



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE
INSTITUTO DE OCEANOGRAFIA
NÚCLEO DE GERENCIAMENTO COSTEIRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GERENCIAMENTO COSTEIRO



LETÍCIA ORIGI FISCHER

**GESTÃO COM BASE ECOSISTÊMICA COMO ABORDAGEM PARA O
GERENCIAMENTO INTEGRADO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS E ZONAS
COSTEIRAS: ESTUDO DE CASO NA BACIA DO RIO PIRAQUÊ-AÇU,
ARACRUZ/ES**

Rio Grande, RS
2019

LETÍCIA ORIGI FISHCER

**GESTÃO COM BASE ECOSISTÊMICA COMO ABORDAGEM PARA O
GERENCIAMENTO INTEGRADO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS E ZONAS
COSTEIRAS: ESTUDO DE CASO NA BACIA DO RIO PIRAQUÊ-AÇU,
ARACRUZ/ES**

Versão Original

Dissertação apresentada ao Instituto de Oceanografia da Universidade Federal do Rio Grande para obtenção do título de Mestre em Gerenciamento Costeiro pelo Programa de Pós-graduação em Gerenciamento Costeiro.

Área de Concentração:

Gerenciamento Costeiro Integrado

Linha de Pesquisa:

Planejamento e Gestão Ambiental de Sistemas Marinhos e Costeiros

Orientador:

Prof. Dr. João Luiz Nicolodi

Co-orientador:

Prof. Dr. Gilberto Fonseca Barroso

Rio Grande, RS

2019

RESUMO

FISCHER, Leticia Origi. Gestão com Base Ecosistêmica como Abordagem para o Gerenciamento Integrado de Bacias Hidrográficas e Zonas Costeiras: estudo de caso na bacia do rio Piraquê-açu, Aracruz/ES. 2019. 123 p. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento Costeiro) – Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2019.

A zona costeira brasileira contempla diversos usos e atividades, bem como ecossistemas de especial valor ambiental. Ao mesmo tempo, este cenário agrega diferentes conflitos socioambientais que são agravados quando os ecossistemas se encontram degradados ou são escassos. Neste contexto, a legislação brasileira apresenta deficiências ao desconsiderar as interações entre os processos socioeconômicos e ambientais no território, ao aplicar políticas específicas sobre cada setor. Sendo assim, a gestão integrada de bacias hidrográficas e zonas costeiras almeja a manutenção e conservação dos recursos naturais de forma que se perpetuem os usos sobre eles, desde que através de um desenvolvimento sustentável. Porém, fica evidente que a unidade de gestão estabelecida para cada política é o principal desafio para o estabelecimento da integração. A fim de minimizar esta incompatibilidade e facilitar o processo de gestão, mostra-se eficiente aplicar um processo de zoneamento que delimite áreas de interesse para compatibilização das políticas. Como critério para definição destas, foi utilizada a abordagem ecosistêmica para compreender a relação de importância entre os sistemas socioambientais da bacia hidrográfica do rio Piraquê-açu e da sua orla adjacente, para a realização de macro atividades econômicas, segundo os serviços ecosistêmicos usufruídos direta e indiretamente por estas. Quando a avaliação demonstra que a atividade realizada na região da BH ou na ZC está diretamente ligada e é influenciada pelos serviços ecosistêmicos oriundos de determinado sistema da região adjacente, o resultado é interpretado como uma relação de interesse para a GIBHZC. Através do *software* TerrSet, a modelagem ecosistêmica demonstra forte demanda pelos recursos hídricos da bacia na ZC e, por isso, os sistemas naturais que auxiliam na manutenção do canal fluvial também exercem forte influência nas atividades costeiras. Foi possível classificar a BHPA em áreas de provisão, áreas de aproveitamento e as áreas de conexão de serviços ecosistêmicos. A metodologia aplicada mostra que o alcance espacial da GBE condiz com a GIBHZC e pode ser replicável em outras bacias hidrográficas costeiras do Brasil, desde que analisada as respectivas peculiaridades de cada local.

Palavras-chave: zoneamento, áreas de interesse, modelagem ecosistêmica.

ABSTRACT

FISCHER, Letícia Origi. Ecosystem Based Management as an Approach to Integrated Management of Hydrographic Basins and Coastal Zones: a case study in the river basin of Piraquê-açu, Aracruz/ES. 2019. 123 p. Thesis (Master of Science in Coastal Management) – Oceanography Institute, Federal University of Rio Grande, Rio Grande, 2019.

The Brazilian coastal zone includes various uses and activities, as well as ecosystems of special environmental value. At the same time, this scenario adds different socio-environmental conflicts that are exacerbated when ecosystems are degraded or are rare. In this context, Brazilian legislation presents deficiencies in disregarding the interactions between socioeconomic and environmental processes in the territory, when applying specific policies on each sector. Thus, integrated management of river basins and coastal zones aims at maintaining and conserving natural resources in a way that perpetuates the uses over them, provided that through sustainable development. However, it is clear that the management unit established for each policy is the main challenge for the establishment of integration. In order to minimize this incompatibility and facilitate the management process, it is efficient to apply a zoning process that delimits areas of interest for the compatibility of policies. As a criterion for their definition, the ecosystem approach was used to understand the importance relation between the socio-environmental systems of the Piraquê-açu river basin and its adjacent coast, for the accomplishment of macro economic activities, according to the ecosystem services enjoyed directly and indirectly by these. When the evaluation shows that the activity carried out in the RB region or in the CZ is directly linked and influenced by the ecosystem services coming from a certain system in the adjacent region, the result is interpreted as a relation of interest to IMRBCZ. Through the TerrSet software, ecosystem modeling demonstrates strong demand for the water resources of the basin in the CZ and, therefore, the natural systems that help in the maintenance of the fluvial channel also exert a strong influence in the coastal activities. It was possible to classify the RBPA in areas of provision, areas of use and the connection areas of ecosystem services. The applied methodology shows that the spatial extent of EBM is consistent with IMRBCZ and can be replicated in other coastal watersheds in Brazil, since the respective peculiarities of each site have been analyzed.

Keywords: zoning, areas of interest, ecosystem modeling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ordenamento hidrográfico segundo método Otto Pfastetter. A) Delimitação das macro regiões hidrográficas da América do Sul; B) Regiões hidrográficas de nível 2; C) Bacias hidrográficas de nível 4 no Espírito Santo. Fonte: Zamboni et al. (2007).	16
Figura 2. Esquema do contínuo flúvio-marinho, com indicação das áreas de abrangência da PNRH e do PNGC. Fonte: Loitzenbauer, 2015.	19
Figura 3. Limites da zona costeira do Espírito Santo. Fonte: IEMA, 2018a.	22
Figura 4. Localização da bacia hidrográfica do rio Piraquê-açu e dos municípios que a compõem.	24
Figura 5. Sistema estuarino Piraquê-açu e Piraquê-mirim. A) Vista aérea da foz do estuário e parte da vila de Santa Cruz; B) Vista da foz do estuário a partir da ponte de Santa Cruz.	24
Figura 6. Perda da vegetação de manguezal nas margens do SEPAPM, após a ocorrência de evento extremo. Fonte: Servino <i>et al.</i> (2018).	25
Figura 7. Localização das reservas indígenas do município de Aracruz/ES. Fonte: FUNAI, 2019.	27
Figura 8. Fluxograma da metodologia aplicada no trabalho.	31
Figura 9. Linha do tempo de eventos institucionais que marcaram a discussão sobre GIBHZC.	43
Figura 10. Delimitação das zonas de gestão segundo a CTCOST, para a BHPA. Fonte: Nota Técnica nº 01/2007/CTCOST/CNRH/MMA.	50
Figura 11. Sistema manguezal no SEPAPM. A) Planície de maré associada ao sistema; B) Árvores de mangue às margens do canal.	57
Figura 12: Vegetação de restinga preservada próxima a Base Oceanográfica da UFES, em Santa Cruz. A) Caracterizada por gramíneas e poucos arbustos; B) Passagem de banhistas delimitada por estacas.	59
Figura 13. Praias de Santa Cruz. A) Praia próxima ao Coqueiral Praia Hotel; B) Praia de Coqueiral.	63
Figura 14. Terraços de abrasão expostos na foz do SEPAPM. A) Crianças sobre os terraços na antepraia; B) Couraças lateríticas no pós-praia e sobre a praia.	65
Figura 15. Registro do sistema marinho a partir da praia de Santa Cruz. A) Placa informativa sobre a APA Costa dos Corais e RVS de Santa Cruz; B) Praia e mar de Santa Cruz.	66
Figura 16. Mapa de unidades geotectônicas em Aracruz e no seu entorno. Fonte: Silva e Castro, 2016.	70

Figura 17. Presença de sistema floresta plantada no entorno do SEPAPM, por de trás do sistema manguezal (A e B).	71
Figura 18. Tabela descritiva das classes definidas pelo IEMA para o uso e cobertura do solo no Espírito Santo. Fonte: SEAMA, 2018.....	79
Figura 19. Mapa dos sistemas socioambientais da bacia hidrográfica do rio Piraquê-açu e sua orla adjacente.....	80
Figura 20. Mapa do Índice de Importância para os sistemas socioambientais da BH.	89
Figura 21. Mapa do Índice de Importância para os sistemas socioambientais da ZC..	90
Figura 22. Mapa de Frequência de Ocorrência dos usos para os sistemas socioambientais da BH.	92
Figura 23. Mapa de Frequência de Ocorrência dos Uso para os sistemas socioambientais da ZC.	93
Figura 24. Mapa das áreas de potencial interesse para a gestão integrada de base ecossistêmica, na bacia hidrográfica do rio Piraquê-açu.....	101

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Trechos compatíveis entre o PNGC e PNRH.	18
Quadro 2. Critérios para avaliação da relação entre sistemas e atividades na BH e na ZC.....	39
Quadro 3. Estudos acadêmicos que analisaram a GIBHZC no Brasil.	45
Quadro 4. Definição das zonas de gestão segundo a CTCOST. Fonte: Nota Técnica nº 01/2007/CTCOST/CNRH/MMA.....	49
Quadro 5. Descrição da <i>Planilha de Ecossistemas x Serviços</i> para o sistema vegetação de mata nativa.....	54
Quadro 6. Descrição da <i>Planilha de Ecossistemas x Serviços</i> para o sistema manguezal.....	57
Quadro 7. Descrição da <i>Planilha de Ecossistemas x Serviços</i> para o sistema vegetação de restinga.....	60
Quadro 8. Descrição da <i>Planilha de Ecossistemas x Serviços</i> para o sistema canal fluvial.	61
Quadro 9. Descrição da <i>Planilha de Ecossistemas x Serviços</i> para o sistema praia arenosa.....	64
Quadro 10. Descrição da <i>Planilha de Ecossistemas x Serviços</i> para o sistema terraços de abrasão.....	65
Quadro 11. Descrição da <i>Planilha de Ecossistemas x Serviços</i> para o sistema marinho.....	67
Quadro 12. Descrição da <i>Planilha de Ecossistemas x Serviços</i> para o sistema afloramento rochoso.	69
Quadro 13. Descrição da <i>Planilha de Ecossistemas x Serviços</i> para o sistema floresta plantada.....	71
Quadro 14. Descrição da <i>Planilha de Ecossistemas x Serviços</i> para o sistema campo.	72
Quadro 15. Descrição da <i>Planilha de Ecossistemas x Serviços</i> para o sistema agrícola.	73
Quadro 16. Descrição da <i>Planilha de Ecossistemas x Serviços</i> para o sistema lântico.	75
Quadro 17. Descrição da <i>Planilha de Ecossistemas x Serviços</i> para o sistema área edificada.	77
Quadro 18. Descrição da <i>Planilha de Ecossistemas x Serviços</i> para o sistema área de extração mineral.	78

Quadro 19. Matriz de importância dos sistemas socioambientais da BH para as macro atividades realizadas na ZC.....	83
Quadro 20. Matriz de importância dos sistemas socioambientais da ZC para as macro atividades realizadas na BH.....	84
Quadro 21. Descrição das classes de áreas de potencial interesse para gestão integrada de base ecossistêmica para a BH.	98
Quadro 22. Descrição das classes de áreas de potencial interesse para gestão integrada de base ecossistêmica para a ZC.	98

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AEM – Avaliação Ecológica do Milênio
- ANA – Agência Nacional de Águas
- ANAMMA – Associação Nacional dos Órgãos Municipais de Meio Ambiente
- APA – Área de Proteção Ambiental
- APP – Áreas de Preservação Permanente
- BH – Bacia Hidrográfica
- BHPA – Bacia Hidrográfica do rio Piraquê-açu
- BHPM – Bacia Hidrográfica do rio Piraquê-mirim
- CBH/RB – Comitê da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul
- CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos
- CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
- CTCOST – Câmara Técnica para a Gestão Integrada de Bacias Hidrográficas, Sistemas Estuarinos e Zona Costeira
- CZM – Coastal Zone Management
- DNPM – Departamento Nacional de Pesquisa em Mineração
- DRH/RS – Departamento de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Sul
- ESM – Ecosystem Services Modeler
- ETE – Estação de Tratamento de Esgoto
- FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental
- FO – Frequência de Ocorrência
- GBE – Gestão com Base Ecológica
- GCI – Gerenciamento Costeiro Integrado
- GERCO - Gerenciamento Costeiro
- GIBHZA – Gestão Integrada de Bacias Hidrográficas e Zonas Costeiras
- GT – Grupo de Trabalho
- ICAM – Integrated Coastal Area Management
- ICM – Integrated Coastal Management
- ICZM – Integrated Coastal Zone Management
- IEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente
- II – Índice de Importância
- InVEST – Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs

MPF – Ministério Público Federal

NatCap– Natural Capital Project

ONG – Organização Não Governamental

PA – Rio Piraquê-açu

PDM – Plano Diretor Municipal

PEGC – Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro

PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos

PGI – Plano de Gestão Integrada da Orla

PIB – Produto Interno Bruto

PM – Rio Piraquê-mirim

PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico

PNGC – Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

PRH – Plano de Recursos Hídricos

RHLCN – Região Hidrográfica do Litoral Centro-Norte

RVS – Refúgio de Vida Silvestre

SEAMA – Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo

SEPAPM – Sistema Estuarino Piraquê-açu e Piraquê-mirim

SWAS– Strategic Water Source Areas

TI – Territórios Indígenas

UC – Unidades de Conservação

UFES – Universidade Federal do Espírito Santo

UTM – Universal Transversa de Mercator

WWF– World Wildlife Fund

ZC – Zona Costeira

ZC – Zona Crítica

ZD – Zona Dinâmica

ZEE – Zoneamento Ecológico-Econômico

ZI – Zona de Influência

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. ÁREA DE ESTUDO	22
3. OBJETIVOS	29
3.1. Objetivo geral	29
3.2. Objetivos específicos.....	29
4. METODOLOGIA.....	30
4.1. Pesquisa documental e bibliográfica.....	32
4.2. Construção da base ecossistêmica	32
4.3. Representação espacial dos sistemas.....	35
4.3.1. Fontes de informação e estrutura dos dados.....	35
4.3.2. Processamento dos dados	36
4.4. Modelagem ecossistêmica.....	37
4.4.1. Avaliação da importância dos sistemas e atividades da bacia hidrográfica e da zona costeira	37
4.4.2. Aplicação do modelo	39
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5.1. Análise bibliográfica de metodologias aplicadas para GIBHZC	41
5.2. Identificação e descrição dos sistemas socioambientais	52
5.2.1. Sistemas naturais	54
5.2.2. Sistemas seminaturais.....	71
5.2.3. Sistemas urbano-industriais.....	76
5.2.4. Representação espacial dos sistemas socioambientais	79
5.3. Avaliação da relação de importância entre os sistemas e as atividades na BH e na ZC	82
5.4. Delimitação de áreas de potencial interesse à GIBHZC	89
5.4.1. Análise da importância de uso	90
5.4.2. Análise da frequência de ocorrência do uso	93

5.4.3. Proposta de áreas de potencial interesse à GIBHZC	95
5.5. Sugestões para o estabelecimento da gestão integrada.....	103
5.5.1. Gestão integrada para zona crítica	104
5.5.2. Gestão integrada para zona dinâmica	105
5.5.3. Gestão integrada para zona de influência.....	106
6. CONCLUSÃO	108
REFERÊNCIAS	111
APENDICE A – MODELO DE QUESTIONÁRIO	121

1. INTRODUÇÃO

A zona costeira é uma região que contempla a interface terra-mar e, no Brasil, tem seus limites definidos segundo o Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC. Sua faixa marítima se estende da linha de costa até 12 milhas náuticas (aproximadamente 22 quilômetros), ou seja, abrange o mar territorial brasileiro, e sua faixa terrestre é estabelecida pelos municípios que sofrem influência direta dos fenômenos costeiros, delimitados segundo seis critérios (Lei nº 7.661/88). A linha de costa brasileira apresenta uma extensão de aproximadamente 8.000 km e a faixa terrestre da zona costeira compreende 450 mil km² do território nacional, abrangendo cerca de 400 municípios distribuídos em dezessete estados litorâneos (MMA, 2008).

