UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA FÍSICA

VIVIANE COELHO BUCHIANERI

O VALOR DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS ITAGUARÉ E GUARATUBA, BERTIOGA, SP

São Paulo
2017

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA FÍSICA

VIVIANE COELHO BUCHIANERI

O VALOR DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS ITAGUARÉ E GUARATUBA, BERTIOGA, SP

São Paulo
2017

VIVIANE COELHO BUCHIANERI

O VALOR DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS ITAGUARÉ E GUARATUBA, BERTIOGA, SP

Versão Corrigida

Tese apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Geografia Física da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Geografia Física
Orientadora: Prof[a]. Dra Celia Regina de Gouveia Souza
Coorientador: Prof. Dr. Paulo Antônio de Almeida Sinisgalli

São Paulo
2017

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catalogação na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

B918v

Buchianeri, Viviane Coelho
O valor dos serviços ecossistêmico nas bacias hidrográficas dos rios Itaguaré e Guaratuba em Bertioga, SP / Viviane Coelho Buchianeri ; orientadora Célia R. G. Souza. - São Paulo, 2017.
268 f.

Tese (Doutorado)- Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Departamento de Geografia. Área de concentração: Geografia Física.

1. ecossistema de litoral . 2. áreas de conservação . 3. unidade de conservação . 4. carbono. 5. economia ambiental. I. Souza, Célia R. G., orient. II. Título.

Dedicatórias

Ao Bepo, pelo apoio incondicional em todos os momentos, principalmente nos de incerteza, muito comuns para quem tenta trilhar novos caminhos. Sem ele nenhuma conquista valeria a pena.

Aos meus filhos Rodrigo e Thiago, pela colaboração em todos os momentos! E relembrando... “nada como a pressão do último minuto". Mas sem deixar de esquecer que “o problema com o futuro é que ele continua se transformando no presente”. Obrigado, Calvin!

Ao meu pai, Dr. Plácido Buchianeri Filho, Engenheiro Agrônomo, que precocemente deixou este “planeta em aquecimento”, mas injetou em mim os genes atormentados que buscam o saber. E ao meu irmão Guilherme, o herdeiro primogênito que, assumindo o papel do guardião das sementes da sabedoria, nos obriga até hoje estudar, mesmo com toda idade que temos.

Viver é um rasgar-se e remendar-se.

...a vida é assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem. Ser capaz de ficar alegre e mais alegre no meio da alegria, e ainda mais alegre no meio da tristeza...

Guimarães Rosa

Agradecimentos

Meus sinceros agradecimentos aos que se fizeram presentes no decorrer desta pesquisa e que viabilizaram a sua construção.

À minha orientadora Profª. Dra. Célia Regina de Gouveia Souza, pelas contribuições inestimáveis, apoio e principalmente pela amizade construída.

Ao mestre e coorientador Prof. Dr. Paulo A. A. Sinisgalli, pela simpatia, competência e consideração com que me atendeu, possibilitando a realização deste trabalho.

A todos os mestres e professores que fizeram parte da minha formação acadêmica.

Aos membros da Banca de Qualificação, agradeço a leitura atenta e contribuições para a melhoria do meu trabalho.

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação da FFLCH, em especial à Cida, pela prontidão e auxílio nos trâmites institucionais, ao longo desse período.

Ao companheiro de campo Agenor (esse é o cara!), por ter compartilhado sua sabedoria. Aos amigos Marcos e Rogério pelo apoio no campo e pelas boas risadas.

Aos meus colegas da CFA - Coordenadoria de Fiscalização Ambiental, Sergio Marçon, Roney, Joelma, Rafael, pelo incentivo e por me apoiarem nos momentos em que necessitei.

E, não menos importante, aos meus colegas planetetes Gugu, Sergio Murilo, Rodrigo, Bia(s), Binho, Clarissa, Elaine, Naiana, Thaís, Alexandre(s), Ramon, Wagner, Ailton, e outros amados meus, pela oportunidade de convívio e por segurarem a barra na minha ausência da nossa missão de “salvar o planeta”.

Aos colegas da CETESB, Paulo Rodrigues, Francisco Viana e Walace, pelo uso dos laboratórios e, antes de tudo, pela paciência.

Aos gênios indomáveis Rodrigo B. Numa de Oliveira, pela elaboração de todos os mapas e por ter auxiliado no uso do software ArcGis, na tradução do Abstract, e Thiago B. Numa de Oliveira, pela elaboração dos programas para os cálculos matemáticos usando fórmulas logarítmicas e trigonométricas, fazendo-me relembrar das aulas de cálculo integral, há muito tempo esquecidas. À genial Gabriela Lastra, pelos seus infográficos e por ter deixado minha tese com cara de tese.

À minha mais que perfeita amiga Regina Araki, pelo auxílio, dentro das adversidades encontradas, pela correção deste texto escrito em nossa língua materna, um tanto esquecida neste mundo digital.

Às mulheres da minha vida, minha mãe, Maria José Souza Coelho Buchianeri, e minha sogra, Laís Macedo, que me acompanharam durante essa etapa da minha formação.

E a meus familiares e amigos que aguardavam ansiosamente o fim dessa jornada! Eis quê!

RESUMO

BUCHIANERI, V. C. **O Valor dos Serviços Ecossistêmicos nas Bacias Hidrográficas dos Rios Itaguaré e Guaratuba, Bertioga, SP.** 2017. 268 f. Tese (Doutorado). Departamento de Geografia Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

Serviços Ecossistêmicos (SEco) podem ser definidos, de forma geral, como as funções, estruturas, processos naturais ou outros componentes dos ecossistemas, que fornecem, direta ou indiretamente, bem-estar para a população humana atual e futura, e afetam as pessoas e os serviços de apoio necessários para manter outros serviços. Os SEco são agrupados segundo quatros funções: regulação, provisão, suporte e cultural. As bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba drenam uma planície costeira formada por diferentes ambientes de sedimentação (Unidades Quaternárias) de idade pleistocênica a atual. A cobertura florestal é bem preservada e forma um mosaico diversificado e condicionado à distribuição desses ambientes, e cuja associação resulta num conjunto de sub-biomas distribuídos entre a praia e a baixa-média encosta da Serra do Mar. Essas bacias abrigam seis Unidades de Conservação (UC) da natureza e terras indígenas. O presente estudo teve como objetivo principal identificar e valorar, em unidade monetária, os principais SEco existentes nas duas bacias. Para tanto, foi necessário construir abordagens metodológicas específicas para cada SEco identificado, baseadas na literatura disponível e/ou adaptada à área de estudo, mas sempre levando em consideração os dados ambientais e socioeconômicos disponíveis. A base espacial para a caracterização da maioria dos SEco descritos foi o mapa de sub-biomas existente. A valoração econômica dos SEco foi realizada sob a perspectiva da Economia Ambiental. Além dos SEco, foram também valorados o capital natural (recursos naturais) e o valor de existência dos ambientes naturais. Foram identificados e valorados 14 SEco, distribuídos nas seguintes funções e categorias: a) serviços de regulação – regulação do clima (global e local – temperatura e poluição), proteção da linha de costa oceânica, prevenção de escorregamentos, prevenção de inundações e enchentes; b) serviços de provisão – oferta de água, alimentos (palmito e pescado) e matéria-prima; c) serviços culturais – recreação (praia, trilhas e pesca desportiva) e ciência e educação. No que se refere ao capital natural, foi valorado o armazenamento de carbono (também conhecido como

sequestro de C). O valor de existência foi atribuído para as UC e os manguezais presentes na área de estudo. Os resultados mostram que os ecossistemas das bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba fornecem cerca de US$ 71 milhões de dólares em benefícios econômicos a cada ano, valor este 100 vezes maior que o ICMS ecológico atribuído ao município de Bertioga. O total de aproximadamente US$ 10 bilhões em valor presente líquido avaliado para cinco SEco evidencia a importância da manutenção dessas florestas e das áreas naturais protegidas para as gerações futuras, em especial para a regulação do clima e a prevenção de desastres naturais.

Palavras-chave: serviços ecossistêmicos, valoração, unidade de conservação, bacia hidrográfica

ABSTRACT

BUCHIANERI, V. C. **O Valor dos Serviços Ecossistêmicos nas Bacias Hidrográficas dos Rios Itaguaré e Guaratuba, Bertioga, SP.** 2017. 268 f. Tese (Doutorado).Departamento de Geografia Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017

Ecosystem services (SEco) can be broadly defined as the functions, structures, natural processes, or other components of ecosystems that directly or indirectly provide well-being to the present and future human population, and affect people and support services needed to maintain other services. The SEco are grouped according to four functions: regulation, provision, support and cultural. The watersheds of the Itaguaré and Guaratuba rivers drain a coastal plain formed by different sedimentation environments (Quaternary Units) from the pleistocene to present ages. The forest cover is well preserved and forms a diverse mosaic, conditioned to the distribution of these environments, and whose association results in a set of sub-biomes distributed between the beach and the low-middle slope of the Serra do Mar. These watersheds contain six Protected Area and indigenous lands as well. The main objective of this study was to identify and apply the economic valuation in the main ecosystem services (SEco) in both watersheds. To do so, it was necessary to build specific methodological approaches for each SEco identified, based on available literature and/or adapted to the study area, but always taking into account available environmental and socioeconomic data. The spatial basis for the characterization of most of the SEco described was the map of existing sub-biomes. The economic valuation of SEco was carried out from the perspective of the Environmental Economy. In addition to SEco, the natural capital (natural resources) and the existence value of natural environments were also valued.A total of 14 SEco were identified and rated, distributed in the following functions and categories: a) regulation services - climate regulation (global and local), protection of the ocean coastline, prevention of landslides, flood and flood prevention; B) provision services - supply of water, food (heart of palm and fish) and raw materials; C) cultural services - recreation (beach, trails and sport fishing), science and education. With regard to natural capital, carbon

storage (also known as C sequestration) was valued. The existence value was attributed to the Protected Areas and mangroves present in the study area.The results show that the ecosystems of the Itaguaré and Guaratuba watersheds provide about US$71 million in economic benefits each year, an amount that is 100 times greater than the ecological ICMS attributed to the municipality of Bertioga. The total of approximately US$10 billion in net present value assessed for the five SEco highlights the importance of maintaining thes forests and natural protected areas for future generations, especially for climate regulation and natural disaster prevention.

Key words: ecosystem services, economic valuation, protected areas, watershed

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 22

2 JUSTIFICATIVA 25

3 OBJETIVO 26

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 26

4.1 Breve Histórico sobre Serviços Prestados pela Natureza 26

4.2 Principais Conceitos 29

4.3 Funções e Processos Ecossistêmicos, Estruturas e Benefícios 32

4.4 Categorias de Serviços Ecossistêmicos 35

4.5 Tipologias de Classificação dos Serviços Ecossistêmicos 39

4.6 Ofertas e Demandas de Serviços Ecossistêmicos 50

4.7 Economia e Capital Natural 53

4.7.1 O Capital Natural 54

4.7.2 Economia Neoclássica e a Economia Ambiental 55

4.7.3 Economia Ecológica 57

4.8 Valoração Econômica Ambiental 58

4.8.1 Métodos de Valoração 62

4.9 Serviços Ecossistêmicos no Mundo 66

4.10 Serviços Ecossistêmicos no Brasil 67

5. ÁREA DE ESTUDO 70

5.1 Localização e Unidades de Conservação da Natureza 70

5.2 Unidades Geológicas-Geomorfológicas Quaternárias 79

5.3 Solos 85

5.4 Sub-biomas de planície costeira e baixa-média encosta 87

5.5 Aspectos Hidroclimatológicos 93

5.6 Histórico da ocupação do solo 96

5.7 Indicadores Econômicos, Ecológicos e Sociais de Bertioga 98

6 INVENTÁRIO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS 102

6.1 Introdução 102

6.2 Abordagem Metodológica 103

6.3 Resultados e Discussões 105

7 VALORAÇÃO ECONÔMICA DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS 109

7.1 Regulação do Clima Global por meio da Remoção do CO_2 110

7.1.1 Introdução 110

7.1.2 Abordagem Metodológica 112

7.1.3 Estimativa da biomassa seca acima e abaixo do solo 115

7.1.4 Estimativa do carbono armazenado na biomassa viva acima e abaixo do solo.. 116

7.1.5 Remoção Anual do Carbono 117

7.1.6 Valoração Econômica 118

7.1.7 Resultados e Discussão 122

7.2 Armazenamento de carbono 127

7.2.1 Abordagem Metodológica 127

7.2.2 Estimativa de estoque de carbono armazenado na Camada de Serapilheira, Matéria Orgânica Morta (R-2) 127

7.2.3 Estimativa de estoque de carbono armazenado no solo (R-3) 130

7.2.4 Estimativa de estoque de carbono armazenado nas depressões paleoestuarinas-lagunares 131

7.2.5 Valoração Econômica 132

7.2.6 Resultados e Discussão *135*
7.3 Regulação do Clima Local – Poluição atmosférica 144
7.3.1 Introdução *144*
7.3.2 Abordagem Metodológica *146*
7.3.3 Resultados e Discussão *147*
7.4 Regulação do Clima Local: Temperatura Local 148
7.4.1 Introdução *148*
7.4.2 Abordagem Metodológica *149*
7.4.3 Resultados e Discussão *151*
7.5. Proteção da Linha de Costa Oceânica 154
7.5.1 Introdução *154*
7.5.2 Abordagem metodológica *157*
7.5.3 Aporte de sedimentos *158*
7.5.4 Valoração econômica *163*
7.5.5 Resultados e Discussão *163*
7.5.6 Valoração Econômica *167*
7.6. Prevenção de deslizamentos de encostas 167
7.6.1 Introdução *167*
7.6.2 Abordagem Metodológica *169*
7.6.3 Resultados e Discussão *170*
7.7 Prevenção de Enchentes e Inundações.....172
7.7.1 Introdução *172*
7.7.2 Abordagem Metodológica *175*
7.7.3 Resultados e Discussão *176*
7.8 Oferta de água para consumo humano 179
7.8.1 Introdução *179*
7.8.2 Abordagem Metodológica *179*
7.8.3 Resultados e Discussão *182*
7.9 Provisão de Alimento: Produção de Palmito in natura e da Polpa 188
7.9.1 Introdução *188*
7.9.2 Abordagem Metodológica *189*
7.9.3 Resultado e Discussão *191*
7. 10 Provisão de Alimento: Pescado.....197
7.10.1 Introdução *197*
7.10.2 Abordagem Metodológica *198*
7.10.3 Resultados e Discussão *199*
7.11 Matéria-prima: produção de madeira para usos múltiplos.....201
7.11.1 Introdução *201*
7.11.2 Abordagem Metodológica *201*
7.11.3 Resultados e Discussão *203*
7.12 Recreação: Praias 212
7.12.1 Introdução *212*
7.12.2 Abordagem Metodológica *212*
7.12.3 Resultados da Discussão *215*
7.13 Recreação: Trilhas 215
7.13.1 Introdução *215*
7.13.2 Metodologia *216*
7.13.3 Resultados e Discussão *220*
7.14 Recreação: Pesca desportiva no Manguezal.....221
7.14.1 Introdução *221*
7.14.2 Abordagem Metodológica *221*
7.14.3 Resultados *222*

7.15 Ciência e Educação: oportunidade de realização de Pesquisa Científica 222
7.15.1 Introdução..... 222
7.15.2 Abordagem Metodológica 222
7.15.3 Resultados..... 224
7.16 Valor de Existência dos Parques 230
7.16.1 Introdução..... 230
7.16.2 Abordagem Metodológica 231
7.16.3 Resultados e Discussão 234
7.17 Valor de Existência: Manguezal.....234
7.17.1 Introdução..... 234
7.17.2 Abordagem Metodológica 235
7.17.3 Resultados e Discussão 235

8. SÍNTESE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO 236

9. CONCLUSÃO..... 244

10.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 245

ANEXOS..... 268

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 *Classificação dos serviços ecossistêmicos realizada por Costanza et al. (1997)*..... 40

Tabela 2 *Classificação dos serviços ecossistemas de acordo com De Groot et al. (2002)* 42

Tabela 3 *Exemplos de serviços ecossistêmicos de acordo com a Millennium Ecosystem (MEA, 2005)*..... 45

Tabela 4 *Exemplos de serviços ecossistemas de acordo com Farber et al. (2006)*..... 47

Tabela 5 *Exemplos de identificação dos prestadores de serviços-chave*..... 53

Tabela 6 *Taxonomia geral do Valor Econômico do Recurso Ambiental (VERA)* 61

Tabela 7 *Métodos para captar valores monetários dos serviços ecossistêmicos*..... 62

Tabela 8 *Tipos de valor e métodos de valoração adequados para sua captação*..... 64

Tabela 9 *Unidades de Conservação da Natureza (UC) e Terra Indígena existentes nas bacias dos Rios Itaguaré e Guaratuba*..... 73

Tabela 10 *Síntese das características das associações UQ/Vegetação de planície costeira e baixa encosta e os solos presentes*..... 89

Tabela 11 *Guia orientativo sobre os sub-biomas*..... 101

Tabela 12 *Serviços ecossistêmicos identificados nas bacias do Itaguaré e Guaratuba.* 106

Tabela 13 *Os métodos de valoração econômica utilizados neste estudo para cada tema*..... 108

Tabela 14 *Reservatórios de carbono e fontes de dados utilizados para as bacias hidrográficas dos rios Guaratuba e Itaguaré*..... 112

Tabela 15 *Dados fisionômicos das florestas nas bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba associados aos sub-biomas*..... 113

Tabela 16 *Teores de C nos sub-biomas BFOmD*..... 113

Tabela 17 *Teores de C nos sub-biomas BMg*..... 114

Tabela 18 *Preço do Carbono no mercado internacional, considerando os diferentes instrumentos econômicos*..... 119

Tabela 19 *Estimativa de matéria seca nas biomassas acima do solo e abaixo do solo nos diferentes sub-biomas*..... 121

Tabela 20 *Incremento anual de carbono nos sub-biomas*..... 122

Tabela 21 *Valor econômico da remoção anual de CO_2 em toneladas nas bacias*..... 125

Tabela 22 *Variação de preço do Carbono no mercado internacional por setor no mundo corporativo* 133

Tabela 23 *Locais de coleta de serapilheiras dos sub-biomas da planície costeira e baixa-média encosta das bacias hidrográficas dos Rios Itaguaré e Guaratuba*..... 134

Tabela 24 *Estimativa da quantidade de C armazenado nos sub-biomas* 136

Tabela 25 *Estimativa Carbono (C) armazenado no solo* 137

Tabela 26 *Estimativa Carbono (C) armazenado nas depressões paleolagunares estuarinas*..... 138

Tabela 27 *Estimativa de C armazenado nas bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba*..... 139

Tabela 28 *Valoração econômica do armazenamento de C nas bacias*..... 143

Tabela 29 *Número de indivíduos que residem ou usufruem com frequência dos loteamentos inseridos nas bacias do Itaguaré e Guaratuba*..... 146

Tabela 30 *Estimativa de gasto com energia elétrica*..... 150

Tabela 31 *Custo fixo dos aparelhos de ares condicionados*..... 151

Tabela 32 *Valores do fator K para os diferentes tipos de solo persentes nos sub-biomas de planícies costeira da área de estudo*..... 163

Tabela 33 *Fator LS nas áreas de estoque de sedimentos para as praias das bacias de estudo*..... 162

Tabela 34 *Valores de C P para vegetação de restinga* 163

Tabela 35 *Áreas de contribuição de sedimentos para as praias*..... 165

Tabela 36 *Contribuição do aporte de sedimentos para as praias nas bacias do Itaguaré e Guaratuba*..... 165

Tabela 37 *Custos de implantação de projeto de restauração florestal com essências nativas para um período de período de 20 anos*..... 171

Tabela 38 *Custo médio da implantação e manutenção de restauração florestal para período de 20 anos*..... 177

Tabela 39 *Sistemas produtores de água nas bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba*..... 185

Tabela 40 *Preço médio do Palmito Pupunha in natura comercializado no ESP*..... 193

Tabela 41 *Produção anual estimada de Palmeira Juçara in natura em kg por hectare por ano por sub-biomas das bacias dos rios Guaratuba e Itaguaré*..... 194

Tabela 42 *Rendimento anual estimado de polpa de Palmeira Juçara em kg por hectare por ano em cada sub-bioma das bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba*..... 195

Tabela 43 *Valor estimado do SEco de provisão – pescados: Fonte: baseado Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira Marinha e Estuarina do Instituto de Pesca - PMAP*..... 199

Tabela 44 *Fontes utilizadas na elaboração das listas de espécie existentes ou provavelmente existentes nas bacias do rio Guaratuba e Itaguaré*..... 200

Tabela 45 *Lista de espécies existentes ou provavelmente existentes nas bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba (número de indivíduos por hectare)*..... 203

Tabela 46 *Estimativa do volume de madeira (m³) de espécies florestais com valor econômico existente ou provavelmente existente nas bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba.* 206

Tabela 47 *Valor estimado do volume de madeira (m³) nas bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba.* 208

Tabela 48 *Referências bibliográficas encontradas de valoração econômica de praia*... 213

Tabela 49 *Estudos publicados sobre uso recreativo em unidades de conservação da natureza*..... 217

Tabela 50 *Número de referências bibliográficas encontradas no Sistema Integrado de Biblioteca da Universidade de São Paulo (SIBi) e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) em 2016, para o município de Bertioga*..... 225

Tabela 51 *Valores das bolsas de estudo e prazos para conclusão de curso de pós-graduação (período de vigência das bolsas)*..... 226

Tabela 52 *Valores totais dos custos finais para publicações de trabalhos, e defesas de teses*..... 226

Tabela 53 *Valores pagos para publicação em eventos internacionais*..... 227

Tabela 54 *Valores estimado de diárias para publicação de trabalhos científicos e resumos fora do País*..... 227

Tabela 55 *Valores estimado em diárias para publicação de capítulos em livros.....* 227

Tabela 56 *Valores totais estimados para publicação dos trabalhos dos últimos vinte anos.....* 227

Tabela 57 *Publicações que avaliaram economicamente Unidades de Conservação no Brasil em diferentes categorias de UC.....* 232

Tabela 58 *Síntese da valoração econômica ambiental obtida para as bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba.....* 235

Tabela 59 *Tabela associada aos valores presentes líquidos dos serviços ecossistêmicos visando avaliar a contribuição destes em 50 anos (2016-2066) na taxa de 12% de desconto.....* 239

Tabela 60 *Valor estimado do serviço ecossistêmico por hectare e por tipo de cobertura do solo.....* 241

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	*Estrutura conceitual de Cascata de Serviços proposta por Haines - Young and Potschin (2010)*.....	34
Figura 2	*Exemplos de Serviços Finais e intermediários*.....	35
Figura 3	*Categorias dos serviços ecossistêmicos propostos por De Groot et al. (2002) com base na avaliação integrada e valoração das funções ecossistêmicas, bens e serviços*.....	37
Figura 4	*Categorias de SEco de acordo com MEA (2005)*.....	38
Figura 5	*Multidirecional: Regulação do clima global – Minimização dos efeitos do GEE por meio da remoção (sequestro) de CO_2*.....	51
Figura 6	*Direcional: Oferta de água*.....	51
Figura 7	*Modelo convencional do Sistema Econômico – Circulação dos fluxos monetários*.....	56
Figura 8	*Modelo Biofísico do Sistema Econômico – fluxo de matéria e energia*.....	58
Figura 9	*Número de publicações sobre Serviços Ecossistêmicos no Brasil por ano, até 2013*.....	68
Figura 10	*Localização das bacias hidrográficas dos rios Itaguaré e Guaratuba*.....	71
Figura 11	*Parque Estadual da Serra do Mar*.....	74
Figura 12	*Parque Estadual Restinga de Bertioga*.....	75
Figura 13	*Reserva Particular do Patrimônio Nacional*.....	76
Figura 14	*Aldeia Indígena Guarani do Ribeirão Silveira*.....	77
Figura 15	*APA Marinha Área de Proteção Marinha Litoral Centro e Litoral Norte*.....	78
Figura 16	*Mapa de Unidades Geológicas-Geomorfológicas Quaternárias de planície costeira e baixa-encosta das bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba*.....	81
Figura 17	*Mapa da Transgressão Holocênica*.....	84
Figura 18	*Mapa de solos da planície do município de Bertioga*.....	86
Figura 19	*Mapa de vegetação*.....	88
Figura 20	*Mapa dos sub-biomas das bacias hidrográficas dos Itaguaré e Guaratuba*...	90

Figura 21 *Seção geológica da planície costeira da bacia do Itaguaré* 91

Figura 22 *BPEs (próximas à linha de praia) , BFAR1 e BFAR2. Praia da Boracéia* 92

Figura 22 *BFAL, BFAR3 e Brejo de Restinga. Loteamento Morada da Praia* 92

Figura 23 *BFaRU e BFPA. Estrada dos Pintos/ Petrobrás*..... 93

Figura 24 *BHC normal para a bacia do Rio Guaratuba elaborado por Pereira (2011). Precipitação média para série histórica de 1970 a 1994*..... 94

Figura 25 *Fluxograma de desenvolvimento da pesquisa*..... 100

Figura 26 *Remoção anual de carbono por sub-bioma (T/HA)*..... 124

Figura 27 *Modelo do gabarito em PVC para a coleta da matéria orgânica morta na serapilheira*..... 127

Figura 28 *Estufa tipo FANEM para secagem da matéria orgânica*..... 128

Figura 29 *Balança de precisão Mattler Toledo*..... 128

Figura 30 *Armazenamento de carbono por sub-bioma* 141

Figura 31 *Planta do Loteamento Morada da Praia extraída da carta de uso do solo Bertioga – 1988*..... 148

Figura 32 *Praia do Itaguaré*..... 154

Figura 33 *Praia do Guaratuba*..... 155

Figura 34 *Desembocaduras dos rios Itaguaré (esquerda) e Guaratuba (direita) em condição de maré baixa, exibindo barras e bancos arenosos (estoques de areias para as praias adjacentes)*..... 156

Figura 35 *As áreas hachuradas são as áreas de contribuição de sedimentos de sedimentos para as praias. Os segmentos A e B representam o comprimento da rampa do Rio Itaguaré, e C e D, do Rio Guaratuba*..... 164

Figura 36 *Escorregamentos na Rodovia Mogi-Bertioga*..... 167

Figura 37 *Deslizamento no Bairro Costa do Sol ocorrido em março de 2016*..... 167

Figura 38 *Mapa de Perigo de escorregamento nas bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba*..... 168

Figura 39 *Cobertura vegetal em encosta nas bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba*..... 170

Figura 40 *Loteamento Morada da Praia. Lotes permanentemente alagados sob BFaRu/LCD*..... 173

Figura 41 *Áreas que atuam na prevenção das inundações e enchentes*..... 176

Figura 42 *Pontos de captação de água e sub-bacias de captação*..... 182

Figura 43 *Sub-biomas potencialmente prestadores do SEco de Produção de Alimento Produção de Palmito in natura e Polpa. São eles: BFAL, BFTr, BFOmD*..... 192

Figura 44 *Final da Trilha do Guaratuba – Vista da Cachoeira do Tobogã, no interior do PESM*..... 218

PARTE I

1 INTRODUÇÃO

Serviços Ecossistêmicos (SEco), mesmo existindo entendimentos diversos, podem ser definidos, de forma geral, como as funções, estruturas, processos naturais ou outros componentes dos ecossistemas que fornecem, direta ou indiretamente, bem-estar para a população humana atual e futura (COSTANZA et al., 1997; DAILY, 1997 e DE GROOT et al., 2002; MEA, 2003; DAILY e FARLEY, 2004; KREMEN, 2005; BOYD e BANZHAF, 2007; BROWN et al., 2007; FISHER et al., 2009; FARLEY, 2012).

As áreas naturais preservadas contribuem com o fornecimento de diversos SEco, como: a regularização do clima, minimizando as consequências dos gases de efeito estufa; na dispersão de poluentes; na amenização da temperatura do ar; no fornecimento de água, alimento, remédios; reduzindo os efeitos dos desastres naturais; entre outros. Quanto mais preservada uma bacia hidrográfica, maiores são os benefícios desfrutados pela espécie humana e pelas outras espécies do planeta (LIMA, 1989 e 1996; ZAKIA, 1988; HARKBART, 2012; BUCHIANERI, 2004).

Como as mudanças climáticas representam uma “ameaça urgente potencialmente irreversível para as sociedades humanas e para o planeta” (ONU, 2017) e são reconhecidamente um problema comum da humanidade, há necessidade de estratégias acordadas em nível global para diminuir as emissões dos gases de efeito estufa (GEE), minimizando suas consequências. E a proteção dos ecossistemas, através de áreas naturais, é fundamental para aumentar a resiliência e a recuperação, e diminuir os impactos na sociedade e na biodiversidade.

Está claramente evidenciado que os crescentes impactos antrópicos nos Serviços Ecossistêmicos (SEco) acarretam mudanças em escalas temporais e espaciais, prejudicando o bem-estar humano, principalmente nos seguintes aspectos: segurança

alimentar, material básico para uma vida boa, saúde, relações sociais e liberdade de escolha (MEA, 2003 e 2005).

O interesse pelos SEco nas comunidades de pesquisa e nas políticas públicas vem crescendo rapidamente (BRAAT e DE GROOT, 2012; COSTANZA e KUBISZEWSKI, 2012; COSTANZA et al., 2014). E a abordagem conceitual sobre estes serviços tornou-se uma ferramenta muito popular nesta última década, pelo seu caráter integrador, focado nas relações entre o homem e a natureza, e com elevado potencial de aplicação na gestão ambiental. De acordo com De Groot et al. (2010), esta abordagem, juntamente com as práticas de valoração ambiental, mudaram os termos dos debates sobre a conservação da natureza, a gestão de recursos naturais e outras áreas de política pública. A comunidade científica, assim como boa parte da sociedade, já reconhece que as estratégias aplicadas na gestão da conservação da natureza. Os autores (op. cit.) afirmam ainda que investimentos em conservação, restauração ou uso sustentável dos ecossistemas são cada vez mais vistos como geradores de benefícios ecológicos, sociais e econômicos consideráveis.

A atividade econômica depende do capital natural, que inclui florestas, rios, lagos e zonas úmidas, que, por sua vez, fornecem os SEco para o bem-estar humano. Como exemplo, temos as bacias hidrográficas que fornecem SEco ao longo do tempo, que são gratuitos. Porém, a perda destes serviços, como, por exemplo, o aumento do risco de inundação ou deslizamentos da encosta, gera custos reais na economia local ou regional. Além disso, as bacias hidrográficas conservadas fornecem água agora e, se mantidas saudáveis, podem manter o fornecimento de água para as gerações futuras (CHRISTIN et al., 2015).

Utilizando as abordagens da valoração econômica sob a perspectiva da Economia Ambiental é possível estimar os benefícios proporcionados pelos SEco ou a perda deles, em função da conservação ou da mudança do uso do solo, em unidades monetárias. A partir da ampliação do grau de conhecimento sobre os trabalhos econômicos ou os serviços prestados pelos ecossistemas (ou parte deles), os valores podem ser usados para ajudar no reconhecimento de sua importância e para orientar investimentos de melhoria dos ambientes naturais.

O município de Bertioga, que integra a Região Metropolitana da Baixada Santista, está localizado próximo aos maiores centros dinâmicos do litoral paulista, os municípios de Santos, Cubatão e Guarujá.

Bertioga possui um mosaico de Unidade de Conservação da Natureza (UC), sendo o mais antigo o Parque Estadual da Serra do Mar. A região foi reconhecida pela UNESCO em 1992 como Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, no programa *Man and Biophere* (MAB), o que a elevou à categoria de patrimônio da humanidade. Nos últimos dez anos, foram criados o Parque Estadual Restinga de Bertioga (2010) e mais três Reservas Particulares do Patrimônio Natural nas áreas de planície costeira. Além dessas UC, também existe uma área que adentra o município vizinho de São Sebastião, demarcada como Terra Indígena.

Apresenta forte vocação turística, determinada por sua localização geográfica próxima à capital paulista e seu belo e riquíssimo patrimônio de biodiversidade e geodiversidade, o que, ao mesmo, tempo confere uma ameaça de pressões antrópicas para a utilização desses recursos naturais (SOUZA, 2015a).

A criação de UC em áreas de planície costeira é muito contestada pelo setor imobiliário, que entende que as áreas planas são as mais adequadas para a implantação de loteamentos e condomínios, principalmente em regiões cuja economia é voltada ao setor turístico de segunda residência.

Uma forma de compensar municípios pela restrição de uso do solo em locais protegidos pela criação de UC, uma vez que atividades econômicas são restringidas ou mesmo proibidas em algumas delas, é o Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias, também conhecido como ICMS Ecológico, normatizado pela Lei n° 8.510/93 (SÃO PAULO, 1993), que foi alterada pela Lei Estadual n° 12.810/08 (SÃO PAULO, 2008). O governo paulista repassa recursos financeiros anualmente para o município de Bertioga como compensação pelas áreas protegidas. Em 2016, o repasse foi de R$ 2.820.302,59 (CPLA, 2017).

Sabendo que UC são importantes fontes de SEco e que o município de Bertioga possui a maior parte de seu território (71%) protegida por essas UC, em especial nas áreas das bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba, despontam então duas perguntas. Qual é o valor econômico dos SEco das áreas das bacias do Itaguaré e do Guaratuba como parte integrantes dessas UC? A compensação realizada por meio do ICMS Ecológico está em consonância com a importância econômica dessas áreas protegidas?

Partindo dessas perguntas, surgem duas hipóteses: as áreas naturais protegidas e as bacias hidrográficas conservadas são importantes fornecedores de serviços ecossistêmicos e seus valores econômicos são relevantes; e a preservação de um ecossistema possui um valor econômico significativamente superior em comparação com a compensação dada pelo ICMS Ecológico de Bertioga.

2 JUSTIFICATIVA

A maioria dos estudos em UC abordam com muita consistência e propriedade os aspectos ecológicos e socioculturais das questões ambientais, porém são poucos os estudos que tratam dos aspectos econômicos e sua relação com o meio ambiente.

Esta pesquisa teve como foco inventariar e valorar os SEco onde ainda existe um dos últimos remanescentes de vegetação nativa de planície costeira de baixa-média encosta preservados, condicionado à distribuição das diferentes Unidades Quaternárias, cuja associação resultou num conjunto de 17 sub-biomas distribuídos entre a praia e a baixa encosta da Serra do Mar (SOUZA et.al, 2009).

A área foi selecionada em função da diversidade de ambientes representativos de todo o litoral paulista. A valoração econômica foi realizada sob a perspectiva da Economia Ambiental. E transcendeu os SEco, tendo sido valorados também o capital natural (recursos naturais) e o valor de existência dos parques e dos manguezais.

O presente estudo se justifica devido à escassez de dados no Brasil sobre a valoração econômica ambiental dos SEco em UC de regiões costeira.

3 OBJETIVO

O presente estudo teve como objetivo principal identificar e valorar, em unidade monetária, os principais serviços ecossistêmicos existentes nas bacias hidrográficas dos rios Itaguaré e Guaratuba, localizadas em Bertioga. Para tanto, foi necessário construir abordagens metodológicas específicas para cada SEco e adaptadas à área de estudo.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Breve Histórico sobre Serviços Prestados pela Natureza

As primeiras noções sobre a importância da natureza como prestadora de serviço para a humanidade e como algo com valor econômico são atribuídas a Jean Baptiste Say, em 1982, quando ele coloca a ideia de serviço da natureza como se fosse um brinde da natureza, na seguinte forma: “O vento que move nossos moinhos, e mesmo o calor do sol, trabalha para nós; mas felizmente ninguém ainda foi capaz de dizer – o vento e o sol são meus e o serviço que prestam devem ser pagos (...), ou seja, ninguém olhou para o vento ou para o sol como uma mina cujo trabalho deveria ser pago” (SAY, 1829 *apud* GÓMEZ-BAGGETHUN et al., 2010).

Um dos primeiros autores a quem é atribuído levantar preocupações sobre o impacto destrutivo das atividades humanas sobre o meio ambiente é George Perkin Marsh, que em 1984 publicava o livro “O homem e a natureza: ou geografia física modificada pela ação do homem”. Marsh sugere que o homem é o agente de mudança

da natureza ou agente perturbador e descreve a interdependência das relações ambientais e sociais (ROAF et al., 2009).

Na literatura, serviço ecossistêmico pode ser, na maioria dos casos, tratado como serviço ecológico ou serviço da natureza. E, devido à abrangência do tema, é tratado em várias áreas de conhecimento, com destaque na economia e na ecologia, e, por ser um tema multidisciplinar, os conceitos e as terminologias variam muito.

O histórico da terminologia começa em 1970, quando procurou-se um termo que pudesse expressar a contribuição direta dos ecossistemas para a sociedade, ano que foi publicado um estudo preparatório para a Conferência da ONU de 1972, Estudos Ambientais Críticos, em inglês, Study of Critical Environmental Problems, que focava na mudança do clima, na ecologia dos oceanos e nos grandes ecossistemas terrestres induzidos pela poluição (ROAF et al., 2009). Esse estudo trazia o conceito de serviço ambiental.

Holdren e Ehrlich (1974) argumentam que a deterioração ambiental vai muito além do estreito ponto de vista da poluição e que outros fatores também geram rupturas ambientais, como, por exemplo, o crescimento populacional. Os autores usaram a terminologia serviços da natureza para designar a importância da fertilidade do solo para a produção de alimento.

Westman (1977) também interpretou como serviços da natureza os serviços proporcionados pelos ecossistemas. O autor destaca que os valores sociais dos benefícios proporcionados pelos ecossistemas deveriam ser mostrados de forma que a sociedade pudesse ter mais informações para utilizar na política e nas tomadas de decisões.

Um dos primeiros trabalhos que surgiu usando o termo “serviços ecossistêmicos” foi o dos pesquisadores Ehrlich e Ehrlich (1981), “Extinction: the causes and consequences of the disappearance of species”. Os autores afirmam que “a razão antropocêntrica mais importante para preservar a diversidade é o papel que as

plantas e animais desempenham na prestação de serviços dos ecossistemas, sem o qual a sociedade, na sua forma atual, não pode persistir".

Moberg e Folke (1999), nos estudos sobre a importância dos recifes de corais para o ser humano, os denominaram como "bens e serviços ecológicos", sendo que bens estariam relacionados com a porção abiótica do ecossistema.

Um levantamento de trabalhos científicos sobre os serviços que os ecossistemas prestam para a humanidade, realizado por Tancoigne et al. (2014), mostrou que, entre 1995 e 2013, ocorreu acentuado aumento no número de publicações, preconizando que a Avaliação Ecossistêmica do Milênio (*Millennium Ecosystem Assessment* - MEA, 2003 e 2005) foi responsável por esse aumento.

O MEA é o marco referencial da conexão Homem-Natureza, que extrapola o meio acadêmico e passa a ser apropriada pela sociedade, inclusive pelos setores empresariais. O projeto foi lançado em 2001 pelas Nações Unidas e teve como escopo o desenvolvimento de um Plano de Ação concreto para o planeta, com o objetivo de se reverter a miséria, a fome e as doenças que afetam milhões de pessoas do mundo.

Liderado pelo Professor Jeffrey Sachs, o Plano foi conduzido no sentido de que todas essas questões estavam diretamente relacionadas com a degradação dos recursos naturais e a melhor expressão para iniciar uma avaliação seria por meio da abordagem dos serviços ecossistêmicos. Como parte desse Plano de Ação, foi criada a MEA (2003 e 2005), coordenada pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e dirigida por um conselho composto de múltiplos grupos de interesse, que incluiu representantes de instituições internacionais, governos, empresas, ONGs e comunidades tradicionais, além de contar com a participação de mais de 2.000 pesquisadores e revisores espalhados pelo mundo.

A estrutura conceitual da MEA pressupõe que o homem seja parte integrante dos ecossistemas, e que existe uma interação dinâmica entre ele e as outras partes dos ecossistemas, sendo que as mudanças na condição humana regem, direta e indiretamente, as mudanças nos ecossistemas, causando assim alterações no bem-

estar humano. De maneira geral, a avaliação teve, entre seus objetivos, determinar em que medida as mudanças nos ecossistemas já afetaram as pessoas, como poderão afetá-las nas próximas décadas, e o que fazer para, mediante gestão integrada e melhorada, buscar o bem-estar e caminhar para a diminuição da pobreza. O principal resultado desta avaliação foi a constatação de que, globalmente, 15 dos 24 serviços ecossistêmicos investigados se encontravam em estado de declínio, o que poderá causar grande impacto negativo no bem-estar humano futuro (FISHER et al., 2009).

Tancoigne et al. (2014) constataram que, além da MEA, as publicações mais citadas pela comunidade científica naquele período foram o livro "*Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*", publicado por Daily et al. (1997), e os estudos de Costanza et al. (1997) na publicação "*The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital".*

O aumento do número de trabalhos sobre SEco a partir de 1995 também foi constatado nos países da América Latina por Balvanera et al. (2012).

4.2 Principais Conceitos

Diferentes definições para conceituar os SEco têm sido utilizadas durante as últimas décadas para aplicação nas tomadas de decisões (VILLAMAGNA et al., 2013). Para a maioria dos autores, o conceito de "serviços ecossistêmicos" se relaciona quase que exclusivamente com o bem-estar da humanidade. Para outros, o bem-estar se estende a todos os organismos do planeta. Em geral, os autores buscam definir funções, processos, fluxos, organizações, estruturas e ou componentes dos ecossistemas, que fornecem direta ou indiretamente o bem-estar para a população humana presente e futura.

Entre os autores mais citados na literatura, os serviços ecossistêmicos são definidos como:

- Benefícios para a população humana derivados direta ou indiretamente das funções ecossistêmicas. Consistem em fluxos de materiais, energia e informação provenientes do estoque do capital natural que, combinados com o capital manufaturado e humano, produzem bem-estar humano (COSTANZA et al., 1997);
- As condições e os processos sobre o qual o sistema ecológico e as espécies que fazem parte deles sustentam e satisfazem a vida humana (DAILY, 1997, p. 3);
- Os processos naturais que garantem a sobrevivência das espécies no planeta e têm a capacidade de prover bens e serviços que satisfazem necessidades humanas (DE GROOT et al., 2002);
- Benefícios que o ser humano obtém dos ecossistemas. Estes incluem provisão, regulação e serviços culturais, que afetam diretamente as pessoas, e os serviços de apoio necessários para manter os outros serviços (MEA, 2003);
- Produtos de funções ecológicas ou processos que, direta ou indiretamente, contribuem para o bem-estar humano, ou têm potencial para fazê-lo no futuro (DAILY e FARLEY, 2004);
- Conjunto de funções ecossistêmicas útil para os homens. Muitas destas são essenciais para a nossa sobrevivência, enquanto outras são para melhorá-las (KREMEN, 2005);
- Serviços para uso humano e outros organismos, provenientes de ecossistemas, como oxigênio, alimento e água limpa (WILKINSON, 2006);
- Benefícios proporcionados pelos ecossistemas que contribuem para tornar a vida humana possível (DIAZ et al., 2006);
- Recursos naturais que sustentam a saúde e o bem-estar humano (COLLINS e LARRY, 2007);
- Os componentes ecológicos diretamente aproveitados, consumidos ou usufruídos para o bem-estar humano (BOYD e BANZHAF, 2007);
- As funções dos ecossistemas que fornecem benefícios para os seres humanos. Um beneficiário humano (atual ou futuro) deve ser explícito (EGOH et al., 2007);

- Os resultados específicos dos processos do ecossistema, os quais suportam diretamente ou potencialmente o bem-estar humano ou mantêm a qualidade dos bens do ecossistema (BROWN et al., 2007);
- Os aspectos de utilização dos ecossistemas, ativo ou passivo, para produzir bem-estar humano; e que ecossistemas sem benefícios humanos não são serviços (FISHER et al*.,* 2009);
- Os benefícios que os homens reconhecem como obtidos a partir dos ecossistemas, que suportam, direta ou indiretamente, sua sobrevivência e qualidade de vida (HARRINGTON et al., 2010);
- Um termo coletivo para bens e serviços produzidos pelos ecossistemas que beneficiam a espécie humana (JENKINS et al., 2010);
- As contribuições diretas ou indiretas dos ecossistemas para o bem-estar humano (TEEB FOUNDATIONS, 2010);
- Os aspectos do ecossistema consumido e ou utilizado para produzir bem-estar humano (FARLEY, 2012);
- Um grupo de bens e serviços gerados pelos ecossistemas que são importantes para o bem-estar humano (NELSON et al., 2009 *apud* NAHLIK et al., 2012);
- As contribuições das funções e estruturas do ecossistema, em combinação com outras entradas, para o bem-estar humano (BURKHARD et al., 2012); e
- Quando os processos naturais desencadeiam uma série de benefícios, direta ou indiretamente apropriáveis pelo ser humano, incorporando a noção de utilidade antropocêntrica (TOSTO et al., 2012).

A visão antropocêntrica é o cerne do conceito (MOBERG e FOLKE 1999; COLLINS e LARRY, 2007) e guarda destaque na definição de Tosto et al. (2012), na qual a humanidade é responsável pela salvaguarda da natureza. Por outro lado, Wilkinson (2006) amplia a definição de serviços ecossistêmicos, colocando como beneficiários outros organismos do planeta, seguindo uma tendência mais biocêntrica, na qual a humanidade tem deveres diante da natureza, e que, na concepção jurídica, a natureza é a titular de direitos.

Fisher et al. (2009) aponta que as estruturas e as funções dos ecossistemas são estudadas há anos, sem qualquer referência aos serviços prestados aos seres humanos. Pressupõe-se, então, que “não há serviços sem beneficiários”. Portanto, só há serviço se existir uma relação com a sociedade, mesmo que indiretamente. Caso não ocorra essa relação, “ocorrerão somente processos ecológicos”.

Segundo Nahlik et al. (2012), existem duas filosofias distintas na definição dos SEco: ou são equiparados aos benefícios proporcionados pelo ecossistema ou são associados aos atributos do ecossistema que levam aos benefícios. Costanza et al. (1997), MEA (2003), Diaz et al. (2006) e Harrington et al. (2010) definiram os SEco como “benefícios”; Daily (1997) e De Groot et al. (2002) definem como “processos ecológicos e seus componentes”; e Daily e Farley (2004), Burkhard et al. (2012) e Kremen (2005), como “funções ecológicas”.

4.3 Funções e Processos Ecossistêmicos, Estruturas e Benefícios

As várias abordagens e definições apresentadas anteriormente revelam a grande atividade em torno do estabelecimento da melhor definição para serviços de ecossistema, bem como a melhor forma de distinguir serviços de funções do ecossistema. No entanto, são crescentes a crença e o consenso em torno de uma moldura que relacione os ecossistemas e o bem-estar humano, onde os serviços providenciados pelos ecossistemas são gerados pelas funções dos ecossistemas, que por sua vez são suportadas por processos e estruturas biofísicas (DE GROOT et al., 2009).

De Groot et al. (2002) definem função ecossistêmica como a função que descreve os benefícios obtidos pelo homem dos ecossistemas a partir das suas propriedades e processos, ou também como funcionamento interno dos ecossistemas (por exemplo manutenção dos fluxos de energia e interações de cadeia tróficas).

Wallace (2007), em concordância com De Groot et al. (2002), discute o termo função ecossistêmica, referindo que este é usado com diferentes sentidos. Algumas vezes, é usado como o funcionamento real do ecossistema, outras vezes é utilizado como sinônimo de processos do ecossistema.

Este mesmo autor (op. cit.) discute também o significado do termo "processos ecossistêmicos", descrevendo-o como "uma rede de complexas interações entre elementos do ecossistema (bióticos e abióticos) que levam a um resultado definitivo. Reconhece que estes processos envolvem a transferência de energia e matéria, identificando processos-chave, como os fluxos e ciclos de água, oxigênio, nutriente e energia, incluindo também processos socioculturais".

Para De Groot et al. (2002 e 2009), as funções ecossistêmicas representam um intermediário entre os processos e os serviços, e são definidas como a capacidade de os ecossistemas providenciarem bens e serviços que satisfaçam as necessidades humanas. Cada função do ecossistema é resultado de processos naturais existentes no ecossistema e, por sua vez, os processos do ecossistema são o resultado de complexas interações entre os componentes bióticos e abióticos do ecossistema e os fluxos de matéria e energia.

A iniciativa TEEB - The Economics of Ecosystems and Biodiversity descreve como funções do ecossistema "as interações entre a estrutura do ecossistema (a forma como está organizado o ecossistema) e os processos do ecossistema, que por sua vez possibilitam a capacidade de serem gerados serviços e bens de ecossistema" (TEEB, 2010).

Daily e Farley (2004) definem estrutura ecossistêmica como sendo todos os indivíduos e comunidades (animais e vegetais) que compõe o ecossistema, junto aos recursos abióticos (combustíveis, minerais etc.). Eles destacam ainda que diversos ecossistemas possuem milhares de estruturas ecossistêmicas ou elementos estruturais, cada um deles possuindo seu grau de complexidade, que atuam e interagem de forma a produzir o todo (ecossistema), que seria mais do que a somatória de todas as partes individuais.

De Groot et al. (2009) apontam para uma distinção entre o que são os serviços produzidos pelos ecossistemas e os benefícios que estes serviços providenciam, referindo a possibilidade de os benefícios serem valorados em termos econômicos ou monetários, embora afirme que esta é uma questão que continua a ser debatida.

Fisher e Turner (2008) consideram que os benefícios obtidos pelos seres humanos resultam de serviços finais e intermédios, que possam ser consumidos direta ou indiretamente, sobre os quais pode ser realizada uma avaliação econômica.

Fisher et al. (2009) destacam que a aparente falta de consistência na literatura entre o processo, função e serviço não é incoerência, mas sim o reconhecimento de que há muita sobreposição entre a estrutura, os processos e os serviços.

Haines-Young e Potschin (2010) apresentam uma estrutura conceitual designada como cascata de serviços ("services cascade") de valoração que interliga os ecossistemas e o bem-estar humano, na qual é feita a distinção entre funções e processos ecológicos, bem como a dos serviços de ecossistema e dos benefícios para o bem-estar humano (Figura 1).

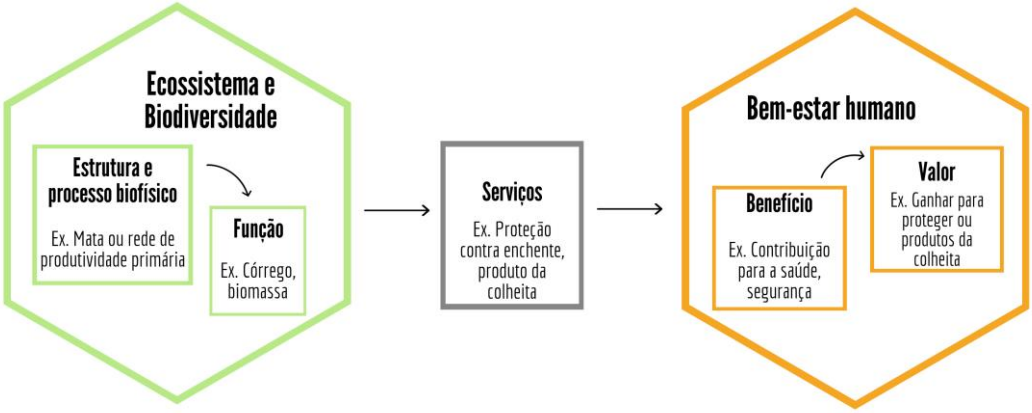

Figura 1. Estrutura conceitual de Cascata de Serviços proposta por Haines-Young e Potschin (2010)

Fisher et al. (2009) destacam que um serviço ecossistêmico pode ser intermediário ou final. Os autores sustentam a divisão dos serviços: (1) serviços finais, que são

aqueles consumidos ou usufruídos diretamente pela sociedade, e (2) serviços intermediários, que sustentam outros serviços e influenciam indiretamente o bem-estar humano.

Destacam ainda que os serviços intermediários são aqueles que não são consumidos diretamente pelo ser humano – são exemplos a polinização ou a formação do solo. Exemplos de serviços finais são provisão de água limpa, proteção enchentes e regulação do fluxo da água (Figura 2).

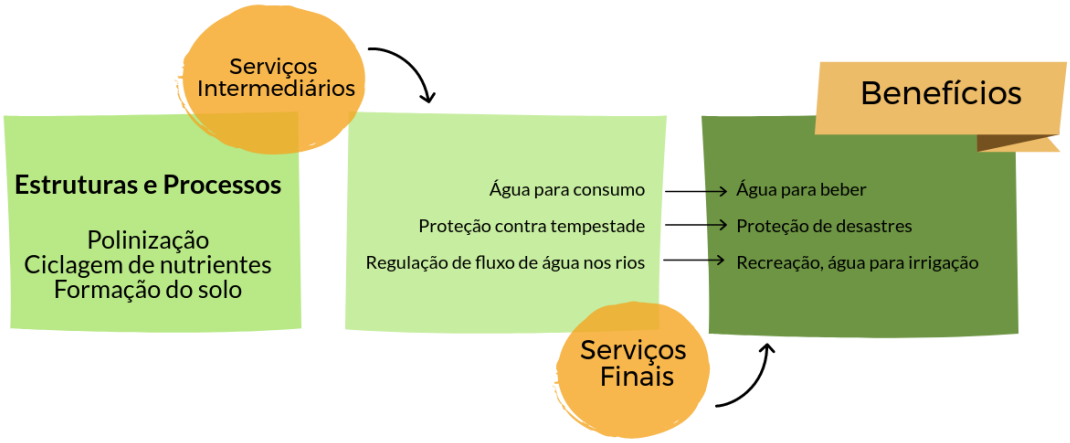

Figura 2. Exemplos de serviços finais e intermediários. Fonte: modificado de Fisher et al. (2009)

4.4 Categorias de Serviços Ecossistêmicos

Tentativas promissoras para categorizar os serviços ecossistêmicos têm sido realizadas para serem usadas como ferramentas de monitoramento da situação global e regional dos serviços ecossistêmicos, de planos de ações locais de incentivos a compensação ambiental ou pagamento de serviços ambientais.

Norberg (1999), designando os serviços da natureza, propõe três categorias baseada nos conceitos ecológicos, considerando os seguintes critérios relacionados com os serviços: (1) se os bens ou serviços são produzidos e mantidos dentro do ecossistema ou compartilhados com outros; (2) se os bens ou objeto do serviço são vivos ou se são materiais inorgânicos; e (3) qual unidade biológica está associada com

a produção e manutenção do serviço, isto é, se é um indivíduo, uma espécie, um grupo de espécies, uma comunidade inteira, o ecossistema, a paisagem ou uma escala global.

Moberg e Folke (1999), estudando a importância dos recifes de corais para o ser humano, denomina-os como bens e serviços ecológicos. Para os autores, os bens são divididos em recursos renováveis e mineração (recifes de corais) e os serviços ecológicos são divididos em serviços estruturais físicos, serviços bióticos, serviços biogeoquímicos, serviços de informação e serviços sociais e culturais.

De Groot et al. (2002) definem função dos ecossistemas como "a capacidade de processos e componentes naturais para fornecer bens e serviços que satisfazem as necessidades humanas, direta ou indiretamente" (1992). E, de acordo com esta definição, as funções do ecossistema podem ser entendidas como um subconjunto de processos ecológicos e estruturas do ecossistema (ver Figura 1). Cada função é o resultado dos processos naturais do subsistema ecológico total do qual faz parte. Os processos naturais, por sua vez, são o resultado de interações complexas entre componentes bióticos (organismos vivos) e abióticos (químicos e físicos) dos ecossistemas, através das forças motrizes universais da matéria e da energia. Os autores De Groot et al. (2002) os agruparam em quatro categorias primárias.

As categorias são: Função de Regulação, descrita como capacidade natural e seminatural dos ecossistemas para regular os processos ecológicos e os sistemas de suporte a vida; a Função de Habitat, que relaciona-se com locais de reprodução e refúgios para as espécies e contribui para a conservação *in situ* da diversidade biológica e genética e dos processos evolutivos; a Função de Produção, que relaciona os processos ligados à fotossíntese e absorção de nutrientes pelos organismos autótrofos de conversão em energia, dióxido de carbono (CO_2), água e nutrientes que são usados por produtores secundários para produção de biomassas vivas, como os alimentos, matérias-primas, recursos energéticos e material genético; Função de Informação – uma vez que a maior parte da evolução humana ocorreu em ambiente não domesticado, os ecossistemas naturais são como “referências” para os seres humanos da atualidade. Contribuem para manutenção da saúde humana pela

oportunidade de obter, com isso, um local para reflexão, enriquecimento espiritual, desenvolvimento cognitivo, recreação.

Na segunda parte da Figura 3, De Groot et al. (2002) conectam os bens e serviços identificados aos diferentes métodos de avaliações – ecológica, social ou monetária, a fim de tornar possível a análise econômica-ecológica comparativa para tomadas de decisão.

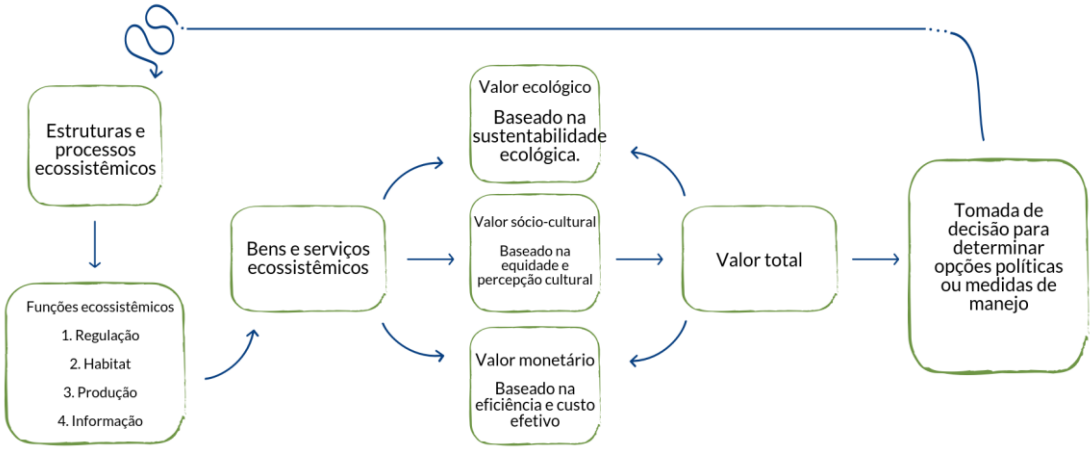

Figura 3. Categorias dos serviços ecossistêmicos propostos por De Groot et al. (2002) com base na avaliação integrada e valoração das funções ecossistêmicas, bens e serviços

Diferentemente, a Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005) categorizou quatro tipos de serviços ecossistêmicos: suporte, provisão, regulação e culturais (Figura 4). SEco de suporte, que são aqueles necessários para a produção de todos os outros serviços ecossistêmicos; SEco de provisão, que são os produtos obtidos dos ecossistemas; SEco de regulação, que são os benefícios obtidos da regulação de processos ecossistêmicos; e SEco culturais, que são os benefícios intangíveis obtidos dos ecossistemas por meio de enriquecimento espiritual, do desenvolvimento cognitivo, da reflexão, da recreação e das experiências estéticas.

Essa publicação (MEA, 2005) avança na classificação quando faz a conexão dos serviços ecossistêmicos com o bem-estar humano, categorizando inclusive os

constituintes do bem-estar, o que a torna uma das mais populares classificações na área de gestão ambiental e de formulação de políticas públicas.

A conexão se dá de acordo com o potencial de mediação dos fatores socioeconômicos (cores das setas) e intensidade das ligações entre os serviços dos ecossistemas e o bem-estar humano (largura das setas).

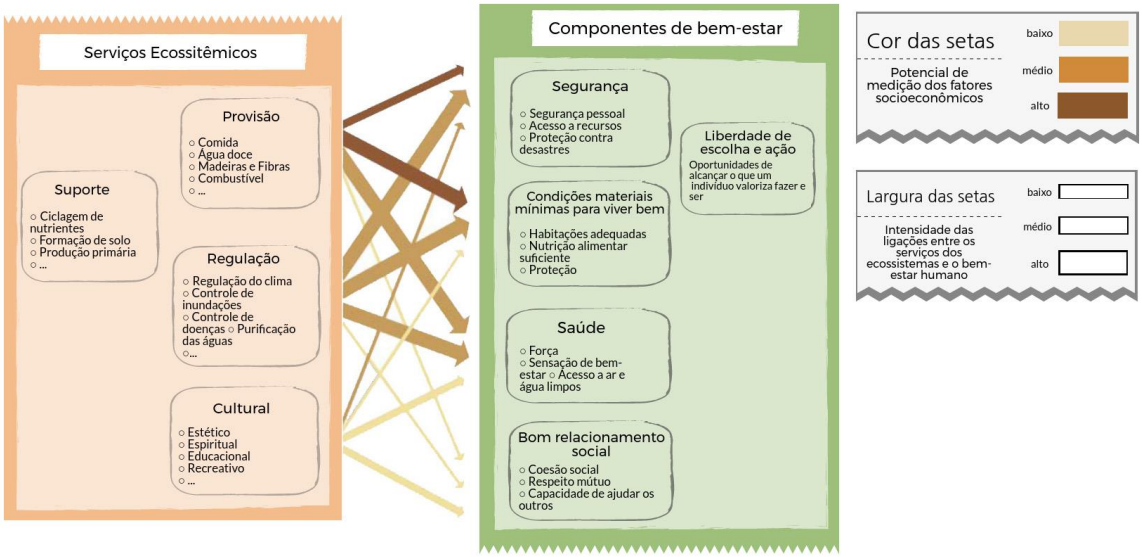

Figura 4. Categorias de SEco de acordo com MEA (2005). Fonte: modificado de MEA (2005)

A “segurança” é fortemente afetada nos serviços de regulação, como cheias e inundações; o acesso de materiais para uma vida boa está intimamente ligada aos serviços de provisão, como acesso a alimentos, fibras e água; “saúde” também relaciona-se com os serviços de provisão e regulação; “relações sociais” são afetadas por mudanças nos serviços culturais, que prejudicam a qualidade da experiência humana; e, por fim, “liberdade de escolha” assenta, em grande parte, na existência de outros componentes do bem-estar, e assim é influenciada por mudanças nos serviços de produção, regulação ou culturais dos ecossistemas.

Conforme exposto, não existe um único esquema de categorização dos serviços ecossistêmicos que seja adequado e que sirva para todos os casos, seja para a pesquisa científica, seja como instrumento de gestão territorial. Um esquema considerando os sistemas ecológicos, por exemplo, não seria tão adequado para a gestão da paisagem ou para a contabilidade ambiental (BOYD e BANZHAF, 2007).

Fisher et al. (2009) consideram que a classificação do MEA (2005) vai além dos sistemas ecológicos, como no caso dos serviços culturais.

4.5 Tipologias de Classificação dos Serviços Ecossistêmicos

Existem inúmeros trabalhos que apresentam diferentes tipologias de classificação dos SEco. São destacados aqui aqueles mais utilizados na literatura internacional.

Costanza et al. (1997) foram os pioneiros na classificação de SEco. Inventariaram 17 serviços ecossistêmicos considerando as funções ecossistêmicas (Tabela 1), porém, sem uma organização por categorias. Esta classificação é utilizada no presente.

De Groot et al. (2002), considerando as quatro categorias apresentadas acima (vide Figura 3), inventariaram 23 serviços ecossistêmicos, adaptando a classificação de Costanza et al. (1997), DE GROOT (1992) e DE GROOT et al. (2000), classificando-os de acordo com funções, processos ou componentes, e bens e serviços (Tabela 2).

Em MEA (2005) (Tabela 3), a taxonomia categoriza em serviços de provisão (ou abastecimento), serviços de regulação, serviços culturais e serviços de suporte.

Farber et al. (2006) propuseram uma classificação baseada nas propostas de De Groot et al. (2002) e MEA (2005), conforme exibido na Tabela 4.

