioides* *Neomitranthes glomerata*		LR/lc	RA EN
ORCHIDACEAE *Dichaea anchorifera*			RA

SAPOTACEAE *Manilkara subsericea* *Pouteria beaurepairei* *Pouteria torta*		 LR/lc LR/lc	RA RA
SMILACACEAE *Smilax longifolia*	ANEXO II		
SOLANACEAE *Solanum inaequale*		LR/lc	

Fonte: os autores, a partir de dados de planos de Gestão das UC do Litoral do Paraná.

[1] MMA – Ministério do Meio Ambiente. Instrução normativa N°6, de 23 de setembro de 2008. Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção 2008.

[2] IUCN - International Union for Conservation of Nature. Lista da flora ameaçada de extinção com ocorrência no Brasil – IUCN 2008.

[3] SEMA/PR - Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no estado do Paraná. SEMA/GTZ. 1995.

Legenda: ANEXO I - Ameaçadas de extinção: espécies com alto risco de desaparecimento na natureza em futuro próximo, assim reconhecidas pelo Ministério do Meio Ambiente; ANEXO II – espécies com deficiência de dados: aquelas cujas informações (distribuição geográfica, ameaças/impactos e usos, entre outras) são ainda deficientes, não permitindo enquadrá-las com segurança na condição de ameaçadas; EN – Em Perigo, podendo sofrer risco muito elevado de extinção na natureza; LC - Segura ou pouco preocupante: categoria de risco mais baixo; LR/cd - Dependente de medidas de conservação; LR/lc - Segura ou pouco preocupante: categoria de risco mais baixo; LR/nt - Quase ameaçada: perto de ser classificada ou provavelmente qualificável para ser incluída numa das categorias de ameaça num futuro próximo; RA – Rara: espécies cuja população é atualmente reduzida; VU - Vulnerável: considerada a sofrer um risco elevado de extinção na natureza.

4.10.3 Biodiversidade de fauna

A flora da planície litorânea do Estado do Paraná é uma das mais bem preservadas do sul do Brasil, sendo protegida por unidades de conservação federais, estaduais e municipais. Como foi mencionado, existem na região litorânea paranaense importantes

ecossistemas associados à Floresta Ombrófila Densa, como o manguezal e a restinga, que são hábitat de uma excepcional variedade de espécies de fauna.

As unidades de conservação existentes no litoral do Paraná protegem muitas dessas espécies, constituindo um autêntico corredor ecológico para a preservação da biodiversidade que caracteriza a Mata Atlântica, incluindo numerosas espécies raras, endêmicas e ameaçadas. A diversidade de espécies que atualmente se encontram ligadas às formações típicas da Mata Atlântica mostram porque esse bioma é considerado como um dos pontos quentes de biodiversidade mais importantes no mundo. Entre as espécies ameaçadas, como é detalhado embaixo, destacam: o papagaio-de-cara-roxa (*Amazona brasiliensis*), carinha-preta (*Leontophitecus caissara*), e o bicudinho-do-brejo (*Stymphalornis acutirostris*).

Além disso, os estuários de Paranaguá e Guaratuba criam condições para a preservação de uma riqueza de espécies aquáticas e marinhas excepcional, sendo fonte de vida e produção de recursos para todos os moradores da costa. Juntamente com Cananéia e Iguape, no Estado de São Paulo, a baía de Paranaguá constitui um sistema único, denominado Complexo Estuarino Lagunar de Iguape-Cananéia-Paranaguá, considerado o terceiro estuário do mundo, em termos de produtividade primária, junto com a Serra do Mar, e a região foi tombada pela UNESCO em 1999, como Patrimônio Natural da Humanidade. Apesar disso, é pouco o que se conhece sobre a composição da biodiversidade da fauna presente nos ecossistemas aquáticos e litorais de influencia flúvio-marinha, como os manguezais.

Os sete municípios que compõem a região do litoral destacam-se por possuir altos porcentuais de cobertura vegetal, variando entre 80% a 90% da área do território. Em grande medida, o estado atual de conservação é devido às próprias características do território na planície litorânea e nos terrenos declivosos da Serra do Mar, que dificultam a ocupação e o uso para outros fins como a produção agrícola.

Para a contextualização da biodiversidade de fauna do litoral do Paraná foram consultadas diversas fontes secundárias como o Zoneamento Ecológico-Econômico do Litoral, os Planos de Manejo das Áreas Protegidas do litoral paranaense, e diversos artigos sobre a diversidade dos diferentes grupos faunísticos nesta região.

4.10.3.1 A mastofauna

As principais fontes de informações sobre a diversidade de mamíferos na região do litoral do Paraná foram baseadas nos inventários e diagnóstico faunísticos realizados para os Planos de Manejo das Unidades de Conservação.

Na **Estação Ecológica da Ilha do Mel** existe uma riqueza de mamíferos estimada de 122 espécies, distribuídas em 36 famílias e 11 ordens, considerando espécies terrestres e aquáticas. A família com maior número de espécies presentes é Quirópetera (morcegos), com quase 49 espécies, seguida de Rodentia (roedores), com mais de 30 espécies, e carnívoros, com mais de 15 espécies. Em relação ao Paraná, esta listagem representa o 66,3% da diversidade estadual, que é de 182 espécies de mamíferos, 40% dos quais são esperados para a Floresta Atlântica brasileira, e 17,1% dos mamíferos aquáticos da costa brasileira.

Entre as 122 espécies de mamíferos presentes na Ilha do Mel, 25 tiveram registro confirmado, segundo o Plano de Manejo publicado em 2011, entre elas há espécies ameaçadas como o gambá (*Didelphis* sp.), o morcego *Carollia perspicilla*, do que foi identificada uma colônia com mais de 100 indivíduos na gruta do Morro da Baleia, e o tatu-galinha (*Dasypus novemcinctus*).

Na Ilha do Mel **destacam os táxons de hábitos terrestres**, com 46 espécies (37,7%), sendo seguidos pelas espécies terrestres/voadoras (morcegos) com 39 espécies. Os aquáticos estão representados por 14 espécies.

Além disso, na Ilha do Mel estão potencialmente presentes várias **espécies endémicas**, das quais 10 são roedores como diferentes espécies identificadas como rato-do-mato (*Akodon montensis, Delomys sublineatus, Oecomys catherinae, Phyllomys sp. Trionomys sp.*), morcegos (Myotis levis, *Platyrrhinus recifinus*), artiodátilos como o bororo (*Mazama bororo*), marsupiais como o mucura (*Marmosops paulensis*) e primatas como o bugio (*Alouatta guariba*), o macaco-prego (*Cebus nigritus*) e o mico-leão-de-cara-preta

(*Leonthopithecus caissara*). Porém, a presença na Ilha não está confirmada para todos esses táxons.

Figura 56: Primatas ameaçadas com presencia registrada no litoral do Paraná. Esquerda: Bugio (Alouatta fusca clamitans), foto Dario Sanches; direita: mico-leão-de-cara-preta (Leonthopithecus caissara)

Fonte: LEONARDI, 2018

Na **APA de Guaraqueçaba** os resultados obtidos de campo comprovaram a existência de aproximadamente 70 espécies de mamíferos, o que corresponde a mais do 60% das espécies consideradas para a região, segundo cita IPARDES (1995) no relatório de Zoneamento da APA.

Para a caraterização da biodiversidade de mamíferos é conveniente distinguir entre as espécies presentes nas áreas de Formações Pioneiras e as presentes na região da Floresta Ombrófila Densa, incluindo as Florestas Secundárias.

Em áreas pioneiras de capoeirinhas, capoeiras, capoeirão e a floresta secundária e nas proximidades dos manguezais foram registradas espécies como o gato-do-mato (*Felis* sp.) e o mão-pelada ou cachorro-mangueiro (*Procyon thous*), que foram confirmados através de pegadas, e o rato d'água (*Nectomys squamipes*), confirmado através de capturas.

Nos **caxetais** são pouco frequentes os registros de mamíferos. As zonas de **restinga** são pouco estudadas em relação aos mamíferos. Enfatizando a sua importância, porém, salienta-se que, neste ambiente, ocorre o mico-leão-de-cara-preta (*L. caissara*). Ainda na restinga foram encontrados o gambá-de-orelha-preta (*Didelphis aurita*), cuíca (*Metachirus nudicatus*), os microroedores *Oryzomys nitidus* e *Nectomys squamipes*, diversos morcegos e o tatu (*Dasypus* sp.).

A restinga também pode constituir área de uso da onça-parda (*Felis concolor*), mão-pelada (*Procyon cancrivorus*), quati (*Nasua nasua*) e cachorro-do-mato (*Cerdocydon thous*).

A diversidade de espécies de mamíferos que podem fazer uso dos ambientes de **Floresta Ombrófila de Terras Baixas** é grande e foram realizados vários estudos na APA de Guaraqueçaba, principalmente nas margens dos rios, onde está a **Floresta Ombrófila Densa das Planícies Aluviais**, e representa o principal hábitat para muitos mamíferos ameaçados de desaparecimento pela presença humana. A caça clandestina, o uso de agrotóxicos e a presença do gado bubalino, são os fatores de pressão mais importantes sobre esses ambientes.

Este tipo de ambiente. É utilizado por espécies como gambás (*Didelphis* spp.) e cuícas (*Gracilianus microtarsus*, *Micoureus demerarae*, etc.), tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*), tatu (Dasypus sp.), morcegos como *Desmodus rotundus* (morcego-vampiro); *Artibeus lituratus* (morcego-fruteiro, cara- branca), *Noctilio leporinus* (morcego-pescador), *Peropterix macrotis* (morcego-insetívoro), carnívoros como cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), furão (*Galictis cuja*), irara (*Eira barbara*), quati (*Nasua nasua*), onça-pintada (*Panthera onca*), *Felis yagouaroundi* (gato-mourisco), *Felis pardalis* (jaguatirica), *Felis tigrina* (gato-do-mato), cateto (*Tayassu tajacu*), veados (*Mazama* spp.); *Sphiggurus* sp. (ouriço-cacheiro); e *Sylvilagus brasiliensis* (tapiti) (IPARDES, 2001).

Na Ilha do Rabelo, Massarapuã, Ilha Rasa e Ilha das Laranjeiras, foram constatados pequenos mamíferos como *Akodon cursor*, Delomys sublineatus, Orzomis nigripes, e outras. Na Floresta Ombrófila Densa das Planícies Aluviais são encontradas a capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*), furão (*Galictis cuja*), lontra (*Lutra longicaudis*), mão-pelada (*Procyon cancrivorus*), cuíca d'água (*Chironectes minimus*), rato d'água (*Nectomys squamipes*) e o morcego-pescador (*Noctilio leporinus*).

Figura 57: Mamíferos carnívoros presentes no litoral do Paraná. Esquerda: o felino ameaçado onça-pintada (Panthera onca), foto de Leonardo Ramos; direita: cachorro-do-mato (Cerdocyon thous)

Fonte: MONNIAUX, 2018.

Na **Floresta Densa Submontana**, o maior ambiente da APA e possivelmente o mais importante para os mamíferos, são residentes diversas espécies de marsupiais como *Didelphis aurita*, *Philander opossum*, *Monodelphis scalops*, e outros; morcegos como *Anoura caudifer*, *Sturnira lilium*, *Artibeus lituratus* e outros; os primatas *Cebus apella* (macaco-prego) e *Alouatta fusca* (bugio); e também *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato), *Eira barbara* (irara), *Galictis cuja* (furão), *Nasua nasua* (quati); e grandes felinos como *Panthera onca* (onça-pintada); *Felis concolor* (onça-parda), e *Felis yagouaroundi* (gato-mourisco), *Felis pardalis* (jaguatirica) e *Felis tigrina* (gato-do-mato); veados (*Mazama* spp.) e cateto (*Tayassu tajacu*), e diversas espécies de roedores como o serelepe (*Scirus* sp.) ou a cutia (*Dasyprocta* sp.) e microrroedores como Akodon cursor ou *Oryzomis nitidus*, entre outras muitas espécies.

Finalmente, a área de **Floresta Ombrófila Densa Montana** é extremadamente importante para os mamíferos, principalmente por apresentar uma grande extensão pouco alterada.

Nestas áreas encontra-se ainda, uma mastofauna bem representativa e exigente em relação à qualidade ambiental, tendo sido registradas, ademais das espécies de grandes felinos anteriormente citadas: queixada (*Tayassu pecari*); veado-bororó (*Mazama rufina*); várias famílias de morcegos; o tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*); marsupiais como *Marsopus incanus*, *Monodelphys* sp. e *Didelphis* sp.; e várias espécies de roedores (*Akodon* sp., *Oryzomys* sp., *Scirus* sp.), macaco-prego (*Cebus apela*) e tatus (*Dasypus* sp., *Cabassous* sp.).

A **Floresta Ombrófila Densa Altomontana** apresenta menor diversidade de mamíferos, com ocorrência de pequenos roedores, algumas espécies de quirópteros e carnívoros oportunistas como o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*). Geralmente, é um ambiente que sobre a rotatividade de agricultura de subsistência e pastoreio.