Esta configuração contempla diversos usos e atividades, bem como ecossistemas de especial valor ambiental, cuja combinação garante uma série de benefícios sociais e econômicos que favorecem o estabelecimento de centros urbanos. O que é comprovado pela presença de 16 das 28 regiões metropolitanas nesta região (CICIN-SAIN *and* KNECHT, 1998; MMA, 2008). Este interesse foi construído e fortalecido ao longo do tempo desde o período colonial do país, sendo que, atualmente, a porção da população brasileira residente nesta região correspondente a 26,58% do total no país (CAVALCANTE e ALOUFA, 2018). Dessa forma, verifica-se a presença dos mais diversos atores que estão em constante articulação entre si. As complexas redes de relações estabelecidas entre os mesmos resultam em crescimento para o país, visto que, segundo Carvalho (2018), o PIB do Mar corresponde a 18,9% do PIB nacional. O PIB do Mar considera as atividades econômicas relacionadas direta ou indiretamente ao oceano, incluindo aquelas que não têm este ecossistema como matéria-prima, mas são realizadas nas suas adjacências, desenvolvidas em estados e municípios defrontantes com o mar. As principais atividades que contribuem para a riqueza nacional neste contexto são a cadeia de turismo, setor imobiliário e outras atividades ligadas ao setor terciário, como manutenção, construção civil e comércio (CARVALHO, 2018).

Entretanto, é necessário compreender que este cenário acaba gerando diversos conflitos socioambientais que ocorrem por conta de disputas locais entre diferentes atores, tanto pelo uso de um recurso natural específico quanto pela ocupação de um mesmo espaço no território (CICIN-SAIN *and* KNECHT, 1998; BARRAGÁN, 2014). Somam-se aos problemas identificados neste meio, o comprometimento da integridade e sustentabilidade dos ecossistemas causados pela apropriação do espaço de forma indevida por tantos anos, fortemente associada a pressões

econômicas oriundas da expansão do processo produtivo, do desenvolvimento do turismo, da especulação imobiliária e do aumento da densidade demográfica (SCHERER *et al.*, 2010; SANTANA, 2013).

Com objetivo de regulamentar as atividades socioeconômicas e proteger os usuários, bem como os ambientes costeiros, em geral, a esfera legislativa tem sido estabelecida através de planos e programas específicos para os mais diferentes aspectos intervenientes nesta região, conhecidos como planos setoriais. No entanto, tal abordagem que formou o arcabouço legal nacional apresenta deficiências ao desconsiderar as interações e a influência exercida pelos processos socioeconômicos e ambientais, que ocorrem constantemente entre os diferentes setores. Estes são fatores importantes que permeiam a implementação das medidas de gestão e são desconsiderados devido a visão objetiva sobre cada setor específico (NICOLODI *et al.*, 2009; BARROSO *et al.*, 2012; SANTANA, 2013). Em relação aos oceanos, por exemplo, podem ser citados os setores da pesca e aquicultura, biodiversidade, petróleo e gás, energias renováveis, mudanças climáticas, patrimônio arqueológico, portos, defesa nacional, turismo, comércio e indústrias. Nesse sentido, é um desafio para os tomadores de decisão harmonizar a legislação sobre este espaço e suas atribuições institucionais (SECIRM, 2015).

Do mesmo modo, a gestão integrada de bacias hidrográficas e zonas costeiras, como o objeto de estudo neste trabalho, almeja a manutenção e conservação dos recursos naturais ao mesmo tempo em que se perpetuam os usos sobre eles de forma sustentável. O que por muito tempo foi negligenciado, devido a administração setorial imposta pelas suas políticas. Cabe ressaltar que a implantação de um processo integrado e holístico ocorre quando há um plano capaz de conectar e estabelecer relações transparentes entre os usos e usuários de uma determinada área de interesse (POLETTE *et al.*, 2000; SANTANA, 2013).

O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC (Lei nº 7661/88) é a política implementada pelo Decreto 5.300/2004, a qual busca planejar o desenvolvimento e ordenar os usos na zona costeira, com o objetivo de proteger os ecossistemas e a qualidade de vida da população, frente às possibilidades de conflitos e impactos aos quais estão sujeitos. O PNGC foi pautado no conceito do Gerenciamento Costeiro Integrado – GCI como forma de articular o arcabouço legal pré-existente e orientar para que uma visão sistêmica dos processos fosse replicada nos níveis estaduais e municipais, promovendo uma administração mais adequada. Apesar de, globalmente, serem aplicadas muitas expressões que se referem ao GCI, como *Coastal Zone*

Management – CZM, Integrated Coastal Management – ICM, Integrated Coastal Area Management – ICAM e, a mais empregada, Integrated Coastal Zone Management – ICZM, todas convergem em um significado similar. Para Barragán (2014), o GCI é considerado como:

Um processo legitimado através de uma política pública, com fundamentação técnica e científica, mas que levam em conta os saberes tradicionais, dirigido à administração de bens comuns e interesses públicos; que se orienta à tomada de decisões para obter o melhor e mais equitativo benefício dos serviços dos ecossistemas costeiro-marinhos, pondo especial esmero em conservar o capital natural, o patrimônio cultural, a paisagem; ao mesmo em que enfrenta os riscos e ameaças que se apresentam sobre pessoas, bens ou recursos.

Apesar do PNGC ter o intuito de integrar as políticas setoriais de diferentes esferas institucionais, certos temas ainda são abordados superficialmente em seu texto e necessitam de ações específicas ou de um aprofundamento para serem contempladas através dos seus objetivos (POLETTE, 2008). E, ainda, existem outros instrumentos que devem ser desenvolvidos em consonância para a gestão das áreas costeiras, como a política de recursos hídricos, resíduos sólidos, saneamento, a legislação sobre Patrimônio da União e o Estatuto da Cidades, além das ações relacionadas a áreas protegidas, pesca, exploração de recursos naturais, turismo, navegação e defesa nacional, entre outras (MMA, 2008; CAVALCANTE e ALOUFA, 2018). Dessa forma, a compatibilização dos usos dos recursos hídricos ao longo da zona costeira é um destes assuntos que precisam de maior detalhamento quanto a melhor forma de implementar a integração entre suas políticas, a fim de alcançar uma gestão mais adequada e equitativa.

Nota-se que a gestão das águas vem se estabelecendo há bastante tempo no país, visto que desde 1934 o Código das Águas atua sobre este setor. Porém, o mesmo centralizava as decisões quanto a disponibilização do uso apenas para geração dos serviços de energia. A Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH (Lei nº 9433/97) é o atual instrumento legal para controle e ordenamento do uso da água no Brasil e modernizou o processo de gestão ao estabelecer o respeito aos usos múltiplos e ao dar prioridade para o abastecimento humano e a dessedentação animal em casos de escassez (FILET e SENA, 2000; ANA, 2018). Outra definição da PNRH foi à delimitação da bacia hidrográfica como limite geográfico para implantação dos seus instrumentos e diretrizes. Esta unidade de gestão é definida através da topografia, correspondendo a região onde a água da chuva é interceptada e direcionada para um canal fluvial principal que se estende até seu exutório, podendo ser outro rio (bacias endorréicas) ou o mar (bacias exorréicas).

Em 1998, a Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente classificou e codificou as bacias hidrográficas em escala de 1: 1.000.000, segundo metodologia elaborada por Otto Pfafstetter em 1989 (CNRH Resolução nº 30, 2002). Com a aprovação da Resolução nº 32, em 2003, foi assumida a delimitação do território nacional para a gestão das águas segundo suas subbacias e regiões hidrográficas (Figura 1), que se dividem em diferentes escalas até um subnível de sétima ordem e são agrupadas em três classes: bacias de drenagem que desaguam diretamente no oceano, as que desaguam em bacias fechadas e as que são tributárias das anteriores (ZAMBONI *et al.*, 2007; SANTANA, 2013). O método tornou possível estabelecer os limites para gestão hídrica tanto para o nível nacional, quanto estadual ou mesmo para cada bacia de interesse, sendo atribuído aos comitês de bacia à articulação dos atores e a compatibilização dos usos específicos a cada uma dessas unidades de gestão do recurso hídrico (BARROSO *et al.*, 2012).



Figura 1. Ordenamento hidrográfico segundo método Otto Pfafstetter. A) Delimitação das macro regiões hidrográficas da América do Sul; B) Regiões hidrográficas de nível 2; C) Bacias hidrográficas de nível 4 no Espírito Santo. Fonte: Zamboni et al. (2007).

É evidente a conexão existente entre bacias hidrográficas e a zona costeira. Das doze regiões hidrográficas que formam os maiores rios do país, nove delas desaguam diretamente no mar e, assim, o litoral recebe forte contribuição do continente para o oceano e se molda aos diferentes fluxos induzidos por estes rios. Como exemplos dessa relação de conexão, podem ser citados os processos biogeoquímicos de transporte do sedimento que alimentam a plataforma continental e a praia, ou os nutrientes carregados pelo fluxo hidrológico que enriquecem a coluna d'água e formam ecossistemas ricos em fauna e flora aquática (UNEP/MAP/PAP, 1999).

O estuário é um ambiente emblemático, no qual essa conexão é mais evidente. Formado na foz dos rios costeiros onde a água doce se encontra e se mistura com a água salgada do mar, estes locais podem apresentar várias formas por conta da influência exercida pelos diferentes fatores presentes nesta zona de transição. Os

estuários sofrem impactos diretos de pressões oriundas na região costeira ou marinha por um lado, somadas a outras oriundas da bacia a montante, por ser o destino do fluxo hidrológico (FILET e SENA, 2000; SANTANA, 2013). Estes ecossistemas desempenham funções importantes para a navegação, pesca e aquicultura, mineração, na diluição de efluentes, na produção de madeira combustível retirada de manguezais, no uso da água para resfriamento de plantas industriais, na implantação de portos, terminais para balsas e oleodutos (UNEP/MAP/PAP, 1999).

A relação entre os rios e o mar poderia ser estritamente benéfica, no entanto, a degradação ambiental ao longo das margens e regiões adjacentes aos canais fluviais comprometem os rios e, por fim, impactam negativamente o oceano e a zona costeira influenciada por eles. Os impactos podem ser facilmente identificados e já são bem reconhecidos pela academia e pelos tomadores de decisão. Por exemplo, podem ser citados os resíduos sólidos carreados dos centros urbanos que se acumulam nas praias ou nos giros oceânicos, a contaminação da água pela emissão de efluentes domésticos e industriais não tratados, a perda da capacidade dos rios e seu assoreamento devido à supressão de vegetação ciliar das margens (OSBORN *and* DATTA, 2006).

As interações que ocorrem no sentido oposto, aquelas de origem marinha que são carreadas pela ação das ondas e marés que confluem nos canais estuarinos, não apresentam a mesma grandeza devido à resistência imposta pelo fluxo fluvial e até mesmo a topografia a montante do rio, mas apresentam importância ecossistêmica e social da mesma forma. Destacam-se o transporte do lixo marinho para dentro dos estuários, do óleo de embarcações ou de vazamentos de dutos e perfurações, a introdução de fauna e flora exótica, bem como a contaminação das águas por florações de algas tóxicas.

O fato de 80% da poluição marinha ter origem nas atividades que acontecem no continente, sob a influência das bacias hidrográficas, demonstra o quão importante e urgente é a implementação de uma gestão integrada (SANTANA, 2013). Consequentemente, torna-se necessário que a legislação incidente sobre o recurso hídrico considere a zona costeira como região de influência da bacia hidrográfica e, por outro lado, a gestão costeira deve engajar-se em compor os espaços de gestão da bacia e garantir que sob sua legislação, o rio e sua foz sejam objeto de ações adequadas. Esta questão é fundamentada nas respectivas políticas nacionais, como pode ser observado no Quadro 1. Entretanto, não há mecanismos explícitos nos textos que deem as devidas diretrizes de como deve ser feita a chamada Gestão Integrada

de Bacias Hidrográficas e Zonas Costeiras – GIBHZC, impedindo que os tomadores de decisão tenham instrução legal para garantir que as relações benéficas entre estas regiões sejam mantidas e que os impactos negativos sejam minimizados (POLETTE *et al.*, 2000; SANTANA, 2013).

Quadro 1. Trechos compatíveis entre o PNGC e PNRH.

Política	Trecho	Conteúdo do texto
PNGC	Item 5.5: Objetivos	O efetivo controle sobre os agentes causadores de poluição ou degradação ambiental sob todas as formas, que ameacem a qualidade de vida na zona costeira
	Item 6.1: Ações programadas	Compatibilizar as ações do PNGC com as políticas públicas que incidam sobre a zona costeira, entre outras, a industrial, de transportes, de ordenamento territorial, dos recursos hídricos, de ocupação e de utilização dos terrenos de marinha, seus acrescidos e outros de domínio da União, de unidades de conservação, de turismo e de pesca, de modo a estabelecer parcerias, visando a integração de ações e a otimização de resultados
	Item 6.7: Ações programadas	Compatibilizar e complementar as normas legais vigentes, que incidam sobre a ocupação ou utilização de recursos ambientais da zona costeira
PNRH	Artigo 3º, Inciso VI: Diretrizes gerais de ação	A integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras

Além dos textos serem vagos quanto as formas de integração das políticas, nota-se que a PNRH legisla sobre a bacia hidrográfica e que seus instrumentos devem ser aplicados somente sobre águas doces, excluindo as águas salobras e salgadas, mesmo aquelas inseridas nos estuários. Para o PNGC, valem os limites dos municípios litorâneos ou daqueles que exercem forte influência na zona costeira. Resultando, geralmente, na exclusão das bacias de drenagem costeiras dos seus limites de gestão, pois estas ultrapassam os limites administrativos (Figura 2). Fica evidente que a unidade de gestão estabelecida para cada política é a principal divergência e desafio para o estabelecimento da integração (MMA, 2006).

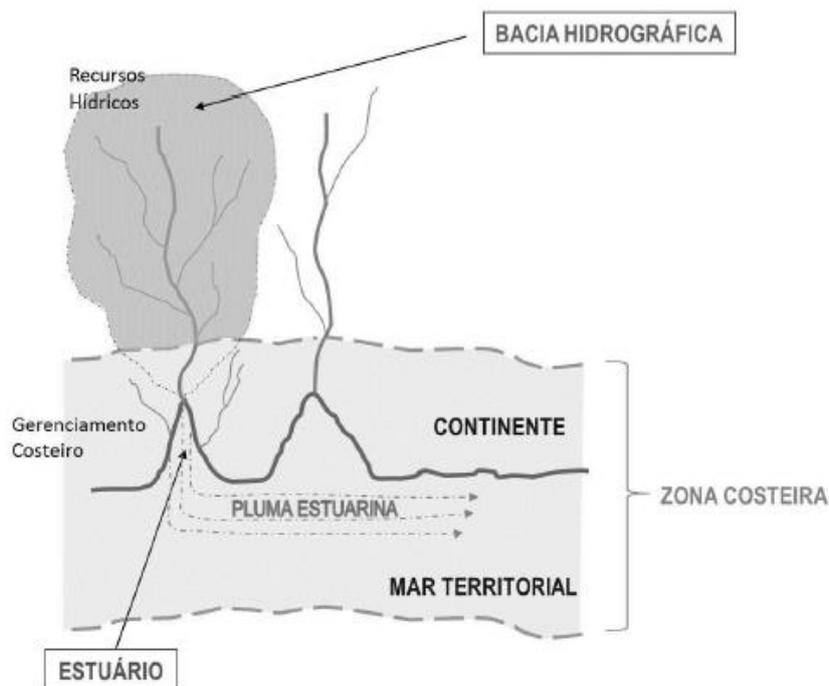


Figura 2. Esquema do contínuo flúvio-marinho, com indicação das áreas de abrangência da PNRH e do PNGC. Fonte: Loitzenbauer, 2015.