Tabela 1. Classificação dos serviços ecossistêmicos realizada por Costanza et al. (1997), considerando as funções ecossistêmicas

Serviços Ecossitêmicos	***Função Ecossistêmica***	***Exemplos***
1. Regulação de Gases	Regulação da composição química atmosférica	Balanço de CO_2/O_2, O_3 para proteção UVB e níveis de SO_2
2. Regulação do Clima	Regulação de temperatura global, precipitação e outros processos climáticos de mediação biológica em nível local ou global	Regulação de GEE, produção de DMS influenciando a formação de nuvens
3. Regulação de Eventos Climáticos	Resistência e resiliência dos ecossistemas para minimizar alterações ambientais	Proteção contra tempestades, controle de enchentes, resiliência a secas e outras respostas dos habitats às variações ambientais, devido principalmente à integridade estrutural da vegetação
4. Regulação da Água	Regulação do fluxo hidrológico	Provisão de água para uso na agricultura, processos industriais ou transportes
5. Suprimento de Água	Retenção e armazenamento de água no ambiente	Provisionamento de água por bacias hidrográficas, reservatórios e aquíferos
6. Controle de Erosão e Retenção de Sedimento	Retenção de solo nos ecossistemas	Prevenção da perda de solo por vento, escoamento ou outros processos de remoção. Armazenamento de sedimentos finos em lagos e áreas úmidas
7. Formação e Estruturação de Solos	Processo de formação e estruturação de solos	Intemperismo de rocha e acúmulo de matéria orgânica
8. Ciclagem de Nutrientes	Armazenamento, ciclagem interna, processamento de nutrientes	Fixação de nitrogênio, fósforo e outros elementos

Continuação: ***Serviços Ecossitêmicos***	***Função Ecossistêmica***	***Exemplos***
9. Tratamento do Lixo	Recuperação de nutrientes, remoção ou decomposição de excesso de bactérias em nutrientes e outros compostos	Tratamento de resíduos, controle de poluição e desintoxicação
10. Polinização	Trocas genéticas	Disponibilização de polinizadores para a reprodução de espécies vegetais
11. Controle Biológico	Regulação morfodinâmica de espécies	Predadores naturais são vitais para controle de espécies-presas, redução de herbívoros por predadores de topo de cadeia
12. Refúgios	Habitats de populações residentes ou migratórias	Ninhais, habitats regionais para espécies colhidas ou caçadas localmente
13. Produção de Alimentos	Parte da taxa de produção primária da base alimentar	Produção de peixes, grãos, carne, frutos, decorrentes de caça, coleta, pesca ou agricultura de subsistência
14. Matéria-prima	Parte da taxa de produção primária de matérias básicas	Madeira, combustível ou alimento para gado
15. Recursos Genéticos	Fonte de materiais e produtos biológicos	Medicamentos, produtos para ciência, manipulação genética para variedades de plantas resistentes a patógenos, espécies ornamentais
16. Recreação	Provisão de oportunidades para atividades recreativas	Ecoturismo, pesca esportiva e outras atividades recreacionais ao ar livre
17. Cultural	Provisão de oportunidades para usos não comerciais	Valor estético, artístico, educacional e espiritual dos ecossistemas

Tabela 2. Classificação dos serviços ecossistemas de acordo com De Groot et al. (2002), considerando os grupos funcionais

Função	*Processos ou componentes dos ecossistemas*	*Exemplos de Bens e Serviços*
Função de regulação: manutenção dos processos ecológicos vitais dos sistemas de suporte da vida		
1. Regulação de Gases	Papel dos ecossistemas nos ciclos biogeoquímicos (ex.: balanço de CO_2 e O_2 na camada de ozônio etc.)	Proteção UVB na camada de ozônio, prevenindo doenças Manutenção da (boa) qualidade do ar Influência no clima
2. Regulação Climática	Influência da cobertura vegetal e mediação biológica nos processos climáticos	Manutenção de clima favorável (temperatura, precipitação etc.) para, por ex., habilitação humana, saúde e cultivo de alimentos
3. Prevenção de Distúrbios	Influência das estruturas ecossistêmicas no amortecimento dos efeitos dos eventos de distúrbios	Proteção contra (ondas) de tempestades (ex. recifes de corais), prevenção de enchentes (áreas úmidas e floresta)
4. Regulação da Água	Papel da cobertura do solo na regulação do escoamento superficial e da vazão do rio	Drenagem e irrigação natural Meio de transporte (da água no solo)
5. Suprimento de Água	Filtragem, retenção e armazenamento de água (ex.: aquíferos)	Provisão de água para uso consuntivo (beber, irrigação e uso industrial)
6. Retenção de Solo	Papel da raiz e biota do solo na retenção do solo	Manutenção da terra arável Prevenção de erosão ou salinização
7. Formação do Solo	Intemperismo de rocha e acúmulo de matéria orgânica	Manutenção da produtividade em terras aráveis Manutenção da produtividade natural do solo

Continuação: *Função*	***Processos ou componentes dos ecossistemas***	***Exemplos de Bens e Serviços***
8. Regulação de Nutrientes	O papel da biota no armazenamento e reciclagem de nutrientes (ex. N e P)	Produtividade dos ecossistemas
9. Tratamento do Lixo	Papel da vegetação e da biota na remoção ou decomposição de nutrientes e chorume e outros compostos	Controle de poluição e desinfecção Filtragem de partículas finas Amortecimento do barulho de poluição (sonora)
10. Polinização	Papel da biota na movimentação dos gametas florais	Polinização de plantas nativas Polinização de lavouras
11. Controle Biológico	Controle da populacional das espécies	Controle de doenças e epidemia Redução na herbívoria (que causam risco para a lavoura)
Função de Habitat: proporciona habitat (espaço adequado para viver) para as espécies de plantas e animais		
12. Função de Refúgios	Espaços adequados de vida para espécies nativas de plantas e animais	Manutenção das espécies exploradas comercialmente
13. Função de Berçário	Habitat adequado de vida para reprodução	Caça, pesca, frutas etc. Agricultura e aquicultura de subsistência
Função de Produção: provisiona recursos naturais		
14. Alimentação	Conversão da energia solar em plantas e animais comestíveis	Edificações e produtos manufaturados (lenha, pele) Óleo e energia (madeira para produção de energia, matéria orgânica) Alimento e fertilizantes (ex.: kril, folhas, húmus)

Continuação: *Função*	*Processos ou componentes dos ecossistemas*	*Exemplos de Bens e Serviços*
15. Matéria-prima	Conversão da energia solar em biomassa usada construção humana e outros usos	Melhora da resistência contra os patógenos e doenças na lavoura Outras aplicações (ex.: na saúde)
16. Recursos Genéticos	Material genético e evolução das plantas nativas e animais silvestres	Modelos químicos e ferramentas Teste - ensaio com organismo
17. Recursos Medicinais	Variedade de substâncias bioquímicas e outros usos da biota natural	Drogas e fármacos
18. Recursos Ornamentais	Variedade de recursos da biota com uso ornamental	Recursos para moda (roupa), artesanatos, joias, decoração, brinquedos, adoração, decoração, souvenir (ex.: pele, marfim, penas, orquídeas, borboletas, aquário de peixe, animal de estimação, concha etc.)
Função de Informação: provisiona oportunidades de desenvolvimento cognitivo		
19. Informação Estética	Atração em função das características da paisagem	Beleza de cenário (cenário de estrada, casa etc.)
20. Recreação	Variedade de paisagens com potencial para uso recreacional	Viagem para visitar ecossistemas naturais (ecoturismo), esportes ao ar livre
21. Informação Artística e Cultural	Variedade de atributos da natureza com valores artísticos e cultural	Uso da natureza para escrever livro, fazer filmes, pintar, como folclore, como símbolo nacional, arquitetura, propaganda
22. Informação Histórica e Espiritual	Variedade de atributos da natureza com valores histórico e espiritual	Uso da natureza para religião, ou proposito histórico (valor patrimonial dos ecossistemas naturais e recursos)
23. Ciência e Educação	Variedade de recursos naturais para uso na ciência e na educação	Uso do sistema natural nas excursões de escola Uso para pesquisa científica

Tabela 3. Exemplos de serviços ecossistêmicos de acordo com a Millennium Ecosystem (MEA, 2005). Fonte: SENAC

Serviços de suporte:	1. Formação do solo
	2. Fotossíntese: produção de oxigênio atmosférico
São necessários para a produção de todos os outros serviços ecossistêmicos	3. Produção primária
	4. Ciclagem de nutrientes
	5. Ciclagem da água
Serviços de provisão:	6. Alimentos e fibras: aqui se incluem uma vasta gama de produtos alimentícios derivados de plantas, animais e micróbios, assim como materiais como madeira, juta, cânhamo, seda e muitos outros produtos derivados dos ecossistemas
Produtos obtidos dos ecossistemas	7. Produtos bioquímicos, medicamentos, naturais e produtos farmacêuticos: muitos medicamentos, biocidas e aditivos alimentares, como alginatos, e materiais biológicos são derivados dos ecossistemas
	8. Combustível: madeira, esterco e outros materiais biológicos que servem como fonte de energia
	9. Recursos ornamentais: produtos animais, como peles, conchas e flores são usados como ornamentos, embora o valor desses recursos, com frequência, seja culturamente determinado
	10. Água doce. A água doce é um serviço que tem vínculo com outras categorias, como de provisão (abastecimento) e regulação
Serviços de regulação:	11. Manutenção da qualidade do ar: os ecossistemas tanto contribuem adicionando como retirando produtos químicos da atmosfera, influenciando muito os aspectos da qualidade do ar
Benefícios obtidos da regulação de processos ecossistêmicos	12. Regulação do clima: os ecossistemas influenciam o clima, tanto local como globalmente. Por exemplo, em escala local, a mudança na cobertura do solo pode afetar a temperatura e a precipitação atmosférica; e, em escala global, os ecossistemas exercem papel importante no clima, sequestrando ou emitindo gases de efeito estufa
	13. Regulação da água: a frequência e a magnitude do coeficiente de deflúvio, inundações e as áreas de recarga de aquíferos podem ser fortemente influenciadas por mudanças na cobertura do solo, incluindo particularmente alterações que mudam o potencial de armazenamento de água do sistema, como, por exemplo, a conversão de áreas úmidas ou a substituição de florestas por terras agrícolas ou terras agrícolas por áreas urbanas

Continuação: Serviços de regulação:	14. Regulação de moléstias humanas: mudanças nos ecossistemas podem modificar diretamente a abundância de fatores patógenos humanos, como a cólera, e alterar a abundância de vetores de enfermidades, como os mosquitos
Benefícios obtidos da regulação de processos ecossistêmicos	15. Controle biológico: mudanças nos ecossistemas afetam a prevalência de pragas na colheita ou moléstias no gado
	16. Proteção contra tempestade: a presença de ecossistemas litorâneos, como mangues e recifes de corais, pode reduzir incrivelmente os prejuízos causados por furacões ou ondas muito grandes
	17. Purificação da água e tratamento de refugos: os ecossitemas podem ser uma fonte de impureza na água doce, mas também podem ajudar a filtrar e decompor refugos orgânicos introduzidos em águas interiores e ecossistemas litorâneos e marinhos
Serviços culturais:	18. Diversidade cultural: a diversidade dos ecossistemas é um fator que influencia a diversidade de culturas
	19. Valores espirituais e religiosos: muitas religiões associam os valores espirituais e religiosos aos ecossistemas ou aos seus componentes
Benefícios intangíveis obtidos dos ecossistemas por meio de enriquecimento espiritual, do desenvolvimento cognitivo, da reflexão, da recreação e das experiências estéticas	20. Ecoturismo e recreação: as pessoas muitas vezes escolhem onde passar seu tempo de lazer em parte com base nas características das paisagens naturais ou cultivadas, de uma determinada área
	21. Valores estéticos: muitas pessoas encontram beleza ou valores estéticos em vários aspectos dos ecossistemas, como por exemplo os passeios pitorescos e a escolha de moradias próximo a áreas naturais
	22. Sistemas de conhecimento: tradicional ou formal. Os ecossistemas influenciam os tipos de sistemas de conhecimento desenvolvidos por diferentes culturas
	23. Relações sociais: os ecossistemas influenciam os tipos de relações sociais que são estabelecidos em determinadas culturas. Por exemplo, as relações da sociedade pesqueira diferem em muitos aspectos daquelas dos pastores nômades ou das sociedades agrícolas
	24.Valores de herança cultural: várias sociedades valorizam enormemente a manutenção de paisagens historicamente importantes (paisagens culturais) ou espécies culturalmente significativas
	25. Sentido de pertencer a algum lugar: muitas pessoas valorizam o “sentido de pertencimento”, que é associado às características reconhecidas do ambiente, incluindo os aspectos dos ecossistemas

Tabela 4. Exemplos de serviços ecossistêmicos, de acordo com Farber et al. (2006)

Função e serviços ecossistêmicos	***Descrição***	***Exemplos***
Serviço de Regulação: manutenção dos processos ecológicos vitais dos sistemas de suporte da vida para o bem-estar humano		
1. Regulação de Gases	Regulação da composição química da atmosfera e oceano	Sequestro de dióxido de carbono e lançamento de oxigênio; absorção de compostos orgânicos voláteis pela vegetação
2. Regulação Climática	Regulação dos processos climáticos, desde locais até globais	Influência direta da cobertura do solo na temperatura, precipitação, vento e umidade
3. Regulação de Distúrbios	Amortecimento nas flutuações dos parâmetros ambientais e eventos de distúrbios	Proteção contra tempestades e enchentes
4. Regulação da Água	Escoamento da água na superfície do planeta	Moderação do ciclo de seca, purificação da água
5. Retenção de Solo	Controle de erosão e retenção de sedimento	Prevenção de perda de solo por vento ou escoamento superficial, prevenção do acúmulo de sedimentos em lagos e áreas úmidas
6. Regulação de Nutrientes	Manutenção dos nutrientes principais dentro dos limites aceitáveis	Prevenção de eutrofização prematura em lagos, manutenção da fertilidade do solo
7. Regulação do Lixo	Remoção ou decomposição de nutrientes, chorume e outros compostos	Desinfecção de poluição, redução da poluição sonora
8. Regulação Biológica	Interações das espécies	Controle de doenças e epidemia, redução na herbívoria (que causa risco para a lavoura)

Continuação: *Função e serviços ecossistêmicos*	*Descrição*	*Exemplos*
Serviço de Suporte: estruturas ecológicas e funções essenciais para os demais serviços ecossistêmicos		
9. Ciclagem de Nutrientes	Armazenamento, processos e aquisição de nutrientes dentro da biosfera	Ciclo do Nitrogênio, Ciclo do Fósforo
10. Rede de Produção Primária	Conversão do sol em biomassa	Crescimento de plantas
11. Polinização e Dispersão de Sementes	Movimentação dos genes de plantas	Polinização por insetos, dispersão de sementes por animais
12. Habitat	Lugar físico onde residem os organismos	Refúgio e moradia de espécies migratórias, local de desova e viveiro
13. Ciclo Hidrológico	Movimento e armazenamento de água na biosfera	Evapotranspiração, escoamento superficial, escoamento subterrâneo
Serviços de Provisionamento: provisionamento de recursos naturais e matéria-prima		
14. Água	Filtragem, retenção e armazenamento de água	Provisão de água fresca para beber, como meio de transporte, irrigação
15. Alimento	Provisionamento de plantas e animais comestíveis	Caça, piscicultura, aquicultura, cultura de subsistência e outros animais e plantas comestíveis
16. Matéria-prima	Construção e manufaturados; óleo e energia; solo e fertilizantes	Lenha, pele, fibras, óleo, corantes, matéria orgânica, húmus etc.
17. Recursos Genéticos	Recursos genéticos	Genes para melhorar a resistência contra os patógenos de cultivares, doenças e outras aplicações comerciais
18. Recursos Medicinais	Substâncias biológicas e químicas para uso em drogas e fármacos	Quinina, pacific yew, *echinacea*

Continuação: ***Função e serviços ecossistêmicos***	***Descrição***	***Exemplos***
19. Recursos Ornamentais	Recursos para moda (roupa), artesanatos, joias, decoração, adoração, decoração, souvenirs	Penas usadas em de coração, conchas usadas como joias
Serviços Culturais: melhora emocional, psicológica e cognitiva no bem-estar		
20. Estética	Prazer sensorial com o funcionamento do sistema ecológico	Proximidade de casas com vista para uma paisagem, áreas abertas
21. Recreação	Oportunidades para férias, descanso, recreação	Ecoturismo, observação de pássaros, esportes ao ar livre
22. Histórica e Espiritual	Informação histórica e espiritual	Uso da natureza em símbolos, paisagens com valores religiosos
23. Ciência e Educação	Uso da natureza na educação e no conhecimento científico	A natureza como laboratório e área de referência

4.6 Ofertas e Demandas de Serviços Ecossistêmicos

A oferta de serviços ecossistêmicos é a capacidade de uma determinada área de fornecer um conjunto específico de bens e serviços do ecossistema dentro de um determinado período de tempo (BURKHARD et al., 2012; CROSSMAN et al., 2013). Demanda de serviços de ecossistemas refere-se à soma de todos os bens e serviços ecossistêmicos consumidos ou utilizados numa determinada área, ao longo de um determinado período (BURKHARD et al., 2012). A demanda pode mudar ao longo do tempo e espaço, independente da oferta, e vice-versa.

Um serviço transportado para ser consumido em outro local recebe a denominação de fluxo de serviço (BAGSTAD et al., 2013). Este local é uma unidade beneficiária (WANDEWALLE et al., 2009; CROSSMAN et al., 2013; BURKHARD et al., 2014) e pode estar muito distante daárea ou unidade prestadora do serviço.

As características estruturais de uma área beneficiadora - tradução do termo em inglês *ecosystem service benefiting areas* - devem ser de tal forma que seja possível tirar proveito de um serviço ecossistêmico e que ele seja compatível com a demanda (SYRBE e WALZ, 2012; BURKHARD et al., 2014).

Fisher et al. (2009) e Syrbe e Walz (2012) identificaram quatro diferentes tipos de relações espaciais entre uma área/ Unidade Prestadora de Serviço (UPS) – em inglês, Service Providing Unit (SPU) – e uma Área Beneficiadora de Serviços (ABS): (1) *in situ*, na qual os serviços são prestados e os benefícios são obtidos no mesmo local; (2) multidirecional, na qual os serviços são fornecidos em um único local e o beneficiário é a paisagem circundante, sem viés direcional; (3) direcional, na qual a prestação de serviços beneficia um local específico, devido à direção do fluxo; e (4) dissociada, na qual o serviço do ecossistema pode ser negociado e levado para locais distantes. As Figuras 5 e 6 mostram dois exemplos de relações espaciais entre as UPS e as ABS.

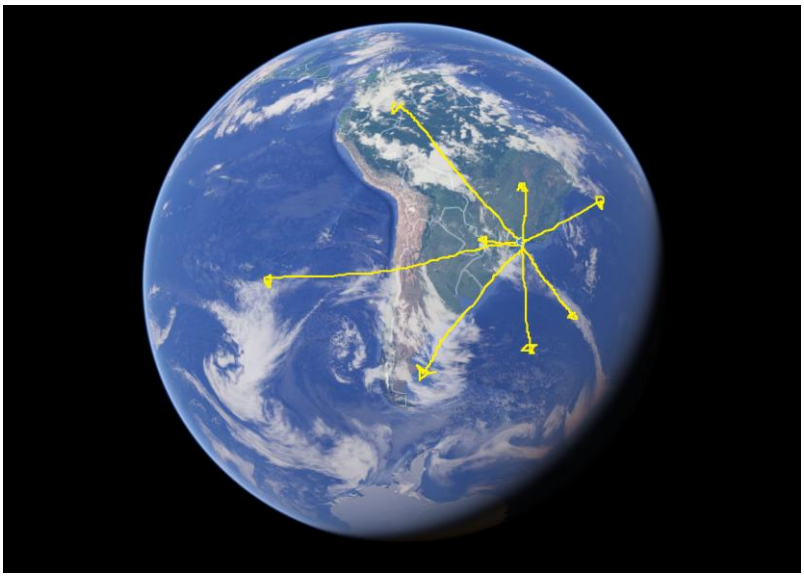

Figura 5. Multidirecional: regulação do clima global – minimização dos efeitos do GEE por meio da remoção (sequestro) de CO_2. Fonte: modificado de Earth Economics (2014)

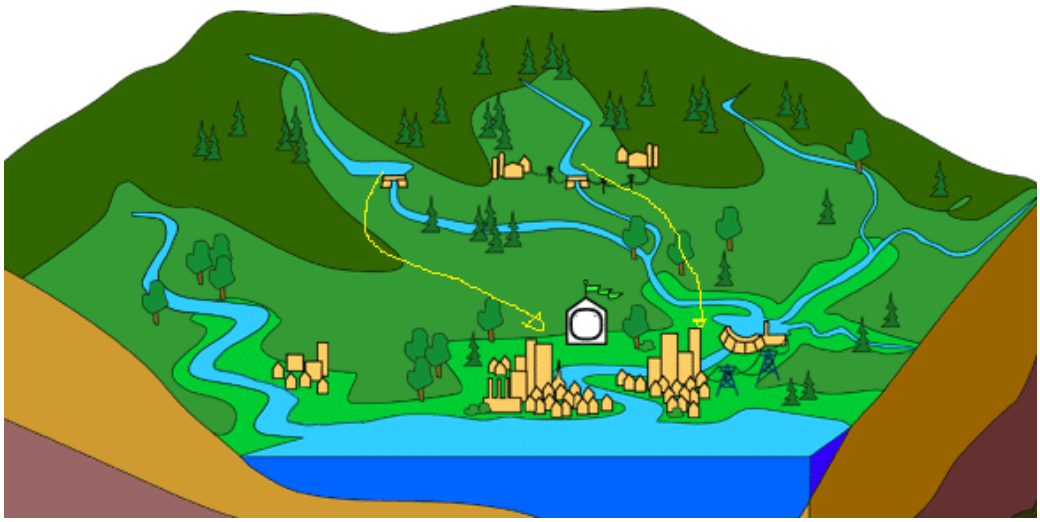

Figura 6. Direcional: oferta de água. Fonte: modificado de Earth Economics (2014)

Vandewalle et al. (2008) definem as UPS como os componentes da biodiversidade necessários para entregar um certo serviço ecossistêmico, enquanto Luck et al. (2003), como o conjunto de indivíduos de uma dada espécie e suas características necessárias para entregar um serviço ecossistêmico para um desejado nível.

Luck et al. (2003) utilizam as UPS para vincular as organizações do sistema ecológico, em seus diferentes níveis (populações de espécies, populações de espécies individuais, comunidade ecológica, habitat), a cada tipo de serviço ecossistêmico. A abordagem desse conceito é aplicável principalmente em escalas locais, nas quais a procura e a oferta de serviços ecossistêmicos são mais facilmente quantificadas.

Os autores exemplificam que populações de espécies são unidades fundamentais e contribuem para os serviços ecossistêmicos em nível local, onde a prestação ou a utilização dos serviços são facilmente reconhecidas, salientando que as mudanças nas características da população têm implicações para a prestação dos serviços.

Direcionado por esse mesmo conceito, Kremen (2005), trabalhando com organismos móveis, como os polinizadores, identificou os principais Prestadores de Serviços de Ecossistema (PSE) – em inglês, *Ecosystem Service Provider* (ESP) –, suas características e importância funcional das populações, comunidades e redes de interação dos organismos que prestam serviços. Vandewalle et al. 2008 definiram PSE como um organismo, espécie, grupo funcional ou outro atributo que contribui para prestar um serviço a uma UPS.

Luck et al. (2009) expandiram o conceito de UPS e PSE desenvolvendo um novo modelo conceitual, considerando as interações entre prestadores de serviços, o sistema de suporte, a prestação de serviços e as mudanças sociais e ambientais. Os autores se propuseram a identificar e quantificar os organismos e suas características, bem como determinar como mudanças nesses organismos afetam a prestação de serviços. Buscaram introduzir os “relacionamentos-chave”, termo que vem da ecologia para explicar as interações entre os organismos ecológicos e os serviços. Segundo o autor, “embora os serviços do ecossistema sejam gerados a partir de uma série de interações que ocorrem em sistemas complexos, é necessário compreender, pelo menos, alguns dos relacionamentos-chave para gerenciar a prestação de serviços de forma eficaz”.

Identificar os prestadores de serviços-chave pode ter enormes implicações econômicas, por exemplo, na identificação das abelhas como polinizadoras na agricultura. Como prestadores de serviços-chave, o autor cita algumas referências, transcritas na Tabela 5.

Tabela 5. Exemplos de identificação dos prestadores de serviços-chave. Fonte: adaptado de Luck et al. (2009)

	Exemplo 1	***Exemplo 2***
Serviço	Filtragem de água	Controle biológico
Ecossistema **Nível de Organização**	Agua para consumo	Agrofloresta (Maçãs)
Prestador do Serviço **Nível de Organização**	Floresta (Comunidade)	Grat Tit (Pássaro) (População)
Prestadores do Serviço **Característica**	Complexo, tipo de solo, declividade e vegetação	Densidade de casais reprodutores (6 casais/ha)
Elemento de Suporte	-	Densidade de ninhos
Medidas	Água, nutrientes, sedimentos	Nº de lagartas causando danos em maçãs
Relações	Várias	Controle e tratamento
Referências	Houlahan e Findlay (2004)	Mols e Visser (2007)

4.7 Economia e Capital Natural

Enquanto os serviços ecossistêmicos estão relacionados com a segurança, as condições materiais mínimas para viver bem, a saúde e o bom relacionamento social (MEA, 2003 e 2005), o valor econômico está relacionado à utilidade e ao bem-estar.

Logicamente, atribuir preço a um determinado serviço ecossistêmico é uma forma de dimensionar sua importância e traduzi-la para o ambiente econômico, visando a tomada de decisões, apesar de que nem todos os serviços possam ser monetizados.

Preço e valor são diferentes. O preço é uma variável do mercado que indica a relação entre a oferta e a demanda e, por sua vez, possui utilidade e pode ser substituível.

Já o valor é tratado de forma não monetária, como é o caso do valor ecológico ou social, considerando a integridade e a resiliência dos ecossistemas ou mesmo os valores culturais, éticos ou religiosos de grupos sociais.

Nesse item, serão abordados brevemente três aspectos importantes para contextualizar a valoração econômica. O primeiro, o conceito de capital natural, muito usado por economistas. Após, as escolas/classes econômicas – Neoclássica e Economia Ambiental, que mostram como os recursos naturais são contabilizados na área econômica. E, por fim, um pouco sobre o conceito de Economia Ecológica.

Após essa abordagem, serão apresentados os métodos mais utilizados para valorar um bem natural ou um serviço ecossistêmico.

4.7.1 O Capital Natural

O termo capital natural é uma extensão da economia tradicional. As economias dependem de três formas de capitais: construído, humano e natural, atuando de forma produtiva e sinérgica. O capital construído engloba as infraestruturas, os equipamentos e outros bens tangíveis que são usados no sistema de produção. O capital humano é representado pelas pessoas, com sua educação, saúde, conhecimento e talento para trabalhar.

O capital natural abrange os ecossistemas, ou parte deles – minerais, plantas, animais –, e os processos ecológicos que providenciam fluxos naturais de bens e serviços (DALY e FARLEY, 2004).

Quando um ativo ambiental é perdido em uma bacia hidrográfica, vários serviços ecossistêmicos ficam comprometidos, gerando danos econômicos diretos, que incluem perda de empregos, reparação de infraestruturas, custos de reconstrução, danos materiais e morte. Inversamente, quando os investimentos são feitos para proteger e apoiar estes serviços, as economias locais tornam-se mais estáveis e menos propensas à súbita necessidade de gastos com esforços relacionados à mitigação de desastres (SUKHDEV et al., 2010).

Assim, o capital natural é a base sustentável da vida. É multifuncional, de uma maneira que não é compartilhada por outras formas de capital (EHRLICH, 1992). Há limite de usos, e estes limites são insubstituíveis. E, de certa forma, é um insumo necessário à produção.

4.7.2 Economia Neoclássica e a Economia Ambiental

A economia clássica, como ciência estudada na academia, não considera quaisquer conexões que possam existir entre o sistema ecológico e as atividades de produção e consumo que representam o cerne de qualquer sistema econômico, preocupando-se apenas com o fluxo e as variáveis de domínio econômico (CAVALCANTI, 2010). A visão predominante do sistema econômico como um todo é retratada pelo fluxo circular da riqueza e como um sistema isolado, como mostrado no modelo da Figura 7, que apresenta fluxos monetários que circulam entre famílias e empresas. Os recursos monetários vão e vêm entre empresas e famílias e os recursos naturais, bem como a poluição, a depleção e os resíduos, não têm entrada e nem mesmo saída no sistema – ou seja, são ignorados, ou chamados de "externalidades".

A atividade econômica consiste em produzir e consumir, ou seja, transformar os recursos naturais em algo (produto) e depois em lixo. Este processo requer energia, e energia não pode ser criada, conforme confere a Lei da Termodinâmica.

Portanto, a economia neoclássica aparece como ciência baseada na física mecânica, assim como a economia ambiental se deriva da neoclássica.

A ideia da mão invisível de Adam Smith é uma assimilação emprestada da ordem natural das coisas estabelecida pela física, ou seja, um corpo "naturalmente" também tende ao equilíbrio, caso não exista nenhuma força que o altere. Para a economia, a situação de equilíbrio é possível porque os diferentes agentes econômicos, na procura de seu interesse pessoal, levam a esta situação (LOYOLA, 1977).

Quando começam, os problemas ambientais se tornam mais perceptíveis, especialmente no caso de poluição; surge então a ideia de que é preciso gerir melhor os recursos e, com o desenvolvimento de novas tecnologias, a humanidade poderia solucionar estas questões.

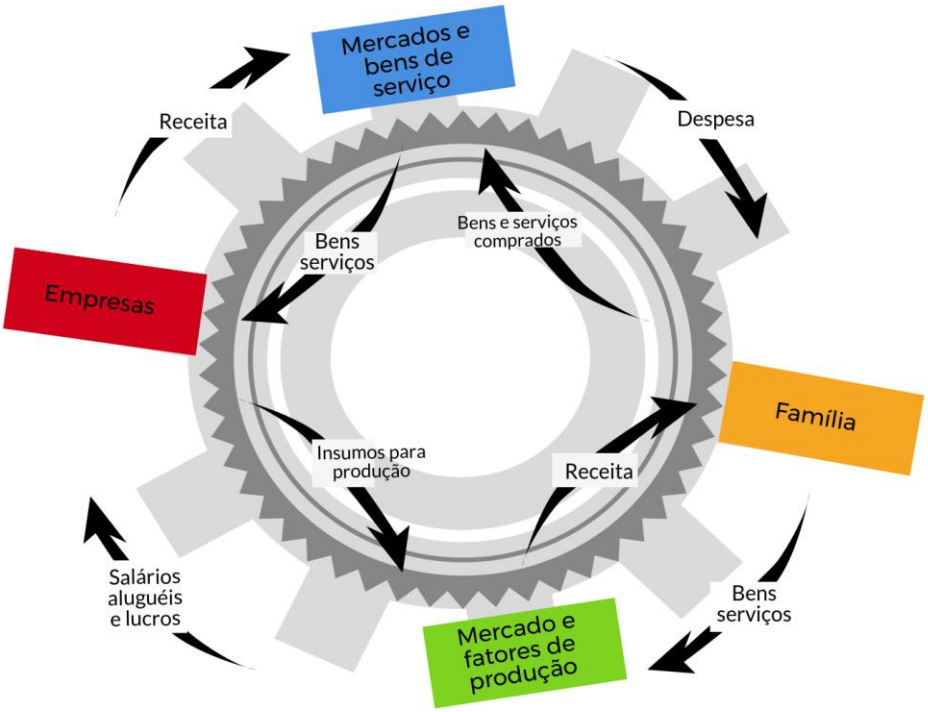

Figura 7 Modelo convencional do sistema econômico - Circulação dos fluxos monetários. Fonte: modificado de Mankiw (2001, p. 23)

Para os economistas ambientais, a solução aos problemas da falta de recursos somente é vista como uma questão tecnológica, isto é, se a tecnologia se desenvolve aos níveis requeridos para que os recursos renováveis possam ser trocados pelos não renováveis, então os problemas ambientais estarão resolvidos. A lógica proposta é correta se acreditarmos que estes problemas ambientais se resumem a questões envolvendo unicamente a lei da conservação da matéria, ou seja, a primeira Lei da Termodinâmica (LOYOLA, 1977).

4.7.3 Economia Ecológica

De acordo com Cechinm (2010), a economia ecológica está alicerçada no pensamento de Georgescu-Roegen (1971) e, segundo este, o sistema econômico consome natureza (matéria e energia de baixa entropia, que são os meios fundamentais à disposição do mundo), inexoravelmente fornecendo lixo (matéria e energia de alta entropia) de volta ao sistema natural (Figura 8). Simultaneamente, proporciona um fluxo de prazer ou bem-estar psíquico aos indivíduos que compõem a sociedade, justificando assim sua existência.

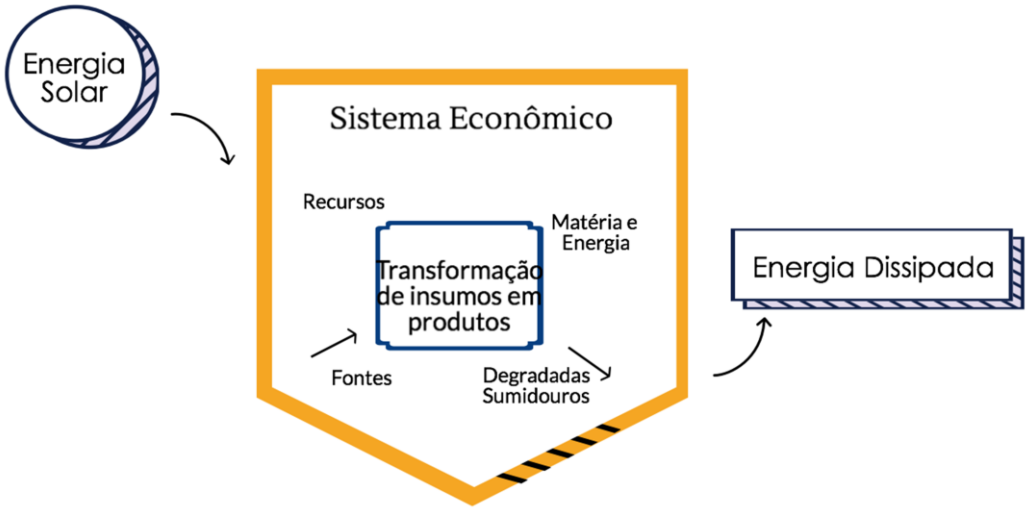

Figura 8. Modelo biofísico do sistema econômico - Fluxo de matéria e energia. Fonte: adaptado de Cavalcanti (2010)

Segundo Cavalcanti (2010), a economia serve-se dos recursos ecossistêmicos, extraindo matéria e energia, que dão origem a um fluxo material, que é a transformação de insumos em produtos (transumo). E é a partir da disponibilidade biofísica dos bens e serviços da natureza que a economia gerará artefatos para a satisfação das múltiplas necessidades humanas, jogando de volta nos escoadores da natureza a matéria e a energia do transumo que se

converteram em lixo. A grande questão está em como proceder à extração contínua da riqueza ecossistêmica, inclusive no tocante aos escoadores, sem diminuir o potencial de sua produtividade e sem esgotá-los.

A premissa básica da economia ecológica é a de que os sistemas naturais são entidades complexas, repletas de não linearidades e irreversibilidades, e que a degradação crescente do meio ambiente pode comprometer seriamente a capacidade do sistema maior em suportar o sistema econômico e a vida humana (ANDRADE, 2009).

Atualmente, a sociedade atingiu elevados patamares de crescimento e de desperdício por mau uso dos recursos naturais, que estão se exaurindo. Bens que eram tidos como abundantes hoje estão escassos e necessitam ser reciclados, como a água e o ar. As empresas estão tendo que promover plantios de árvores em áreas de mananciais de abastecimento para garantir sua produção. Os governos estão se pactuando para controlar suas emissões de gases de efeito estufa. A sociedade está se movimentando para melhor dispor seus resíduos e controlar o consumo.

E é na economia ecológica que se procura dar soluções para os problemas ambientais, sendo para isso necessária uma reestruturação dos atuais padrões de consumo, alterando-os por outros que levem em consideração que é necessário resguardar o consumo dos bens ambientais e naturais, uma vez que existe a questão da escassez absoluta, situação essa que é possível pela existência da segunda Lei da Termodinâmica.

Nesse sentido, a economia ecológica nega a validade do mercado como ferramenta para obter a preservação dos bens ambientais. Assim é que ela transcende da sua esfera até outras ciências, na procura de um entendimento mais amplo sobre quais são os processos biológicos e físicos que permitam compreender melhor os limites da sustentabilidade (LOYOLA, 1977).

4.8 Valoração Econômica Ambiental

O conceito de valoração econômica ambiental não é novo, porém começa a ser melhor formulado a partir de 1977 pelo professor Robert Costanza, à época na Universidade de Maryland, que, juntamente com seus colegas, estimou que os serviços ecossistêmicos da biosfera eram correspondentes a 33 trilhões de dólares por ano, o que, por sua vez, era 1,8 vezes maior que o valor do PIB Mundial (Produto Bruto Mundial) – que, em 1994, foi 18 trilhões de dólares americanos.

Atualizando esses mesmos dados para 2011, Costanza et al. (2014) estimaram o valor econômico global dos serviços ecossistêmicos entre 125 e 145 trilhões de dólares, praticamente o dobro do PIB mundial referente a 2013, estimado pelo Banco Mundial em aproximadamente US$ 76 trilhões (MONZONI, 2014) .

Costanza et al. (1977) e De Groot et al. (2002) publicaram estudos que relacionam cada serviço ecossistêmico com os diferentes tipos de métodos de valoração e os intervalos de valores monetários em dólares. Preferencialmente, os serviços de provisão são calculados pelos preços de mercados; os serviços de regulação e os de suporte, pelo custo evitado ou de reposição; e os serviços culturais, pelo método custo de viagem, avaliação contingente e preços hedônicos.

Existem vários métodos econômicos disponíveis para valorar o capital natural e alguns serviços ecossistêmicos que não têm preço de mercado (DAILY, 1997). Quando o capital natural e os serviços ecossistêmicos não são considerados numa análise econômica ou são efetivamente avaliados como zero, levam ao uso do capital com tomadas de decisões ruins e prejudiciais ao meio ambiente.

A valoração econômica ambiental procura refletir o quanto as pessoas estão dispostas a pagar para manter o seu bem-estar, ou receber para abrir mão dele, ou seja, procura atribuir um valor ao recurso natural ou a um serviço prestado pela natureza, em termos de ganho econômico. No fim das contas, refere-se a uma escolha entre opções das preferências individuais (SINISGALLI, 2005).

Costanza et al. (2007) ressaltam que o conceito de “disponibilidade a pagar”, na ótica da valoração econômica ambiental, está fundamentado em três pressupostos: (1) na ponderação

advinda da preferência individual, tendo como referência a distribuição atual de riqueza e bens; (2) na informação sobre o valor real do recurso, ou seja, ter disponível a descrição de suas propriedades; e (3) na infinidade de recursos, e que, caso um se esgote, um substituto satisfatório pode ser encontrado, para cumprir a mesma função.

Muitos dos serviços ecossistêmicos não são transacionados em mercados formais e a valoração ambiental procura estimar os custos sociais do aproveitamento desses recursos e serviços que são escassos, visando a integração ao processo econômico (SINISGALLI, 2005).

Uma vez que valoração ambiental está relacionada às preferências individuais, a possibilidade de existirem vieses na avaliação sempre está presente, pois: (1) a distribuição de riqueza e de bens não é equitativa, dentro de um país ou entre países; (2) a informação sobre o recurso natural nunca é completa; e (3) não existe uma infinidade de recursos disponíveis (SINISGALLI, 2005).

No Brasil, um dos estudos mais completos sobre valoração econômica é o do pesquisador Ronaldo Seroa da Motta, que, em 1997, publicou o Manual para Valoração Econômica de Recursos Ambientais (VERA), que serve de referência para a maioria dos trabalhos de pesquisa científica ou de gestão. O VERA tenta captar valores de mercado para todos os tipos de serviços proporcionados pela natureza, seja de uso ou não uso de um recurso natural, seja de uso direto, indireto ou opcional, ou pelo simples fato do recurso existir.

Dessa forma, o autor propõe a seguinte expressão e taxonomia para o VERA:

$$\boxed{\mathbf{VERA = (VUD + VUI + VO) + VE}}$$

Sendo:

VUD = Valor de Uso
VUI = Valor de Uso Indireto
VO = Valor de Opção
VE = Valor de Existência

Tabela 6. Taxonomia geral do Valor Econômico do Recurso Ambiental (VERA). Fonte: adaptado de Motta (1977) e Romeiro e Andrade (2009)

Valor de uso	Uso direto	- Tem valor de mercado, ex. provisão - Bens e serviços ambientais apropriados diretamente da exploração do recurso e consumidos hoje (VUD)
	Uso Indireto	- Valor de difícil mensuração, ex. regulação - Bens e serviços ambientais que são gerados de funções ecossistêmicas e apropriados e consumidos indiretamente hoje (VUI)
	Valor de opção	- Uso futuro - Bens e serviços ambientais de usos diretos e indiretos a serem apropriados e consumidos no futuro (VO)
Valor de não uso	Valor de legado, existência, altruísmo	- Equidade de gerações, solidariedade - Valor não associado ao uso atual ou futuro e que reflete questões morais, culturais, éticas ou altruísticas (VE)

Conforme mostrado na Tabela 6, o valor econômico dos SEco é dado pelo valor de uso e não uso dos recursos naturais. Os valores de uso direto são atribuídos aos recursos que têm valor de mercado (madeira, fibra, alimento, combustível), geralmente relacionados com os serviços ecossistêmicos de provisão. Os valores de uso indireto são aqueles de difícil mensuração (ciclagem de nutrientes, controle de inundação), como, por exemplo, os serviços de regulação. O valor de opção está relacionado com os usos futuros que podem gerar alguma forma de satisfação aos indivíduos, como, por exemplo, a descoberta de novos remédios.

Os valores de não uso são dados pelo valor de existência, pela satisfação relacionada à existência do bem – como, por exemplo, as florestas naturais – e também pelo valor de herança – altruísmo, solidariedade, equidade entre gerações.

O VERA é uma adaptação da expressão proposta pelos economistas Pearce e Turner (1990) para o valor do recurso ambiental, na qual é denominado como Valor Econômico Total (VET), cuja a expressão é:

$$\mathbf{VET = VU + VO + VE}$$

No caso, o VU é representado pelo valor de uso direto e indireto.

4.8.1 Métodos de Valoração

A valoração econômica é classificada em quatro tipos: valor de mercado direto, valor de mercado indireto, valor contingente e avaliação de grupo a partir de um debate público (MOTTA, 1977; DE GROOT et al., 2002). Os métodos mais utilizados para captar os valores monetários dos SEco são descritos de acordo com Romeiro e Andrade (2009), na Tabela 7.

Tabela 7. Métodos para captar valores monetários dos serviços ecossistêmicos. Fonte: adaptado de Romeiro e Andrade (2009)

Método Direto	DAP* Mercados reais	- Preços Hedônicos - Método Custos de Viagem
	DAP Mercado hipotético	- Método de Avaliação Contingente
Método Indireto	Mercados comuns	- Produtividade Marginal
	Mercados de bens substitutos	- Custos Evitados - Custos de Controle - Custos de Reposição - Custos de Oportunidades

* DAP: Disposição A Pagar

4.8.1.1 Métodos Diretos

Método de Disposição A Pagar (DAP) - Mercados Reais

- Preços Hedônicos: estabelecem uma relação entre os atributos de um produto e seu preço no mercado. O uso mais frequente deste método é em preços de propriedades, como, por exemplo, na avaliação do valor de um atributo ambiental associado à localização de um imóvel (poluição do ar, praças).

- Método Custos de Viagem: este é o método mais antigo, desenvolvido nos Estados Unidos, para a valoração de patrimônios naturais de visitação pública.

Método de Disposição A Pagar (DAP) - Mercados Hipotéticos

- Método de Avaliação Contingente: o método faz uso de consultas estatísticas à população para captar diretamente os valores individuais de uso e também de não uso atribuídos a um recurso natural.

4.8.1.2 Métodos Indiretos

- Produtividade Marginal: atribui um valor ao uso da biodiversidade, relacionando a qualidade ou quantidade de um recurso ambiental diretamente à produção de outro produto com preço definido no mercado. O papel do recurso ambiental no processo produtivo será representado por uma função dose resposta, que relaciona o nível de provisão do recurso ambiental ao respectivo nível de produção do produto no mercado. Esta função irá mensurar o impacto no sistema produtivo da variação marginal da provisão do bem ou serviço ambiental e, a partir desta variação, estimar o valor econômico do recurso natural. Como exemplo de função dose resposta, pode ser citado o caso da queda na produção pesqueira em resposta à dose de contaminação da água.

Mercado de bens substitutos

Quando não é possível obter diretamente o preço de um produto afetado por uma alteração ambiental, pode ser possível estimá-lo por algum substituto existente no mercado.

- Custos Evitados: estima o valor de um recurso ambiental por meio dos gastos com atividades defensivas substitutas ou complementares, que podem ser consideradas uma aproximação monetária sobre as mudanças desses atributos ambientais.
- Custos de Controle: representam os gastos para evitar a variação do bem ambiental e garantir a qualidade dos benefícios gerados à população. Um exemplo é o caso do tratamento de esgoto para evitar a poluição de um rio. O controle da degradação

contribui para manter um nível sustentável de exploração, permitindo o aproveitamento dos recursos naturais para as gerações futuras.

- Custos de Reposição: a estimativa dos benefícios gerados por um recurso ambiental será dada pelos gastos necessários para a reposição ou reparação após o mesmo ser danificado.
- Custos de Oportunidades: custo social e econômico que deve ser compartido entre os diversos agentes que usufruem dos benefícios da conservação.

De forma geral, os métodos convencionais de valoração foram desenvolvidos para captar o valor econômico do meio ambiente, associado à sua utilidade. Os tipos de valores e os métodos mais adequados encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8. Tipos de valor e métodos de valoração adequados para captação. Fonte: adaptado de Romeiro e Andrade (2009)

Valor de uso	Uso direto	Produtividade Marginal, Custos Evitados, Custos de Reposição, Custos de Controle, Preços Hedônicos, Custo de Viagem, Avaliação Contingente
	Uso indireto	Produtividade Marginal, Custos Evitados, Custo de Reposição, Custos de Controle, Avaliação Contingente
	Valor de opção	Produtividade Marginal, Custos Evitados, Gastos, Método de Avaliação Contingentes Defensivos, Custos de Controle, Avaliação Contingente
Valor de não uso	Valor de legado, existência, altruísmo	Avaliação Contingente

Além desses métodos tradicionais, existe aquele que tem procedência da Economia Ecológica, o de análise energética. A análise energética permite a avaliação dos ecossistemas através da consideração de toda a energia gasta para que os mesmos produzam algum recurso, seja este um bem, um serviço ou uma informação (ORTEGA, 2008).

Conforme Ortega (2010), essa metodologia permite computar a real contribuição da natureza para a produção de bens e serviços, já que nas análises econômicas convencionais são computadas apenas as despesas com insumos, mão de obra e outros tipos de serviços, além das margens de lucro, sendo desconsiderados alguns insumos fornecidos pela natureza.

Segundo Sinisgalli (2006):

> *"A valoração eMergética parte de princípios físicos e biológicos para o estabelecimento de uma Moeda Comum, capaz de ser aplicada na avaliação tanto de sistemas naturais como de sistemas construídos. Essa abordagem possibilita o ordenamento das informações e fluxos de um sistema, através da linguagem energética e materiais, de modo a vislumbrar os elementos e suas interações e, principalmente, quantificá-los (em unidades eMergéticas). A base comum é energia solar e a unidade utilizada é o joule de energia solar equivalente (SeJ)" (SINISGALLI, 2006).*

Na análise energética são considerados todos os insumos utilizados para produzir determinado bem ou serviço, incluindo todas as contribuições da natureza (chuva, água de poços, nascentes, solo, sedimentos e biodiversidade) e os fornecimentos da economia, como, por exemplo: materiais, maquinários, mão de obra, serviços e, em alguns casos, as externalidades negativas, como a perda da biodiversidade, êxodo rural etc. (CAVALLET, 2008).

Método de Transferência

O Método de Benefícios de Transferência (MBT), ou Transferência de Valor, é a valoração sem o uso de dados primários. Emprega valores existentes em novos casos de valoração, em contextos semelhantes. Assemelha-se a um banco de dados com estudos empíricos sobre o valor econômico de benefícios ambientais (CEBDS, 2017).

É uma metodologia que estima o valor de um bem ou serviço ecossistêmico indiretamente e é frequentemente utilizada para gerar preços de forma rápida e quando não há estudos específicos no local. Essa metodologia está sendo muito utilizada pela organização não governamental norte-americana Earth Economist para avaliar bacias hidrográficas, espaços abertos recreacionais em UC e zonas costeiras.

4.9 Serviços Ecossistêmicos no Mundo

As principais iniciativas que atuam com a temática em nível mundial são:

- IPBES - Plataforma Ciência Política Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços dos Ecossistemas (em inglês, *Intergovernamental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*) (IPBES, 2016), um órgão intergovernamental do qual participam mais de 100 governantes, estabelecido em 2012 para avaliar o estado da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos;
- SEEA - Sistema de Contabilidade Econômico-Ambiental (em inglês, *System of Environmental-Economic Accounting*), que atua na área de políticas públicas. Proposta desenvolvida pela Organização das Nações Unidas (ONU) para incluir o capital natural nas contas nacionais de um país. O sistema contém conceitos, definições, classificações e regras de contabilidade acordadas internacionalmente;
- WAVES - Contabilidade da Riqueza e a Valorização dos Serviços Ecossistêmicos (em inglês, *Waves - Wealth Accounting and the Valuation of Ecosystem Services*), que atua na área de políticas públicas, congregando 65 países e instituições financeiras internacionais com o objetivo de fortalecer o capital natural, inserindo nas contabilidades nacionais (Produto Interno Bruto) o valor das áreas preservadas nos países;
- TEEB - A Economia de Ecossistemas e Biodiversidade (em inglês, *The Economics of Ecosystems and Biodiversity*), que atua nas áreas de políticas públicas e de empresas com o objetivo tornar visíveis os valores da natureza;
- Declaração do Capital Natural (Natural Capital Declaration), iniciativa, ainda em fase de pesquisas, para que o setor financeiro insira os serviços ecossistêmicos em suas análises de risco de crédito e risco de investimento, exigindo que as empresas divulguem a natureza de sua dependência e seus impactos sobre o Capital Natural por meio de relatórios transparentes, com informações qualitativas e quantitativas, utilizando medidas fiscais que desencorajem os negócios que possam erodir esse capital, e que ao mesmo tempo ofereçam incentivos a empresas que integrem, valorem e o considerem no seu modelo de negócios;

- CICES - Classificação Internacional Comum dos Serviços dos Ecossistemas (em inglês, *Common International Classification of Ecosystem Services*), que atua na padronização de uma classificação que seja usada pelos organismos internacionais na contabilidade ambiental. De acordo com Haines-Young et al. (2010), a proposta é ter uma ferramenta padronizada de classificação internacional dos serviços ecossistêmicos para realizar o monitoramento e avaliação integrada dos ecossistemas da Terra, facilitando, por exemplo, a comparação da valoração econômica por meio do Método de Transferência.

4.10 Serviços Ecossistêmicos no Brasil

Assim como nos demais países no mundo, as pesquisas científicas com a temática serviços ecossistêmicos e sua importância para o bem-estar humano começam a se expandir a partir da Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005).

Em uma busca no site da Universidade de São Paulo (USP), no banco de dados que integra várias bibliotecas do Brasil, os temas que mais se destacam são: polinização (COSTA e OLIVEIRA, 2010; OLIVEIRA et al., 2010; MARTINEZ, 2012; IMPERATRIZ e SILVA, 2010; VIEIRA et al., 2010; SILVA, 2013; FONSECA e CARVALHO, 2014); controle biológico (HOHLENWERGER, 2016; EMBID, 2015); valoração ambiental (KAECHELE e ROMERO, 2007; ANDRADE e ROMEIRO, 2009, 2010, 2011; CARRILHO, 2015; PUGA et al. 2015); planejamento da paisagem (LIMA e SANTOS, 2011, 2013; HACKBART et al., 2016); e manejo da bacias hidrográficas (HACKBART, 2012; MACHADO e PACHECO, 2015).

Segundo comunicação pessoal da Profª. Dra. Rozely Ferreira dos Santos, até 2013 haviam aproximadamente 52 publicações que se referiam especificamente aos SEco (Figura 9). Nos demais países, o número somava 2.462 publicações (COSTANZA e KUBISZEWSKI, 2012).

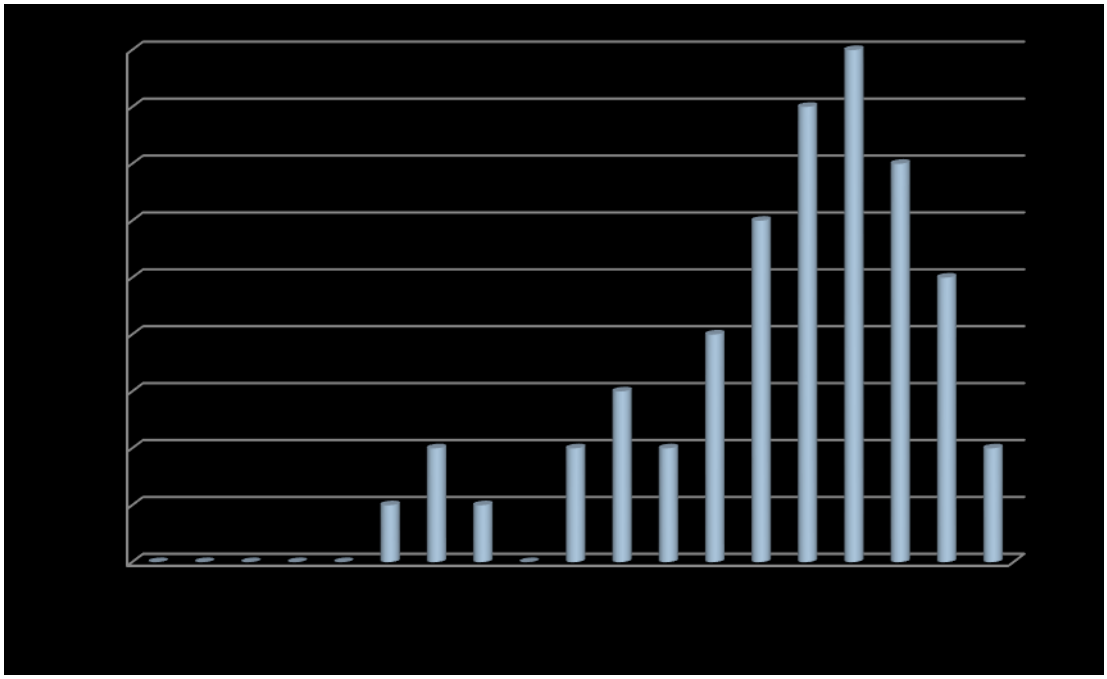

Figura 9. Número de publicações sobre Serviços Ecossistêmicos no Brasil por ano, até 2013. Fonte: preparado por Rozely Ferreira dos Santos na disciplina Planejamento de Paisagens e Serviços Ecossistêmicos do curso de pós-graduação da USP

Além das pesquisas acadêmicas, no Brasil, existem alguns projetos da iniciativa privada que vêm trabalhando como o tema. Um dos mais conhecidos é o TeSE – Tendências em Serviços Ecossistêmicos – no qual empresas atuam junto com a academia. Coordenado pela Fundação Getúlio Vargas (GVCES/FGV-EAESP), tem como foco desenvolver ferramentas para quantificar e valorar economicamente as dependências futuras de recursos naturais e as externalidades por elas causadas. Avançando neste projeto, os partícipes criaram o PESE (Parceria Empresarial pelos Serviços Ecossistêmicos), que conta com a participação da sociedade civil e organismos internacionais, como o *World Resources Institute* (WRI), na busca de estratégias para consumir e conservar (FGV-EAESP, 2017).

Em São Paulo, um dos projetos é o da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo, cujo foco é verificar os serviços ecossistêmicos que precisam ser protegidos e aqueles que devem ser recuperados na Região Metropolitana de São Paulo, área que concentra 39 municípios, conta com 22 milhões de habitantes e promove uma economia equivalente a 18% do PIB do Brasil (EMPLASA, 2011).

Outro projeto, voltado à valoração econômica dos SEco, foi realizado pela organização não governamental *Forest Trends* em parceria com a Fundo Vale, com o propósito de elaborar a "Matriz Brasileira de Serviços Ecossistêmicos".

Foram analisados 2.400 projetos, tendo sido obtidos os seguintes resultados, de acordo com Born (2016).

a) Carbono

Associado a reflorestamento, movimentou no Brasil, em mercados regulados (MDL, Protocolo do Quioto, Convenção do Clima), o valor de US$ 52 milhões de dólares e, no mercado voluntário, VCS (Verified Carbon Standard), o valor de US$ 140 milhões de doláres. Associado ao REDD, movimentou US$ 2,9 bilhões de dólares em mercados voluntários.

b) Água

Por meio do Pagamento por Serviço Ambiental (PSA), movimentou US$ 20 milhões, recursos estes originários da iniciativa privada voluntária, principalmente da indústria de alimentos e bebidas, por meio de reflorestamento e conservação; com recursos governamentais, movimentou US$ 10,8 bilhões.

Para biodiversidade, por compensação florestal em unidades de conservação e em reservas legais privadas (Lei n° 9.985/2000; Decreto n° 4.340/2002, alterado pelo Decreto n° 5.566/2005), movimentou US$ 3 bilhões; para conservação voluntária da biodiversidade por meio de iniciativas privadas (por exemplo, Iniciativa Brasileira de Negócios e Biodiversidade, vinculada à Plataforma Global de Negócios e Biodiversidade do CBD e Parceria Empresarial pelos Serviços Ecossistêmicos - PESE), US$ 54 bilhões; para certificação LIFE e Indicadores Ethos Reservas Particulares de Patrimônio Natural, movimentou US$ 25 milhões e teve a liberação US$ 2,9 bilhões do governo; para recursos de biodiversidade da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) COP 10 (nov./2010), Protocolo de Nagoya, US$ 35 milhões; para a recreação liderada pelo governo (conservação mais reflorestamento), foram movimentados US$ 200 bilhões.

Para os múltiplos serviços, que englobam a produção agrícola para sistemas agroflorestais, produtos agrícolas certificados, pecuária sustentável e de baixo carbono, foram movimentados US$ 64 bilhões; e para os produtos florestais certificados, US$ 54 bilhões.

5. ÁREA DE ESTUDO

5.1 Localização e Unidades de Conservação da Natureza

A área de estudo compreende as bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba, situadas no município de Bertioga, na Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS), área central do litoral do Estado de São Paulo. Bertioga possui área total de 490,14 km² e participa com 20,3% da área territorial da RMBS. A extensão da sua linha de costa é de 44 km, sendo 36 km divididos em cinco praias – Enseada, São Lourenço, Itaguaré, Guaratuba e Boraceia – e 9 km de costões rochosos (AGEM, 2004).

As bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba está enquadrada entre as coordenadas 23°48’04”S - 46°03’92”W e 23°40’40”S - 45°48’26.8”W, Fuso 23, têm altitude de 0 a 980 m (dados do Instituto de Geográfico e Cartográfico – IGC) e abrangência espacial de aproximadamente 217 km² (BADEL MOGOLLÓN, 2012), conforme Figura 10.

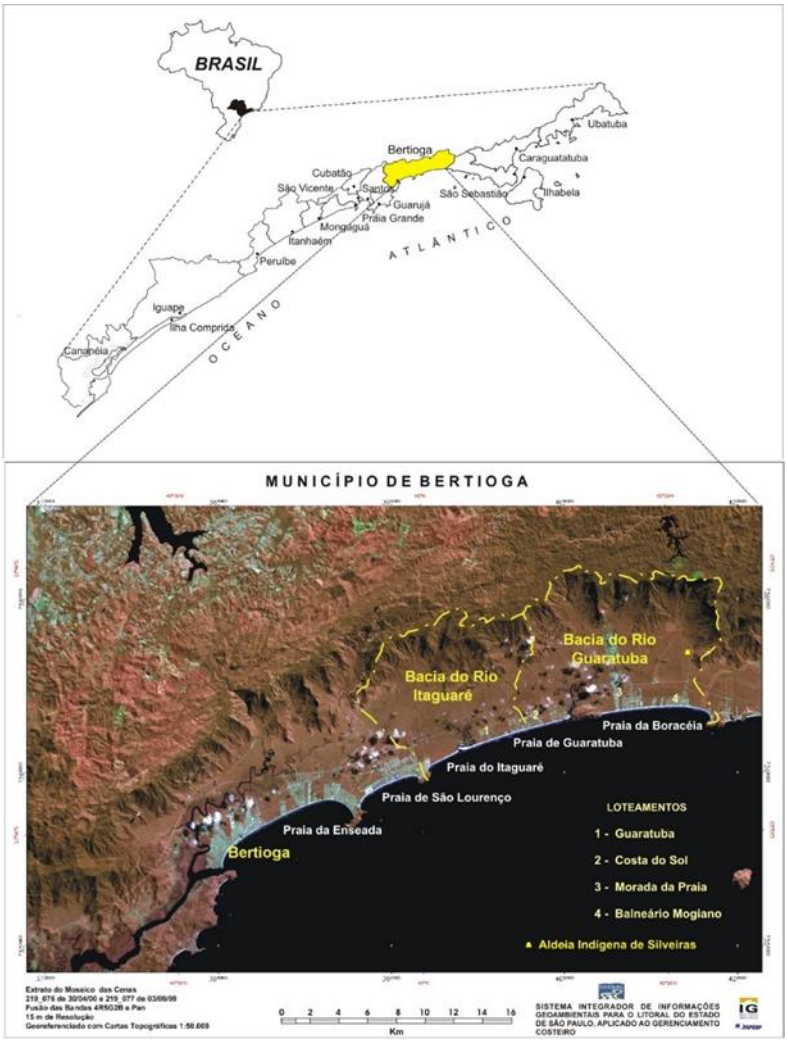

Figura 10 – Localização das bacias hidrográficas dos rios Itaguaré e Guaratuba. Fonte: Lopes (2009)

Os instrumentos de Planejamento e Gestão Incidentes nas bacias são a Lei de Uso e Ocupação do Solo de Bertioga, n° 317/1998, o Zoneamento Ecológico-Econômico da Baixada Santista, aprovado pelo Decreto Estadual n° 58.996/2013, e o Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Mar (PESM), aprovado pela Deliberação CONSEMA n° 34/2006. O Plano de Manejo do Parque Estadual Restinga de Bertioga encontra-se atualmente em fase de elaboração.

O município de Bertioga possui sete Unidades de Conservação da Natureza (UC) em diferentes categorias de manejo, de acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) – Lei n° 9.985, de 18 de julho de 2000 (BRASIL, 2000). Unidade de Conservação da Natureza (UC) é definida por este instrumento legal como sendo o “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".

Nas bacias hidrográficas do Rios Guaratuba e Itaguaré existe um mosaico de áreas protegidas cujo objetivo é a preservação da Serra do Mar, da Mata Atlântica e da Restinga e, na parte marinha, dos ambientes e das espécies dos ecossistemas costeiros. Dentro da categoria do Grupo de Proteção Integral de UC, a área de estudo se sobrepõe a parte dos Parques Estaduais da Serra do Mar (PESM) e Restinga de Bertioga (PERB) e, no Grupo de Uso Sustentável, a partes das Reservas Particulares do Patrimônio Natural Hercules (RPPN) Florence e Costa Blanca. Na parte de influência marinha, encontra-se adjacente às Áreas de Proteção Ambiental (APA) Marinha do Litoral Norte e Marinha Litoral Centro.

A preservação dos povos indígenas é garantida com a demarcação das terras da Aldeia Indígena Guarani do Ribeirão Silveira. Parte desta aldeia também está dentro dos limites da área de estudo.

A Constituição Federal do Brasil, no parágrafo primeiro do artigo 231 (BRASIL, 1988), conceitua as "terras indígenas como as terras tradicionalmente ocupadas pelos índios, definidas como aquelas por eles habitadas em caráter permanente, as utilizadas para suas atividades produtivas, as imprescindíveis à preservação dos recursos ambientais necessários ao seu bem-estar e as necessárias à sua reprodução".

Na Tabela 9 estão relacionadas as UC que estão presentes nas bacias ou em parte delas e as áreas indígenas, e nas Figuras 11 a 15, suas localizações.

Tabela 9. Unidades de Conservação da Natureza (UC) e Terra Indígena existentes nas bacias dos Rios Itaguaré e Guaratuba

Categoria de Manejo	*Característica*
Parque Estadual Restinga de Bertioga	Criado pelo Decreto 56.500/2010. A UC pertence ao Grupo de Proteção Integral das UC. Está localizada na planície costeira e baixa encosta. Administrada pela Fundação Florestal. Não tem Plano de Manejo, que encontra-se em fase de elaboração. Área total de 9.312,32 há. O parque é dividido em 3 glebas distintas.
Parque Estadual Serra do Mar	Criado pelo Decreto 10.251/1977. A UC é do Grupo de Proteção Integral. Localiza-se na média encosta a partir da cota 100 m. Administrada pela Fundação Florestal. Plano de Manejo aprovado pela Deliberação CONSEMA n° 34/2006.
RPPN Hércules Florence 1, 2	A UC é do Grupo de Uso Sustentável. Localiza-se na Planície Costeira. Área de particular com 709,58 há. Reconhecida como UC pela Resolução SMA 06/2011.
RPPN Costa Blanca	A UC é do Grupo de Uso Sustentável. Localiza-se na Planície Costeira. Área de particular com 296,93 há. Reconhecida como UC pela Resolução SMA 07/2011.
Área de Proteção Marinha do Litoral Centro	A UC é do Grupo de Uso Sustentável. Criada pelo Decreto 5.526/2008. Localiza-se na parte marinha e, na parte terrestre, está o manguezal. Planície Costeira. Administrada pela Fundação Florestal.
Aldeia Indígena Guarani do Ribeirão Silveira	Terra indígena, declarada pelo Decreto n° 94.568/ 987 Planície costeira e baixa-média encosta. Administrada pela FUNAI.

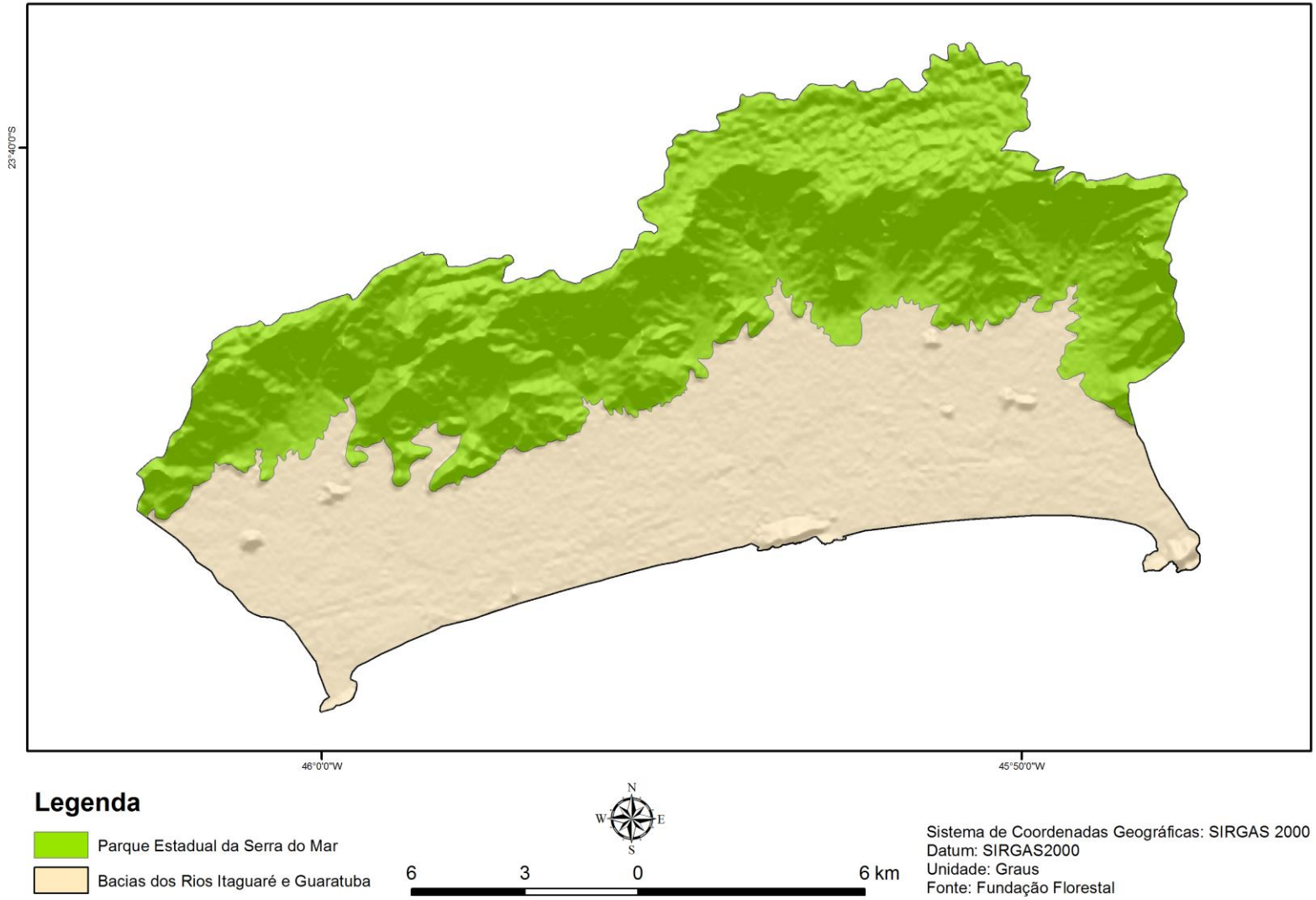

Figura 11. Parque Estadual da Serra do Mar.