Na fase de capoeira, são comuns pequenos roedores como *Akododon cursor*, *Oryzomis nigripes*, quirópteros e alguns marsupiais como *Didelphis aurita*. Algumas destas espécies podem ser encontradas em zonas de vegetação secundária compartilhando o hábitat com diferentes espécies de quirópteros (*Desmodus rotundus*, *Artibeus lituratus*), catetos (*Tayassu tajacu*) e tapitis (*Sylvilagus brasiliensis*); além de espécies carnívoras como o cachorro-do-mato, a jaguatirica (*Felis pardalis*) e outros, e, esporadicamente, mamíferos de grande porte como a onça-parda, a onça-pintada, e a anta, que utilizam esses ambientes como corredores de deslocamento.

É importante ressaltar que, nos ecossistemas terrestres, os mamíferos representam provavelmente, o grupo animal mais vulnerável à perturbação ambiental provocada pelo homem. Isto se deve, principalmente, à condição de deslocamento, que é terrestre para a maioria das espécies e leva à dependência de corredores de ligação entre as áreas residuais que ainda conservam remanescentes de florestas e da vegetação natural. É

preciso realizar mais estudos que aprofundem no conhecimento da conectividade ecológica da Mata Atlântica. Além do estudo da cobertura da vegetação nos remanescentes de floresta, é importante analisar a sua conectividade ecológica com base nos requerimentos de mobilidade das espécies presentes, especialmente as espécies ameaçadas com o fim de promover a conservação e uso sustentável do solo no entorno de áreas que estejam funcionando como ecológicos, facilitando o movimento e a manutenção das funções vitais das espécies, mesmo fora das unidades de conservação.

Outro problema que acontece é a caça clandestina, que ocorre em toda a APA de Guaraqueçaba, envolvendo a espécies como anta (*Tapirus terrestres*), cateto (*Tayassu tajacu*), paca (*Agouti paca*), capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*), tatus (*Dasypus* sp.) e veados (*Mazama* sp.), entre outros. É preciso aumentar a conscientização ambiental e a sensibilização com a conservação, além de promover opções de uso sustentável do solo e dos recursos que gerem benefícios para as comunidades com o fim de evitar este tipo de usos e promover a geração de riqueza e desenvolvimento com base na conservação.

Quanto às espécies ameaçadas, destacam-se, pelo status reconhecido a nível mundial: o mico-leão-de-cara-preta (*Leontopithecus caissara*), bugio (*Alouatta fusca*), lontra (Lutra longicaudis), suçurana (Felis concolor), jaguatirica (*Felis pardalis*), gato-do-mato (*Felis tigrina*), gato-maracajá (*Felis wiedii*), onça-pintada (*Panthera onca*), e tapir (*Tapirus terrestris*), entre outras.

Na APA de Guaratuba, os estudos realizados por diversos autores e a SEMA, abrangeram a fauna da planície litorânea da Área de Proteção Ambiental. De acordo com os relatórios mencionados no Plano de Manejo da APA, foram mencionadas cerca de 64 espécies endêmicas da Floresta Atlântica, e 11 consideradas como ameaçadas de extinção para o Estado do Paraná.

Entre as espécies endémicas com provável ocorrência na APA de Guaratuba, foram citadas: catita (*Monodelphis scalops*); rato-do-mato (*Delomys dorsallis*), rato-do-brejo (*Oxymycterus quaestor*), rato-da-taquara (*Kannabetomys amblyonyx*), e ouriço-cacheiro (*Sphinggurus vilosus*).

Quanto às espécies ameaçadas de extinção no estado do Paraná e que ocorrem na APA de Guaratuba, segundo os registros da SEMA (1996) e MARGARIDO (1995) que recolhe o Plano de Manejo da APA, são citadas: cuíca-d'água (*Chironectes minimus*); lontra (*Lontra longicaudis*); os felinos suçuarana (*Puma concolor*), gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*), gato-maracajá (*Leopardus wiedii*), jaguatirica (*Leopardus pardalis*), e onça-pintada (*Panthera onca*); anta ou tapir (*Tapirus terrestres*); queixada (*Tayasu pecari*); paca (*Agouti paca*); e o coelho ou tapiti (*Sylvilagus brasiliensis*).

Muitas das espécies citadas, como lontra, jaguatirica, onça, gato-do-mato e tapití, se encontram em situação vulnerável ou ameaçada devido, principalmente, à fragmentação dos hábitats e a caça indiscriminada. Assim como estas espécies, que estão ameaçadas em maior ou menor grau, na APA de Guaratuba, outras que não possuem este status, podem também vir a sofrer com a descontinuidade de áreas remanescentes, como, por exemplo, a capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*) e os veados (*Mazama* sp.), segundo cita de Margarido (1995) mencionada no Plano de Manejo da APA.

A onça, a anta e o cachorro-do-mato-vinagre (*Speothos venaticus*), embora tenham sido indicadas como ocorrentes na APA de Guaratuba, encontram-se em perigo de extinção na região, e para conhecer o seu estado atual de distribuição é necessário realizar estudos específicos de presença dos mesmos nas Unidades de Conservação.

Seguindo as recomendações incluídas no próprio Plano de Manejo da APA de Guaratuba, o PDS do Litoral deve considerar estratégias de gestão que fomentem programas de pesquisa e monitoramento das espécies e da biodiversidade que reflitam as condições de vida e estratégias adaptativas dos diferentes grupos funcionais e táxons,

e que estejam associados a mosaicos de ecossistemas, para desta forma sustentar ações frente às atividades humanas desenvolvidas nas UC do litoral do Paraná e na matriz territorial em que se se inserem.

Com relação à **mastofauna marinha**, o Plano de Manejo da APA de Guaratuba apresenta os registros de espécies da SEMA (1996) e de diversos autores como Monteiro-Filho e outros (1999). As espécies que foram avistadas na região são: o golfinho *Sotalia guianensis* (boto-cinza) que é a espécie mais comum, ocorrendo na região o ano inteiro, podendo ser encontrado também em vários rios do estuário. A segunda espécie mais comum, particularmente durante o inverno, é o golfinho *Tursiops truncatus* (boto-da-tainha ou caldeirão). Outros mamíferos menos comuns são os pinípedes como o leão-marinho (*Otaria flavescens*), o lobo-marinho (*Arctocephalus autralis*, e *A. tropicalis*), que ocorrem anualmente na baía de Guaratuba, particularmente em inverno, dadas as boas condições ambientais da Baía.

Com relação à espécie *Sotalia guianensis* existem estudos específicos sobre a ocorrência, comportamento e distribuição no Complexo Estuarino de Paranaguá. Alguns desses estudos usaram técnicas de foto-detecção para monitorar os movimentos dos indivíduos em todo o complexo estuarino (SANTOS *et al.*, 2010) encontrando evidências de fidelidade do local para vários indivíduos monitorados e também uma grande flexibilidade de movimentos em todo o complexo estuarino por vários indivíduos.

Além do boto-cinza, na baía de Paranaguá foi verificada a ocorrência, em menor escala de outras espécies: a toninha (*Pontoporia blainviellei*), e o boto-da-tainha (*Tursiops truncatus*).

Na costa adjacente também foram registradas outras espécies de hábitos oceânicos como a baleia de Bryde (*Balaenoptera edeni*), a baleia-franca (*Eubalaena australis*), o cachalote anão (*Kogia simus*), a baleia-bicuda-de-Cuvier (*Ziphius cavirostris*), e golfinhos do gênero *Stenella*. Todas as citas são de vários autores, tal e como foram recolhidas no

Plano de Emergência Individual da Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina (APPA, 2013).

4.10.3.2 A avifauna

Os ecossistemas litorâneos do Estado do Paraná abrigam mais de 300 espécies de aves que se distribuem pelo ambiente formando comunidades características. Essa elevada riqueza específica reflete a presença, na região, do ecossistema da Mata Atlântica. O Estado do Paraná, além das espécies residentes, recebe tanto visitantes setentrionais como meridionais apresentando uma rica avifauna aquática e limícola.

No que diz respeito da avifauna marinha, o EIA/RIMA de Ampliação e Modernização do Porto de Paranaguá (2004), detectou 20 espécies de aves aquáticas e limícolas, as quais, junto com as obtidas na bibliografia, totalizaram 42 espécies na área de influência do empreendimento.

Entre as espécies registradas por esse estudo, dentro da família Aredeidade, a mais representativa na área de influência da atividade portuária, destaca *Egretta caerulea (*gralha-azul), sendo encontrada em grandes grupos, principalmente nos bancos de sedimento expostos com a maré baixa. *Casmerodius albus* (garça-branca-grande) e *Ardea cocoi* (socó-grande) também são relativamente comuns dentro do estuário, porém não atingem grandes densidades, sendo comumente observados forrageando em águas rasas. *Nycticorax nycticorax* e *Nyctanassa violácea* (savacus) são habitantes típicos dos manguezais, sendo que o primeiro possui hábitos noturnos e crepusculares. Outra espécie comum nos rios interiores das baías são *Butorides striatus* (socózino) e *Egretta thula* (garça-branca-pequena), em praias arenosas-

A família Anatidae também apresenta um número elevado de espécies no estuário de Paranaguá como: *Anas bahamensis* (marreca-toucinho) e *Coscoroba coscoroba* (capororoca). Foram observados bandos grandes de *Dendrocygna viduata* (irerê),

sobrevoando as baías a grande altura, junto a seu congênere D*. bicolor* (marreca-caneleira).

As famílias Charadriidae e Scolopacidade apresentam cinco espécies cada, somando um total de 10 espécies conhecidas como maçaricos, sendo que oito dessas espécies foram classificadas como visitantes setentrionais que fogem dos rigores do inverno boreal após o seu período reprodutivo no Hemisfério Norte, buscando o verão austral nesta região. Entre essas espécies, a mais comum é *Charadrius semipalmatus* (batuíra-de-bando).

Outra espécie, também comum em áreas de manguezal, é *Actitis macularia* (maçarico-pintado). Nesses mesmos locais também podem ser observadas Tringa solitária (*Maçarico solitario*), que é, entretanto, mais comum em rios do interior.

Em praias arenosas costeiras aparecem: *Pluvialis dominica* (Batuiruçu), *P. squatarola* (batuiruçu-de-axila-preta), Calidris fuscicollis (maçarico-de-sobre-branco), e *C. alba* (maçarico-branco).

Entre as cinco espécies da família Laridae, destaca *Larus domincanus* (gaivotão), que pode ser considerada a espécie mais comum, sendo encontrada praticamente todo o ano. As famílias Alcedinidae e Rallidae apresentam quatro espécies cada, que utilizam os ambientes dentro das baías, sendo comuns em áreas de mangue: Ceryle torquata (martim-pescador-grande), *Chloroceryle americana* (martim-pescador-pequeno), e *Aramides cajanea* (três-potes). As demais são mais comuns nos rios que chegam às baías, em trechos com menor salinidade como *C. inda* (martim-pescador-da-mata) e *C. aenea* (arirambinha).

As restantes famílias presentes no estuário apresentam menor diversidade no estuário, sendo representadas por apenas uma espécie em cada caso: *Heliornis fulica* (picaparra), *Platalea ajaja* (colhereiro), registrado tanto nos rios de mangue como nas partes mais abertas das baías, *Sula ieucogaster* (atobá), *Phalacrocorax brasilianus* (biguá), *Fregata magnificens* (tesourão), *Puffinus puffinus* (bobo-pequeno), e *Rynchops niger* (talha-

mar). Estas espécies ocupam o corpo aquoso do estuário como principal local de forrageamento.

Entre os Passeriformes, os representantes mais comuns na área costeira próxima à desembocadura do estuário são *Pitangus sulphuratus* (bem-te-vi) e *Myizetetes similis* (bem-te-vizinho), ambos representantes da família Tyrannidae; e *Turdus rufiventris* (sabiá-laranjeira) e *T. amaurochalinus* (sabiá-poca), representantes da família Turdidae, em áreas de manguezal. Sem se aproximarem tanto da água, encontram-se *Ramphocelus bresilius* (tié-sangue) e *Oyanocoraz caerueus* (gralha-azul).

Em áreas de pirizal, principalmente a montante da desembocadura dos grandes rios, são: *Phleocryptes melanops* (bate-bico), *Tachuris rubigastra* (papa-piri) e *Symphalornis acutirostris* (bicudinho-do-brejo). Esta última espécie é considerada endêmica e ameaçada de extinção. Também incluída dentro da lista do IBAMA (2003) devido, principalmente, ao aumento da ocupação do litoral sul paranaense.

Os representantes da Ordem Falconiformes, contam com várias espécies como *Coragyps atratus* (urubu-comum), *Buteogallus urubitinga* (gavião-preto) e *Milvago chimachima* (pinhé). Outras duas espécies que destacam pela relação com o meio aquático são *Buteogallus aequinoctallis* (caranguejeiro), da família Acciptridae, o gavião mais típico dos manguezais que se alimenta exclusivamente de caranguejos, o que o torna extremadamente vulnerável a alterações na cadeia trófica; e *Pandion haliaetus* (águia-pescadora), da família Pandionidae, espécie migratória que, assim como a anterior, é excelente indicadora da qualidade ambiental nas baías.