Neste contexto, destaca-se que nas atuais discussões sobre a gestão costeira integrada, frequentemente, tem-se aplicado o modelo de Gestão com Base Ecosistêmica – GBE, um conceito antigo que foi difundido a partir da abordagem feita pela Avaliação Ecosistêmica do Milênio – AEM, em 2005 (BARRAGÁN, 2014). Trata-se de um enfoque em que o homem é parte integrante do ecossistema e, que seu bem-estar e qualidade de vida estão diretamente ligados à saúde dos ambientes naturais. Através dela, busca-se o equilíbrio entre os benefícios oferecidos pelas funções e processos de um ecossistema com a sua capacidade de prover tais serviços de forma sustentável (PIROT *et al.*, 2000). Como resultado, a postura esperada ao se aplicar este enfoque é de proteção e conservação dos ecossistemas ao longo do tempo, para a manutenção dos serviços que são promovidos pelos mesmos. A necessidade da preservação dos ecossistemas naturais e, conseqüentemente, de suas funções e seus serviços ecossistêmicos se dá devido ao fato de que existe uma profunda dependência do homem em relação aos benefícios fornecidos por eles (RIBEIRO, 2018). Uma complementação interessante do conceito de GBE ao GCI é o seu aspecto espacial, sendo que o para o primeiro o alcance geográfico da gestão se estabelece pela extensão dos ecossistemas. Já para o segundo, os seus limites são definidos por meio de critérios político-administrativos (BARRAGÁN, 2014). Por esta razão a aplicação de tal abordagem é eficaz no processo de integração de bacias hidrográficas e zonas costeiras.

Do mesmo modo, o ordenamento espacial do uso da terra pode afetar a provisão de uma ampla gama de serviços ecossistêmicos e é fundamental para sua conservação e sua manutenção. Com esta finalidade, a aplicação de uma abordagem de zoneamento permite que decisões precisas sejam tomadas a respeito de quais objetivos terão prioridade dentro de zonas específicas para garantir que todos os serviços sejam mantidos (DE ANDRES *et al.*, 2017; PALLERO *et al.*, 2017). Para a GIBHZC, a compreensão do espaço segundo as interações dadas pelos ecossistemas e seus usuários tem sido fonte de análises e de possíveis soluções para minimizar os conflitos por recursos, que foram gerados devido a incompatibilidade dos seus limites político-administrativos estabelecidos pelas políticas vigentes.

O estado do Espírito Santo, localizado na região Sudeste do Brasil, foi cenário para discussões sobre a GIBHZC no ano de 2007 quando um estudo realizado no âmbito do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, a partir da Câmara Técnica para a Gestão Integrada de Bacias Hidrográficas, Sistemas Estuarinos e Zona Costeira – CT COST (Resolução CNRH nº 51/2005), propôs uma metodologia para implementar um sistema integrado baseado na articulação dos instrumentos das políticas, mostrando que seria possível ter uma abordagem integrada de acordo com o quadro legal existente (ZAMBONI *et al.*, 2007; NICOLODI *et al.*, 2009). Na época, esse estudo baseou a elaboração de uma Proposta de Resolução (2009) que estabelecia novas diretrizes para os Planos de Bacias costeiras, sendo este o principal instrumento de gestão dos recursos hídricos. O objetivo era que estes planos passassem a considerar os estuários e zonas costeiras em seu escopo, através de um sistema de zoneamento que representaria as áreas prioritárias a serem integradas (NT nº 01/2007/CTCOST/CNRH; SANTANA, 2013). A proposta teve algumas modificações em 2009, mas não veio a ser aprovada. Apesar disso, a metodologia serviu como base para diversos estudos acadêmicos como o de Zamboni *et al.* (2007), Nicolodi *et al.* (2009), Loitzenbauer (2010), Barroso *et al.* (2012), Santana (2013), Loitzenbauer (2015) e Pallero *et al.* (2018).

O Espírito Santo tem sido observado de perto desde 2015, quando uma barragem de rejeitos de minérios se rompeu em Mariana/MG e atingiu o Rio Doce. O qual forma a maior bacia hidrográfica do estado e desagua na vila de Regência, em Linhares/ES. Este episódio, que se mantém atual até o momento, é uma evidência cruel da relação entre bacias hidrográficas e a zona costeira, devido os seus impactos incalculáveis ao rio, à fauna e a flora associada, às comunidades dependentes dos seus recursos e da zona costeira influenciada pela pluma fluvial que foi contaminada. Percebe-se através

deste evento, a magnitude que a conexão terra-mar pode atingir, visto que a lama de minérios percorreu uma distância de 700 km da fonte do impacto até a foz do rio. Já na costa, a extensão da pluma de rejeitos no ambiente marinho ainda tem sido analisada, uma estimativa é que tenha chegado a região dos Abrolhos/BA, ao norte, e se estendido até a Área de Proteção Ambiental Costa das Algas e o Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz, no município de Aracruz/ES (PARECER PERICIAL Nº 115/6ªCCR/MPF, 2016; NT02/2016/CONJUNTA APA COSTA DAS ALGAS/RVS SANTA CRUZ; BRASIL e PIRES, 2017).

Nesse contexto, o presente trabalho almeja construir um método de base ecossistêmica capaz de analisar as relações entre os sistemas ambientais e as atividades que usufruem os mesmos, como instrumento para delimitação de áreas de potencial interesse a gestão integrada entre bacias hidrográficas e zonas costeiras, resultando em uma maior facilidade para a articulação das políticas e do processo de tomada de decisão. A área de estudo foi escolhida devido ao arcabouço de estudos técnico-científicos que caracterizam o local, a sua relevância ambiental e socioeconômica e por conta das discussões pretéritas no âmbito nacional sobre a GIBHZC na região.

2. ÁREA DE ESTUDO

O estado do Espírito Santo está localizado na região sudeste do Brasil. Apresenta 480,92 km de linha de costa e abrange quatorze municípios defrontantes ao mar, somados a estes outros cinco são classificados como integrantes da zona costeira, segundo os critérios definidos pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente – IEMA (2018a) conforme apresentado na Figura 3. É no litoral do estado que ocorre a transição da geomorfologia característica das regiões norte e nordeste, para uma costa comum aos estados ao sul. Apresentando trechos marcados pelos tabuleiros terciários da Formação Barreiras, intercalados com afloramentos e promontórios do embasamento cristalino que limitam o desenvolvimento das planícies flúvio-marinhas quaternárias (ALBINO *et al.*, 2006).

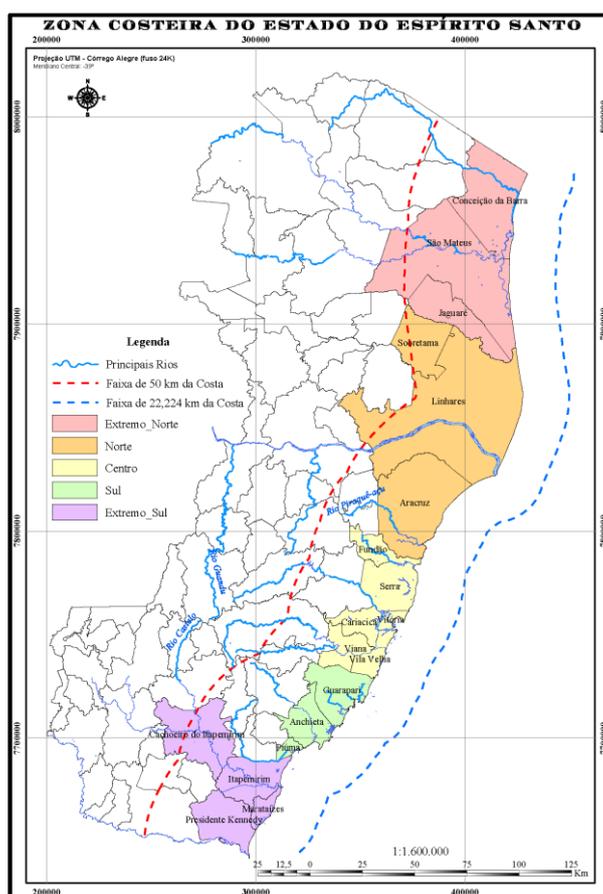


Figura 3. Limites da zona costeira do Espírito Santo.
Fonte: IEMA, 2018a.

Apesar da redução gradual em direção ao sul, a Formação Barreiras está presente em todo o litoral e apresenta-se na forma de falésias vivas, falésias mortas e terraços de abrasão marinha que se encontram distribuídos na região de antepraia e na plataforma continental interna, estando expostos, predominantemente, durante a maré baixa (ALBINO *et al.*, 2006). A principal composição dos sedimentos da plataforma

continental é de fragmentos de algas coralinas, briozoários, moluscos e foraminíferos bentônicos, ou seja, sedimentos carbonáticos cuja fixação e produção são mantidas pelos terraços de abrasão da Formação Barreiras (ALBINO, 1999). Destaca-se que os terraços também exercem a função de dissipação da energia de ondas, aumentando assim a proteção do litoral onde estão presentes (BERTOLDI, 2014).

A respeito da contribuição sedimentar dos rios para a região litorânea, exceto pela grande influência da descarga dos rios Doce e São Mateus no norte do estado, os demais apresentam baixo aporte fluvial, resultando no fraco desenvolvimento das planícies costeiras quaternárias (ALBINO *et al.*, 2006). Os sistemas estuarinos mais recentes não são bem desenvolvidos e atualmente trapeiam sedimentos nas suas bacias centrais, este é o caso dos rios Piraquê-açu e Reis Magos. As desembocaduras destes, apresentam fácies mistas e carbonáticas que contribuem para esta compreensão (SILVA, 2017). O estado está inserido na Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste e sua hidrografia se subdivide em doze bacias. A bacia hidrográfica do rio Piraquê-açu – BHPA, objeto de estudo neste trabalho, está inserida na Região Hidrográfica do Litoral Centro Norte – RHLCN que abrange outras cinco bacias (BARROSO *et al.*, 2012; LEITE, 2012). Esta região abriga 710.480 habitantes, o que corresponde a 17% da população total do estado e sustenta 23,47% do PIB total (IJSN, 2012; PERH, 2017).

A bacia do rio Piraquê-açu apresenta uma área de drenagem de 376 km² e abrange cinco municípios: Aracruz, Fundão, Ibraçu, João Neiva e Santa Teresa (Figura 4). O rio nasce na Reserva Biológica Augusto Ruschi na localidade de Nova Lombardia, em Santa Teresa, a 1.000 m de altitude e percorre 405 km até sua foz em Santa Cruz, no município de Aracruz (BARROSO, 2004). Em uma distância aproximada de 4,5 km a montante da desembocadura do estuário, há confluência das suas águas com as da bacia do rio Piraquê-mirim – BHPM, seu principal afluente, com área igual a 69,4 km² e vazão cinco vezes menor do que o Piraquê-açu. A região de confluência dos rios corresponde ao Sistema Estuarino Piraquê-açu e Piraquê-mirim – SEPAPM (Figura 5), onde ocorre influência da salinidade nos processos biogeoquímicos (LEITE, 2012; MONTEIRO, 2015). Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB de Aracruz (2016), a bacia hidrográfica do rio Piraquê-açu corresponde a 1% da área total do Espírito Santo.

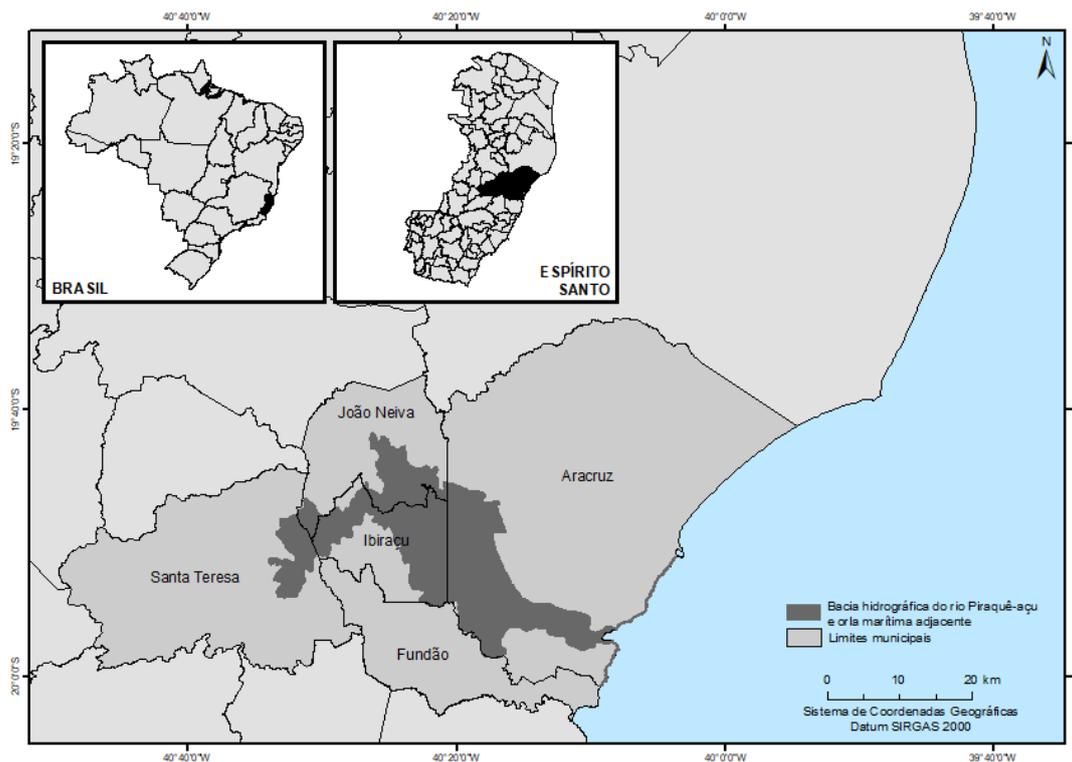


Figura 4. Localização da bacia hidrográfica do rio Piraguê-açu e dos municípios que a compõem.



Figura 5. Sistema estuarino Piraguê-açu e Piraguê-mirim. A) Vista aérea da foz do estuário e parte da vila de Santa Cruz; B) Vista da foz do estuário a partir da ponte de Santa Cruz.

A batimetria dos dois canais principais demonstra que a profundidade máxima encontrada é de 12 metros, próximo a confluência dos canais na altura da ponte de Santa Cruz. O sistema estuarino é dominado por micro marés com amplitudes máximas de 1,8 m e assimetria de vazante. Influenciado ainda pela vazão fluvial, a diferença de intensidade observada entre os rios Piraguê-açu e mirim promove uma circulação estuarina peculiar ao sistema que, de forma geral, pode ser classificado

como um sistema estuarino bem misturado. O SEPAPM apresenta a formação de distintos ecossistemas nos seus canais, podendo ser recoberto por fácies lamosas ricas em matéria orgânica nas regiões de baixa influência fluvial ou marinha e fácies arenosas em regiões de maior hidrodinâmica (BARROSO, 2004; NEVES, 2010; SILVA, 2012).

Quanto à sua climatologia, na costa do estado predominam os ventos do quadrante Nordeste associados aos ventos alísios. Há influência também dos ventos de Sudeste, que são relacionados às frentes frias incidentes, os quais apresentam maior intensidade (ALBINO, 1999). De acordo com Muehe (1996), as características das ondas correspondem a estes dois sistemas de ventos principais, sendo que as de Nordeste são menos energéticas do que as do quadrante Sul, porém as últimas possuem capacidade de erosão devido a sua maior frequência. Para a região da BHPA há duas estações bem definidas ao longo do ano, sendo uma mais seca que ocorre durante o inverno (de abril a setembro) e outra úmida nos meses de verão (outubro a março). A precipitação média é de 111,1 milímetros e as temperaturas variam entre 24 °C e 26 °C (ALVARES *et al.*, 2013; BERNARDINO *et al.*, 2015; SERVINO *et al.*, 2018).