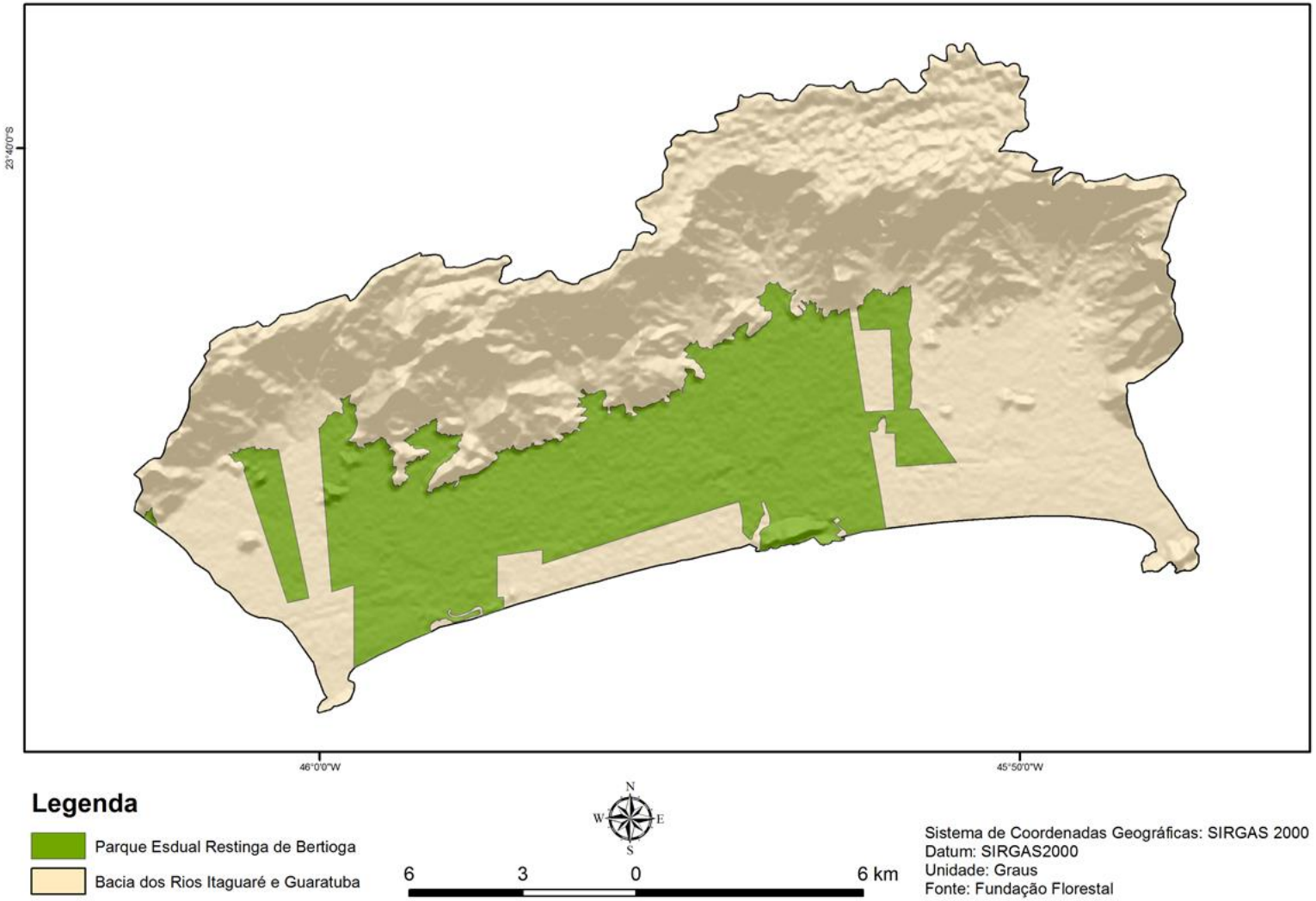

Figura 12. Parque Estadual Restinga de Bertioga.

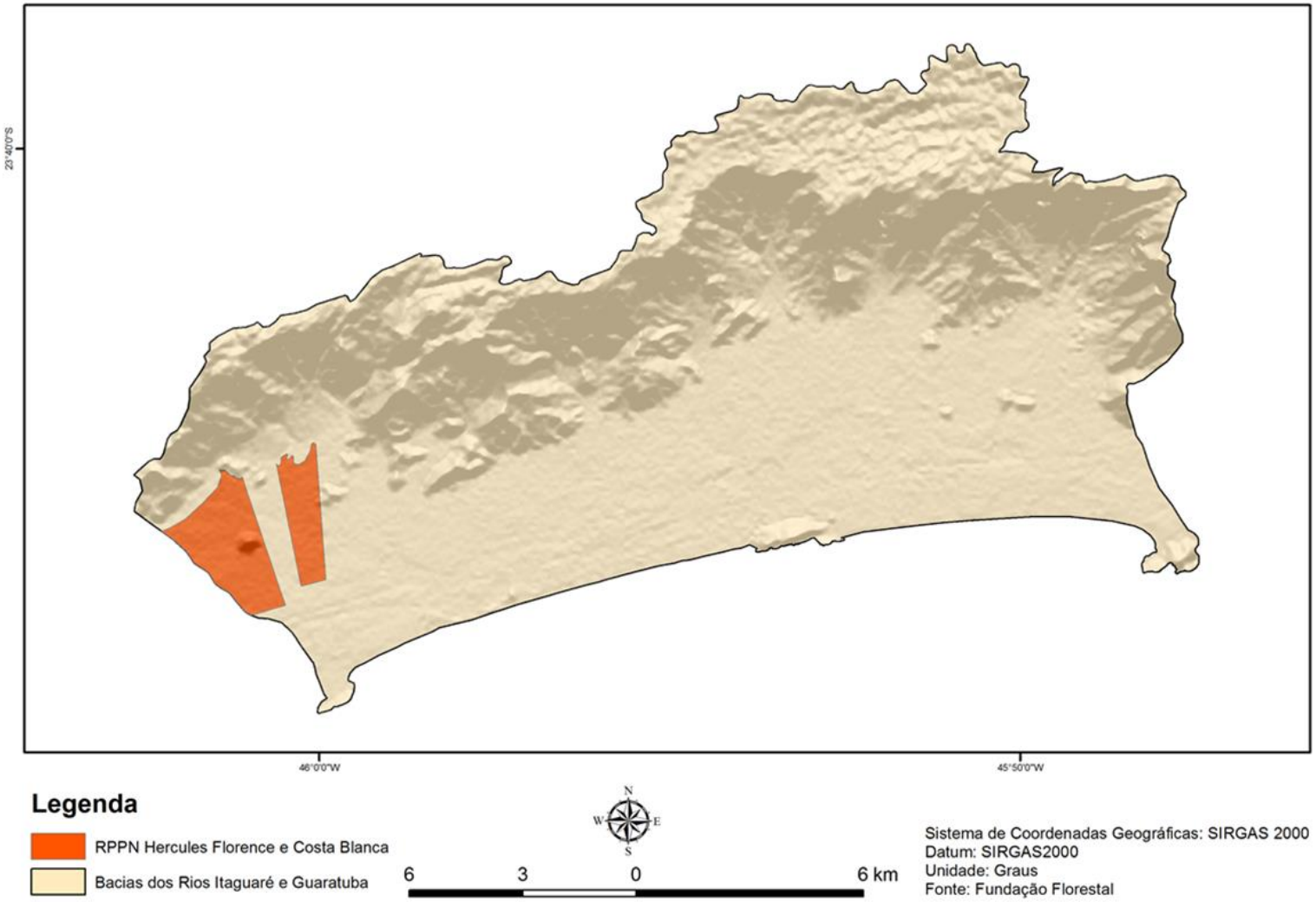

Figura 13. Reserva Particular do Patrimônio Nacional.

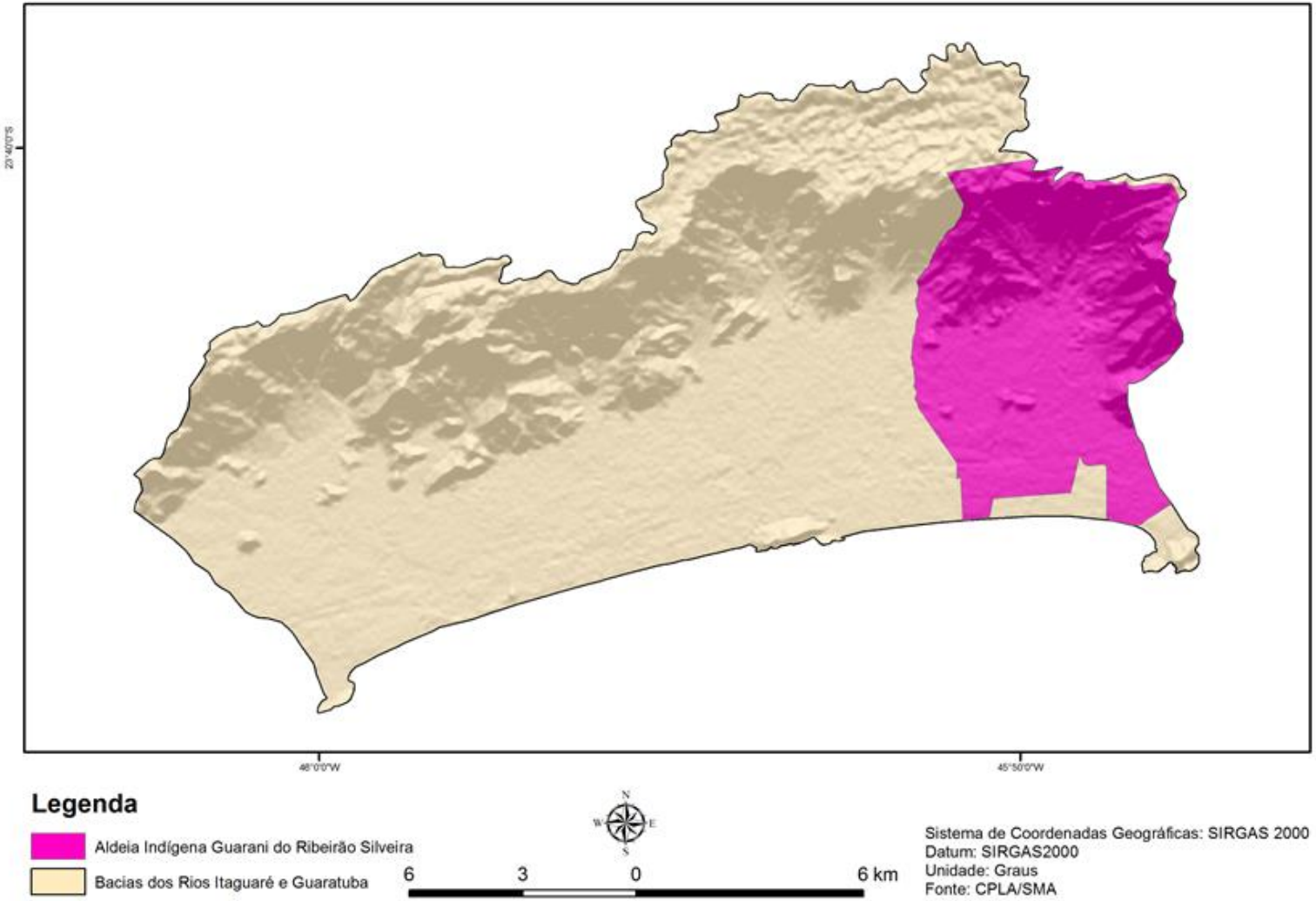

Figura 14. Aldeia Indígena Guarani do Ribeirão Silveira.

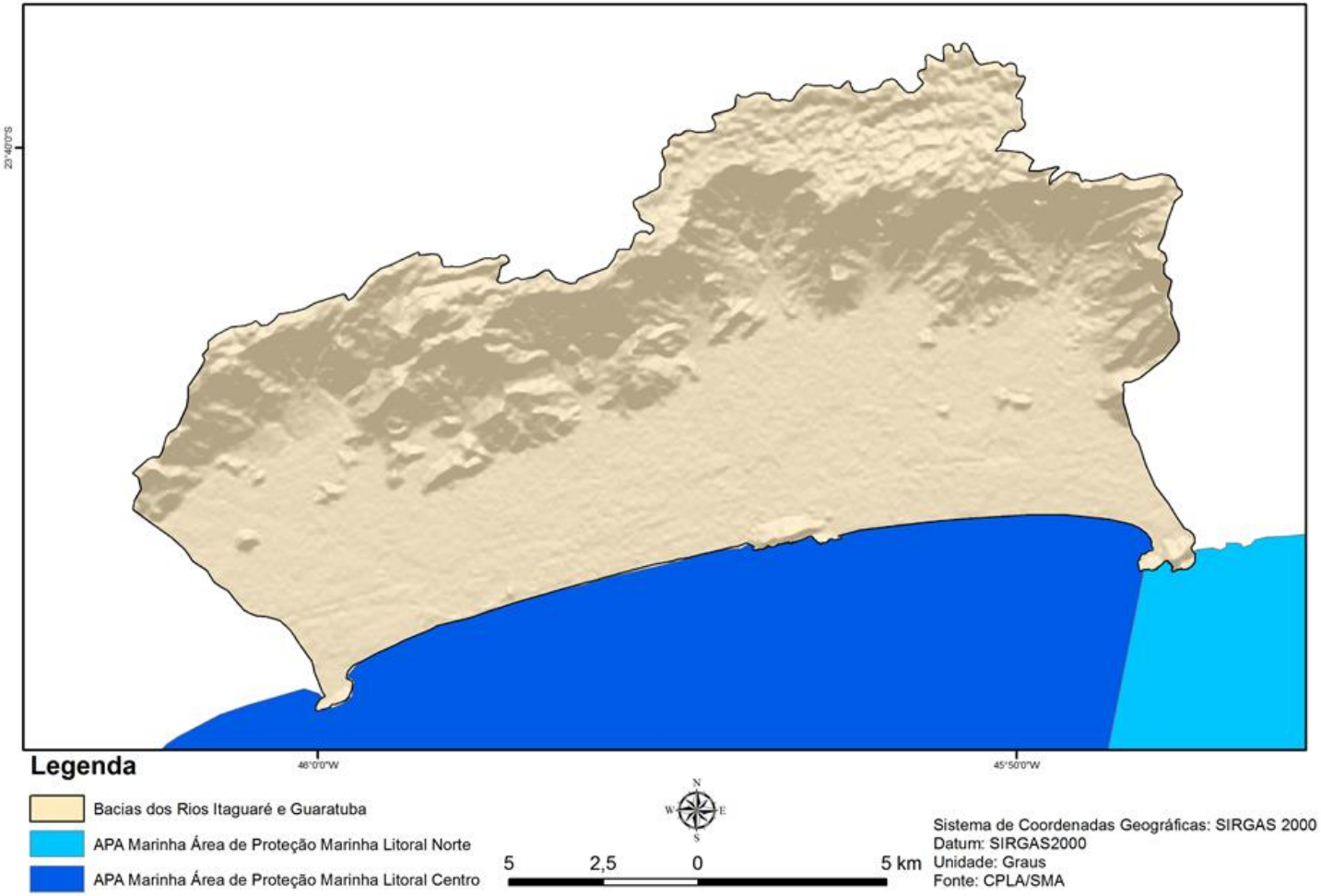

Figura 15. APA Marinha Área de Proteção Marinha Litoral Centro (azul escuro) e Litoral Norte (azul claro).

5.2 Unidades Geológicas-Geomorfológicas Quaternárias

As bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba drenam dois compartimentos geológicos geomorfológicos bem distintos, as escarpas do Planalto Atlântico (Serra do Mar) e a planície costeira, até desembocarem nas praias de mesmo nome (SOUZA, 2007, 2015). As cabeceiras dos rios principais têm origem no embasamento ígneo-metamórfico Pré-Cambriano/ Mesozoico da Serra do Mar, que apresenta um relevo de rugosidade e amplitude elevados e um padrão de drenagem bastante denso, com rios curtos acomodados sobre as estruturas geológicas. Após deixarem as escarpas, os rios penetram numa planície costeira de declividade que vai de muito baixa até nula, formada por depósitos quaternários de origem marinha, fluvial, coluvionar, lagunar-estuarina, paludial e localmente eólica.

Souza (2007, 2015) descreveu 12 unidades geológicas-geomorfólogicas quaternárias (UQs) nessas bacias, que incluem: praias, planícies de maré, cordões litorâneos, terraços marinhos, depósitos estuarinos-lagunares-paludiais de sedimentação mista (depósitos fluviais e colúvios de baixada) e ambientes de baixa encosta.

Para ilustrar as características principais de todos esses tipos de depósitos, são descritas na Figura 16 as Unidades Quaternárias, as quais também podem ser encontradas em muitas outras planícies costeiras de São Paulo, de acordo com Souza (2007).

- Praias Atuais (Pr): depósitos de areias muito finas a finas, de estado morfodinâmico intermediário a dissipativo de alta energia.
- Planícies de Maré Atuais (LOL): depósitos pelítico-arenosos.
- Terraços Marinhos Holocênicos (LHTa) e Cordões Litorâneos Holocênicos (LHTb): duas gerações de depósitos marinhos arenosos formados por areias finas e muito finas, bem e muito bem selecionadas, podendo apresentar depósitos eólicos no topo. A primeira geração (LHTa) é mais antiga e elevada, apresentando cotas entre 3 e 4 m acima do nível do mar atual e entre 0,50 e 1,50 m de profundidade nível do lençol freático (NA). Encontra-se mais afastada da linha de costa, formando terraços amplos que podem ou não preservar a morfologia de topo em forma de cordões. A segunda geração (LHTb) é mais jovem, ocorre em cotas entre 1,5 a 2,5 m, apresenta NA mais raso (entre 0,40

e 1,20 m de profundidade) e localiza-se bem próxima da linha de costa atual, preservando a morfologia de cordões litorâneos.

- Terraços Marinhos Pleistocênicos Altos (LPTa) e Terraços Marinhos Pleistocênicos Baixos (LPTb): duas gerações de depósitos marinhos arenosos, de idade pleistocênica, formados por areias finas e muito finas, bem e muito bem selecionadas, que apresentam feições de terraços marinhos mais elevados que os holocênicos, com eventuais depósitos eólicos no topo. A primeira geração (LPTa) é mais antiga e elevada, com cotas entre 8 e 13 m acima do NM atual, com NA atingindo mais de 3 m de profundidade. Encontra-se mais interiorizada na planície costeira, formando elevações irregulares, em geral isoladas, mas que por vezes podem se prolongar lateralmente para terraços pouco amplos. A segunda geração é mais jovem, ocorre em cotas menores, entre 5 e 8 m, e apresenta NA de até 2,70 m de profundidade. Compreende amplos terraços de extensão lateral praticamente contínua em toda a área de estudo, em geral em contato com os terraços marinhos holocênicos (LHTa).
- Terraços Fluviais Pleistocênicos (LPF): terraços fluviais antigos e alçados entre 7 e 10 m acima do NM atual, apresentando NA entre 0,50 e 1,50 m de profundidade. São constituídos por depósitos de planície de inundação (areias finas e pelitos, muito pobremente selecionados), leito e barras (areias grossas a cascalhos, muito pobremente selecionados). Estão presentes ao fundo da planície costeira, sempre seguindo as áreas mais elevadas dos rios principais, caracterizadas pela ocorrência de canais longos e paralelos entre si. Em geral, entremeiam os LPTa, estando em cotas similares ou pouco mais baixas do que eles. Representam depósitos reliquiares de ambientes fluviais formados durante o Pleistoceno, mas que evoluíram até o Holoceno.
- Depósitos Fluviais Holocênicos a Atuais (LHF): depósitos de planície de inundação (areias finas moderadamente selecionadas e pelitos, pobremente selecionados), leito e barras (areias grossas a cascalhos, muito pobremente selecionados), constituindo ambientes sedimentares ainda em atividade (NA: 0,50 - 1,20 m).

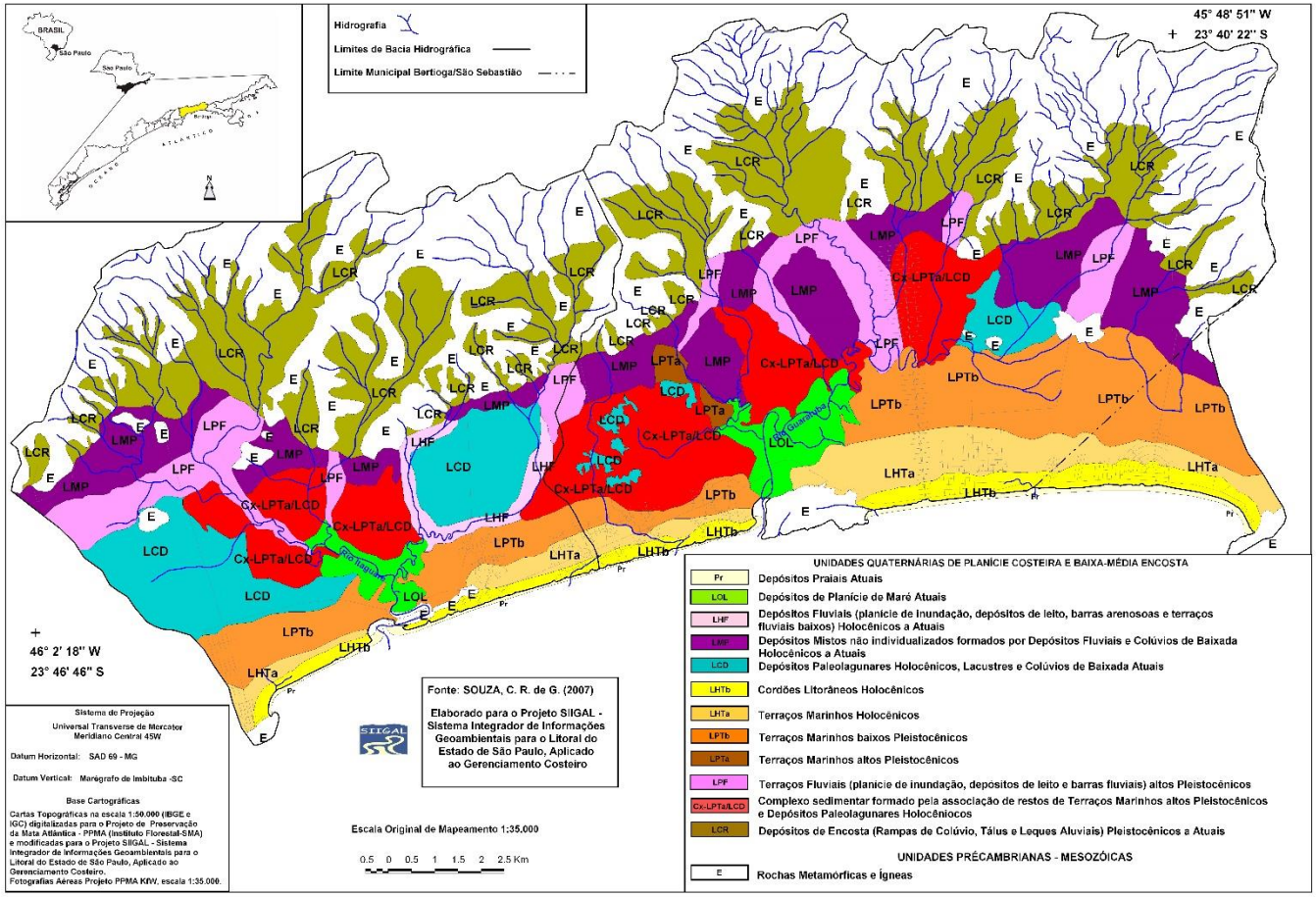

Figura 16. Mapa de Unidades Geológicas-Geomorfológicas Quaternárias de planície costeira e baixa-média encosta das bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba. Fonte: Souza (2007)

- Depressões Paleolagunares (LCD): depressões formadas por paleolagunas ativas durante o evento Transgressivo-Regressivo Santos, hoje preenchidas por sedimentos pelíticos (argilo-siltosos, muito pobremente selecionados e ricos em matéria orgânica), com NA inferior a 0,20 m. As origens desses depósitos podem ser lagunar, lacustre, paludial e localmente coluvial (sedimentos pelítico-arenosos provenientes das encostas da Serra do Mar que, durante as enxurradas, são carregados pelos rios para o interior dessas depressões). Como essas áreas são entrecortadas por pequenos canais fluviais, também ocorrem nelas sedimentos aluviais atuais. Essas depressões encontram-se no meio e ao fundo das planícies costeiras, onde formavam paleolagunas mais profundas. As bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba também são entremeadas por restos de LPTa bastante erodidos e elevados, formando uma associação de difícil individualização, mesmo em fotografias aéreas em escala de detalhe, denominada de complexo Cx-LPTa/ LCD.
- Depósitos Mistos (LMP): constituem uma associação não individualizada de depósitos aluviais (semelhantes aos descritos anteriormente) e colúvios de baixada (areias médias moderadamente selecionadas a pelitos muito pobremente selecionados) holocênicos a atuais, recobrindo as porções mais distais e planas da planície costeira, junto às encostas da Serra do Mar. São caracterizados pela ocorrência de inúmeros e pequenos canais de drenagem, definindo uma malha divagante. O lençol freático pode ser sazonalmente aflorante em alguns locais (0,20 a 1,10 m de profundidade).
- Depósitos de Encosta (LCR): englobam os depósitos de baixa a média encosta, como rampas de colúvio, tálus e leques aluviais de idade pleistocênica a atual. São constituídos de sedimentos com ampla variação granulométrica, desde argilas até matacões, apresentando NA superior a 2 m de profundidade.

No Estado de São Paulo é possível encontrar registros de dois eventos de variações do NM que ocorreram ao longo do período Quaternário: evento Transgressivo-Regressivo Cananeia e evento Transgressivo-Regressivo Santos, cujos picos de oscilação positiva máxima ocorreram, respectivamente, há cerca de 120.000 e 5.100 anos antes do presente (A.P.) (SUGUIO E MARTIN, 1976, 1978). Datações por radiocarbono realizadas por Suguio e Martin (1978) em depósitos marinhos holocênicos, próximos ao núcleo urbano de Bertioga,

apontaram que, além do máximo transgressivo de 5.100 anos A.P. (4 ± 0,5 m), outro máximo menor mais recente ocorreu por volta de 3.600 A.P., com nível de 3 m acima do atual.

A evolução geológica-geomorfológica dessa planície costeira foi pautada por variações do nível relativo do mar e eventos tectônicos durante todo o Quartenário, conforme apresentado na Figura 17, que mostra os terrenos submersos durante o máximo transgressivo do evento Transgressivo-Regressivo Santos, há 5.100 anos (SOUZA, 2015b).

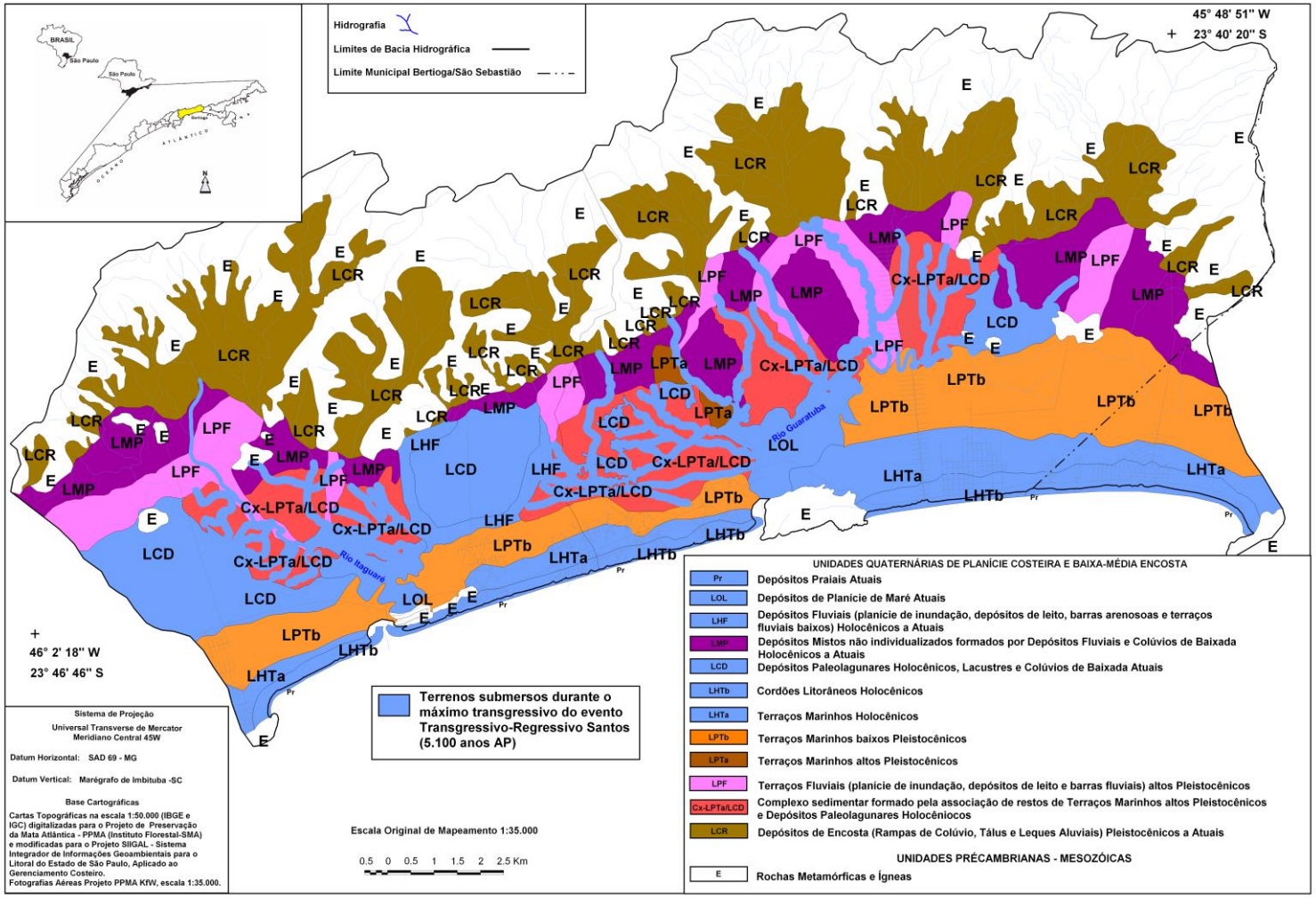

Figura 18. Mapa da Transgressão Holocênica. Fonte: Souza (2015b)

5.3 Solos

Na área de estudo são referências os trabalhos de: Rossi (1999), na Bacia do Rio Guaratuba; Moreira (2007), na planície costeira e baixa encosta das bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba; Martins (2012), para todo o município de Bertioga (Figura 18); e Badel-Mogollon (2012), para os principais sub-biomas mapaeados por Souza et al. (2009).

De forma geral, Moreira (2007) agrupou os solos de acordo com os diferentes tipos de ambientes sedimentares: a) de origem marinha (praial) – Neossolos Quartzarênicos e Espodossolos Humilúvicos, Ferrilúvicos e Ferri-Humilúvicos; b) continental (fluvial, coluvionar) – Neossolos Flúvicos e Regolíticos, Gleissolos Háplicos, Cambissolos Flúvicos e Háplicos e Latossolos Amarelos; c) depressões paleolagunares – Gleissolos Melânicos e Organossolos Sápricos e Fíbricos. Na Figura 17 pode ser visto o mapa de solos de Bertioga, elaborado por Martins (2012).

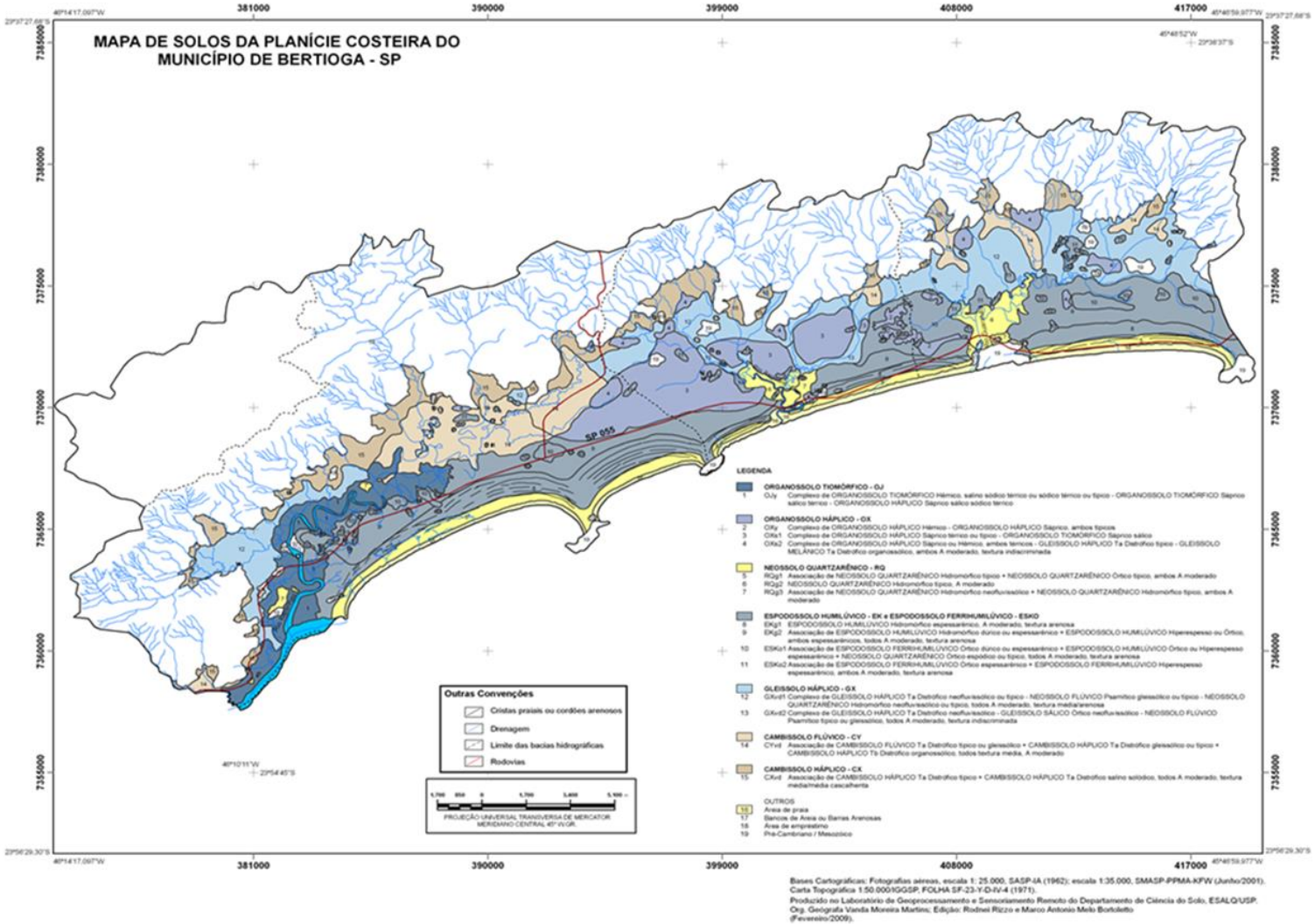

Figura 17. Mapa de solos da planície do município de Bertioga. Fonte: Martins (2012)

5.4 Sub-biomas de planície costeira e baixa-média encosta

Souza et al. (2009) verificaram associações importantes entre oito fitofisionomias (Figura 19), 12 tipos de unidades quartenárias (Figura 16) e 14 tipos de solos (Figura 18) mapeados na planície costeira e baixa-média encosta das bacias hidrográficas dos rios Itaguaré e Guaratuba (Tabela 10). Os autores denominaram essas associações de sub-bioma, conforme Figura 20.

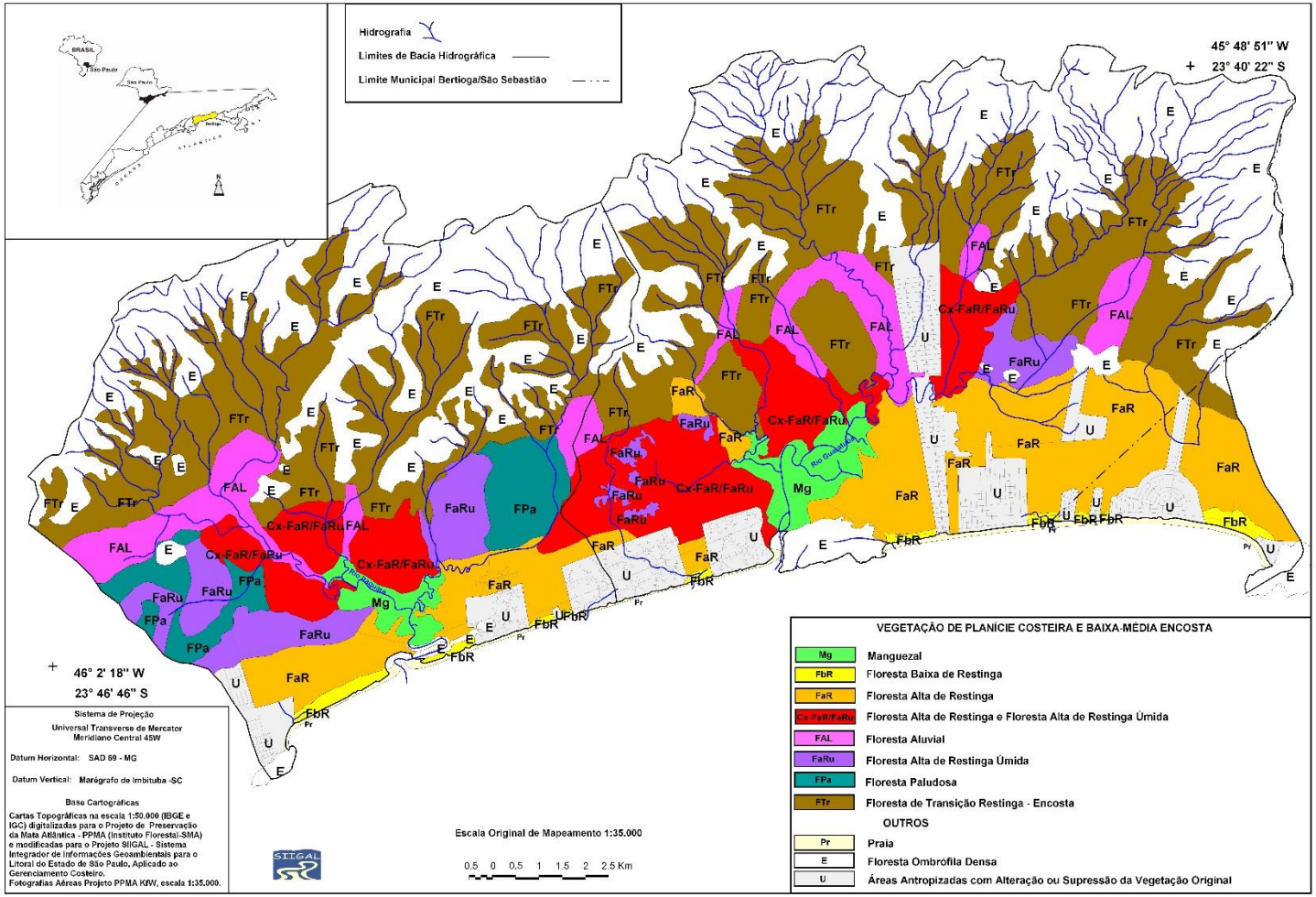

Figura 19 - Mapa de vegetação. Fonte: Souza et al (2008)

Tabela 10. Síntese das características das associações UQ/Solos/Vegetação de planície costeira e baixa-encosta. Fonte: Souza et al. (2009, 2015)

UQ	CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS PEDOLÓGICAS	VEGETAÇÃO (classificação segundo Resolução CONAMA 07/1996 e Souza 2006)
		DEPÓSITOS CONTINENTAIS		
LHF	Depósitos fluviais de idade holocênica a atual (sedimentos arenosos, síltico-arenosos e cascalhos); NA: 0,50 –1,20 m (estação seca).	Planícies de inundação, depósitos de leito e terraços fluviais baixos.	Gleissolos Háplicos e Melânicos	Floresta Alta de Restinga, Floresta de Transição Restinga-Encosta, Floresta Alta de Restinga Úmida, Floresta Paludosa
LMP	Depósitos mistos indiferenciados de idade holocênica a atual (sedimentos aluviais e colúvios de baixada); NA: 0,20 –1,10 m (estação seca).	Planície sedimentar de muito baixa declividade localizada ao fundo da planície costeira.	Neossolos Flúvicos, Gleissolos Háplicos e Melânicos (local), Cambissolos Flúvicos e Háplicos	Floresta de Transição Restinga-Encosta e Floresta Paludosa (local)
LCR	Depósitos de encosta representados por depósitos coluviais, tálus e leques aluviais, de idade pleistocênica a atual (sedimentos areno-síltico-argilosos até matacões); NA: ?2,0 m (estação seca).	Rampas de baixa declividade localizadas na baixa encosta, às vezes adentrando a planície costeira (leques aluviais).	Neossolos Regolíticos, Cambissolos Háplicos, Latossolo Amarelo	Floresta de Transição Restinga-Encosta
LPF	Depósitos fluviais de idade pleistocênica (sedimentos arenosos, síltico-arenosos e cascalhos); NA: 0,50-1,50 m (estação seca).	Terraços fluviais alçados (planos e amplos) localizados ao fundo da planície costeira e sempre em associação com LPTa e Cx-LPTa.	Gleissolos Háplicos, Cambissolos Flúvicos; Neossolos Flúvicos	Floresta Aluvial
		DEPÓSITOS FLÚVIO-MARINHOS, PALUDIAIS E LACUSTRES		
LCD Cx-LCD	Depósitos flúvio-marinhos, lacustres e paludiais (sedimentos pelítico-orgânicos a areno-síltico-argilosos) de idade holocênica a atual, podendo estar associados a colúvios de baixada e depósitos aluviais; NA: aflorante - 0,20m (estação seca). Complexo formado por depressões paleolagunares restritas que entremeiam terraços marinhos pleistocênicos mais altos e muito erodidos (Cx- LPTa).	Depressões paleolagunares holocênicas amplas e colmatadas, localizadas no centro das planícies costeiras; pequenas depressões paleolagunares entremeando restos de terraços marinhos pleistocênicos mais altos, formando um complexo (Cx-LPTa/LCD) indiferenciado na escala de mapeamento.	Organossolos Sápricos e Fíbricos; Gleissolos Melânicos e Háplicos (local)	Floresta Paludosa (paleolagunas mais profundas); Floresta Alta de Restinga Úmida (paleolagunas mais rasas)
		DEPÓSITOS MARINHOS		
LHTb	Depósitos marinhos de idade holocênica mais jovem (areias muito finas a finas), às vezes recobertos por depósitos eólicos holocênicos a atuais; NA: 0,40-1,20 m (estação seca).	Cordões litorâneos regressivos (morfologia bastante ondulada e cotas mais baixas).	Neossolos Quartzarênicos, Espodossolos Humilúvicos	Floresta Baixa de Restinga, Floresta Alta de Restinga
LHTa	Depósitos marinhos de idade holocênica mais antiga (areias muito finas a finas), às vezes recobertos por depósitos eólicos holocênicos; NA: 0,50-1,50 m (estação seca).	Terraços marinhos mais baixos e mais próximos à linha de costa (morfologia suavemente ondulada).	Espodossolos Humilúvicos	Floresta Alta de Restinga
LPTb	Depósitos marinhos de idade pleistocênica mais jovem (areias muito finas a finas), podendo estar recobertos por depósitos eólicos holocênicos; NA: 0,70-2,70 m (estação seca).	Terraços marinhos intermediários (planos, localmente ondulados).	Neossolos Quartzarênicos, Espodossolos Humilúvicos e Ferri-Humilúvicos	Floresta Alta de Restinga
LPTa Cx-LPTa	Depósitos marinhos de idade pleistocênica mais antiga (areias muito finas a finas), podendo estar recobertos por depósitos eólicos pleistocênicos; NA: 1,0 - >3,0 m (estação seca). Complexo formado por LPTa erodido e entremeado por depósitos pelíticos paleolagunares/lacustres holocênicos a atuais (Cx-LCD).	Terraços marinhos mais elevados e mais distais à linha de costa, formando montículos isolados, de topo plano a irregular e pouco extensos; em geral entremeados por pequenas depressões paleolagunares, formando um complexo (Cx-LPTa/LCD) indiferenciado na escala de mapeamento.	Neossolos Quartzarênicos, Espodossolos Ferrilúvicos	Floresta Alta de Restinga

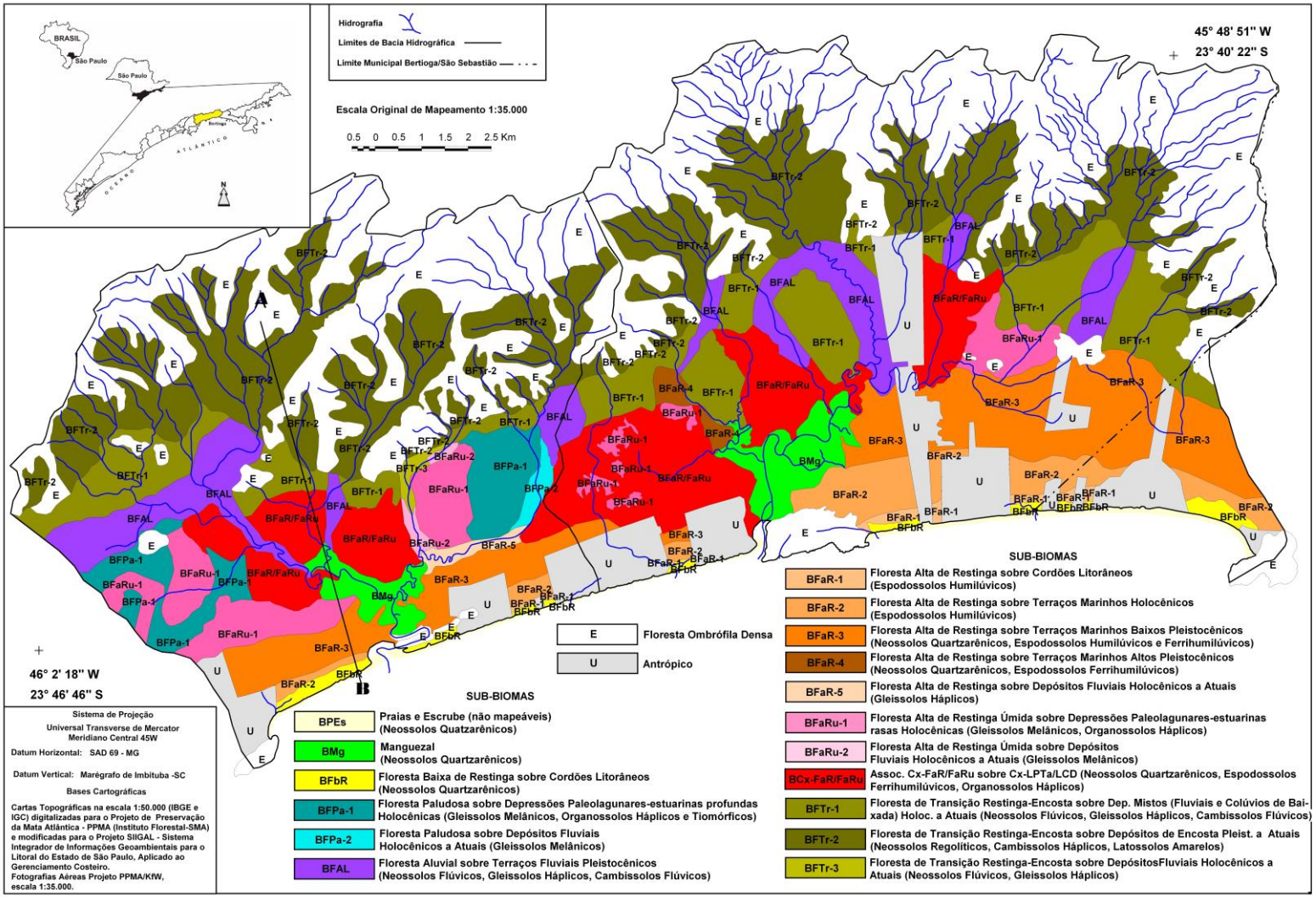

Figura 20 - Mapa dos sub-biomas das bacias hidrográficas dos Itaguaré e Guaratuba. Fonte: Souza et al. (2009)

A Figura 21 mostra a Seção Geológica da bacia do Itaguaré (Moreira, 2007), representando a associação entre as fitofisionomias e as UQs. A Fbr está associada aos cordões litorâneos holocênicos frontais, bem próximos à praia; a FaR, a terraços marinhos holocênicos e pleistocênicos baixos e altos, e localmente a ambientes fluviais holocênicos a atuais; a FaRu, às depressões paleolagunares holocênicas mais rasas; o Cx FaR/FaRu, a terraços marinhos mais elevados e mais distais da linha de costa, formando montículos isolados, planos e pouco extensos, entremeados por pequenas depressões paleolagunares, formando um complexo; FTR, a depósito misto ou estuarino-lagunares e lacustres.

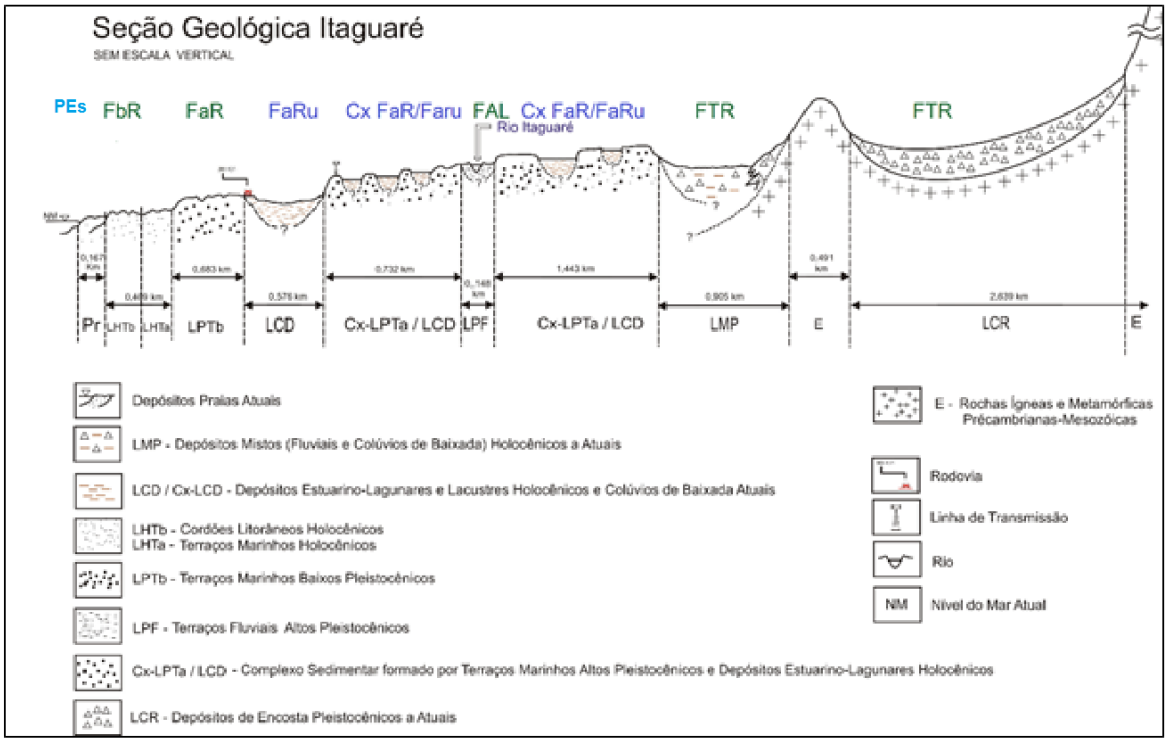

Figura 21. Seção geológica da planície costeira da bacia do Itaguaré (para localização, vide Figura 20, segmento AB) e vegetação associada. Fonte: adaptada de Moreira (2007)

As Figuras 21 a 23 apresentam a vista aérea dos diferentes sub-biomas.

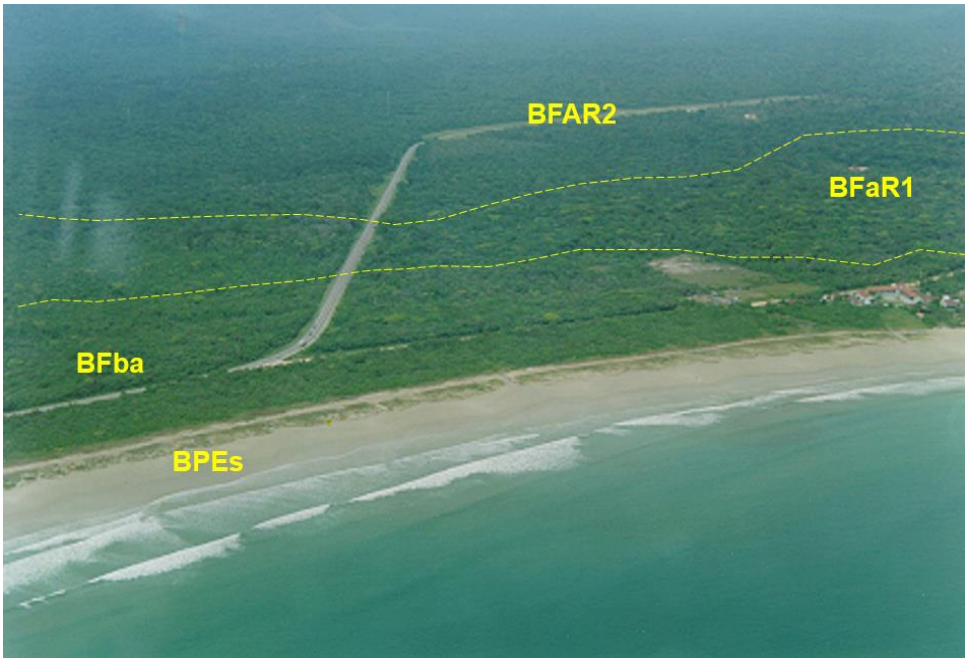

Figura 21. BPEs (próximas à linha de praia), BFAR1 e BFAR2. Praia da Boraceia.
Organização: Célia R. G. Souza

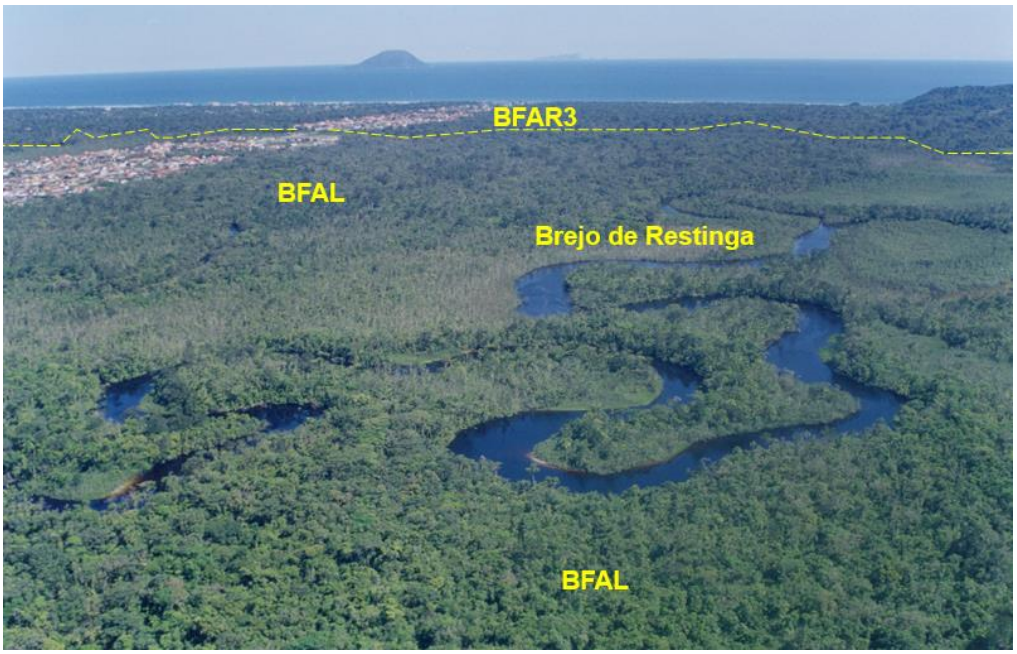

Figura 22. BFAL, BFAR3 e Brejo de Restinga. Loteamento Morada da Praia.
Organização: Celia R. G. Souza

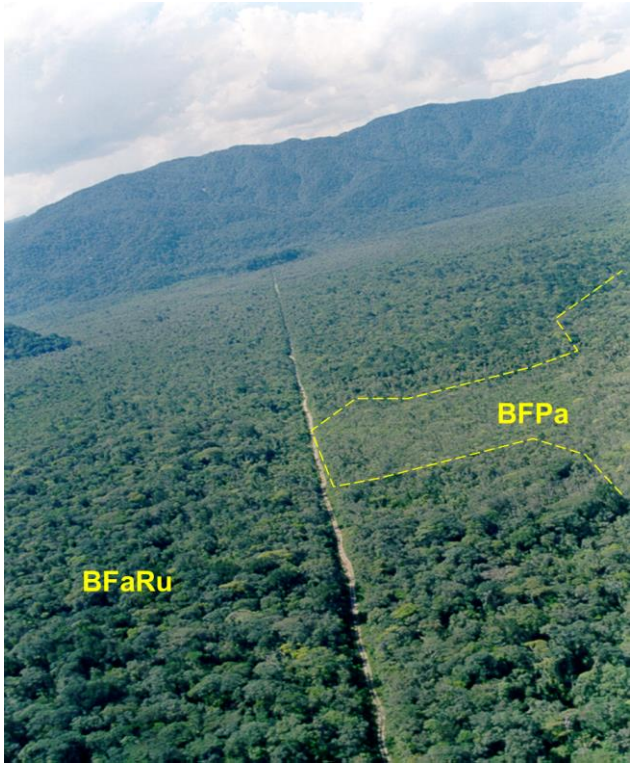

Figura 23. BFaRU e BFPA. Estrada dos Pintos/ Petrobras.
Organização: Celia R. G. Souza

5.5 Aspectos Hidroclimatológicos

Na área central do Estado de São Paulo, onde se situa o município de Bertioga, ocorre a transição dos climas zonais e regionais (SANT'ANNA NETO, 2000). Devido a essa condição e à marcante influência orográfica da Serra do Mar, nesse setor ocorre o maior número de choques entre os sistemas tropicais e extratropicais, tornando a região a mais chuvosa do Estado de São Paulo, com totais de chuva anuais que variam entre 2.000 e 3.000 mm (SANT'ANNA NETO, 2000).

A série histórica de temperatura no período de 1888 a 1921 para o município de Santos – que inclui o distrito de Bertioga – indica que, nessa época, a temperatura média anual era de 21,9°C, com média máxima de 31,8°C e mínima de 5°C (QUEIROZ NETO e KÜPPER, 1965). Dados mais recentes, para o período de 20 anos, compreendido entre 1974 e 1993, assinalam

a ocorrência da temperatura média anual de 21°C, com média máxima de 30,7°C e mínima de 7,3°C. Os meses mais quentes vão de outubro a março e os mais frios, de junho a agosto, estação menos chuvosa (ROSSI, 1999 e MOREIRA, 2007).

De acordo com a série histórica medida por Pereira (2011), a média histórica do Balanço Hídrico Climatológico (BHC) para a bacia do rio Guaratuba apresenta apenas um mês com déficit hídrico, agosto. Os demais meses apresentam excedentes hídricos. Nos estudos sequencias monitorado pelo autor, os meses que tiveram déficit hídrico foram abril e maio de 2010, e maio e junho de 2011 (Figura 24).

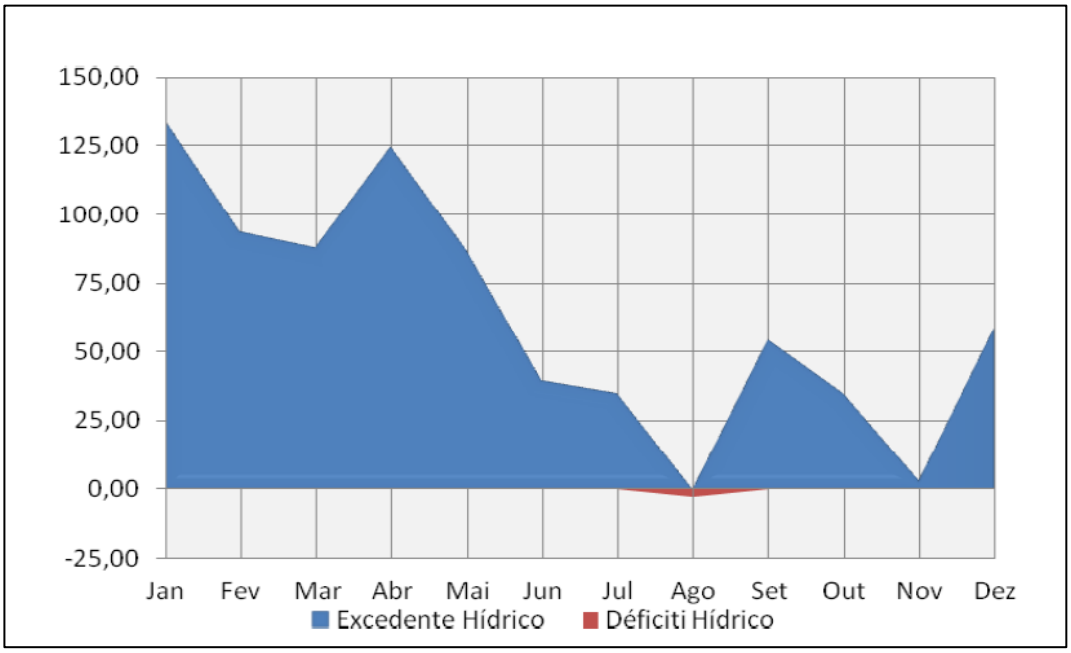

Figura 24. BHC normal para a bacia do Rio Guaratuba, conforme elaborado por Pereira (2011). Precipitação média para série histórica de 1970 a 1994. Fonte: DAEE, 2009

Em relação ao nível do lençol freático nas UQ, Pereira (2011) conclui que os níveis de lençol freático (NA) mais profundos ocorrem nas UQ mais antigas e de topografia mais elevada (terraços marinhos e fluviais pleistocênicos), salvo quando há interferência local do horizonte B espódico, que regula a profundidade do NA e pode torná-lo temporariamente mais elevado, ou mesmo suspenso. Os mais rasos (aflorantes e subaflorantes) estão nas paleodepressões estuarinas-lagunares holocênicas a atuais, localizadas na porção central da bacia.

A oscilação vertical do NA ao longo do tempo apresentou correlação positiva com a variação mensal do BHC sequencial, mostrando que o sistema está em relativo equilíbrio.

Pereira (2011) realizou a análise morfométrica da Bacia do Rio Guaratuba, fazendo a seguinte descrição:

> *"(...) a Bacia do Rio Guaratuba é do tipo exorreica, pois o escoamento dos canais se faz de modo contínuo, sempre em direção ao oceano. Sucedendo uma rede hidrográfica densa entre no planalto e a escarpa da Serra do Mar, a planície costeira caracteriza-se por uma rede de drenagem com menor densidade. Ao adentrar a planície costeira, a drenagem encontra, partindo da encosta até a praia, depósitos de encosta com sedimentos coluviais, de tálus e de leques aluviais, de idade Pleistocênica a atual, constituídos de sedimentos de matriz arenosíltico-argilosa com grânulos dispersos até matacões (LCR), depósitos mistos não individualizados formados por sedimentos aluviais e colúvios de baixada, de idade Holocênica a atual (LMP), depósitos fluviais constituídos de sedimentos arenosos, sílticoarenosos e cascalhos, de idade Pleistocênica (LPF), complexo formado por LPTa erodido e entremeado por depósitos Paleolagunares-Estuarinas Holocênicos (Cx-LPTa/LCD), depósitos Paleolagunares-Estuarinas a lacustres pelíticos (podendo estar recobertos por colúvios de baixada e depósitos aluviais), constituídos de sedimentos pelítico-orgânicos a areno-síltico-argilosos, de idade Holocênica a atual (LCD), depósitos marinhos constituídos de areias muito finas a finas, de idade Pleistocênica mais jovem, podendo estar recobertos por depósitos dunares Pleistocênico (LPTb), depósitos marinhos constituídos de areias muito finas a finas de idade Holocênica, às vezes recobertos por depósitos dunares Holocênicos (LHTa), e depósitos marinhos constituídos de areias muito finas a finas de idade Holocênica, às vezes recobertos por depósitos dunares Holocênicos a atuais (LHTb)." (Pereira, 2011; Souza, 2009).*

5.6 Histórico da ocupação do solo

O território de Bertioga foi originalmente habitado pelas tribos indígenas tupis, que chamavam o local de Buriquioca – que significa “morada dos macacos grandes”. Sob o domínio português, em 1532, é fundado um vilarejo e construído o Forte de São Tiago, que passaria por sucessivas reformas e ampliações. A construção do Forte teve como objetivo proteger a entrada da Barra da Bertioga dos ataques indígenas e das incursões francesas. Foi na linha da praia próxima ao Forte que surgiu o povoamento primitivo – berço do pequeno núcleo de pescadores que marcaria a ocupação do território (INSTITUTO POLIS, 2012) até a década de 1940, quando Bertioga assume sua função de centro balneário.

Teve importância como produtora de aguardente e fornecedora de óleo de baleia para a iluminação das vilas de Santos, São Vicente, São Paulo de Piratininga e São Sebastião, no período entre os séculos XVI e XVIII.

As áreas de plantio de cana-de-açúcar, bem como as áreas de pastagens utilizadas nos engenhos, não se mostraram propícias para tais culturas, o que levou os engenhos a entrarem em um processo de decadência. De maneira similar, ocorreu uma diminuição no número de baleias que vinham se reproduzir em área próxima à costa de Bertioga, resultando no declínio do comércio de óleo, que servia de combustível para iluminação das vilas (SANTOS, 2002).