O Plano de Manejo da Estação Ecológica da Ilha do Mel cita 177 espécies de aves registradas na Unidade de Conservação, distribuídas em 48 famílias. Dentre elas foram encontradas várias espécies endêmicas, cinco delas endêmicas da faixa litorânea limitada pelo rio São Francisco ao norte (Pernambuco), até as florestas de Santa Catariana ao Sul: papagaio-de-cara-roxa (*Amazona brasiliensis*), encontrado em áreas de restinga e uma das aves ameaçadas mais emblemáticas da região, que foi objeto de

estudo na Ilha do Mel desde 2003, com diversos trabalhos de pesquisa centrados nos requerimentos do ambiente para a sua alimentação e reprodução; o gavião-pombo-pequeno (*Amadonastur lacernulatus*), araponga (*Procnias nudicollis*), saíra-sapucaia (*Tangara peruviana*) e tié-sangue (*Ramphocellus bresilius*).

Figura 58: Papagaio-de-cara-roxa (Amazona brasiliensis), uma das espécies de avifauna mais emblemáticas do litoral do Paraná, atualmente classificado como “vulnerável” pela Lista Vermelha de espécies ameaçadas da IUCN (2012).

Fonte: KEE YIP, 2018.

Nas áreas de vegetação de Floresta Ombrófila Mista, aparecem outros endemismos como *Hydropsalis forcipata* (bacurau-tesoura-gigante), *Philydor atricapillus* (limpa-folha-coroado), *Odontophorus capueira* (uru), *Chiroxiphia caudata* (tangará), Tachyphonus coronatus (tié-preto), *Florisuga fusca* (beija-flor-preto), ou *Trogon surrucura* (surucuá-variado), entre outras.

Existem também, dentro da avifauna conhecida da Ilha do Mel, algumas outras ameaçadas de extinção, algumas delas são com citações pontuais em consequência de períodos incidentais como o albatroz (*Diomedea* sp), outras, com alguns registros ainda que não muito abundantes, devido ao status das suas populações, como o savacu-de-coroa (*Nyctanassa violácea*), que ocupa ambientes de manguezais, pântanos e várzeas próximos à costa, o gavião-pombo-pequeno (*Amadonastur lacernulatus*), que ocorre normalmente nas planícies litorâneas entre 0 e 500 m, preferentemente em ambientes primários ou pouco modificados.

Além dessas espécies, o papagaio-de-cara-roxa (*Amazona brasiliensis*), já mencionado, é encontrado também em áreas de restinga, manguezais, e outras formações vegetais ao longo da planície litorânea do sul de São Paulo, ao norte de Santa Catarina. Na Ilha do Mel se encontra um dos maiores locais para repouso noturno e nidificação da espécie. Depois de anos em situação vulnerável, fundamentalmente pelo comércio ilegal e a perda de hábitat, o último censo realizado destas espécies registrou 7.339 indivíduos em todo o país. O número demonstra uma recuperação da espécie que, em 2003, era estimada em apenas 3 mil indivíduos. Há quatro anos a classificação dos papagaios na lista mudou para "quase ameaçado" e a população tem-se mantido estável desde então, como indica o Censo 2017, realizado pela Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental (SPVS).

Outras espécies ameaçadas incluem a figurinha-do-mangue (*Conirostrum bicolor*), restrita às formações de manguezais e ambientes florestados contíguos; e a saíra-sapucaia (*Tangara peruviana*), restrita às restingas e florestas localizadas até 600 m de altitude.

Com relação às espécies migratórias, são visitantes setentrionais da Ilha do Mel as espécies: batuíra-de-bando (*Charadrius semipalmatus*), maçarico-de-perna-amarela (*Tringa flavipes*), maçarico-branco (*Calidris alba*), e outras. Quanto aos visitantes meridionais, destacam o pinguim-de-magalhães (*Spheniscus magellanicus*) e o albatroz (*Diomedea* sp), com registros pontuais. Além dessas espécies, há também representantes da ordem Passeriformes que realizam migrações internas ao Brasil ou pequenos deslocamentos na microrregião: *Tyrannus melancholicus*, *T. savana*, *Elaenia* sp. *Myriarchus* sp., pertencentes à família Tyrannidae; e outras como o jujuviara (*Vireo olivaceous chivi*), da família Vireonidae. Também algumas espécies de andorinhas visitam ocasionalmente a EE da Ilha do Mel.

Nos sistemas de vegetação secundária existe uma diferenciação específica e apenas 32 espécies são comuns às três fases de capoeira: a Capoeira Baixa, habitada por 51

espécies como o tico-tico (*Zonotrichia capensis*), bentererê (*Synallaxis spixi*) e rolinha (*Columbina talpacoti*); a Capoeira, com 82 espécies como os inambus (*Crypturellus tataupa* e *C. parvirostris*), e juritis (*Leptotila* sp.); e o Capoeirão, com 168 espécies, das quais 157 são comuns à Floresta, como maria-preta-de-bico-azul (*Knipolegus cyanirostris*), os piprídeos *Schiffornis viricenses*, *Ilicura militaris* e *Manacus manacus*; os pula-pula (*Basileuterus culicivorus*), o papa-taoca (*Pyriglena leucoptera*), o brujara (*Mackenziana leachii*) e sabiás (*Turdus rufiventris*, *T. amaurochalinus*, *T. nigriceps*), entre outras.

Na APA de Guaraqueçaba, cada ambiente abriga uma fauna bem diferenciada. De maneira geral, a maior especificidade ocorre nas áreas sob influência aquática, flúvio-marinha e formações pioneiras, e nas zonas de influência antrópica como áreas de cultivo e pastagens.

Na APA de Guaratuba os dados levantados pela SEMA, procedentes de diversos autores, para o inventario do Plano de Manejo, registram 322 espécies de aves, das quais 71 são endêmicas da Floresta Atlântica e 10 encontram-se ameaçadas de extinção.

A APA de Guaratuba é, para muitas espécies já mencionadas, e outras, o limite da sua distribuição geográfica, como é o caso do mosquiteirinho-da-serra (*Hemitriccus kaempferi*), o papagaio-de-cara-roxa (*A. brasiliensis*), e a taperá (*Reinarda squamata*), entre outras. Além disso, a APA de Guaratuba é local de pouso para diversas espécies migratórias como os maçaricos *Tringa solitaria* e *T. flavipes*, a andorinha-de-bando (*Hirundo rustica*), e o mergulhão (*Podiceps rolland*), entre outras.

O bicudinho-do-brejo (*Stymphalornis acutirostris*) foi descoberto na APA de Guaratuba em 1995 por Bornschein e outros, e se encontra restrita às Formações Pioneiras de Influência Flúvio-Marinha, Fluvial e Lacustre, sendo o seu ambiente de ocorrência constituído por vários tipos de vegetação inundável, predominantemente herbácea, e áreas de transição para formações arbóreas igualmente inundáveis como manguezais, caxetais e guanandizais. Atualmente a espécies está classificada pela IUCN como “Em

Perigo" e ameaçada de extinção pelo IBAMA. Esta espécie também está presente na Estação Ecológica do Guaraguaçu.

Uma ação estratégica para melhorar o estado de conservação da avifauna no litoral do Paraná é a gestão, baixo um enfoque holístico da escala de paisagem, promovendo a identificação e proteção dos corredores ecológicos.

Da mesma forma que acontece com os mamíferos, especialmente aqueles com áreas mais extensas de dispersão necessárias para o mantimento ao longo prazo das populações, as aves são beneficiadas pela conservação dos remanescentes de vegetação e hábitats naturais ainda persistentes nesta região, que resulta fundamental conservar. A fragmentação dos hábitats e as consequências da degradação e o desmatamento das florestas sobre a conservação da biodiversidade deve ser levada em conta na decisão sobre a construção ou ampliação de novas infraestruturas. Embora um projeto seja classificado como de "interesse público" e medidas compensatórias sejam projetadas para reduzir o impacto global sobre determinados ecossistemas protegidos é importante considerar: a) que a conservação da biodiversidade, especialmente, as espécies endêmica, ameaçadas, raras e singulares têm intrinsecamente um interesse público para todos os moradores do litoral paranaense que deve ser considerado de igual peso e importância que o desenvolvimento de outras atividades, pois dela dependem muitas formas de vida das populações tradicionais, além de outros benefícios culturais, de identidade e turísticos, derivados da conservação; 2) a ações compensatórias são capazes de gerar um benefício em outro lugar que "compensa" o impacto criado no lugar do empreendimento, porém, não servem para reverter ou anular o impacto no lugar onde ocorre o empreendimento, muitas vezes ocasionando a desaparição de um área de habitat que exerce uma função importante na conectividade ecológica, por exemplo, por ser parte de um corredor natural que serve para a manutenção da biodiversidade, a eliminação desses remanescentes, especialmente quando são acumuladas muitas ações (empreendimentos novos, urbanização,

ocupação, estradas, aumento da carga turística), pode ter efeitos muito negativos e irreversíveis sobre as espécies, especialmente aquelas que já são ameaçadas pela fragmentação e desaparecimento dos hábitats naturais. Os remanescentes que ficam cada vez menores e ilhados são mais vulneráveis à degradação, acelerando esse processo.

Tal e como ressalta o Plano de Manejo da APA de Guaratuba, usados estrategicamente, os corredores e zonas de amortecimento podem mudar o papel ecológico integral das áreas protegidas. Em lugar de limitar-se a manter amostras representativas de ecossistemas, as UC ligadas por corredores se transformam em meios para manter o funcionamento dos ecossistemas naturais ou quase naturais, em extensas regiões, incluídos os espaços da matriz territorial onde são desenvolvidos outros usos e atividades humanas. No entanto, as maiores possibilidades de sucesso nas zonas de amortecimento ou corredores ocorrem nos locais onde a densidade demográfica é baixa, pois, naturalmente sofrem menos agressões externas.

Assim, os corredores ecológicos deverão abranger as maiores extensões possíveis

Quanto à área de amortecimento e possível ampliação ou criação de novas UC, para delimitar a extensão das áreas protegidas quando um dos objetivos é a conservação da avifauna, deve considerar as áreas mínimas requeridas para o mantimento das populações, mediante estudos que contemplem a distribuição e os aspectos biológicos, a densidade populacional, padrões de distribuição e deslocamento, necessidades reprodutivas, e outros aspectos comportamentais de espécies-chaves, endêmicas ou ameaçadas de extinção na região. No Plano de Manejo da APA de Guaratuba estão contemplados os corredores ecológicos, as suas características e função ecológica, além dos critérios para a sua delimitação. É recomendável que esse tipo de requerimentos relativos às áreas de amortecimento e corredores ecológicos sejam incluídos na futura elaboração dos Planos de Manejo das UC do litoral do Paraná, para melhorar a

conservação da avifauna, especialmente as espécies ameaçadas e migratórias, além de outros grupos faunísticos vulneráveis à fragmentação dos ecossistemas.

4.10.3.3 A herpetofauna

A herpetofauna da região atlântica foi objeto de diversos estudos e levantamentos, e vários inventários desse grupo faunístico foram desenvolvidos. Por exemplo, o Plano de Manejo da Reserva Natural do Rio Cachoeira apresenta um dos inventários mais atualizados (SPVS, 2012).

A herpetofauna da região atlântica paranaense é bastante rica, sendo um elemento bioindicador da qualidade ambiental. A diversidade de espécies apresenta diversos padrões de distribuição, o que significa que a mesma não se apresenta homogeneamente distribuída pelos diferentes elementos da paisagem regional. Mais especificamente, a região dos sistemas florestais da Serra do Mar apresenta a maior diversidade específica, enquanto regiões como os Campos de Altitude e a Planície Litorânea apresentam um número, comparativamente, bastante reduzido de espécies.

Quanto à **Planície Litorânea e Baía de Paranaguá**, e sistemas de Florestas de Terras Baixas, restingas, mangues e ecossistemas marinhos, foram conformadas em sua totalidade para esse ambiente, 27 espécies de répteis, sendo 1 quelônio de água doce e 5 marinhos, 1 crocodilo, 4 lagartos, 1 anfisbenídeo, e 15 serpentes.

A informação sobre a diversidade da herpetofauna na área litorânea, procedente dos inventários da SPVS para os Planos de Manejo das UC e de outras referências como o estudo de Levantamento e distribuição da herpetofauna da região atlântica paranaense (Moranto, et al., 2004), foram recompilados pela APPA para a elaboração do diagnóstico de biodiversidade para a construção do Plano de Emergência Individual (PEI) dos Portos de Paranaguá e Antonina. Os principais dados sobre as espécies presentes na área litorânea e os ecossistemas de influência marinha e flúvio-marinha, foram obtidos a partir desse relatório. O resto das espécies procedem dos inventários de biodiversidade

realizados para os Planos de Manejo das principais UC do litoral, incluída a Revisão dos Planos de Manejo das Reservas Naturais Morro da Mina, Rio Cachoeira e Serra Itaquí (SPVS, 2012).

Nesta região, há algumas serpentes raras, de ocorrência exclusiva nos ecossistemas da Planície Litorânea (*Liophis amarali* e *Uromacerina ricardinii*) e algumas espécies ameaçadas de extinção, a saber; as cinco espécies de quelônios marinhos brasileiros e o jacaré de papo amarelo (*Caiman latirostris*).

Dentre as espécies de **quelônios**, apenas *Hydromedusa tectifera* (cágado pescoço de cobra) é registrada para os ecossistemas de água doce da região, ocupando praticamente todos os ecossistemas aquáticos aí presentes, desde rios livres de influências de marés até banhados e, eventualmente, áreas de manguezais. Esta espécie é ocasionalmente capturada acidentalmente por anzóis e redes de pesca, mas, por enquanto, a espécie não gera maiores preocupações quanto à sua conservação.