Em 2016, o sistema estuarino sofreu impactos de um intenso El Niño, que causou a diminuição de chuvas e o aumento da salinidade nos canais. Houve ainda uma tempestade de granizo no mesmo ano, resultando na morte repentina e maciça de árvores ao longo da orla do manguezal, presente nas margens do SEPAPM conforme demonstrado na Figura 6, o qual vem se recuperando desde então (SERVINO *et al.*, 2018).

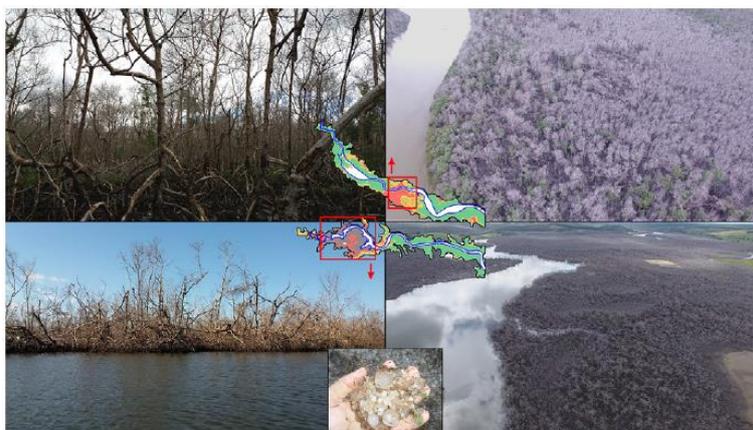


Figura 6. Perda da vegetação de manguezal nas margens do SEPAPM, após a ocorrência de evento extremo. Fonte: Servino *et al.* (2018).

Sobre a composição dos ecossistemas costeiros, a vegetação nativa do estado é característica do bioma Mata Atlântica que se distribui em sistemas como a Floresta de Tabuleiro, restinga e manguezal. Outros ecossistemas são as lagoas costeiras, estuários, deltas, recifes, dunas e costões rochosos (SIMONELLI, 2007). Segundo o trabalho realizado por Cancian (2014), por meio da análise do uso e cobertura do solo, constatou-se que há uma equiparação da presença de sistemas naturais e seminaturais para a paisagem costeira capixaba. Estas são mais predominantes do que o sistema urbano-industrial, apesar do constante crescimento observado na região no período de 1980 até 2010. Para a BHPA, constata-se que a vegetação nativa da região está sob pressão, devido a um forte processo de substituição para o desenvolvimento da monocultura de eucalipto e a criação de áreas de pasto para atividade de pecuária, sendo estas as principais atividades econômicas da região (MONTEIRO, 2015). Ao longo das margens do SEPAPM encontram-se 1746 hectares de manguezal que se estendem ainda pelo canal do rio PA e PM, representando a maior área de manguezais por município do estado do Espírito Santo (BARROSO, 2004; SERVINO *et al.*, 2018).

Além do município de Fundão, que apresenta uma pequena parcela do seu território na BHPA, Aracruz é o único município costeiro da bacia e abrange 47,25% da área de estudo sob seus limites territoriais (AGUIAR FILHO, 2016). O mesmo apresenta importância ambiental e socioeconômica para o estado devido sua potencial expansão portuária e turística. A água do rio Piraquê-açu é utilizada para abastecimento público na sede de Aracruz e para irrigação de cultivos ao longo do seu percurso. Apesar de sua nascente e a sua foz encontrarem-se bem protegidas e preservadas por Unidades de Conservação – UC, o PA sofre com a contaminação de suas águas devido à emissão de efluentes domésticos e industriais, principalmente, do município de João Neiva e de Aracruz (ALVES *et al.*, 2016).

No estuário e no litoral diretamente associado ao rio, que abrange a orla sul de Aracruz, é exercida atividade pesqueira de forma artesanal como principal fonte de renda das comunidades tradicionais (PGI, 2016). Outros tipos de uso e ocupação estão ligados a atividades residenciais e ao turismo de veraneio, extrativismo e pesca esportiva (IBGE, 2011). As principais atividades realizadas na BHPA são a agricultura e pecuária, seguida da silvicultura de eucaliptos para indústria da celulose, porém ainda é possível identificar áreas de vegetação nativa bem preservada. A presença marcante de atividades relacionadas ao modo de vida urbano é fonte de pressão para conflitos ambientais que provocam certos impactos na área de estudo, citam-se a

erosão costeira, o assoreamento do rio e do estuário e a poluição por efluentes e resíduos sólidos (LEITE, 2012).

O município de Aracruz é o único do estado que apresenta comunidades indígenas com áreas demarcadas desde a década de 70, habitadas por remanescentes dos tupiniquins e guaranis, sendo que algumas destas encontram-se dentro dos limites da BHPA. Conforme apresentado na Figura 7, são três territórios indígenas – TI que juntos somam cerca de 3.000 índios que vivem na região. A TI Tupiniquim se subdivide em seis aldeias (Areal, Boa Esperança, Caieiras Velhas, Irajá, Pau Brasil e Três Palmeiras), a TI Comboios em duas aldeias (Comboios e Córrego do Ouro) e a TI Caieiras Velha abrange apenas uma, a Piraquêaçu. As atividades de subsistência dos indígenas se baseiam na coleta de frutas e plantas medicinais, pesca, caça e pequenos cultivos (IJSN, 2001; BARROSO, 2004; PARECER PERICIAL Nº 115/6ªCCR/MPF, 2016; PMSB, 2016; FUNAI, 2019).

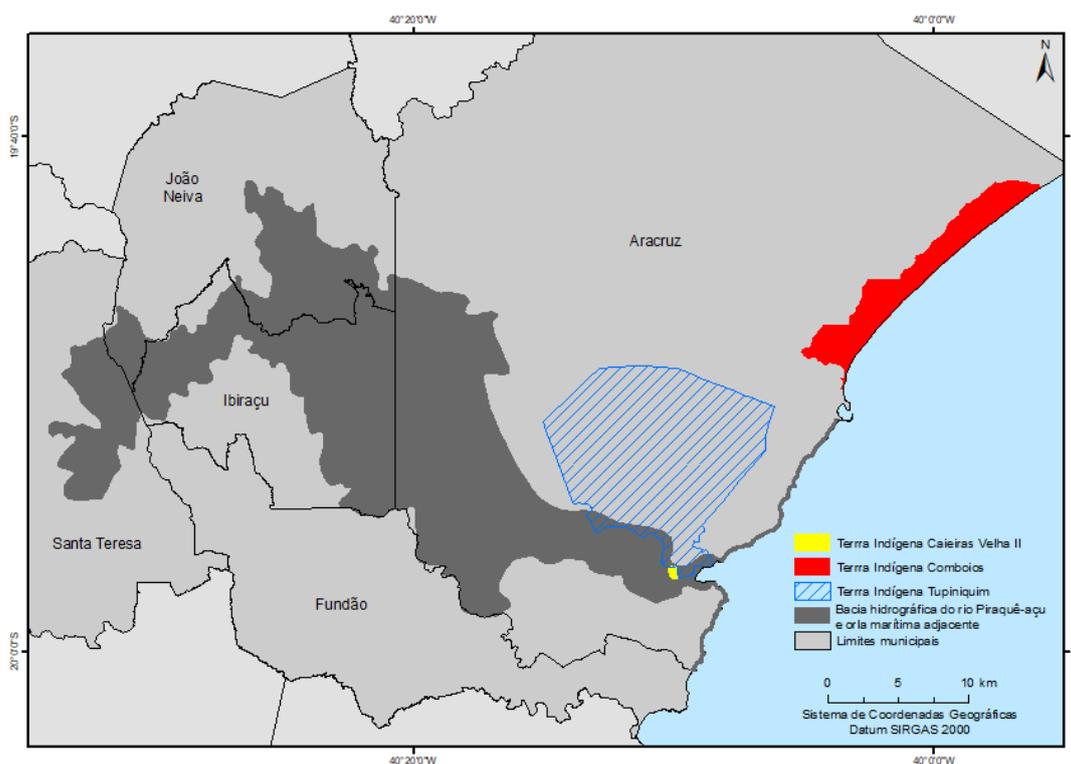


Figura 7. Localização das reservas indígenas do município de Aracruz/ES. Fonte: FUNAI, 2019.

Tanto a bacia quanto o SEPAPM apresentam uma robusta base de dados construída principalmente pela academia e, ainda, por meio da prestação de serviços para o governo ou às empresas privadas da região, geralmente, ligadas ao setor de mineração. Pois além de ser uma região de interesse ambiental e socioeconômico, a presença da Base Oceanográfica da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES

em Santa Cruz permitiu que, ao longo dos anos, o rio fosse objeto de diversos estudos.

Sobre a esfera legal, há uma série de planos e programas federais, estaduais e municipais aplicados na região que se relacionam com as temáticas da zona costeira. Santana (2013) aplicou um estudo na Região Hidrográfica Centro-Norte do ES para compreender as ligações e as lacunas entre as legislações e regulamentos brasileiros ligados aos assuntos: bacia hidrográfica, zonas costeiras, gestão ambiental, zoneamento e florestas. Para isso, a autora analisou 138 leis sendo, 96 federais, 21 estaduais e outras 21 locais. Dessa forma, observa-se que a integração das políticas de recursos hídricos e de zonas costeiras no país, se dá a partir da gestão de bacias hidrográficas, conforme demonstrado anteriormente. Outras constatações dizem respeito a forte relação entre as políticas de zoneamento e o gerenciamento costeiro e, destas duas com os planos diretores das cidades.

O Espírito Santo apresenta desde 1998 o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro – PEGC (Lei nº 5.816/98). O Zoneamento Ecológico-Econômico – ZEE do estado foi concluído no ano de 2010 e estabeleceu zonas e diretrizes estratégicas para o território. Quanto a gestão dos recursos hídricos, o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH está em processo de finalização. Porém, não há um plano para a bacia do Piraquê-açu nem para a Região Hidrográfica Centro-Norte, apesar desta já apresentar um comitê gestor. Dentre os municípios que compõem a BHPA, todos apresentam Planos Municipais de Saneamento Básico. Aracruz apresenta, ainda, o Plano de Gestão Integrada da Orla – PGI realizado no âmbito do Projeto Orla, do ano de 2016. Apesar de ainda serem ausentes os principais instrumentos de gestão da bacia do rio Piraquê-açu, os demais instrumentos citados, bem como os planos de manejo das UCs presentes no território, exercem certa organização e planejamento para uso dos recursos hídricos e da orla na região.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Propor uma metodologia para delimitação de áreas de possível interesse à gestão integrada entre bacias hidrográficas e zonas costeiras a partir de uma abordagem ecossistêmica e análise crítica sobre o tema.

3.2. Objetivos específicos

- Analisar a bibliografia e as políticas públicas incidentes sobre o tema quanto às interfaces para a gestão integrada;
- Identificar e caracterizar os ecossistemas e serviços da bacia hidrográfica do rio Piraquê-açu e da orla adjacente;
- Analisar as interações entre o desenvolvimento socioeconômico e a diversidade dos sistemas na área de estudo;
- Delimitar áreas de possível interesse para gestão integrada de base ecossistêmica nesta bacia;
- Sugerir diretrizes para cada área delimitada considerando as políticas vigentes.

4. METODOLOGIA

A implantação de projetos de gestão para regiões de transição, como no caso das zonas costeiras e, especificamente, para os estuários, deve ser estabelecida através de uma abordagem integrada de todos os fatores intervenientes nos sistemas analisados considerando, ainda, a combinação e relação entre eles (PALLERO *et al.*, 2018). Outro aspecto importante a ser tratado nesta temática é o efeito cumulativo da atividade humana sobre os sistemas. Para isso, torna-se necessário compreender as características dos ecossistemas locais, as atividades que deles usufruem, bem como a legislação incidente e as tendências de desenvolvimento socioeconômico para a região em estudo. Observa-se também que estas áreas se estendem pelo território e estão sujeitas a diferentes níveis e tipos de pressão. Para os sistemas inseridos em região de tamanha complexidade deve-se avaliar a dimensão temporal e espacial dos seus processos, sendo que os mesmos podem sofrer variação segundo a sazonalidade, podem ser fixos ou móveis e ocorrer em diferentes escalas (NICOLODI *et al.*, 2009; SOUSA *et al.*, 2009).

No presente trabalho, a delimitação de áreas prioritárias à gestão é resultado da aplicação de uma metodologia de zoneamento territorial, a qual pode ter três objetivos principais: separar usos incompatíveis e evitar impactos negativos do desenvolvimento em certa área, ou, integrar usos compatíveis e, ainda, objetiva a inserção de áreas que proporcionem uma melhor condição aos espaços já existentes, como áreas verdes em espaços urbanos (CHUNG, 1994; BOLUND e HUNHAMMAR, 1999). Neste contexto, o intuito deste trabalho é classificar os sistemas de importância para a gestão integrada, cujo zoneamento irá permitir que os tomadores de decisão exerçam uma atuação focada em questões prioritárias e, assim, será possível prevenir conflitos e impactos negativos. Além disso, o zoneamento se consolida com a distribuição espacial das diferentes ações de manejo, estando designado para prescrever ações de gestão para cada zona específica definida (WWF – Brasil e ELAP, 2015). Ou seja, como resultado, a definição das áreas auxilia no processo de gestão integrada, mas deve-se ressaltar que o mais importante são as medidas e ações planejadas para cada área, ao invés do mapa de áreas prioritárias em si. Afirma-se também que tal planejamento não tem o intuito de ser uma norma de conduta aos gestores, mas sim um instrumento de articulação e planejamento.

De acordo com o Programa IX da PNRH, elaborado em 2012, existe uma falta de comunicação e coordenação entre o setor privado e os diferentes órgãos governamentais tanto dos níveis federal, quanto estadual e municipal. Para que esse

processo resulte em um sistema coerente de gestão integrada, as responsabilidades de cada parte interessada devem ser estabelecidas e a gestão de cada setor deve ser integrada e interconectada (SANTANA, 2013). Como visto anteriormente, tanto a política para os recursos hídricos quanto para o gerenciamento costeiro no Brasil apresenta uma gama de mecanismos passíveis de aplicação, não sendo necessária no momento a aplicação de novas normas. Entende-se que o mais urgente é a definição de zonas de interesse mutuo e a adequação da legislação incidente sobre tal espaço, nas quais devam ser planejadas as articulações e os responsáveis para garantir a manutenção dos serviços ecossistêmicos, o bem-estar dos atores e o desenvolvimento sustentável local. Por outro lado, é necessário destacar que cada sistema apresenta suas próprias características e, por isso, qualquer processo de gestão deve ser flexível e adaptável às realidades locais (PALLERO *et al.*, 2018).

As etapas metodológicas planejadas e desenvolvidas para alcançar os objetivos desse trabalho estão apresentadas no fluxograma a seguir e serão descritas nos tópicos a baixo (Figura 8).