A partir da de 1940, Bertioga passa à categoria de Estância Balneária, fomentada pela instalação do ferryboat que percorria o trajeto entre Guarujá e Bertioga, pela construção da ligação rodoviária com Guarujá e São Sebastião, pela instalação da colônia de férias do Sesc (Serviço Social do Comércio) em 1948 e pela instalação e implantação de loteamentos residenciais na orla da praia, por iniciativa do senador Ermírio de Moraes, à frente da companhia Praias Paulistas S/A, proprietária e loteadora da área adjacente à Praia de São Lourenço. Tais acontecimentos deram nova vida à vila de Bertioga, iniciando-se assim um novo ciclo de desenvolvimento, o turístico (LOPES, 2012).

Na década de 1970 e 1980, com a chegada de modernas rodovias que conectaram Bertioga com os municípios vizinhos, a capital e outros centros urbanos, é ampliada a urbanização de

balneários turísticos, proporcionando nova alavancada na economia local. Surgem grandes loteamentos, como a Riviera de São Lourenço, a Morada da Praia e a Costa do Sol, entre outros. Em 1977 é criado o Parque da Serra do Mar, que abrange quase 80% da área do município.

Esse momento, porém, coincide com a implantação das novas legislações ambientais, que impõem regras severas para os desmatamentos nas regiões de Mata Atlântica, inviabilizando novos empreendimentos e, muitas vezes, congelando aqueles já aprovados. O Código Florestal, lei até então aplicada somente em áreas rurais, a partir 1989 passa a ser utilizada para a regulamentação de áreas urbanas, por meio das Leis nºs 7.511/86 e 7.803/89, que alteram dispositivos da Lei nº 4.771/65 (BRASIL, 1965, 1989) e também ampliam as áreas de preservação permanente nas margens de rios urbanos.

O CONAMA publica a Resolução nº 004/85 (CONAMA, 1985), que proíbe o corte de vegetação de restinga em uma área de 300 metros contados a partir da linha da preamar máxima, assim como o corte de vegetação nativa ao redor de manguezais.

Logo em seguida, o Governo Federal edita o Decreto n° 99.547/90, que veda o corte e a exploração da vegetação nativa da Mata Atlântica. Dessa forma, os lotes originários de loteamentos aprovados com cobertura florestal não poderiam obter autorização para corte raso por meio do licenciamento ambiental.

Entre as décadas de 1990 e 2000 foram consolidadas as legislações que disciplinam o corte de vegetação nativa da planície arenosa costeira, a chamada vegetação de restinga, com a publicação do Decreto Federal nº 750/93 e Resolução CONAMA nº 7/96.

O Parque Estadual de Restinga de Bertioga e três Reserva Particulares do Patrimônio Natural foram criadas após 2010 e, logo depois, é realizado o zoneamento ecológico-econômico (ZEE) para o município, que integra o ZEE da Baixada Santista, regulamentado pelo Decreto Estadual nº 58.996/ 2013.

Dessa forma, a economia voltada ao setor turístico passa por um novo período de transformação e adaptação, relacionado à conservação ambiental.

5.7 Indicadores Econômicos, Ecológicos e Sociais de Bertioga

A economia de Bertioga gira em torno do turismo, sendo que o setor terciário detém a maior representatividade no Produto Interno Bruto (PIB) local (78%). A predominância do setor terciário na economia do município de Bertioga destaca-se tanto por sua participação no valor adicionado como nos empregos ocupados, maior que a média do Estado de São Paulo e da RMBS. No caso do valor adicionado, em 2014, o percentual de 78,94% da economia era baseado nas atividades de serviço, 20,81% na indústria e 0,26% na agropecuária (FUNDAÇÃO SEADE, 2016).

Já em relação à participação dos vínculos empregatícios por setor da economia, em 2015, Bertioga apresentava a maior porcentagem de pessoas empregadas no setor de serviços (66,56%), porcentagem esta seguida pelo comércio (26,19%), construção civil (5,51%), indústria (1,64%) e agropecuária (0,1%). O município tem baixa taxa de desocupação (7%), mas elevada taxa de informalidade (47%), característica dos municípios brasileiros com base econômica no turismo, em função da fragilidade institucional ligada a este ramo de atividade no país (IBGE, 2010).

Taxa Populacional

Bertioga foi desmembrada de Santos em 1991. O município possui alta taxa de crescimento populacional, uma das maiores do estado. A população atual é de 57.109 habitantes e, entre 1991 e 2000, teve um crescimento recorde de 11,36%, com saldo migratório de 13.115 pessoas. Já entre 2000 e 2010, o aumento foi de 4,77% (saldo migratório de 5.017 pessoas) e de 3,24% para o período de 2010 a 2015 (FUNDAÇÃO SEADE, 2011; 2015).

Além da população residente no município, é essencial analisar também a população flutuante, ou seja, aquela que frequenta esporadicamente o local. A presença dos não moradores na cidade, os chamados veranistas, proprietários de segundas residências no litoral, é uma característica marcante de Bertioga.

Segundo dados do IBGE (2010), 62,18% dos domicílios são de uso ocasional. Na época da alta temporada (dezembro e janeiro), a população dobra. Em levantamentos realizados pela

Sabesp no âmbito do Plano de Bacia da Baixada Santista, foi estimado que a população flutuante será de 113.194 pessoas no ano de 2030.

Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH)

O município de Bertioga em 2010 apresenta Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,73, ocupando a 388ª posição no ranking dos municípios paulistas. O IDH mede a taxa de alfabetização (educação), esperança de vida ao nascer (longevidade) e renda média de cada residente no município (renda per capita).

Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS)

No Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) de 2012, Bertioga se classificou como 5ª do ranking em riqueza, em 598 ª em longevidade e 541 ª em escolaridade (FUNDAÇÃO SEADE, 2012).

São contabilizados nesses números o consumo anual de energia elétrica por ligação no comércio, na agricultura e nos serviços. Ocorreu a variação de 15,5 MWh para 17,4 MWh, comparando-se os anos de 2010 e 2012. Para este mesmo período, é contabilizado o consumo anual de energia elétrica por ligação residencial, que aumentou de 6,1 MWh para 6,8 MWh; o rendimento médio do emprego formal, que aumentou de R$ 1.727 para R$ 1.840; e o valor fiscal per capita adicionado, que variou de R$ 6.528 para R$ 6.349. Bertioga somou pontos em seu escore de riqueza e está acima da média estadual.

Produto Interno Bruto (PIB)

Bertioga presenciou, durante a última década, um substancial aumento de seu Produto Interno Bruto (PIB), que passou de cerca de 215 milhões de reais, em 2000, para 670 milhões em 2009 (IBGE, 2010) e R$ 853,43 milhões em 2011. O PIB per capita é de R$ 17.417,29 (FUNDAÇÃO SEADE, 2011).

PARTE II

Para facilitar a leitura e a compreensão das abordagens metodológicas utilizadas e os resultados obtidos a partir de sua aplicação para cada tipo de SEco, são apresentados os capítulos que se seguem com a seguinte estruturação:

1. Introdução;
2. Abordagem metodológica;
3. Resultados e Discussão.

O desenvolvimento da pesquisa foi pautado na elaboração do inventário dos SEco e na valoração econômica ambiental, conforme apresentado no fluxograma a seguir.

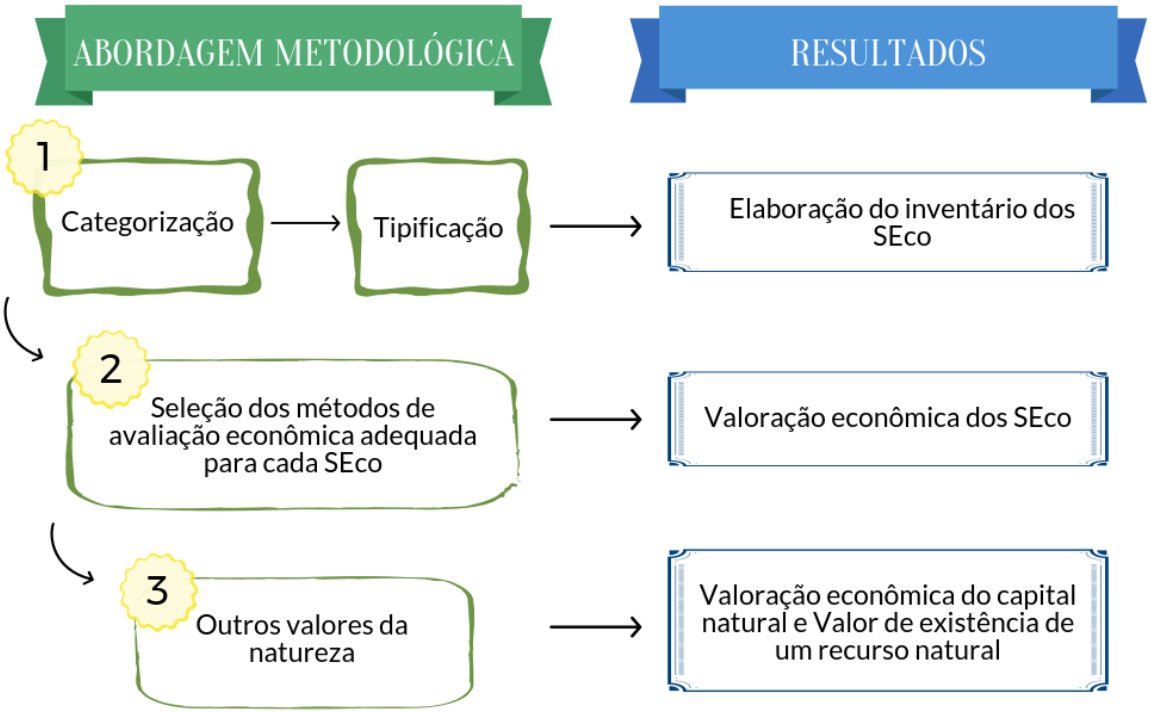

Figura 25. Fluxograma de desenvolvimento da pesquisa

A Tabela 11 mostra uma síntese dos sub-biomas trabalhados neste estudo, para orientação da leitura e compreensão das abordagens metodológicas propostas e resultados obtidos.

Tabela 11. Guia orientativo sobre os sub-biomas. Fonte: modificado de Souza et al. (2015)

Sub-bioma	***Fitofisionomia***	***Unidade Quaternária***	***Caracterização***
BPEs	PEs	Pr	Vegetação de praias e dunas e escrube depósito de praias atuais
BMg	Mg	LOL	Manguezal em planície de maré Holocênica a atual
BFbR	FbR	LHTb	Floresta baixa de restinga sobre cordões litorâneos Holocênicos (Neossolos Quartzarênicos)
BFaR1	FaR	LHTb	Floresta alta de restinga sobre cordões litorâneos Holocênicos (Espodossolos Humilúvicos)
BFaR2	FaR	LHTb	Floresta alta de restinga sobre terraços marinhos Holocênicos (Espodossolos Humilúvicos)
BFaR 3	FaR	LPTb	Floresta alta de restinga sobre terraços marinhos baixos Pleistocênicos (Espodossolo Humilúvicos e Ferrihumilúvicos
BFaR4	FaR	LPTa	Floresta alta de restinga sobre terraços marinhos altos Pleistocênicos (Neossolos Quartzarênicos, Espodossolos Ferrihumilúvicos)
BFaR5	FaR5	LHF	Floresta alta de restinga sobre depósitos fluviais Holocênicos (Gleissolo Háplicos)
BFaRu1	FaRu	LCD	Floresta alta de restinga úmida sobre depressões Paleoestuarinas lagunares rasas Holocências a atuais (Gleissolos Melânicos, Organossolos Sápricos e Fíbricos)
BFARU2	FARU	LHF	Floresta alta de restinga úmida sobre depósitos fluviais recentes a atuais (Gleissolos Melânicos)
CxFar/ FaRu	CxFar/ FaRu	LPTa/ LCD	Associação floresta alta de restinga e floresta alta de restinga úmida sobre Complexo LPTa/ LCD (Neossolo Quartzarênico, Espodossolo Ferrihumilúvicos, Organossolos Háplicos)
BPa1	FPa1	LCD	Floresta paludosa sobre depressões paleoestuarina-lagures estuarinas profundas Holocênicas a atuais (Gleissolos Melânicos, Organossolo Háplicos e Tiomórficos)
BPa2	FPa2	LHF	Floresta paludosa sobre depósitos fluviais Holocênicos a atuais (Gleissolos Melânicos)
BFAL	FAL	LPF	Floresta Aluvial sobre Terraços Fluviais Pleistocênicos (Neossolo Flúvicos, Gleissolos Háplicos, Cambissolos Flúvicos)

Continua: ***Sub-bioma***	***Fitofisionomia***	***Unidade Quaternária***	***Caracterização***
BFTr1	FTr	LPF	Floresta de transição-restinga encosta sobre depósito misto (fluviais e colúvios de baixadas) Holocênicos a atuais (Neossolo Flúvicos, Gleissolos Háplicos, Cambissolos Flúvicos)
BFTr2	FTr	LCR	Floresta de transição - restinga encosta sobre depósito de encosta Pleistocênica a atual (Neossolos Regolíticos, Cambissolos Háplicos, Latossolos Amarelos)
BFTr3	FTr	LHF	Floresta de transição - restinga encosta sobre depósitos fluviais (Neossolo Flúvicos, Gleissolos Háplicos)
BFOmD	FOmD	Embasamento ígneo-metamórfico	Situada na encosta da Serra do Mar e morros isolados

6 INVENTÁRIO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

6.1 Introdução

O inventário dos SEco seguiu a classificação proposta pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2003, 2005), que apresenta as seguintes categorias: serviço de regulação, suporte, provisão e cultural.

Existe ainda muita confusão na literatura para diferenciar algumas tipologias de serviços dentro das categorias de serviço de regulação e suporte. Normalmente, na categoria de suporte, encontram-se os SEco que dão apoio a outros serviços, de forma que fornecerem serviços indiretos ao homem, os chamados serviços intermediários. São serviços prestados no longo prazo, como, por exemplo, ciclagem de nutrientes, ciclagem de nitrogênio ou mesmo os habitats de vida silvestre. Os serviços de regulação, na maioria dos casos, são “serviços finais”, oferecendo benefícios diretos ao homem, como é o caso da regulação climática. Todavia, existem serviços que são classificados como de suporte por alguns autores e de regulação por outros, como é o caso da polinização.

6.2 Abordagem Metodológica

A partir da categorização da Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2003, 2005) e tipificação de De Groot et al. (2002) e de Farber et al. (2006), foram identificados serviços ecossistêmicos que poderiam ser trabalhados com os dados disponíveis nas bacias. A seleção dos SEco foi realizada após análise do mapeamento dos sub-biomas promovida por Souza et al. (2009), e também por meio de visitas técnicas realizadas da *in loco* em julho de 2016.

Os serviços que integraram esse inventário pertencem às categorias de regulação, provisão e cultural, sendo que desempenham as seguintes funções, de acordo com o MEA (2005):

- Serviço de regulação: manutenção dos processos ecológicos vitais dos sistemas de suporte da vida para o bem-estar humano;
- Serviços de provisionamento: provisionamento de recursos naturais e matéria-prima;
- Serviços culturais: benefícios intangíveis obtidos dos ecossistemas por meio da melhora emocional, psicológica, do enriquecimento espiritual, da reflexão e do des*e*nvolvimento cognitivo no bem-estar.

Os serviços de suporte não são tratados no presente estudo. Não obstantes, são recomendados para bacias hidrográficas com grande porção de áreas agriculturáveis nas tipificações de formação de solo, regulação de nutrientes, controle biológico e regulação da água.

Para a tipificação dos SEco, foi dada uma abordagem geral relacionada à importância do serviço para a população beneficiada, apontando os prestadores dos serviços (podendo ser um sub-bioma ou uma espécie de planta) e os parâmetros indicadores (e.g. $TC.Ha^{-1}$; $m^3.Ha^{-1}$). A espacialização de alguns dos serviços foi feita por meio do software ArcGIS 10.2 (ESRI, 2011), tendo como base toda a cartografia existente na área de estudo.

A valoração econômica dos SEco teve como referência o trabalho de Costanza et al. (1997), que correlaciona os métodos de valoração com a categoria apropriada dos serviços.

Foi realizada uma nova revisão bibliográfica para cada SEco, procurando dados sobre valoração econômica que melhor condizem com a realidade da região. A técnica proposta pelo método de transferência (ou método de benefícios de transferência) foi utilizada somente no caso de dados incompletos ou inexistentes.

Nete estudo adotou-se a valoração econômica, sob a perspectiva da Economia Ambiental. Existem outros valores que vão além dos SEco, como o valor de estoque e o de existência. No presente estudo foram avaliados os valores de existência dos parques e dos manguezais.

O estoque de carbono é um recurso natural, incluído como capital natural. É um recurso que não está sendo usado, mas está disponível com o um ativo ambiental.

O valor de existência também é um conceito da economia de valor de não uso, independente de seu possível uso atual ou futuro. Ou seja, reflete o valor que as pessoas estariam disposras a pagar pela conservação do parque ou de uma floresta.

Todos valores monetários baseados nas literaturas consultadas foram ajustados pelo Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M). Para a correção dos preços, adotou-se como data inicial o primeiro dia de janeiro do ano em que se pretendia fazer a correção de preço e, como data final, o mês de dezembro de 2016. Para conversão da moeda brasileira em dólar americano, utilizou-se a data de 1º de janeiro de 2017, com a cotação de 30 de dezembro de 2016. A conversão foi feita pela ferramenta disponibilizada na homepage do Banco do Central do Brasil[1]. O valor atribuído na conversão foi: R$ 1,00 equivale a US$ 0,307 e, por outro lado, US$ 1,00 equivale a R$ 3,30.

Para cada SEco mencionado, foram necessárias revisões bibliográficas específicas e o desenvolvimento de adaptações para a área de estudo, uma vez que não há uma metodologia consagrada para efetuar a valoração econômica em bacias hidrográficas conservadas, situadas em regiões costeiras, e com as características da área de estudo – serra íngreme, planícies reduzidas –, além das restrições legais de uso inerentes à área de estudo (UC e terra indígena).

[1] http://www4.bcb.gov.br/pec/conversao/conversao.asp

Para facilitar a leitura, a metodologia de cada SEco será apresentada em capítulos separados contendo Introdução, Resultado e Discussão.

6.3 Resultados e Discussões

A Tabela 12 mostra os SEco potencialmente existentes na área de estudo e que foram escolhidos para desenvolvimento metodológico. São seis na categoria de regulação, quatro de provisão e quatro na de serviços culturais.

.

Tabela 12. Serviços ecossistêmicos identificados nas bacias do Itaguaré e Guaratuba. Fonte: adaptado de MEA (2003,2005); De Groot et al. (2002) e Farber et al. (2006)

Categorias e Tipificaçação dos Serviços Ecossistêmicos	***Beneficiários***
Serviço de regulação: manutenção dos processos ecológicos vitais dos sistemas de suporte da vida para o bem-estar humano e manutenção de estruturas ecológicas e funções essenciais para os demais serviços ecossistêmicos	
1.Regulação do clima global: regulação da composição química da atmosfera, por meio da remoção do dióxido de carbono, minimização das consequências do GEE	População global
2. Regulação do clima local: poluição atmosférica - regulação da qualidade do ar pela retenção, filtragem de sedimentos ou pela formação de barreira física pelas árvores	População local, moradores das bacias
3. Regulação do clima local: regulação dos processos climáticos local por meio da influência direta da cobertura do solo na temperatura. Manutenção de clima favorável	População local, moradores das bacias, veranistas e turistas
4. Proteção da linha de costa contra o avanço de marés: influência das estruturas ecossistêmicas no amortecimento dos efeitos dos eventos de distúrbios	População local, moradores das bacias próximas da praia
5. Prevenção de escorregamentos de encostas: influência da vegetação nativa na proteção do solo e na minimização dos efeitos de deslizamentos das encostas	População local, moradores das bacias
6. Prevenção de enchentes e inundações: influência da vegetação nativa e das áreas úmidas na proteção do solo, no controle de inundação e enchentes	População local, moradores das bacias

Categorias e Tipificaçação dos Serviços Ecossistêmicos	***Beneficiários***
Serviços de provisão: provisionamento de recursos naturais e matéria-prima	
7. Oferta de água: papel da vegetação nativa na filtragem, armazenamento e retenção da água. Provisão de água fresca para consumo humano e outros usos	População local, moradores das bacias, comerciantes e outros setores econômicos locais
8. Provisão de alimento: o papel da floresta na produção de alimentos. O palmito (*Euterpes Edulis*) como fonte de alimento	População local, povo indígena
9. Provisão de alimento: o papel dos manguezais na produção de pescados	População local, pescadores em geral e povo indígena
10. Matéria-prima: madeiras para usos múltiplos	População global
Serviços culturais: benefícios intangíveis obtidos dos ecossistemas por meio da melhora emocional, psicológica, do enriquecimento espiritual, da reflexões, do desenvolvimento cognitivo no bem-estar	
11. Recreação: praia, desfrute da natureza para banhos de mar e sol. Esportes ao ar livre. Oportunidade de férias, descanso e recreação	População global
12. Recreação: trilha. Oportunidade de realização ecoturismo, observação de pássaros, em contato com a natureza	População regional e local
13. Recreação: pesca esportiva nos canais fluviais, manguezais. Oportunidade de práticas esportivas ao ar livre	População regional e local

Categorias e Tipificaçação dos Serviços Ecossistêmicos	***Beneficiários***
Serviços culturais: benefícios intangíveis obtidos dos ecossistemas por meio da melhora emocional, psicológica, do enriquecimento espiritual, da reflexões, do desenvolvimento cognitivo no bem-estar	
14. Ciência e educação: uso da natureza na educação e no conhecimento científico. Variedade de recursos naturais para uso na ciência. Uso para pesquisa científica	População global, comunidade científica

Além desses serviços, foram também trabalhados o armazenamento de carbono, que neste estudo estamos considerando como um estoque de recurso natural ou estoque do capital natural, e os valores de existência dos parques (PESM e PERB) e dos manguezais.

7 VALORAÇÃO ECONÔMICA DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

A valoração econômica foi realizada sob a perspectiva da Economia Ambiental. A valoração transcendeu os SEco e foram valorados também o capital natural (recursos naturais) e a existência dos parques e dos manguezais. Na Tabela 13 são apresentados os métodos utilizados neste estudo.

Tabela 13. Os métodos de valoração econômica utilizados neste estudo para cada tema. Fonte: elaboração própria (2017)

	Tema	***Metodologia***	***Fonte***
Serviço de regulação	1. Regulação do clima global: remoção de CO_2	Função de produção	Autora
	2. Regulação clima local: poluição atmosférica	Método de Avaliação Contingente (MAC)	Lourenço et al. (2009)
	3. Regulação do clima: temperatura local	Custos de controle	Autora
	4. Proteção da linha de costa contra o avanço de marés	Custos de reposição	Autora
	5. Prevenção de deslizamentos/ escorregamentos	Custos de reposição	Bellotto, Rodrigues e Nave (2007) e autora
	6. Prevenção de enchentes/ inundações inundação	Custos de reposição	Bellotto, Rodrigues e Nave (2007) e Autora

	Continuação: ***Tema***	***Metodologia***	***Fonte***
	7. Água oferta	Preço de mercado, Custos de controle	Reis L, (2004), Starzynski (2014)
Provisão	8. Provisão de alimento: palmito e polpa de palmito	Preço de mercado	Autora
	9. Provisão de alimento: pescados	Preço de mercado	Carrilho (2016)
	10. Matéria-prima	Preço de mercado	Autora
	11. Recreação, turismo e lazer: praia	Método de Avaliação Contingente (MAC)	Frossard et al. (2013)
Cultural	12. Recreação e lazer: trilha	Método Custos de Viagem (MCV)	Perroud (2010)
	13. Recreação desportista: mangue	Método de Avaliação Contingente (MAC)	Grasso e Schaeffer-Novelli (1999)
	14. Ciência e educação	Função de produção	Carrilho (2016)
Capital Natural	Armazenamento C	Custo evitado	Autora
	Valor de existência: PESM e PERB	Método de Avaliação Contingente (MAC)	Adams et al. (2003)
Valor de Existência	Valor de existência	Método de Avaliação Contingente (MAC)	Grasso e Schaeffer-Novelli (1999)

7.1 Regulação do Clima Global por meio da Remoção do CO_2

7.1.1 Introdução

O clima na Terra é regulado pelo fluxo constante de energia solar que atravessa a atmosfera na forma de luz visível. Parte desta energia é devolvida pela Terra na forma de radiação infravermelha. Os gases de efeito estufa (GEE) são gases presentes na atmosfera terrestre,

que têm a propriedade de bloquear parte dessa radiação infravermelha. Muitos deles, como, dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) e ozônio (O_3), existem naturalmente na atmosfera e são essenciais para a manutenção da vida no planeta, pois sem eles a Terra seria, em média, cerca de 30°C mais fria (BRASIL, 2016).

Como consequência das atividades antrópicas na biosfera, o nível de concentração de alguns desses gases, como CO_2, CH_4 e N_2O, vem aumentando na atmosfera, assim como outros gases que são produzidos pelo homem, tais como clorofluorcarbonos (CFCs), hidrofluorcarbonos (HFCs), hidrofluorclorocarbonos (HCFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e hexafluoreto de enxofre (SF_6) (BRASIL, 2016).

As emissões de GEE ocorrem em diversos setores da atividade econômica, de acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e, entre estes setores, destacam-se o setor de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas, nos quais as remoções dos GEE são resultado de manejo de áreas protegidas, reflorestamentos e aumento de estoque de carbono no solo, entre outros.

De acordo com a FAO (2011), cerca de 50% dos estoques de carbono terrestres residem em ecossistemas florestais, representados pela biomassa viva e morta, acima e abaixo do solo, e no próprio solo florestal. O carbono é trocado naturalmente entre os sistemas ecológicos terrestres e a atmosfera, através da respiração, fotossíntese, decomposição e combustão (IPCC, 2000, p. 12; YU, 2014).

As plantas absorvem o CO_2 da atmosfera por meio do processo de fotossíntese, transformando-o em açúcar e outros compostos orgânicos usados no crescimento e atividades metabólicas (MOURA-COSTA, 1996). Plantas de vida longa acumulam carbono na madeira e outros tecidos até sua morte e decomposição, momento em que o carbono estocado é liberado para a atmosfera como CO_2, monóxido de carbono (CO) ou CH_4, ou ainda incorporado no solo como matéria orgânica.

O fato das bacias do Itaguaré e Guaratuba estarem recobertas com florestas muito preservadas implica o armazenamento de quantidade expressiva de carbono e remoção (ou sequestro) do CO_2, devido ao incremento da biomassa acima e abaixo do solo.

7.1.2 Abordagem Metodológica

As bacias hidrográficas dos rios Guaratuba e Itaguaré possuem grande parte de suas áreas cobertas com vegetação nativa, que armazena amplo estoque de carbono nas biomassas das árvores, troncos, madeiras mortas, raízes, nas camadas de serapilheiras, no solo e nas depressões paleolagunares.

A elaboração dos cálculos de biomassa e de estimativas de carbono (C) foi norteada pela metodologia apresentada no Guia de Boas Práticas para Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (em inglês, *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry* - GPG/LULUCF) do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, 2003, 2006 e 2013).

A escolha dessa metodologia baseia-se no fato de que ela foi desenvolvida por cientistas do mundo todo, inclusive do Brasil, e referendada nas reuniões da Conferência das Partes (COP), sendo o método padronizado internacionalmente e revisto periodicamente a partir da aquisição de novos conhecimentos.

O Guia LGPG/ULUCF do IPCC tem sido bastante utilizado para elaboração de projetos no âmbito do mercado de carbono, pelo Protocolo de Quioto, nos programas de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), bem como nos inventários das emissões e remoções de GEE do Setor de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Floresta, pelos países signatários da 21ª Conferência das Partes (COP 21) (MMA, 2017).

Para efeito da quantificação de estoque de carbono (C), foram considerados os reservatórios descritos na Tabela 14, que serão utilizados tanto no cálculo da remoção de CO_2 como no do armazenamento de C.

Tabela 14. Reservatórios de carbono e fontes de dados utilizados para as bacias hidrográficas dos rios Guaratuba e Itaguaré. Fonte: adaptada de IPCC (2003; 2006; 2013)

Tipo de Reservatório	***Fonte de Dados***
Reservatório 1 (R1) Biomassa viva acima e abaixo do solo	Para os sub-biomas de planície costeira e baixa-média encosta, todas as espécies arbóreas com DAP igual ou maior que 10 cm de diâmetro. Foram utilizados os dados do inventário florestal de Pinto Sobrinho (2012). O cálculo da biomassa foi feito por meio da equação do Guia GPG/LULUCF (IPCC, 2003; 2006), baseado em Brown (1997), Brown e Schroeder (1999) e Schroeder et al. (1997). Para Floresta Ombrófila Densa e Manguezal, foi utilizado o Terceiro Inventário Nacional das Emissões de GEE (BRASIL, 2016), baseado em Alves et al. (2011). Para o Manguezal, foi utilizado o Guia GPG/ LULUCF (IPCC, 2013, Tabela 4.3).
	Para os sub-biomas de planície costeira e baixa-média encosta, foram utilizados os dados do inventário florestal de Pinto Sobrinho (2012) e o cálculo da biomassa foi feito por meio da equação do Guia GPG/LULUCF (IPCC, 2003 ; 2006), baseado em Cairns et al. (1997). Para Floresta Ombrófila Densa e Manguezal, foi utilizado o Terceiro Inventário Nacional das Emissões de GEE (BRASIL, 2016) baseado em Vieira et al. (2011). Para o Manguezal, foi utilizado o Guia GPG/ LULUCF (IPCC, 2013, tabela 4.3).
Reservatório 2 (R2) Matéria orgânica morta Serapilheira	A coleta da biomassa não viva acima do solo (folhas, ramos, caules e cascas de fruto, com diâmetros entre 0,2-10,0 cm, foi realizada para cada sub-bioma, baseada nos trabalhos de Souza et al. (2009).
Solos Matéria orgânica do solo	Foram utilizados os dados de fertilidade de solos dos estudos de Moreira (2007), na profundidade de 0-20 cm.

Para avaliação da estimativa da quantidade C armazenada acima e abaixo do solo, foi utilizado o trabalho de Pinto Sobrinho (2012) nos rios Itaguaré e Guaratuba, em especial os dados de áreas basais em m², Ha^{-1} e densidade em número de indivíduos por Ha^{-1} das espécies arbóreas com DAP (Diâmetro à Altura do Peito a 1,3 m) ≥ 10 cm de diâmetro, obtidos para os diferentes sub-biomas de planície costeira e baixa-média encosta (Tabela 15).

Tabela 15. Dados fisionômicos das florestas nas bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba associados aos sub-biomas, com DAP ≥ 10 cm. Fonte: adaptada de Pinto Sobrinho (2012)

	Localização nas parcelas		***Sub-bioma***	***Área basal média ($m^2.Ha^{-1}$)***	***Densidade (nº ind. Ha^{-1})***
	UTM E	*UTM N*			
Guaratuba	411013 411219	7372408 772232	BFbR	11,26	710
	411016 411077	7372408 7372425	BFaR1	32,68	790
	411344 411269	7372864 7372848	BFaR2	33,1	860
	413517 413341	7374240 7374250	BFaR3	28,65	670
	410885 410521	7376997 7377265	BFAL	34,69	640
	405105 405073	7375107 7375157	BFTr1	37,9	730
	405145 405124	7375333 737544	BFTR2	25,58	490
Itaguaré	399573 399355	7368937 7368808	BFbR	21,41	960
	399650 399691	7369020 7369264	BFaR2	27,51	780
	399682 399637	7369264 7369267	BFaR3	31,31	830
	402792 402675	7372617 7372966	BFaRu	34,07	770
	402979 402976	7372461 7372651	BFPa	22,16	450

Para avaliação da estimativa da quantidade C armazenada acima e abaixo do solo, para o sub-bioma da alta encosta e manguezal, foi utilizado o Terceiro Inventário Nacional das Emissões de GEE (BRASIL, 2016), conforme Tabela 16.

Tabela 16. Teores de C ($TC.Ha^{-1}$) nos sub-biomas BFOmD. Fonte: adaptado de Brasil (2016, pág. 279), baseado nos trabalhos de Alves et al. (2011) e Vieira et al. (2011)

Sub-bioma	***Reservatório 1***	***$TC.Ha^{-1}$***
BFOmD	Biomassa acima do solo	127,70
	Biomassa abaixo do solo	28,28

Para o manguezal, foram utilizados os dados do Guia GPG/LULUCF (IPCC, 2013) para as áreas úmidas, com base nos estudos de Golley et al. (1975), Christensen (1978), Ong et al. (1982), Putz e Chan (1986), Tamai et al. (1986) e Komiyama et al. (1987, 1988), conforme Tabela 17.

Tabela 17. Teores de C ($TC.Ha^{-1}$) nos sub-biomas BMg. Fonte: adaptado de Guia GPG/ LULUCF (IPCC, 2013, tabela 4.3)

Sub-bioma	***Reservatório 1***	***$TC.Ha^{-1}$***
BMg	Biomassa acima do solo	192
	Biomassa abaixo do solo	49% da biomassa acima do solo

7.1.3 Estimativa da biomassa seca acima e abaixo do solo

O Guia GPG/LULUCF (IPCC, 2003, 2006) contém várias equações alométricas para estimar a quantidade de C estocada nos reservatórios. No presente estudo, foi utilizada a Equação 1, uma vez que é a aplicada para as florestas tropicais com as seguintes características: florestas naturais e capoeiras; madeiras duras de zonas tropicais úmidas; intervalo de DAP entre 5 e 148 cm; e zonas tropicais úmidas com precipitações entre 2.000 e 4.000 $mm.ano^{-1}$ em terras baixas.

Equação 1: Equação alométrica para estimar a biomassa acima do solo (kg de matéria por árvore) em bosques naturais e capoeiras. Fonte: Guia GPG/ LULUCF (IPCC, 2006, Tabela 4.A.1.V4), baseado em Brown (1997) e Brown e Schroeder (1999).

$$BPA = \exp[-2{,}289 + 2{,}649 \bullet \ln(DAP) - 0{,}021 \bullet (\ln(DAP))^2]$$

Sendo:

- BPA = matéria seca acima do solo - em kg de matéria seca por árvore

- DAP = diâmetro à altura do peito - em cm

Para estimar a biomassa abaixo do solo, foi usada a Equação 2, adequada para florestas tropicais.

Equação 2: Cálculo da matéria seca da biomassa abaixo do solo. Fonte: Guia GPG/ LULUCF (IPCC, 2006, Tabela 4.A.2.V4), baseado em Cairns et al. (1997).

$$BAS = \exp[-1{,}0587 + 0{,}8836 \bullet \ln(BPA)]$$

Sendo:

- BAS = Biomassa da abaixo do solo – raízes em $TMS.Ha^{-1}$

7.1.4 Estimativa do carbono armazenado na biomassa viva acima e abaixo do solo

Para o cálculo da estimativa do estoque de C armazenado na biomassa viva acima e abaixo do solo, foi utilizada a Equação 3 do Guia GPG/ LULUCF (IPCC, 2006, Tabela 4.3, V4), baseado em Hughes et al. (2000).

Equação 3: Quantidade de C armazenada acima do solo. Fonte: Guia GPG/ LULUCF (IPCC, 2006, Tabela 4.3, V4).

$$AC = BPA.\ CF$$

Sendo:

- AC = Quantidade de C armazenado na biomassa acima do solo
- BPA = Biomassa da parte aérea (arbórea) em $T.Ha^{-1}$
- CF = Fração de carbono de 0,47

Para o cálculo do estoque de carbono armazenado na biomassa da raiz por hectare, foi usada a equação a seguir:

Equação 4: Quantidade de C armazenada abaixo do solo.

$$AC = BAS. CF$$

Sendo:

- AC = Quantidade de C armazenada
- BAS = Biomassa da abaixo do solo (raízes) $T.Ha^{-1}$
- CF = 0,47

7.1.5 Remoção Anual do Carbono

Algumas definições estabelecidas no Guia GPG/ LULUCF (IPCC, 2003, 2006) e empregadas nos inventários das emissões antrópicas de GEE nacional (BRASIL 2016) e do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2016) foram utilizadas no presente estudo para o cálculo da remoção anual (sequestro) de CO_2.

O Guia (IPCC, 2006) define como manejo florestal (em inglês, *Forest Management*) um sistema de práticas de gestão e manejo de áreas florestais destinadas a satisfazer as funções ecológicas (incluindo a diversidade biológica), econômicas e sociais da floresta, de forma sustentável. Por definição, floresta deve ter as seguintes características:

- valor mínimo de cobertura de copa das árvores - 10%;
- valor mínimo de área - 0,5 hectare;
- valor mínimo de altura de árvores - 5 metros.

Os inventários das emissões antrópicas de GEE, tanto o nacional como o paulista, definem como “área manejada” todas as áreas de florestas contidas em Terras Indígenas e também aquelas contidas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC (BRASIL, 2000).

Assim, a maior porção das fitofisionomias da área de estudo estão na categoria de Florestas Primárias em Área Manejada, por se inserirem em UC ou Terra Indígena.

Para a remoção anual de carbono (C), o presente estudo adotou o valor do 3° Inventário Nacional das Emissões de GEE (Brasil, 2016), baseado nos estudos de Scaranello et al. (2010) e Souza et al. (2012), sendo que o incremento total anual de C paras as florestas primárias manejadas no bioma Mata Atlântica é de 0,32 $TC.Ha^{-1}$.

A remoção de C é dada pela Equação 5, descrita a seguir.

Equação 5:

$$\text{Rem anual} = (\text{BAS ac} + \text{BAS ab}) \times 0{,}32 \times \text{Área}$$

Sendo:

- Rem anual = Remoção Anual de C = $TC.Ha^{-1}$
- BCA ac = Biomassa viva acima solo em $TC.Ha^{-1}$
- BCA ab = Biomassa viva abaixo do solo em TC. Ha^{-1}
- Área = Área do polígono da fitofisionomia em Ha^{-1}

7.1.6 Valoração Econômica

A Política Nacional de Mudanças Climáticas – Lei nº 12.187 de 29 de dezembro de 2009 (Brasil, 2009) – aponta uma série de medidas e instrumentos econômicos que visam à precificação do carbono, com o objetivo de estimular a redução das emissões e aumentar as remoções (sequestros) dos GEE.

O Brasil ainda não implantou essas medidas, porém foi um dos primeiros países emergentes a apresentar suas Contribuições Nacionais Determinadas (CND) na Conferência das Partes (COP 21) da UNFCCC, em Paris, com metas bastante ambiciosas, e a se comprometer a reduzir as emissões em 37% até 2025 e em 43% até 2030. Para isso,

necessitará de um arcabouço de medidas, na área florestal, de uso da terra, de eficiência energética e de uso industrial, na taxação de carbono, como instrumentos para lidar com as mudanças climáticas.

O Brasil foi signatário do acordo de Paris, aprovado pelos 195 países participantes da UNFCCC para reduzir emissões de gases de efeito estufa (GEE) no contexto do desenvolvimento sustentável. O compromisso ocorreu no sentido de manter o aumento da temperatura média global em menos de 2°C acima dos níveis pré-industriais e de envidar esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5°C acima dos níveis pré-industriais (MMA, 2017).

De acordo com Valatin (2011), existem diferentes abordagens para precificar o carbono, sendo uma delas o sistema de comércio de emissões, na qual é definido um teto máximo, também conhecido como cap-and-trade, que um setor poderá emitir de GEE por um certo período de tempo, para um sistema climático estável. Acima deste teto de emissões, o esforço adicional da redução de emissão do GEE por esse setor pode ser alocado para outro setor. O sistema de alocação pode ser feito por meio de um mercado regulador, do qual as empresas podem participar comprando quantidades de permissões equivalentes aos níveis (projetados) de emissões para o período de cumprimento (NICOLLETTI e LEFÉVRE, 2016). Segundo os autores, existem também os mercados voluntários, que podem realizar comercializações desde, que preencham os requisitos do órgão regulador.

7.1.6.1. O preço do carbono no mercado Internacional:

Vários países e jurisdições nacionais e subnacionais já adotaram mecanismos de precificação de carbono como componentes de suas políticas de Mudanças Climáticas, em cumprimento aos acordos internacionais, entre deles o Protocolo de Quioto.

Estudos realizados por Kossoy et al. (2015) avaliaram o preço do carbono no mercado internacional variando entre menos de US$ 1 a US$ 130 por TCO_2. Os autores verificaram que

existem mais de 15 países que cobram impostos sobre as emissões de CO_2, em 17 diferentes regiões do mundo, conforme a Tabela 18.

Tabela 18. Preço do carbono no mercado internacional, considerando os diferentes instrumentos econômicos. Fonte: adaptado de Kossoy et al. (2016)

Tributação		***Sistema de Comércio de Emissões***	
Países/ regiões	US$/ TCO_2e	Países/ regiões	US$/ TCO_2e
Suécia	131	Tóquio	36
Suíça	86	Reino Unido	26
Finlândia (gas/ transp.)	65	Coreia	16
Finlândia (comb./ ind.)	60	Alberta	16
		Califórnia, Québec	13
Noruega	52	Suíça, Coreia, Estados Unidos	9
		Nova Zelândia	8
Dinamarca	26	Beijing, Estados Unidos, Shenzhen	6
França	25	Tianjin, Hubei	4
BC, Irlanda	23	Guangdong, Chongqing	2
Eslovênia	19	Shanghai	2
Islândia	9		
Portugal	7		
Letônia, Noruega	4		
México, Japão	3		
Estônia	2		

Para o sistema de comércio de emissões, o mercado de Tóquio atingiu o valor de US$ 36, porém, em cerca de 85% dos países e ou regiões, o preço é de US$ 10 por TCO_2.

Para valorar os estoques e emissões de carbono do Complexo Hidrelétrico do Tapajós, Souza Jr. (2016) utilizou o valor de US$ 12 por tonelada métrica de CO_2, que corresponde à média ponderada das transações do mecanismo de REDD no mercado de carbono voluntário (correspondente ao ano de 2011), de acordo com o Relatório do Banco Mundial (WORLD BANK, 2012).

No presente estudo, foi adotado o valor de US$ 12 TCO_2. $Ha^{-1}.ano^{-1}$, que está próximo à média de preço do mercado internacional no Sistema de Comércio das Emissões, de acordo com os estudos elaborados por Kossoy et al. (2016).

Nesse estudo, foi adotada uma taxa de desconto de 12% para avaliar a contribuição do sequestro de carbono, em valor presentes ao longo de 50 anos. Este valor foi adotado com base na taxa de juros básica da economia nacional, que é a taxa do Sistema Especial de Liquidação e Custódia (Selic), referente ao acumulado entre 2016 e 2017, por volta de 12%.

O valor econômico do SEco foi projetado para um período de 50 anos, e a taxa foi aplicada anualmente entre 2016 e 2066. Entretanto, é importante considerar que o SEco, se bem gerido, pode ser apreciado por um período indeterminado e, dependendo do caso de análise, o período de projeção pode ser ampliado (CARRILHO, 2016).

A fórmula básica para atualização financeira de valores futuros para análise de fluxos, de acordo com Sinisgalli (2005), é a que segue.

Equação 6:

$$VP = \Sigma N^{N}_{n=1} [VFn / (1+ i)^{n}]$$

Sendo:

- VP = Valor presente
- N = Período
- VF = Valor futuro
- i = Taxa de desconto

A conversão dos valores de CO_2 em C foi feita com base nas massas atômicas dos elementos químicos.

7.1.7 Resultados e Discussão

7.1.7.1 Quantidade de matéria seca nas biomassas vivas acima e abaixo do solo

Reservatório 1, Biomassa Viva

A Tabela 19 mostra os resultados da quantidade de matéria seca nas biomassas vivas acima e abaixo do solo, em toneladas por hectare (TMs.Ha^{-1}).

Tabela 19. Estimativa de matéria seca nas biomassas acima do solo e abaixo do solo nos diferentes sub-biomas. Fonte: Pinto Sobrinho (2012) e Brasil (2016)

Sub-bioma	***R1 Biomassa acima do solo (TMs.Ha^{-1})***	***R1 Biomassa abaixo do solo (TMs.Ha^{-1})***	***TMs. Ha-^{1}***
BMg	192,00	94,08	286,08
BFbR	51,57	8,23	59,80
BFaR1	123,25	22,36	145,61
BFaR2	111,06	20,38	131,44
BFaR3	112,14	20,57	132,71
BFaR4	112,14	20,57	132,71
BFaR5	112,14	20,57	132,71
BFaRu-1	130,75	23,55	154,30
BFaRu2	112,14	20,57	132,71
BcxFar	130,75	23,55	154,30
BcxFaRu	112,14	20,57	132,71
BFPa-1	87,42	16,5	103,92
BFPa-2	87,42	16,5	103,92
BFAL	140,25	25,06	165,31
BFTR1	151,55	26,83	178,38
BFTR2	102,43	26,84	129,27
BFTR3	102,43	26,84	129,27
BFOmD	271,70	60,17	331,87

Os resultados mostram que a maior quantidade de matéria seca está presente na Floresta Ombrófila Densa, com 332 tonelada por hectare, seguida pela quantidade do Manguezal,

286,08 tonelada por hectare. A Floresta Baixa de Restinga apresenta a menor quantidade de matéria seca (59,80), seguida da Floresta Paludosa (103,92).

As demais fitofisionomias florestais variam entre 129 e 154 toneladas por hectare, ocorrendo o aumento na quantidade da Floresta Aluvial (165) e da Floresta de Transição Restinga-Encosta (178), florestas estas que estão localizadas mais próximas da serra.

7.1.7.2 Remoção Anual de CO_2

A Tabela 20 mostra os resultados da taxa de incremento anual de C para cada fitofisionomia florestal. O incremento está relacionado ao crescimento da biomassa e à remoção ou sequestro do dióxido de C. As florestas que possuem maiores incrementos anuais são aquelas que removem (ou sequestram) mais CO_2 da atmosfera.

A Floresta Baixa de Restinga (FbR) é a que remove menos quantidade de CO_2, com taxa inferior a 10 TC. Ha^{-1}. Entre 10 e 20, encontram-se as Florestas Altas de Restinga, as Florestas Paludosas e as Florestas de Transição Restinga-Encosta. Entre 20 e 30, estão as Florestas Aluviais, a Floresta Alta de Restinga Úmida e também a Transição Restinga-Encosta (BFTR1). Acima de 30 TC. Ha^{-1}, encontram-se os Manguezais e a Florestas Ombrófilas Densas.

Tabela 20. Incremento anual de carbono nos sub-biomas. Fonte: elaboração própria (2017)

SB	***Matéria seca (Ms) TMs. Ha-^{1}***	***Incremento anual (IAms) TMs. Ha-^{1} (=Msx0,32)***	***Incremento anual (IA) TC. Ha^{-1} (=IAMsx0,47)***	***Área das bacias (AB) em Ha***	***Remoção anual nas bacias (RA) em TC. Ha (= IAxAB)***	***Remoção anual nas bacias em TCO_2 (=RA/3,66)***
BMg	286,08	91,55	43,03	520,20	22382,35	82.060,50
BFbR	59,80	19,14	8,99	158,96	1429,67	5.238,90
BFaR1	145,61	46,60	21,90	63,86	1398,52	5.127,03
BFaR2	131,44	42,06	19,77	540,08	10676,61	39.143,28
BFaR3	132,71	42,47	19,96	1639,78	32729,33	119.988,21
BFaR4	132,71	42,47	19,96	75,18	1500,56	5.501,17
BFaR5	132,71	42,47	19,96	61,02	1217,93	4.465,04

Continua: ***SB***	***Matéria seca (Ms) TMs. Ha-¹***	***Incremento anual (IAms) TMs. Ha-¹ (=Msx0,32)***	***Incremento anual (IA) TC. Ha⁻¹ (=IAmsx 0,47)***	***Área das bacias (AB) em Ha***	***Remoção anual nas bacias (RA) em TC. Ha (= IAxAB)***	***Remoção anual nas bacias em TCO2 (=RA/3,66)***
BFaRu-1	154,30	49,38	23,21	876,38	20338,02	74.569,30
BFaRu2	132,71	49,38	23,21	16,58	384,77	1.410,76
BcxFar	154,30	42,47	19,96	24,86	496,20	1819,09
BcxFaRu	132,71	49,38	23,21	1849,90	42930,11	157404,03
BFPa-1	103,92	33,25	15,63	532,30	8319,62	30.500,57
BFPa-2	103,92	33,25	15,63	53,02	828,68	3.038,02
BFAL	165,31	52,90	24,86	1172,27	29145,71	106. 836,89
BFTR1	178,38	57,08	26,83	1883,95	50543,27	185. 303,02
BFTR2	129,27	41,37	19,44	3931,52	76437,43	280.187,79
BFTR3	129,27	41,37	19,44	38,64	751,16	2753,76
BFOmD	331,87	106,20	49,91	8697,04	434100,58	1.591.297,93
Remoção total de CO_2 nas bacias						**2.696.645,29**

A remoção total anual de CO_2 nas bacias é de 2,7 milhões de toneladas (2.696.645,29 T/CO_2), sendo a maior contribuição do BFOmD.

A Figura 26 mostra, por meio das cores mais escuras, os sub-biomas que removem maior quantidade de CO_2 anualmente. As partes hachuradas correspondem às áreas urbanizadas, que, por sua vez, são locais onde os SEco foram perdidos.

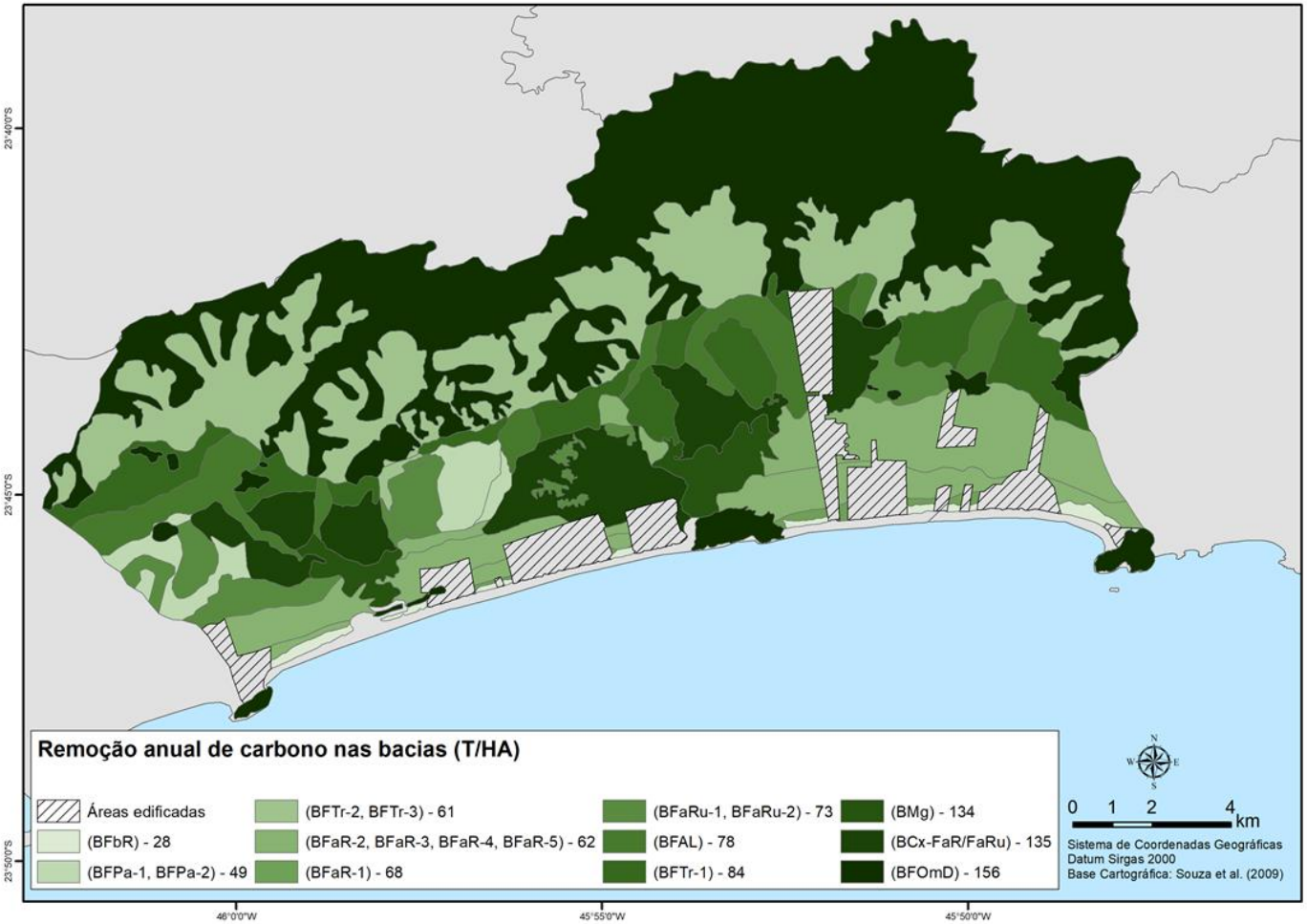

Figura 26. Remoção anual de carbono por sub-bioma ($T.HA^{-1}$).

7.1.7.3 Valoração Econômica

A valoração econômica da remoção (ou sequestro) de CO_2 foi realizada por hectare para cada sub-bioma e para a área das bacias, conforme a Tabela 21.

Os maiores valores de remoções são dados proporcionais ao incremento anual das biomassas nas fitofisionomias florestais.

Foi aplicada a taxa de desconto de 12% a.a., visando apresentar uma noção mais clara do fluxo de benefícios gerados pelos ecossistemas que integram a área de estudo ao longo do tempo, tomando-se como ponto de partida o ano de realização da pesquisa (2017).

Tabela 21. Valor econômico da remoção anual de CO_2 em toneladas nas bacias.
Fonte: elaboração própria (2017)

Sub-bioma	***Remoção anual de TCO_2 por hectare***	***Remoção anual de TCO_2 nas bacias (US$)***
BMg	1.892,82	984.644,34
BFbR	395,66	62.894,20
BFaR1	963,41	61.523,59
BFaR2	869,66	469.685,54
BFaR3	878,06	1.439.828,54
BFaR4	878,06	66.012,70
BFaR5	878,06	53.579,34
BFaRu-1	1.020,91	894.709,99
BFaRu2	1.020,91	16.926,69
BcxFar	878,06	21.828,62
BcxFaRu	1.020,91	1.888.581,46
BFPa-1	687,58	365.996,68
BFPa-2	687,58	36.455,28
BFAL	1.093,76	1.282.178,00
BFTR1	1.180,23	2.223.499,70
BFTR2	855,30	3.362.635,40
BFTR3	855,30	33.045,05
BFOmD	2.195,80	19.096.952,53
		32.360.977,64

A contribuição dos benefícios gerados pelo SEco referentes à remoção do CO2 para o período de 50 anos (2016 a 2066) é estimada em US$ 3.011.505.077,20.

7.2 Armazenamento de carbono

O armazenamento de C não é considerado um SEco, porém é considerado um recurso natural ou um ativo ambiental com valor econômico.

7.2.1 Abordagem Metodológica

A estimativa de C armazenado na Bioma Viva, reservatório 1 (R-1), já foi abordada no Capítulo 1.

7.2.2 Estimativa de estoque de carbono armazenado na Camada de Serapilheira, Matéria Orgânica Morta (R-2)

Para avaliação da estimativa do estoque de C armazenado no reservatório da Matéria Orgânica Morta (R-2), foi realizada coleta de serapilheira, composta por folhas, cascas, frutos, ramos, caules e troncos, em diferentes estados de decomposição, que inclui toda a biomassa não viva com tamanho maior que 2 mm (diferenciando-se assim da MO do solo) e também as madeiras mortas com diâmetros inferiores ou iguais 10 cm, conforme recomendado pelo Guia GPG/ LULUCF (IPCC, 2003, 2006).

As coletas foram realizadas em julho de 2016 (estação menos chuvosa) em parcelas de 10 m x 10 m, distribuídas aleatoriamente dentro dos sub-biomas. Foram colhidas quatro amostras utilizando-se um gabarito de 0,5 m x 0,5 m, feito com tubo de PVC de ¾ de polegadas (Figura 27). As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório para análise.

Figura 27. Modelo do gabarito em PVC para a coleta da matéria orgânica morta na serapilheira.

No laboratório da CETESB, o material foi secado em estufa tipo FANEM (Figura 28) com circulação mecânica de ar, em temperatura entre 65-70°C (conforme indicado no Guia GPG/ LULUCF (IPCC, 2003, 2006), por 48 horas. Posteriormente, o material foi pesado em uma balança de precisão Mattler Toledo (400-4.100 g), para pesagem da biomassa seca (Figura 29).

Para conversão do peso da matéria em C orgânico, foi utilizado o padrão 0,47 GPG/ LULUCF (IPCC, 2003, 2006).

Figura 28. Estufa tipo FANEM para secagem da matéria orgânica.

Figura 29. Balança de precisão Mattler Toledo.

Para os sub-biomas BMg e BFOmD, foram utilizados os dados do Terceiro Inventário Nacional das Emissões de GEE (BRASIL, 2016), baseado no trabalho de Twilley et al. (1986), Songfa et al. (1990), Chen et al. (2008), Ramos e Silva et al. (2007), Utrera-Lopez e Moreno-Casasola (2008), Richards et al. (2011) e Vieira et al. (2011).

7.2.3 Estimativa de estoque de carbono armazenado no solo (R-3)

O solo é o maior reservatório natural de carbono no ecossistema terrestre. A maior porção se encontra na forma de C orgânico, constituído por 1.550 Pg (1 Pg = 109 t) e 950 Pg na forma de inorgânicos (LAL, 2008). Por isso, a matéria orgânica do solo tem sido sugerida como potencial fonte e dreno de C atmosférico (OGLE et al., 2004; SEQUI, 2008).

Para o presente estudo, foram utilizados os dados de Moreira (2007) por contemplarem o maior número de informações, com análise de fertilidade de 13 tipos de classes de solo da planície costeira e baixa encosta das bacias rios Itaguaré e Guaratuba, agrupados de acordo o ambiente de origem:

- Marinha (praia) - Neossolos Quartzarênico, Espodossolos Humilúvicos, Ferrilúvicos e Ferri-Humilúvicos;
- Continental (fluvial, coluvionar) - Neossolos Flúvicos, Regolíticos, Gleissolos Háplicos, Cambissolos Flúvicos, Háplicos e Latossolos Amarelos;
- Depressões paleolagunares - Gleissolos Melânicos e Organossolos Sápricos e Fíbricos.

O Guia GPG/ LULUCF (IPCC, 2003, 2006) recomenda que as amostras de solos sejam realizadas a uma profundidade de 30 cm, onde estão as camadas com maiores teores de carbono e que são as que mais sofrem interferência antrópica.

De acordo com Moreira (2007), o intervalo entre 0 e 20 cm de profundidade é o que contém o maior teor de matéria orgânica em todas as fitofisionomias estudadas. Por este motivo, o intervalo foi utilizado no presente estudo, cujos dados são exibidos no Anexo 1a.

A estimativa de carbono armazenado no solo, conforme Veldkamp (1994), pode ser obtida pelo produto do teor C existente nos perfis dos solos na profundidade de 0-20 cm ($g.kg^{-1}$), pela densidade do solo ($g.cm^{-3}$) e pela profundidade da camada (cm), empregando-se a equação descrita a seguir.

Equação 7: Estoque de carbono no solo

$$\textbf{C armaz.} = (\textbf{C org.} \times \textbf{Ds} \times \textbf{e}) / 10$$

Sendo:

- C armaz = Teor C orgânico em determinada profundidade ($Mg.Ha^{-1}$)
- C org = Teor de C orgânico total na profundidade amostrada (g.kg-1)
- Ds = Densidade do solo da profundidade ($kg.dm^3$) ou (g/cm^3)
- e = Espessura da camada considerada (cm)
- Conversão de unidade: $kg.dm^3 = g/cm^3$

A densidade do solo varia para cada tipo de padrão de solo, e as amplitudes de variação situam-se dentro dos seguintes limites: para solos argilosos, de 0,90 a 1,25 g/cm^3 (ou $kg.dm^3$); para arenosos, de 1,25 a 1,60 g/cm^3; para húmicos, de 0,75 a 1,00 g/cm^3; e para os solos turfosos, de 0,20 a 0,50 g/cm^3.

Para o sub-bioma BFOmD, foi utilizado o dado do Terceiro Inventário Nacional das Emissões de GEE (BRASIL, 2016), baseado no trabalho de Bernoux et al. (2002).

7.2.4 Estimativa de estoque de carbono armazenado nas depressões paleoestuarinas-lagunares

As depressões paleoestuarinas-lagunares são descritas por Souza (2007,2015) como depósitos preenchidos por pelíticas arenosas sobrepostas por sedimentos orgânicos pelíticos de origem paludial. As condições anóxicas nesses ambientes favoreceram o acúmulo de material vegetal, formando espessa camada de material orgânico (> 150 cm) em diferentes estágios de decomposição (MARTINS, 2009).

Nessas depressões, estão as Florestas Paludosas (FPa) e a Floresta Alta de Restinga Úmida (FaRu).

Para a avaliação da estimativa de carbono armazenado nessas depressões, foram utilizados os dados de Moreira (2007) na profundidade de 40-60 cm, conforme Anexo 1b.

Para as áreas de depressões mais profundas, ocupadas por Florestas Paludosas, segundo Souza et al. (2009), considerou-se a profundidade de 1,50 m para cálculo do C estocado. Para as depressões mais rasas, ocupadas por FaRu, foi considerado 1 m de profundidade.

7.2.5 Valoração Econômica

A avaliação econômica é realizada no presente estudo pelo Custo Social do Carbono (CSC). O CSC está no cerne das discussões das políticas relativas ao aquecimento global, pois tem a intenção de refletir o custo que a sociedade paga, em termos financeiros, pelo aumento da concentração dos GEE na atmosfera. Corresponde ao custo global, trazido a valor presente, de lançar uma TCO_2 na atmosfera hoje, considerando o custo total dos danos que essa tonelada adicional causa ao longo de todo o período que permanecer na atmosfera. Importa ressaltar que a precificação de carbono, na prática, muitas vezes não engloba o custo social total da emissão, já que tem seus valores definidos por características de mercado, como questões de demanda e oferta e restrições impostas pelo órgão regulador (NICOLLETTI e LEFÉVRE, 2016).

Segundo os autores (op. cit.), CSC pode também pode ser traduzido como um parâmetro que representa o custo estimado dos prováveis impactos da adição de uma unidade de carbono na atmosfera, sob a forma de CO_2, ou a estimativa dos prejuízos econômicos associados com um pequeno aumento no dióxido de carbono (CO_2), convencionada em uma quantidade correspondente a uma tonelada métrica por ano. Representa o valor dos danos evitados por uma redução pequena de emissões (ou seja, o benefício de uma redução de CO_2).

O CSC é uma estimativa em termos monetários dos danos causados pelas mudanças climáticas, que incluem, entre outros fatores: alterações na produtividade agrícola; problemas com a saúde humana, relacionados a doenças respiratórias ou mesmo à exposição a eventos extremos; danos a propriedades pelo aumento do risco de inundações; aumento nos custos de energia, por exemplo pela necessidade de utilização de ar-condicionado.

A agência ambiental norte-americana, denominada United States Environmental Protection (EPA), e outras agências federais usam o CSC para estimar os benefícios climáticos de regulação.

O 5° Relatório do IPCC, publicado em 2014, avaliou que os modelos utilizados para desenvolver as estimativas do CSC não incluem todos os importantes impactos físicos, ecológicos e econômicos das alterações climáticas reconhecidos na literatura disponível sobre o assunto, devido à falta de informações precisas sobre a natureza dos danos. No entanto, conclui que é uma medida útil para avaliar os benefícios da redução de CO_2.

7.2.5.1. Custo Social do Carbono no mercado internacional

O relatório elaborado por uma empresa multinacional (CDP, 2015) analisou o CSC de 435 companhias do mundo corporativo, dividindo-as por setores da economia. O setor de consumo gerais é o que atinge o maior preço, chegando a TCO_2 em US$ 357, seguido dos setores energético e indústria (US$ 150). Na Tabela 22 são apresentados os preços de cada setor empresarial.

Tabela 22. Variação de preço do carbono no mercado internacional por setor do mundo corporativo. Fonte: adaptado de CDP (2015) pela autora

Setor	***Empresa***	***US$ por TCO_2***
Consumo gerais	NGK Spark Plug Co., Ltd.	357,37
	General Motors Company	5,00
Consumo de alimentos	J. Sainsbury Plc	25,09
	Jerónimo Martins SGPS SA	5,61
Energia	Enbridge Inc.	150,66
	S-Oil Corp	4,22
Financeiro	Gecina	35,92
	Itaú Unibanco Holding S.A.	3,19
Saúde	Spire Healthcare	25,09
	Mediclinic International	8,93
Indústria	Stanley Black & Decker, Inc.	150,00
	Hong Kong Aircraft Engineering	3,19
Tecnologia e Informação	Google Inc.	14,4
	Microsoft Corporation	4,40

Observação: Preços cotado em 2 de setembro de 2015.

Algumas empresas nacionais ou com aporte de capital nacional estão internalizando o CSC em suas contabilidades, como é o caso da Vale do Rio Doce (US$ 50 por TCO_2) e da Braskem S/A (US$ 37 por TCO_2) (CDP, 2015).

Autores como Tol (2005) ou Stern et al. (2007) analisaram diferentes estimativas para o CSC existentes na literatura. Tol (2005) obteve estimativas de US$ 43,00/TCO_2; Stern et al. (2007) obtiveram a estimativa de US$ 32,00/TCO_2; e o governo dos Estados Unidos da América, US$ 39,00/ TCO_2 (IWGSCC, 2013).

O valor monetário adotado neste estudo foi de US$ 38 por tonelada métrica de CO_2 armazenado, mesmo índice utilizado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) e valor muito próximo da agência ambiental norte-americana.

7.2.6 Resultados e Discussão

7.2.6.1 Estimativa de Carbono armazenado na serapilheira

Os locais da coleta da serapilheira para os diferente sub-biomas encontram-se descritos na Tabela 23.