Com relação às **tartarugas marinhas**, existem 5 espécies que têm ocorrência registrada para todo o litoral brasileiro: a tartaruga verde (*Chelonia mydas*), tartaruga cabeçuda (*Caretta caretta*), tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*), tartaruga oliva (*Lepidochelys olivácea*) e tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriácea*). Segundo as citas de estudos compilados pela APPA para a elaboração do inventário de biodiversidade para o Plano de Emergência Individual dos Portos de Paranaguá e Antonina (APPA, 2013), em 4 anos de monitoramento de praia da região adjacente à desembocadura da baía de Paranaguá e das regiões internas da mesma, vários autores observaram que *C. mydas* foi a mais comum, seguida de *C. caretta*, *L. olivácea* e *D. coriácea*.

O Programa de Recuperação da Biodiversidade Marinha (REBIMAR), um conjunto de ações socioambientais que têm como base a utilização de Recifes Artificiais para a recuperação da biodiversidade marinha e dos estoques pesqueiros, realizado pela MarBrasil com o apoio da PETROBRAS e do Governo Federal, tem registrado um número elevado de indivíduos de tartaruga-verde no Litoral do Paraná em operação de

amostragem realizada durante o 2018. Porém, a avaliação da saúde das tartarugas capturadas para os estudos do programa, realizada pelos pesquisadores por meio de análises sanguíneas e bioquímicas, e biometria das tartarugas, mostrou resultados preocupantes. A bióloga Camila Domit, coordenadora do programa afirmou que as análises mostram uma imunidade baixa e presença de infeções que sugerem danos ocasionados por patógenos presentes nas águas do litoral. Algumas tartarugas também apresentaram danos por colisões com embarcações. As pesquisas realizadas sobre as espécies de tartarugas mostram que 70% permanecem entre quatro e cinco meses no litoral do Paraná, com quatro localidades especialmente importantes: a Ilha do Mel, a Ilha das Cobras, a Ilha de Figueira e o Arquipélago de Currais, este situado em mar aberto (DOMICIANO, et al., 2017, 2013).

Com relação às espécies de **crocodilos**, existe uma espécie que tem no litoral do Paraná uma das mais importantes áreas de concentração, o jacaré de papo amarelo (*Caiman latirostris*), espécie ameaçada de extinção. A concentração dessa espécie na região se deve tanto à presença de largas áreas de manguezais e lagoas litorâneas, quanto à condição de preservação e qualidade desses ambientes na região. Ocupa exclusivamente os ambientes da baixada litorânea, chegando apenas até as proximidades das áreas florestadas, das encostas da Serra do Mar.

Em toda a região, o jacaré de papo amarelo é caçado para ser utilizado como fonte de alimento, pelas populações locais. Por enquanto, essa pressão parece não ter causando grande redução nas populações da espécie, mas a situação pode agravar-se com uma maior ocupação dos seus ambientes.

Na região litorânea do Paraná existem também quatro espécies de **lagartos**, pertencentes a 4 famílias, sendo que destas, apenas *Tupinambis merinae* (teiú) apresenta grande porte, sendo comumente caçado para fins de alimentação.

Dentro das espécies de lagartos registrados, apenas *Enyalius iheringii* ocupa os ambientes florestais, aparecendo eventualmente em áreas abertas. O teiçu e a cobra de

vidro (*Ophioides fragilis*) que, apesar do nome, é um lagarto ápodo, são presentes em praticamente todos os tipos de ambientes terrestres da região litorânea, sendo o primeiro frequente também nos manguezais, onde se alimenta de pequenos caranguejos. Finalmente, existe uma espécie de lagartixa, *Hemidactylus mabouia* (lagartixa das paredes) que é exótica, introduzida da África e intensamente ligada à presença humana.

Quanto à família Amphisbaenia (**cobras cegas**) existe só uma espécie com registros para a região, é *Leposternon microcephalum*, sendo comum mesmo em áreas alteradas. De hábitos escavadores, esta espécie depende de solos pouco consolidados.

Com relação às **serpentes**, na área litorânea foram registradas 15 espécies, três das quais são bastante abundantes localmente: a jararaca (*Bothrops jararaca*), a jararacuçu (*B. jararacuçu*), e uma espécie de coral verdadeira (*Micrurus corallinus*), as quais se adaptam facilmente a ambientes alterados.

Figura 59: Exemplos da biodiversidade de serpentes registradas no litoral do Paraná. Esquerda: jararaca (Bothrops jararaca), foto de Fernando Tatagiba; direita: coral verdadeira (Micrurus corallinus)

Fonte: Foto de Gabriel San Juan, em: Wikimedia Commons, 2018.

A grande maioria das espécies de serpentes registrada para a região encontra-se associada às formações de restingas e florestas. Os tipos predominantes de hábitos na região são o terrícola ou semi-arborícola, a exemplo da caninana (*Spilotes pullatus*); espécies de hábitos predominantemente florestais, como a dormideira (*Dipsas índica*),

considerada rara, a cobra cipó (*Urimacerina ricardinii*), considerada rara, e a jararaca falsa (*Xenodon neuwiedi*), mais frequente; espécies que podem ser encontradas em restingas, como a coral falsa (*Oxyrhopus clathratus*), e caninana (*S. pullatus*); e espécies que além dos ambientes citados, podem ser encontradas em áreas de manguezal, como a cobra cipó verdadeira (*Chironius exoletus*), cobra falsa (*Erythoralamprus aesculapii*), e outras já mencionadas como a dormideira, coral verdadeira, jararaca, e jararacuçu. A maioria destas espécies constitui formas bastante frequentes, inclusive em ambientes alterados.

Os estudos sobre a herpetofauna desenvolvidos na Ilha do Mel, através da compilação de fontes secundarias e resultados obtidos em campo, permitiram registrar até o momento de publicação do Plano de Manejo da Estação Ecológica, em 2011, um total de nove espécies de anfíbios e 28 espécies de répteis, na Unidade de Conservação.

Os anfíbios consistem exclusivamente em formas de anuros, e as serpentes apresentam predomínio das famílias Dipsadidae e Colubridae. Trata-se de uma riqueza pequena e bastante preliminar para área, que futuros estudos provavelmente poderão ampliar. As espécies presentes seguem padrões típicos da região das planícies litorâneas do sul do Brasil. A riqueza, especialmente, de répteis, conta com formas de ampla distribuição pelos Sistemas de Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas e Formações Pioneiras de Influência Marinha tanto do Paraná quanto dos estados vizinhos.

Exemplos das espécies registradas na Estação Ecológica são: lagarto (*Tupinambis merinae*), cobra-cega (*Amphisbaena microcephala*), cobras-cipó (*Chironius exoletus* e *C. laevicollis*), caninana (*S. pullatus*), cobra-d'água (*Liophis milliaris*), coral-verdadeira (*M. corallinus*), jararaca (*B. jararaca*) e jararacuçu (*B. jararacuçu)*.

Por outro lado, espécies que, em geral, são encontradas preferencialmente associadas a sistemas florestais submontanos ou até mesmo, montano, são representadas pelo camaleão (*Enyalius iheringii*), lagartixas (*Colobodactylus taunayi* e *Placosoma*

glabellum), cobra-cipó (*C. fuscus*), muçurana (*Clelia plúmbea*), dormideira (*D. albifrons*) e coral-falsa (*Oxyrhopus clathratus*).

O Diagnóstico Ambiental da APA de Guaraqueçaba apresenta o diagnóstico da fauna de répteis considerada para a região, listando 50 espécies, com presença, entre outras, das espécies ameaçadas de tartarugas marinhas *Chelonia mydas*, *Caretta caretta*, *Dermochelys coriacea*, e a presença do jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*).

No caso das Reservas Naturais Morro da Mina, Rio Cachoeira e Serra Itaquí, foram encontradas sete espécies de anuros, pertencentes às famílias Hylidae, Centrolenidae e Leptodactylidae. No total, foram identificadas 40 espécies de anfíbios com potencial ocorrência nas reservas, divididas em cinco famílias.

Na reserva, as espécies com distribuição associada a áreas florestadas se reproduzem em corpos d'água temporários ou apresentam como característica reprodutiva o desenvolvimento direto, não necessitando água, mais sim umidade da serapilheira, para depositar ovos.

Associadas a áreas florestadas e dependentes de corpos d'água correntes são: Hyalinobatrachium uranoscopum, *Crossodactylus sp*, *Cycloramphus bolitiglossus*, *Cycloramphus mirandaribeiroi*, *Cycloramphus rhyakonastes*, *Hylodes lateristrigatus* e *Hylodes asperus*.

Associadas a área florestadas, dependentes de corpos d'água temporários: *Proceratophrys boiei*, *Physalaemus maculiventris*, *Ceratophrys aurita*, *Hyla ariane*, *Hyla berthalutzae*, *Hyla geographica*, e *Hyla hylax*, entre outras; e dependentes de serapilheira úmida: *Adenomera bokermanni*, *Eleutherodactylus binotatus*, e *Eleutherodactylus guentheri*.

Quanto à listagem dos répteis para as reservas foram citadas, nas formações florestais ciliares: a cobra-cipó (*C. exoletis*), a ameaçada muçurana (*Cleia plúmbea*), algumas espécies do gênero Dipsas, a coral-verdadeira (*M. corallinus*) e eventualmente a

jararacuçu (*B. jararacuçu*). Em ambientes florestais ocorrem as espécies anteriormente citadas para esse ambiente, como *Ophioides striatos*, *Leptostemom microcephalum*, *Chironius focus*, *C. exoletus*, *Cleia plúmbea*, etc.

4.10.3.4 Ictiofauna e carcinofauna

Os registros das espécies de peixes na Ilha do Mel, deram como resultado a existência de 15 espécies distribuídas em oito famílias. As espécies de lambaris (*Hollandichthys multifasciatus* e *Hyphessobrycon griemi*), piaba (*Mimagoniates microlepis)*, bagre (*Acentronichthys leptos*), tamboatá (*Callichthys callichhtysi*), barrigudinho (*Phalloceros pelos*) e acará (*Cichlasoma facetum*) são comuns nos rios e riachos da porção continental da Bacia Litorânea. Já o barrigudinho (*Poecilia vivipara*), o *Awaous tajasica*, o *Dormitator maculatus* e o *Evorthodus lyricus* são espécies que suportam maior salinidade podendo ocorrer nas desembocaduras dos rios. No entanto, *Rivulus haraldsiolli*, *Rivulus luelingi* e *Cynolebias* sp. são espécies anuais que ocorrem em poças temporárias. (STCP, 2011).

Acredita-se que a riqueza dessas espécies seja muito maior, sendo necessário realizar levantamentos mais abrangentes que contemplem os corpos d'água da ilha por períodos maiores de tempo.

Do ponto de vista da ictiofauna, o rio Cachoeira, na Reserva Natural com o mesmo nome, que deságua diretamente na baía de Antonina, possui importância por já ser manejada há muito tempo, incluindo o influxo artificial das águas do rio Capivari, na bacia do rio Ribeira, através da Usina Hidrelétrica Governador Parigot de Souza, que pode ter causado impacto ambiental devido à sinergia de duas ictiofaunas distintas. Estes impactos ainda são pouco estudados e conhecidos (SPVS, 2012). Nessa zona estão presentes, também, importantes várzeas de enchente e poças temporárias, as quais representam hábitats de várias espécies endêmicas da ictiofauna da Mata Atlântica

Durante os trabalhos realizados para a caracterização da ictiofauna da Reserva, para embasar a elaboração do seu Plano de Manejo, foram obtidas em torno de 61 espécies, sendo seis marinhas e 55 de água doce, as quais são pertencentes a 20 famílias e seis ordens. Algumas dessas espécies são: *Atherinella brasiliensis*, *Netuma barba*, *Strongilura marina*, *Centropomus udecimalis*, *Crenicichla cf. lacustris*, Anchovinella lepidentostole, *Eucinostomus melanolepterus*, *Evorthodus lyricus*, *Hypostomus*

punctatus, *Etropus crossotus*, *Bardiella ronchus*, *Micropogonias furnieri* (segundo ALBILHÔA e DUBOC, 2003; em: SPVS, 2012)

Outros autores registraram outras espécies diferentes que acrescentaram o inventario de espécies incluído no Plano de Manejo da Reserva Natural do Rio Cachoeira, por exemplo: *Atherinella brasiliensis*, *Netuma barba*, *Strongilura marina*, *Centropomus udecimalis*, *Ctenogobius schufeldti*, *Deuterodon langei*, *Lycengraulis grossidens*, *Oligoplites* sp., *Pimelodela* sp., entre outras. Em conjunto, a lista completa para esta reserva é de 97 espécies pertencentes a 33 famílias, incluídas como Anexo, no Plano de Manejo da Reserva Natural.

A maior dominância de espécies nessa área é localizada nos ambientes de riachos, nos quais parece ocorrer uma maior tendência à segregação ambiental, do que nas lagoas, onde há uma maior partilha de recursos.