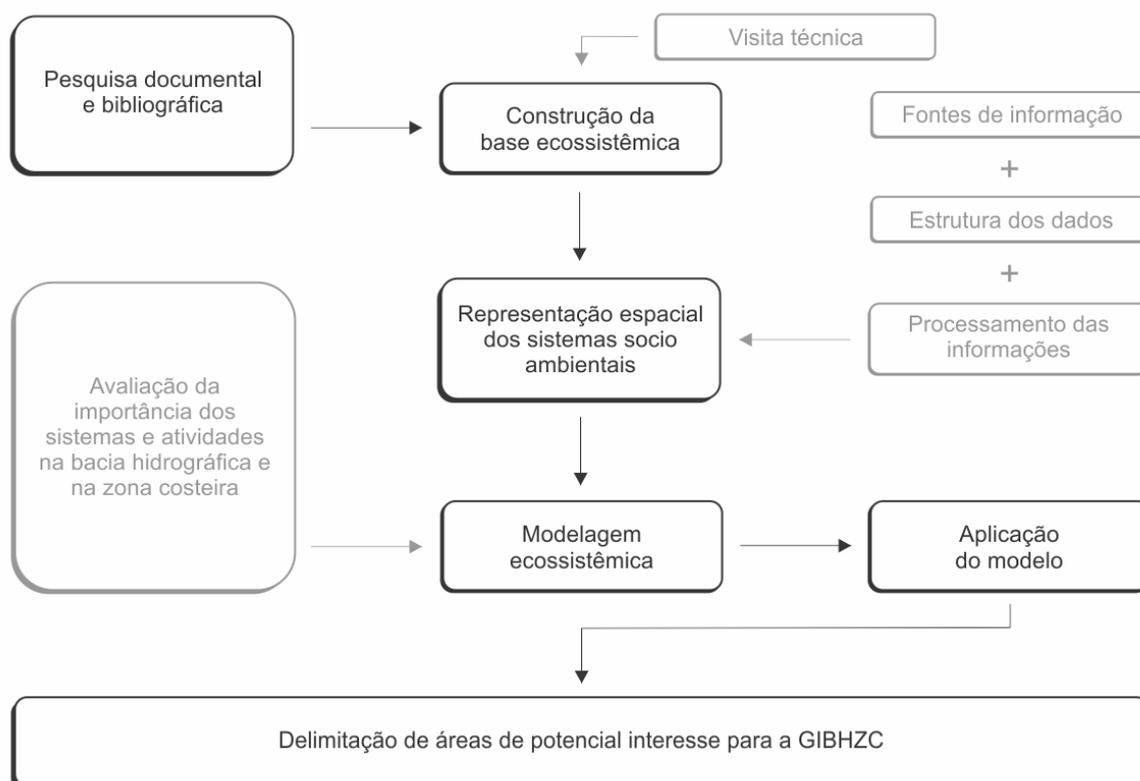


Figura 8. Fluxograma da metodologia aplicada no trabalho.

4.1. Pesquisa documental e bibliográfica

O presente trabalho parte de premissas estabelecidas por estudos científicos e técnicos que tiveram por objetivo trazer esclarecimento à questão da integração da gestão de bacias hidrográficas e das zonas costeiras. Nesta perspectiva, buscaram-se informações a respeito do quadro legislativo e de governança envolvendo a temática para o Brasil e as suas influências a partir de programas e acordos internacionais, o que permitiu compreender as lacunas e problemas que resultam na incompatibilidade atual da gestão, bem como as possibilidades de compatibilização. E ainda, foi dado especial enfoque para estudos sobre a aplicação de métodos práticos utilizados na proposição de um arcabouço técnico para definir os meios necessários para a integração. Dessa forma, os conteúdos identificados através de pesquisa bibliográfica de documentos oficiais e acadêmicos permitiu estabelecer a composição teórica e a análise de metodologias para integração.

A fim de aplicar uma análise do assunto sobre um estudo de caso, foi feito levantamento de dados que auxiliassem na identificação e descrição das atividades exercidas na área de estudo escolhida, assim como dos seus sistemas socioambientais que sustentam tais usos. Utilizar desta abordagem para com os sistemas é considerar que os mesmos são compostos por particularidades que os diferenciam dos sistemas puramente naturais ou ecológicos, devido a suas implicações políticas, administrativas e socioeconômicas (PALLERO, 2017; DE ANDRES *et al.*, 2018). Ou seja, para o processo de gestão baseada em ecossistemas é interessante aplicar uma visão integral sobre a perspectiva social e humana, assim como para a ecológica (GREG *et al.*, 2013).

4.2. Construção da base ecossistêmica

Com o objetivo de aplicar o conceito de Gestão com Base Ecossistêmica – GBE à delimitação de áreas de potencial interesse para a GIBHZC utilizou-se os serviços ecossistêmicos como abordagem para caracterizar e analisar as relações entre os sistemas socioambientais da área de estudo e as atividades ali exercidas.

Os serviços ecossistêmicos são entregues pelos sistemas através de suas funções ecológicas, as quais são definidas como os processos e os componentes naturais com a capacidade de fornecer bens e serviços que satisfazem as necessidades humanas direta ou indiretamente através das interações constantes e complexas entre

elementos estruturais, bióticos e abióticos (DE GROOT *et al.*, 2002; RIBEIRO, 2018). Para exemplificar citam-se a fotossíntese e a decomposição de matéria orgânica, cujos benefícios fornecem a sobrevivência aos seres humanos e a manutenção do sistema da vida terrestre (COSTANZA *et al.*, 1997). Existem algumas metodologias de classificação dos serviços ecossistêmicos e para o presente trabalho eles foram divididos em quatro categorias diferenciadas da seguinte forma (AEM, 2005):

- Suporte: são serviços relacionados à conservação da diversidade biológica e genética, a preservação dos processos evolutivos naturais, pois propiciam a produção e o funcionamento dos demais serviços. Os impactos sobre esses serviços ocorrem ao longo prazo e de forma indireta ao homem;
- Produção: são relacionados a capacidade dos sistemas de fornecer bens ou recursos, a partir dos processos naturais;
- Regulação: são aqueles relacionados à capacidade dos ecossistemas naturais e seminaturais de regular os processos ecológicos essenciais à vida, através dos ciclos biogeoquímicos, por exemplo;
- Cultural: são relacionados à capacidade dos ecossistemas de contribuir para a manutenção do bem-estar humano e a conservação das relações sociais, geralmente são benefícios não materiais relacionados a valores e percepções dos atores.

No entanto, esta é uma abordagem que não deve ser enquadrada em limites físicos porque os erros seriam herdados da inconsistência entre limites funcionais naturais e limites administrativos (PALLERO *et al.*, 2018). Para a bacia hidrográfica este aspecto é mais facilmente aplicado, diferentemente da zona costeira, porém será considerado e almejado dentro das possibilidades do trabalho.

A aplicação da base ecossistêmica se baseia na percepção dos sistemas locais e na inferência sobre os benefícios oferecidos pelos serviços que os mesmos exercem quando se encontram em condições adequadas de qualidade ambiental, preservação e infraestrutura. A fim de se obter as informações necessárias para o estabelecimento da GBE, Asmus *et al.* (2015) propõe um *Road Map* com as seguintes etapas: 1) identificar os ecossistemas; 2) mapear, modelar, simular os ecossistemas; 3) identificar riscos e problemas (perdas de serviços ecossistêmicos ou de sua qualidade); 4) valorar os ecossistemas com base na percepção de valor de seus usuários (atores sociais); 5) identificar os espaços de gestão; e 6) integrar modelos e propostas com a política pública de gestão ambiental. Geralmente, estas etapas são descritas por meio do conhecimento científico e revisão bibliográfica, também é útil a complementação das informações através de entrevistas junto aos atores locais como gestores, populações tradicionais e usuários dos serviços em geral ou com base na

opinião especializada de cientistas envolvidos com os ecossistemas da área em análise (ASMUS *et al.*, 2017; RIBEIRO, 2018).

A metodologia aplicada, foi apresentada por Asmus *et al.* (2018) que estabelece como ferramenta de análise das informações a *Planilha de Ecossistemas x Serviços*. A mesma é dividida em seis colunas principais que permitem descrever: 1) os sistemas socioambientais; 2) a classificação dos serviços ecossistêmicos; 3) os principais serviços observados para a área de interesse; 4) os possíveis benefícios que estes proporcionam; e 5) os seus beneficiários, ou seja, os atores sociais que usufruem dos benefícios.

Dessa forma, a primeira etapa para construção da planilha é a identificação dos sistemas locais através de uma visita técnica. A partir da definição dos limites da área de estudo, sendo eles a bacia hidrográfica do PA e o litoral influenciado pelo rio, representado pela orla sul do município de Aracruz, foram estabelecidos pontos estratégicos de checagem que permitissem visualizar de uma forma abrangente a condição dos sistemas, as atividades exercidas e os atores envolvidos, para o posterior preenchimento dos dados da planilha. A visita técnica foi dividida em dois dias, 14 e 16 de janeiro de 2018, tendo início na vila de Santa Cruz, localizada na foz do estuário, seguindo o trajeto da orla até o bairro de Coqueiral no primeiro dia. No segundo dia, foi feita visita ao canal principal do SEPAPM, adentrando até o início do rio Piraquê-mirim, por meio de uma escuna para passeios turísticos.

As informações coletadas foram descritas na *Planilha de Ecossistemas x Serviços*, sendo necessário complementar a mesma através de consulta a bibliografias primárias e secundárias sobre a área de estudo para melhor caracterização dos seus sistemas continentais a montante da bacia. Trabalhos realizados pela Prefeitura de Aracruz como o Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB (2016), pelo Governo do Estado como Zoneamento Ecológico-Econômico – ZEE (2010) e, ainda, pela academia compuseram esta bibliografia. Em seguida, foi feita a padronização dos termos dos serviços ecossistêmicos oferecidos pelos sistemas através de referências nacionais e internacionais que tenham abordado o tema bacias hidrográficas, zonas costeiras e estuários. Estes procedimentos trouxeram robustez aos dados gerados e uniformidade a respeito do que tem sido aplicado na bibliografia atual, no que se refere aos termos usados e aos sistemas encontrados em ambientes semelhantes.

4.3. Representação espacial dos sistemas

4.3.1. Fontes de informação e estrutura dos dados

O planejamento espacial é uma ferramenta essencial para a gestão do território. Utilizando como instrumento principal o geoprocessamento é possível apresentar e entender quais são as relações socioeconômicas resultantes da configuração de determinado ambiente e, ainda, como os ecossistemas têm sido utilizados e quais as possibilidades e tendências esperadas (RIBEIRO, 2018). Essa estratégia tem sido aplicada inúmeras vezes com intuito de gerar informações que traduzam as relações no espaço e que tornem possível priorizar usos em ambientes com diferentes características, propiciando estratégias de desenvolvimento sustentável. Ao realizar o planejamento espacial torna-se viável articular questões econômicas, ecológicas e sociais quando se combina o ordenamento do uso humano com as necessidades ambientais, promovendo a manutenção dos serviços ecossistêmicos (BOUDREAU *et al.*, 2013).

Nesta etapa do trabalho foi feita a representação dos dados georreferenciados sobre os sistemas socioambientais para a bacia hidrográfica do rio Piraquê-açu e da sua orla adjacente por meio de mapas temáticos digitais, construídos através de informações sobre uso e ocupação da área e das informações obtidas por meio da visita técnica, além das demais fontes de informação aplicadas à caracterização da base ecossistêmica.

Para obter o mapa dos sistemas socioambientais foram aplicados os dados mais recentes sobre o uso e ocupação do solo, os quais foram elaborados e disponibilizados pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente – IEMA. Os dados se referem a um levantamento feito para todo o estado entre 2012 e 2015, com escala de 1: 10.000 e resolução espacial de 0,25 m (SEAMA, 2018; IEMA, 2018b).

Para adequação dos dados segundo os principais sistemas socioambientais definidos na *Planilha de Ecossistemas x Serviços*, foi necessário buscar outros dados secundários baseados em levantamentos e diagnósticos da região, principalmente aqueles mais atualizados, que trouxessem informações qualificadas para o detalhamento de certos pontos. Para a orla marítima do município de Aracruz, foi utilizado o Plano de Gestão Integrada da Orla de Aracruz, elaborado no âmbito do Projeto Orla para o município em 2016. O qual, traz informações a respeito dos tipos de praias, infraestrutura local, além de cenários de desenvolvimento construídos junto à sociedade civil que participou efetivamente do processo até a entrega do plano final.

Informações contidas no Plano Diretor Municipal – PDM de Aracruz (2008) também vieram a ser utilizadas, para definir as categorias de uso definidas pelo município, de forma que o produto desta dissertação fosse compatível com as políticas locais. O Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB de Aracruz (2016) permitiu localizar as estruturas de captação e abastecimento de água para os bairros do município, bem como de coleta, tratamento e emissão dos efluentes gerados pela população local. Informações a respeito da configuração dos polígonos de mineração foram conferidas junto ao Departamento Nacional de Pesquisa em Mineração – DNPM (2018), no qual é possível encontrar registros das áreas já exploradas e os que se referem às áreas leiloadas, em pesquisa e sem processo de extração mineral. Muitos desses instrumentos auxiliaram ainda na caracterização dos usuários locais e no entendimento sobre as principais atividades realizadas na área em estudo, o que permitiu descrever as relações estabelecidas pelo território com aqueles que o ocupam e utilizam de seus recursos para suas demandas diárias.

Os dados espaciais propriamente ditos, obtidos com o IEMA, apresentavam formato *shapefiles* contendo diferentes características locais definidas por polígonos de classes distintas, além da área de cada polígono, um código numérico e uma sigla. No tópico seguinte serão explicados os procedimentos metodológicos para adequação dos dados e produção final dos mapas.

4.3.2. Processamento dos dados

Antigamente, esta etapa poderia ser realizada a partir da sobreposição de diversos dados que compõem a área de estudo, como dados de topografia, morfologia, vegetação e outros recursos e, além de dados socioeconômicos. Este método gerava uma fotografia da realidade, o que não permitia fazer uma boa inferência sobre como estes dados interagem entre si ou como ocorriam as relações resultantes dessa configuração. Dessa forma, com o aperfeiçoamento das técnicas de geoprocessamento e com a aplicação dos conceitos de serviços ecossistêmicos estas, falhas puderam ser minimizadas.

Os dados obtidos segundo o tópico anterior, foram refinados para a configuração mais atual do território, visto que o levantamento dos dados ocorreu durante os anos de 2012-2015. Atualmente, através de ferramentas de geoprocessamento aplicadas em *softwares* é possível comparar os dados com imagens de satélite que permitem a comprovação das informações frente às características observadas nestas imagens. Como por exemplo, é possível verificar se um polígono classificado como “rodovia

federal” está realmente se referindo a uma estrada deste tipo ou não, podendo ser outro tipo de pavimentação ou mesmo é possível notar se houve mudança no tipo de uso do território.

Aplicando os dados no *software* ArcGis10.1, utilizou-se a ferramenta *Imagery*, a qual permite a sobreposição do *shapefile* com um mapa base do *Google Earth* de 2018. A partir desta comparação das informações, foi feito o refinamento dos polígonos que haviam sido substituídos por outro tipo de cobertura ao longo do tempo e, também, foi feita a reclassificação dos tipos de uso definidos pelo IEMA para os sistemas socioambientais identificados na planilha.

Com o *shape* classificado para a configuração mais recente do território, segundo a base ecossistêmica local dentro do recorte da bacia do rio Piraquê-açu e para a orla sob sua influência, foi necessário dividir este *shape* em dois: o *shape* Bacia Hidrográfica, referente ao alto da bacia que é composto pelos municípios de Ibirajú, João Neiva e Santa Tereza; e o *shape* Zona Costeira, definido pela área da bacia no município costeiro de Aracruz e sua orla sul. Este procedimento foi adotado para dar prosseguimento às análises quanto à relação dos fluxos entre a bacia hidrográfica e a zona costeira, que será avaliada no tópico seguinte a partir da modelagem ecossistêmica. A aplicação do conceito de orla para esta análise, se baseou no desenvolvimento da metodologia proposta pela CTCOST em 2007, a qual considera a orla como região diretamente ligada a bacia devido aos processos do rio que interagem nesta região por meio da pluma fluvial e, por outro lado, pela influência exercida na bacia através dos fatores ambientais, costeiros e marinhos, e dos fatores socioeconômicos a partir dos seus atores locais.

Todos os *shapefiles* tiveram o sistema de referência geodésico convertido para o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas – SIRGAS 2000 e o sistema de coordenadas para Universal Transversa de Mercator – UTM, Zona 24 Sul.

4.4. Modelagem ecossistêmica

4.4.1. Avaliação da importância dos sistemas e atividades da bacia hidrográfica e da zona costeira

Apesar da notável relação de conexão existente entre bacias hidrográficas e as zonas costeiras é necessário conhecer detalhadamente os aspectos tanto naturais quanto

sociais, econômicos e administrativos para que a gestão integrada dessas regiões se dê de forma adequada (PALLERO *et al.*, 2018). O presente trabalho utiliza os serviços ecossistêmicos oferecidos pelos sistemas socioambientais para compreender esta relação, visto que desta forma é possível analisar as atividades exercidas no local, os atores envolvidos, bem como os sistemas prioritários para manutenção da qualidade de vida.