Tabela 23. Locais de coleta de serapilheiras dos sub-biomas da planície costeira e baixa média encosta das bacias hidrográficas dos rios Itaguaré e Guaratuba. Fonte: elaboração própria (2017)

UTM E	***UTM N***	***Vegetação***	***UQ***	***Local***	***Amostra***
410930	7372539	FaR	LHTB	Boraceia - Trilha Rio Turvo	A
410922	7372539	FAR	LHTB	Boraceia -Trilha Rio Turvo	B
410922	7372534	FAR	LHTB	Boraceia -Trilha Rio Turvo	C
410922	7372539	FAR	LHTB	Boraceia -Trilha Rio Turvo	D
405410	7374073	FAR	LPTB	Madalena	A
405516	7372193	FAR	LPTB	Madalena	B
405523	7374179	FAR	LPTB	Madalena	C
405532	7372178	FAR	LPTB	Madalena	D
405635	7374121	FAR	LPTA	Madalena	A
405150	7374111	FAR	LPTA	Madalena	B
405651	7374121	FAR	LPTA	Madalena	C
405637	7374118	FAR	LPTA	Madalena	D
410944	7372421	FBR	LHTB	Boracéia- Trilha do Rio Turvo	A
410946	7372411	FbR	LHTB	Boracéia- Trilha do Rio Turvo	B
410954	7372397	FBR	LHTB	Boracéia -Trilha do Rio Turvo	C
410963	7372419	FBR	LHTB	Boracéia- trilha do Rio Turvo	D
405021	7375578	FTr	LMP	Madalena	A
405033	7375277	FTR	LMP	Madalena	B
405038	7375297	FTR	LMP	Madalena	C
405021	7375288	FTR	LMP	Madalena	D
404880	7375569	FTR	LCR	Madalena	A
404887	7375587	FTR	LCR	Madalena	B
404876	7375583	FTR	LCR	Madalena	C
404882	7375325	FTR	LCR	Madalena	D
UTM E	***UTM N***	***Vegetação***	***UQ***	***Local***	***Amostra***

405415	7374072	FaR/FaRu	CxLPTa	Madalena	A
405418	7374075	FAR/FARU	CxLPTA	Madalena	D
405412	7374085	FAR/FARU	CX LPTa	Madalena	B
405421	7374080	FAR/FaRu	CX LPTa	Madalena	C
404846	7375325	FAL	LPF	Madalena	A
404854	7375322	FAL	LPF	Madalena	B
404854	7375318	FAL	LPF	Madalena	C
404855	7375573	FAL	LPF	Madalena	D
410943	7375667	FAL	LPF	Morada da Praia	A
410943	7375607	FAL	LPF	Morada	B
410943	7375607	FAL	LPF	Morada	C
410943	7375607	FAL	LPF	Morada	D
402736	7373282	FaRu	LCD	Petrobras	A
402742	7373295	FARU	LCD	Petrobras	B
402755	7373288	FARU	LCD	Petrobras	C
402279	7373279	FARU	LCD	Petrobras	D
402796	7373323	FPa	LCD	Petrobras	A
402780	7373331	FPA	LCD	Petrobras	B
402801	7373325	FPA	LCD	Petrobras	C
402790	7373324	FPA	LCD	Petrobras	D

Os resultados da quantidade de C na Matéria Orgânica Morta (R-2) presentes nas serapilheiras se encontram na Tabela 24.

Os resultados encontrados ficaram entre 0,33 a 2,00 TC. Ha^{-1} para as camadas de serapilheiras existentes nos Manguezais, na Floresta Aluvial (FAL) e na Floresta de Transição Restinga-Encosta (FTR1). A FAL possui sub-bosque aberto, com a maioria das plantas herbáceas, o que justifica o menor volume de matéria seca. A FTR1 está situada na baixa-encosta e a menor quantidade de C em relação a outras florestas de mesma tipificação (FTR2 e FTR3) pode estar relacionada com o grau de antropização da área, merecendo, porém, estudos mais aprofundados.

Entre 2,00 e 3,00 TC. Ha^{-1} nas camadas de serapilheira é a quantidade de C encontrada na maioria dos sub-biomas estudados, desde as Florestas Altas de Restinga até as mais interiorizadas, com destaque para as Florestas Paludosas, que apresentam quase 3,00 Ha^{-1}.

Tabela 24. Estimativa da quantidade de C armazenado nos sub-biomas em TC.Ha^{-1} .Fonte: elaboração própria (2017)

Sub-bioma	***TMs.Ha^{-1}***	***TC.Ha^{-1} (TMs x 0,47)***
BMg	0,70	0,33
BFbR	5,00	2,35
BFaR1	5,60	2,63
BFaR2	5,60	2,63
BFaR3	5,36	2,52
BFaR4	4,60	2,16
BFaR5	5,00	2,35
BFaRu-1	5,06	2,38
BFaRu2	5,06	2,38
BcxFar	5,06	2,38
BcxFaRu	5,34	2,51
BFPa-1	6,21	2,92
BFPa-2	6,21	2,92
BFAL	2,94	1,38
BFTr1	4,09	1,92
BFTr2	8,32	3,91
BFTr3	8,32	3,91
BFOmD	5,62	2,64

Valores maiores que 3,00 TC. Ha^{-1} foram encontrados nos pisos florestais das Florestas de Transição Restinga Encosta (FTR 2 e 3), resultados estes superior es áqueles das Florestas Ombrófilas Densas, conforme verificado por Vieira et al. (2011).

7.2.6.2 Estimativa de Carbono armazenado no solo - Reservatório 3

Os resultados do C armazenado no solo encontram-se na Tabela 25.

Tabela 25. Estimativa de carbono (C) armazenado no solo em tonelada por hectare ($TC.Ha^{-1}$).
Fonte: adaptado de Moreira (2007)

Sub-bioma	***Solo (0,0-20 cm) TC.Ha***
BMg	57,20
BFbR	57,20
BFaR1	266,70
2	230,00
BFaR3	85,80
BFaR4	85,80
BFaR5	200,20
BFaRu-1	260,00
BFaRu2	200,20
BcxFar	200,20
BcxFaRu	260,00
BFPa-1	200,00
BFPa-2	200,00
BFAL	225,00
BFTr1	183,33
BFTr2	209,00
BFTr3	200,20
BFOmD	52,30

Os resultados mostram que as áreas úmidas ou as florestas mais antigas (FAR e FTR) possuem a maior quantidade de C armazenado. Os valores encontrados para áreas de planícies costeiras e baixa-média são superiores áqueles das áreas de encosta (FOmD), conforme registrado por Bernoux et al. (2002).

7.2.6.3 Estimativa de carbono armazenado nas depressões paleolagunares-estuarinas - Reservatório 3

Os resultados da estimativa do carbono armazenado nas depressões paleolagunares-estuarinas encontram-se na Tabela 26.

Tabela 26. Estimativa de carbono (C) armazenado nas depressões paleolagunares-estuarinas em tonelada por hectare ($TC.Ha^{-1}$). Fonte: elaboração própria (2017)

Sub-bioma	***Solo (40-60 cm) TC.Ha***
BFaRu-1	820,00
BcxFaRu	1.620,00
BFPa1	1.300,00
BFPa2	1.300,00

De acordo com Souza (2015), durante o último máximo transgressão do NRM, há cerca de 5.600 anos A.P., essas depressões estavam inundadas e formavam ambientes lagunares e estuarinos. Com a descida do NRM, elas foram sendo colmatadas por depósitos continentais associados a ambientes lacustres e finalmente paludiais, nos quais o lençol freático aflora ou é subaflorante e guarda ainda a geomorfologia da depressão topográfica. Por este motivo, há um pacote de matéria orgânica em decomposição que pode chegar até dois metros de espessura.

7.2.6.4 Quantidade de carbono total armazenado nos reservatórios

A quantidade total de C armazenado bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba correspondente à somatória dos Reservatórios 1, 2 e 3, conforme representado na Tabela 27.

Tabela 27. Estimativa de C armazenado nas bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba.
Fonte: elaboração própria (2017)

Sub-bioma	***C total nos sub-biomas (TC.Ha^{-1}) = (R1+R2+R3)***	***Área total (AT) dos sub-biomas nas bacias (Ha)***	***Total de C armazenado nas duas bacias (em toneladas) (= Ct x At)***
BMg	191,99	520,20	99.871,43
BFbR	87,66	1.58,96	13.933,80
BFaR1	337,77	63,86	21.569,91
BFaR2	294,41	540,08	159.004,30
BFaR3	150,69	1.639,78	247.103,20
BFaR4	150,34	75,18	11.302,24
BFaR5	264,92	61,02	16.165,64
BFaRu-1	1.154,90	876,38	1.012.136,06
BFaRu2	275,10	16,58	4.561,14
BcxFaru	1.884,95	24,86	46859,90
BcxFaR	335,03	1849,90	619773,48
BFPa-1	1.551,76	532,30	826.002,43
BFPa-2	1.551,76	53,02	82.274,37
BFAL	304,08	1.172,27	356.460,93
BFTr1	269,09	1.883,95	506.953,80
BFTR2	273,67	3931,52	1075928,46
BFTR3	264,87	38,64	10233,29
BFOmD	230,05	8.697,04	2.000.754,05
		2.1615,34	**7.110.888,46**

Os resultados mostram as seguintes quantidades de C armazenadas, em toneladas por hectares nos sub-biomas:

a) Inferior a 100: no BFbR, onde encontram-se as formações florestais mais recentes, sobre os Neossolos. A Floresta Baixa de Restinga apresenta árvores com média diamétrica menor que as demais e os Neossolos possuem baixos teores de matéria orgânica;

b) Entre 150 e 350 estão a maioria dos sub-biomas;

c) Superior a 1.000: BFaRu-1, BcxFaRu, BFPa (1 e 2), que são as florestas que se encontram sobre as depressões paleolagunares-estuarinas, com grande quantidade de matéria orgânica em decomposição estocada, podendo chegar a até dois metros de espessura.

De acordo com os resultados na área florestada das bacias (21.615,34 ha), existem sete milhões de toneladas de carbono armazenadas. Este é um SEco de relevância e que beneficia a população global por meio da regularização do clima global, com a minimização dos efeitos GEE. É um estoque de carbono que deixa de ser lançado na natureza, uma vez que se encontra protegido por diversos diplomas legais, desde UC de proteção integral até Terras Indígenas.

A Figura 30 mostra a representação espacial do estoque de carbono armazenado nos diferentes sub-biomas.

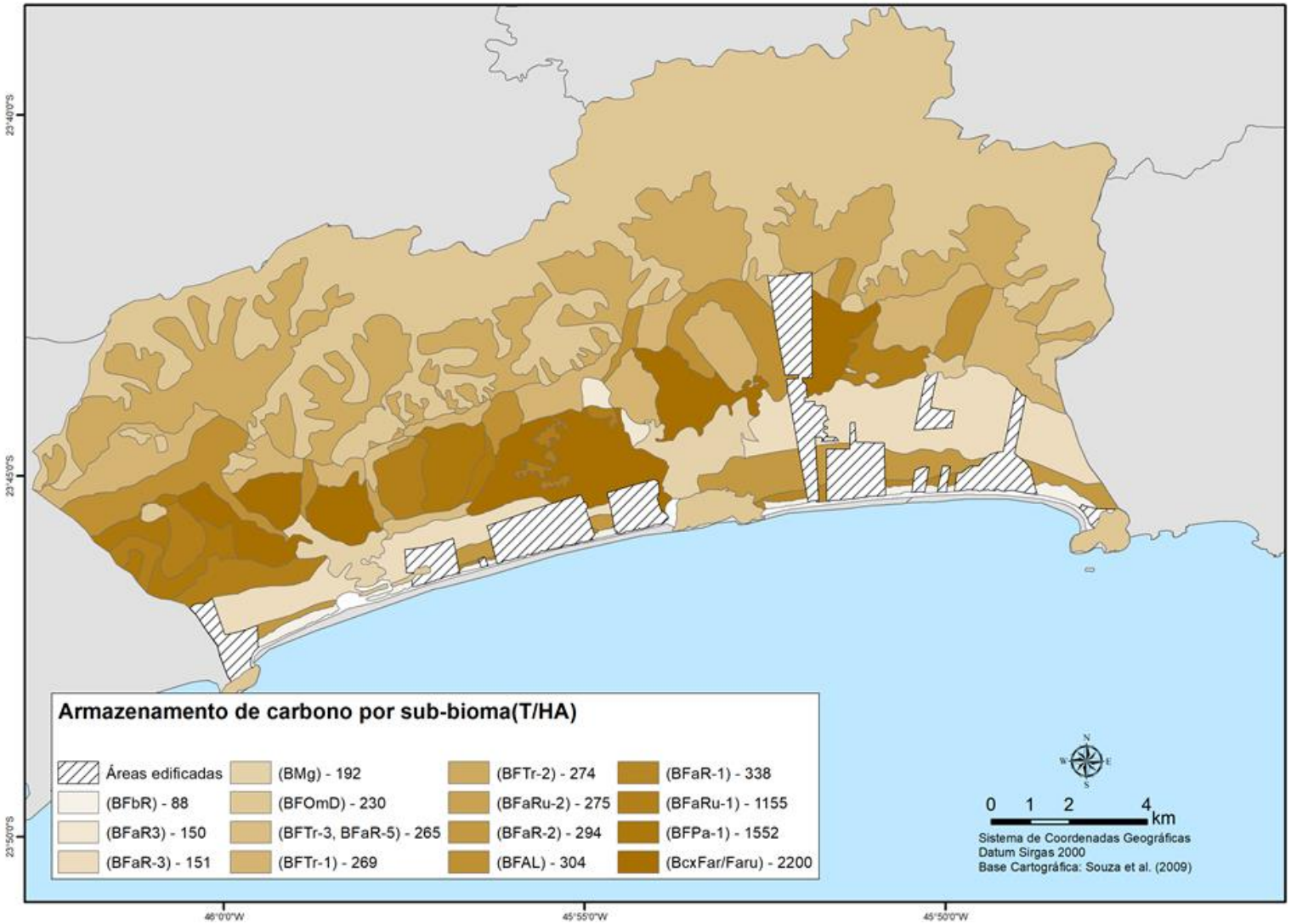

Figura 30. Armazenamento de carbono por sub-bioma ($T.Ha^{-1}$).

7.2.6.5 Valoração Econômica

Na Tabela 28 são apresentados os resultados da valoração econômica do SEco referentes ao armazenamento de C, avaliado pelo custo social social do carbono. Este é um resultado bastante interessante, pois demostra, em unidades monetárias, o CSC dos diferentes sub-biomas, podendo ser dividido em três grupos de valores, conforme resultados a seguir.

- Grupo 1 - Até 13 mil dólares por hectare: BFbR
- Grupo 2 - Entre 20 e 50 mil dólares por hectare: BMg, BFaR (1 ,2, 3, 4, 5), BfaRu2, BcxFaR, BFal, BFTr (1, 2, 3) e BFOmD
- Grupo 3 - Entre 160 e 263 mil dólares por hectare: BFaRu 1 (menor valor), BPa (1 e 2), BcxFaru

Os maiores valores do Grupo 2 estão relacionados com o volume da biomassa acima e abaixo do solo, bem como com a quantidade de carbono no solo. O Grupo 2 relaciona-se com as depressões paleolagulares-lacustres-estuarinas.

Tabela 28. Valoração econômica do armazenamento de C nas bacias.
Fonte: elaboração própria (2017)

Sub-bioma	***TCO_2 US$/Ha nos sub-biomas***	***TCO_2 US$/nas áreas da bacia***
BMg	26.701,97	13.890.118,48
BFbR	12.191,75	1.937.912,90
BFaR1	46.977,05	2.999.943,08
BFaR2	40.946,54	22.114.318,04
BFaR3	20.957,97	34.367.113,06
BFaR4	20.909,29	1.571.915,54
BFaR5	36.845,07	2248.317,21
BFaRu-1	160.623,49	140.767.883,22
BFaRu2	38.260,91	634363,35
BcxFaru	262.158,85	6517.274,89
BcxFaR	46.595,97	861.98095,60
BFPa-1	215.818,78	114.880.417,96
BFPa-2	215.818,78	11.442.719,38
BFAL	42.291,45	49.576.586,14
BFTr1	37.425,04	70.507.134,50
BFTr2	38.062,02	149.640.130,22
BFTr3	36.838,12	1.423.245,97
BFOmD	31.995,35	13.890.118,48
		278.264.873,27

7.3 Regulação do Clima Local – Poluição atmosférica

7.3.1 Introdução

As emissões atmosféricas que contaminam o ar podem ser provenientes de fontes fixas (indústrias) e móveis (veículos automotores). A expansão urbana e a substituição da floresta por solo compactado, edificações, ruas e estradas alteram o nível de insolação, e as condições das correntes de vento podem gerar um impacto aéreo regional, com o transporte de

materiais particulados e gases oriundos de fontes poluidoras de regiões industrializadas, afetando negativamente a saúde humana.

De acordo com Lima (1980), o processo de retenção de particulados, ou seja, da filtragem desempenhada por um cinturão florestal sobre o ar poluído, consiste de duas etapas que se somam: primeiro, a filtragem ativa, pela qual os sedimentos são depositados e adsorvidos às superfícies foliares; segundo, a floresta evita a removimentação pelo vento dos particulados já depositados. Ainda, segundo o autor, estudos de Bernatzky (1978) mostram que uma floresta pode reter particulados em uma quantidade correspondente a até várias vezes o seu próprio peso.

Na França, estudos realizados por Doyen (1976) *apud* Lima (1980), através da análise de SO_2 em folhas de uma floresta de *Quercus sp* e de *Fagus sylvatica* situada nas proximidades de um complexo industrial, verificaram significativa absorção de SO_2 pelas copas das árvores. Na Rússia, estudo de fatores relacionados com a poluição de SO_2, NO_2 e CO em 93 cidades, usando 19 variáveis independentes e 6 dependentes, chegou à conclusão de que o fator mais significativo na redução da concentração máxima de SO_2 e NO_2 no ar foi em função da porcentagem de cobertura florestal da área ao redor das cidades (SMIRNOV, 1975 *apud* LIMA, 1980).

Desde 1972, a CETESB realiza o monitoramento da qualidade do ar, com a avaliação das concentrações de poluentes no Estado de São Paulo, em cumprimento à Resolução CONAMA nº 3 de 28/06/1990.

Nesse instrumento legal, é descrito como poluente atmosférico “toda e qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos em legislação, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade” (BRASIL, 1990).

Em municípios vizinhos da área de estudo existem quatro estações de monitoramento automáticas, localizadas na mesma região, em Cubatão (Vale do Mogi e Vila Parisi) e em

Santos (Centro e Ponta da Praia), monitorando os parâmetros: MP 2,5 (partículas inaláveis) MP 10 (partículas inaláveis); SO_2 (dióxido de enxofre); NO (monóxido de nitrogênio); NO_2 (dióxido de nitrogênio); NOx (óxido de nitrogênio); e O_3 (ozônio). Também existe uma rede manual de monitoramento para Cubatão, na Vila Parisi, para PTS (partículas totais em suspensão).

São monitorados diariamente, por meio de estações automatizadas: SO_2; material particulado inalável (MP_{10}); ozônio (O_3); óxidos de nitrogênio (NO, NO^2 e NO_x); monóxido de carbono (CO); hidrocarbonetos não-metânicos (NMHC); e outros parâmetros meteorológicos, como direção e velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar.

A vegetação nativa funciona como uma barreira física, formando um obstáculo às correntes de vento e, consequentemente, aos poluentes, desempenhando também um papel importante na absorção de contaminantes do ar. É capaz de reter os materiais particulados e absorver os poluentes gasosos, como o dióxido de enxofre (SO_2) proveniente da queima de combustíveis fósseis e da refinação de petróleo, gerados nesses polos industriais.

Estudos de valoração econômica da poluição atmosférica, em função da existência de árvores ou bosques urbanos, vêm sendo realizado por diversos autores (MITCHELL e CARSON, 1989; NOWAK et al., 2006; LOURENÇO et al., 2009; TOLFFO, 2015).

Lourenço et al. (2009) conduziram estudos na cidade de São Paulo sobre quanto o cidadão estaria disposto a contribuir para a melhoria da qualidade do ar e a diminuição dos impactos negativos ocasionados pela poluição do ar. Os resultados mostraram que os cidadãos estariam dispostos a pagar uma média de US$ 13,69 por indivíduo.

7.3.2 Abordagem Metodológica

Para este estudo, utilizou-se o mesmo parâmetro de avaliação de Lourenço et al. (2009).

Foram considerados como beneficiários os moradores e veranistas dos quatro principais loteamentos da região em questão – Condomínio Guaratuba, Loteamento Costa do Sol, Loteamento Morada da Praia e Boraceia.

O número de pessoas foi estimado em função da população abastecida pelos sistemas de captação de água e, na falta destes dados, pelo número de casas existente no loteamento.

Estimou-se a população abastecida (demanda estimada) pelos sistemas produtores de água dos loteamentos Costa do Sol, Morada da Praia e Balneário Mogiano, por meio de informações repassadas por B Barbanti, Diretor de Operações de Meio Ambiente da Prefeitura de Bertioga.

Para a população moradora do Residencial Ponta de Guaratuba e Morada da Praia, foram utilizados os dados referentes ao número de casas construídas atualmente, que, no total, são 420 e 2.200, respectivamente. Assumindo-se a quantidade de cinco moradores por residência, a população foi estimada em 2.100 indivíduos. Os dados sobre o número de casas existentes foram fornecidos verbalmente pela Associação Amigos de Guaratuba.

7.3.3 Resultados e Discussão

Na Tabela 29 são apresentados os resultados dos estudos da população beneficiada pelo SEco devido à regularização do clima local e minimização dos efeitos de poluição atmosférica pelo fato das bacias se manterem preservadas e recobertas com vegetação nativa.

Tabela 29. Número de indivíduos que residem ou usufruem com frequência dos loteamentos inseridos nas bacias do Itaguaré e Guaratuba. Fonte: elaboração própria (2017)

Loteamentos	***N° de indivíduos***
Costa do Sol	1.067
Residencial Ponta do Guaratuba	2.100
Morada da Praia	8.400
Balneário Mogiano	3.548
	15.115

O número total de beneficiários foi estimado em 15.115 pessoas. Considerando o valor por indivíduo como sendo US$ 13,69, então o valor estimado do SEco totaliza US$ 206.924,40. É importante ressaltar que existem muitos lotes ainda vazios em todos os loteamentos e que, caso sejam ocupados, a população beneficiária poderá quadruplicar.

7.4 Regulação do Clima Local: Temperatura Local

7.4.1 Introdução

Estudos realizados por Klaus Scott et al. (1999) mostraram que a temperatura das cidades é influenciada pela quantidade de árvores, sendo que a sombra das árvores pode reduzir a temperatura do asfalto em até 2°C, e do interior dos carros em até 8°C. Os autores concluíram que uma árvore grande e saudável possui o mesmo efeito de dez aparelhos de ar-condicionado funcionando 20 horas por dia.

Segundo Lamberts et al. (1997), condições climáticas urbanas inadequadas significam perda de qualidade de vida para uma parte da população, enquanto, para outra, conduzem ao aporte de energia para o condicionamento térmico das edificações.

A influência positiva da vegetação nativa no conforto térmico para as pessoas que vivem em bairros arborizados abrange, entre outros benefícios, a amenização da temperatura, a manutenção da umidade do ar e a redução do consumo energético (SILVA et al., 2011).

Campos et al. (2009) estudaram as consequências da urbanização em microclimas de ecossistemas costeiros de planície arenosa costeira em dois ambientes – um em locais com processo de ocupação intensa e outro em que as propriedades estão mais conservadas –, revelando que as áreas com vegetação e as alagadas (manguezais) influenciam diretamente no controle microclimático. Os autores concluem que os ecossistemas buscam o equilíbrio térmico, exercendo controle climático, retendo o calor nos períodos frios e liberando-o nos mais quentes.

Pereira e Souza (2010) compararam as diferenças de temperatura e umidade relativa em áreas com florestas e sem florestas (Loteamento Morada da Praia), na bacia do Rio Guaratuba, em um período de dois anos. O estudo foi feito em dois segmentos, entre a praia e a Serra do Mar, englobando os diferentes sub-biomas da planície costeira. Os resultados mostraram que, em alguns meses, a média mensal de temperatura chegou a atingir 5°C de diferença quando comparadas as áreas florestadas e a caracteristicamente urbana.

7.4.2 Abordagem Metodológica

Para a valoração econômica desse SEco, utilizou-se o método do custo de controle, ou seja, a necessidade de uso de ar-condicionado para a estabilização da temperatura, fornecendo conforto térmico para o bem-estar humano. Foram avaliados os gastos com energia elétrica na utilização de aparelhos de ar-condicionado que substituíram o papel das árvores das florestas que foram cortadas e que desempenhavam esta função.

Os estudos foram realizados apenas para o Loteamento Morada da Praia, local do estudo de Pereira e Souza (2010), loteamento que sofreu corte raso da vegetação nativa e que atravessa vários sub-biomas entre a praia e a Serra do Mar.

De acordo com dados do estudo de Martins (2007), o Loteamento Morada da Praia foi implantado em 1981, com aproximadamente 120 ha, contando com menos de 10% de áreas verdes. Com 75% da área implantada em 2007, seis quilômetros de extensão e 60 quilômetros de ruas abertas, possuía 2.200 unidades habitacionais, sendo unifamiliares, com estimativa de população fixa de 1.000 indivíduos e de população sazonal entre 34 a 40 mil indivíduos. A classe social é representada por população de classe média.

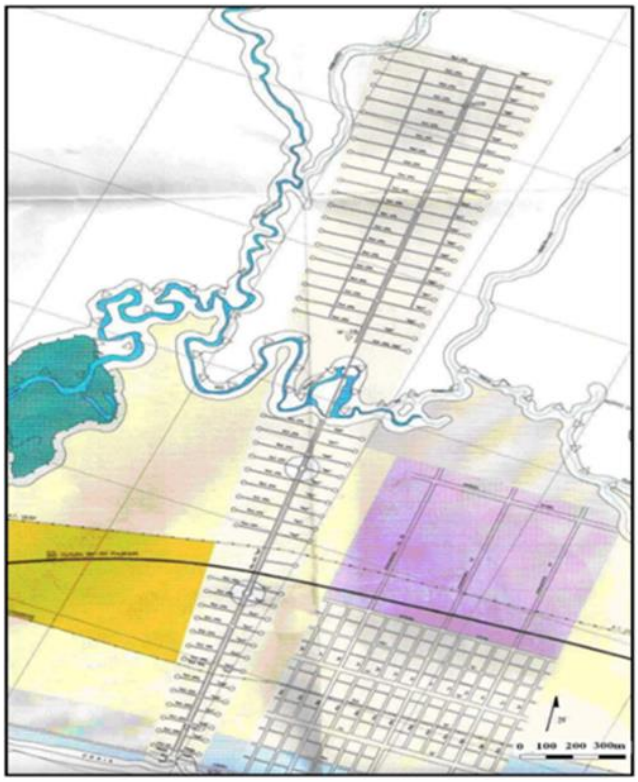

Figura 31. Planta do Loteamento Morada da Praia extraída da carta de uso do solo Bertioga – 1988.
Fonte: Martins (2007)

Foram calculados o número de residências existentes, considerando dois aparelhos por casa, e o número de dias que as pessoas utilizam os aparelhos, levando em conta: a) muitos dos proprietários não são residentes, ficando as casas desocupadas parte do tempo; b) os aparelhos são ligados em épocas e eventos de alta temperatura (verão, feriados e fins de semana).

Foram calculados os gastos de energia de cada aparelho, sendo convencionados aparelhos do tipo Split, com capacidade menor ou igual a 10.000 BTU, correspondente a 600 watts (0,6 kW/h).

O preço da energia foi cotado no site da ELEKTRO[2], que é a concessionária de energia elétrica de Bertioga, a R$ 0,47 por kWh. Para os cálculos, foi utilizada a equação a seguir.

[2] http://simulador.elektro.com.br/index/simulacao

Equação 8:

Potência do Equipamento (w) = N° de horas utilizadas (h) X N° de dias / 1000

Também entraram nos cálculos os valores com aquisição e instalação de cada aparelho, correspondentes a R$ 2.000,00, e manutenção, ao custo de R$ 200,00 por ano, sendo considerada uma vida útil de dez anos.

7.4.3 Resultados e Discussão

A valoração econômica teve como base a estimativa de gastos com o uso de ares-condicionados, estimando o dispêndio com energia elétrica e custo dos equipamentos.

O número de aparelhos foi calculado pelo número de casas multiplicado por dois e horas por dia. O consumo de cada aparelho foi padronizado para aparelhos tipos SPLIT de 10.000 BTU ou menos. Foi também calculado o preço de cada equipamento e manutenção, considerando uma vida útil de dez anos.

Na Tabela 30 são mostrados os resultados dos gastos de energia elétrica com o uso dos aparelhos de ar-condicionado.

Tabela 30. Estimativa de gastos com energia elétrica. Fonte: elaboração própria (2017)

Dados	***Quantidade***	***Observação***
N° de casas	2.200	2 aparelhos por casa
N° de aparelhos de ar-condicionado	4.400	

N° de dias com aparelhos ligados no ano	120	O número de feriados nacionais e pontos facultativos foi calculado conforme disposto na Portaria 369/2016 do Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão (BRASIL, 2016). Para o ano de 2107, serão 14 datas comemorativas, totalizando aproximadamente 40 dias. - Finais de semanas normais e férias de julho: descontando os feriados, são 38 finais de semanas (76 dias) e 15 dias de férias de julho, totalizando 90 dias - Total de feriados e finais de semanas: 4 meses - Tempo de funcionamento dos aparelhos: 8 horas por dia, 30 dias durante 3 meses no verão. Acrescentou-se mais 1 mês (contabilizando 25% dos feriados e finais de semana) - Total contabilizando os dias de feriados e pontos facultativos, as férias de julho e os finais de semana: 4 meses
Consumo de energia em kWh/mês	600 Watts (0,6 kW/h)	
Preço da energia em reais de kW/h cobrado pela ELEKTRO, concessionária de Bertioga	R$ 0,47/kW	(Fonte: simulador.elektro.com.br/index/simulação)
Consumo por aparelho/mês	144 kWh/mês	
Consumo por aparelho/mês	144 kWh/mês	
4.400 aparelhos funcionando durante 4 meses	R$ 2.382.336,00 ou US$ 730.979,78	

Além disso, existem os custos fixos dos aparelhos, cujos dados encontram-se na Tabela 31.

Tabela 31. Custo fixo dos aparelhos de ar-condicionado. Fonte: elaboração própria (2017)

Dados	***Quantidade***	***Observação***
Valor do aparelho	R$ 2.000,00	Aquisição e instalação do aparelho
Valor de manutenção	R$ 200,00 ao ano	
Valor total do investimento em 10 anos	R$ 17.600.000,00	Vida útil 10 anos (considerando que no litoral a depreciação é maior devido a maresia e da umidade relativa do ar)
Valor anual (taxa de 6%)	R$ 1.900.900,00 ou US$ 583.259,23	

Dessa forma, infere-se que o valor do SEco de Regulação do Clima – temperatura local para o loteamento Morada da Praia, pelo método do Custo de Controle, é de US$ 1.314.239,01 ao ano, que é a somatória dos valores relativos a gás, energia e custos fixos.

O presente estudo estimou apenas o SEco de regulação microclimática para o Loteamento Morada da Praia; entretanto, tem potencial para ser aplicado a outros loteamentos, podendo inclusive ter a base de dados ampliada, considerando a variação de temperatura nos diferentes sub-biomas, de acordo com os estudos de Pereira e Souza (2010).

A Associação Florestal Americana[3] calculou que cada árvore resulta em um benefício econômico de US$ 103 dólares por ano em ar fresco (aparelhos de ar-condicionado).

Neste estudo, podemos avaliar que cada árvore resultaria em um benefício econômico de US$ 288,87, e seria necessário o plantio de, no mínimo, 4.400 árvores em locais estratégicos, no interior dos lotes urbanos.

[3] http://www.state.nj.us/dep/seeds/docs/bot.pdf

7.5. Proteção da Linha de Costa Oceânica

7.5.1 Introdução

As praias são depósitos de material consolidado formados na interface entre a terra e o mar, que são retrabalhados por ação de ventos, ondas, correntes, marés e outros fatores naturais ou antrópicos (SOUZA et al., 2005).

Dentre todos os ecossistemas costeiros, as praias oceânicas são as mais dinâmicas e sensíveis, pois resultam da interação entre diversos processos marinhos e continentais, que atuam em ampla variação de escala temporal - entre curtas flutuações (diárias, semanais e mensais) até as de longo período - que pode ocorrer em até milhares de anos (SOUZA, 2009 e 2012).

O sistema praial tem como limite interno a vegetação nativa, como, por exemplo, o escrube, ou mesmo qualquer alteração fisiográfica brusca (falésias e dunas), ou ainda estruturas construídas pelo homem (calçadas e muros) (SOUZA, 2005). Os principais processos sedimentares do sistema são a erosão, a deposição e o transporte de sedimentos.

A estabilidade do sistema praial é medida pelo seu balanço sedimentar, que é a relação entre perdas/saídas e ganhos/entradas de sedimentos na praia (SOUZA, 2009). Estas trocas podem ocorrer entre a praia e o continente, a praia e a plataforma continental e ao longo da própria praia.

A erosão se torna problemática quando passa a ser um processo severo e permanente ao longo de toda a extensão da praia ou mesmo em trechos dela, ameaçando áreas de interesse ecológico e socioeconômico, e, nestas condições, passa a ser denominada erosão praial, quando se refere somente às praias, ou erosão costeira, quando, além das praias, também atinge toda a linha de costa, incluindo promontórios, costões rochosos, falésias e depósitos sedimentares antigos, bem como estruturas construídas pelo homem (SOUZA et al., 2005). O fenômeno deve merecer atenção, pois indica que a costa está com balanço sedimentar negativo e, portanto, em risco.

Uma das causas que influenciam negativamente o balanço sedimentar é a conversão de terrenos naturais da planície costeira em áreas urbanas, provocando impermeabilização do solo e mudanças no padrão de drenagem costeira (perda de fontes de sedimentos) (SOUZA e SUGUIO, 1996; SOUZA, 2007).

A erosão costeira pode trazer uma série de consequências a uma praia, destacando-se: redução na largura da praia e ou recuo da linha de costa; desaparecimento da zona de pós-praia e até da própria praia; diminuição da balneabilidade das águas costeiras; prejuízos nas atividades socioeconômicas ligadas ao turismo e ao lazer na praia; comprometimento do potencial turístico da região; perda de propriedades e bens ao longo da linha de costa; destruição de estruturas artificiais paralelas e transversais à linha de costa; problemas e até colapso dos sistemas de esgotamento sanitário (obras enterradas e emissários submarinos); perda de recursos pesqueiros; perda do valor paisagístico da praia e ou da região costeira; perda do valor imobiliário de habitações costeiras; artificialização da linha de costa (obras de "proteção" costeira) – resultando em gastos astronômicos com a recuperação de praias e a reconstrução da orla marítima (SOUZA, 2009, 2012).

Souza (1997) foi pioneira nos estudos sobre erosão costeira nas praias de São Paulo, bem como na identificação, sistematização e monitoramento de indicadores de erosão nestas praias, as quais monitora desde 1992. Em 2002, a autora publicou um Mapa de Risco à Erosão Costeira para São Paulo, o qual é atualizado a cada cinco anos (SOUZA, 2012). De acordo com a última atualização, as praias de Itaguaré e Guaratuba são classificadas como em risco muito alto e alto de erosão, respectivamente.

Embora a Praia do Itaguaré seja praticamente desabitada (Figura 32), o risco está na destruição de importantes sub-biomas, como BPEs e BFbR. Já a Praia do Guaratuba apresenta várias estruturas urbanas e residenciais próximas à praia (Figura 33), portanto, bastante vulneráveis a algum tipo de dano, em especial durante as ressacas e marés muito elevadas.

Figura 32. Praia do Itaguaré (14/01/2017). Foto: Celia R. de Gouveia Souza

Figura 33. Praia do Guaratuba. Foto: Celia R. de Gouveia Souza

7.5.2 Abordagem metodológica

Para avaliar a contribuição dos ambientes da planície costeira para o balanço sedimentar das praias de estudo, optou-se pela análise da taxa de aporte de sedimentos da planície costeira para a linha de costa oceânica. Os ambientes sedimentares de planície costeira que contribuem mais efetivamente com o aporte de sedimentos para alimentar as praias arenosas são aqueles mais próximos à linha de costa, em especial na fase de elevação do nível relativo do mar, como na atualidade (SOUZA, 2015).

As planícies de maré onde se estabelecem os manguezais dos rios Itaguaré e Guaratuba são, por si só, são armadilhas de sedimentos arenosos provenientes da planície costeira – dos terraços marinhos pleistocênicos e dos depósitos fluviais – e trazidos pelos rios durante as baixa-mares, em especial nas épocas das chuvas intensas, bem como de sedimentos marinhos – principalmente praiais – que adentram o estuário durante as preamares, especialmente em eventos de ressacas e marés meteorológicas positivas. Segundo Souza Jr. (2006), a fração areia dos manguezais da área de estudo é constituída por areias finas e muito finas, sendo que, no manguezal do Guaratuba, a fração areia fina é superior a 70% de todos os constituintes modais, enquanto no Itaguaré é inferior a 25%.

Os demais sub-biomas adjacentes às desembocaduras desses rios compreendem ambientes antigos de sedimentação marinha-praial, que são erodidos pelo rio e correntes de maré, em especial durante as ressacas e chuvas intensas. Parte das areias que chegam aos embaíamentos formados nessas desembocaduras fica ali sendo retrabalhada na forma de barras e bancos arenosos parcialmente submersos (restingas strictu sensu, Souza et al., 2008), como observado na Figura 34.

Figura 34. Desembocaduras dos rios Itaguaré (esquerda) e Guaratuba (direita) em condição de maré baixa, exibindo barras e bancos arenosos (estoques de areias para as praias adjacentes). Fotos: Eduardo Munhoz Adão[4] e Souza et al (2008)

Assim, nas bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba, os sub-biomas que possuem maior potencial para a disponibilização de sedimentos diretamente para as praias e também para a proteção da linha de costa oceânica são aqueles localizados a partir do trecho estuarino dos rios para jusante até a desembocadura fluvial, a saber: BPEs e BMg (nas duas bacias); BFbR, BFaR2 e BFaR3 (Itaguaré); e BFaR4 (correspondente aos terraços marinhos pleistocênicos altos dentro do BFaR/FaRu) (Guaratuba), conforme Figura 19 e Tabela 10.

7.5.3 Aporte de sedimentos

Embora a utilização de dados medidos seja ideal para obter resultados mais adequados, estes nem sempre estão disponíveis, sendo necessário o uso de modelos de predição de erosão hídrica. Entre eles, o mais usado é a Equação Universal de Perda de Solos (USLE - Universal Soil Loss Equation) (WISCHMEIER; SMITH, 1978), desenvolvida para predição de erosão em sulcos e entre sulcos em encostas (Equação 10).

O uso dessa equação no presente trabalho é uma tentativa de adaptação para obtenção da carga de sedimentos que estaria sendo produzida no trecho estuarino das bacias, uma vez

[4] http://www.panoramio.com

que não existem dados fluviométricos e sedimentométricos nessas bacias. Foi adotado a Equação Universaçométricos referentes a elas.

Equação 9:

$$A = R.K. (L.S) . (C.P)$$

Sendo:

A = Perda anual do solo devido ao escoamento superficial (erosão) em $T.Ha^{-1}ano^{-1}$

R = Fator de erosividade da chuva em MJ mm Ha^{-1} h^{-1} ano^{-1}

K = Fator de erodibilidade do solo, que indica a intensidade da erosão por unidade de índice de erosão da chuva em $T.h.MJ^{-1}.mm^{-1}$

L = F grau de declive (%)

C = fatores de uso e manejo (relação entre a perda de solo de um solo cultivado e deste mesmo solo mantido sem cobertura)

P = Fator de prática conservacionista (relação entre a perda de solo de um solo com determinada prática de controle e de outro sem forma de controle)

R = Fator de erosividade da chuva (MJ mm Ha^{-1} h^{-1} ano^{-1})

a) Para este parâmetro, foi utilizado o mapa de Índices de Erosividade das Chuvas para o Estado de São Paulo, elaborado por Santa'anna Neto (1995).

K = Fator de erodibilidade do solo, que indica a intensidade da erosão por unidade de índice de erosão da chuva em $T.h.MJ^{-1}.mm^{-1}$

Os solos associados aos sub-biomas potencialmente fornecedores de sedimentos para as praias de estudo são Neossolos Quartzarênicos e Espodossolos (MOREIRA, 2007; MARTINS, 2012).

Para a obtenção do fator de erodibilidade do solo (K), foram utilizados os dados disponíveis em FGV (2012), baseados no trabalho de Manniget et al. (2002) para as diferentes classes de solo do Brasil.

b) Fator LS

Para o cálculo do fator LS, adotou-se o estudo de Campos e Cardoso (2004), que estabeleceram uma equação (10) que busca a praticidade para avaliar as condições de declividades e as alternâncias dos processos de remoção e deposição de sedimentos em microbacias.

Equação 10:

$$LS = 0{,}00984.C^{0{,}63}.D^{1{,}18}$$

Sendo:

C = Comprimento da rampa (m)

D = Declividade (%)

O cálculo do fator LS das áreas com maior disponibilidade de sedimentos foi realizado em ambiente SIG.

Para a obtenção de C, foi traçada uma linha reta partindo do início da área de BMg até a foz do rio, e esta distância foi medida em metros. Os valores de altitude (em metros) foram extraídos do Modelo Digital de Elevação (MDE) do projeto Topodata (VALERIANO, 2008). De posse dos valores de distância e variação de altura, o comprimento da rampa foi calculado utilizando o teorema de Pitágoras, conforme a equação 11 a seguir.

Equação 11:

$$C^2 = a^2 + b^2$$

Sendo:

a = Distância entre o início do BMg e a foz do rio (m)

b = Variação de altura (m)

C = Comprimento da rampa

Finalmente, a declividade D (em graus) dessa rampa foi calculada segundo a expressão "arcseno b/a", e posteriormente convertida para a unidade de porcentagem.

c) C e P: Uso do solo e práticas conservacionistas

C é a relação entre a perda de solo de um solo cultivado e deste mesmo solo mantido sem cobertura; portanto, está relacionado ao uso e manejo do solo. P é a relação entre a perda de solo de um solo com determinada prática de controle e de outro sem forma de controle, ou seja, prática conservacionista.

Para a obtenção desses fatores, foram utilizados os dados da ferramenta DEVESE, desenvolvida pela FGV (2012) com base no trabalho de Manniget et al. (2002), para o manejo e prática conservacionista. No caso, foram utilizados os dados disponíveis para vegetação de restinga.

Assim, o cálculo de A da Equação de RUSLE é dado pela multiplicação entre todos esses termos.

Entretanto, sabe-se que nem todo o material estocado nessas áreas de contribuição será disponibilizado para as praias.

Neste sentido, Chaves (2010) realizou estudos de taxa de sedimentação utilizando oito equações, e os resultados mostraram uma amplitude significativa entre os valores das taxas de sedimentação encontrados para cada uma. Segundo o autor, a equação que se mostrou menos sensível foi a proposta pelo Serviço de Conservação de Solos do Departamento de

Agricultura e Conservação do Solo dos EUA (NRCS, 1979) (Equação 12). Para o presente estudo, optou-se pela utilização desta equação como uma tentativa de obtenção da porcentagem de sedimentos que estariam chegando às praias.

Equação 12:

$$RAS = 0{,}51A^{-0{,}11}$$

Sendo:

RAS = Porcentagem de sedimentos que potencialmente chegaria à praia

A = Área de contribuição (mi²)

Como informado anteriormente, o maior estoque de sedimentos está no trecho estuarino dos rios, nas formas de planícies de maré (manguezal), bancos e barras arenosas parcialmente submersas e nas bordas dos depósitos marinho-praiais antigos (cordões litorâneos holocênicos e terraços marinhos holocênicos e pleistocênicos).

Portanto, a área de contribuição (estoque de sedimentos) de cada bacia corresponde à somatória das áreas dos manguezais (total), dos embaíamentos nas desembocaduras (total) e dos polígonos definidos dentro dos sub-biomas lindeiros ao rio, junto à desembocadura. Para a definição da largura destes polígonos, foram utilizados os estudos de Souza (2005, 2009), que definiu áreas máximas de perigo/risco de inundação ao longo de canais fluviais (zonas buffer) de bacias do Litoral Norte de São Paulo, em função da sua ordem hierárquica (suscetibilidade morfométrica). Nos casos dos rios da área de estudo, essa largura seria de 250 m para o Rio Itaguaré (canal de 4ª ordem) e 500 m para o Rio Guaratuba (5ª ordem). Assim, no ambiente do SIG, foram traçados polígonos buffer com essas larguras, contadas a partir da borda dos sub-biomas para o seu interior, e medidas as áreas correspondentes.

7.5.4 Valoração econômica

Linham et al. (2010) pesquisaram extensivamente os custos unitários de dragagens para alimentação artificial de praias. Os resultados mostraram que, tipicamente, os custos variam de US$ 1.600 a US$ 2.000 por metro linear de praia, sendo o valor médio de US$ 14,3 por m^3 de areia (referente a 2009). Segundo os autores, o determinante mais importante dos custos da alimentação artificial de praias parece ser a distância de transporte da fonte do material (em geral, no mar) para a praia, que é feito por meio de dragas.

Não foram encontrados trabalhos que especifiquem esses valores para o Brasil, razão pela qual foi adotado o valor apresentado por Linham et al. (2010).

O valor em dólares foi reajustado de acordo com a taxa de inflação americana – que, para o período de 2009 a 2017, foi de 14,1%[5]–, passando então para US$ 16,31 por m^3 de areia.

7.5.5 Resultados e Discussão

Os resultados obtidos para os fatores da equação de RUSLE e da taxa de sedimentação são descritos a seguir.

a) R = Fator de erosividade da chuva (MJ .mm .Ha^{-1} h^{-1} ano^{-1})

O índice mais próximo da área de estudo foi estabelecido para a planície costeira de São Sebastião, com fator de erosividade de 8.520 MJ.mm.Ha^{-1}/h ano para a cota 5 m (SANTA'ANNA NETO, 1995).

b) K = Fator de erodibilidade do solo, que indica a intensidade da erosão por unidade de índice de erosão da chuva em T.h.MJ^{-1}.mm^{-1}

A Tabela 32 mostra os valores de K estabelecidos para as classes de solo da área de estudo.

[5] http://www.usinflationcalculator.com

Tabela 32. Valores do fator K para os diferentes tipos de solo presentes nos sub-biomas de planícies costeira da área de estudo. Fonte: Adaptado de FGV (2012)

Classes de Solo	***K (T.h.MJ^{-1}.mm^{-1})***
Espodossolo	0,3267
Neossolo Quartzarênico	0,1448
Fator médio	0,23575

Nesse estudo, o valor de K corresponde à média dos valores dos dois tipos de solos, ou seja, K= 0,23575 T.h.MJ^{-1}.mm^{-1}.

c) Fator LS

Os valores de comprimentos de rampa, declividades e LS obtidos para cada bacia são apresentados na Tabela 33.

Tabela 33. Fator LS nas áreas de estoque de sedimentos para as praias das bacias de estudo. Fonte: elaboração própria (2017)

Bacia	***C Comprimento de Rampa (m)***	***D Declividade (%)***	***LS (= 0,00984. C^{0,63}.D^{1,18})***
Itaguaré	2.550	0,1348	0,13
Guaratuba	3.050	0,056	0,05

d) C e P: Uso do solo e práticas conservacionistas

A Tabela 34 mostra os dados para a vegetação de restinga.

Tabela 34. Valores de C e P para vegetação de restinga. Fonte: adaptado de FGV(2012)

Uso	***C***	***P***	***Local***
Vegetação de restinga	0,0004	1,0	Planície

e) Área de contribuição das bacias

A Figura 35 mostra as áreas selecionadas e a Tabela 35, as respectivas áreas obtidas.

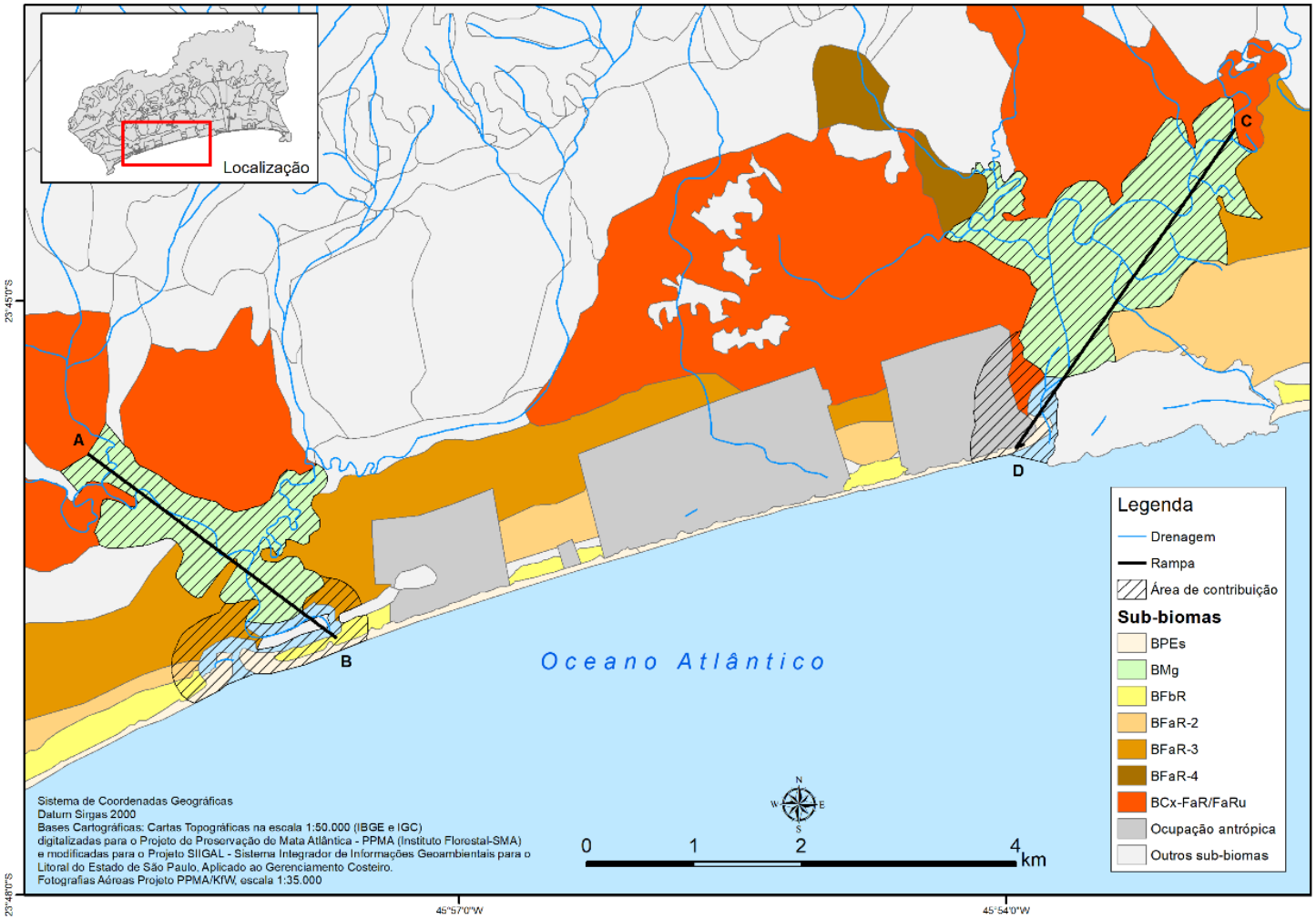

Figura 35. As áreas hachuradas são as de contribuição de sedimentos para as praias. Os segmentos A e B representam o comprimento da rampa do rio Itaguaré, e os segmentos C e D, do rio Guaratuba.

Tabela 35. Áreas de contribuição de sedimentos para as praias. Fonte: elaboração própria (2017)

Bacia	***BMg (Ha)***	***Embaimentos + Sub-Biomas lindeiros (Ha)***	***Área total (Ha)***	***Área total (mi²)***
Itaguaré	188,14	98,70	286,84	1,10
Guaratuba	322,11	72,25	394,36	1,52

A síntese dos resultados da contribuição do aporte de sedimentos para as praias é exibida na Tabela 36.

Tabela 36. Contribuição do aporte de sedimentos para as praias nas bacias do Itaguaré e Guaratuba. Fonte: elaboração própria (2017)

	Itaguaré	***Guaratuba***
R ($MJ.mm.Ha^{-1}.h^{-1}$)	8.520	8520
K ($t.h.MJ^{-1}.mm^{-1}$)	0,23575	0,23575
Comprimento de Rampa (m)	2.550	3050
Declividade (%)	0,1348	0,056
LS	0,129464	0,0514
C (admensional)	0,0004	0,0004
P (admensional)	1,0	1,0
A = $T/Ha.ano^{-1}$ (Equação 9: RUSLE)	0,10	0,04
Área de contribuição de sedimentos (Ha)	286,84	394,36
Total de produção de sedimentos (T/ano)	28,68	15,77
Área de contribuição de sedimentos (mi²)	1,10	1,52
RAS (% de sedimentos que chega às praias) (Equação 12: RAS)	50,46%	48,70%
Total de sedimentos que chegam às praias (T/ano)	14,37	7,68

Portanto, cerca de 22 toneladas de areia por ano chegam até as praias da área de estudo, contribuindo para a sua alimentação natural.

7.5.6 Valoração Econômica

Considerando as 22 toneladas (ou 11 m³) de areia que chegariam às praias por ano, provenientes da planície costeira, o valor total do SEco corresponderia então a US$ 358,82 ao ano.

7.6. Prevenção de deslizamentos de encostas

7.6.1 Introdução

O crescimento acelerado da população, aliado à falta de planejamento e gestão pública urbana e às pressões do mercado imobiliário, propicia a ocupação desordenada do território, na forma de invasões ou loteamentos em áreas irregulares - como em locais de preservação permanente, de risco geológico, entre outros. Tais fatores, somados à dinâmica da paisagem serrana, resultaram num aumento generalizado das áreas de risco (SÃO PAULO, 2009).

No último século, foram registrados importantes eventos de movimentos de massa nessa região, como as corridas de massa de Caraguatatuba, ocorridas em 1967, e as centenas de escorregamentos, corridas de lama, de detritos e de blocos de rocha nas encostas da Serra do Mar, em Cubatão, nos anos de 1985, 1988 e 1994. Os registros mostram que, enquanto de 1928 a 1988 – período de 60 anos – ocorreram 10 eventos de grande porte, com 300 óbitos associados, nos últimos 10 anos da década de 1990 ocorreram 232 eventos, que resultaram na morte de 10 pessoas (SÃO PAULO, 2001; 2009). Embora Bertioga não tenha muitas áreas com perigos de escorregamentos passíveis de ocupação antrópicas, o crescimento acelerado no município poderá induzir à invasão destas áreas. As ocorrências de escorregamentos são raras, mas já começaram a acontecer. Exemplos disso foram os escorregamentos ocorridos na estrada Mogi-Bertioga em 2013 (Figura 36) e no bairro Costa do Sol em 2016 (Figura 37).

O fato das áreas elevadas das bacias apresentarem excelente cobertura florestal implica em maior proteção da população a esses perigos. Porém, dada as altas declividades e

pluviosidades nas encostas da Serra do Mar, a suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa é muito alta, e eles sempre ocorrem naturalmente.

Figura 36. Escorregamentos na rodovia Mogi-Bertioga em março de 2013. Fonte: www.globo.com/g1.globo.com/sp/mogi-das-cruzes-suzano/noticia/2013 [6]

Figura 37. Deslizamento no bairro Costa do Sol, ocorrido em março de 2016. Fonte: Defesa Civil - Prefeitura Municpal de Bertioga - bertioga.sp.gov.br.

[6] http://g1.globo.com/sp/mogi-das-cruzes-suzano/noticia/2013/03/solucao-de-deslizamentos-na-mogi-bertioga-e-cara-diz-geologo.html

7.6.2 Abordagem Metodológica

Para análise das áreas prestadoras de SEco foi utilizado o Mapa de Perigo de Escorregamentos elaborado por CPLA-IG (2014) para o município de Bertioga, com recorte para as bacias de estudo.

Nas bacias, existem 5.826 ha de áreas classificadas como de Perigo Muito Alto (P5); 1.751 ha como de Perigo Alto (P4); e 4.375 ha como de Perigo Médio (P3), conforme exibido na Figura 38.

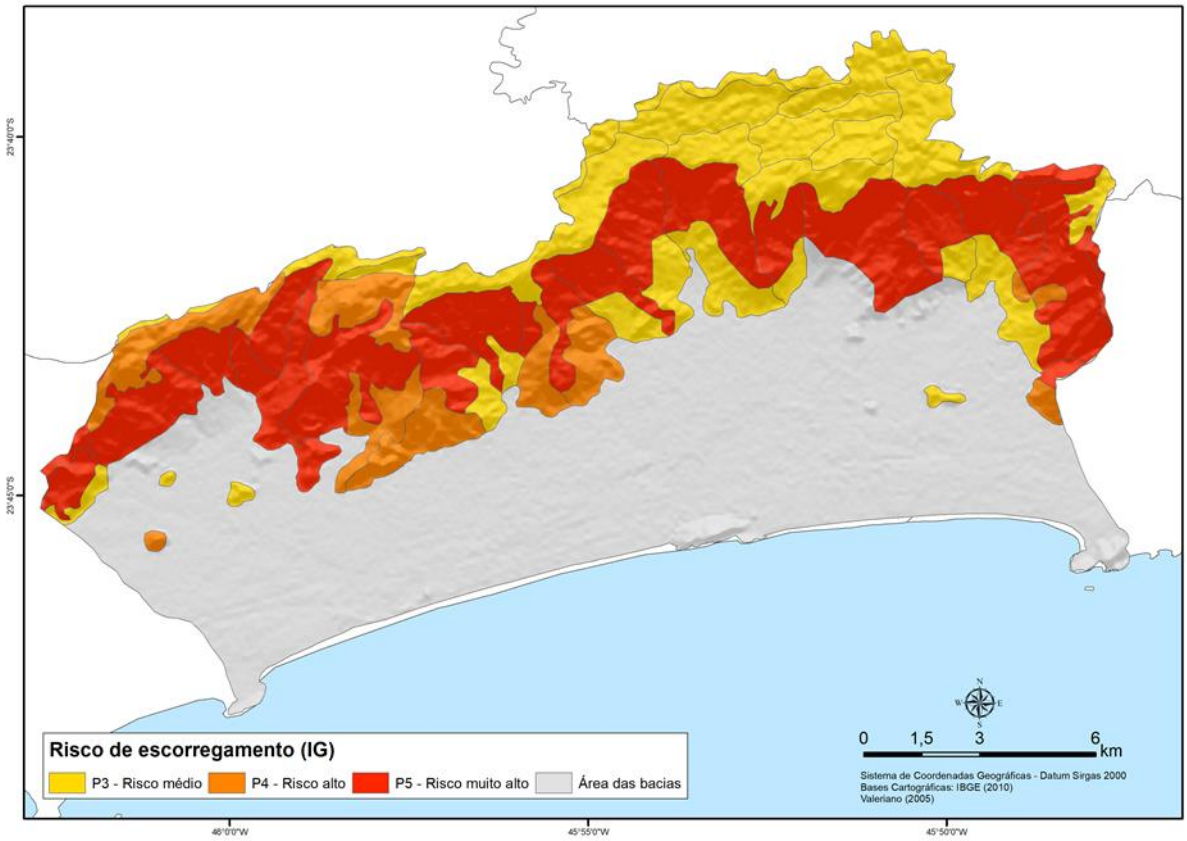

Figura 38. Mapa de Perigo de Escorregamento nas bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba.
Fonte: CPLA e IG (2014)

Para a valoração econômica deste SEco, utilizou-se o método do custo de reposição, ou seja, caso houvessem sido desmatadas as áreas de embasamento (P 5, 4, e 3), qual seria o valor econômico para a sua reparação?

Os custos médios para implantação, manutenção e monitoramento da restauração florestal, com plantio de essências nativas, foram estimados com base nos estudos de Bellotto et al. (2007).

O monitoramento da restauração ecológica foi calculado para o período de 20 anos, seguindo os critérios estabelecidos na Resolução SMA nº 32/14, que estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre a restauração ecológica no Estado de São Paulo (São Paulo, 2014).

7.6.3 Resultados e Discussão

Para uso neste estudo, todas as áreas de embasamento ígneo-metamórficos foram elencadas para serem preservadas, com o objetivo de minimizar ou evitar os risco de deslizamentos (Figura 39).

O valor da restauração ecológica foi calculado em função da recuperação da vegetação nativa, que tem a função de minimizar os efeitos erosivos e os deslizamentos de encostas por meio de movimento de massas.

Na Figura 39, a área em verde representa a cobertura vegetal sobre o embasamento ígneo-metamórfico, a qual tem a função de minimizar esses riscos de escorregamentos. Esta área possui 11.951 ha de Floresta Ombrófila Densa.

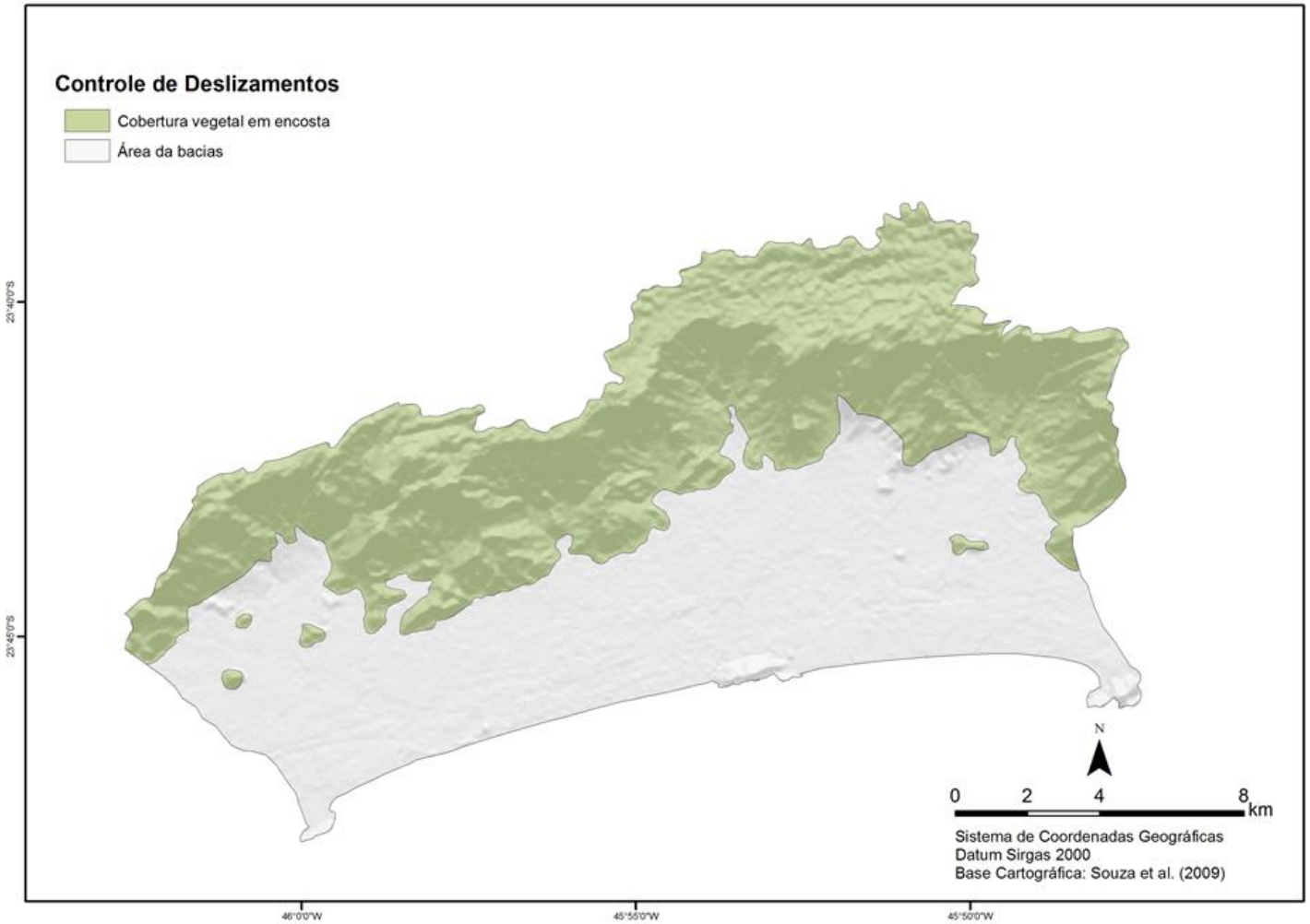

Figura 39. Cobertura vegetal em encosta e morros isolados nas bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba.

Foram calculados os custos da implantação de projeto de restauração florestal com essências nativas, considerando o monitoramento e manutenção durante 20 anos. O valor total é de US$ 543.413.762,70.

Tabela 37. Custos de implantação de projeto de restauração florestal com essências nativas para um de período de 20 anos, com base nos estudos de Bellotto, Rodrigues e Nave (2007).

Atividades	***Valor em R$ (2007)***	***Valor em 2016 em R$, corrigido pelo IGP-M***	***Valor em US$***
Implantação	6.099,10		
Manutenção 1° ano	1.093,35		
Manutenção 2° ano	742,50		
Monitoramento (4 avaliações em 6 anos)	20.000,00		
Monitoramento de 6 a 20 anos, conforme preceitua a Resolução SMA nº 32, de 3 de abril de 2014 (10 avaliações em 14 anos)	50.000,00		
Total por hectare	77.934,95	148.191,74	45.470,15
Total em 11.951 hectares		1.771.039.485,00	543.413.762,70

7.7 Prevenção de Enchentes e Inundações

7.7.1 Introdução

A erosão é um processo natural de desgaste, transporte e sedimentação do solo que pode ser causado por fenômenos naturais, como a chuva e o vento, mas é possível de ser intensificado por ações humanas. Quando o ser humano ocupa uma área com cobertura vegetal, ao retirar esta cobertura, promove a exposição do solo e a perda de sua consistência, pois a água que antes era absorvida pela vegetação agora passa a se infiltrar no solo, destruindo as estruturas que o compõe.

A ação humana interfere então no processo, acelerando a erosão e o carreamento de materiais e sedimentos para os cursos d'água, gerando problemas de inundações ou alagamentos.

As bacias costeiras apresentam uma particularidade geomorfológica importante, que condiciona muito o desenvolvimento de cheias: em geral, as cabeceiras e a maior área de captação das bacias encontram-se em terrenos do embasamento com declividades elevadas a médias, enquanto que o restante da bacia está implantado sobre terrenos de planície costeira, com declividades baixas até nulas. Com isso, os rios de planície costeira recebem enorme volume de água proveniente das encostas, mas o coeficiente de escoamento diminui fortemente devido às baixas declividades e à ação de represamento das águas doces, causada pelas marés que adentram os canais estuarinos e lagunares (SOUZA, 2005).

No Quadro 1. são apresentados os processos associados a inundações e enchentes nas regiões costeiras.