Finalmente, com relação à ictiofauna, vale a pena rever o inventário realizado pelo IAP para o Plano de Manejo do Parque Estadual do Rio da Onça, pertencente à Bacia Litorânea, também denominada por bacia Atlântica ou Bacia Costeira do Sul e Sudeste, formada por rios e riachos que compõem um conjunto de sub-bacias relativamente pequenas que nascem na vertente leste da Serra do Mar e escoam para o Oceano Atlântico. São rios de pequeno porte e baixa vazão, porém com aumentos de vazão durante períodos curtos, devido às chuvas, tornando esses ambientes caracteristicamente instáveis. Estas características os tornam mais sensíveis às ações antropogênicas quando comparados a corpos d'água de maior porte, pelo que resultam especialmente interessantes na análise da biodiversidade de peixes associada a eles.

Segundo recolhe o Plano de Manejo do Parque Estadual (IAP, 2015), no total de amostragens realizadas foram registradas 11 espécies de peixes. Dentre as espécies citadas para a planície litorânea se encontram: *Mimagoniates lateralis*, *Characidium* sp., *Corydoras macropterus*, *Pseudotothiris obtusa*, *Pimelodella transitooria*,

Acentronichthys leptos, *Poecilia vivipara*, *Cynolebias aureoguttatus*, *Geophagus brasiliensis*, e *Cichlasoma facetum*. Estas são as espécies de ocorrência mais provável.

Outras espécies coletadas na área do PE, são: a traíra (*Hoplias malabaricus*), lambari listrado (*Hollandichthys multifasciatus*); piabinha-azul (*Mimagoniates microlepis*), piaba (Hyphessobrycon griemi, *H. reticulatus*), lambari (*Spinterobolus* sp.), tambotá (*Callichthys callichthys*), coridora (*Corydoras barbatus*), jundiá (*Rhamdia quelen*), carapó (*Gymnotus carapo*), e piabinha (*Rivulus santensis*).

A pressão exercida pela ocupação urbana da costa, o estabelecimento de adensamentos urbanos cada vez mais extensos, e a supressão direta de hábitats, bem como a alteração do frágil regime hídrico dependente das variações do relevo e da retenção de água pela floresta, são as condicionantes que criam riscos mais importantes para a conservação da ictiofauna.

Também foram observadas espécies exóticas durante trabalhos de campo realizados para o Plano de Manejo da UC. Porém, sabe-se que a bacia do rio Guaraguaçu, próxima ao Rio da Onça, possui várias espécies exóticas estabelecidas, entre elas o bagre-africano (*Clarias gariepinus*), espécie reconhecida como danosa às comunidades aquáticas na bacia, incluindo em sua dieta anfíbios e peixes nativos.

Outro aspecto importante referente à integridade da fauna de peixes no Parque corresponde à existência de dois depósitos de resíduos sólidos abandonados nas Unidades de Conservação.

4.11 ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO E CORREDORES ECOLÓGICOS

No que diz respeito às regiões prioritárias para a ampliação das áreas de UC, todas as áreas que conservam remanescentes da vegetação original ou estão em estágio avançado de regeneração após a interrupção ou o abandono de usos antrópicos são

consideradas prioritários, além das áreas que exercem um papel como corredores ecológicos favorecendo a conectividade ecológica entre as áreas protegidas dentro da matriz territorial na que acontecem outros usos humanos.

Além dessas áreas, a realização de ações compensatórias de recuperação ambiental é considerada prioritária para a as margens de cursos d'água e margens de costa afetados por problemas de erosão, bem como zonas em que a mata ciliar foi degradada. As ações compensatórias devem buscar o reestabelecimento dos recursos naturais e a contenção dos riscos através do uso de espécies nativas, técnicas de restauração com critérios ecológicos e de baixo impacto, e que procurem a integração com a paisagem.

Partindo desses critérios gerais, incluímos a seguir uma serie de critérios e indicadores de avaliação de áreas para a determinação da adequação para a potencial ampliação das UC, baseados no trabalho de Durigan e outros (2009) para a elaboração de um Protocolo da avaliação de áreas prioritárias para a conservação da Mata Atlântica na região da Serra do Mar (DURIGAN *et al.*, 2009). Os indicadores proporcionados por esse estudo baseiam-se nos princípios gerais da biologia da conservação, atribuindo pesos diferentes aos diferentes indicadores, de acordo com a sua importância relativa:

- **Número de fitofisionomias:** diferentes fisionomias da vegetação contêm espécies de flora parcial ou totalmente distinta. Assim, maior diversidade de fitofisionomias resulta em oferta de hábitat e alimentos mais diversificados para a fauna. Para a configuração desse indicador, é recomendável a utilização de informações geográficas de caraterização fitofisionômica e de cobertura de biomas e tipos de vegetação, com a maior precisão possível. O critério apresenta uma alta correlação com a riqueza de espécies, de modo que deve ser considerado como um dos atributos mais importantes.
- **Estado de conservação:** a degradação ambiental ocasionada por ações como desmatamento, fogo, exploração seletiva, e poluição, conduzem à perda de

diversidade biológica. O maior valor é para aquelas áreas que preservam os estágios originais da vegetação.

- **Tamanho da reserva:** em geral, quanto maior é um espaço natural, neste caso, uma área com caraterísticas biofísicas adequadas para a conservação da biodiversidade, mais potencial terá para a conservação efetiva dos recursos nela presentes. As áreas naturais de maior tamanho têm maiores chances de manter grandes populações de algumas espécies e reduzem a superfície em contato com outros usos, diminuindo os efeitos "de borda".
- **Cobertura remanescente por município: segundo** a metodologia proposta por Durigan (2009), que consideramos aplicável na região do litoral do Paraná, considera-se que devem ter prioridade para conservação áreas situadas em regiões com maiores taxas de desmatamento, ou seja, com maior risco de extinção de espécies pela fragmentação e perda de habitat.
- **Representatividade e complementariedade:** este critério dá prioridade de conservação aos fragmentos remanescentes situados em unidades fitogeográficas mal representadas nas UC existentes. Para avaliar esse indicador recomenda-se revisar a existência de UC de proteção integral na mesma unidade ambiental ou fitogeográfica, com base nas informações cartográficas existentes no Paraná.
- **Práticas de uso do solo no entorno:** considera-se que a vulnerabilidade do ecossistema deve ser incorporada ao processo de seleção de áreas protegidas e que os efeitos de borda e os riscos de desastres são maiores ou menores em função do uso das terras na vizinhança. Segundo esse indicador, atribui-se maior valor às áreas cujo entorno é ocupado por atividades que oferecem menor ameaça aos recursos naturais e que funcionam como extensões de habitat para parte da fauna silvestre, oferecendo áreas de refúgio, alimento e reprodução. Como indicadores desse critério, sugere-se a avaliação comparativa entre áreas do percentual de atividades e usos de alto impacto no perímetro imediato de 1 quilômetro, desde o limite da área,

sendo consideradas como atividades de alto impacto a ocupação urbana, a atividade industrial, especialmente de indústrias poluidoras, e a existência de rodovias.

- **Singularidade do solo e a vegetação:** considera-se que uma combinação rara (pouco frequente) entre um tipo de solo e um tipo de vegetação conduz a um ecossistema singular ou raro, portanto, mais vulnerável a extinção e também mais adequado para a manutenção de espécies endêmicas ou raras, adaptadas a ambientes diferentes.
- **Número de cabeceiras / corpos d'água (drenagem):** a integridade dos recursos hídricos e da fauna que deles depende só pode ser garantida se as nascentes estiverem protegidas. Além disso, a presença de corpos d'água cria condições prioritárias para a conservação pelos serviços ecossistêmicos que deles são derivados. O número total de nascentes e a densidade da rede de drenagem (razão entre a extensão total das linhas de drenagem e a área avaliada) podem ser os indicadores adotados para avaliar esse critério.
- **Índice de fragmentação / conectividade:** segundo esse critério é atribuído um maior valor para a conservação das áreas que apresentam menos fragmentação no seu entorno. Quanto maior o nível de fragmentação dos ambientes, maior a pressão do entorno sobre a biota local, maior risco de extinção de espécies e menor manutenção de populações mínimas viáveis e meta populações. Como indicador para avaliar esse critério, recomenda-se considerar o número total de unidades de vegetação natural dentro do mosaico de usos, compreendendo o interior e o entorno da área de análise. Durigam e outros propõem realizar essa avaliação num raio mínimo de dez quilômetros no entorno da área avaliada. Da mesma forma, atribui-se maior valor às áreas com maior probabilidade de fluxo gênico com outros fragmentos naturais, relacionado com a probabilidade de recolonização. Essa probabilidade não é sempre diretamente relacionada com a distância física entre as unidades, mas com a abundância de áreas de habitat adequado para as espécies que elas podam utilizar como pontos de passo entre áreas naturais bem conservadas ("stepping stones"). Como indicador, propõe-se avaliar a abundância e configuração de áreas de habitat

favorável maiores de 5 ha dentro da área total avaliada para a ampliação das UC. No entanto, o desenvolvimento de ferramentas de informação geográfica mais sofisticadas, permite atualmente realizar uma análise muito mais detalhada da conectividade ecológica, mediante algoritmos que combinam informação geográfica sobre diversos fatores geográficos que condicionam o movimento e reprodução das espécies objetivo que se pretende conservar.

- **Forma da reserva:** além do tamanho da área, a forma também é um fator determinante que condiciona a existência de fragmentos com alta proporção de áreas com efeito de borda e com maior contato com áreas nas quais se desenvolvem outros usos potencialmente negativos para a preservação dos valores naturais. Como indicador, pode ser utilizado um índice da similaridade com a forma do círculo, a forma mais "compacta" em relação ao contato das margens com o exterior. O uso de Sistemas de Informação Geográfica facilita a avaliação deste tipo de parâmetros.

A valoração ponderada dos critérios mencionados dá como resultado um valor que pode ser utilizado para comparar áreas candidatas à ampliação da proteção.

O peso e o valor dado a cada fator deve ser estudado e adaptado, neste caso, à realidade do litoral do Paraná. Uma vez contrastado e testada a metodologia, esses critérios são colocados em uma matriz de valoração na qual se atribuem os pesos relativos de cada fator para obter um valor total da adequação que permita comparar diferentes alternativas.

Esse tipo de valoração multicritério pode ser uma ferramenta muito útil para a tomada de decisões sobre a seleção de áreas prioritárias para a ampliação de UC no litoral paranaense.

A extensão de áreas de elevada importância ambiental presentes no litoral do Paraná complica a tarefa para o Poder Público de priorizar os investimentos para a conservação, controlar os novos empreendimentos, melhorar a gestão das áreas protegidas e, em definitiva, focalizar os esforços nas áreas que, do ponto de vista estratégico para o

desenvolvimento da região, precisam de medidas mais urgentes para a conservação ou para a restauração da qualidade ambiental.

Com o objetivo de priorizar a conservação das áreas que desempenham um papel mais importante a nível estratégico, no Paraná, o IAP desenvolveu uma ferramenta com base no planejamento da paisagem, delimitando as áreas de maior importância para a biodiversidade do Estado.

O projeto visa, principalmente, a conservação dos remanescentes florestais e a restauração de áreas que funcionam como corredores ecológicos através de incentivos aos proprietários que conservam as suas áreas naturais e a conscientização da sociedade sobre a importância de conservar essas áreas.

Especificamente o programa pretende atingir dois objetivos:

1) A conservação dos remanescentes de vegetação natural, não somente dentro das Unidades de Conservação, mas também fora delas, onde a biodiversidede subsiste nos remanescentes dos ecossistemas naturais que ainda persistem e são mantidos num estado de conservação relativamente bom.
2) O restabelecimento de corredores ecológicos em áreas fragmentadas que, ao ficar mais pequenas e ilhadas ao longo do tempo, vão se tornando mais ineficientes para garantir a funcionalidade e a conectividade ecológica que permite a subsistência das espécies. Além disso, os impactos da fragmentação das florestas podem ser agravados pelas mudanças climáticas, pois o isolamento dificulta a dispersão e a migração das espécies para outras regiões, atrapalhando a adaptação destas às novas condições climáticas e provocando eventualmente a sua extinção.

Para minimizar os impactos da fragmentação dos ecossistemas naturais, a estratégia cientificamente recomendada é a restauração desses “fragmentos” formando corredores ecológicos que permitem o reestabelecimento desses fluxos migratórios,

bem como dos fluxos próprios do ciclo de vida das espécies para o seu refúgio, alimentação e reprodução.

A Resolução Conjunta da SEMA e o IAP 05, de 29 de setembro de 2009 estabelece e define o mapeamento das Áreas Estratégicas para a Conservação, identificando os remanescentes melhor preservados e as áreas a serem recuperadas como as matas ciliares dos rios, um dos ecossistemas mais danificados.