A partir da construção da base ecossistêmica, buscou-se avaliar a relação de importância dos sistemas socioambientais para as atividades realizadas na região, com o objetivo de expressar como tais sistemas interferem positivamente para a realidade da área de estudo e, dessa forma, concluir que a manutenção do uso e ocupação do território depende da qualidade de tais ambientes para que as atividades econômicas se perpetuem ao longo do tempo de forma sustentável.

A fim de que a gestão aplicada sobre esta região e seus recursos seja eficiente, é interessante identificar as áreas de características semelhantes quanto suas necessidades e potencialidades para, posteriormente, agrupá-las em áreas prioritárias, de forma que ações de gestão possam ser aplicadas com otimização de recursos, de pessoas e tempo. Portanto, a delimitação adequada de áreas de interesse é um dos primeiros passos para aplicação de medidas de gestão que se baseiem em sistemas ambientais (CLARK, 1996; BARRAGÁN *et al.*, 2008).

Outra questão importante para obtenção de resultados satisfatórios para gestão integrada é a definição de critérios de agrupamento para seleção das áreas prioritárias segundo os interesses locais para a gestão. Ou seja, conforme a realidade local do território, bem como do nível estratégico e político vigente, deve-se determinar a melhor forma de agrupamento dos sistemas de importância para integração da gestão de recursos hídricos e da zona costeira. A fim de facilitar o processo decisório, permitindo o desenvolvimento local sustentado e a manutenção adequada dos ecossistemas para que ofereçam seus serviços e benefícios por um longo período. Do contrário, a falta de reconhecimento das interações existentes entre os sistemas ecológicos, pode resultar na fragmentação dos processos que os mantêm, estimula o mau uso dos recursos e compromete a capacidade de auto-organização e manutenção dos serviços ecossistêmicos (SCHERER *et al.*, 2014).

Através de uma planilha *Excel*, foram criadas duas matrizes compostas pelos sistemas em suas linhas e as principais macroatividades realizadas em cada região da bacia hidrográfica nas colunas. Dessa forma, em cada célula foi atribuído um peso de

importância relativa dos sistemas socioambientais para a realização das atividades nas áreas sob influência de tais sistemas, segundo os serviços ecossistêmicos usufruídos direta e indiretamente pela atividade. Uma matriz descreveu os sistemas socioambientais da ZC e as macro atividades referentes a BH e na segunda matriz foi feito o oposto, foram descritos os sistemas da BH e as macro atividades da ZC. Os pesos variam em uma escala de 0 a 5 segundo os critérios do Quadro 2, aplicando apenas os valores inteiros.

Quadro 2. Critérios para avaliação da relação entre sistemas e atividades na BH e na ZC.

Critério	Sistemas da BH	Sistemas da ZC	Significado
Os serviços ecossistêmicos não têm importância ou influência para a atividade exercida		0	Não se aplica
Os serviços são indiretamente ligados a atividade, com baixa influência na sua manutenção		1	Sem importância
Os serviços são indiretamente ligados a atividade, com alta influência na sua manutenção		2	Pouca importância
Os serviços são diretamente ligados a atividade, com baixa influência na sua manutenção		3	Importante
Os serviços são diretamente ligados a atividade, com alta influência na sua manutenção		4	Muito importante
Os serviços são diretamente ligados a atividade, com alta influência na sua manutenção e limitante para sua execução		5	Limitante

4.4.2. Aplicação do modelo

Os modelos ecossistêmicos, geralmente, se baseiam em dados de fácil aquisição e atualização que permitem traduzir as relações entre os ambientes, suas funções ambientais, os benefícios que promovem e os possíveis usuários que deles usufruem.

O modelo ecossistêmico aplicado neste estudo para a avaliação da importância dos serviços ecossistêmicos na relação entre bacias hidrográficas e zonas costeiras é baseado no produto do *software* livre e de código aberto do *Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs* – InVEST, disponível na plataforma *online* desenvolvida pela *Natural Capital Project* – NatCap em parceria com as universidades *Stanford* e do *Minnesota*, além das instituições *The Nature Conservancy* e *World Wildlife Fund* – WWF. Este e os demais modelos disponíveis tem o intuito de mapear e facilitar a avaliação dos recursos e dos serviços ecossistêmicos, com finalidade de preservação e de conservação.

Dentre os modelos, o *Overlap Analysis* da categoria *Tool to Facilitate Ecosystem Service Analyses* foi o mais adequado para aplicação neste contexto devido as suas

funcionalidades e a possibilidade de análise da configuração do espaço frente às diferentes atividades realizadas sobre os ecossistemas presentes e modelar cenários que refletem mudanças no uso desse espaço (NATCAP, 2018; RIBEIRO, 2018). O mesmo foi elaborado para representar e permitir a compreensão sobre áreas marinhas e costeiras de maior importância para as atividades como a pesca, o turismo e a conservação, onde geralmente o espaço é compartilhado. Porém, com ajuste dos dados de entrada é possível aplicá-lo sobre o continente e aplicá-lo a outras análises de conflito e sobreposição de usos (NATCAP, 2018).

Baseado no modelo anterior, o *software* TerrSet® da *Clark Labs* apresenta o módulo *Overlapping Use* pertencente ao *Ecosystem Services Modeler* – ESM com as mesmas especificações e funcionalidades, porém a diferença da aplicação do modelo neste programa é a facilidade de adequação dos dados e ajuste das informações de entrada para se encontrar o resultado esperado. O TerrSet apresenta interface amigável com o ArcGis, o que permite uma boa aplicação das informações geradas neste *software* diretamente nos modelos.

Através do modelo é calculada a Frequência de Ocorrência – FO e o Índice de Importância – II das atividades ou usos em cada *pixel* da imagem de interesse ou para uma zona de gestão estabelecida previamente, caso seja o objetivo de análise do trabalho. No cálculo do Índice de Importância, o usuário possui duas formas de avaliação, inter-atividade ou intra-atividade. Para a primeira, a informação mais relevante é a de importância das atividades em relação uma a outra. Já para o cálculo da intra-atividade, será medida a importância relativa de vários locais para uma determinada atividade. A ponderação se dá pela importância do *pixel* ou da zona de gestão em relação aos outros *pixels* ou zonas com a ocorrência dessa atividade e/ou a importância da atividade em relação a outras atividades incluídas na análise (EASTMAN, s/d).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Análise bibliográfica de metodologias aplicadas para GIBHZC

Pode-se considerar que, de certa forma, a integração de bacias hidrográficas e zonas costeiras ocorre nas atividades cotidianas da gestão do território e de seus recursos através do trabalho dos principais atores envolvidos no assunto, como os órgãos ambientais em diferentes níveis federativos por meio dos respectivos gestores responsáveis, com auxílio das instituições não governamentais, acadêmicas e dos demais usuários presentes nestes espaços. Como apresentado até o momento, há uma base legal robusta que permeia a temática de integração, porém as possibilidades para que a compatibilização dos usos do recurso hídrico ocorra de forma adequada e satisfatória não são claras e faltam abordagens organizadas ou metodológicas para prosseguir com ações eficazes. Dessa forma, na prática a integração se estabelece por meio do interesse dos seus atores a cada oportunidade que apresente esta relação como importante e necessária. Geralmente, um processo integrador se inicia a partir de situações nas quais a aplicação dos instrumentos legais colabora para a resolução de um conflito de natureza ambiental que está ocorrendo.

Com a ausência de um plano estratégico e preventivo que permite a integração para a minimização dos conflitos locais, em certos casos outros mecanismos de gestão territorial ou ambiental realizam essa função, como os Planos Diretores Municipais e o Zoneamento Ecológico Econômico. Os mesmos permitem a realização do planejamento espacial em diferentes escalas de gestão, o primeiro no nível municipal e o segundo para o nível estadual ou até interestadual. Dessa forma, estes instrumentos ordenam o uso e ocupação do território podendo garantir a preservação de matas ciliares, mananciais, nascentes, bem como restringir atividades poluidoras em locais de potencial preservação ambiental. E, ainda, pode-se citar o Licenciamento Ambiental que é capaz de avaliar as necessidades quanto ao uso de recursos e os possíveis impactos na região de influência de empreendimentos socioeconômicos. Os processos judiciais e litígios também se aplicam em situações de conflito por uso do recurso hídrico ou do espaço, que poderiam ser prevenidos através de uma gestão mais adequada. O caso da contaminação do Rio Doce pelo rompimento de uma barragem de minérios serve como exemplo. Visto que o Ministério Público Federal – MPF teve papel fundamental no estabelecimento da articulação entre as municipalidades dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, na defesa dos usuários da bacia que foram afetados e na cobrança por estudos e análises sobre a degradação do rio e da zona costeira adjacente.

Entende-se que a integração que ocorre por meio de planejamento no nível estratégico pode trazer diversos benefícios à gestão e aos atores envolvidos. São ainda mais eficazes quando construídos com base na perspectiva ecossistêmica, trazendo uma avaliação de fluxos de causa e efeito a respeito das relações no território. Processos desta natureza facilitam a tomada de decisão, pois apresentam um caráter de continuidade, por meio de ações eficazes, integrando interesses em diferentes níveis na gestão de atividades para o desenvolvimento e a conservação dos recursos e dos ecossistemas (POLETTE *et al.*, 2000).

Há cerca de duas décadas a discussão no país tende a aprimorar este aspecto, entre momentos de maior e menor engajamento. De qualquer forma, se construiu um arcabouço interessante que deve ser considerado. Por meio deste trabalho foi possível identificar uma contribuição acadêmica ao longo do tempo e até o momento, que muitas vezes teve um ponto de partida em comum no trabalho construído por grupos técnicos no nível da gestão ambiental federal. Há também contribuição de orientações internacionais, que inserem a discussão interna no Brasil em uma mesma abordagem global para trabalhar este assunto e outros correlatos.

Com relação à aplicação dos conceitos ecossistêmicos e dos fluxos ambientais, alguns países têm focado seus esforços em investigações para diferentes tipos de rios, mas utilizando metodologias baseadas apenas em parâmetros hidrológicos. Gradualmente, foram sendo incluídos fatores de maior complexidade como os dados socioeconômicos, que atribuíram uma visão holística para estas avaliações (GOPAL, 2016). Tal raciocínio tem sido construído ao longo do tempo e tem se demonstrado bastante útil através das práticas internacionais. No Brasil, percebe-se que além do assunto não apresentar o enfoque necessário tanto das esferas de governo quanto de instituições de pesquisa e fomento, o país se encontra atualmente em etapas anteriormente vencidas pelas potências internacionais. Não há demérito nesta questão, visto que há necessidade de se percorrer o caminho por completo na busca do levantamento de dados, informações e na construção de prognósticos a fim de se estabelecer um processo sólido de gestão e desenvolvimento sustentável. Porém, é nítida a lentidão para o avanço da ciência e no alcance das soluções de melhoria do ambiente e da qualidade de vida da população neste aspecto da integração dos recursos hídricos em bacias e zonas costeiras.

A Figura 9. Linha do tempo de eventos institucionais que marcaram a discussão sobre GIBHZC
Figura 9 a seguir descreve as primeiras ações e o trajeto percorrido a partir de então no país a respeito das possibilidades de integração das políticas de recursos

hídricos e das zonas costeiras, principalmente, no âmbito institucional. Muitos desses momentos contaram com a participação da academia e, até certo ponto, também da sociedade civil, mas os produtos construídos e a responsabilidade sobre os atos projetados foi majoritariamente ligada a esfera federal.

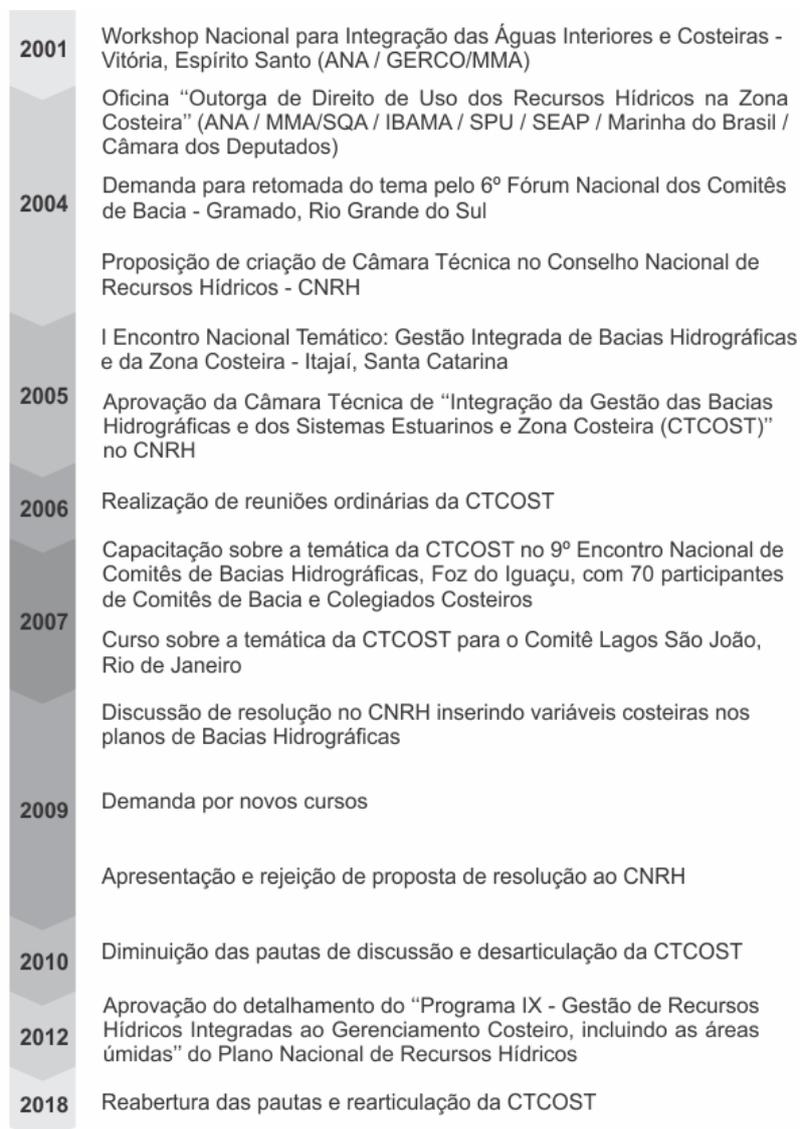


Figura 9. Linha do tempo de eventos institucionais que marcaram a discussão sobre GIBH/ZC.

Inicialmente, os principais objetivos de discussão e compreensão sobre gestão integrada se referiam a questões de outorga de direito ao uso da água na ZC, sendo este o tema central do *workshop* realizado em 2001, em Vitória/ES. Outros fóruns foram realizados com o mesmo intuito, além de tratar de outros assuntos correlatos, como o Fórum Nacional de Comitês de Bacias Hidrográficas realizado na cidade de Gramado/RS, em 2004. Neste período foi feita a solicitação para criação de uma Câmara Técnica no âmbito do CNRH que seria a futura CTCOST. Com o interesse em se aprofundar os debates sobre a integração das políticas de recursos hídricos, meio

ambiente e zonas costeiras, em 2005 ocorreu o primeiro encontro temático, em Itajaí/SC. Este evento buscou subsidiar a aplicação dos instrumentos vigentes definidos nestas políticas sobre os ecossistemas costeiros, para minimizar as pressões e demandas sobre seus recursos. Fizeram-se presentes diversos gestores, representantes de instituições governamentais e não governamentais e demais atores interessados, o que contribuiu para que os debates realizados e os resultados encontrados a partir desse evento fossem suficientes para basear os trabalhos iniciais da CTCOST, a partir de 2006 (MMA, 2006; POLETTE, 2008; NICOLODI *et al.*, 2009).