Quadro 1. Processos associados a inundações e enchentes nas regiões costeiras. Fonte: Souza (2005)

Inundação costeira - Causada por ressacas, ou seja, marés meteorológicas em conjunção com marés astronômicas elevadas (marés de sizígia), que afetam praias e estruturas costeiras, terraços marinhos holocênicos frontais e/ou ocupações antrópicas marginais à linha de costa.
Inundação na planície costeira - Causada por transbordamento de canais fluviais ou de águas mixohalinas (canais estuarinos, de maré e lagunares) sobre terrenos naturais da planície costeira marginais a estes canais (fluxos de alta velocidade, zona de passagem da onda de cheia), onde não existem ou são raras as ocupações antrópicas (embora possa haver algum tipo de uso rarefeito e não urbano, como atividades agropecuárias, presença de estruturas e obras lineares, construções isoladas etc.), sendo que a abrangência das áreas invadidas pelas águas é diretamente proporcional à ordem hierárquica do canal.
Enchente na planície costeira - Causada por transbordamento de canais fluviais ou de águas mixohalinas (canais estuarinos, de maré e lagunares) sobre terrenos com ocupação antrópica marginais a estes canais (fluxos de alta velocidade zona de passagem da onda de cheia), sendo que a abrangência das áreas invadidas pelas águas é diretamente proporcional à ordem hierárquica do canal, do grau de impermeabilização do solo (função do tipo de uso) e da presença de medidas estruturais de controle e mitigação de enchentes.
Inundação/Enchente relâmpago - Causada por transbordamento de canais fluviais presentes nas baixas encostas, em terrenos naturais ou antropizados, sendo que a abrangência das áreas invadidas pelas águas é bastante restrita devido à baixa ordem hierárquica dos canais e à declividade mais acentuada dos terrenos.
Alagamentos - Ocorrem em áreas distantes dos canais fluviais e de maré, sobre terrenos com ocupação antrópica (fluxos de baixa velocidade), em depressões com mínimo coeficiente de escoamento superficial devido à declividade natural do terreno muito baixa, à implantação de obras de engenharia mal dimensionadas ou outras intervenções antrópicas.

Um exemplo de manejo inadequado do solo pode ser observado no loteamento Morada da Praia, onde lotes ficam permanentemente alagados em função lençol freático aflorante. O sub-bioma original BFaRu sobre LCD foi completamente destruído. Os aterros são inócuos, pois há um depósito espesso de lama recobrindo estes terrenos, devido à remoção da FaRu que recobria depósitos pelíticos da depressão paleoestuarina-lagunar (Figura 40).

Figura 40. Loteamento Morada da Praia. Lotes permanentemente alagados sob BFaRu/LCD.

7.7.2 Abordagem Metodológica

Nas bacias do Itaguaré e Guaratuba, os sub-biomas que contribuem para minimizar os efeitos das enchentes/inundações são aqueles que estão presentes em áreas úmidas, como Bmg, BFaRu, BPa e CxFaRu.

Também contribuem para a redução da ocorrência de inundações/enchentes as áreas de transbordamento de canais fluviais, cuja abrangência é diretamente proporcional à ordem hierárquica do canal, segundo Souza (2005, 2009). Neste estudo, foram adotadas as larguras de faixas lindeiras aos canais propostas por Souza (2009) para o Litoral Norte de São Paulo, a saber: 100 m para canais de 1ª e 2ª ordens hierárquicas (segundo Strahler); 150 m para canais de 3ª ordem; 250 m para canais de 4ª ordem; 500 m para canais de 5ª ordem; 750 m para canais de 6ª ordem; e 1.000 m para canais de 7ª ordem.

Para a valoração econômica deste SEco, utilizou-se o método do custo de reposição, ou seja, caso houvessem sido desmatadas as áreas de retenção de água das bacias, qual seria o valor econômico para a sua recuperação?

Os custos médios para implantação, manutenção e monitoramento da restauração florestal nessas áreas, com plantio de essências nativas, foram estimados com base nos estudos de Bellotto et al. (2007).

O monitoramento da restauração ecológica foi calculado para o período de 20 anos, seguindo os critérios definidos na Resolução SMA n°32/14, que estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2014).

7.7.3 Resultados e Discussão

Para uso neste presente estudo, foram elencadas todas as áreas úmidas compostas pelos sub-biomas Mg, BFaRu e BPa, além das áreas de perigo de transbordamento, a serem preservada, com o objetivo de minimizar ou evitar os efeitos de inundações/enchentes, conforme a Figura 41. As áreas totais resultantes estão descritas a seguir.

a) Área total de perigo de transbordamento dos canais: 2.904,84 ha

b) BPa (1 e 2): 585,32 ha

c) Floresta Alta de Restinga Úmida: 917,82

d) Manguezal em toda sua extensão: 520,02

Assim, a área de contribuição das bacias hidrográficas para o SEco é de aproximadamente 2.268,86 ha (Figura 41).

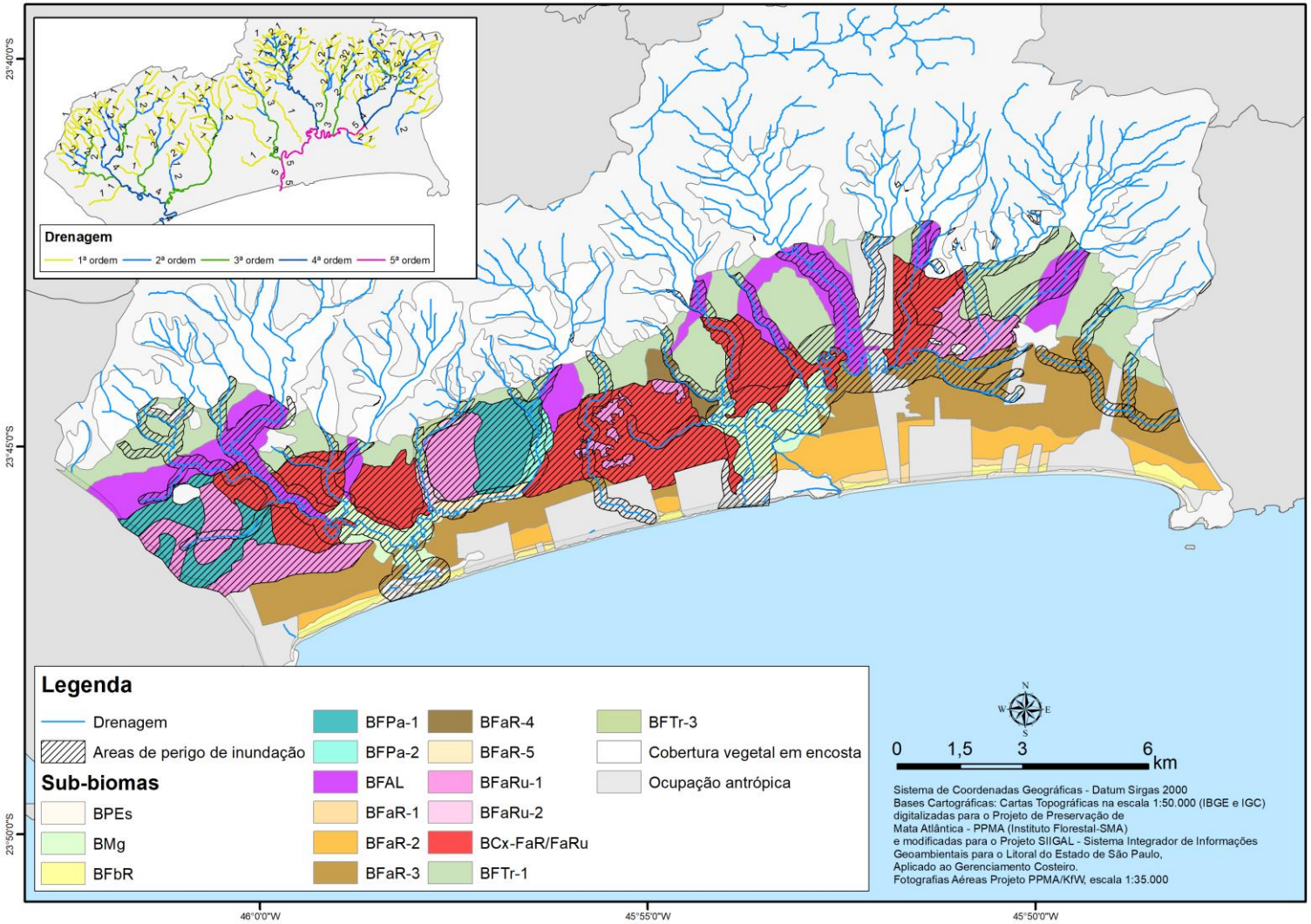

Figura 41. Áreas que atuam na prevenção das inundações e enchentes.

7.7.3.1 Valoração econômica

Neste estudo, optou-se valorar o SEco de proteção do solo contra erosão continental pelo custo de recuperação, de acordo com o estudo publicado por Bellotto, Rodrigues e Nave (2007). Os autores estimaram os custos médios para implantação, manutenção e monitoramento da restauração florestal (por seis anos), com plantio de área total na Mata Atlântica.

Porém, segundo a Resolução n° 32/2014 (SÃO PAULO, 2014), o monitoramento de restauração ecológica no âmbito do Estado de São Paulo é de 20 anos. Para este estudo, foram considerados 20 anos de monitoramento, sendo 10 avaliações nos últimos 14 anos, procurando seguir a mesma metodologia proposta no projeto de restauração dos autores Bellotto, Rodrigues e Nave (2007), conforme Tabela 38.

O detalhamento dos custos médios da implantação e manutenção de áreas em restauração florestal encontra-se no Anexo 3.

Tabela 38. Custo médio da implantação e manutenção de restauração florestal. Fonte: Bellotto, Rodrigues e Nave (2007), para período de 20 anos

Atividades	***Valor em R$ 2007***	***Valor em R$ 2016 (IGP-M)***	***Valor em US$***
Implantação	6.099,10		
Manutenção 1° ano	1.093,35		
Manutenção 2° ano	742,50		
Monitoramento (4 avaliações em 6 anos)	20.000,00		
Monitoramento de 6 a 20 anos, conforme preceitua a Resolução SMA n° 32, de 3 de abril de 2014 (10 avaliações em 14 anos)	50.000,00		
Total por hectare	77.934,95	148.191,74	45.470,15
Total em 4.928 ha		730.288.894,72	224.076.899,20

7.8 Oferta de Água para consumo humano

7.8.1 Introdução

A oferta de água para consumo humano é categorizada como serviço de “provisão” para Farber et al. (2006) e “regulação” para Groot et al. (2002), ou em ambas categorias para MEA (2003; 2005).

Os processos envolvidos para fornecimento deste serviço são filtragem, retenção e armazenamento de água fresca (COSTANZA et al. 1997; FARBER et al., 2006; GROOT et al. 2002; FARBER et al., 2006).

As florestas desempenham importante papel na prestação desses SEco, principalmente pela capacidade de absorção e retenção das águas provenientes das chuvas ou das nuvens. Estes dois fatores contribuem para a regularização da vazão das águas que escoam pelos rios, mantendo o serviço de oferta de água em condições adequada para o abastecimento humano.

Estudos realizados por Hackbart (2012) em cinco microbacias no Parque Estadual da Ilhabela mostraram que os parâmetros químicos de qualidade de água (PQA) são fortemente influenciados pela fragmentação da paisagem, concluindo que a manutenção da qualidade da água dos rios também é fundamental para a conservação das florestas. A autora conclui ainda que a redução da quantidade de floresta, abaixo de 70-80% da área da microbacia, influencia negativamente na qualidade de água dos rios.

7.8.2 Abordagem Metodológica

Para conhecer a disponibilidade de água ofertada nas bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba, buscou-se informações no PMISB - Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de Bertioga (BERTIOGA, 2010, p. 42). Instrumento de gestão, este Plano foi elaborado pelo

Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) em parceria com a Prefeitura Municipal de Bertioga, atendendo à Lei Federal nº 11.445/2007, que tem como um dos objetivos o acesso a recursos orçamentários da União ou outros recursos administrados por órgãos federais. De acordo como o PMISB, existem oficialmente os seguintes sistemas isolados de tratamento e distribuição de água nessas bacias (ou sistemas produtores de água): Sistema Boraceia (operado pela SABESP), Sistema Costa do Sol, Sistema Guaratuba II e Riviera de São Lourenço (todos prestadores privados). Além disso, foi realizada consulta no site do Departamento de Águas e Energia Elétrica[7] (DAEE), que é o órgão responsável pelas emissões de outorgas no Estado de São Paulo.

Em complementação, o Diretor de Operações Ambientais da Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Bertioga, Bolivar Barbanti, forneceu informações importantes sobre as populações beneficiadas.

Também foi consultado o relatório Captação de água do rio Guaratuba para incremento sazonal na Represa Ponte Nova do Sistema Produtor Alto Tietê, elaborado pelo Laboratório de Sistemas de Suporte a Decisões[8] (USP, 2014).

Para quantificar a população beneficiada pelo SEco de oferta de água, estimou-se a capacidade de abastecimento dos sistemas de captação de água nas bacias, em função do volume outorgado. Considerou-se um consumo básico de 200 litros por dia per capita, de acordo com estudos de Buchianeri (2004). Do total do volume outorgado, foram descontados 20% de perda no sistema (perdas na distribuição por vazamentos, tubos rachados, rompimentos de tubulações). Ressalta-se que, normalmente, os cálculos de perda no Brasil podem chegar a até 37%; porém, nas perdas, são incluídas as ligações irregulares ou as falhas nas ligações relacionadas às cobranças.

Para calcular o valor em unidades monetárias da quantidade de água disponibilizada pela natureza e ofertada para a população, empregou-se como parâmetro o Decreto Federal nº

[7] http://www.aplicacoes.daee.sp.gov.br/usosrec/fchweb.html?voltar=Voltar
[8] https://drive.google.com/file/d/0B9d8vvz6usm3dlZXTWZOWlhab3c/view>site da Federação de Guaratuba – n° de lotes.

50.667/06 e a Lei nº 12.183/05, que tratam da Cobrança de Uso da Água, utilizando-se a mesma metodologia descrita em Starzynski (2014) para o PESM.

Pela legislação acima referenciada, cada Comitê de Bacia Hidrográfica define a forma de cobrança, desde que não seja excedido um limite máximo correspondente a 0,001078 UFESP por metro cúbico de água.

Assim, o preço do volume de água disponibilizada anualmente para abastecimento público foi calculada seguindo a Equação 13.

Equação 13:

$$\text{Preço Unitário Final (PUF) máximo} = 0{,}001078 \text{ UFESP/m}^3$$

A valoração monetária da qualidade de água foi realizada em função dos custos de tratamentos minimizados, com aplicação das menores dosagens de produtos químicos, seguindo a metodologia proposta por Reis L. (2004). O tratamento minimizado deve-se ao fato das bacias estarem cobertas com florestas.

Reis L. (2004) analisou e comparou custos dos produtos químicos usados em sete Estações de Tratamentos de Água (ETA) que captavam água em bacias hidrográficas com diferentes porcentagens de cobertura florestal. A bacia que apresentava maior porcentagem de cobertura florestal – 27,16%, na região da Cantareira – teve uma redução no custo de tratamento da água com produtos químicos, registrando uma diferença de valores da ordem de R$ 0,08541/m³ em comparação com a bacia com menor cobertura florestal – 4,3%, no Rio Piracicaba. O mesmo conceito foi aplicado por Starzynski (2014) no PESM, e este adicional representa a economia em produtos químicos em função do papel da floresta na provisão de água limpa.

7.8.3 Resultados e Discussão

Os sistemas de abastecimento de água existentes nas bacias do Itaguaré e Guaratuba são: Sistema Boraceia, operado pela SABESP; Sistema Costa do Sol; Sistema Guaratuba II; e Riviera de São Lourenço, estes três operados por prestadores privados. A Figura 42 apresenta o mapa com a localização dos sistemas e suas sub-bacias de captação.

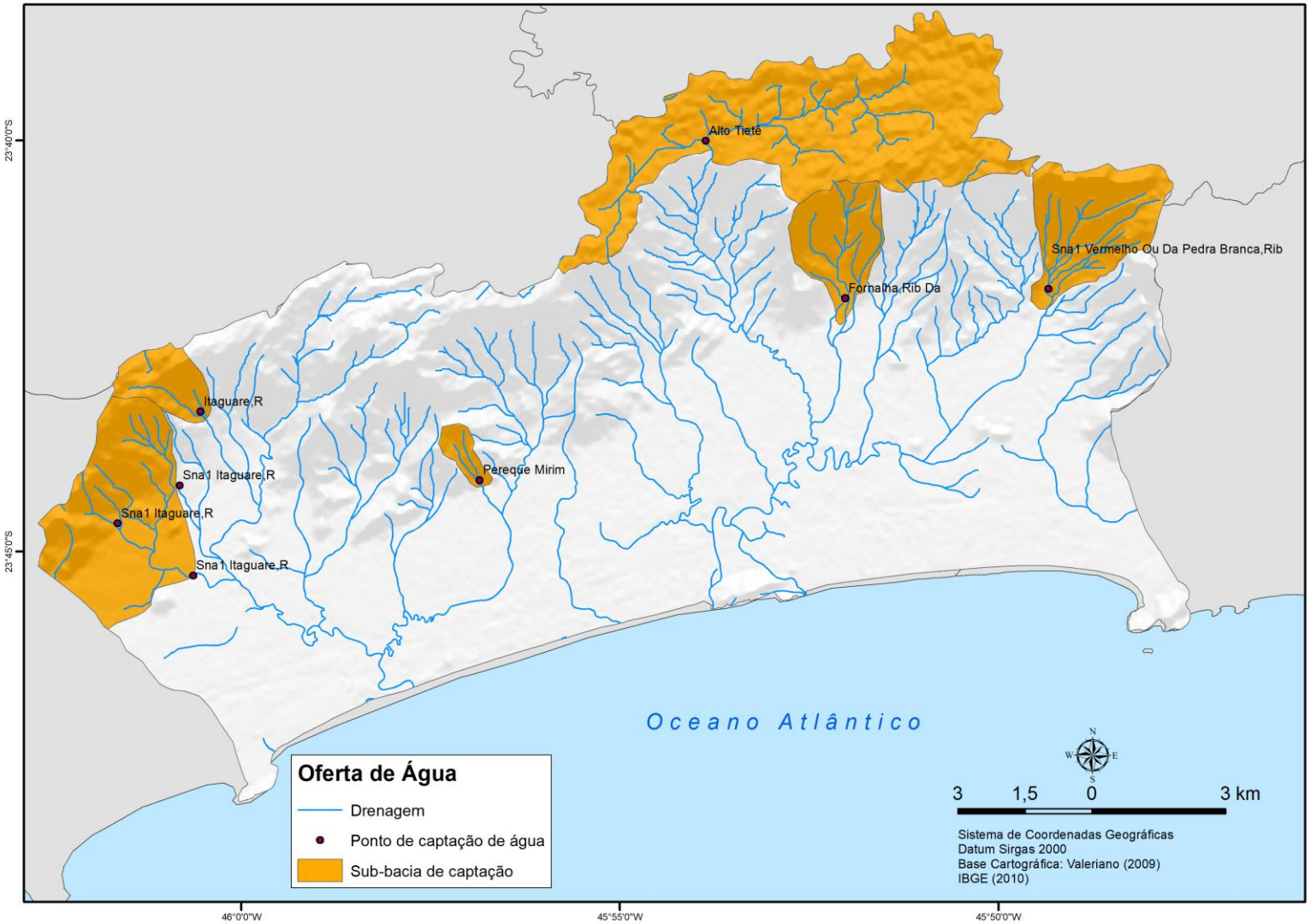

Figura 42. Pontos de captação de água e sub-bacias de captação, de acordo com os dados do DAEE (2015).

- Sistema Boraceia: sistema público, operado pela Sabesp. A água é captada no Ribeirão Pedra Branca, também conhecido como Ribeirão Vermelho, bacia do Rio Guaratuba, manancial enquadrado como Classe 1. A vazão outorgada pelo DAEE é de 90,00 l/s (324 m³/h) e a retirada pode ocorrer 24h/dia, durante todo o ano. O ponto de captação está localizado na seguinte coordenada geográfica: UTM 7.378.950 N e 416.250 E. A captação é feita através de uma barragem de concreto e a tubulação de adução de água bruta, que conduz as águas do ribeirão, da captação até o PC, possui ⍰300 mm e extensão de aproximadamente 1,2 km. Segundo informações do Diretor de Operações Ambientais da Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Bertioga, Bolivar Barbanti, o Sistema Boraceia está operando abaixo de sua capacidade outorgada, ou seja, estão sendo captados 60 $l.s^{-1}$ de água, para distribuição a uma população de 3.548 pessoas. O ponto de captação e boa parte da área de produção hídrica da bacia se sobrepõem à Terra Indígena e estão totalmente inseridos no interior do PESM natural de Floresta Ombrófila Densa.

- Sistema da Morada da Praia: fornece água para os moradores do loteamento Morada da Praia e é operado pela Solalt I, companhia privada. A água é captada no Ribeirão da Fornalha, bacia do Rio Guaratuba, em dois pontos de captação com outorgas do DAEE, um para retirada de 20,25 l/s (72,9 m³/h) e outro de 10,02 l/s (36,10 m³/h), totalizando 30,27 l/s (109 m³/h), 24h/dia, durante todo o ano. Os pontos estão localizados num polígono com centroide em UTM: 7.378.740 N e 411.690 E. A área produtora de água está inserida no interior do PESM, com vegetação natural de Floresta Ombrófila Densa.

- Sistema Costa do Sol: a água é captada no Rio Perequê Mirim, bacia do Rio Itaguaré, e é fornecida aos moradores do loteamento Costa do Sol. O volume outorgado é de 27,78 l/s (100 m³/h). O ponto de captação está localizado na seguinte coordenada geográfica: UTM 7.374.660 N e 403.500 L. Segundo informado por Bolivar Barbanti (por comunicação pessoal), em 2016 eram captados 30 l/s de água do manancial para abastecer 1.067 pessoas. Toda a área produtora de água encontra-se no PESM.

- Sistema do Residencial Guaratuba: a água é captada no Rio Ribeirão dos Monos, bacia do Rio Itaguaré, em dois pontos operados pela Associação dos Amigos de Guaratuba, um com 3,7 l/s (13,35 m³/h) e outro com 3,5 l/s (12,50m³/h). As coordenadas UTM são: 7.374.330 N e 403.290

L e 7.374.500 N e 402.78 L. O total autorizado pelo DAEE é de 7,18 l/s (25,86 m³/h). Segundo informações prestadas pela Associação dos Amigos da Guaratuba, o sistema fornece água para 420 residências, abastecendo cerca de 2.100 pessoas. Toda a área produtora de água encontra-se no PESM.

- Sistema São Lourenço I: existem duas captações. A primeira localiza-se no Rio Itaguaré, em dois pontos, com coordenadas UTM 7.372.600 N e 397.240 L e 7.374.500 N e 7.372.520 N. Os volumes de água autorizados pelo DAEE são de 47,22 l/s (170 m³/h) e 20 l/s (72 m³/h), respectivamente, sendo o volume total de 242 m³/h outorgado para 24h/dia, durante todo o ano. A área de produção hídrica está inserida parte no interior do PERB e parte no PESM.

- Sistema São Lourenço II: localizado no Rio Itaguaré à montante do sistema anterior, nas coordenadas UTM 7.374.540 N e 367.770 L. O volume autorizado é de 18,14 l/s (65,32 m³/h) e 36,28 l/s (130,63 m³/h), totalizando 195,95 m³/h. Segundo informações de Bolivar Barbanti, estão sendo captados 10 l/s (36 m³/h) de água do manancial São Lourenço, que integra a Bacia do Itaguaré, abastecendo 932 habitantes do bairro de São Lourenço. A população beneficiária do serviço ecossistêmico de Oferta de Água é representada pela comunidade local, pela concessionária do serviço de água (Sabesp), por turistas, para uso agrícola na área da aldeia indígena Ribeirão da Silveira, por comerciantes e pela população residente na região metropolitana de São Paulo, além de setores industriais.

- Sistema Produtor Alto Tietê (SPAT): no alto da Serra do Mar, parte do volume de água da bacia do Guaratuba passou a ser revertida para Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), devido à crise hídrica de 2014-2015. A reversão de água da bacia que drena do litoral para o planalto é provisória e foi autorizada em caráter emergencial pelo Comitê Hidrográfica da Baixada Santista, por meio da Deliberação CBH-BS n° 293, de agosto de 2015, por um período de 12 meses, podendo ser prorrogada a partir dos monitoramentos da Sabesp. A área de captação é de 19,1 km² e a capacidade de bombeamento para o planalto é de 0,5 m³/s (1.800 m³/h ou 1.000 l/s), sendo localizada nas coordenadas geográficas 23° 40' 04'' S e 45° 53' 48'' W.

A população beneficiária pelo SEco de Oferta de Água é representada por: comunidade local, concessionária do serviço de água (Sabesp), turistas, aldeia indígena Ribeirão da Silveira,

comerciantes e parte da RMSP, abastecida pelo Sistema Cantareira. Convém lembrar que mais de 60% da população beneficiada encontra-se no planalto, mesmo que esta distribuição de água seja por tempo determinado.

Neste estudo, foram consideradas apenas as retiradas de água de mananciais superficiais, desconsiderando-se as captações subterrâneas e ou as superficiais não reconhecidas oficialmente (clandestinas).

A Tabela 39 mostra os sistemas, as bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba e o total do volume de água ofertado para abastecimento humano.

Tabela 39. Sistemas produtores de água nas bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba. Fonte: elaboração própria (2017)

Sistema Produtor de Água	***Ponto de Captação***	***Vazão (m^3/h)***
Sistema Boraceia	Ribeirão Pedra Branca	324 ,00
Sistema da Morada da Praia	Ribeirão da Fornalha	109,00
Sistema Costa do Sol	Rio Perequê Mirim	100,00
Sistema do Residencial Guaratuba	Afluente do Rio Ribeirão dos Monos	25,86
Sistema São Lourenço II	Rio Itaguaré	195,95
Sistema São Lourenço I	Rio Itaguaré	242,00
Sistema São Lourenço II	Rio Itaguaré	195,95
Sistema Produtor Alto Tietê (SPAT)	Rio Guaratuba	1.800,00
Total outorgado		2.796,81

A Tabela 39 mostra que o volume de água outorgado atualmente pelas bacias é de 2.797 m^3/h, o que possibilita abastecer com água 268.494 pessoas, considerando o consumo de 200 litros por pessoa por dia. Verifica-se no mapa da Figura 52 que a oferta de água representa menos de um terço da capacidade das bacias.

7.8.3.1 Valoração Econômica – Quantidade de Água

O volume total de água outorgado para as bacias do Itaguaré e Guaratuba é de 2.796,81 m³/h (x 8760 m³/ano), o que equivale a 24.500.055,60 m³/ano.

Considerando o Preço Unitário Final (PUF) máximo de 0,001078 UFESP/m³ e o valor da UFESP (2016) em R$ 23,55, então o preço do SEco de quantidade de água é de R$ 621.980,46 ao ano, ou US$ 190.844,25.

7.8.3.2 Valoração Econômica – Qualidade da Água

O custo evitado pelo fato das bacias produzirem água de boa qualidade era de R$ 0,08541 por metro cúbico de água tratada em 2002 (REIS L., 2004).

Aplicando a atualização de preço pelo Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M) (julho de 2016/ fator correção 2,939), é obtido o valor de R$ 0,26/m³, que corresponde ao custo evitado de tratamento. Multiplicando-se este valor pelo volume total outorgado de 24.500.055,60 m³/ano, obtém-se um adicional de R$ 6.370.014,00 por ano, ou US$ 1.954.531,92, que corresponde ao valor do SEco de Qualidade de Água.

7.8.3.3 Valoração Econômica do Serviço Ecossistêmico de Oferta de Água

O SEco de Oferta de Água, obtido pela somatória das estimativas de valores monetários quantitativo (vazão) e qualitativo (tratamento com produtos químicos) de água, corresponde

[9] https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAO/publico/corrigirPorIndice.do?method=corrigirPorIndice

ao valor de US$ 2.145.376,12, com potencialidade de beneficiar, atualmente, uma população de 268.494 pessoas.

7.9 Provisão de Alimento: Produção de Palmito in natura e da Polpa

7.9.1 Introdução

O *Euterpe edulis Martius*, conhecido como palmeira juçara, é uma planta neotropical de sub-bosque, pertencente à família Arecaceae. Produz um palmito (estipe) de bom diâmetro, bom rendimento e boas qualidades organolépticas, sendo uma importante fonte de renda para vários proprietários da terra (REIS et al., 2000). Recentemente, a atenção voltou-se para os frutos da juçara, cuja polpa pode ser utilizada para produção de açaí similar ao do açaizeiro (*Euterpe oleracea*), palmeira originária da Região Amazônica (COSTA et al., 2006). A polpa dos frutos da juçara, assim como a do açaí, pode ser utilizada na forma de alimento: na tigela, em sucos, sorvetes, cremes, iogurtes, molhos e licores. Esta atividade pode vir a ser não só uma alternativa de renda, mas também uma importante estratégia para a conservação da espécie, contribuindo para a diminuição da pressão antrópica sobre o palmito (BARROSO, 2009).

O corte seletivo da palmeira para fins alimentares – produção do palmito – foi disciplinado por meio da Resolução SMA nº 16/1994, que estabelece as normas para exploração da espécie, de forma sustentada. Esta norma, válida para o Estado de São Paulo, foi revogada pela Resolução SMA nº 54/2013.

A espécie encontra-se ameaçada de extinção devido a dois fatores principais, a diminuição do fragmento florestal da Mata Atlântica (LORENZI, 1992) e o corte seletivo de forma indiscriminada. Entrou para a lista oficial das espécies da flora do Estado de São Paulo ameaçadas de extinção, como vulnerável, por meio da Resolução SMA nº 48/2004, e para a lista da flora ameaçada do Ministério do Meio Ambiente (MMA), por meio da Instrução Normativa n° 6/2008. De acordo com este último instrumento legal, entendem-se por ameaçadas de extinção “aquelas com alto risco de desaparecimento na natureza em futuro

próximo", assim reconhecidas pelo Ministério do Meio Ambiente, com base em documentação científica disponível. A espécie ainda permanece como ameaçada na publicação da nova lista do MMA, Portaria nº 43/2014.

Villani (2007) defende que a garantia da manutenção da diversidade biológica e dos recursos genéticos do PESM estaria em promover o enriquecimento dos remanescentes florestais com o plantio da palmeira juçara (*Euterpe edulis Mart*.), como alternativa de renda para o produtor rural, em área de amortecimento do entono da UC.

7.9.2 Abordagem Metodológica

Para estimar a produção anual de palmito ou da polpa foram consultados trabalhos científicos que fornecem informações como densidade de plantas adultas por hectare e produção anual de frutos da palmeira. A maioria das pesquisas sobre manejo do juçara foram realizadas nas Florestas Ombrófilas Densas (REIS, et al., 1993; REIS, 1995; FISCH 1998; REIS, GUERRA, 1999; FANTINI et al., 2000; FISCH et al., 2000; BATISTA et al., 2001).

Com relação à densidade, Reis (1995) encontrou 310 indivíduos adultos por hectare na Fazenda Faxinal, em Blumenau (SC); Batista et al. (2001) encontraram 167 indivíduos/ha no Vale do Ribeira (SP), porém em área já degradada. Ghoddosi et al. (2007) registraram 730 indivíduos/ha no Parque Natural Municipal São Francisco de Assis, em Blumenau (SC). Campos Filho e Sartorelli (2015) afirmam que, de forma geral, na mata nativa, são encontradas entre 50 a 500 palmeiras adultas em frutificação por hectare.

Na área de estudo, Leonelli (2011) encontrou 200 indivíduos/ha em um experimento em área degradada por extração ilegal, realizado no loteamento Morada da Praia, bacia do Rio Guaratuba.

Para o manejo adequado dessas áreas é necessária a realização de enriquecimento com distribuição de sementes e plântulas retiradas do próprio local.

Quanto à produção anual de palmito *in natura* por meio do regime de manejo sustentável, segundo Campos Filho e Sartorelli (2015), é possível a colheita de aproximadamente 200 plantas por hectare, ou seja, 200 palmitos. Ainda com relação ao rendimento, cada palmeira adulta produz palmito com peso líquido entre 350 e 750 g. Em média, pode-se calcular 100 kg de palmito por hectare retornando à área a cada quatro anos.

Quanto à produção da polpa de juçara, cada palmeira é capaz de produzir anualmente até cinco infrutescências ou cachos (REIS, 1999; KAGEYAMA, 2000; MANTOVANI, MORELLATO, 2000). Barroso (2009) encontrou uma média de 2,6 infrutescências por planta nos plantios realizados pela comunidade quilombola no Vale do Ribeira, em área degradada. Reis e Kageyama (2000) constataram que a grande maioria das palmeiras adultas produz dois cachos por ano.

Reis et al. (1994), estudando o peso dos frutos, estimaram em cerca de um grama cada fruto, sendo que a infrutescência pode atingir até 5 kg, mas, em média, o peso da infrutescência é de 3 kg. Mantovani e Morellato (2000) encontraram, em média, 3.300 frutos por palmeira, indicando um peso médio de 3,3 kg. Reis e Kageyama (2000) encontraram uma média de 3,5 kg. Barroso (2009) encontrou uma média de 4,45 kg por infrutescência e 3,4 litros de polpa, também por infrutescência.

A parte comestível do açaí corresponde a 17% do fruto, sendo o restante (83%) composto pela semente (BACELLAR et al., 2006).

Para esta pesquisa, no caso do palmito (estipe), foram consideradas 200 plantas a serem retiradas anualmente sob a forma de manejo sustentado, com período de retorno a cada cinco anos, de acordo com a Resolução SMA nº 16/1994, que determina exploração em ciclos com esta duração (explorando 20% da área a cada ano). Considerou-se ainda a comercialização do palmito *in natura* e a valoração econômica foi realizada por meio de consulta nas fontes de consumo.

- N° de plantas por hectare = 200
- Produção anual de palmito *in natura* = 40 (considerando ciclo de 5 anos, explorando 20% da área).

Para a polpa do juçara, considerou-se a exploração anual de 200 plantas adultas por hectare, com rendimento de três cachos com 3 kg cada, ou seja, cada árvore produzindo 9 kg de infrutescência. O método utilizado para valoração econômica foi o preço de mercado.

Polpa do Palmiteiro (n° de plantas por hectare)

- N° de plantas = 200
- N° de cachos por planta = 3,0
- Peso de cada cacho = 3 kg
- Produção de infrutescência por árvore = 9 kg
- Rendimento por árvore = 17% do peso (relação fruto e semente) = 1,53 kg
- Produção anual de polpa = 306 kg. Ha^{-1}

As fitofisionomias que apresentam a espécie em abundância são a Floresta Aluvial (FAL), a Floresta Transição-Restinga Encosta (FTr) e a Floresta Ombrófila Densa (LOPES, 2007; VILLANI, 2007; SOUZA e XAVIER, 2012; SOBRINHO-PINTO, 2012). As áreas que contêm estas formações foram incluídas no Plano de Manejo Sustentado para realização dos cálculos de estimativa de valores dos SEco.

A valoração econômica foi realizada pelo preço de mercado. Neste caso, o SEco de provisão de alimento, em especial para o palmito in natura, é considerado como potencial. É importante ressaltar que na área de estudo existem várias restrições ambientais, que não permitem a exploração da espécie aqui analisada.

7.9.3 Resultado e Discussão

O presente estudo seguiu a normativa paulista para exploração da palmeira, publicada em 1994, que estabelecia ciclos de cinco anos (explorando 20% da área a cada ano), sob a forma de manejo sustentado da espécie.

As áreas de maior densidade da espécie são aquelas onde estão os sub-biomas BFAL, BTr e BFOmbD. A Figura 43 exibe os sub-biomas potenciais e produtores de palmeira juçara nas bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba.

)

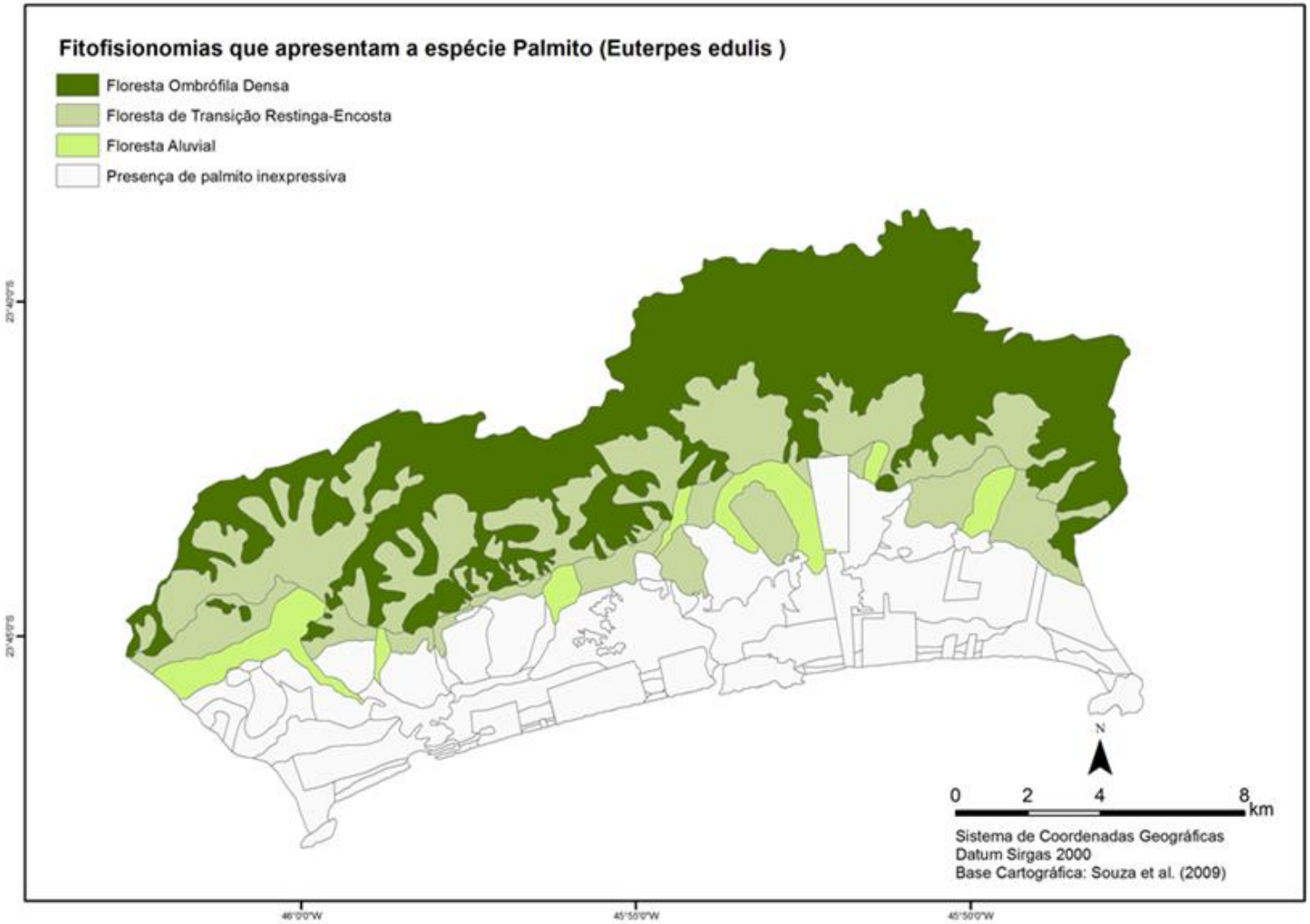

Figura 43. Sub-biomas potencialmente prestadores do SEco de Produção de Alimento Produção de palmeira juçara *in natura* e polpa. São eles: BFAL, BFTr, BFOmD.

7.9.3.1 Valoração Econômica para produção do Palmito in natura

Não foi encontrado preço de venda para o palmito da palmeira juçara *in natura.* O palmito pupunha (*Bactris gasipaes*), similar e com grande aceitabilidade no mercado consumidor, apresenta um preço, no Mercado do Agronegócio Rural, que varia entre R$ 10,00 a R$ 18,00 a estipe (palmito *in natura),* conforme a Tabela 40.

Tabela 40. Preço médio do palmito pupunha *in natua* comercializado no ESP. Fonte: elaboração própria (2017), baseado nos dados doMFRural - Mercado de Agronegócios*

Palmito in natura Estipe (creme)	***Preço (R$)***	***Município***
Pupunha	12,00	Eldorado
Pupunha	17,00	São Paulo
Pupunha	10,00	São Pedro
Pupunha	18,00	São Paulo
Preço médio	14,25	

* www.mfrural.com.br, consulta realizada em abril de 2016.

Para este estudo, utilizou-se a estimativa média de R$ 14,25, ou US$ 4,37, como valor de cada palmito.

A Tabela 41 mostra o conjunto de cálculo estimado para a valoração do SEco de produção de palmito *in natura*. Nas bacias, a produção anual estimada é de 628.937 plantas, com ciclos de exploração de 20% da área total, retornando ao mesmo talhão cada cinco anos.

Tabela 41. Produção anual estimada de palmeira juçara *in natura* em kg por hectare por ano por sub-biomas das bacias dos rios Guaratuba e Itaguaré. Fonte: elaboração própria (2017)

Sub-biomas	***Area Ha***	***Produção pl.ano^{-1}***	***Estimativa Valor em R$***	***Estimativa Valor em US$***
BFAL	1.172,27	234.454	3.340.969,50	1.025.120,36
BFTr	5.854,11	1.170.822	16.684.213,00	5.119.270,46
BFOmD	8.697,04	1.739.408	24.786.564,00	7.605.340,75
Total	15.723,42	3.144.684	44.811.747,00	13.749.731,73
Exploração de 20% da área	3.144,684	628.937	11.202.936,75	3.437.432,93

A produção anual de palmitos *in natura* nas bacias é de 628.937 plantas, com valor estimado em R$ 11.202.936,75, ou US$ 3.437.432,93, que é o valor deste SEco.

7.9.3.2 Valoração Econômica para produção da Polpa do Palmeira Juçara

Para a produção da polpa da palmeira juçara considerou-se exploração de 200 plantas adultas por hectare por ano e cachos com três quilos cada, ou seja, cada planta produz 9 kg de infrutescência por ano. A infrutescência é composta de polpa e semente e, considerando que a polpa corresponde a 17% da infrutescência, a produção é de 1,53 kg de polpa por ano por planta. Portanto, a produção anual de polpa corresponde a de 306 kg. Ha^{-1}.

Também foram utilizados os parâmetros para exploração da palmeira por meio Plano de Manejo Sustentado, com ciclos de cinco anos e exploração de 20% da área.

No despolpamento, a semente poderá servir como fonte de renda por meio da produção de mudas de palmeira juçara para venda a agricultores e paisagistas, para uso na produção da palmeira e para uso paisagístico.

Como existem poucos agricultores produtores de polpa de juçara, é difícil realizar a pesquisa oficial de preço da polpa da palmeira. Em Ubatuba, no Litoral Norte de São Paulo, o quilo é comercializado por preço que varia entre R$ 17,00 e R$ 25,00 (feira livre). No Mercado

do Agronegócio, no site do MFRural49, em consulta realizada em abril de 2016, o preço era de R$ 21,00.

A polpa vendida não é pura e, normalmente, é usado um litro de água para um quilo de polpa, dependendo do padrão de comercialização (por exemplo, açaí grosso ou tipo A, açaí fino tipo "C".

Para este estudo, foi usado, como referência para o peso da água, aproximadamente 1,0 kg[10]; portanto, o preço de R$ 21,00 praticado no mercado refere-se a 0,5 kg de açaí e 0,5 de água, além de outros componentes, como, por exemplo, os açúcares. Dessa forma, adotou-se que o valor da polpa bruta corresponde a R$ 42,00.

Estima-se um rendimento anual de polpa da palmeira e considera-se como o valor anual do ativo ambiental nas bacias R$ 40.415.478,60, ou US$ 12.400.810,63 (Tabela 42).

Tabela 42. Rendimento anual estimado de polpa do juçara em kg por hectare por ano em cada sub-bioma das bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba. Fonte: elaboração própria (2017)

Sub-biomas	***Ha***	***Kg/ano***	***Estimativa Valor em R$***	***Estimativa Valor em US$***
BFAL	1.172,27	358.714,62	15.066.014,00	4.622.753,30
BFTr	5.854,11	1.791.357,66	75.237.021,72	23.085.216,13
BFOmD	8.697,04	2.661.294,24	111.774.358,10	34.296.083,97
Total	15.723,42	4.811.366,52	202.077.393,80	62.004.053,4
Exploração de 20% da área	3.144,684	962.273,30	40.415.478,60	12.400.810,63

O manejo da sustentado do juçara *in natura* foi avaliado em quase 3 milhões de dólares anuais, enquanto o da polpa de palmito, em 12 milhões e 400 mil ou quatro vezes mais, pois

[10] 1 litro de água a 20° C no nível do mar pesa 1kg.

a polpa possui maior valor de mercado e é uma atividade com menos impacto ambiental quando comparada à exploração de palmito *in natura*.

Não foram considerados no presente estudo os gastos da exploração, que englobariam o capital humano, equipamentos, insumos, impostos e outros itens inerentes à atividade.

7. 10 Provisão de Alimento: Pescado

7.10.1 Introdução

Quase 76% da produção pesqueira costeira depende direta ou indiretamente dos mangues. De acordo com Schaeffer-Novelli (2008, p. 8), "os estoques de peixes, moluscos e crustáceos apresentam expressiva biomassa, constituindo excelentes fontes de proteína animal de alto valor nutricional. Os recursos pesqueiros são considerados como indispensáveis à subsistência das populações tradicionais da zona costeira, além de alcançarem altos preços no mercado internacional, caracterizando-se como importante fonte de divisas para o País".

Um exemplo da importância dos manguezais na manutenção dos estoques pesqueiros da zona costeira pode ser demonstrado nos estudos Cintrón e Schaeffer-Novelli (1983), que identificaram 67 espécies de peixes, representando 24 famílias, associadas a diversas áreas estuarinas do litoral brasileiro.

Segundo Heald (1971), Odum (1988) e Fonseca (2002), um hectare de manguezal preservado contém aproximadamente: 35 mil siris (*Callinectes exosperatus*); 830 mil caranguejos jovens; 46 mil caranguejos adultos guaiamuns (*Cardisoma guanhumi*); 850 mil ostras (*Cassostrea rhizophorae*); 850 mil unhas-de-velho (*Tagelus plebeius*); 850 mil sururus (*Mytella guianensis* e *M. schorruana*); 900 mil lambretas (*Lucina pectinata*); e 1 milhão de berbigões (*Anomalocardia brasiliana*), sendo a produção de biomassa por hectare/ano de 20 toneladas.

O município de Bertioga possui linha de costa de aproximadamente 39 km e conta com manguezais nas desembocaduras dos rios Itapanhaú, Itaguaré e Guaratuba, sendo que os dois últimos possuem 195 km² de área.

7.10.2 Abordagem Metodológica

Dados levantandos pela UNEP-WCMC (2006) em várias partes do mundo mostram alguns valores dos SEco prestados pelos manguezais, principalmente o serviço de provisão. Nos Estados Unidos, a pesca comercial dos pescados que dependem diretamente de manguezais foi avaliada em US$ 6.200 por km²; na Indonésia, em US$ 60.000 por km² (BANN, 1977); na Malásia, a pesca de camarão e peixes foi avaliada em US$ 250.000 por km²; e no Golfo do Panamá, em US$ 95.000 (TALBOT e WILKINSON, 2001).

Barbier (2007) estimou, na Tailândia, o valor líquido presente de produtos coletados pela comunidade na floresta e de mariscos sendo de US$ 484,00 a US$ 584,00/ha. Já o valor do manguezal como berçário e local de reprodução em suporte à pesca oceânica artesanal varia entre US$ 708,00 e US$ 987,00/ha.

No Brasil, Grasso e Schaeffer-Novelli (1999) estimaram a pesca comercial em US$ 654,30/ha (ou R$ 470,00/ha em 1999) e a pesca artesanal em US$ 317,40 (ou R$ 228,00/ha em 1999), valores propiciados pelos SEco proporcionados pelos manguezais de Cananeia.

No presente estudo, utilizou-se o mesmo método descrito por Carrilho (2015) para a valoração ecossistêmica da pesca no Baía do Araçá, em São Sebastião, no Litoral Norte de São Paulo.

O Instituto de Pesca do Estado de São Paulo acompanha a atividade pesqueira do município de Bertioga por meio do Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira Marinha e Estuarina (PMAP), realizando levantamentos periódicos nos locais de descarga de pescados. Os dados são lançados no Sistema ProPesq Web e disponibilizados ao público.

Para a estimativa da produção pesqueira no município de Bertioga, foram utilizados os dados do sistema ProPesqWEB (INSTITUTO DE PESCA, 2017), com informações disponibilizadas em um período de cinco anos, de janeiro de 2011 a dezembro de 2015.

O sistema também disponibiliza o preço dos pescados e a produção mensal. A estimativa da valoração foi realizada pela média anual dos cinco anos de produção pesqueira.

7.10.3 Resultados e Discussão

De acordo com o Instituto de Pesca do Estado de São Paulo (INSTITUTO DE PESCA, 2017), em 2010 Bertioga possuía aproximadamente 86 unidades produtivas (embarcações) ativas no município e 155 pescadores envolvidos nas atividades de pesca. As principais categorias de pescados são: o camarão-sete-barbas; o camarão-branco; a mistura; o cação; e a pescada-foguete, que foram principalmente capturados com os aparelhos de pesca arrasto-duplo-pequeno, emalhe-de-fundo e arrasto-duplo-médio.

O produto pescado, o grupo taxonômico, o aparelho de pesca utilizado, o volume em quilos por ano e o valor estimado foram encontrados no Sistema ProPesq Web e são apresentados no Anexo 2.

Dentro do grupo taxonômico dos crustáceos foram encontradas várias espécies de camarões; do grupo dos moluscos, foram encontrados polvos e lulas; dos peixes cartilaginosos, várias espécies de cação, raias e anequim; e, finalmente, dos peixes ósseos, uma imensa variedade, como, por exemplo, robalos, pescadas, sororocas, douradas, enchovas, bagres, linguados, trilhas, pirajicas e outros.

Foram usados os dados de cinco anos para o período de 2011 a 2015, durante o qual a produção pesqueira gerou cerca de 156.791 kg de pescados.

O produto da pesca beneficiou diretamente 620 pessoas, considerando os 155 pescadores e suas famílias – estimando-se quatro pessoas por família (Anexo 2).

7.10.3.1 Valoração Econômica

A valoração econômica foi realizada pela estimativa de preço de mercado, corrigido pelo IGP-M (FGV). Não foram computados nos cálculos os custos referentes a capital humano, equipamentos, embarcações, insumos, impostos e outros itens inerentes à atividade. Os dados encontram-se na Tabela 43.

Tabela 43. Valor estimado do SEco de provisão - pescados. Fonte: adaptado do Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira Marinha e Estuarina do Instituto de Pesca (PMAP)

Ano	***Kg de pescado no período (2011-2015)***	***Valor estimado (R$)***	***(US$)***
2011	213.337,50	1.060.023,12	
2012	228.275,50	1.161.436,90	
2013	118.545,50	932.106,51	
2014	113.230,10	1.001.243,02	
2015	110.566,70	995.914,10	
Valores médios		1.030.144,73	
Correção pelo IGP-M (FGV)		1.194.073,52	
Valor em US$			**372.751,90**

O valor anual estimado para este SEco é de R$ 1.194.073,52 ou US$ 372.751,90. Porém, este valor deve ser considerado subestimado, pois nem todas as embarcações que atracam para descarregar nos pontos de monitoramento do município passam por triagem. Outro dado importante é que muitos animais que passam parte de suas vidas nos mangues de Bertioga são pescados e descarregados em outros portos, como, por exemplo, Santos. Além disso, muitos pescadores e indígenas fazem coletas de berbigão (*Anomalocardia brasiliana*), siris e caranguejos; entretanto, os dados referentes a estas coletas não foram estimados.

7.11 Matéria-prima: produção de madeira para usos múltiplos

7.11.1 Introdução

Existem várias espécies de plantas nativas do Bioma Mata Atlântica que possuem múltiplos usos, principalmente para fins medicinais, ornamentais e artesanais. Souza e Xavier (2012) apontaram as principais espécies vegetais com potencial de uso econômico por meio de práticas de manejo sustentável, espécies estas presentes nos diferentes sub-biomas de planícies costeiras e baixa-média encostas da Serra do Mar, no Litoral Norte de São Paulo.

Recentemente, Campos Filho e Sartorelli (2015) publicaram o "Guia de árvores brasileiras com valor econômico como suporte para recuperação florestal". Este guia é útil, pois, com o advento da nova lei da vegetação nativa – que alterou o Código Florestal, Lei nº 12.651/12 (BRASIL, 2012), o Brasil vem implantando uma política de restauração ecológica nas propriedades rurais. Segundo os autores, o inventário florestal foi realizado por meio da seleção das espécies com valor econômico comprovado, para serem indicadas aos programas de restauração da flora nativa.

7.11.2 Abordagem Metodológica

O presente estudo teve como base o "Guia de árvores brasileiras com valor econômico como suporte para recuperação florestal" (Campos Filho e Sartorelli, 2015). Foram selecionadas todas as espécies do bioma Mata Atlântica e, para a estimativa da produção anual de madeira, foram utilizados os seguintes dados: altura (m), diâmetro (m) e preço do volume (m^3) da madeira.

A partir da seleção das espécies do Bioma Mata Atlântica existente no Guia (CAMPOS FILHO E SARTORELLI, 2015), o segundo passo foi elaborar a lista de espécies existentes na área de estudos com base nos trabalhos de Lopes (2007), Pinto Sobrinho (2012) e Souza e Xavier

(2012), para as planícies e baixa média-encosta. Já para as áreas de encosta, a base foi a lista de espécies.

Uma vez que os trabalhos acima consultados nem sempre forneciam dados de densidade da espécies, foi necessária a realização de várias buscas na procura de estudos científicos que fornecessem dados relativos aos números de indivíduos (espécie) por área.

Após realizado os levantamentos, foi possível calcular o volume de madeira utilizando a equação sugerida por De Oliveira (2011):

Equação 14:

$$V = 0{,}7854\, f\, DAP^2\, H$$

Sendo:

V: Volume (em m²)
DAP: Diâmetro da altura do peito, medido a 1,3 m do solo (em m)
H: Altura (em m)
f: Fator de forma

Segundo De Oliveira (2011, p. 15), "quanto mais cilíndrico for o tronco da árvore, o fator f é mais próximo de 01". Como se tratam de árvores nativas, considerou-se o fator de deformação de 0,45 para este estudo.

Do volume total das espécies existente, nem todas são apropriadas para o aproveitamento econômico em função de suas características física e das dificuldades encontradas na extração. Dessa forma, adotou-se neste estudo que 20% do volume de madeira existente nas bacias que estaria apto para ser comercializado ao custo médio de R$ 150,00 o m³ da madeira em pé, para ser retirada da floresta.

O valor de R$ 150,00 foi estipulado por meio de consulta repassada pela Dra. Maria José Brito Zakia, do Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais (IPEF).

7.11.3 Resultados e Discussão

Para elaboração desta lista, foram consultadas as publicações científicas constantes na Tabela 44.

Tabela 44. Fontes utilizadas na elaboração das listas de espécies existentes ou provavelmente existentes nas bacias do rio Guaratuba e Itaguaré. Fonte: elaboração própria (2017)

N°	***Fonte***
1	Piratelli, et al (1998)
2	Kageyama e Gandara (1998)
3	Aidar et al. (2001)
4	Carvalho (2003)
5	Guedes et al. (2006)
6	São Paulo (2006)
7	Lopes (2007)
8	Medeiros (2009)
9	Prata et al. (2011)
10	Ramos et al. (2011)
11	Joly et al. (2012)
12	Souza e Xavier (2012)
13	Sobrinho-Pinto (2012)
14	Marmontel e Rodrigues (2013)
15	Rochelle et al. (2011)

Na Tabela 45 é apresentada a lista de espécies existentes ou provavelmente existentes nas bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba (número de indivíduos por hectare), catalogadas com base nas publicações científicas analisadas.

Tabela 45. Lista de espécies existentes ou provavelmente existentes nas bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba (número de indivíduos por hectare). Para identificação da fonte bibliográfica, consultar Tabela 44. Fonte: elaboração própria (2017)

	Sub-biomas Nº de ind.Ha^{-1}									***Fonte***
Espécies	***BFbR***	***FaR 2 e 3***	***BFPa***	***BFAL***	***BFTr2***	***BFaRu***	***BFaR***	***BFomDSM***	***BFomDFM***	
Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan									1/8	1
Annona cacans Warm									1/8	11
*Andira fraxinifolia (*Angelim*)*						10				5
Brosimum rubescens Taub.								12		15
Cabralea canjerana (Vell.) Mart (Canjerana)						30	10	5 14	22	5, 8, 15
*Calophyllum brasiliense Cambess (*Guanandi)	20	30	10			60	90			13, 5
*Campomanesia xanthocarpa (*Guabiroba*)*				10					40	13, 14
*Campomanesia phaea (O. Berg) Landrum (*Cambuci*)*								4	50	8, 15
*Cedrela fissilis Vellozo (*Cedro*)*					1				1/8 3	2, 3, 15
Copaifera langsdorffii Desf.								8	2	9, 10

Continuação:						***Sub-biomas*** t ***Nº de ind.Ha^{-1}***				***Fonte***
Espécies	***BFbR***	***FaR 2 e 3***	***BFPa***	***BFAL***	***BFTr2***	***BFaRu***	***BFaR***	***BFomDSM***	***BFomDFM***	
Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud (Louro Pardo)									1/8	1
Cupania vernalis Cambess, (Camboatá)									1/8	1
Eugenia sp						70	80	10	45	5, 15, 8
Eremanthus erythropappus (DC.) MacLeish. (Candeia)									1/8	1
Jacaratia spinosa					10			4	1	13, 15, 9
Hymenaea courbaril L. (Jatobá)								3	1 1	15, 9
Inga sessilis (*Vell.*) Mart.								1		15
Machaerium stipitatum (Jaracandá Roxo)	10				10					13
Miconia cinnamomifolia (Jacatirão Açu)	10	30						1 1		10, 13, 15
Mimosa scabrella Benth (Bracatinga)								2	10	8, 10
*Myrocarpus frondosus (*Cabreúva)								2		10

Continuação:	***Sub-biomas*** t ***Nº de ind.Ha-1***									***Fonte***
	BFbR	***FaR 2 e 3***	***BFPa***	***BFAL***	***BFTr2***	***BFaRu***	***BFaR***	***BFomDSM***	***BFomDFM***	
Nectandra megapotamica (*Spreng*.) Mez. (Canela)						30	80		5	3, 5
Schizolobium parahyba (Vell.) Blake, (Guapuruvú)									5	3
Ocotea porosa (Imbuia)						20	40			5
Ormosia arborea (Vell.) *Harms* (Olho de Cabra)		10						11	1	9, 13, 15
Piptadenia gonoacantha (Mart.) (Pau Jacaré)									13	3
Persea willdenovii Kosterm (Maçaranduba)		10								13
Protium heptaphyllum (*Aubl*.) Marchand, (Breu Branco)								3		15
Pterocarpus rohrii Vahl (Aldrago)								1	1 2	3, 9, 10
Roupala montana var. *brasiliensis* (Carvalho Brasileiro)								14		15
Luehea divaricata Mart. e Zucc. (Açoita Cavalo)									46	4
*Maclura tinctoria (L.) (*Taúba)									2	15

A Tabela 46 mostra o volume estimado de madeira com os dados de altura e DAP (Diâmetro da Altura do Peito) das espécies contempladas nos estudos de Campos Filho e Sartorelli (2015).

Tabela 46. Estimativa do volume de madeira (m³) de espécies florestais com valor econômico existente ou provavelmente existente nas bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba. Fonte: modificada de Campos Filho e Sartorelli (2015)

Espécies Florestais	***H (m)***	***DAP (m)***	***Volume (m³)***	***N° de árvores***	***Volume Total (m³)***
Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan	20	0,6	2,55	10.87	2.772
Annona cacans Warm	20	0,9	5,73	1.087	6.228
Andira fraxinifolia	18	0,5	1,59	27.67	44.00
Brosimum rubescens Taub.	30	1	10,60	104.364	1.106.258
Cabralea canjerana (Vell.) Mart (Canjerana)	40	2,3	74,78	428.688	32.057.289
Calophyllum brasiliense Cambess (Guanandi)	40	1,5	31,80	272.787	8.674.627
Campomanesia xanthocarpa (Guabiroba)	25	0,7	4,33	359.604	1.557.085
Campomanesia phaea (O.Berg) *Landrum*	8	0,3	0,25	469.640	117.410
Cedrela fissilis Vell.	35	2,5	77,31	6941	536.609
Copaifera langsdorffii Desf.	35	2	49,48	86.970	4.303.276
Cordia trichotoma (Vell.) Arráb. ex Steud (Louro Pardo)	25	6	318,09	1087	345.769
Cupania vernalis Cambess (Camboatá)	20	0,8	4,524	1087	4.917
Eugenia sp	10	0,5	0,88	932.582	820.672
Eremanthus erythropappus (DC.) MacLeish (Candeia)	10	0,3	0,32	1087	348
Jacaratia spinosa	30	0,9	8,59	102.026	876.403
Hymenaea courbaril L.	45	2	63,62	34.788	2.213.212
Inga sessilis (Vell.) Mart.	20	0,6	2,54	8.697	22.090
Machaerium stipitatum (Jaracandá Roxo)	25	1,2	12,72	60.130	764.853
Miconia cinnamomifolia (Jacatirão Açu)	29	0,5	2,56	185.901	475.906
Mimosa scabrella Benth	35	1	12,37	104.365	1.290.995
Myrocarpus frondosus	35	1	12,37	17.394	215.163
Nectandra megapotamica (Spreng.) Mez. (Canela)	15	0,5	1,32	343.536	453.467

Espécies Florestais	***H (m)***	***DAP (m)***	***Volume (m³)***	***N° de árvores***	***Volume Total (m³)***
Schizolobium parahyba (Vell.) Blake (Guapuruvú)	30	10	1060,29	16.282	17.263.641
Ocotea porosa (Imbuia)	30	2,5	66,27	185606	12.300.110
Ormosia arborea (Vell.) Harms (Olho de Cabra)	30	1	10,607	136.928	1452.395
Piptadenia gonoacantha (Mart.) J.F.Macbr (Pau Jacaré)	30	0,9	8,59	11.3061	971.194
Persea willdenovii Kosterm (Maçaranduba)	25	0,7	4,33	32563	140.998
Protium heptaphyllum (Aubl.) *Marchand,* (Breu Branco)	15	0,6	1,90	2..6091	49.573
Pterocarpus rohrii (Aldrago)	32	0,5	2,83	2.6091	73.837
Roupala montana (Carvalho Brasileiro)	30	0,8	6,78	121.757	825.512
Luehea divaricata (Açoita Cavalo)	5	15	3,50	400.064	1.400.224
Maclura tinctoria	37	1	13,08	17.394	227.513
Volume de madeira estimado (m³)				623.960	90.594.353

Foi estimada uma quantidade de 90.594.353 m³ de madeira nas bacias, volume este originário de 623.960 árvores que encontram-se estocadas.

7.11.3.1 Valoração Econômica

A valoração econômica foi realizada considerando-se o preço do metro cúbico das espécies, segundo Campos Filho e Sartoreli (2015), e calculada de acordo com a média dos valores mínimos e máximos pelo qual as madeiras vêm sendo comercializadas no mercado nacional, valores estes reajustados pelo IGP-M (Tabela 47).

Tabela 47. Valor estimado do volume total de madeira (m³) nas bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba, considerando o preço de R$ 150,00 m³ e exploração de 20% das espécies.

Espécies Florestais	***Volume Total*** *em m³*	***Valor total (R$)*** *Madeira estocada nas bacias (Volume total x R$ 150,00)*
Anadenanthera colubrina (Vell.), Brenan	2.771,85	415777,50
Annona cacans Warm	6.228,51	934276,50
Andira fraxinifolia	44.006,43	6600964,50
Brosimum rubescens Taub.	1.106.258,4	165938760,00
Cabralea canjerana (Vell.) Mart, Canjerana	32.057.288,64	4808593296,00
Calophyllum brasiliense Cambess, Guanandi	8.674.626,6	1301193990,00
Campomanesia xanthocarpa, Guabiroba	1.557.085,32	233562798,00
Campomanesia phaea (O. Berg) Landrum	117410	17611500,00
Cedrela fissilis (Vell.)	536.608,71	80491306,50
Copaifera langsdorffii Desf.	4.303.275,6	645491340,00
Cordia trichotoma (Vell.) Arráb. ex Steud, Louro Pardo	345.763,83	51864574,50
Cupania vernalis Cambess, Camboatá	4.917,59	737638,20
Eugenia sp	820.672,16	123100824,00
Eremanthus erythropappus (DC.) MacLeish, Candeia	347,84	52176,00
Jacaratia spinosa	876.403,34	131460501,00
Hymenaea courbaril L.	2.213.212,56	331981884,00
Inga sessilis (Vell.) Mart.	22.090,38	3313557,00
Machaerium stipitatum, Jaracandá roxo	764.853,6	114728040,00
Espécies Florestais	***Volume Total***	***Valor total (R$)***

	em m³	*Madeira estocada nas bacias (Volume total x R$ 150,00)*
Miconia cinnamomifolia, Jacatirão Açu	475.906,56	68020128,00
Mimosa scabrella Benth	1.290.995,05	193649257,50
Myrocarpus frondosus	215.163,78	32274567,00
Nectandra megapotamica (Spreng.) *Mez.,* Canela	453.467,52	68020128,00
Schizolobium parahyba (Vell.) Blake, Guapuruvú	17.263.641,78	2589546267,00
Ocotea porosa, Imbuia	12.300.109,62	1845016443,00
Ormosia arborea (Vell.) Harms, Olho de Cabra	1.452.395,30	217859294,40
Piptadenia gonoacantha (Mart.) J.F.Macbr, Pau Jacaré	971193,99	145679098,50
Persea willdenovii Kosterm, Maçaranduba	140.997,79	21149668,50
Protium heptaphyllum (Aubl.) Marchand, Breu Branco	49.572,90	7435935,00
Pterocarpus rohrii Vahl, Aldrago	73837,53	11075629,50
Roupala montana var. *brasiliensis, Carvalho Brasileiro*	825.512,46	123826869,00
Luehea divaricata Mart. e Zucc, Açoita cavalo	1.400.224	210033600,00
Maclura tinctoria (L.) D.Don ex Steud	227.513,52	34127028,00
Valor Total em Reais		R$13.589.152.973,10
20% Referente ao rendimento econômico		R$ 2.717.830.594,62
Valor em US$		833.920.658,41

As três espécies de maior valor comercial que aparecem nos inventários florestais das planícies e das áreas de encostas são a *Cabralea canjerana*, conhecida como Canjerana, *Luehea divaricata*, ou Açoita Cavalo, presente apenas nas encostas da Serra do Mar, na FOmD, e a espécie *Ocotea porosa*, ou Imbuia, que aparece na planície costeira.