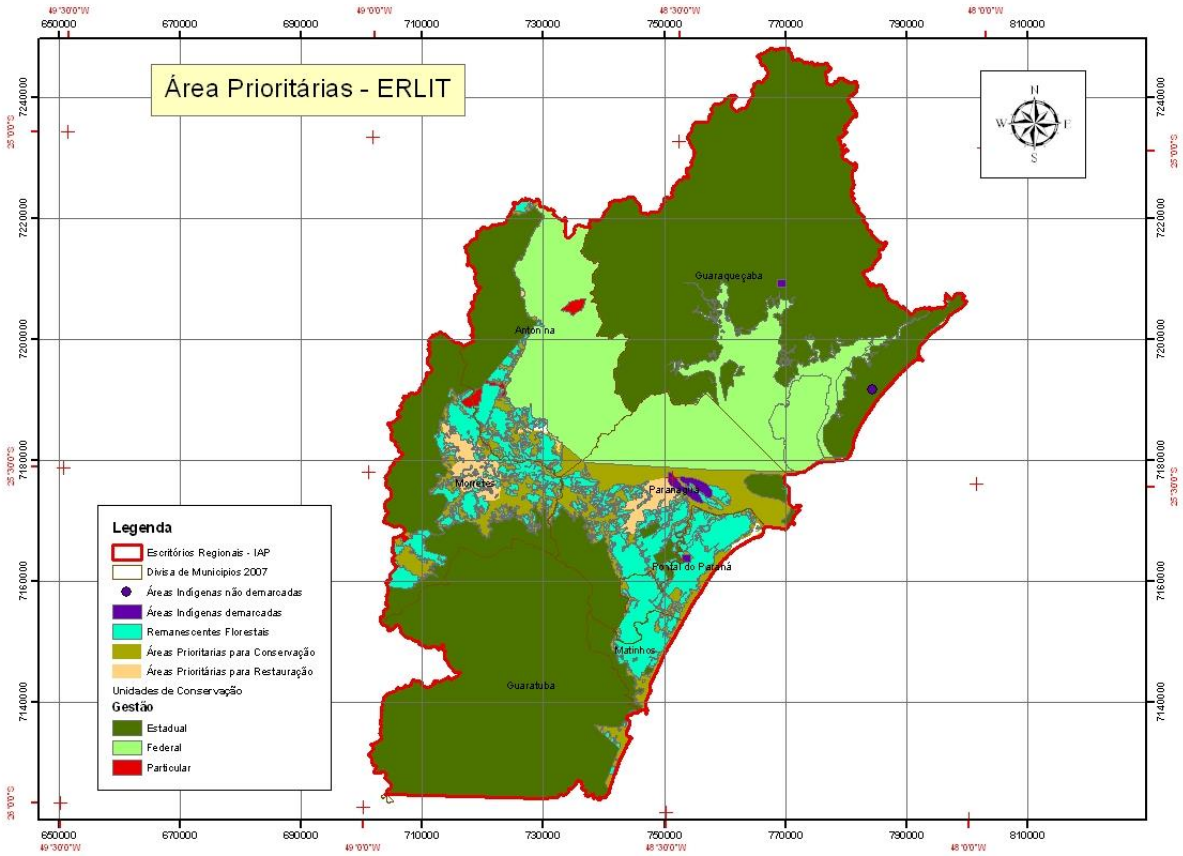
As informações geográficas criam uma base para a seleção de áreas adequadas para ações de conservação estratégicas:

- Compensação ambiental
- Pagamento por serviços ecossistêmicos ou conservação da biodiversidade
- Criação de novas áreas protegidas
- Incentivos ao manejo sustentável.

As áreas foram definidas a partir da identificação de Áreas Prioritárias para a Biodiversidade do Ministério de Meio Ambiente, o Projeto Rede da Biodiversidade, as informações do Sistema Estadual e Federal de Unidades de Conservação e faixas de amortecimento determinadas nos Planos de Manejo, e as Áreas Prioritárias do Paraná definidas no Decreto Estadual Nº 3.320, de 12 de julho de 2004 (Reserva Legal).

A seguir é mostrado o mapa para a Região do Litoral do Paraná. As áreas incluídas dentro dos limites de Unidades de Conservação são todas prioritárias para a conservação pelos valores que motivaram a sua declaração. As áreas prioritárias para a conservação indicam áreas de extremo valor e fragilidade onde é recomendado reforçar a conservação mediante a ampliação de Unidades de Conservação, ou projetos de compensação. As áreas Prioritárias para Restauração são recomendadas para o desenvolvimento de projetos de restauração ecológica e conservação para o funcionamento como Corredores Ecológicos.

Figura 60: Mapeamento de áreas estratégicas prioritárias para a conservação da biodiversidade e corredores ecológicos do litoral do Paraná.



FONTE: IAP, 2009

4.12 ÁREAS DE RISCO

Abaixo são expostas sinteticamente as principais ameaças e oportunidades decorrentes dos riscos ambientais discutidas nas seções precedentes.

4.12.1 Identificação de ameaças e vulnerabilidades, forças e oportunidades decorrentes dos riscos ambientais

4.12.1.1 Movimentos em massa e riscos de inundação

O aumento da declividade por processos erosivos ou escavações feitas pelo homem para a construção de infraestruturas com deposição de materiais na parte superior das encostas cria riscos de movimentação dos materiais, que se tornam mais sérios pela presença de água proveniente das precipitações ou pela infiltração desde os corpos de água.

A adequada drenagem do terreno deve ser garantida, pois entre as vulnerabilidades dos terrenos do litoral do paraná existem fatores como a elevada declividade, o relevo acidentado, os solos pouco consolidados e as abundantes precipitações, que criam condições favoráveis para a erosão e a perda de materiais.

A ocupação e expansão urbana desordenada no litoral, e a resposta ao incremento demográfico unido ao aumento do interesse turístico esperado para os próximos anos na região, são consideradas como as principais ameaças para a estabilidade do terreno e a preservação da paisagem.

Os projetos de aumento da ocupação para usos residenciais ou para a construção de infraestruturas que envolvem a remoção de terras (laterais ou de base), ou a sobrecarga de terrenos instáveis, aumentam o risco de desestabilização e os potenciais impactos sobre os bens e a segurança das pessoas. As mudanças na estabilidade de terrenos vulneráveis causam outros impactos indiretos (por exemplo: aumento da impermeabilização, perda de coesão, etc.). Para prevenir esses impactos, é necessário realizar a avaliação prévia dos riscos de desestabilização, que deve ser requisito indispensável para o licenciamento de tais empreendimentos, juntamente com o estudo de impacto ambiental, que deverá incluir a avaliação de todas as alternativas de localização, mesmo a alternativa de não realização das ações projetadas.

É recomendável que os Estudos de Impacto Ambiental e de Avaliação de Riscos levem em conta as informações já desenvolvidas pelo CPRM para o Reconhecimento de Áreas de Alto Risco de Movimentos de Massa, Enchente e Inundação, sendo que as áreas classificadas como de risco ALTO e MUITO ALTO são inadequadas para a ocupação. Nos

casos restantes, a situação deve ser avaliada e medidas de controle e estabilização devem ser desenvolvidas.

4.12.1.2 Riscos decorrentes das mudanças nos usos do solo

As características dos solos predominantes no litoral do Paraná criam condições especialmente vulneráveis. Essas condições e a variabilidade de ambientes existentes são refletidas nos diferentes instrumentos de Planejamento Ambiental do Litoral do Paraná e na Legislação Ambiental vigente, principalmente os seguintes:

- Macrozoneamento do litoral (Decreto 5040/1989)
- Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) (2016)
- Planos Diretores Municipais
- Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Paranaguá (PDZPO) (2017)
- Planos de Manejo das UC
- Plano da Bacia Litorânea (em elaboração, 2017)

A falta de um instrumento que integre todas essas informações dificulta o processo de avaliação dos riscos. Nesse sentido, o PDS do Litoral deve servir para harmonizar essas informações com o objetivo de propor ações estratégicas e medidas que abordem os riscos de forma integrada, efetiva e durável, aumentando a resiliência do litoral às mudanças esperadas.

No entanto, com relação aos riscos decorrentes dos usos do solo, todos os instrumentos apontam a aspectos comuns que geram riscos importantes no litoral, são estes:

- A pressão urbanística sobre os mananciais, combinado com a falta de tratamento adequado de esgoto das indústrias e zonas residenciais, gera risco de contaminação de drenagens, nascentes e sistemas de captação de água.
- O risco de ocorrências de desastres naturais em função da presença de fortes gradientes topográficos na Serra do Mar, e ambientes frágeis, como a planície costeira, o complexo estuarino e os manguezais.

- Os riscos de poluição dos solos derivados da geração de resíduos sólidos, especialmente os derivados da atividade portuária e industrial.
- A atividade da mineração, por exemplo, para extração de areia, que apresenta riscos principalmente pela movimentação do solo e possibilidade de aporte de sedimentos para o estuário em Paranaguá, o que pode contribuir para o assoreamento do canal de navegação.

Além dos riscos mencionados, outro dos problemas mais comuns, não só no litoral paranaense, mas também em outros locais do litoral brasileiro, documentado em abundância, é a erosão das praias pelas correntes litorâneas quando a faixa de proteção de duna e restinga é eliminada, por exemplo, para a construção de infraestruturas, como acontece em Matinhos.

As faixas do litoral mais instáveis devem ser protegidas e a linha de costa não deve ser ocupada para evitar os problemas de erosão e promover a qualidade das atividades ligadas às zonas balneárias e praias, de forma compatível com a conservação.

Um melhor e mais rigoroso disciplinamento dos usos na orla litorânea e de fiscalização dos projetos são necessárias para frear o avanço da ocupação inadequada do litoral.

Em casos em que os remanescentes de ambiente natural ainda são mantidos, é recomendável o estabelecimento de faixas de segurança destinadas à conservação. Alguns estudos sobre a evolução da ocupação no litoral paranaense, publicados no início de 2000, falavam em deixar uma faixa de proteção entre 20 e 200 m desde a marginal de costa. No entanto, hoje praticamente toda a extensão da orla marítima está urbanizada e o processo de degradação dos ecossistemas costeiros é irreversível (ANGULO, 2000).

Os acessos às praias devem ser compatíveis com a conservação, evitando o acesso de veículos de motor, promovendo o uso de materiais locais, ecológicos e integrados na paisagem e evitando o reflorestamento com espécies alóctones.

Os ecossistemas considerados áreas de preservação permanente, principalmente áreas ainda conservadas de floresta ombrófila de terras baixas de influência marinha (restinga) e flúvio-marinha (mangue), devem ser preservados, evitando o desmatamento em qualquer caso.

4.12.1.3 Riscos relacionados aos recursos hídricos

As principais ameaças relacionadas com a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos se referem a insuficiências dos sistemas de abastecimento e tratamento do esgoto.

A infraestrutura insuficiente e inadequada em alguns pontos aumenta o risco da ocorrência de eventos críticos de precipitação existente na região, que podem aumentar os problemas de drenagem e poluição das águas.

Com o objetivo de evitar os problemas de drenagem, a principal recomendação é um Plano de Gestão Integrada dos Resíduos no litoral do Paraná. Além das atuações promovidas a nível municipal pelas prefeituras, é importante analisar a problemática de maneira integrada, levando em conta os fluxos a nível da bacia e promover diretrizes e ações de sensibilização, informação, apoio ao cidadão, controle e fiscalização para a gestão ambientalmente sustentável dos resíduos sólidos. Ações de manutenção e vigilância são também importantes, pelo que é recomendável um maior investimento em esforços de prevenção, limpeza de canais, retirada periódica de lixo e restos de vegetação, especialmente antes das épocas nas quais o risco é incrementado por causa da meteorologia.

Quanto ao tratamento do esgoto, os municípios estão realizando um esforço para a construção de novas infraestruturas de tratamento que vão contribuir para melhorar essa situação.

Os Planos de expansão da atividade turística devem também levar em conta o aumento da demanda hídrica e de tratamento que leva consigo o incremento populacional

sazonal. A construção de novos empreendimentos turísticos, especialmente em áreas ambientalmente sensíveis, deve ser precedida de Estudos de Capacidade de Acolhida que levem em conta a disponibilidade hídrica e a necessidade de novas infraestruturas de abastecimento e tratamento de esgoto. Nesse caso, o mais importante deve ser garantir os serviços básicos para a população residente, antes de promover a construção de novos empreendimentos.

4.12.1.4 Riscos e oportunidades das Unidades de Conservação e áreas naturais protegidas

Os espaços naturais protegidos são um dos recursos e atrativos de maior destaque do litoral paranaense. Com 83% da área delimitada em Unidades de Conservação, o desenvolvimento futuro do litoral deve conjugar a preservação dos valores naturais, com o desenvolvimento de atividades econômicas e a expansão da população.

Como já foi mencionado na Seção 4.5.5, existe uma série de condicionantes internas de tipo ambiental e social que aumentam as fragilidades dos espaços protegidos, tais como: a presença de ecossistemas altamente sensíveis e ameaçados, a baixa aptidão dos solos para a agricultura e mesmo o desenvolvimento de infraestruturas, a falta de educação ambiental da população, o descumprimento da Lei no que diz respeito à ocupação urbana e a multiplicidade de instituições vinculadas às três esferas administrativas (municipal, estadual e federal).

Quanto aos fatores externos, os efeitos, ainda imprevisíveis a nível local, das mudanças climáticas, o crescimento demográfico e o aumento da pressão turística sobre as áreas naturais, são as principais ameaças para a conservação.

As prioridades de ação com relação às UC e áreas protegidas são:

- A regulação fundiária no domínio territorial das UC, o processo de identificação da propriedade ou direito de uso de terras e imóveis no seu interior, para possibilitar a incorporação das terras das UC ao patrimônio público, já que muitas delas não foram

ainda desapropriadas, devido principalmente à falta de orçamento e a situação desatualizada dos cadastros fundiários.