Após a realização de diversas reuniões, levantamento de dados, análise das políticas vigentes e a participação em eventos correlatos ao tema, os membros da câmara técnica tiveram o auxílio da UFES para apresentar uma Proposta de Resolução do CNRH, em 2009. Este trabalho será detalho a seguir, porém cabe ressaltar que o mesmo não foi aprovado no momento, devido aos interesses divergentes de outros atores. A partir de então, a função da CTCOST como um dos principais mecanismos capazes de gerar subsídios para a GIBHZC no âmbito federal foi perdendo força, com pautas esparsas e pouca articulação interna. Um movimento importante aconteceu em 2012, quando foi aprovado o detalhamento do Programa IX do Plano Nacional de Recursos Hídricos: Gestão de Recursos Hídricos Integradas ao Gerenciamento Costeiro, incluindo as Áreas Úmidas (Resolução nº 148/2012 do CNRH). No qual, foram criados quadro subprogramas para atender aos objetivos estipulados, sendo:

- Subprograma I: Quadro Institucional/legal;
- Subprograma II: Instrumentos de Gestão;
- Subprograma III: Base Territorial para a Gestão Integrada;
- Subprograma IV: Educação Ambiental, Capacitação, Comunicação e Mobilização.

Devido à forte demanda por subsídios para a conservação dos recursos naturais, para o desenvolvimento sustentável dos centros urbanos e para minimização dos impactos oriundos de grandes irregularidades e crimes contra o bem-estar ambiental e social, em 2018 a câmara retomou suas reuniões e a discussão de pautas importantes.

Com relação ao processo de discussão em outros níveis de gestão e sobre o aprimoramento do conteúdo técnico e científico desenvolvido a respeito desta temática, principalmente a partir da contribuição acadêmica, no **Erro! Fonte de referência não encontrada.** a seguir são apresentados os trabalhos mais diretamente ligados ao assunto no país. Demais contribuições internacionais e outras correlatas ao

assunto, como gestão de estuários e a gestão de bacias costeiras transfronteiriças não foram analisadas neste momento.

Quadro 3. Estudos acadêmicos que analisaram a GIBHZC no Brasil.

Título	Ano	Autor	Motivação	Objetivo	Método	Resultado
Gerenciamento costeiro integrado e gerenciamento de recursos hídricos: como compatibilizar tal desafio	2000	Polette <i>et al.</i>	Necessidade de compatibilização legal, administrativa, institucional e técnica	Analisar a compatibilização entre o GCI proposto pela Agenda 21, o II PNGC e a PNRH	Análise da correlação de um programa de GCI e outro de gestão de recursos hídricos, no rio Camboriú/SC	Melhor conhecimento do processo de gestão; discussão das soluções com a população
Gerenciamento costeiro e gerenciamento de bacias hidrográficas. A experiência de São Paulo	2000	Filet e Sena	Formação desarticulada do setor ambiental público e novos aspectos para integração de políticas	Analisar as interfaces legais e institucionais nos planos federal, estadual e municipal	Avaliação da integração por meio da experiência na Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape/SP	Integração através de colegiados deliberativos ou de ordenamento territorial
Subsídios teóricos para gestão integrada de bacia hidrográfica e zona costeira: estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Tramandaí/RS	2001	Silva	Cenário favorável para articulação de atores e integração das políticas	Recomendar a GIBHZC como alternativa viável para o desenvolvimento sustentável, usando como estudo de caso a BH do rio Tramandaí e ZC contígua	Análise comparativa evidenciando os pontos de maior articulação entre as políticas de meio ambiente, sobretudo as de RH e GERCO no nível nacional e no Estado do RS	Correlação entre legislação nacional e estadual; a Educação Ambiental como estratégia essencial à promoção da participação social qualificada em todos os processos
Nota Técnica nº 01/2007/CTCOST/CNRH/MMA	2007	CTCOST	Proposta de resolução que estabelece diretrizes adicionais que devem ser incluídas nos PRH de regiões que contenham trechos da ZC	Aplicar a integração por meio de um sistema de zoneamento	Delimitação da área de integração composta pelas Zonas Crítica, Dinâmica e de Influência, conforme critérios definidos	Definição de zonas de gestão integrada e seus critérios de delimitação

Continuação...

Título	Ano	Autor	Motivação	Objetivo	Método	Resultado
La gestión integrada de zonas costeras y cuencas Hidrográficas en Brasil	2007	Zamboni <i>et al.</i>	A GIBHZC como uma questão de interesse global, sendo a ZC brasileira um espaço de muitos conflitos e com necessidade de aprimoramento da gestão	Avaliar a adequação e eficácia de zonas de gestão delimitadas em bacias costeiras	Aplicação de um projeto piloto na região centro-norte do ES	Os estuários são importantes regiões para a integração e políticas urbanas e de conservação devem estar correlacionadas a GIBHZC
Gestão Integrada de BH e ZC no Brasil: Implicações para a Região Hidrográfica Amazônica	2009	Nicolodi <i>et al.</i>	Necessidade de abordagens integradas de gestão do contínuo flúvio-marinho	Reconhecer os componentes do gradiente flúvio-marinho em diferentes tipos de bacias e definir zonas de gestão	Aplicação de uma estratégia integradora por meio de zonas de gestão na BH do rio Jacaraípe/ES e na região hidrográfica amazônica	Necessidade de definição de macro diretrizes para a integração e a proposta de zoneamento de bacias feita pela CTCOST se mostra adequada para o contexto brasileiro e internacional
Interfaces da GIRHZC: Uma Aplicação na Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí	2010	Loitzenbauer	Alterações na dinâmica de salinidade nos estuários causada pelas atividades antrópicas	Garantir a disponibilidade hídrica utilizando a dinâmica da salinidade como ferramenta	Aplicação de modelo matemático e geoprocessamento, para compreensão da dinâmica da salinidade	A dinâmica da salinidade funciona como indicador de disponibilidade hídrica auxiliando no processo de gestão integrada
Integrated river basin management: incorporating coastal zone issues	2012	Barroso <i>et al.</i>	Importância da gestão da água para combater a degradação ambiental, garantir a segurança hídrica e integridade dos ecossistemas	Subsidiar uma gestão ecossistêmica de bacias que considere a conectividade com a zona costeira	Compreensão dos fatores sobre o contínuo flúvio-marinho no Brasil e no mundo, definição de fontes de pressão e zonas de gestão	A GIBHZC contribui para o entendimento das questões de causa e efeito que impactam estes ambientes, o que facilita na resolução de conflitos ambientais

Continuação...

Título	Ano	Autor	Motivação	Objetivo	Método	Resultado
Elementos para a integração da gestão de bacias hidrográficas e da zona costeira	2012	Silva e Karan	Importância da conexão entre bacias e zonas costeiras e necessidade de articulação da legislação vigente	Avaliar as possibilidades de articulação das políticas de GERCO e RH	Analisar as políticas incidentes sobre a GIRHZC	O governo e a população são responsáveis pela integração, que deve ser descentralizada e participativa e é possível aplicar os instrumentos de gestão em conjunto
Perspectiva Ecosistêmica na Governança de BH e ZC: Estudo de Caso da Unidade Hidrográfica do Litoral Centro-norte do Espírito Santo	2013	Santana	Necessidade urgente de aplicar um sistema de gestão capaz de lidar com os problemas de uso, ocupação, exploração e conservação	Analisar criticamente a integração por meio de uma perspectiva ecossistêmica de governança	Análise da estrutura de governança, a legislação, fatores físicos e socioeconômicos para o Brasil e a região hidrográfica centro-norte do ES	Adoção do conceito de zoneamento é satisfatória para o Brasil, necessidade de aprimoramento de políticas urbanas e envolvimento de todos atores importantes na questão
Interfaces da GIRHZC: Aplicação no Litoral Sul do Brasil	2015	Loitzenbauer	Fragmentação na gestão de recursos hídricos e costeiros no âmbito nacional como nos estados	Analisar os limites geográficos da GCI e sua correlação com as demais políticas ambientais	Análise do arcabouço legal federal e estadual e o efeito da maré no estuário para zoneamento e definição dos limites da gestão integrada	Alguns estados precisam ir além dos critérios nacionais para inserirem municípios de uma mesma bacia nos limites da ZC. Novos critérios devem ser estudados, como a influência da maré
Methodology of delimitation and zoning of transitional systems: Application to the Mampituba river estuary (Brazil)	2018	Pallero <i>et al.</i>	Necessidade de compreender as relações multie escalares de todos os elementos importantes para a gestão	Delimitar os sistemas transicionais costeiros e fluviais para facilitação de um processo de tomada de decisão	Aplicação de um zoneamento com critérios ecossistêmicos e identificação de fontes de pressão	A abordagem ecossistêmica permite ter uma visão dinâmica e interconectada do todo

Primeiramente, em um contexto de expansão urbana grave na costa de Santa Catarina, no município de Balneário Camboriú, houve a necessidade de aprofundar o entendimento sobre o planejamento urbano local com viés da preservação ambiental e do desenvolvimento sustentável. Dessa forma, foi feita uma análise da compatibilização da gestão costeira integrada à gestão dos recursos hídricos do rio Camboriú. Através do estudo, foi constatado que as soluções devem se dar de forma integrada, contínua e participativa, sendo necessária a articulação entre a iniciativa privada, sociedade organizada e os órgãos municipais, estaduais e federais (POLETTE *et al.*, 2000).

Também no litoral norte de São Paulo, preocupados com o funcionamento e a articulação das instituições do governo no nível federal, estadual e municipal, o trabalho de Filet e Sena (2000) contextualiza as problemáticas do desenvolvimento desconexo das diferentes políticas no âmbito ambiental, porém demonstra que com o tempo a integração tem sido aplicada através da inclusão da sociedade civil, das ONGs e de mudanças na dinâmica da estrutura gerencial nacional. Como resultado, a integração entre os dois sistemas poderá se dar através dos Colegiados Deliberativos ou através dos instrumentos de ordenamento territorial, o que vem de acordo com o apresentado no presente trabalho.

Até o momento houve alguma discussão sobre as potencialidades para articulação das políticas, muito baseada na necessidade de participação social no contexto de uma integração eficaz. Diferentemente dos trabalhos anteriores, Silva (2001) teve como motivação uma oportunidade positiva para promover a integração entre as políticas na bacia do rio Tramandaí/RS e em sua zona costeira contígua, a partir do desenvolvimento do plano de gestão da bacia e do plano estadual de gerenciamento costeiro por interesse da Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM e do Departamento de Recursos Hídricos do Estado – DRH/RS. De acordo com as características legais que norteiam as ações no estado do RS, ficou evidente que a articulação entre gestão hídrica e de zonas costeiras exige um perfeito entrosamento do arcabouço legal da união com a dos estados. Como nos trabalhos anteriores, este afirma que a implementação de processos educativos, informativos e de participação social é fundamental no processo de tomada de decisão.

Como apresentado na Figura 9, foi no âmbito das instituições federais que essa discussão quanto às formas e possibilidades de integrar as políticas de recursos hídricos e do gerenciamento costeiro, teve a contribuição mais concreta para se iniciar um processo integrador. Com o estabelecimento da CTCOST e de seus dois grupos de

trabalho – GT, dos quais um tratou dos “Planos de Recursos Hídricos Costeiros” e o outro das questões de “Base Territorial”, iniciou-se a análise dos elementos mínimos que seriam adicionados aos PRH e que constariam em uma proposta de Resolução apresentada pela câmara técnica. Por meio de um estudo de caso realizado nas bacias do rio Jacaraípe e do rio Piraquê-açu, no estado do Espírito Santo, foi elaborada uma metodologia que devia ser aplicada de acordo com as seguintes etapas: 1) Delimitação da unidade hidrográfica e ambiente marinho adjacente; 2) Delimitação das zonas de gestão conforme critérios mínimos definidos; 3) Desenvolvimento de diagnóstico dos usos de recursos hídricos, atores sociais e conflitos de uso dos recursos; 4) Definição das interfaces de gestão de recursos hídricos e costeiros; 5) Sensibilização e percepção/avaliação dos atores sociais (membros dos Comitês de Bacia e Colegiados Costeiros); 6) Avaliação da necessidade de ampliação das zonas de gestão conforme diagnóstico dos conflitos de usos dos recursos hídricos.

Como resultado final, após a contribuição de diversos comitês de bacias e conselhos estaduais de recursos hídricos, objetivando que a integração ocorresse no plano político, técnico e institucional através da aplicação dos instrumentos de gestão já existentes, foram propostas as seguintes zonas específicas para gestão integrada conforme apresentado no Quadro 4.

Quadro 4. Definição das zonas de gestão segundo a CTCOST. Fonte: Nota Técnica nº 01/2007/CTCOST/CNRH/MMA.

Zona	Finalidade	Critérios para delimitação
Influência (ZI)	Definição da área de abrangência da bacia hidrográfica e zona costeira, identificando a área de ação da gestão costeira e de recursos hídricos	Bacia hidrográfica e ambiente marinho adjacente, representado pelo mar territorial
Dinâmica (ZD)	Gerenciamento de usos e recursos dada a possibilidade de influência de atividades humanas e processos naturais nos ecossistemas e recursos costeiros	Áreas de Preservação Permanente flúvio-marinhas e áreas úmidas delimitadas nas áreas dos municípios que compõem a Zona Costeira. Critérios de delimitação da orla marítima, definidos pelo Decreto nº 5.300/04
Crítica (ZC)	Ordenamento dos usos dos recursos aquáticos com ênfase nos recursos estuarinos (conectividade entre o sistema fluvial e as águas costeiras adjacentes)	Gradiente de salinidade e pluma estuarina

Através do estudo de caso para a bacia hidrográfica do rio Piraquê-açu, a delimitação das suas zonas de gestão pode ser observada na Figura 10 a seguir.

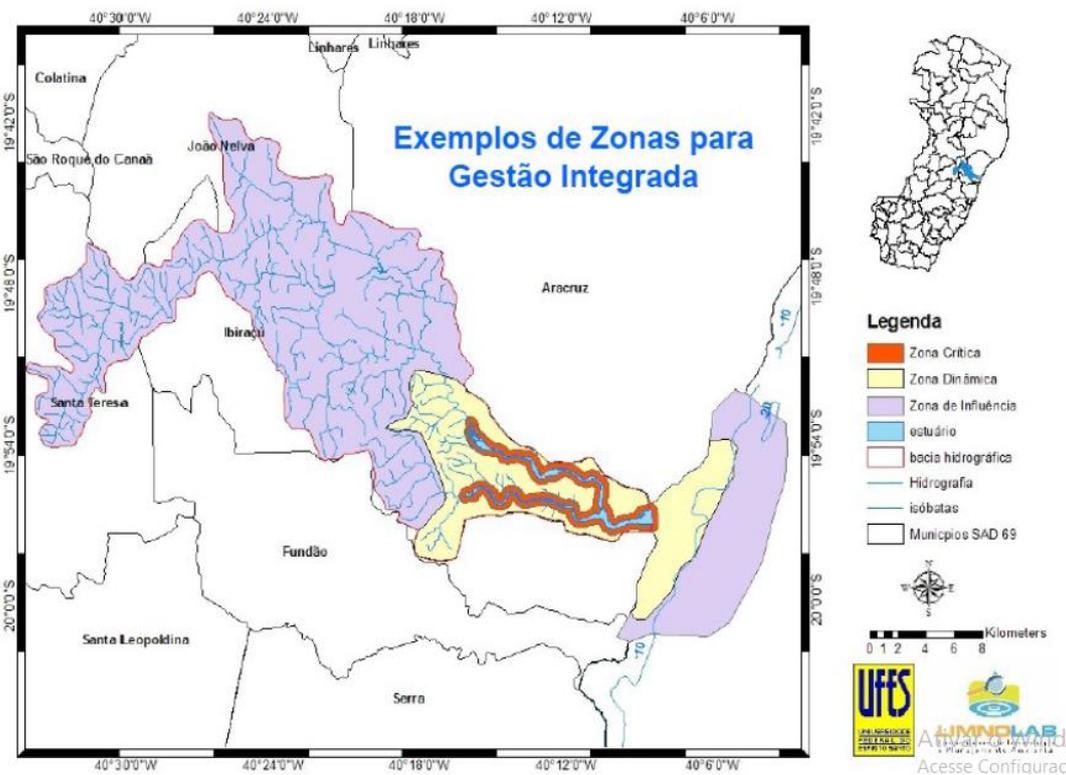


Figura 10. Delimitação das zonas de gestão segundo a CTCOST, para a BHPA. Fonte: Nota Técnica nº 01/2007/CTCOST/CNRH/MMA.