Com relação ao volume de madeira nas bacias, os maiores são os das espécies *Schizolobium parahyba,* conhecida como Guapuruvú, e *Cordia trichotoma*, ou Louro Pardo.

Os sub-biomas que apresentaram maiores densidades de espécies com valor comercial foram: a BFOmD (256 ind.Ha^{-1} na Floresta Montana e 96 na Floresta Sub-Montana); BFAR (350 ind.Ha^{-1}); e BFaRu (220 ind.Ha^{-1}).

O valor do SEco de provisão de matéria-prima é de US$ 833.920.658,41. Ressalta-se que este o valor está subestimado, pois existem outras espécies com valor comercial que não foram calculadas, caso da *Tabebuia cassinoides*, conhecida como Caixeta, muito usada como matéria-prima para peças de artesanato.

A reportagem do programa Globo Rural veiculada no dia 22 de janeiro 2017, edição n° 1.900, mostrou que o metro quadrado do Ipê, já cortado, está sendo comercializado entre US$ 1.600 e US$ 2.000. A exploração da madeira é permitida sob regime de manejo sustentado, dentro de UC na categoria de Floresta Nacional (FLONA). Nestas condições, a madeira é certificada e obtém alto valor no mercado. Neste estudo, o metro quadrado das árvores em pé foi avaliado em US$ 50,00, valor muito inferior ao preço das espécies florestais certificadas e exploradas em FLONA, apesar daquele valor ser para árvores cortadas.

Outro resultado importante é que foram identificadas as espécies de valor comercial para cada sub-bioma estudado, que podem ser usadas como matrizes (porta-sementes) para implantação de projetos de restauração ecológica, conforme previsto na Lei da Vegetação Nativa Florestal, Lei nº 12.651/12 (BRASIL, 2012), que substitui o Código Florestal.

7.12 Recreação: Praias

7.12.1 Introdução

De acordo com Souza (2009), as praias desempenham múltiplas funções socioecológicas, entre elas: a proteção costeira natural para os ecossistemas adjacentes, ou mesmo os equipamentos urbanos, contra o ataque de ondas e marés de tempestade; habitat para várias espécies animais e vegetais; recreação e lazer; esportes; turismo; e atividades econômicas diretas e indiretas (SOUZA et al., 2005).

O uso dos ecossistemas para objetivos de recreação e turismo tem aumentado, devido, principalmente, ao crescimento da população, à maior disponibilidade de tempo para o lazer entre as populações mais ricas, e a uma maior infraestrutura de suporte a esse tipo de atividade.

A recreação é considerada um dos aspectos mais importantes para a economia mundial, por criar empregos e gerar divisas e benefícios sociais (SILVA et al, 2005). Neste contexto, as praias ganham notável importância, constituindo-se em um dos locais mais procurados e representando importantes centros de lazer e de atividades econômicas.

As opções de lazer são diversificadas – banho de sol, banho de mar, caminhada, prática de esportes, espaço de contemplação e relaxamento. Igualmente variadas são as opções econômicas, devido às atividades que se instalam em função do turismo, como quiosques de alimentação, vendedores ambulantes, bares, pousadas e hotéis.

7.12.2 Abordagem Metodológica

Existem poucos estudos sobre a valoração monetária do uso recreativo e de lazer das praias no Brasil. Foram encontrados os seguintes estudos: Finco e Adbdallah (2001), que estimaram o valor do uso recreacional da Praia do Cassino; Freire et al. (2006), que avaliaram a Praia de

Canavieiras; Santos et al. (2010), que realizaram estudos na Praia do Atalaia; Frossard et al. (2003), que valoraram a Praia da Coroinha; e os autores Oliveira e Mata (2013), que estimaram os valores das praias de Salvador. Os dados dos estudos encontram-se na Tabela 48.

A estimativa de valoração econômica adotada neste estudo corresponde ao valor obtido no trabalho de Frossard et al. (2013), por apresentar valor anual e pela característica dos estudos e da praia analisada.

Devido à existência de três praias nas bacias do Itaguaré e Guaratuba, a média do valor foi multiplicado por três.

.

Tabela 48. Referências bibliográficas encontradas de valoração econômica de praias. Fonte: elaboração própria (2017)

Praias	***Valor em R$***			***Autores***	***Valor em US$ (ref. 2017) ajustado pelo IGP-M (FGV) ao ano***
	Diário	***Mensal***	***Anual***		
Praias de Salvador (BA)	-		3.083.174,51 e 3.121.011,49	Oliveira e Mata (2013)	
Praia da Coroinha em Itacaré(BA)	-	117.767,65	1.413.211,86	Frossard et al. (2013)	571.901,40
Praia do Atalaia, Salinópolis (PA)	281.532,00 **	-	-	Santos et al. (2010)	-
Canavieiras (BA)	41,43* 68,11	297.136,76 * 458.611,40**	-	Freire et al. (2009)	-
Praia do Cassino (RS)	91,57 a 101,38	-	-	Finco e Adbdallah (2001)	-
Valor estimado do SEco (x3 praias)					US$ 1.715.704,20

* Na baixa estação. ** Na alta estação.

7.12.3 Resultados da Discussão

As praias do Itaguaré, Guaratuba e Boraceia integram as bacias do Itaguaré e Guaratuba por 17 km de orla e oferecem espaço de lazer e recreação ao ar livre. São frequentadas por turistas que se deslocam da Grande São Paulo e de diferentes partes do estado.

O valor ajustado é de US$ 1.827.262,59 (ajustado pelo IGP-M e convertido em dólares em 01/01/2017). Como existem três praias, o valor dos SEco foi estimado em US$ 1.715704,20.

O estudo de valoração econômica de Frossard et al. (2013) avaliou a Praia de Coroinha, em Itacaré, cuja a extensão é de aproximadamente 6 km, portanto perfeitamente adaptável para a área estudada.

7.13 Recreação: Trilhas

7.13.1 Introdução

O turismo ecológico corresponde a uma das principais fontes de renda para alguns países que ai possuem grande parte dos seus ecossistemas ainda conservada (ANDRADE e ROMEIRO, 2009).

Além das praias, o ecoturismo e o turismo de aventura são as modalidades de turismo sustentáveis presentes na área de estudo. Inúmeras atividades são oferecidas por empresas turísticas, como, por exemplo, canoagem nos rios Itaguaré e Guaratuba, trilhas de mountain bike, passeios para conhecer a aldeia indígena, observação de pássaros, banhos de cachoeira.

A caminhada em trilhas é a principal atividade dos parques. Nas bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba, destacam-se as trilhas elencadas no Plano Emergencial de Uso Público do PERB (FUNDAÇÃO FLORESTAL, 2014).

a) Trilha de Itaguaré – trecho da Trilha Passos do Jesuíta, sobre a restinga, com 1.140 m de extensão. É uma trilha autoguiada ou guiada por profissionais credenciados pela Prefeitura Municipal de Bertioga. Apresenta grau de dificuldade médio, com tempo estimado de 1 hora (ida e volta). Público-alvo formado por diversos grupos: religiosos, esotéricos**,** escolares, turistas, peregrinos, esportistas, fotógrafos e veranistas. Características ambientais: BPEs, BFbR e BFAR.

b) Trilha de Itaguaré – trecho de acesso à praia, autoguiado, com 220 m de extensão. Público-alvo formado por diversos grupos: religiosos, esotéricos**,** escolares, turistas, peregrinos, esportistas, fotógrafos, veranistas e moradores. Características ambientais: sub-biomas BFBR e BFAR.

c) Trilha da Bracaia – Guaratuba, no loteamento Morada da Praia, Boraceia. Trilha guiada pelos profissionais da Prefeitura, com 3.400 m de extensão. Médio grau de dificuldade, com tempo estimado de 5 horas (ida e volta). Público-alvo formado por diversos grupos: religiosos, esotéricos**,** escolares, turistas, esportistas e fotógrafos. Características ambientais: Mata Atlântica com ecossistemas associados, passando pelos sub-biomas BFAR, BFTr e BFOmD.

d) Trilha do Guaratuba – loteamento Costa do Sol: guiada por profissionais credenciados pela Prefeitura, com de 8.200 m de extensão, sendo 4.140 m dentro do PERB e o restante no PESM. Grau de dificuldade médio, com tempo estimado de 8 horas (ida e volta). Público-alvo formado por diversos grupos: religiosos, esotéricos**,** escolares, turistas, peregrinos, esportistas, fotógrafos, veranistas e moradores. Características ambientais: passa pelos sub-biomas de planície costeira, como BFAR, BFaRu, BFTr e BFOmD.

7.13.2 Metodologia

O uso recreativo com destinos múltiplos foi avaliado nos seguintes locais: no Parque Nacional do Iguaçu (PR), por Ortiz et al. (2000); no Parque Estadual do Rio Doce (MG), por Mikhailova e Barbosa (2004); no parque natural situado em Itajaí (SC), por Sebold e Silva (2004); no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães (MT), por Fritsch (2005); na Área de

Proteção Ambiental de São José (MG), por Pereira e Campos (2006); e no PESM (SP), por Perroud (2010). Todos esses estudos são apresentados na Tabela 49.

No presente estudo, foi adotado o trabalho de Perrenoud (2010), por este ter sido realizado na mesma UC da área de estudo, porém, na região norte do PESM. O Núcleo Santa Virgínia do PESM possui, em relação à área de estudo, várias similaridades quanto aos aspectos biofísicos, possuindo rio encachoeirado, um dos principais atrativos da Trilha do Guaratuba.

O valor do SEco associado à oportunidade do desenvolvimento de atividades de turismo e lazer ao ar livre e em contato com a natureza preservada nas bacias da área de estudo é de R$ 21.082.669,24 (R$ 13.490.462,33/ano/2010) ou US$ 11.903.715,68/ano, referente a 2016.

Tabela 49. Estudos publicados sobre uso recreativo em unidades de conservação da natureza. Fonte: elaboração própria (2017)

Unidade de Conservação da Natureza	***R$***	***US$***	***Autores***	***US$ corrigido pelo IGP-M (FGV)***
Parque Nacional do Iguaçu (PR)	22.428.469,89	12.542.484,00	Ortiz (2000)	3.146.397,50
PE Rio Doce (MG)	2.709.319,20	938000,00	Mikhailova e Barbosa (2004)	6.086.614,28
Parque Natural (SC)	74.338.719,40		Sebold e Silva (2004)	23.206.191,66
Parque Phillipe W. C. de Vasconcelos (SP)	449852,40	1.010.614,78	Gonzales (2004)	315.481,90
Parque Nacional da Chapada dos Guimarães (MT)	20.207.706,77	7.615.204,54	Fritsch (2005)	10.130.226,15
Parque Nacional Serra Geral (RS)	32.274.446,00	56.957.151,58	Gori e Romeiro (2008)	17.780.217,18
Parque Nacional da Tijuca (RJ)	289.740.455,04 a 325.958.011,92	325.958.011,92	Medeiros e Young (2011)	132.856.635,34 a 149.463.714,75

Continuação: **Unidade de Conservação da Natureza**	***R$***	***US$***	***Autores***	***US$ corrigido pelo IGP-M (FGV)***
Parque Estadual da Serra do Mar/ NSV/ São Luís do Paraitinga (SP)	13.490.462,33	7.331.772,40	Perrenoud (2010)	11.903.715,68
Área de Proteção Ambiental São José (MG)	740.066,88	1.461.366,92	Pereira e Campos (2006)	456.192,43
Valor corrigido pelo IGP-M em 12/2016				21.082.669,24
Valor corrigido em US$				11.903.715,68

7.13.3 Resultados e Discussão

A Trilha do Guaratuba, que atravessa o PERB e o PESM, apesar de ainda não estar totalmente implantada em relação à infraestrutura de sinalização e comunicação visual, já faz parte do roteiro turístico das UC. Esta trilha, que antigamente era uma estrada de manutenção do duto de água, leva até a captação de água operada atualmente pela Sabesp. A estrada foi fechada para entrada de veículos e o leito maior encontra-se com vegetação nativa, em estágios iniciais a médio de regeneração natural. No final da trilha, existe uma grande queda d'água, a Cachoeira do Tobogã, e um local para banho, conhecido como Poço do Limão (Figura 44).

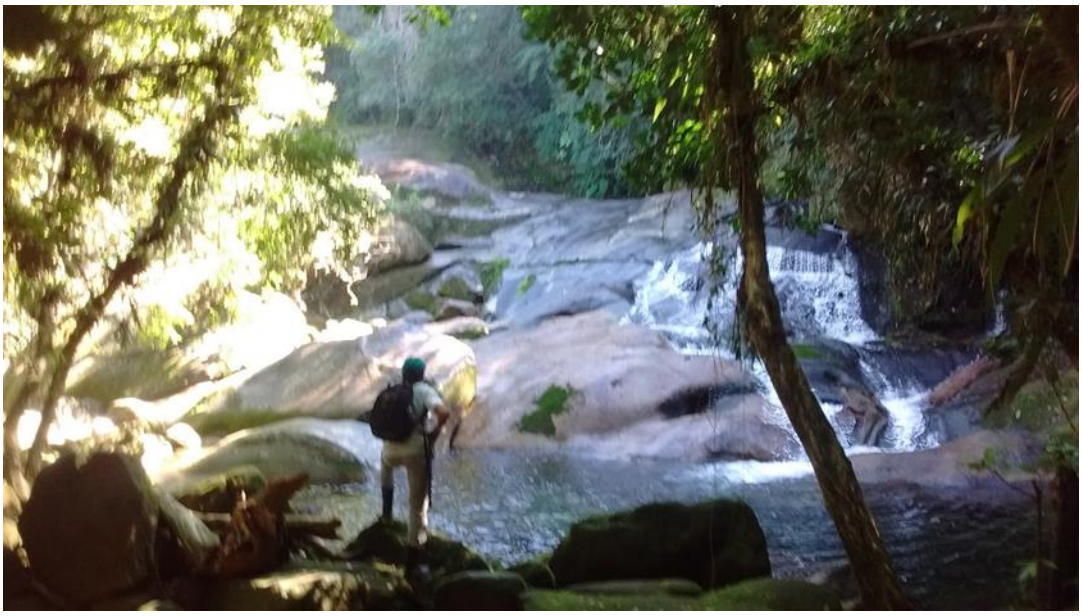

Figura 44. Final da Trilha do Guaratuba – vista da Cachoeira do Tobogã, no interior do PESM.

O valor do SEco associado à oportunidade do desenvolvimento de atividades de turismo e lazer ao ar livre é de R$ 21.082.669,24, ou US$ 11.903.715,68/ano.

7.14 Recreação: Pesca desportiva no Manguezal

7.14.1 Introdução

Uma das funções que os ecossistemas proporcionam para o bem-estar humano são as atividades de lazer e recreação em contato com a natureza, que movimentam a economia associda ao turismo. Paisagens atraentes, água limpa e animais silvestres são a base da experiência recreativa e estão vinculados aos valores estéticos da natureza (DAILY, 1977).

7.14.2 Abordagem Metodológica

Uma importante fonte de renda para Bertioga é a pesca desportiva, que cria uma série de empregos e sustenta uma das bases da economia informal. De acordo com Tognella (1995), alguns pescadores alugam seus barcos de pesca para os turistas nos finais de semanas e, muitas vezes, trabalham como guias. Outra fonte de renda é a venda de peixes, tanto para alimento como para isca.

A atividade de pesca esportiva foi avaliada economicamente no Canal de Bertioga por Tognella (1995), que obteve valores entre US$ 25,51 a US$ 65,44/dia (referentes a 1995). Estudos de Grasso e Schaeffer-Novelli (1999) avaliaram o valor do SEco de recreação e pesca esportiva em Cananeia em US$ 3.583 por hectare ao ano (referente a 1995).

Neste estudo, assumiu-se o valor de US$ 3.583 por hectare de manguezal existente na área de estudo para avaliação da pesca esportiva, uma vez que os resultados dos estudos de Grasso e Schaeffer-Novelli (1999) foram apresentados em valores anuais, facilitando assim a transferência do método para a área de estudo e sua replicação em outras áreas com ambientes similares.

7.14.3 Resultados

Os rios Itaguaré e Guaratuba possuem 520,20 ha de manguezais com grande potencial de fomento da atividade turística de forma sustentada. Assumindo o valor de US$ 3.583. Ha^{-1} ha para a área de estudo, que é de 520,20 Ha, o valor atualizado é de US$ 9.624,04. Ha^{-1}.

O valor do SEco para a pesca desportiva é de aproximadamente US$ 5.006.426,00 por ano.

7.15 Ciência e Educação: oportunidade de realização de Pesquisa Científica

7.15.1 Introdução

Os ambientes naturais proporcionam a ampliação no conhecimento científico, da pesquisa científica e de atividades com fins educacionais. O fato da área de estudo apresentar alto grau de preservação, além de possuir os diferentes tipos de ecossistemas presentes em todo litoral paulista, torna-a bastante valorizada pela comunidade científica e por educadores.

Os atributos ambientais, em termos de geodiversidade e biodiversidade, das bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba atraem a atenção de cientistas e professores de vários lugares do país e constituem-se atualmente em um verdadeiro laboratório a céu aberto para atividades relacionadas a pesquisas científicas, educação ambiental, trabalhos de campo e para cursos de ensino superior, como Oceanografia, Geociências, Ciências Biológicas, Gestão Ambiental, entre outros. Pode-se considerar que o SEco beneficia as populações em nível regional e até nacional.

7.15.2 Abordagem Metodológica

Para estimar o número de produções científicas existentes na área de estudo, foi realizada consulta em duas bibliotecas digitais, utilizando a palavra “Bertioga”, em análise simplificada, sem preocupação com a categoria, usando todos os campos (por exemplo, título, autor, palavra-chave).

Os temas pesquisados para este estudo incluem: diversidade das espécies existentes nos ecossistemas de mangue; ecossistemas estuarinos, na restinga e Mata Atlântica; sedimentologia terrestre e marinha; geomorfologia litorânea; solos; educação ambiental; turismo; e poluição ambiental.

Foram selecionadas todas as referências bibliográficas relacionadas ao tema ecossistema, como: ecossistemas de mangue; estuarinos; restinga; sedimentologia terrestre e marinha; geomorfologia litorânea; geografia física; solos e nutrição de plantas; educação ambiental; turismo; e poluição ambiental.

A busca foi realizada para dois períodos: o primeiro, para todas as produções científicas encontradas nos dois bancos de dados até hoje, e o segundo, para o período entre 1997 e 2016, no qual estão as publicações dos últimos 20 anos. Os portais digitais pesquisados foram de Busca Integrada do Sistema Integrado de Biblioteca da Universidade de São Paulo (SIBi)[11] e da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD)[12].

No Portal da SIBi, foram acessadas as bibliotecas do Instituto Oceanográfico, da Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas (FFLCH) e do Instituto de Geociências.

No Portal da BDTD, foram acessadas as bibliotecas das seguintes instituições de ensino: Universidade Estadual Paulista; Universidade de Santos; Metodista; Mackenzie; Universidade de Campinas; Pontifícia Universidade Católica; Universidade Federal de Santa Catarina; Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR; e Universidade Federal de São Paulo, entre outras. Também foi feita uma busca no Diretório Aberto de Revistas e Jornais (*Directory of Open Access Journals*).

[11] http://www.buscaintegrada.usp.br/
[12] http://bdtd.ibict.br/vufind/

Para estimar o valor econômico do SEco, adaptou-se a metodologia proposta por Carrilho (2015), conforme segue: para teses e dissertações, foram levantados os valores das bolsas de iniciação (considerando um ano de bolsa), mestrado (dois anos), doutorado (quatro anos) e pós-doutorado (dois anos) para 2016, conforme fornecidos pela FAPESP (2016). Utilizou-se o menor valor de bolsa para mestrado, doutorado ou pós-doutorado, todas do nível I. Também foram consideradas as reservas técnica necessárias ao desenvolvimento das pesquisas, como compra de materiais, contratação de serviços e transporte.

Para a publicação de artigos e resumos de trabalhos, considerou-se o valor das diárias nacionais da FAPESP e, para os trabalhos publicadas em revistas indexadas, considerou-se o valor das diárias internacionais, sendo que, para cada evento, foram consideradas cinco diárias.

Para publicação de livros e capítulos, foi utilizada como base uma estimativa dos custos necessários à publicação da Editora Annablume, que é voltada à publicação de produções acadêmicas e que tem recebido financiamento da FAPESP, sendo o custo para uma publicação de 150 páginas de R$ 14.000,00. O custo por página é de R$ 93,35, com base no ano de 2014 (CARRILHO, 2016). Corrigido pelo IGP-M, este valor é de R$ 105,02 para o ano de 2016[13.] Na realização da busca nos bancos de dados, para os livros e capítulos de livros, foi verificado o número de páginas contido em cada exemplar.

7.15.3 Resultados

No SIBi existem registros de publicações sobre os temas selecionados para consulta (por exemplo, restinga e ecossistema) desde 1951. São 343 publicações, sendo 98 artigos publicados em revistas nacionais e estrangeiras, 90 trabalhos em eventos (incluindo artigos

[13]https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAO/publico/exibirFormCorrecaoValores.do?method=exibirFormCorrecaoValores

completos publicados em anais e resumos expandidos), 37 títulos de teses, 84 dissertações, 8 monografias, 25 livros e 1 capítulo de livro (Tabela 50).

Considerando esse período de 66 anos de pesquisas científicas, nota-se que 50% dos trabalhos foram publicados nos últimos 20 anos.

A maior parte da produção científica encontra-se nas seguintes bibliotecas: da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH), do Instituto Oceanográfico, da ESALQ, do Instituto de Geociências, da Faculdade de Saúde Pública e do Instituto de Biociências. Também apresentam produções: o Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), a Faculdade de Arquitetura Urbanismo, a Faculdade de Medicina, o Museu de Arqueologia e Etnologia, o Instituto Química de São Carlos, o Instituto de Pesquisas de Energia Nuclear, o Instituto de Ciências Biomédicas, a Escola de Engenharia de São Carlos, o Instituto de Energia e Ambiente, o Museu de Zoologia, a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Preto, e o Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas.

Na BDTD, a maioria das produções está na Universidade de Santos, na Universidade Estadual Paulista, no Mackenzie e na Universidade de Campinas. Existem produções científicas também na Pontifícia Universidade Católica, na Universidade Federal de Santa Catarina, na Universidade Federal de São Carlos e na Universidade Federal de São Paulo.

Nos últimos 20 anos foram publicados 159 trabalhos científicos, demostrando que as áreas protegidas e as bacias hidrográficas conservadas são importantes como fonte de conhecimento.

Tabela 50. Número de referências bibliográficas encontradas no Sistema Integrado de Biblioteca da Universidade de São Paulo (SIBi) e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) em 2016, para o município de Bertioga. Fonte: elaboração própria (2017)

	1951 a 2016 ***(Todas as publicações)***	***1997 a 2016*** ***(Últimos 20 anos)***
Artigos em Revistas Indexadas	98	24
Livros e Capítulos de Livros	26	12
Trabalhos Completos e Resumos Expandidos Publicados em Anais de Congressos	90	33
Monografias	8	3
Dissertações de Mestrado	84	66
Teses de Doutorado	36	21
Pós-Doutorado	1	0
Total	343	159

Como pode-se notar na Tabela 50, quase metade dos trabalhos foi publicado no últimos 20 anos, sugerindo um aumento de interesse sobre o tema no município de Bertioga.

7.15.3.1 Valoração Econômica

A Tabela 51 apresenta os valores das bolsas de estudos e o tempo que o estudante cursou a universidade (FAPESP, 2016).

Tabela 51. Valores das bolsas de estudo e prazos para conclusão de curso de pós-graduação (período de vigência das bolsas). Fonte: modificada de FAPESP (2016)

Bolsa de estudo	***Valor (R$)***	***Temporariedade (ano)***
Iniciação Científica	643,20	1
Mestrado	1.889,40	2
Doutorado	2.784,60	4
Pós-doutorado	6.819,00	2

Em relação aos auxílios para participação em eventos científicos, compra de livros e outros, as chamadas reservas técnicas, sabe-se que representam 10% do valor anual das bolsas de iniciação científica e de mestrado, 30% do valor para o doutorado e 15% para pós-doutorado.

A Tabela 52 mostra os valores totais das publicações de trabalhos, defesas e teses.

Tabela 52. Valores totais dos custos finais para publicações de trabalhos e defesas de teses.

	N° de anos	***Valores vigentes (R$)***	***Valor por unidade***	***1997 - 2016***
Bolsas regulares				
Iniciação Científica	1	643,20	7.718,4	23.155,20
Mestrado	2	1.889,40	45.345,60	2.992.809,60
Doutorado	4	2.784,60	133.660,80	2.806.876,80
Pós-doutorado (PD-BR)	2	6.819,00	82.713,6	0
			Reserva Técnica	
Iniciação Científica	1	10%	771,84	2.315,52
Mestrado	2	10%	4.534,56	29.280,96
Doutorado	4	30%	133.66,08	842.061,00
Pós-Doutorado	2	15%	12.407,04	0
Valor total (R$)				6.696.499,08
Valor (R$) (= média dos últimos 20 anos)				334.825,00

* A partir de 01/04/2016.

Para este estudo, foi assumida a média dos valores dos últimos 20 anos (1976-2016), que resulta no valor anual de R$ 334.825,00.

Para a publicação de artigos em revistas indexadas, foi atribuído o valor de cinco diárias no exterior, sendo o valor unitário de US$ 400,00 (FAPESP, 2016), conforme Tabela 53.

Tabela 53. Valores pagos para publicação em eventos internacionais.

Artigos em Revistas Indexadas	
Período	1997 a 2016
N° de revistas	24
Valor das diárias em US$ (= US$ 400 x 5 x n° revista)	48.000
Valor em R$	156.936,00
Valor em R$ (= média dos últimos 20 anos)	7.846,8

Para a publicações de trabalhos em eventos no Brasil, foi calculado correspondente a cinco diárias no valor unitário de R$ 530,00, conforme pago pela FAPESP em 2015, o que corresponde a R$ 2.650,00 para cada trabalho publicado ou resumo (Tabela 54).

Tabela 54. Valores estimado de diárias para publicação de trabalhos científicos e resumos no país.

Trabalhos Completos e Resumos Expandidos Publicados em Anais de Congressos	
Período	1997 a 2016
Número	33
Valores em R$	87.450,00
Valor anual em R$ (= média dos últimos 20 anos)	4.372,50

A Tabela na 55 mostra o resultado dos valores em diárias para publicação de capítulos em livros.

Tabela 55. Valores estimadosem diárias para publicação de capítulos em livros.

Livros e Capítulos de Livros	
Período	1997 a 2016
Número	12
Valores em R$	35.287,72
Valor Anual em R$ (= média dos últimos 20 anos)	1.764,386

As páginas dos livros foram contadas individualmente, totalizando 729 páginas para as 26 publicações e 336 para as 12 publicações, considerando os livros e capítulos de livros. Sendo o valor da página de R$ 105,02, relativo ao ano de 2016, os valores são de R$ 76.559,58 para as 26 publicações e de R$ 35.286,72 para as 12 publicações produzidas no período de 1997 a 2016.

Tabela 56. Valores totais estimados para publicação dos trabalhos dos últimos 20 anos.

Publicações	**Valores (R$)**
Artigos em revistas indexadas	7.846,80
Livros e capítulos de livros	1.764,386
Trabalhos completos e resumos expandidos publicados em anais de congressos	4.372,50
Mestrados, doutorados, pós-doutorados, iniciação científica	334.825,00
Total Anual em	348.808,69
Total em US$	87.501,87

Portanto, contabilizando todos os valores estimados com publicações científicas, este SEco é estimado em US$ 87.501,87 por ano.

Convém salientar que o método possui limitações. As bases de dados das referências bibliográficas consultadas foram aquelas que integram a biblioteca da USP. Alguns trabalhos científicos publicados em revistas indexadas em outras universidades particulares ou em anais de Congressos não foram computados.

Outra limitação, segundo Carrilho (2015), é que nem todos os trabalhos de iniciação científica, mestrados e doutorados devem ter recebido financiamento da FAPESP. Existem vários outros órgãos financiadores com diferentes valores de bolsas ou mesmo de reservas técnicas. Outra situação é a de alunos que não recebem financiamento por nenhum órgão.

Além disso, não foram contabilizados os projetos de pesquisas dos orientadores desses alunos, que, na maioria dos casos, financiam o trabalho de campo e os serviços de terceiros.

7.16 Valor de Existência dos Parques

7.16.1 Introdução

As UC são criadas com o objetivo de preservar o patrimônio natural, cultural e as belezas cênicas. As UC prestam uma série de serviços ambientais para a sociedade e a qualidade e continuidade destes serviços dependem da integridade do ambiente, que por sua vez está relacionada aos esforços empregados na proteção (STARZYNSKI, 2014).

O Parque Estadual da Serra do Mar (PESM) foi criado em 1977 com o objetivo de promover a conservação dos recursos naturais e das belezas cênicas, como também de propiciar espaços para recreação, lazer, visitação pública e educação ambiental (SÃO PAULO, 1977).

O Parque Estadual Restinga de Bertioga foi criado em 2010 tendo como objetivo a proteção da biodiversidade, dos recursos hídricos e do corredor biológico entre os ambientes

marinhos costeiros, a restinga e a Serra do Mar, formando um contínuo biológico para garantir a perpetuidade dos seus processos ecológicos e fluxos gênicos, bem como a realização do ecoturismo e de atividades de lazer e educação ambiental para toda a sociedade (SÃO PAULO, 2010).

Na área das bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba existem, além das duas UC na categoria de proteção integral, aquelas de uso sustentável, sendo três RPPN e duas APA Marinhas (vide Figuras 11 a 13).

7.16.2 Abordagem Metodológica

Os valores atribuídos a uma área protegida derivam do conhecimento de sua existência, mesmo que uma pessoa que estaria disposta a pagar pela sua preservação ambiental jamais venha usufruí-la (DIXON; SHERMAN, 1990). Este valor é particularmente difícil de ser medido, e se relaciona com os valores intangíveis, intrínsecos e éticos da natureza (DE GROOT, 1992),uma vez que muitos de seus componentes não são comercializados no mercado.

Para estimar a valoração econômica, foram listados os seguintes autores: Adams et al. (2003), que realizaram um dos primeiros trabalhos de valoração econômica em uma UCN paulista, no Parque Estadual Morro do Diabo (SP); Braga (2004), que realizou um estudo no Parque Nacional da Lagoa do Peixe (RS); Silva e Lima (2004), que determinaram o valor econômico do Parque Chico Mendes, em Rio Branco (AC); Gazolini et al. (2006), que realizaram estudos no Parque Estadual de Itaúna (ES); Sousa e Mota (2006), que avaliaram a manutenção da função como ativo ambiental do Parque Metropolitano de Pituaçu, numa área de expansão urbana de Salvador (BA); Oikawa (2012), que avaliou os serviços ambientais do Parque Bacacheri, em Curitiba (PR); Justo e Rodrigues (2014), que avaliaram o Parque Ecológico Estadual do Sítio Fundão, situado em Crato (CE); Resende et al. (2014), que realizaram estudos no Parque Nacional da Serra do Cipó (MG); e Vasconcelos (2014), que estimou valores para o Parque Municipal do Itiquira, em Formosa (GO).

Como as UC são contíguas (PESM e PERB), considerou-se como uma única Unidade de Conservação.

Neste estudo, foi considerado o trabalho de Adams et al. (2003)

Tabela 57. Publicações que avaliaram economicamente Unidades de Conservação no Brasil em diferentes categorias de UC

Unidade de Conservação da Natureza	***R$***	***Autor***
Estação Ecológica de Jataí (SP)	49.034,70	Obara et al. (2000)
Parque Estadual Morro do Diabo (SP)	7.080.385,00	Adams et al. (2003)
Parque Nacional da Lagoa do Peixe (RS)	323.900,00	Braga (2004)
Parque Chico Mendes, Rio Branco (AC)	23.946.380,00	Silva; Lima (2004)
Parque Estadual de Itaúna (ES)	116.010.963,30	Gazolini et al. (2006)
Parque Metropolitano de Pituaçu (BA)	2.723.616,00	Sousa; Mota (2006)
Parque Bacacheri (PR)	289.183,00	Oikawa (2012)
Parque Ecológico Estadual do Sítio Fundão (CE)	4.800.000,00	Justo e Rodrigues (2014)
Parque da Cidade Mãe Bonifácia (MT)	263.551,43	Volanova (2010)
Parque Ecológico e de Usos Múltiplos Águas Claras (DF)	2.503.384,62	Braga, et al. et al. (2011)
APA Estadual da Cachoeira das Andorinhas (MG)	461.105,83	Silveira, Cirino e Prado Filho (2013)
Parque Estadual do Itacolomi (MG)	1.915.275,64	Camargo (2014)
Parque Municipal Victorino Siquierolli (MG)	4.606,90	Correia e Almeida (2014)
Parque Estadual Urtiga (PA)	4.710,97	Henderson et al. (2014)
Parque Nacional da Serra do Cipó (MG)	716.000,00	Resende et al. (2014)
Parque Municipal do Itiquira , Formosa (GO)	111.200,00 a 236.400,00	Vasconcelos (2014)
Parques sobre Dunas (RN)	8.200.000,00	Carneiro (2014)

7.16.3 Resultados e Discussão

Das UC listadas na Tabela 57, o estudo que apresenta características semelhantes às do presente estudo é o de Adams et al. (2003), realizado no Parque Estadual do Morro do Diabo, devido ao fato deste parque estar localizado no mesmo bioma da Mata Atlântica, no mesmo estado federativo e do público entrevistado ser da capital de São Paulo. O valor de existência deste parque foi avaliado em US$ 7.080.385,00 (referente a 2003). Atualizando esse valor para 2007, corresponde a US$ 9.624,04 ao ano.

Utilizando o método de benefícios de transferência valor de existência do Parque é de US$ 9.624,04 ao ano.

7.17 Valor de Existência: Manguezal

7.17.1 Introdução

Presentes ao longo das costas tropicais e subtropicais do globo, os manguezais constituem-se em ecossistemas vitais para a saúde de todos os ecossistemas costeiros e para a qualidade de vida das comunidades humanas. Propriedades estruturais e funcionais deste ecossistema sustentam uma rica diversidade biológica, além de abrigar formas jovens e adultas de vários grupos taxonômicos de invertebrados (anelídeos, crustáceos, moluscos) e vertebrados (peixes, aves, mamíferos) (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2016).

O manguezal pode ser tratado como um recurso renovável, porém finito, quando se considera a produção natural de mexilhões, ostras, caranguejos, camarões, siris e mariscos, além das oportunidades recreacionais, científicas e educacionais. Por outro lado, o manguezal também pode ser considerado como um recurso não renovável, quando o espaço que ele ocupa é substituído por prédios, atracadouros, residências, portos, marinas, aeroportos, rodovias, salinas, estruturas para aquicultura etc. (SCHAEFFER-NOVELLI, 1999).

Há ainda, entre essas duas categorias, outras que condenam os manguezais a serem receptáculos de despejos de efluentes líquidos e da disposição de resíduos sólidos, ou fonte de extrativismo de produtos florestais (MACIEL, 1991; SCHAEFFER-NOVELLI, 1999).

7.17.2 Abordagem Metodológica

Para a valoração econômica da existência dos manguezais nos rios Itaguaré e Guaratuba, optou-se pelo estudo de Grasso e Schaeffer-Novelli (1999), que identificaram as alternativas para um ótimo manejo dos mangues, levando em conta a preservação deste ecossistema e as necessidades das populações locais que dependem dele para a sua sobrevivência, em Cananeia (SP).

As áreas com ecossistemas de manguezal que integram as bacias do Itaguaré e Guaratuba possuem aproximadamente 520,02 ha, e são protegidas pela Lei da Vegetação Nativa e das APA Marinhas.

A estimativa de valores foi calculada adotando-se os valores dos estudos de Grasso e Schaeffer-Novelli (1999), que estimaram o valor de existência do manguezal em Cananeia em um valor entre US$ 230 e US$ 710 por hectare. Optou-se pela média dos valores encontrados pelos autores.

7.17.3 Resultados e Discussão

Os resultados mostram que o valor estimado de existência dos manguezais na área de estudo é de US$ 1.090.115,51 ao ano, utilizando-se do Método de Benefício de Transferência.

PARTE III

8. SÍNTESE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo, foram identificados 14 SEco nas bacias hidrográficas dos rios Itaguaré e Guaratuba, sendo seis na categoria de regulação, quatro na categoria de provisão e quatro na categoria de culturais, além do capital natural e do valor de existência de UC e manguezais.

O estudo apresentou três tipos de abordagens da valoração econômica ambiental: uma para os SEco prestados, outra para o estoque, e, por último, o valor de existência de UC e manguezais. São considerados estoque tanto o capital natural, como, por exemplo, o carbono armazenado nas florestas, como também o estoque de madeira passível de exploração.

Essa separação nesses três aspectos deve-se ao fato de que a maior parte da área das bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba está sob regime de proteção integral dos ecossistemas, de acordo com o arcabouço jurídico ambiental em vigor. Por isso, muitos dos SEco tratados aqui devem ser considerados como “serviços potenciais“, como, por exemplo, os serviços de provisão de alimentos, caso da exploração de palmito *in natura*.

O valor de existência representa um valor atribuído à existência de um recurso natural, independentemente do seu uso atual ou futuro. Trata-se do valor conferido pelas pessoas a certos recursos ambientais, como florestas e animais em extinção, mesmo que não tencionem usá-los ou apreciá-los (SINISGALLI, 2005). Estas são as valorações econômicas realizadas pela existência do parque e pela existência dos manguezais nas bacias.

A Tabela 58 mostra uma síntese da valoração econômica ambiental das bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba, fundamentada nas três abordagens: SEco, estoque e valor de existência. Nas segunda e quarta colunas são apresentados os valores anuais e, na terceira coluna, o preço com valor fixo.

Tabela 58. Síntese da valoração econômica ambiental obtida para as bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba.

	SEco	***Estoque e SEco***	***Valor de Existência***
	Preço anual (US$)	***Preço fixo (US$)***	***Preço anual (US$)***
SEco			
Reg. Clima Global: remoção de CO_2	32.360.977,64		
Reg. Clima Local: poluição atmosférica	206.924,40		
Reg. Clima Local: temperatura local	1.314.239,01		
Proteção da linha de costa contra a erosão costeira	358,82		
Prevenção de enchentes e inundações		224.076.899,20	
Prevenção de escorregamentos		543.413.762,70	
Oferta de água	2.145.376,12		
Provisão de alimento: palmito *in natura*	3.437.432,93		
Provisão de alimento: polpa de palmito	12.400.810,63		
Provisão de alimento: pescado	372.751,90		
Provisão de matéria-prima: madeira		833.920.658,41	
Recreação, turismo e lazer: praia	1.715704,20		
Recreação e lazer: trilhas	11.903.715,68		
Turismo e lazer: pesca desportiva no mangue	5.006.426,00		
Valores educacionais	87.501,87		
Estoque			
Armazenamento de C (capital natural)		278.264.873,27	
Existência			
Valor de existência: UC			9.624,04
Valor de existência: manguezal			1.090.115,51
Valores totais (US$)	70.952.219,20	1.112.185.531,68	1.099.739,55

Os resultados mostram que os ecossistemas das bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba fornecem, a cada ano, cerca de US$ 71 milhões em benefícios econômicos, que extrapolam os limites das bacias, tendo uma abrangência nacional e até global. Como exemplo, há a bacia do Guaratuba que fornece água para a RMSP, cujos usuários estão fora da bacia. Da mesma maneira, a remoção de carbono pelas florestas beneficia a população em nível nacional a global.

Para efeitos de comparação, o valor dos SEco prestados anualmente pelas bacias estudadas é:

- quase a metade da arrecadação do município de Bertioga, que em 2015 foi de cerca de R$ 368.594.000,00 ou US$ 139 milhões[14];
- maior do que a previsão orçamentária anual da Fundação Florestal[15], órgão que administra mais de 90% das terras com UC no Estado de São Paulo, cujo orçamento para o ano de 2017 foi previsto em R$ 205.542.043,00 ou US$ 63 milhões;
- 4,5% do PIB de Bertioga, que é de R$ 1.536.747.000,00 (valor relativo a 2014) ou US$ 656.000.587,82; e
- Cem vezes maior que o ICMS Ecológico recebido pela cidade de Bertioga por conta de suas áreas preservadas, imposto que, em 2016, foi de R$ 2.820.3012,59 ou US$ 803.550,74 (excluindo-se aqui os valores de estoque e de existência).

Em termos de ativo do capital natural das duas bacias, em comparação a uma empresa, o valor estimado é de US$ 1,1 bilhão, correspondente aos valores fixos.

Levando-se em consideração o valor de existência, as UC de proteção integral (US$ 9.624,04) e os manguezais (US$ 1.090.115,51) que integram as bacias de estudo valem, juntos, mais de US$ 1 milhão de dólares por ano, sendo os manguezais detentores de quase todo este valor.

Um dos principais serviços analisados e que gera benefícios em nível global é a remoção de carbono (ou sequestro), que contribui para a mitigação da mudança do clima por meio da

[14] https://meumunicipio.org.br/mapa
[15]http://www.planejamento.sp.gov.br/noti_anexo/files/orcamento/Proposta_Orcamentaria_2017_VOL_2_final.pdf

conservação da floresta. Este estudo revelou a remoção anual de 2,7 milhões de toneladas de CO_2 nas duas bacias, o que corresponde a um valor de quase US$ 32.400.000,00.

Além desse SEco prestado, o C armazenado nessas bacias é estimado em 7 milhões de toneladas ao ano, totalizando pouco mais de US$ 278.000.000,00 em capital natural. Ao mesmo tempo, o volume armazenado revela a ordem de grandeza do estoque de C que potencialmente seria liberado para a atmosfera caso essas florestas fossem destruídas, bem como sua importância para a regulação climática regional e até global.

A valoração monetária do armazenamento de C e as remoções de CO_2 pelas florestas servem de subsídio técnico para os instrumentos econômicos que deverão ser incorporados nas CND (Contribuições Nacionalmente Determinadas) brasileiras. As CND são a base do compromisso de cooperação externa do Acordo de Paris na COP 21, da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre o Clima (UNFCCC) realizada em 2015, que tem como objetivo limitar o aumento da temperatura do planeta a um patamar menor que 2°C e com indicação de esforços para que o limite de 1,5°C não seja ultrapassado. Segundo o CEBDS (2017), uma das oportunidades criadas pelas CND no setor florestal é a valoração de Serviços Ecossistêmicos por meio dos instrumentos de REDD (Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal), PSA (Pagamento de Serviço Ambiental) e CRA (Cota de Reserva Ambiental).

O SEco de oferta de água estimado neste estudo – englobando quantidade e qualidade da água – tem 97% de seu valor total representando o serviço de manutenção da qualidade da água em boas condições para o consumo humano. A maioria das técnicas utilizadas para avaliação de qualidade da água considera os custos do tratamento da água (utilização produtos químicos, gastos com energia elétrica), da construção da Estação de Tratamento de Água, da manutenção da Estação e da folha de pagamento dos funcionários que trabalham na concessionária de água (MOSKOWITZ e TALBERTH, 1998; REID, 1999; BATKER et al., 2014).

A metodologia apresentada neste estudo pode ser vista como mais uma opção de valoração econômica, por exemplo, para a cobrança de uma taxa de contribuição pela retirada da água nas bacias localizadas em UC de proteção integral. Nesse sentido, a legislação para a cobrança de taxa de contribuição pela retirada de água existe há mais de 17 anos, sem nunca ter sido implantada. O artigo 47 da Lei n° 9.985 (BRASIL, 2000) e o artigo 32 do Decreto n°

60.302/2014 (SÃO PAULO, 2014) estabelecem que o órgão ou empresa, pública ou privada, responsável pelo abastecimento de água ou que faça uso de recursos hídricos, e beneficiário da proteção proporcionada por uma UC, deve contribuir financeiramente para a proteção e implementação da unidade.

Outro aspecto importante abordado nesta pesquisa foi a contextualização de acordo com diferentes escalas temporais: anual e de longo período (50 anos). Há serviços – como, por exemplo, o sequestro de carbono – que ocorrem não somente no período de um ano, mas ao longo de toda a existência da floresta.

Assim, para obter a valoração presente líquida de alguns SEco ao longo dos próximos 50 anos (2016-2066), foi aplicada a taxa de desconto de 12% (baseada na taxa Selic registrada entre 2016 e 2017) aos seus valores anuais (vide Tabela 58), conforme mostrado na Tabela 59. Os SEco escolhidos para esta avaliação foram aqueles que geram fluxos e, a cada ano, uma nova contribuição.

Tabela 59. Tabela associada aos valores presentes líquidos dos Serviços Ecossistêmicos visando avaliar a contribuição destes em um período de 50 anos (2016-2066), utilizando-se a taxa de 12% de desconto.

Serviços	Valores (US$)
Reg. Clima Global: Remoção de CO_2	3.011.503.077,20
Reg. Clima Local: Temperatura Local	5.426.934,62
Reg. Clima Local: Poluição atmosférica	1.925.327,76
Prevenção de Enchentes/Inundações	2.084.923.169,89
Prevenção de Escorregamentos	5.056.192.533,61
Valor total	10.158.045.715,32

A avaliação total de aproximadamente US$ 10 bilhões para os cinco Seco, em valor presente líquido, evidencia a importância da manutenção dessas florestas para as gerações futuras, em especial para a regulação do clima e a prevenção de desastres naturais.

A avaliação dos benefícios econômicos fornecidos pelos SEco, expressada de modo que possa ser replicada em áreas semelhantes, pelo Método de Benefícios de Transferencias, ou seja, pelo tipo de cobertura de solo por área, encontra-se na Tabela 60.

Tabela 60. Valor estimado do serviço ecossistêmico por hectare e por tipo de cobertura do solo

Cobertura do solo	**Serviço Ecossistêmico**	**Valor US$/ Ha/ ano**	**Valor em US$/Ha**
Praia	Recreação e Turismo em Praias	26.104,00	
Vegetação de Praias e Dunas	Proteção da Linha de Costa Oceânica	0,53	
Manguezal	Regulação do Clima Global: Remoção anual de CO_2	1.893,00	
	Regulação do Clima Global: Armazenamento de CO_2		26.702,00
	Proteção da Linha de Costa Oceânica	0,53	
	Prevenção de Enchentes e Inundações		45.470,00
	Alimento: Pescado	717,00	
	Pesca Desportiva	3.583,00	
	Ciência e Educação	4,00	
	Valor de existência	470,00	
Floresta Baixa de Restinga	Regulação do Clima Global: Remoção anual de CO_2	396,00	
	Regulação do Clima Global: Armazenamento de CO_2		12.192,00
	Qualidade do Ar: poluição atmosférica	1.370,00	
	Estabilização do clima local: Temperatura	11.948,00	

Cobertura do solo	Serviço Ecossistêmico	Valor US$/ Ha/ ano	Valor em US$/Ha
Floresta Baixa de Restinga (continuação)	Proteção da Linha de Costa Oceânica	0,53	
	Madeira	38.580,00	
	Ciência e Educação	4,00	
Floresta Alta de Restinga	Regulação do Clima Global: Remoção anual de CO_2	894,00	
	Regulação do Clima Global: Armazenamento de CO_2		33.327,00
	Qualidade do Ar: Poluição atmosférica	1.370,00	
	Estabilização do clima local: Temperatura	11.948,00	
	Proteção da Linha de Costa Oceânica	0,53	
	Madeira	38.380,00	
	Recreação em Trilha	145.168,00	
	Ciência e Educação	4,00	
Floresta Paludosa	Regulação do Clima Global: Remoção anual de CO_2	688,00	
	Regulação do Clima Global: Armazenamento de CO_2		215.819,00
	Qualidade do Ar: Poluição	1.370,00	
	Prevenção de Enchentes e Inundações		45.470,00
	Madeira	38.580,00	
Floresta de Transição Restinga -Encosta	Regulação do Clima Global: Remoção anual de CO_2	964,00	
	Regulação do Clima Global: Armazenamento de CO_2		37442,00

Cobertura do solo	Serviço Ecossistêmico	Valor US$/ Ha/ ano	Valor em US$/Ha
Floresta de Transição Restinga -Encosta	Qualidade do Ar: Poluição atmosférica	1.370,00	
	Estabilização do clima local: Temperatura	11.948,00	
	Proteção da Linha de Costa Oceânica	0,53	
	Prevenção de deslizamento de encosta		45.470,00
	Alimento: Palmito	875,00	
	Alimento: Polpa de Juçara	3.943,00	
	Madeira	38.580,00	
	Recreação em Trilha	145.168,00	
	Ciência e Educação	4,00	
Floresta Ombrófila Densa	Regulação do Clima Global: Remoção anual de CO_2	2.196,00	
	Regulação do Clima Global: Armazenamento de CO_2		31.996,00
	Qualidade do Ar: Poluição atmosférica	1.370,00	
	Estabilização do clima local: Temperatura	11.948,00	
	Prevenção de deslizamento de encosta		45.470,00
	Oferta de água	430,00	
	Alimento: Palmito	875,00	
	Alimento: Polpa do Juçara	3.943,00	
	Madeira	38.580,00	

Cobertura do solo	Serviço Ecossistêmico	Valor US$/ Ha/ ano	Valor em US$/Ha
	Recreação em Trilha	145.168,00	
	Ciência e Educação	4,00	

9. CONCLUSÃO

Esta pesquisa apresentou uma primeira avaliação econômica dos serviços ecossitêmicos das bacias dos Rios Itaguaré e Guaratuba, área com 217km², que drenam as escarpas da Serra do Mar, a planície costeira e desembocam no mar.

Foram avaliados 14 serviços ecossistêmicos, evidenciando a importância de áreas naturais protegidas e bacias hidrográficas conservadas como fornecedoras de Serviços Ecossistêmicos.

Todos os anos, os serviços ecossitêmicos das bacias fornecem benefícios econômicos de US$ 71 milhões, estendidos à população regional e global.Também fornece um ativo US$ 1,1 bilhão, correspondente aos valores fixos.

Este estudo mostra que ICMS Ecológico recebido está muito aquém dos benefícios potenciais gerados pelos ecossistemas.

A avaliação de cada SEco foi adaptada às principais características da área de estudo: zona costeira, características geológicas e geomorfólogicas bastante distintas (planícies costeira e serraria costeira), recursos naturais preservados e conservados, grande biodiversidade e geodiversidade, proximidade com grandes centros urbanos e unidades poli-industrial e portuária.

A metodologia proposta poderá ser replicada para outras áreas costeiras, bem como outras UC, e em contextos de análises de bacias hidrográficas. As aplicações se estendem para o âmbito das políticas públicas, da gestão de UC, de bacias hidrográficas e de zonas costeiras,

bem como na instrução e aplicação da legislação ambiental vigente ou futura e nos planos sobre mudanças climáticas.

Espera-se que este estudo possa traduzir a importância da biodiversidade e da geobiodiversidade de regiões costeiras e áreas naturais protegidas, sob a perspectiva econômica e social, e que sirva como subsídio para o Plano de Manejo do PERB e do PESM, bem como o das RPPN existentes na região.

10.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, C. et al. **Valoração econômica do Parque Estadual Morro do Diabo (SP)**. Conservation Strategy Fund. São Paulo: Editora Páginas e Letras, 2003.

AIDAR, M. P. et al. Atlantic Forest succession over calcareous soil, Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira-PETAR, SP. **Brazilian Journal of Botany**, vol. 24, n. 4, p. 455-469, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br>. Acesso em: 16 Jan. 2016.

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. **Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano.** Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas: Texto para Discussão, p. 155, 2009. Disponível em: <http://www.eco.unicamp.br>. Acesso em: 21 Mar. 2015.

BADEL-MOGOLLÓN, J. E. J. **Avaliação da sustentabilidade ambiental dos fragmentos de maciços florestais da planície costeira e baixa encosta do município de Bertioga (SP).** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2012.

BALVANERA, P. et al. Ecosystem services research in Latin America: The state of the art. **Ecosystem Services**. Vol. 2, p. 56-70, 2012. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 11 Jan2016.

BANN, C. The economic valuation of mangroves: A manual for researchers. International Development Research Centre, Ottawa, Canada, 1997. Disponível em:<http://web.idrc.ca/uploads/user-S/10305674900acf30c.html>. Acesso em:20 Fev. 2016.

BARROSO, R. M. **Aspectos etnobotânicos e etnoecológicos da palmeira juçara (*Euterpe edulis Martius*) e a produção de frutos e polpa em quintais de comunidades quilombolas**

do Vale do Ribeira, SP. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Disponível em <https://repositorio.ufsc.br> Acesso em: 01 Jun. 2016.

BARBIER, E. Valuing ecosystem services as productive inputs. **Economic Policy**, vol. 22, ed. 49, p. 178-229, 2007. Disponível em: <https://academic.oup.com>. Acesso em: 21 Jun. 2014.

BATISTA, J. L. F.; VETTORAZZI, C. E.; COUTO, H.T.Z. Levantamento do estoque de Palmiteiro (*Euterpe edulis*) na Região do Vale do Ribeira. Separata de **METRVM**, ESALQ/USP. Piracicaba, SP, 2001.

BATKER, D. et al. Nature's Value in the Colorado River Basin. The Walton Family Foundation. **Earth Economist**, 2014. Disponível em: http://www.eartheconomics.org>. Acesso em: 11 Jun. 2016.

BELLOTTO, A.; RODRIGUES, R.; NAVE, A. **Descrição das atividades operacionais de restauração e levantamento de custos médios (implantação em área total).** Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal, cap. 6, p. 138-145, 2007.

BERTOLO, L. S.; DE LIMA, G. T. N. P.; SANTOS, R. F. dos. Indexes of spatio-temporal change to reconstruct the historical evolution of a coastal region: case study: São Sebastião Island-SP. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 58, n. SPE3, p. 37-47, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-87592010000700006>. Acesso em: 30 Jan. 2017.

BERNATZKY, A. – **Tree ecology and preservation.** New York, **Elsevier Scientific**, 357p. 1978.

BORN R. H. Subsídios ao debate sobre tendências, barreiras e oportunidades de uso de instrumentos econômicos para conservação, restauração e uso sustentável de serviços ecossistêmicos – com foco em PSA, Pagamentos por serviços ambientais. Subsídios sobre Tendências, **Forest Trends**, 2016. Disponível em: <http://www.brazil.forest-trends.org>. Acesso em 07 Fev. 2017.

BERNOUX, M. et al. Brazil's soil carbon stocks. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, WI, v. 66, pp. 888-896, 2012. Disponível em: <https://dl.sciencesocieties.org>. Acesso em: 21 Jun. 2014.

BOYD, J.; BANZHAF, S. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. Ecological economics, v. 63, p. 616-626, 2007. Disponível em: <https://www.flseagrant.org/wp-content/uploads/2012/01/Boyd_What.pdf>. Acesso em: 21 Jun. 2016.

BRAAT, L.; DE GROOT, R. The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. **Ecosystem Services**, vol. 1, ed. 1, p. 4-15, 2012. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 21 Jun. 2014.

BRAGA, R. C. M. S. et al. Valoração ambiental do parque ecológico de usos múltiplos Águas Claras-DF: analisando a disposição a pagar dos usuários pelo seu uso. 2009. **Revistas de Estudos Ambientais**. v. 13, n. 2, p. 6-17. Disponível em: <https://bdtd.ucb.br:8443/jspui/handle/123456789/1756>. Acesso em: 3 Nov. 2016.

BRAGA, P. L. S.; ABADALLAH, P. R.; OLIVEIRA, C. R. Valoração econômica do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, RS. **Instituições, Eficiência, Gestão e Contratos no Sistema Agroindustrial - SOBER**. Ribeirão Preto: Editora da USP, v. 1, 2005.

BRASIL, Decreto n° 94.568, de 8 de julho de 1987. **Declara de ocupação indígena e homologa a demarcação administrativa da área de terra que menciona, no Estado de São Paulo.** Diário Oficial da União, 1987. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/1985-1987/D94568.htm>. Acesso em: 14 Jan. 2015.

BRASIL, Decreto n° 99.547, de 25 de setembro de 1990 (revogada).**Dispõe sobre a vedação do corte, e da respectiva exploração, da vegetação nativa da Mata Atlântica.** Diário Oficial da União, 1990. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D99547.htm>. Acesso em: 14 Jan. 2015.

BRASIL, Decreto n° 750, de 10 de fevereiro de 1993 (revogado).**Dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica.** Diário Oficial da União, 1993. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d750.htm>. Acesso em: 14 Jan. 2015.

BRASIL, Lei n° 4.771, de de 15 de setembro de 1965 (revogada). **Institui o novo Código Florestal.** Diário Oficial da União, 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm>. Acesso em: 14 Jan. 2015.

BRASIL, Lei n° 7.551, de de 7 de julho de 1989 (revogada).-**Altera dispositivos da Lei nº 4.771 que institui o novo Código Florestal.** Diário Oficial da União, 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7511.htm#art1>. Acesso em: 14 Jan. 2015.

BRASIL, Lei n° 7.803, de 18 de julho de 1986 (revogada). **Altera a redação da Lei nº 4.771 que institui o novo Código Florestal.** Diário Oficial da União, 1986. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7803.htm#art1>. Acesso em: 14 Jan. 2015.

BRASIL, Lei n° 9.985, de 18 de julho de 2000. **Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação**. Diário Oficial da União, 2000. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm>. Acesso em: 14 Jan. 2015.

BRASIL, Lei nº 12.187 de 29 de dezembro de 2009. **Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima**. Diário Oficial da União, 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm>. Acesso em: 14 Jan. 2015.

BRASIL, Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**. Diário Oficial da União, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 14 Jan. 2015.

BRASIL. **Terceiro Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa - Emissões no Setor Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas**. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima. Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima – Volume III, Brasília, 2016.

BROWN, S. **Estimating biomass and biomass change of tropical forests: A primer**. FAO, Rome, Italy. v. 134, p. 55, FAO, 1997.

BROWN S.; SCHROEDER P. Spatial patterns of aboveground production and mortality of woody biomass for eastern US forests. **Ecological Applications**, v. 9, pp. 968-980, 1999. Disponível em : <http://onlinelibrary.wiley.com>. Acesso em: 17 Maio 2015.

BUCHIANERI, V. C. **Geração da série histórica de vazão por meio do modelo SMAP: subsídio para o Plano de Manejo da Bacia do Rio Grande de Ubatuba**.Tese (Mestrado) Universidade de São Paulo, p. 105, 2004.

CAIRNS M. A.; BROWN S.; HELMER E. H.; BAUMGARDNER G. A. Root biomass allocation in the world's upland forests. **Oecologia**, v. 111, p. 1-1, 1997. Disponível em: <https://link.springer.com>. Acesso em: 17 de maio de 2015.

CAMARGO, P. L. T. **Valoração ambiental da área da Serrinha (Parque Estadual do Itacolomi) Mariana**, Tese (Mestrado) Universidade de Ouro Preto, MG. , 111p., 2014.

CAMPOS, W. W.; SARTORELLO, R.; FURLAN, S. A. Análise Comparada das Variações Microclimáticas nos Ecossistemas Costeiros da Ilha Comprida. **XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, Viçosa, 2009. Disponível em: <http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio>. Acesso em: 9 Jul. 2014.

CAMPOS, M. C. R. D. ;TAMASHIRO, J. Y. ; ASSIS; M. A.: JOLY, C. A. Florística e fitossociologia do componente arbóreo da transição Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas-Floresta Ombrófila Densa Submontana do Núcleo Picinguaba/PESM, Ubatuba, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, p. 301-312, 2011. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br>. Acesso em: 9 Nov. 2014.

CAMPOS FILHO, E. M.; SARTORELLI P. A. R. **Guia de árvores com valor econômico**. São Paulo: Agroicone, 2015. Disponível em: <http://www.inputbrasil.org>. Acesso em: 8 de mar de 2016.

CARRILHO, C. D. **Identificação e valoração econômica e sociocultural dos serviços ecossistêmicos da Baía do Araçá – São Sebastião, SP, Brasil**. Tese (Mestrado).Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo, p. 170. São Paulo, 2015.

CARSON, R. T. et al. **Referendum Design and Contingent Valuation: The NOAA Panel's No-Vote** Recommendation. Discussion Paper, Resources For The Future. Washington DC.: 1996. Disponível em: <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/10865/1/dp960005.pdf> . Acesso em: 31 Maio 2015.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, v. 12, 2003.

CAVALCANTI, C. Concepções da economia ecológica: suas relações com a economia dominante e a economia ambiental. **Estudos avançados**, v. 24, ed. 68, p. 53-67. 2010. Disponível em : <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142010000100007>. Acesso em: 13 Mar. 2016.

CDP. Putting a price on risk: **Carbon pricing in the corporate world**. North America, 2015. Disponível em: <www.cdp.net>. Acesso em: 12 Jan. 2017.

CEBDS. **Oportunidade e Desafios das metas da NDC Brasileira para o Setor Empresarial, Setor Florestal. Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável** (CEBDS). Rio de Janeiro, RJ. 2017. Disponível em: <http://200.201.177.46/Dados/Arquivos/EstudoNDC/CEBDS_NDC_FLORESTAL_Navegavel.pdf>. Acesso em: 31 Maio 2017.

CHAVES, H. M. L. Relações de aporte de sedimento e implicações de sua utilização no pagamento por serviço ambiental em bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 34, 2010. Disponível em: <http://www.redalyc.org>. Acesso em: 3 Jun 2017.

CHEN, G. C.; YE, Y.; LU, C. Y. Seasonal variability of leaf litter removal by crabs in a Kandelia candel mangrove forest in Jiulong Jiang Estuary, China. **Estuarine Coastal and Shelf Science,** v. 79, p.701-706, 2008. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272771408002564>. Acesso em: 3 Jun. 2017.

CHRISTENSEN, B. Biomass and primary production of Rhizophora apiculata Bl. in a mangrove in southern Thailand. **Aquatic Botany**, v. 4, p. 43-52, 1978. Disponível em <https://doi.org/10.1016/0304-3770(78)90005-0>. Acesso em: 7 Abr. 2015.

CHRISTIN, Z; FLETCHER, A; CHADSEY, M. Open Space Valuatin for Central Puget Sound. Walton Family Foundation. **Earth Economist**, 2015. Disponível em: <http://www.eartheconomics.org. Acesso em: 20 Set. 2016.

CONAMA, Resolução CONAMA n° 4 de 18 de setembro de 1985 (revogada). **Dispõe sobre definições e conceitos sobre Reservas Ecológicas**. Diário Oficial da União de 20 de janeiro de 1986.

CONAMA, Resolução CONAMA n° 3 de 28 de junho de 1990. **Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR**. Diário Oficial da União de 22 de agosto de 1990, Seção 1, páginas 15937-15939, 1990.

CONAMA, Resolução CONAMA n° 7 de 23 de julho de 1996. **Aprova os parâmetros básicos para análise da vegetação de restinga no Estado de São Paulo**. Diário Oficial da União n. 165, de 26 de agosto de 1996, Seção 1, p.16386-16390, 1996.

CORRÊA, M. A.; ALMEIDA, F. P. Disposição a pagar pelo uso do Parque Municipal Victório Siquieroli no município de Uberlândia, MG. **V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, 2014, Belo Horizonte, , 2014.Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2014/VI-044.pdf>. Acesso em: 13 Abr. 2016.

COSTA, E.A.D. et al. Produção de polpa e sementes dos frutos de *Euterpe edulis* - Uma Alternativa de Geração de Renda e Uso Sustentável da Mata Atlântica, **O Biológico,** v. 68, p. 13-16, 2006.=COSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, ed. 387, p. 253-260, 1997. Disponível em: <https://www.nature.com>. Acesso em: 13 Set. 2014.

COSTANZA, R.; KUBISZEWSKI, I. The authorship structure of “ecosystem services” as a transdisciplinary field of scholarship. **Ecosystem Services**, v. 1, p. 16-25, 2012. Disponível em: <http://www.nature.com>. Acesso em: 13 Set. 2014.

COSTANZA, R. et al. Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, v. 26, p. 152-158. (2014). Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>. Acesso em: 13 Set. 2014.

CROSSMAN, N. D. et al. A blueprint for mapping and modelling ecosystem services. **Ecosystem Services**, v. 4, p. 4-14, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.02.001>. Acesso em: 19 Mar. 2015.

DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Plano Municipal de Saneamento de Bertioga.** Relatório, R4 - Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico. São Paulo, 176 p., 2010. Disponível em: <http://www.aplicacoes.daee.sp.gov.br>. Acesso em: 13 Mar. 2015.

DAILY, G. C. et al. Ecosystem Services: Benefits Supplied to Human Societies by Natural Ecosystems. Issues in **Ecology**, v. 2, p. 2-16, 1997. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/080025/full>. Acesso em: 30 Out. 2014.

DAILY, G. C. et al. Ecosystem services in decision making: Time to deliver. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 7, p. 21-28, 2009. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/080025/full>. Acesso em: 29 Out. 2014.

DAILY, H. E.; FARLEY, J. **Ecological Economics: Principles and Applications**. Ed. Island Press, ed. 2, p. 484. Washington, DC, 2004.

DE GROOT, R. et al. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. **Ecosystem Services**, v. 1, n. 1, p. 50–61, 2012. Disponível em : <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.005>. Acesso em: 14 Maio 2016.

DE GROOT, R. S. et al. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. **Ecological Complexity**, v. 7, n. 3, p. 260 - 272, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2009.10.006>. Acesso em: 14 Maio 2016.

DE GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, v. 41, p. 393 - 408, 2002. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/ecolecon>. Acesso em: 14 Set 2016.

DE OLIVEIRA, E. B. et al. **Determinação da quantidade de madeira, carbono e renda da plantação florestal**. Embrapa Florestas. Documentos, 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/40634/1/Doc220.pdf>. Acesso em 14 Out. 2017.

DÍAZ, S.; FARGIONE, J.; CHAPIN, F.S. ; TILMAN, D. Biodiversity loss threatens human well-being. **PLOS Biology**, v.4, n.8, e. 277, 2006. Disponível em: <doi: 10.1371/journal.pbio.0040277>. Acesso em: 18 Out 2014.

DOYEN, A. Forests: do they act as screens against pollution? An example: the renory escarpment (Sart Tilman Forest near Liège, France): **Forestry abstracts**, Oxford, 37 (12): 7734.1976.

EHRLICH, P. R., EHRLICH, A. H. **Extinction: the causes and consequences of the disappearance** of species. New York: Random House, 305 p. ,1981.

EMBID, F. M. L. **Efeitos da estrutura da paisagem sobre o controle biológico do bicho-mineiro-do-cafeeiro (***Leucoptera coffeella, Lepidoptera, Lyonetiidae***) provido por aves e** morcegos. Tese (Mestrado). Universidade de São Paulo., São Paulo, 44 p. ,2015.