- A elaboração dos Planos de Manejo das UC que não foram elaborados.
- A realização de estudos de campo atualizados da biodiversidade de flora e fauna e do estado atualizado de conservação das espécies raras, endêmicas e ameaçadas.
- O planejamento e execução de Planos de Monitoramento da biodiversidade.
- A implicação dos atores locais na conservação, incentivando e mesmo premiando quem contribuir para a conservação, com o ICMS Ecológico, mas também com outros instrumentos que beneficiem ações de tipo comunitário, de forma particular ou coletiva (por exemplo: acordos de custódia territorial, pagamento por serviços ecossistêmicos, capacitação para o emprego ligado à conservação em territórios rurais que tenham limitados os usos do solo para a conservação, etc.).
- A preservação e valorização dos usos tradicionais dos recursos naturais.
- O investimento e o apoio a iniciativas que promovam o retorno dos benefícios das UC para a população local, especialmente as comunidades tradicionais e as parcelas mais vulneráveis da população.
- A regularização dos usos na área de amortecimento das UC e o reforço da conectividade ecológica das áreas protegidas, sustentada na identificação, reconhecimento e conservação dos corredores ecológicos existentes fora das áreas protegidas.
- Em geral, a preservação ambiental deve ter uma incidência maior em todos os âmbitos da vida e o desenvolvimento da população e deveria ser tratado como um tema transversal em todas as esferas, desde a escola à vida pública em todos os setores, incidindo na realidade de que o sustento das vidas no litoral depende diretamente da preservação dos recursos naturais.

4.12.1.5 Áreas de risco para a ocupação humana e o desenvolvimento de infraestruturas

Com base na análise de riscos e vulnerabilidades ambientais do litoral do Paraná, conclui-se que as seguintes áreas são consideradas impróprias para ocupação e devem ser avaliadas quanto ao seu impacto ambiental e potenciais riscos antes da autorização de qualquer tipo de intervenção que possa aumentar os riscos para a conservação de valores naturais e culturais, e os bens e serviços para a população:

- Áreas de remanescentes de vegetação nativa preservada ou no estágio médio e avançado de regeneração.
- Áreas de alta declividade (acima de 30° com risco elevado, e acima de 45° com risco muito elevado), especialmente nas encostas dos morros e serras e áreas de escoamento de água superficial.
- Margens das UC, até um mínimo de 50 m, se são constatados efeitos de impacto ocasionados pela proximidade de atividades incompatíveis com a conservação ("efeitos de borda"), ou zonas delimitadas como áreas de amortecimento das UC pelos Planos de Manejo.
- Planícies de inundação de rios e lagoas freáticas e áreas de preservação permanente ligadas aos rios e cursos d'água, conforme o estabelecido na Lei Federal 12.651/2012 (Código Florestal).
- Linha da costa, especialmente nas zonas em que ainda são preservados remanescentes dos ecossistemas de dunas, restingas e manguezais. Recomenda-se a proteção da faixa costeira e a prévia avaliação ambiental e de riscos a qualquer intervenção na costa até os 200 m desde a linha de influência das marés para o interior.

ANEXO I

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DOS REMANESCENTES DA MATA ATLÂNTICA NO LITORAL DO PARANÁ

Conteúdos

1. INTRODUÇÃO

2. JUSTIFICATIVA

3. PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO

Quadros

Quadro 1: Critérios e indicadores considerados para a análise do grau de conservação dos remanescentes florestais no litoral do Paraná.

Quadro 2: Indicadores e atributos considerados para a avaliação do grau de conservação e prioridade para a conservação dos remanescentes da Mata Atlântica no Litoral do Paraná

Quadro 3: Classificação atribuída ao grau de conservação dos remanescentes florestais no litoral do Paraná

INTRODUÇÃO

Este protocolo enquadra-se no Diagnóstico dos Aspetos Ambientais do Litoral do Paraná, que faz parte do Relatório de Contextualização Inicial (RCI) para o Plano de Desenvolvimento Sustentável do Litoral do Paraná (PDS_Litoral).

O documento apresenta um protocolo para a avaliação das áreas de remanescentes florestais da Mata Atlântica no litoral do Paraná com o objetivo de avaliar a prioridade para sua conservação. Se pretende fornecer uma ferramenta prática e sistemática para a tomada de decisões sobre a seleção de áreas para a ampliação de Unidades de Conservação, a preservação de corredores ecológicos, e a avaliação de áreas potencialmente afetadas por novos empreendimentos na região.

Os critérios utilizados para a avaliação das áreas são baseados amplamente no trabalho de Durigan e outros (2009) para a elaboração de um Protocolo da avaliação de áreas prioritárias para a conservação da Mata Atlântica na região da Serra do Mar (DURIGAN *et al.*, 2009). A finalidade do trabalho desenvolvido por Durigan é facilitar a seleção de áreas prioritárias para a criação ou ampliação de Unidades de Conservação com base em atributos das áreas naturais que possam representar à biodiversidade, especialmente quando faltam levantamentos adequados de biodiversidade na maioria de áreas naturais remanescentes, não existindo informações homogêneas que permitam comparar as áreas entre si.

Os métodos de pontuação permitem classificar áreas individuais com base em seu VALOR PARA A CONSERVAÇÃO, calculado a partir de um conjunto de critérios. O desenvolvimento futuro de mapeamentos atualizados e caracterização in situ da biodiversidade e do estado sucessional da vegetação dos remanescentes da Mata Atlântica, combinada com o uso avançado de SIG para a análise da conectividade ecológica e a identificação de corredores, resultarão em um aperfeiçoamento das técnicas de avaliação dos remanescentes florestais essencial para garantir o cumprimento com a legislação de avaliação ambiental de projetos e proteção da mata

Atlântica. No entanto, o método recomendado permite utilizar informações disponíveis sobre qualquer área, seja para a criação de novas Unidades de Conservação ou para a priorização de áreas para a conservação, seleção de áreas intocáveis e avaliação de impactos potenciais de novos empreendimentos.

JUSTIFICATIVA

A Fundação SOS Mata Atlântica, que realiza juntamente com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) o levantamento do estado de conservação dos remanescentes florestais para o Altas de Remanescentes de Mata Atlântica, ano após ano, indica no último relatório publicado este ano para o período 2017-2018 que o estado do Paraná lidera os indicadores de desmatamento de floresta nativa. Porém, houve uma redução em relação ao ano anterior (3,4 mil hectares foram derrubados no período 2015-2016 contra 1,5 mil hectares em 2016-2017, 52% a menos), portanto uma redução muito significativa.

Entre as razões que explicam a situação dos desmatamentos no Paraná consta, paradoxalmente, o fato de que o estado ainda possui uma quantidade grande de remanescentes florestais. A legislação é clara na proibição de desmatar, mas a realidade é que seu cumprimento não é garantido e a situação é crítica em alguns pontos que precisam de mais atenção. A situação é consequência de uma cultura historicamente baseada no extrativismo e a visão das florestas como terrenos improdutivos que precisavam ser retirados. Existe uma necessidade de revalorizar as florestas e de conectar o valor da conservação com a melhora da qualidade de vida dos moradores. Essas ações, juntamente com conscientização da população com relação ao valor da conservação, seguem sendo estratégias necessárias que devem ser impulsadas pelo poder público. A falta de recursos para o reforço da fiscalização dificulta ainda mais a tarefa de preservar os remanescentes florestais. Nesse sentido, por parte das ONGs é criticada a ausência de uma verdadeira estratégia política voltada para a conservação e

o controle das atividades que têm um impacto maior sobre a preservação que ao final beneficiaria a todos através dos serviços ecossistêmicos que sustentam, não só as vidas dos moradores do litoral, mas também as atividades produtivas das quais depende o crescimento econômico do estado. Segundo fontes do IAP, o governo estadual, em conjunto com outros órgãos a nível nacional e municipal, realiza estudos de acompanhamento dos relatórios e muitos pontos críticos de desmatamento foram identificados subsidiando o desenvolvimento de sistemas de informações que visam melhorar as ações futuras de controle e fiscalização. (SOS MATA ATLÂNTICA, 2018).

A preservação dos remanescentes da Mata Atlântica no litoral do Paraná é uma prioridade e para isso é preciso desenvolver um sistema que permita a avaliação prévia dos remanescentes ainda bem preservados com o objetivo de garantir sua proteção. Da mesma maneira que acontece com a área da Serra do Mar no estado de São Paulo, no litoral do Paraná não existem dados homogêneos sobre todas as áreas de remanescentes florestais. Conforme o observado tanto por DURIGAN at al. (2009) como por outros autores, é preciso planejar sobre o território com base numa ferramenta que permita avaliar todas as áreas por igual, utilizando o mesmo tipo de informação e o mesmo nível de detalhe.

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO

Diante do cenário exposto no que se refere à evolução do desmatamento dos remanescentes florestais no litoral do Paraná, somado à analise dos dados existentes sobre o grau de preservação dos remanescentes e da biodiversidade associada a eles, propõe-se preliminarmente, no âmbito da Contextualização dos Aspetos Ambientais para o PDS_Litoral, um protocolo para a avaliação da prioridade para a conservação dos remanescentes florestais na região do litoral do Paraná.

O protocolo utiliza critérios que, de forma indireta, representam o valor para a conservação da biodiversidade dos remanescentes de vegetação nativa. Desta forma, é proposto um sistema de indicadores e atributos para esses indicadores, que permitem avaliar o **grau de conservação** e determinar a prioridade para a preservação das áreas avaliadas. Os critérios e indicadores selecionados baseiam-se nas teorias e princípios gerais da biologia da conservação, atribuindo-se pesos diferentes aos diferentes indicadores, de acordo com sua importância relativa para a conservação da biodiversidade e a conectividade ecológica.

No Quadro 1 a seguir são apresentados os 12 critérios e indicadores considerados para a avaliação do grau de conservação dos remanescentes florestais, sua definição, importância para a conservação da biodiversidade.

Quadro 30: Critérios e indicadores considerados para a análise do grau de conservação dos remanescentes florestais no litoral do Paraná

Atributo	Definição	Importância para a biodiversidade	Indicador
1 – Diversidade e estrutura da vegetação	Tipologia, aspecto e composição da vegetação que caracteriza um ecossistema ou bioma. O bioma da Mata Atlântica apresenta diferentes fitofisionomias. A região de domínio da Mata Atlântica no estado do Paraná pode ser dividida em três grandes fitofisionomias: 1) Floresta Ombrófila Mista (FOM); Floresta Ombrófila Densa (FOD) e Floresta Estacional Semidecidual (FES) (WREGE et al., 2016). A sua vez, cada uma destas fitofisionomias pode ser subdividida em classes segundo as características da vegetação: porte arbóreo médio, alto ou herbáceo; presença de alterações ou clareiras; localização, etc. Para determinar as fitofisionomias, é recomendado o trabalho de MEDEIROS (2009) sobre a Caracterização fitofisionomica estrutural de áreas de FOD Montana no Parque Estadual da Serra do Mar e o Manual Técnico da Vegetação Brasileira 2ª Edição Ampliada, do IBGE (2012).	Maior diversidade de tipos de vegetação, composição florística e estrutura resulta em maior oferta de habitat e alimentos para a fauna. A importância deste critério e MUITO ALTA (Peso 4).	Número de fitofisionomias
2 – Estado de conservação	Grau de preservação da vegetação secundária e ausência de fatores de degradação. A vegetação secundária é aquela resultante dos processos naturais de sucessão, após supressão total ou parcial da vegetação primária por ações antrópicas ou causas naturais, podendo ocorrer presença da vegetação primária. Sua preservação é ligada á persistência da biodiversidade (DURIGAN, 2009). A determinação do estágio de conservação da vegetação secundária pode ser determinado tomando como base o Manual Técnico da Vegetação Brasileira 2ª Edição Ampliada, do IBGE (2012).	Fatores de degradação ambiental como o fogo, o desmatamento, a exploração seletiva, os câmbios nos usos do solo, etc. conduzem à perda de diversidade biológica. Por isso, atribui-se maior valor às áreas com menos proporção de áreas ocupadas por vegetação secundária, atendendo à importância para a preservação da biodiversidade. A importância deste critério e MUITO ALTA (Peso 4).	Percentual de vegetação secundária

Atributo	Definição	Importância para a biodiversidade	Indicador
3 – Tamanho da área preservada (grau de conectividade)	O tamanho da área preservada é baseado no principio de ecologia da conservação para a preservação de áreas naturais que afirma que áreas maiores têm maiores chances de manter grandes populações de algumas espécies. Este princípio que fora apontado por MacArthur e Wilson, 1967; e Margules et al., 1982. Outras referencias: RASTANDEH, et al. 2017; DINIZ, 2015; SEOANE et al., 2010	Este princípio é aplicável especialmente aos grandes carnívoros, espécies topo de cadeia que precisam de áreas grandes e bem preservadas para suas funções vitais. No entanto, existem discussões sobre a importância deste atributo e em alguns casos a preservação da biodiversidade pode ocorrer em forma de fragmentos de áreas naturais rodeados de outros usos, mas que permanecem conectados funcionalmente. A importância do critério e ALTA (Peso 3).	Tamanho do fragmento (área total)
4 – Cobertura de remanescentes florestais do município	Segundo apontam DURIGAN et al. (2009) podem considerar-se prioritárias para a conservação às áreas de remanescentes florestais localizadas nos municípios com maiores taxas de desmatamento, ou seja, áreas com maior risco de extinção de espécies pela extinção de hábitat. Para o cálculo da área de remanescente podem ser utilizados os dados do Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica (2016-2017) (SOS Mata Atlântica-INPE, 2018).	Quanto mais fragmentado está o ecossistema naturais, mais chances têm de desaparecer completamente. A preservação das áreas naturais torna-se vital não só para a preservação das espécies de fauna presentes nelas, mas também para á população residente, que obtêm serviços ecossistêmicos essenciais e a oportunidade de desenvolver fontes alternativas de benefício econômico sustentável baseadas na preservação dos remanescentes florestais. A importância deste critério é ALTA (Peso 3).	Área de vegetação remanescente no município / área dos municípios
5 – Representatividade e complementariedade	Este critério é referido á probabilidade da área objeto da avaliação, de contribuir com a incorporação de um maior número de espécies ao conjunto de UCs existentes no litoral do Paraná, inclusive com um maior grado de singularidade e relevância no contexto regional, devido à possibilidade de estabelecer corredores ecológicos, mosaicos paisagísticos e outras formas de complementariedade com o sistema de Unidades de Conservação.	A existência de outras UCs, especialmente se essas UCs são de proteção integral, na proximidade geográfica da área objetivo de avaliação (raio de 10 km), aumenta as possibilidades de criar corredores de biodiversidade que aumentem as possibilidades de preservação da biodiversidade a nível regional, além de complementar os esforços de preservação existentes e servir de amortecimento às UCs de proteção integral. A importância deste critério e ALTA.	Existência de UCs de proteção integral no raio de 10 km desde os limites da área considerada.

Atributo	Definição	Importância para a biodiversidade	Indicador
6 – Uso sustentável do solo no entorno	Este critério é referido ao tipo de usos dos solo existentes na vizinhança da área considerada, de maneira que a existência de usos de alto impacto que aumentam o risco de perda do ecossistema natural nessa área, reduziriam a prioridade para a conservação devido á ameaça que esses usos representam. São consideradas atividades de alto impacto, todas aquelas da RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986 que estabelece os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental (Artigo 1º).	A importância deste critério radica na vulnerabilidade do ecossistema e os efeitos de borda e os riscos de desastres em função do uso das terras na proximidade. Em geral, outorgasse um maior valor às áreas cujo entorno é ocupado por atividades que oferecem menos ameaça aos recursos naturais e que funcionam como extensões de hábitat que podem ser utilizadas pelas espécies como zonas de abrigo ou alimento, para a reprodução e para a realização de suas funções vitais. A importância deste critério é ALTA (Peso 3)	Percentual de atividade de alto impacto no perímetro imediato
7 – Aptidão do solo para a conservação	A aptidão dos solos não é resultado exclusivamente da classificação dos grupos de solos, mas da combinação desses grupos com outros fatores como a declividade, o relevo e a posição em relação aos elementos da paisagem, como as elevações, vertentes, encostas, praias e usos do solo (EMBRAPA, 2018, SARTORI, 2005)	A combinação da presença de solos de grupo hidrológico C ou D, baixa infiltração e vulnerabilidade à erosão com declividade >20% aumenta os riscos de erosão, a perda de solo e a fragilidade da área para dar suporte a usos residenciais, infraestruturas e outros, pelo que essas áreas são consideradas de alta aptidão para a preservação. Ver mapa de Riscos e Potencialidades do Volume 3, de Aspectos Ambientais do RCI desenvolvido para o PDS Litoral. A importância deste critério MODERADA (Peso 2)	Percentual de área sobre solos de alta aptidão para a conservação
8 – Importância para a preservação dos recursos hídricos	Presença de nascentes importantes dentro da área que possibilitam a preservação dos recursos hídricos.	A integridade dos recursos hídricos e da biodiversidade que depende de sua preservação, bem como os serviços dos ecossistemas que esses recursos fornecem para as populações, só podem ser assegurados se as nascentes estiverem protegidas, portanto deverão ser priorizadas as áreas que protegem nascentes. A importância deste critério MODERADA (Peso 2)	Número de nascentes existentes na área em avaliação.

Atributo	Definição	Importância para a biodiversidade	Indicador
9 – Densidade da rede de drenagem	É referida a extensão é concentração na área da rede de drenagem formada pelos cursos de água, rios e riachos permanentes ou temporais, também lagos e lagoas e outros corpos d'água.	A presença de corpos d'água aumenta a diversidade de hábitats e possibilita a permanência de maior diversidade de hábitats e possibilita a permanência de maior diversidade biológica, especialmente importante no caso dos anfíbios e as aves aquáticas, considerando-se prioritárias áreas que protejam maior extensão de cursos d'água. A importância deste critério BAIXA (Peso 1)	Densidade de drenagem (razão entre a extensão total das linhas de drenagem e a área do fragmento).
10 – índice de fragmentação	Indica o grau no que as unidades de vegetação natural se encontram numa disposição que favorece a conectividade ecológica e funcional entre elas permitindo às espécies utilizar as diferentes unidades para realizar suas funções vitais e se reproduzir aumentando a diversidade genética das populações e as chances de supervivência no tempo. O contrário do grau de conectividade e o grau de fragmentação. A metodologia utilizada é a aplicação de uma fórmula que depende do número e distancia entre as unidades de vegetação remanescente presentes na área avaliada e no entorno, num raio de 10 km e pode ser determinada mediante o uso de ferramentas SIG. A fórmula é: F = área total de hábitat avaliado / (número de fragmentos ou unidades de vegetação natural * dispersão dos fragmentos), onde, a dispersão é (Rc)= 2 dc (λ/π). dc = distancia media desde uma unidade (seu centro) até a unidade mais próxima. Sendo que: λ = densidade média de unidades ou fragmentos = (número de uds./superfície total da área de estudo em Ha.) x 100 = número de manchas por cada 100 Ha. (SAN VICENTE, 2003; GOERL et al, 2011)	As áreas fragmentadas devido a impactos ou câmbios de uso que levam á desaparição da vegetação natural são mais frágeis na manutenção de populações mínimas viáveis e matapopulações e por tanto mais vulneráveis à perda de biodiversidade. Uma área com alto grau de fragmentação terá uma probabilidade de fluxo gênico mais baixa entre os fragmentos ou unidades de vegetação, sendo este determinante da capacidade para o sustento ao longo prazo da biodiversidade das populações. Por isso são consideradas prioritárias as áreas com maior grau de conectividade. O valor do índice varia entre diferentes tipos de formações vegetais, pero que deve ser normalizado antes da avaliação. A importância deste critério BAIXA (Peso 1)	F = área total de unidades de. Vegetação nativa (incluído raio de 10 km) / (número de fragmentos ou unidades de vegetação natural * dispersão dos fragmentos).

Atributo	Definição	Importância para a biodiversidade	Indicador
11 – Singularidade	Este critério é referido à presença na área de fitofisionomias pouco representadas localmente, de maneira que quando comparada com o entorno, a área tem maior representatividade (área relativa) ocupada por essa formação vegetal sendo que funciona como uma reserva e fonte para esse tipo de formação contribuindo à preservar a biodiversidade associada a ela.	A eliminação de áreas fonte de diversidade associada a ecossistemas ameaçados, pouco frequentes ou degradados, tem um impacto potencial mais grande na perda de biodiversidade. É por isso que as áreas com presencia de fitofisionomias pouco frequentes no entorno ou ameaçados, são consideradas prioritárias para a conservação. A importância deste critério BAIXA (Peso 1)	Presença de áreas fonte de fitofisionomias singulares ou pouco frequentes.
12 – Forma da reserva (vulnerabilidade ao efeito de borda)	O critério é referido á relação perímetro/superfície da área florestal, de maneira que quanto mais compacta ou próxima à forma circular seja à área, maior é o valor para a preservação da biodiversidade. Quanto menor a relação perímetro/superfície a área considera-se melhor para a conservação, segundo a teoria biogeográfica de ilhas de Mac Arthur e Wilson (1967).	Os fragmentos de remanescentes florestais que apresentam uma alta proporção de áreas sob efeitos de borda são mais vulneráveis à perda de biodiversidade e a degradação por efeito dos usos do solo na proximidade, ou pelo contato com espécies não nativas ou invasoras, efeitos erosivos, áreas desmatadas, fogo, etc. A importância deste critério BAIXA (Peso 1)	Forma da área de remanescentes (Índice de similaridade ao círculo da área considerada)

No Quadro 2, a seguir, estão representados os 12 indicadores considerados na avaliação do grau de conservação, bem como seus respectivos atributos. Os diferentes indicadores receberam um peso diferente, segundo a importância relativa para a preservação da biodiversidade e, portanto, da sua prioridade para a conservação. A assinação de pontuações aos diferentes valores dos atributos para cada indicador é baseada no protocolo desenvolvido por DURIGAN et al. (2009), com algumas adaptações.

Quadro 31: Indicadores e atributos considerados para a avaliação do grau de conservação e prioridade para a conservação dos remanescentes da Mata Atlântica no Litoral do Paraná

Indicador do grau de conservação	Peso	Atributos	Pontuação
1 – Número de fitofisionomias	4	Uma fitofisionomia representada Duas fitofisionomias representadas Três fitofisionomias representadas Quatro fitofisionomias representadas Cinco ou mais fitofisionomias representadas	1 2 3 4 5
2 – Percentual de área com vegetação secundária	4	Mais do 50% de cobertura 30-50% de cobertura Menos de 30% de cobertura	1 3 5
3 – Tamanho da área do remanescente florestal	3	Menos de 50 ha de área total 50 - 100 ha 100 – 200 ha 200 – 500 ha Mais de 500 ha	1 2 3 4 5
4 – Percentual de cobertura de remanescentes florestais no município	3	Maior que 80% da área total do município 80 – 50% da área do município Menor que 50% da área do município	1 3 5
5 - Existência de UCs de proteção integral no raio de 10 km desde os limites da área considerada.	3	Mais de uma UC de proteção integral. Uma UC de proteção integral. Nenhuma UC de proteção integral	1 3 5

Indicador do grau de conservação	Peso	Atributos	Pontuação
6 – Percentual de área com atividades de alto impacto no raio de 1 km	3	Maior que 20% da área 10 – 20% da área 5 – 10% da área 1 – 5 % da área Menor que 1% da área	1 2 3 4 5
7 – Percentual de área sobre solos de alta aptidão para a conservação	2	Menor que 50% 30 – 50% Maior que 50%	1 3 5
8 – Número de nascentes ou mananciais na área de remanescente	2	Nenhuma nascente Entre 1 e 2 nascentes Entre 2 e 5 nascentes Entre 5 e 10 nascentes Mais de 10 nascentes	1 2 3 4 5
9 – Densidade da rede de drenagem (extensão rede/área total do remanescente)	1	Valor da razão extensão/área 0 – 0,5 Valor 0,5 – 1,0 Valor 1,0 – 1,5 Valor 1,5 – 2,0 Valor 2,0 – 2,5	1 2 3 4 5
10 – índice de fragmentação (valor de referencia, ajustar segundo características do hábitat)	1	Valor do índice Muito Alto (> 50) Valor do Índice Alto (50-20) Valor do Índice Médio (20 – 10) Valor índice Baixo (10-5) Valor índice Muito Baixo (5-0)	1 2 3 4 5
11 – Presença de fitofisionomias singulares ou pouco frequentes	1	Não é fonte de diversidade quanto as fitofisionomias presentes Tem representatividade de fitofisionomias singulares ou pouco frequentes	1 5
12 -Forma da área remanescente (índice de similaridade com o círculo)	1	Forma alongada (índice > 5) Forma intermédia (índice 2 -5) Forma compacta (índice <2)	1 3 5

Para avaliar a prioridade para a conservação dos remanescentes florestais, deve-se efetuar o somatório linear ponderado dos atributos estabelecidos para os 12 indicadores. Despois de somados os atributos, para viabilizar a comparação entre diferentes áreas de floresta, deverá ser efetuada a relativização pela pontuação máxima possível, ou seja, segundo os valores de pontuação assignados aos indicadores e atributos do Quadro 1, o valor máximo possível é 140. A fórmula a seguir será:

∑ (valor atributo indicadores 1 a 12 * Peso) / ∑máx.

A aplicação da fórmula permite obter o valor do grau de conservação das áreas de remanescentes florestais (de 0 a 1). De acordo com o valor do grau de conservação, as áreas podem ser classificadas em cinco classes de prioridade para a conservação, conforme apresentado no quadro a seguir.

Quadro 32. Classificação atribuída ao grau de conservação dos remanescentes florestais no litoral do Paraná

Grau de conservação (índice)	Prioridade para a conservação
> 8	Muito alta
6 – 8	Alta
4 – 6	Média
2 – 4	Baixa
< 2	Muito Baixa

Os resultados da aplicação deste protocolo permitem a comparação de áreas de remanescentes florestais para a tomada de decisões sobre sua adequação para a ampliação de UCs, ou a importância de sua preservação em geral no caso de que novos empreendimentos, infraestruturas, usos do solo e outras atividades planejadas possam ter repercussão nessas áreas. A aplicação deste protocolo não isenta a aplicação da legislação aplicável à preservação da mata atlântica e a avaliação ambiental de projetos e planos novos.