ESRI . **ArcGIS Desktop**: Release 10. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2011.

FANTINI, A. C.; RIBEIRO, R. J.; GURIES, R. P. Produção de palmito (*Euterpe edulis* Martius - *Arecaceae)* na Floresta Ombrófila Densa: potencial, problemas e possíveis soluções. **Sellowia,** p. 49-52, p.256-80, 2000.

FARLEY, J. Ecosystem services: The economics debate. **Ecosystem Services**, v. 1, p.40-49, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.07.002>. Acesso em: 16 Nov. 2016.

FINCO, M. V. A.; ABDALLAH, P. R. Valoração Econômica do Meio Ambiente: O Método do Custo de Viagem Aplicado ao Litoral do Rio Grande do Sul. Teoria e Evidência Econômica, v. 10, n.18, 2002. Disponível em: <http://repositorio.furg.br/handle/1/906 >. Acesso em: 16 Nov. 2016.

FISCH, S.T.V. **Dinâmica de Euterpe edulis na Floresta Ombrófila densa atlântica em Pindamonhangaba**. 126 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1998.

FISCH, S.T.V.; NOGUEIRA JR, L.R.; MANTOVANI, W. Fenologia reprodutiva do Euterpe edulis Mart. na Reserva Ecológica do Trabiju (Pindamonhangaba - SP). **Revista Biociências**, Taubaté, v. 6, n. 2, p. 31-37, 2000. Disponível em: <http://revistas.unitau.br>. Acesso em: 16 Nov. 2016.

FISHER, B. ; TURNER, R. K. ; MORLING, P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. **Ecological economics**, n. 68, v.3, p.643-653, 2009.

FRAGOSO, F. P. **Restabelecimento das interações entre plantas e visitantes florais em áreas restauradas de Florestas Estacionais Semideciduais**. Tese (Mestrado). Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, , 97 p., 2014.

FREIRE, C. R. F. et al. Valor de uso e valor de opção do litoral do município de Canavieiras, Estado da Bahia (Brasil). **Observatório de la Economia Latinoamericana**, n. 117. 2009. Disponível em:<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/5131 >. Acesso em: 16 Maio 2016.

FROSSARD, S. T. .C. et al. Valoração Ambiental da Praia da Coroinha em Itacaré/BA. **Informe Gepec**, v. 19, n. 2, 2015.

FAPESP , FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Normas para Utilização dos Recursos da Reserva Técnica Concedidos pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo** (FAPESP), 2014. Disponível em: <http://www.fapesp.br / rt#i6 > .Acesso em: 15 Nov. 2016.

_____. Bolsas. Disponível em: <http://www.fapesp.br/bolsas>. Acesso em: 15 Nov .2016.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Tendências em Serviços Ecossistêmicos**. FGV, Centro de Estudo em Sustentabilidade, 2016. Disponível em: <http://www.tendenciasemse.com.br>. Acesso em: 12 Fev. 2016.

FUNDAÇÃO SEADE. Informações recentes revelam redução da migração no Estado de São Paulo e em suas metrópoles". Informe Demográfico. São Paulo, Fundação Seade, n.03, 2011.

_____ Indicadores dos municípios, regiões e Estado de São Paulo. Informações sobre os municípios Paulistas, IMP, 2016. Disponível em: <http://www.seade.gov.br>. Acesso em: 10 Jan. 2016.

GOLLEY, F. B. et al. **Mineral cycling in a tropical moist ecosystem**. Athens, GA, USA: University of Georgia Press, 1975. Disponível em: <https://people.clas.ufl.edu/jackewel/files/dueverewel-mineral-cycling-1975.pdf >. Acesso em:16 de maio de 2017.

GORI, M., A. ROMEIRO, A. R. Validade e confiabilidade do método de custo de viagem: um estudo aplicado ao Parque Nacional da Serra Geral. **Economia Aplicada**, v. 12, n. 1, p. 103-123, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-80502008000100005>. Acesso em: 30 Jan. 2017.

GUEDES, D.; BARBOSA, L. M.; MARTINS, S. E. Composição florística e estrutura fitossociológica de dois fragmentos de floresta de restinga no Município de Bertioga, SP,

Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, p. 299-311, 2006. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/20265>. Acesso em: 20 Nov 2016.

HACKBART, V. C. S. **A conservação de corredores fluviais e suas microbacias hidrográficas garantem a disponibilidade de serviços ecossistêmicos**. Tese (Mestrado). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 140p. , 2012.

HACKBART, V. C. S.; BERTOLO, L. S.; SANTOS, R. F. Identifying driving forces of landscape changes: Historical relationships and the availability of ecosystem services in the Atlantic forest. **Ecosystem Services**, v. 22, p. 11-17, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.09.009>. Acesso em: 16 Nov. 2016.

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M. **Common international classification of ecosystem services** (CICES, Version 4.1). European Environment Agency, v. 33, 2012. Disponível em: <https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2012/09/CICES-V4_Final_26092012.pdf>.Acesso em: 22 Abr. 2016.

HENDERSON, B. L. R. et al. **Valoração ambiental do Parque Estadual do Urtiga na Região Metropolitana de Belém, PA**. Centro Científico Conhecer. Enciclopédia Biosfera, v. 10, n. 18, 2014. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014a/CIENCIAS%20EXATAS/valoracao.pdf>. Acesso em: 16 Mar. 2017.

HERMANN, A.; SCHLEIFER, S.; WRBKA, T. The concept of ecosystem services regarding landscape research: a review. **Living Reviews in Landscape Research**, v. 5, n. 1, p. 1- 37, 2011. Disponível em: <http://esanalysis.colmex.mx/Sorted%20Papers/2011/2011%20AUT%20-3F%20Interd.pdf>.Acesso em: 16 Fev. 2017.

HOHLENWERGER, Camila Celestino. **A estrutura da paisagem e o potencial controle das cigarrinhas-das-pastagens**. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo. Universidade de São Paulo, 55p, 2016.

HOLDREN, JOHN P.; EHRLICH, P. R. Human Population and the Global Environment: Population growth, rising per capita material consumption, and disruptive technologies have made civilization a global ecological force. American Scientist, v. 62, n. 3, p. 282-292, 1974. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/27844882>. Acesso em: 03 Jul. 2017.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NUNES-SILVA, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro/Bees, ecosystem services and the Brazilian Forest Code. Biota Neotropica, v. 10, n. 4, p. 59, 2010. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/en/abstract?article+bn00910042010> Acesso em: 16 Nov. 2016.

INTERAGENCY WORKING GROUP ON SOCIAL COST OF CARBON (IWGSCC). **Technical Support Document: Technical Update of Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis**

Under Executive Order 12866, 2013.Disponível em: <https://www.epa.gov> Acesso em: 20 Out. 2016.

INSTITUTO DE PESCA. Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira Marinha e Estuarina do Instituto de Pesca, 2017.Disponível em: <http://www.propesq.pesca.sp.gov.br>. Acesso em 10 Abr. 2017.

INSTITUTO FLORESTAL.**Inventário Florestal**. SP, SMA/CPLA, 2010. Disponível em: <datageo.ambiente.sp.gov.br>. Acesso em : 10 Abr. 2017 .

INSTITUTO POLIS. **Dinâmicas Regionais. Litoral Sustentável com Inclusão Social**, Resumo Executivo,2012. Disponível em: <http://litoralsustentavel.org.br>. Acesso em: 12 Jan. 2015.

IPBES. **Plataforma Ciência Política Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços dos Ecossistemas**, Relatório, IPBES,2016. Disponível em: <http://www.ipbes.net/about-us>.Acesso em: 15de abril de 2016.

IPCC. **Revised Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**: Reporting Instructions. Bracknell, UK: IPCC: OECD, IEA, v. 1.,1996. Disponível em: <http://www. ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs4.html>. Acesso em: 01 Ago. 2016.

_____. **Good practice guidance for land use, land-use change and forestry**. Hayama, JP: IGES, 2003. Disponível em: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/ gpglulucf.html> .Acesso em: Acesso em: 01 Ago. 2016.

_____. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Hayama, JP: IGES. v. 4, 2006. Disponível em: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/> .Acesso em: 01 Ago. 2016.

JOLY, C. A. et al. Florística e fitossociologia em parcelas permanentes da Mata Atlântica do sudeste do Brasil ao longo de um gradiente altitudinal. **Biota Neotropica**, v. 12, n. 1, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bn/v12n1/v12n1a12>. Acesso em: 01 Ago. 2016.

JUSTO, W. R.; RODRIGUES, C. PEREIRA B. Valoração econômica do Parque Ecológico Estadual do Sítio Fundão, Crato, CE. **Revista de Política Agrícola**, v. 23, n. 1, p. 4-17, 2014. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/102678/1/Valoracao-economica-do-parque.pdf . Acesso em: 01 de agosto de 2017.

KAECHELE, Karin Teixeira. **A redução compensada do desmatamento no Mato Grosso: uma análise econômica-ecológica**. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo 2007.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B; SOUZA , L. M.I. Consequências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 65-70, 1998. Disponível em: <http://www.ipef.br/PUBLICACOES/stecnica/nr32/cap05.pdf>. Acesso em: 01 Maio 2015.

KOMIYAMA, A. et al. Root biomass of a mangrove forest in southern Thailand. 1. Estimation by the trench method and the zonal structure of root biomass. **Journal of Tropical Ecology**,

v. 3, n. 2, p. 97 -108, 1987. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S0266467400001826> Acesso em: 11 Nov. 2014.

KOSSOY, A. et al. **State and trends of carbon pricing**. The World Bank, 92 p. 2015. Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/pt/636161467995665933/State-and-trends-of-carbon-pricing-2015>. Acesso em: 1 1 Nov. 2014.

KREMEN, C. Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? **Ecology Letters**, v. 8, p. 468 - 479, 2005.

KRISTENSEN, E. B. S.; DITTMAR, T.; MARCHAND, C. Organic carbon dynamics in mangrove ecosystems: a review. **Aquatic Botany**, v. 89, n. 2, p.201 -219, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2007.12.005>. Acesso em: 19 Ago. 2016.

LEONELLI. P. F. A. Possíveis consequências ambientais decorrentes de alterações na estrutura demográfica de uma população de *Euterpe Edulis* Mart.: Estudo de caso de alguns aspectos demográficos encontrados em dois fragmentos de Floresta Atlântica no município de Bertioga, SP. **Simpósio Internacional de Ciências Integradas da UNAERP**, Guarujá/SP. Disponível em: <http://www.unaerp.br >. Acesso em: 30 Jan. 2017

LIMA, W. P. As florestas e a poluição do ar. **Série Técnica IPEF** ,Piracicaba, v.1, n.1, p. 1 – 41, 1980.

_____. Função hidrológica da mata ciliar. **Simpósio Sobre Mata Ciliar**. São Paulo. Anais. Campinas: Fundação Cargil, p. 25-42, 1989.

_____. Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas. Apostila.Universidade de São Paulo, 1996. Disponível em: <https://www.concurseiroflorestal.com.br>. Acesso em: 30 Jan. 2017

LIN, P.; LU, C., WANG, G.; CHEN, H. Biomass and productivity of Bruguiera sexangula mangrove forest in Hainan Island, China. Journal of Xiamen University, v. 29, p. 209-213, 1990. Disponível em <http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-XDZK199002021.htm>.Acesso em: 30 Set 2014

LINHAM, M. M.; GREEN, C. H. : NICHOLLS, R.J. **AVOID Report on the Costs of adaptation to [illegible] s**. AV/WS2, 2010. Disponível em: < www.avoid.uk.net> Acesso em:16 Nov 2016.

LOURENÇO, L. F. A., et al.Valoração ambiental da qualidade do ar no município de São Paulo: Resultados Preliminares. **VIII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica**, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil, 2009.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 352 p., 1992.

LOYOLA, R. A economia ambiental e a economia ecológica: uma discussão teórica. Encontro da **Sociedade Brasileira de Economia Ecológica**, v. 2, 1997. Disponível em: <http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/ii_en/mesa2/4.pdf> Acesso em: 15 Out. 2017.

LUCK, G. W.; DAILY, G. C.; EHRLICH, P. R. Population diversity and ecosystem services. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 18, n. 7, p. 331-336, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/S0169-5347(03)00100-9>. Acesso em: 08 Mar. 2016.

LUCK, G. W. et al. Quantifying the Contribution of Organisms to the Provision of Ecosystem Services. **Bioscience,** v. 59, n. 3, p. 223-235, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.3.7> Acesso em: 10 Dez. 2014

MACHADO, A. L. S.; PACHECO, J. B. Serviços Ecossistêmicos e o Ciclo Hidrológico da Bacia Hidrográfica Amazonica. **Revista Geonorte**, v. 1, n. 1, p. 71- 89, 2010. Disponível em: <http://periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/1117> Acesso em: 16 de Nov. 2016.

MACIEL, N. C. Alguns aspectos da ecologia do manguezal. In: CPRH, Alternativas de uso e proteção dos manguezais do Nordeste. Recife, Companhia Pernambucana de Controle da Poluição Ambiental e de Administração do Recursos Hídricos. **Série Publicações Técnicas**, v. 3, p. 9- 37, 1991.

MANTOVANI, A.; MORELLATO, P. Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral. *Euterpe edulis Martius* (palmiteiro), **Sellowia**, p. 23-38, 2000.

MANKIW, N. G. **Introdução à Economia**. Rio de Janeiro. Ed. Campus Ltda, p. 477, 2001.

MARMONTEL, C. V. F.; RODRIGUES, V. A. Biodiversidade da vegetação de mata atlântica na trilha do rio Paraibuna, Parque Estadual da Serra do Mar. **Scientia Agraria Paranaensis**, p. 45-52, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/140392>. Acesso em 14 Fev. 2015.

MARQUES, M. C. M.; JOLY, C. A. . Estrutura e dinâmica de uma população de *Calophyllum brasiliense* Camb. em floresta higrófila do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n. 1, p. 107-112, 2000. Disponível em: <http:https://www.researchgate.net>. Acesso em:30 Jan. 2016

MARTINEZ, H. S., et al. Serviços ecossistêmicos para aumento produtivo e de preservação ambiental na cultura de maracujá. **Seminário de Extensão e Inovação** da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, v.2, 2012.

MARTÍN-LÓPEZ, B. et al. What drives policy decision-making related to species conservation? **Biological Conservation**, v. 142, n. 7, p. 1370 - 1380, 2009. Disponível em: <http:https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.01.030>. Acesso em: 19 Mar. 2015.

MARTINS, V. **M. Relação solo-relevo-substrato geológico na planície costeira de Bertioga (SP).** Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 273 p. , 2009.

MARTINS, H. ; VELOSO-GOMES, F. Alimentação artificial de praias em ambientes energéticos intermédios. **VI Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente**. FEUP, 2011. Disponível em: <https://paginas.fe.up.pt/~shrha/publicacoes/pdf/JHRHA_6as/4_HMartins_Alimenta%C3%A7%C3%A3oArtificial.pdf>. Acesso em: 16 Nov. 2016.

MEDEIROS R. et al. **Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional**. Sumário Executivo. Brasília: UNEP-WCMC, 44p, 2011 Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/estudocontribuicao.pdf> Acesso em:27 Abril 2014.

MEDEIROS, M. C. M. P. **Caracterização fitofisionômica e estrutural de áreas de Floresta Ombrófila Densa Montana no Parque Estadual da Serra do Mar, SP,** Brasil. 2009. Tese (Mestrado). Instituto de Botânica da Secretaria do Estado do Meio Ambiente. SP, Brasil São Paulo, 85p, 2009. Disponível em: <arquivos.ambiente.sp.gov.br> Acesso em:27 Nov. 2016.

MEA, Millennium Ecosystem Assessment. **Ecosystem Assessment Ecosystems and Human Wellbeing: A Framework for Assessment**. Island Press, Washington D.C., (2003). Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org> Acesso em:16 Nov. 2016.

_____ (2005). Millennium Ecosystem Assessment. **Ecosystems and Human Wellbeing: Current State and Trends**, Vol. 1, Island Press, Washington D.C., v. 3. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org> Acesso em: 16 Nov. 2016

MOBERG, F. ; FOLKE, C. Ecological goods and services of coral reef ecosystems. **Ecological economics**, v.29, n.2, p. 215 -233, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00009-9>. Acesso em: 03 Nov. 2016.

MONZONI, M. Diretrizes empresariais para a valoração econômica de serviços ecossistêmicos. Relatório técnico. EAESP – GVCES, 2014. Disponível em: <bibliotecadigital.fgv.br> Acesso em: 03 Nov. 2016.

MOTTA, R. S. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Manual: IPEA, MMA, PNUD, CNPQ, 242, p., 1997. Disponível em: <http://www.saudeesustentabilidade.org.br/site/wp-content/uploads/2012/12/21-manual_20serroa_20motta-2.pdf>. Acesso em: 02 Mar. 2015.

_____. **Economia Ambiental**. Rio de Janeiro: FGV, 2006.
ODUM, E. P, **Ecologia**, Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1988.

MOREIRA, M.G. **Associações entre Solos, Ambientes Sedimentares Quaternários e as Fitofisionomias de Planície Costeira e Baixa Encosta nas Bacias dos Rios Itaguaré e Guaratuba (Bertioga/SP)**. Tese (Mestrado) Instituto de Botânica, São Paulo, 2007.

NORBERG, J. Linking Nature's services to ecosystems: some general ecological concepts. **Ecological economics,** v. 29, n. 2, p. 183-202, 1999 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00011-7>. Acesso em:n02 Mar. 2015.

NOWAK, D. J. et al. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. **Urban forestry & Urban Greening**, v. 4, n. 3, p. 115-123, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2006.01.007>. Acesso em: 02 Mar. 2015.

OLIVEIRA, K. T. L. L.; MATA H.T.C Qual o valor de uma praia limpa? Uma aplicação do método de valoração contigente no bairro Rio Vermelho, Salvador-Bahia. **X Encontro de Economia Baiana**, 2013. Disponível em: <http://www.eeb.sei.ba.gov.br/pdf/2013/er/qual_o_valor_de_uma_praia_limpa.pdf >. Acesso em:13 Dez. 2016.

ORTEGA, E. Análise sistêmica e energética da aqüicultura. **II Seminário de Aquicultura Sustentável,** UNESP. Jaboticabal, São Paulo, 2008

ONG, E. Mangroves and aquaculture in Malaysia. Ambio v. 11p.252-257, 1982. Disponível em: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201302606846>. Acesso em: 02 Mar. 2015.

ONU, **Adoção do Acordo de Paris**. Conferência das Partes. Convenção Quadro das Nações Unidas, 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acordodeparis>.Acesso em:14 de junho de 2017.

ORTEGA, E. **Contabilidade e diagnóstico de sistemas usando os valores dos recursos expressos em emergia**. Arquivos da FEA/UNICAMP, 2010. Disponível em: <http://www.unicamp.br/fea/ortega/extensao/resumo.pdf>. Acesso Dez. 2016.

PEREIRA, D. S.. **Análise da dinâmica hídrica nas unidades geológico-geomorfológicas quaternárias (UQ) da bacia do Rio Guaratuba, Bertioga (SP)**. Tese (Doutorado) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

PEREIRA, D. S. ; SOUZA, C. R. G. Variação horizontal da temperatura e da umidade relativa do ar entre a praia e as encostas da Serra do Mar da região de Bertioga (São Paulo, Brasil). **VI Seminário Latino Americano de Geografia Física e II Seminário Ibero Americano de Geografia Física**, 2010, Coimbra (Portugal). Livro de Resumos, 2010.

PINTO SOBRINHO, F. A. **Diversidade florística e estrutura vegetacional das tipologias florestais ocorrentes em diferentes sub-biomas de planície costeira e baixa encosta de Bertioga (SP).** Tese (Mestrado) , Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

PINTO SOBRINHO, F. de A ; SOUZA, C.R.G. . Composição florística e estrutura do componente arbóreo de uma Floresta Paludosa na planície costeira da bacia do rio Itaguaré, Bertioga, SP, Brasil. **Revista do Instituto Florestal**, v. 24, p. 51-66, 2012.

PEREIRA, F.S.P: CAMPO, E. M. G. C. **Valorando o ecoturismo e as atividades recreacionais da área de proteção ambiental Serra de São José (MG): uma aplicação do método custo de viagem e da valoração contingente**, Cedeplar, Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.Disponível em: http://www.cedeplar.ufmg.br/seminarios/seminario_diamantina/2006/D06A081.pdf. Acesso em 29 Abr. 2015.

PRATA, E. M. B.; ASSIS, M. A.; JOLY, C. A. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea na transição da floresta ombrófila densa das terras baixas-floresta ombrófila densa submontana do Núcleo Picinguaba,PESM, Ubatuba, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, p.285-299, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032011000200029> Acesso em 29 dezembro 2016.

PUGA, B. P.; JUNIOR, O. A.; HIRATA, R. C. A.; BERTOLO, R. A. Valoração de serviços ecossistêmicos de águas subterrâneas: notas introdutórias. **Águas Subterrâneas**, 2015.

QUEIROZ NETO, J. P.; KÜPPER, A. **Os Solos**. In. Azevedo, A. A Baixada Santista: Aspectos Geográficos. EDUSP, São Paulo, v.1, p.67-92, 1965.

RAMOS, E. et al. Study of the arboreal component in two areas of the Submontane Rainforest in Ubatuba, São Paulo State. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 2, p. 313-335, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032011000200031> Acesso em 21 Abril 2016.

RICHARDS, T. M., KREBS, J. M.; MCIVOR, C. Microhabitat associations of a semi-terrestrial fish, Kryptolebias marmoratus (Poey 1880) in a mosquito-ditched mangrove forest, west-central Florida. Journal of experimental marine biology and ecology, v. 401, n. 1, p. 48-56, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2011.03.003> Acesso em 20 Nov. 2016.

REIS, A. **Dispersão de sementes de *Euterpe edulis* Martius (Palmae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana da encosta atlântica em Blumenau, SC.** Tese (Doutorado). UNICAMP. Instituto de Biologia, Universidade de Campinas, São Paulo, 1995.

REIS, L. V. S. **Cobertura Florestal e Custo do Tratamento de Águas em Bacias Hidrográficas de Abastecimento Público: Um Caso do Manancial do Município de Piracicaba**. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba,2004.

REIS A; KAGEYAMA, P.Y. Dispersão de sementes do palmiteiro. **Sellowia** , n. 49-52, p.60-92, 2000. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20033003654>.Acesso> em: 5 Maio 2017.

REIS, A et al. **Manejo de rendimento sustentado de *Euterpe edulis***. Registro: IPEA. 59 p. (Apostila curso 15 a 17 de fevereiro), 1994.

ROAF, S.; DAVID C.; FERGUS N. **A adaptação de edificações e cidades às mudanças climáticas: Um guia de sobrevivência para o século XXI**. Bookman Editora, 2009.

ROCHA JUNIOR, M.R. **Avaliação ecológico-econômica do manguezal de Macau/RN e a importância da aplicação de práticas preservacionistas pela indústria petrolífera local**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2011. Disponível em: <http://repositorio.ufrn.br:8080/jspui/handle/123456789/12942>. Acesso em: 12 Jun. de 2017.

ROCHELLE, A. L. C. et al. Florística e estrutura de um trecho de Floresta Ombrófila Densa Atlântica Submontana no Parque Estadual da Serra do Mar, em Ubatuba/SP, Brasil**. Biota Neotropica**, v.11, , p. 337-346, 2011. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/44465>.Acesso em 12 Jun. 2017.

ROEHL, J. W. Sediment source areas, delivery ratios and influencing morphological factors. International Association of Scientific Hydrology, v.59, p..202-213, 1962. Disponível em: <http://irrigationtoolbox.com/NEH/Part632_SedimentationGeology/NEH3_06.PDF>.Acesso em 12 Jun 2017.

ROSSI, M. **Fatores Formadores da Paisagem Litorânea: A Bacia do Guaratuba, S**ão Paulo - Brasil. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 168 p, 1999.

SÃO PAULO (Estado), Decreto n° 10.251, de 30 de agosto de 1977. **Cria o Parque Estadual da Serra do Mar.** Diário Oficial de SP**,** 1997. Disponível em:<http://www.al.sp.gov.br/norma>Acesso em: 4 de julho de 2016.

SÃO PAULO (Estado). Decreto n° 13.313, de 06 de março de 1979. **Dá nova redação ao artigo 2.º do Decreto nº 10.251, de 30 de agosto de 1977**, Diário Oficial de SP, 1979. Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/norma>.Acesso em 4 Jul. 2016.

SÃO PAULO (Estado). Decreto n° 50.667, de 30 de março de 2006. **Regulamenta dispositivos da Lei nº 12.183 de 29 de dezembro de 2005, que trata da cobrança pela utilização dos recursos hídricos do domínio do Estado de São Paulo**. Diário Oficial de SP, 2006. Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br>. Acesso em: 4 Jul. 2016.

SÃO PAULO (Estado), Decreto nº 53.526, de 8 de outubro de 2008. **Cria a Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro.** Diário Oficial de SP, em 9 de outubro de 2008, p. 22. 2008.

SÃO PAULO(Estado), Decreto nº 56.500, de 9 de dezembro de 2010. **Cria o Parque Estadual Restinga de Bertioga.** Diário Oficial de SP, em 09 de dezembro de 2016. Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2010/decreto-56500-09.12.2010.html>.Acesso em : 29 Jan. 2016.

SÃO PAULO (Estado), Decreto nº 58.996 de 25 de março de 2013. **Dispõe sobre o Zoneamento ecológico-econômico do setor da Baixada Santista e dá providências correlatas.** Diário Oficial de SP, em 26 de março de 2013. Disponível em:

<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2013/decreto-58996-25.03.2013.html>. Acesso em: 20 Jan. 2016.

SÃO PAULO (Estado),Lei n°12.183, de 29 de dezembro de 2005. **Dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos do domínio do Estado de São Paulo**. Diário Oficial de SP, 2005. Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/norma>.Acesso em 4 Jul. 2016.

SÃO PAULO (Estado). **Plano de Manejo do Parque Estadual da Serra do Mar . Secretaria do Meio Ambiente**. Instituto Florestal. São Paulo, Diário Oficial de SP, 2006. Disponível em: <http://fflorestal.sp.gov.br/planos-de-manejo/planos-de-manejo-planos-concluidos>. Acesso em: 4 Jul. 2016.

SÃO PAULO (Estado), Resolução SMA n° 6, de 01 de fevereiro de 2011. **Reconhece a Reserva W[illegible] lizada no município de Bertioga/SP.** Diário Oficial de SP, 04 de fevereiro de 2011. Seção I , p. 44-45, 2011.

SÃO PAULO (Estado), Resolução SMA n° 7, de 01 de fevereiro de 2011. **Reconhece a Reserva W[illegible]**
Diário Oficial de SP, 04 de fevereiro de 2011. Seção I , p. 45, 2011.

SÃO PAULO (Estado), Resolução SMA n° 54, de 04 de julho de 2013. **Revoga as Resoluções que especifica.** Diário Oficial de SP, 05 de julho de 2013. Seção I , p. 35-37, 2013.

SÃO PAULO (Estado), Resolução SMA n° 32, de 03 de abril de 2014. **Estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo**. Diário Oficial de SP, 05 de abril de 2014. Seção I , p. 36-37, 2014.

SÃO PAULO, FUNCATE. **Emissões e Remoções do Setor Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas** (2008 a 2011): Inventário de Emissões Antrópicas de GEE Diretos e Indiretos do Estado de São Paulo: CETESB, 2016.

SAY, J. B., **Cours complet d'économie politique pratique.** Chez Rapylli, Paris, 1829. Disponível em:<https://archive.org/details/courscompletdc01sayj>. Acesso em: 10 março de 2016

SANTA'ANNA NETO, J. L. A erosividade das chuvas no Estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, USP, v. 9, p. 35-49, 2011. Disponível em: <periodicos.usp.br>.Acesso em: 10 Mar. 2016

SANTOS, S. R. et al. A disposição a pagar (DAP) e a valoração de ativos ambientais: uma aplicação do método na praia do Atalaia em Salinópolis – PA. **XIV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica- X Encontro Latino Americano de Pós-Graduação** – , Universidade do Vale do Paraíba, 2010. Disponível em:<http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2010/anais/arquivos/0659_0529_02.pdf>. Acesso em 13 DEZ. 2016.

SCOTT, K. I.; SIMPSON, J. R.; MCPHERSON, E. Gregory. Effects of tree cover on parking lot microclimate and vehicle emissions. **Journal of Arboriculture**, v. 25, n. 3, p. 129-142, 1999. Disponível em: <researchgate.net>. Acesso em: 18 Mar. 2017.

SILVA, A.F.L. [illegible]
Berg. Como Serviço Do Ecossistema: Uma Estratégia Econômica De Conservação em Área de Cerrado. Tese (Doutorado). Universidade Federal da Grande Dourados, 2013.

SILVA, J. Z. D. **Fundamentos da produção e consumo de frutos em populações naturais de *Euterpe edulis Martius***, Tese (Doutorado).Universidade Federal de Santa Catarina, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br>.Acesso em: 18 março de 2017.

SILVA, R. G.; LIMA, J. E. Valoração contingente do Parque Chico Mendes: uma aplicação probabilística do método Referendum com Bidding games. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.42. n.4, p. 685-708, 2004. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032004000400008>.Acesso em: 18 Mar. 2017.

SILVEIRA, V. C. **Valoração econômica e percepção ambiental da Área de Proteção Ambiental Estadual Cachoeira das Andorinhas - Sub-Bacia do Rio das Velhas-MG.** Mestrado em Engenharia Ambiental - Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Grupo de ecossistemas: manguezal, marisma e apicum**. Relatório. São Paulo, 1999.Disponível em: <http://anp.gov.br/meio/guias/sismica/refere/manguezal_marisma_apicum.pdf>. Acesso em: 11 Jan. 2017

SCHAEFFER-NOVELLI, Y et al**. Sistema Manguezal** -Workshop do Projeto Biota Fapesp Araçá, Módulo 3, p.67-68, São Paulo, SP, 2016. Disponível em: http://www.fapesp.br/eventos/2016/11/araca.pdf> .Acesso em: 11 Jan. 2017

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Situação atual do grupo de ecossistemas: manguezal, marisma e apicum, incluindo os principais vetores de pressão e as perspectivas para sua conservação e uso sustentável. Brasília** (DF): ANP–Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 2008. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/meio/guias/5round/refere/manguezal_marisma_apicum.pdf>. Acesso em:11 Jan. 2017

SINISGALLI, P. A. A. **Valoração dos danos ambientais de hidrelétricas: estudos de caso**. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SINISGALLI, P .A. A. A eMergia como indicador de valor para a análise econômica-ecológica. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 2, p. 18-23, 2006.Disponível em: <http://www.bdpi.usp.br/single.php?_id=001680324>. Acesso em: 11 Jan. 2017

SMIRNOV, I.I. –Development of the health hygiene, and recreation function of forests. **Forestry**, Oxford, n.3, v. 6, p. 42-74, 1975.

SOUSA JUNIOR, W. C. et al. **A bacia do rio Purus: geografia, ocupação e socioeconomia. Rio Purus: águas, território e sociedade na Amazônia Sul-Ocidental**. 1° Ed., Goiania: Índice Editora, v. 1, p. 1-10, 2012.

SCHROEDER P. ; BROWN S. : M. O. J.; BIRDSEY R. : CIESZEWSKI C. Biomass estimation for temperate broadleaf forests of the Unites States using inventory data. **Forest Science**, v. 43, n. 3, p. 424-434, 1997.

STARZYNSKI, R. **Avaliação quantitativa do uso dos recursos hídricos em Unidade de Conservação e entorno: Estudo de caso do Parque Estadual da Serra do Mar**. Dissertação (Mestrado),Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia, Bauru, 2014.

SONGFA, L. B. Z. D. Z. Studies on the Biomass of Sonneratia Caseolaris Stand Forest. **Research**, v. 1, p. 012, 1990. Disponível em: <http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotal-LYKX199001012.htm> .Acesso em 21 Mai. 2017.

SOUSA, G. B. MOTA, J. A. Valoração econômica de áreas de recreação: o caso do Parque Metropolitano de Pituaçu, Salvador, BA **Revista de Economia**, v. 32, n. 1, 2006. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/economia/article/view/6826>. Acesso em 21 Maio 2017.

SOUZA, C. R. G. Suscetibilidade Morfométrica de Bacias de Drenagem ao Desenvolvimento de Inundações em Áreas Costeiras. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, ano 6, n.1. pp 45-61. 2005.

_____Ambientes sedimentares de planície costeira e baixa-média encosta em Bertioga (SP). **XI Congresso da ABEQUA - Associação Brasileira de Estudos do Quaternário**, Belém (PA), 2007 (CD-ROM).

_____. Flood Risk Assessment in Coastal Drainage Basins through a Multivariate Analysis within a GIS-Based Model. **10th International Coastal Symposium** - ICS 2009, 2009, Lisboa (Portugal). Book of Abstrats, 2009. p. 165.

_____. Praias arenosas oceânicas do estado de são Paulo (brasil): síntese dos conhecimentos sobre morfodinâmica, sedimentologia, transporte costeiro e erosão costeira. **Revista do Departamento de Geografia**, 308-371, 2012.

_____Erosão Costeira. In. Tominaga, L. K.; Santoro, J.; Amaral, R. (orgs). **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. Instituto Geológico, (SP), p. 71-84, 2015a.

_____The Bertioga Coastal Plain: An Example of Morphotectonic Evolution. In: B.C. Vieira; A.A.R. Salgado and L.J.C. Santos. (Org.). **World Geomorphological Landscapes. 1ªed: Springer Netherlands**, v. 1, p. 115-134, 2015b.

SOUZA, C.R. G.et. al. Praias Arenosas e Erosão Costeira**, Quaternário do Brasil**, p. 130-152, 2005.

SOUZA, C.R. G. et al. **Restinga: Conceitos e Empregos do Termo no Brasil e Implicações na Legislação Ambiental**. 1. ed. São Paulo: Instituto Geológico (IG/SMA-SP), 2008.

SOUZA, C.R. D. G., et al.**Restinga - Conceitos e Empregos do Termo no Brasil e Implicações na Legislação Ambiental.** Instituto Geológico, Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo. São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.igeologico.sp.gov.br/ps_down_outros.asp >. Acesso em 13 Dez. 2016.

SUGUIO, K.; MARTIN, L. Mecanismos de gênese das planícies sedimentaresquaternárias do litoral do Estado de São Paulo. **XXIX Congresso Brasileiro de Geologia**, Ouro Preto (MG), SBG. Anais, v.1, p. 295-305, 1976.

SUGUIO, K; MARTIN, L. **Formações quaternárias marinhas do litoral paulista e sul fluminense**. São Paulo: Instituto Oceanográfico, 55p, 1978.

SUKHDEV, P. et al. **The economics of ecosystems and biodiversity: mainstreaming the economics of nature: a synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB**. UNEP, Genebra (Suiça), 2010. Disponível em: http://www.teebweb.org. Acesso em 13 de janeiro de 2017.

STERN, N. **The Economic Effects of Climate Change: The Stern Review**. Cambridge University, UK, 2007.

SYRBE, R. U.; WALZ, U. Spatial indicators for the assessment of ecosystem services: providing, benefiting and connecting areas and landscape metrics. **Ecological indicators**, v. 21, p. 80-88, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.02.013>. Acesso em 13 Jan. 2017.

TAMAI, S. et al. Standing biomass of mangrove forests in southern Thailand. Journal of the **Japanese Forestry Society**, v. 68, n. 9, p. 384-388, 1986. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjfs1953/68/9/68_9_384/_article. Acesso em 13 Jan. 2017.

TALBOT, F. F.; Wilkinson, C. C. **Coral reefs, mangroves and seagrasses: A sourcebook for managers**. Australian Institute of Marine Science (AIMS), 2001.

TOL, R. S. J. The marginal damage costs of carbon dioxide emissions: an assessment of the uncertainties. **Energy Policy**, v. 33, n. 16, p. 2064-2074, 2005. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.enpol.2004.04.002. Acesso em 13 Jan. 2017.

_____. The economic effects of climate change. **The Journal of Economic Perspectives**, v. 23, n. 2, p. 29-51, 2009. Disponível em: <ingentaconnect.com>. Acesso em 13 Jan.2017.

TWILLEY, R. W.; LUGO, A. E.; PATTERSON-ZUCCA, C. Litter production and turnover in basin mangrove forests in southwest Florida. **Ecology**, v. 67, n. 3, p. 670-683, 1986. Disponível em: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2307/1937691/full. Acesso em 13 Jan. 2017.

UNEP-WCMC. **In the front line: shoreline protection and other ecosystem services from mangroves and coral reefs**. UNEP-WCMC, Cambridge, UK2006. Disponível em: <http://www.unep.org/pdf/infrontline_06.pdf> Acesso em 13 de janeiro de 2017.

USP. **Captação de água do Rio Guaratuba para incremento sazonal na Represa Ponte Nova do Sistema Alto Tietê – SPAT**. Relatório Técnico. Laboratório de Sistemas de Suporte a Decisões. São Paulo, 2014.

USDA-NRCS. **Sediment sources, yields, and delivery ratios**. Washington, National Engineering Handbook, Section 3-Sedimetation, 1979.

UTRERA-LÓPEZ, M. E.; MORENO-CASASOLA, P. Mangrove litter dynamics in la mancha lagoon, Veracruz, México. Wetlands Ecology and Management, v. 16, n. 1, p. 11-22, 2008. Acesso em Disponível em: <https://link.springer.com>. Acesso em:02 Out. 2014.

VALATIN, G. Forests and carbon: valuation, discounting and risk management. **Research Report** 12, Forestry Commission, Edinburgh, 2011.

VANDEWALLE M. et al. Review paper on concepts of dynamic ecosystems and their services. **RUBICODE Deliverable** D2.1, 2008. Disponível em: <http:/www.rubicode.net>. Acesso em 15 Mar. 2016.

VELDKAMP, E. Organic Carbon Turnover in Three Tropical Soils under Pasture after Deforestation. **Soil Science Society of America Journal**, v.58, p.175-180, 1994.

VIERA M, SCHUMACHER M. V. Deposição de serapilheira e de macronutrientes em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii De Wild*.) no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 2, 2010.

VILLANI, J. P. **Zona de amortecimento do Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Santa Virgínia: subsídios ao manejo sustentável dos fragmentos de Mata Atlântica**. Tese (Mestrado) Universidade de Taubaté. Taubaté, SP, 2007.

ZAKIA, M. J. B. **Identificação e caracterização da zona ripária em uma microbacia experimental: implicações no manejo de bacias hidrográficas e na recomposição de matas nativas**.Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, 1988. Disponível em: http://www.ipef.br/servicos/teses/arquivos/zakia,mjb.pdf>. Acesso em 07 Jun. de 2017.

WESTMAN, W. **How much are nature's services worth**. Science 197: 960-964., 1977

WORLD BANK. **Carbon Finance Unit. State Of The Voluntary Carbon Market**. Washington, DC: World BanK, 2012.

YU, Chang Man. Seqüestro florestal de carbono no Brasil: dimensões políticas, socioeconômicas e ecológicas. **Annablume**, 2004.

YOUNG, C. E. F. Contabilidade Ambiental Nacional: Fundamentos Teóricos e Aplicação Empírica no Brasil. In: MAY, Peter; **Economia do Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Campus. 378 p., 2010

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains, guide for selection of practices for soil and water conservation. **Agriculture Handbook**, v. 282, 1965.

WELLS S, RAVILOUS C, CORCORAN E. **In the front line: shoreline protection and other ecosystem services from mangroves and coral reefs**. United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre, Cambridge Wilson, 2006.

ANEXOS

Anexo 1a: Teores de C orgânico nos solos (Profundidade. 0,0-20,0 cm) em diferentes formações florestais dos sub-biomas da planície costeira e baixa-média encosta das bacias dos Rios Guaratuba e Itaguaré. Fonte: Moreira (2007)

UTM E	UTM N	Fitofisionomia	UQ	Tipo de solo	%C
399928	7369028	FbR	LHTb	Neossolo Quartzarênico	02
399635	7369058	FbR	LHTb	Neossolo Quartzarênico	16
399667	7369552	FaR1	LPTb	Espodossolo Humilúvico	15
399644	7369329	FaR1	LPTb	Espodossolo Humilúvico	07
399658	7369610	FaR1	LPTb	Espodossolo Humilúvico	16
399665	7369315	FaR2	LHTa	Espodossolo Humilúvico	18
399677	736929	FaR2	LHTa	Espodossolo Humilúvico	05
412076	7376200	FaR3	LPTa	Neossolo Quartzarênico	03
405476	73729	FaR3	LPTa	Neossolo Quartzarênico	03
402886	7371956	FaR	LHF	Gleissolo Háplico	09
403807	7371950	FaR	LHF	Gleissolo Háplico	01
404620	737390	FAL	LPF	Neossolo Flúvico	09
410790	7377133	FAL	LPF	Cambissolo Flúvico	05
415082	7376438	FAL	LPF	Gleissolo Háplico	04
402839	7372467	FaRu	LCD	Gleissolo Melânico	20
402710	7373226	FaRu	LCD	Organossolo Sáprico	29
397296	7371638	FaRu	LCD	Organossolo Sáprico	29
397121	7372189	FaRu	Cx LPTa/LCD	Organossolo Fíbrico	23
405333	7373051	FaRu	Cx LPTa/LCD	Organossolo Sáprico	24
405626	7372972	FaRu	Cx LPTa/LCD	Organossolo Sáprico	38
414257	7374277	FaRu	Cx LPTa/LCD	Organossolo Sáprico	14
402802	7373240	FPa	LCD	Organossolo Sáprico	20
414846	7376923	FTr1	LMP	Gleissolo Háplico	07
416246	7377563	FTr1	LMP	Cambissolo Flúvico	05
402754	7374252	FTr1	LMP	Cambissolo Flúvico	06
411528	7378442	FTr2	LCR	Neossolo Regolítico	07
411707	7378588	FTr2	LCR	Latossolo Amarelo	03

Anexo 1b: Teores de C orgânico nos solos (Profundidade de 40-60 cm) no Cx LCDs Florestas alta de Restinga úmida e Floresta Paludosa das bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba. Fonte: Moreira (2007)

UTM E	**UTM N**	**Veg.**	**UQ**	**Tipo de solo**	**%C**
402710	7373226	FaRu	LCD	Organossolo Sáprico	20
397296	7371638	FaRu	LCD	Organossolo Sáprico	21
402802	7373240	FPa	LCD	Organossolo Sáprico	26

Anexo 2. Dados pesqueiros de Bertioga: Aparelho de Pesca, grupo, Pescado, volume pescado por ano e valor estimado. Fonte: Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira Marinha e Estuarina do Instituto de Pesca

Ano	***Aparelho de Pesca***	***Grupo Taxonômico***	***Pescado***	***Kg no Período***	***Valor estimado no período***
2011	Arrasto-duplo	Crustáceo	Camarão-legítimo	6.530,28	R$ 181.836,49
2011	Arrasto-duplo	Crustáceo	Camarão-rosa	354,5	R$ 14.232,50
2011	Arrasto-duplo	Crustáceo	Camarão-santana	118	R$ 649,00
2011	Arrasto-duplo	Crustáceo	Camarão-sete-barbas	187.266,50	R$ 775.032,72
2011	Arrasto-duplo	Molusco	Lula	92	R$ 647,00
2011	Arrasto-duplo	Molusco	Polvo	152	R$ 1.105,00
2011	Arrasto-duplo	Peixe Cartilaginoso	Cação-anjo	21	R$ 54,60
2011	Arrasto-duplo	Peixe Cartilaginoso	Cações agrupados	68,1	R$ 575,60
2011	Arrasto-duplo	Peixe Cartilaginoso	Viola	13	R$ 72,48
2011	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Bagre	468	R$ 1.404,00
2011	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Bagre-amarelo	7	R$ 7,00
2011	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Betara	305	R$ 904,95
2011	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Cabrinha	288	R$ 288,00
2011	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Cangoá	100	R$ 237,50
2011	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Dourado	20,3	R$ 162,40
2011	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Espada	86,1	R$ 126,10
2011	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Linguado	73,2	R$ 585,60
2011	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Maria-luíza	15	R$ 46,50
2011	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Mistura	5.129,50	R$ 3.967,38
2011	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Oveva	17	R$ 48,45
2011	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Paru	3	R$ 13,50
2011	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Pescada-amarela	19,6	R$ 156,80
2011	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Pescada-branca	2,24	R$ 17,92
2011	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Pescada-cambucu	15	R$ 172,50
2011	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Pescada-foguete	100,5	R$ 723,15
2011	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Porco	83	R$ 343,75
2011	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Robalo	9	R$ 81,00
2011	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Robalo-flecha	19,2	R$ 297,60

Ano	*Aparelho de Pesca*	*Grupo Taxonômico*	*Pescado*	*Kg no Período*	*Valor estimado no período*
2011	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Robalo-peva	39,1	R$ 449,65
2011	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Trilha	96	R$ 192,00
2011	Arrasto-simples	Crustáceo	Camarão-legítimo	15,5	R$ 315,50
2011	Arrasto-simples	Crustáceo	Camarão-sete-barbas	592,5	R$ 2.916,40
2011	Arrasto-simples	Peixe Ósseo	Mistura	16	R$ 12,80
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Cartilaginoso	Cações agrupados	467,7	R$ 4.432,60
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Cartilaginoso	Raias agrupadas	21	R$ 37,80
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Bagre	99	R$ 321,25
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Betara	52	R$ 147,03
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Cioba	39,5	R$ 439,44
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Corvina	1.036,80	R$ 4.967,58
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Enchova	48	R$ 384,00
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Galo	31	R$ 96,10
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Garoupa	77	R$ 1.212,75
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Guaivira	149,2	R$ 559,50
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Maria-luíza	11	R$ 34,10
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Mistura	885,5	R$ 1.056,60
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Oveva	486,5	R$ 1.291,35
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Pargo-rosa	8	R$ 36,00
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Pescada-amarela	151,5	R$ 1.306,50
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Pescada-branca	15,2	R$ 133,60
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Pescada-cambucu	223	R$ 2.564,50
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Pescada-foguete	893,6	R$ 5.739,28
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Pirajica	20	R$ 65,00
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Prejereba	5,3	R$ 45,05
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Robalo	31	R$ 407,00
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Robalo-flecha	20,2	R$ 313,10
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Robalo-peva	55	R$ 632,50
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Sernambiguara	17	R$ 161,50
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Sororoca	1.085,00	R$ 9.222,50
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Tainha	1.839,70	R$ 13.025,70

Ano	*Aparelho de Pesca*	*Grupo Taxonômico*	*Pescado*	*Kg no Período*	*Valor estimado no período*
2011	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Vermelho	7	R$ 61,25
2011	Emalhes-diversos	Peixe Cartilaginoso	Cações agrupados	24,6	R$ 230,00
2011	Emalhes-diversos	Peixe Ósseo	Bagre	44	R$ 109,25
2011	Emalhes-diversos	Peixe Ósseo	Betara	1,1	R$ 2,20
2011	Emalhes-diversos	Peixe Ósseo	Corvina	229,8	R$ 1.187,60
2011	Emalhes-diversos	Peixe Ósseo	Espada	12	R$ 36,00
2011	Emalhes-diversos	Peixe Ósseo	Galo	4	R$ 12,40
2011	Emalhes-diversos	Peixe Ósseo	Guaivira	70,5	R$ 254,75
2011	Emalhes-diversos	Peixe Ósseo	Mistura	400	R$ 733,50
2011	Emalhes-diversos	Peixe Ósseo	Palombeta	16	R$ 47,20
2011	Emalhes-diversos	Peixe Ósseo	Pescada-amarela	103,2	R$ 674,40
2011	Emalhes-diversos	Peixe Ósseo	Pescada-branca	2,1	R$ 21,00
2011	Emalhes-diversos	Peixe Ósseo	Pescada-cambucu	1	R$ 11,50
2011	Emalhes-diversos	Peixe Ósseo	Pescada-foguete	219,7	R$ 1.790,75
2011	Emalhes-diversos	Peixe Ósseo	Robalo	4,2	R$ 71,40
2011	Emalhes-diversos	Peixe Ósseo	Sernambiguara	12	R$ 114,00
2011	Emalhes-diversos	Peixe Ósseo	Sororoca	228	R$ 1.938,00
2011	Emalhes-diversos	Peixe Ósseo	Tainha	160	R$ 960,00
2011	Espinhel-de-fundo	Peixe Cartilaginoso	Cações agrupados	1.025,00	R$ 9.225,00
2011	Multiartes	Crustáceo	Camarão-sete-barbas	266	R$ 1.092,50
2011	Multiartes	Peixe Cartilaginoso	Anequim	172	R$ 1.247,00
2011	Multiartes	Peixe Cartilaginoso	Cações agrupados	16,5	R$ 165,75
2011	Multiartes	Peixe Cartilaginoso	Machote	236	R$ 2.832,00
2011	Multiartes	Peixe Ósseo	Corvina	76	R$ 476,00
2011	Multiartes	Peixe Ósseo	Mistura	50	R$ 68,50
2011	Multiartes	Peixe Ósseo	Pescada-foguete	53	R$ 353,00
2012	Arrasto-duplo	Crustáceo	Camarão-legítimo	7.148,47	R$ 150.984,25
2012	Arrasto-duplo	Crustáceo	Camarão-rosa	904,5	R$ 35.543,00

Ano	*Aparelho de Pesca*	*Grupo Taxonômico*	*Pescado*	*Kg no Período*	*Valor estimado no período*
2012	Arrasto-duplo	Crustáceo	Camarão-santana	7.260,00	R$ 20.328,00
2012	Arrasto-duplo	Crustáceo	Camarão-sete-barbas	180.556,90	R$ 764.582,64
2012	Arrasto-duplo	Crustáceo	Siris agrupados	86	R$ 322,50
2012	Arrasto-duplo	Molusco	Lula	126,9	R$ 1.021,85
2012	Arrasto-duplo	Molusco	Polvo	192	R$ 2.054,40
2012	Arrasto-duplo	Peixe Cartilaginoso	Cação-anjo	7	R$ 21,00
2012	Arrasto-duplo	Peixe Cartilaginoso	Cações agrupados	41	R$ 382,00
2012	Arrasto-duplo	Peixe Cartilaginoso	Raias agrupadas	416	R$ 665,60
2012	Arrasto-duplo	Peixe Cartilaginoso	Viola	49,5	R$ 198,25
2012	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Betara	639,3	R$ 2.789,30
2012	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Cabrinha	221	R$ 372,39
2012	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Cangoá	51	R$ 204,00
2012	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Corvina	58,1	R$ 464,40
2012	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Linguado	27	R$ 216,00
2012	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Maria-luíza	75	R$ 180,00
2012	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Mistura	4.099,00	R$ 6.190,15
2012	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Oveva	40	R$ 114,00
2012	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Pescada-branca	1,3	R$ 14,30
2012	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Pescada-cambucu	22	R$ 247,50
2012	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Pescada-foguete	234,7	R$ 2.031,30
2012	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Porco	71	R$ 426,00
2012	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Robalo-flecha	31,7	R$ 737,03
2012	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Robalo-peva	17,27	R$ 198,61
2012	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Trilha	173	R$ 475,75
2012	Emalhe-de-fundo	Peixe Cartilaginoso	Cações agrupados	523,7	R$ 5.108,90
2012	Emalhe-de-fundo	Peixe Cartilaginoso	Cambeva	20	R$ 225,00
2012	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Bagre	55	R$ 137,50

Ano	*Aparelho de Pesca*	*Grupo Taxonômico*	*Pescado*	*Kg no Período*	*Valor estimado no período*
2012	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Betara	269,5	R$ 4.231,63
2012	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Caranha	9,7	R$ 48,50
2012	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Cioba	4.122,90	R$ 35.044,65
2012	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Corvina	3.464,90	R$ 31.336,30
2012	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Espada	94	R$ 352,50
2012	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Guaivira	224	R$ 728,00
2012	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Mistura	2.294,00	R$ 5.802,76
2012	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Paru	40	R$ 220,00
2012	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Pescada-amarela	26,1	R$ 247,20
2012	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Pescada-branca	14	R$ 154,00
2012	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Pescada-cambucu	6,2	R$ 69,75
2012	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Pescada-foguete	3.245,70	R$ 30.132,50
2012	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Pirajica	4,4	R$ 8,80
2012	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Prejereba	47	R$ 470,00
2012	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Robalo-flecha	52,9	R$ 1.229,93
2012	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Robalo-peva	45,6	R$ 524,40
2012	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Sororoca	521	R$ 2.474,75
2012	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Tainha	4.814,00	R$ 24.122,50
2012	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Vermelho	15	R$ 138,75
2012	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Xaréu	46	R$ 281,75
2012	Emalhe-de-superfície	Crustáceo	Camarão-sete-barbas	5	R$ 20,00
2012	Emalhe-de-superfície	Peixe Cartilaginoso	Cações agrupados	37,5	R$ 422,50
2012	Emalhe-de-superfície	Peixe Ósseo	Bagre	40	R$ 100,00
2012	Emalhe-de-superfície	Peixe Ósseo	Cioba	1,3	R$ 11,05
2012	Emalhe-de-superfície	Peixe Ósseo	Corvina	26,2	R$ 170,30
2012	Emalhe-de-superfície	Peixe Ósseo	Espada	9	R$ 33,75
2012	Emalhe-de-superfície	Peixe Ósseo	Galo	816	R$ 3.264,00

Ano	*Aparelho de Pesca*	*Grupo Taxonômico*	*Pescado*	*Kg no Período*	*Valor estimado no período*
2012	Emalhe-de-superfície	Peixe Ósseo	Guaivira	529	R$ 1.719,25
2012	Emalhe-de-superfície	Peixe Ósseo	Mistura	180,5	R$ 319,43
2012	Emalhe-de-superfície	Peixe Ósseo	Pescada-branca	5,7	R$ 62,70
2012	Emalhe-de-superfície	Peixe Ósseo	Pescada-foguete	230,6	R$ 2.075,40
2012	Emalhe-de-superfície	Peixe Ósseo	Robalo-peva	9	R$ 103,50
2012	Emalhe-de-superfície	Peixe Ósseo	Sororoca	2.271,20	R$ 10.558,83
2012	Emalhe-de-superfície	Peixe Ósseo	Tainha	1.159,00	R$ 6.921,25
2012	Emalhes diversos	Peixe Cartilaginoso	Cações agrupados	5,5	R$ 38,50
2012	Emalhes diversos	Peixe Cartilaginoso	Mangona	46	R$ 448,50
2012	Emalhes diversos	Peixe Ósseo	Corvina	31	R$ 201,50
2012	Emalhes diversos	Peixe Ósseo	Dourado	6	R$ 39,00
2012	Emalhes diversos	Peixe Ósseo	Espada	33,5	R$ 50,25
2012	Emalhes diversos	Peixe Ósseo	Mistura	157	R$ 157,00
2012	Emalhes diversos	Peixe Ósseo	Sororoca	150	R$ 748,75
2012	Emalhes diversos	Peixe Ósseo	Tainha	21,3	R$ 117,15
2013	Arrasto-duplo	Crustáceo	Camarão-legítimo	7.747,44	R$ 108.246,09
2013	Arrasto-duplo	Crustáceo	Camarão-rosa	628,9	R$ 24.185,73
2013	Arrasto-duplo	Crustáceo	Camarão-sete-barbas	96.471,90	R$ 705.353,28
2013	Arrasto-duplo	Crustáceo	Lagosta	1,8	R$ 63,00
2013	Arrasto-duplo	Crustáceo	Siris agrupados	137	R$ 639,75
2013	Arrasto-duplo	Molusco	Lula	135,3	R$ 1.353,00
2013	Arrasto-duplo	Molusco	Polvo	43	R$ 483,75
2013	Arrasto-duplo	Peixe Cartilaginoso	Cações agrupados	29	R$ 435,00
2013	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Betara	273	R$ 1.132,95

Ano	*Aparelho de Pesca*	*Grupo Taxonômico*	*Pescado*	*Kg no Período*	*Valor estimado no período*
2013	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Cabrinha	140	R$ 245,00
2013	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Caranha	14	R$ 98,00
2013	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Corvina	52	R$ 440,00
2013	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Goete	40	R$ 100,00
2013	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Linguado	9	R$ 76,50
2013	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Maria-luíza	110	R$ 327,25
2013	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Merluza	9	R$ 18,00
2013	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Mistura	3.806,00	R$ 5.792,63
2013	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Oveva	20	R$ 80,00
2013	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Pescada-foguete	288,2	R$ 2.959,10
2013	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Porco	33	R$ 288,75
2013	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Robalo-peva	4,9	R$ 70,38
2013	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Tira-vira	10	R$ 20,00
2013	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Trilha	12	R$ 29,40
2013	Emalhe-de-fundo	Peixe Cartilaginoso	Cações agrupados	317,4	R$ 4.535,90
2013	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Bagre	33,4	R$ 451,00
2013	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Bagre-branco	345,1	R$ 1.734,43
2013	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Betara	47,6	R$ 197,54
2013	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Bicuda	40	R$ 400,00
2013	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Cioba	21,9	R$ 252,29
2013	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Corvina	1.846,20	R$ 19.713,00
2013	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Enchova	40	R$ 380,00
2013	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Espada	10,3	R$ 20,60
2013	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Guaivira	128,5	R$ 1.319,71
2013	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Mistura	1.889,20	R$ 8.117,78
2013	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Paru	12	R$ 60,00
2013	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Pescada-branca	86	R$ 924,50
2013	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Pescada-foguete	2.603,10	R$ 30.801,90
2013	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Robalo-flecha	24,7	R$ 632,94
2013	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Robalo-peva	7,2	R$ 69,20
2013	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Sororoca	274,7	R$ 1.304,83
2013	Emalhes diversos	Peixe Cartilaginoso	Cações agrupados	409,4	R$ 6.334,50

Ano	*Aparelho de Pesca*	*Grupo Taxonômico*	*Pescado*	*Kg no Período*	*Valor estimado no período*
2013	Emalhes diversos	Peixe Ósseo	Bonitos agrupados	72	R$ 360,00
2013	Emalhes diversos	Peixe Ósseo	Corvina	1,8	R$ 11,70
2013	Emalhes diversos	Peixe Ósseo	Guaivira	38	R$ 162,50
2013	Emalhes diversos	Peixe Ósseo	Mistura	176	R$ 291,13
2013	Emalhes diversos	Peixe Ósseo	Pescada-foguete	88	R$ 1.320,00
2013	Emalhes diversos	Peixe Ósseo	Prejereba	3,5	R$ 35,00
2013	Emalhes diversos	Peixe Ósseo	Robalo-flecha	13	R$ 227,50
2013	Emalhes diversos	Peixe Ósseo	Robalo-peva	1,1	R$ 11,00
2013				0	R$ 0,00
2014	Arrasto-duplo	Crustáceo	Camarão-legítimo	7.538,09	R$ 197.085,65
2014	Arrasto-duplo	Crustáceo	Camarão-rosa	117	R$ 5.015,00
2014	Arrasto-duplo	Crustáceo	Camarão-sete-barbas	88.945,90	R$ 665.004,02
2014	Arrasto-duplo	Crustáceo	Siris agrupados	16	R$ 36,00
2014	Arrasto-duplo	Molusco	Lula	17,5	R$ 132,40
2014	Arrasto-duplo	Molusco	Polvo	10	R$ 70,00
2014	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Bagre-branco	61,1	R$ 351,00
2014	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Betara	46	R$ 230,00
2014	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Corvina	10	R$ 60,00
2014	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Linguado	20	R$ 200,00
2014	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Mistura	2.466,00	R$ 4.921,50
2014	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Pescada-foguete	52,8	R$ 484,50
2014	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Robalo-flecha	4,4	R$ 99,00
2014	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Robalo-peva	8	R$ 101,00
2014	Cerco	Peixe Ósseo	Mistura	200	R$ 500,00
2014	Cerco	Peixe Ósseo	Tainha	3.000,00	R$ 22.500,00
2014	Emalhe-de-fundo	Peixe Cartilaginoso	Cações agrupados	159,9	R$ 2.619,00
2014	Emalhe-de-fundo	Peixe Cartilaginoso	Mangona	80	R$ 560,00
2014	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Bagre-branco	31,5	R$ 157,50
2014	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Betara	211	R$ 866,00
2014	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Cioba	5,4	R$ 28,40
2014	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Corvina	2.540,90	R$ 30.469,00

Ano	*Aparelho de Pesca*	*Grupo Taxonômico*	*Pescado*	*Kg no Período*	*Valor estimado no período*
2014	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Mistura	550	R$ 1.715,00
2014	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Oveva	52	R$ 260,00
2014	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Pescada-branca	10,25	R$ 102,55
2014	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Pescada-cambucu	22,9	R$ 343,50
2014	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Pescada-foguete	1.404,00	R$ 20.556,45
2014	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Prejereba	9	R$ 54,00
2014	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Robalo-flecha	24	R$ 280,00
2014	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Robalo-peva	17,8	R$ 230,15
2014	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Sororoca	27	R$ 297,00
2014	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Tainha	31	R$ 232,50
2014	Emalhe-de-superfície	Peixe Cartilaginoso	Cações agrupados	15,3	R$ 191,25
2014	Emalhe-de-superfície	Peixe Ósseo	Bagre-branco	18	R$ 90,00
2014	Emalhe-de-superfície	Peixe Ósseo	Bonitos agrupados	10	R$ 50,00
2014	Emalhe-de-superfície	Peixe Ósseo	Corvina	283,5	R$ 3.402,00
2014	Emalhe-de-superfície	Peixe Ósseo	Espada	10	R$ 17,50
2014	Emalhe-de-superfície	Peixe Ósseo	Guaivira	907	R$ 2.767,00
2014	Emalhe-de-superfície	Peixe Ósseo	Oveva	51	R$ 89,25
2014	Emalhe-de-superfície	Peixe Ósseo	Parambiju	5	R$ 40,00
2014	Emalhe-de-superfície	Peixe Ósseo	Paru	33	R$ 165,00
2014	Emalhe-de-superfície	Peixe Ósseo	Prejereba	38	R$ 228,00
2014	Emalhe-de-superfície	Peixe Ósseo	Robalo	2,1	R$ 24,15
2014	Emalhe-de-superfície	Peixe Ósseo	Sari-sari	20	R$ 180,00

Ano	*Aparelho de Pesca*	*Grupo Taxonômico*	*Pescado*	*Kg no Período*	*Valor estimado no período*
2014	Emalhe-de-superfície	Peixe Ósseo	Sororoca	2.844,00	R$ 27.700,00
2014	Emalhe-de-superfície	Peixe Ósseo	Tainha	471,3	R$ 3.534,75
2014	Emalhe-de-superfície	Peixe Ósseo	Xaréu	148	R$ 444,00
2014	Emalhes diversos	Peixe Ósseo	Betara	78,5	R$ 392,50
2014	Emalhes diversos	Peixe Ósseo	Corvina	370	R$ 4.440,00
2014	Emalhes diversos	Peixe Ósseo	Mistura	51	R$ 76,50
2014	Emalhes diversos	Peixe Ósseo	Pescada-foguete	185	R$ 1.850,00
2015	Arrasto-duplo	Crustáceo	Camarão-legítimo	10.742,00	R$ 254.416,13
2015	Arrasto-duplo	Crustáceo	Camarão-rosa	38	R$ 1.330,00
2015	Arrasto-duplo	Crustáceo	Camarão-sete-barbas	96.927,50	R$ 732.286,99
2015	Arrasto-duplo	Molusco	Lula	10	R$ 105,00
2015	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Mistura	2.579,00	R$ 4.290,38
2015	Arrasto-duplo	Peixe Ósseo	Robalo-flecha	11,5	R$ 230,00
2015	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Bagre-branco	28,8	R$ 402,60
2015	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Betara	67	R$ 1.005,00
2015	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Corvina	39	R$ 702,00
2015	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Mistura	67	R$ 184,50
2015	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Pescada-foguete	52,4	R$ 898,50
2015	Emalhe-de-fundo	Peixe Ósseo	Robalo-peva	4,5	R$ 63,00

Anexo 03. Detalhamento dos custos médios de implantação e manutenção de áreas em restauração florestal, com plantio de área total. Fonte: Bellotto, Rodrigues e Nave (2007)

Atividade	Máquinas/Equipamentos	Rendimentos				Custos Operacionais R$			Insumo	Custo Total R$			Repetições	Total / ha R$
		HH / ha	HM / ha	Dose / ha	Unidade	HH	HM	Insumo		HH / ha	HM / ha	Insumo / ha		
IMPLANTAÇÃO														
Limpeza de área manual	Foice ou motorroçadeira costal	50				10,00				500,00	0,00	0,00	1	500,00
Aplicação de Herbicida	Trator 80HP + Pulverizador	13	5	5	Litro	10,00	50,00	14,00	Glifosato	130,00	250,00	70,00	1	450,00
Combate a Formigas	MIP´S	8		5	Kg	10,00		19,00	Isca	80,00	0,00	95,00	2	350,00
Abertura de covas	Enxadão e perfurador de solo	100	5,6			10,00	40,00			1000,00	224,00	0,00	1	1224,00
Adubação de Base	Dosador + Chucho	12	1	200	Kg	10,00	50,00	1,40	adubo	120,00	50,00	280,00	1	450,00
Plantio	Trator 65HP/ apoio	20	5	1	Unidade	10,00	50,00	400,00	Eng. Flor	200,00	250,00	400,00	1	850,00
Irrigação	Trator 80HP/ tanque de irrigação	5	1,5	6670	Litro	10,00	50,00	0,01	água	50,00	75,00	66,70	3	575,10
Compra de mudas				1700	muda			1,00				1700,00		1700,00
														6099,10
MANUTENÇÃO 1 ANO														
Replantio	Trator 65HP/ apoio	5	1	0	Unidade	10,00	50,00	0,00	muda	50,00	50,00	0,00	1	100,00
Limpeza Entrelinha	Pulverizador Costal	2	0,44	2	Litro	10,00	50,00	14,00	Glifosato	20,00	22,00	28,00	5	350,00
Coroamento	Enxada	5,86				10,00				58,60	0,00	0,00	5	293,00
Controle de Form. Rep.	MIP´S	2		0,53	Kg	10,00		19,00	Isca	20,00	0,00	10,07	5	150,35
Adubação de Cobertura	Dosador	4	0,4	200	Kg	10,00	50,00	0,70	adubo	40,00	20,00	140,00		200,00
														1093,35
MANUTENÇÃO 2 ANO														
Controle de Form. Rep.	MIP´S	1,25		0,4	kg	10,00		19,00	Isca	12,50	0,00	7,60	5	100,50
Limpeza Entrelinha	Pulverizador Costal	2	0,44	2	Litro	10,00	50,00	14,00	Glifosato	20,00	22,00	28,00	5	350,00
Coroamento	Enxada	5,84				10,00				58,40	0,00	0,00	5	292,00
														742,50
Total:														**7.934,95**