Este esforço realizado pela CTCOST abriu precedentes para outras discussões e aplicações da metodologia de zoneamento para as bacias costeiras. O trabalho de Nicolodi *et al.* (2009), detalha as principais questões que permeiam o embasamento técnico e científico para implementar uma gestão integrada no país, bem como apresenta a estratégia da CTCOST como uma ferramenta promissora, aplicável tanto em bacias pequenas quanto para outras maiores, como a região hidrográfica amazônica. Da mesma forma, Barroso *et al.* (2012) afirmam que o sistema de zonas é um facilitador para a resolução de conflitos e para a destinação de espaços e recursos em favorecimento de atividades, como o turismo e a conservação. Ainda sugerem que a identificação de pequenas unidades geográficas dentro das zonas pode permitir a criação de uma gestão distinta sobre um uso em potencial nesta região, como a gestão de áreas portuárias.

Ademais, como exposto por Santana (2013), é evidente a necessidade de aprimoramento dos instrumentos de planejamento urbano dos municípios costeiros, de forma que a organização do uso e da ocupação sobre os ambientes que constituem as bacias hidrográficas possa ser unificada. Para isso, o conceito de zoneamento é uma

ferramenta capaz de garantir a sustentabilidades dos recursos locais. Através do trabalho de Pallero *et al.* (2018), torna-se mais contundente os benefícios em se aplicar a perspectiva ecossistêmica para a compreensão dos sistemas transicionais fluviais e costeiros quanto aos seus aspectos ecológicos e, também, socioeconômicos. A proposição de zonas permite delimitar a base para a implementação de medidas concretas nestes espaços. Por outro lado, alerta-se que alguns limites territoriais devem ser flexíveis, pois os processos que ali atuam muitas vezes não podem ser mapeados em uma determinada escala espacial.

Nota-se que todos os trabalhos analisados se dedicaram em maior ou menor proporção ao trato das questões mais teóricas, principalmente voltadas a compreensão da legislação incidente sobre a GIBHZC. Foi possível encontrar discussões a respeito de exemplos internacionais e sobre como se relacionam com a política brasileira, além de alguns esforços para sanar questões específicas como nos trabalhos de Loitzenbauer (2010 e 2015). O primeiro avaliou a definição dos limites do estuário por meio do balanço de salinidade e suas implicações para a gestão integrada. Já o segundo, avalia as definições estaduais para os limites da zona costeira frente a delimitação da bacia de drenagem atlântica.

Estes estudos realizados no Brasil, somados a outros que avaliam os sistemas estuarinos e costeiros, a gestão estuarina, a governança de estuários fronteiriços e demais assuntos correlatos aos recursos hídricos e os costeiros, como feito por Asmus *et al.* (2018) e Ribeiro (2018), por exemplo, enriquecem o arcabouço técnico e científico e buscam solucionar conflitos em nível institucional, estratégico e prático.

5.2. Identificação e descrição dos sistemas socioambientais

Conforme apresentado pela metodologia deste trabalho, a construção da base ecossistêmica para a bacia hidrográfica do rio Piraquê-açu e a sua zona costeira adjacente, representada pela parte sul da orla do município de Aracruz onde há influência dos processos estuarinos de caráter ecológico e socioeconômico, se deu por meio da *Planilha de Ecossistemas x Serviços*.

Esta metodologia auxilia na compreensão das relações estabelecidas no território, visto que os serviços ecossistêmicos traduzem as potencialidades e os limites dos diferentes sistemas ambientais locais, sejam naturais ou antrópicos. Ao se manterem adequadas as condições necessárias para que os sistemas permaneçam saudáveis,

os serviços serão oferecidos de forma plena e as potenciais atividades poderão usufruir dos benefícios resultantes. Esta abordagem é interessante para o processo de planejamento territorial, pois conhecendo a situação atual de um sistema é possível inferir sobre os seus serviços e então, identificar quais atividades podem ser beneficiadas neste sistema. Da mesma forma, torna-se possível saber quais atividades serão inviáveis ou prejudiciais em determinado local se os serviços e benefícios oferecidos não forem àqueles necessários para sua realização.

Para a área de estudo foram identificados 14 sistemas socioambientais que serão apresentados através da seguinte classificação: sistemas naturais, seminaturais e urbano-industriais. Esta divisão tem o objetivo de aprimorar a interpretação sobre os sistemas, visto que dentro dessas classes é possível encontrar grandes semelhanças e, são entre elas que se dão as maiores diferenças a serem discutidas. Para a BHPA e sua orla adjacente são descritos oito sistemas naturais, quatro seminaturais e dois urbano-industriais.

O total de serviços ecossistêmicos identificados foi de 113, porém muitos são compartilhados por diferentes sistemas, sendo assim, somam-se 26 tipos de serviços distribuídos entre as classes suporte, provisão, regulação e cultural. É comum que um mesmo serviço seja fornecido por vários ecossistemas, à diferença está nos benefícios que a população recebe dependendo de cada ecossistema (DE ANDRES *et al.*, 2018). O serviço mais comum foi o de “desenvolvimento científico” (cultural) que está presente em todos os sistemas. O segundo mais frequente é o de “base para biodiversidade” (suporte), ausente apenas para os sistemas urbano-industriais. A classe “provisão” é a que apresentou maior variedade de serviços ao longo dos sistemas, resultando em nove serviços encontrados.

Foram identificados quatorze atividades ou usos principais para os diferentes serviços ecossistêmicos. Para os beneficiários dos serviços e atores diretamente envolvidos nestas atividades, foram registrados treze grupos principais. Optou-se por fazer uma generalização na classificação dos grupos de usuários de forma a abstrair aqueles que se apresentavam em uma escala de detalhamento muito grande. Por exemplo, pode-se considerar uma diversidade de atores no grupo da “comunidade rural”, porém, a aplicação deste termo tem o intuito de congrega as características mais relevantes dos atores para o uso de um determinado sistema. A comunidade rural que se beneficia do sistema de “área edificada” representa aqueles atores que vivem de atividades agropecuárias na região e que precisam dos serviços disponíveis nos centros urbanos para compra e venda de produtos.

Outra situação que merece atenção é a especificação de certos grupos de atores, como os “pescadores”, visto que a população que se beneficia dos serviços ecossistêmicos não é sempre a mesma, ou seja, que setores específicos da sociedade podem se beneficiar de alguns serviços e não de outros (DE ANDRES *et al.*, 2018). A aplicação do termo “comunidade urbana” juntamente com o “pescador” para um mesmo serviço tem o objetivo de expressar que este grupo de beneficiários apresenta papel importante em determinando sistema, devido à atividade ali exercida, mesmo que para outro sistema ele possa fazer parte da comunidade urbana, assim como outros grupos de atores.

Os sistemas “manguezal” e “mata nativa” apresentaram maior diversidade de atores e atividades, além de um maior número de serviços ecossistêmicos promovidos.

5.2.1. Sistemas naturais

5.2.1.1. Sistema vegetação de mata nativa

O estado do Espírito Santo está completamente inserido no Bioma Mata Atlântica que é formado por um conjunto de fisionomias como florestas, campos naturais, restingas, manguezais e outros ecossistemas associados. Este bioma abriga grande diversidade e riqueza de espécies de fauna e flora e, por isso, compõe uma das cinco áreas prioritárias para conservação da biodiversidade e estão entre as 25 áreas prioritárias de conservação no mundo (SEAMA, 2018). Atualmente presente em 12,4% do território capixaba, a vegetação de mata nativa se distribui entre floresta ombrófila densa, ombrófila aberta e estacional semidecidual, formações pioneiras (restingas e manguezais) e o refúgio vegetacional da Serra do Caparaó (MMA, 2010). Em Aracruz, estes remanescentes florestais correspondem a 28,5% do município (SEAMA, 2018).

Dessa forma, o sistema vegetação de mata nativa se refere aos remanescentes florestais que se encontram em estágio primário ou em regeneração, ou seja, podem ser fragmentos compostos por vegetação original da região com pouca interferência antrópica e grande diversidade biológica ou, ainda, resultante de uma interferência no terreno que se sessou resultando em um processo natural de sucessão ecológica. Porém, neste momento não foram consideradas as formações pioneiras do Bioma Mata Atlântica, que serão detalhadas em sistemas socioambientais específicos a seguir.

A preservação deste sistema permite a manutenção das nascentes e fontes de água que resulta na regulação do fluxo para os mananciais que podem vir a abastecer cidades e outras propriedades ao longo do seu percurso. Além disso, realiza regulação do clima, da temperatura do solo e protege encostas de morros (MMA, 2010). Todos estes e ainda outros serviços ecossistêmicos são proporcionados pela mata nativa na região em estudo (Quadro 5).

Quadro 5. Descrição da Planilha de Ecossistemas x Serviços para o sistema vegetação de mata nativa.

Classe	Serviços	Benefícios	Atores	Macro atividades
Suporte	Disponibilidade de sedimento	Formação de solo; Ciclagem de nutrientes	Comunidade rural e urbana, indígena, turista	Residencial e comércio, agropecuária, turismo e lazer
	Base para biodiversidade	Manutenção de biodiversidade		
	Infiltração de água	Renovação do lençol freático		
Provisão	Fornecimento de água	Umidade	Comunidade rural e urbana, indígena, turista	Residencial e comércio, turismo, agropecuária
	Produção de biomassa	Subsistência	Comunidade rural e indígena	Coleta de insumos
	Matéria prima	Geração de renda; Subsistência		Produção de artesanato, comércio
Regulação	Sequestro de carbono	Regulação climática; Qualidade do ar	Comunidade rural e urbana, indígena, pescador, marisqueiro, barqueiro, turista	Residencial e comércio, turismo, pesca, agropecuária
	Polinização	Manutenção da biodiversidade		
	Controle de erosão	Qualidade da água; Fixação de sedimento		
Cultural	Beleza cênica	Valor contemplativo; Bem-estar	Comunidade rural e urbana, indígena, turista	Residencial, turismo e lazer
	Valor cultural	Relações sociais; Conservação de estilo de vida		
	Desenvolvimento científico	Conhecimento especializado; Engajamento social	Academia, ONGs, instituições de pesquisa	Pesquisa científica e educação

Dentre os serviços ecossistêmicos identificados, destaca-se o de base para biodiversidade, o qual se refere à formação de habitats e áreas de refúgio que abrigam

fauna e flora, funcionando como um serviço de suporte para que outros serviços possam ser oferecidos por meio das relações ecológicas mantidas entre estes elementos. Garantir a manutenção da biodiversidade como benefício deste serviço significa que, a partir dele, a biodiversidade se perpetua, pois pode usufruir do que é necessário para sua sobrevivência. Os galhos, troncos, as raízes, folhas e o solo compostos por diversas espécies florísticas em uma floresta de mata nativa, podem apresentar valor alimentício ou medicinal, podem ser usadas para construção civil e desenvolvimento de peças de artesanato. Na fauna local estão presentes aves, mamíferos e roedores, muitos deles em estado de atenção ou ameaçados de extinção. Para a BHPA, este sistema está diretamente relacionado às atividades turísticas e de lazer para a comunidade local (rural e urbana) o que estimula desenvolvimento regional através da geração de empregos e recursos, principalmente, através da realização de passeios e trilhas (SEAMA, 2018). Como reconhecimento da importância deste serviço, nota-se a presença de Unidades de Conservação – UC que tem o objetivo de garantir a preservação e o uso ordenado de certas áreas de mata nativa, como o Parque Natural Municipal “David Victor de Farina” (Decreto nº 14.558/2005) e a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal Piraquê-açu e Piraquê-mirim (Lei nº 3.739/2013) na zona costeira, já a montante tem-se o Parque Natural Municipal do Aricanga Waldemar Devens (Lei nº 3.620/2012) e a Reserva Biológica Augusto Ruschi (Decreto 87.589/82).

Outro serviço ecossistêmico de especial importância no sistema mata nativa é o de sequestro de carbono, realizado através do processo de fotossíntese nas plantas e de decomposição de matéria orgânica no solo. Este serviço permite que o sistema proporcione um micro clima agradável nas áreas em que se mantem preservado, além de garantir a melhora na qualidade do ar devido à retirada de elementos causadores do efeito estufa da atmosfera. Como resultado, há uma melhora na qualidade de vida para a população local próximo a este sistema, pois forma-se um clima favorável para atividades de cultivo, moradia e para o turismo, o qual é muito buscado por pessoas que pretendem se afastar da poluição dos centros urbanos.

Assim como o sequestro de carbono, o serviço de controle da erosão garante a regulação de outros serviços na BHPA, o que significa que se estes serviços forem comprometidos então todo o sistema pode ser afetado com impactos negativos. O controle da erosão é mais evidente quando a vegetação está associada a terrenos íngremes, como em morros ou nas margens de rios e lagos (matas ciliares), evitando que haja deslizamentos de solo e perda de sedimento para o corpo hídrico,

respectivamente. Devido à gravidade dos impactos causados pela erosão de encostas, seja com relação à qualidade da água ou a perda de bens e de vidas, a vegetação de topo de morro e as matas ciliares são consideradas áreas de preservação permanente – APP pelo novo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012) e não devem ser suprimidas.

Apesar do sistema vegetação de mata nativa ser considerado preservado na área da BHPA, a partir dos levantamentos de uso e cobertura do solo realizado pelo IEMA em 2004/2005 e 2012/2015 nota-se que houve diminuição da área identificada no primeiro levantamento e, em contraponto, houve aumento da área de pastagem para pecuária (SEAMA, 2018). Outra forte ameaça a estes remanescentes na região é a expansão da silvicultura de eucalipto e a mineração.

5.2.1.2. Sistema manguezal

Como dito no tópico anterior, os manguezais compõem a vegetação de Mata Atlântica e representam os complexos vegetacionais de primeira ocupação, assim como a vegetação da restinga, os campos salinos e as comunidades ribeirinhas aluviais e lacustres. Os mesmos colonizam áreas de acumulação fluvial, lacustre, marinha, flúvio-marinha e eólica, ou seja, terrenos pedologicamente instáveis (MMA, 2010).

Para o Espírito Santo, o sistema manguezal se distribui do extremo norte até o Rio Itabapoana, na divisa com o Rio de Janeiro, encaixado nos principais estuários e baías do estado e por esta razão apresentam formatos variados, desde manchas compactas a mais alongadas, sendo os mais extensos encontrados no entorno da baía de Vitória e nos estuários dos rios Piraquê-açu e do São Mateus (MMA, 2010; CANCIAN, 2014). São ambientes compostos por arbustos e árvores das espécies de mangue-vermelho (*Rhizophora mangle*), mangue-preto (*Avicennia schaueriana*) e nas zonas de menor influência de maré o mangue-branco (*Laguncularia racemosa*) (Figura 11).



Figura 11. Sistema manguezal no SEPAPM. A) Planície de maré associada ao sistema; B) Árvores de mangue às margens do canal.

No entorno do SEPAPM, o sistema manguezal tem grande importância social e ecológica, pois é repositório de biodiversidade dulcícola e marinha, além de fonte de renda para os catadores de caranguejos e pescadores artesanais da região. É um dos sistemas que apresentam maior número de serviços ecossistêmicos e dentre eles destacam-se o de produção de biomassa, proteção física e receptor de efluentes (Quadro 6).

Quadro 6. Descrição da *Planilha de Ecossistemas x Serviços* para o sistema manguezal.

Classe	Serviços	Benefícios	Atores	Macro atividades
Suporte	Base para biodiversidade	Manutenção de biodiversidade	Comunidade urbana, indígena, turista	Residencial e comércio, turismo e lazer
	Ciclagem de nutrientes	Manutenção de biodiversidade; Qualidade da água		
Provisão	Produção de biomassa	Subsistência	Pescadores, marisqueiros, indígenas, paneleiras, comunidade urbana, turista	Pesca artesanal, extração de mariscos, produção de panelas de barro, comércio
	Matéria prima	Geração de renda		
Regulação	Sequestro de carbono	Regulação climática; Qualidade do ar	Comunidade urbana e rural, indígena, pescador, marisqueiro, barqueiro, turista	Residencial, comércio, agropecuária, pesca, turismo e lazer
	Proteção física	Segurança para ocupação		
	Receptor de efluente	Diluição de carga orgânica		
	Filtração de água	Qualidade da água		
	Controle de erosão	Qualidade da água; Fixação de sedimento		
Cultural	Beleza cênica	Valor contemplativo; Bem-estar	Comunidade urbana e rural, indígena, turista	Residencial, turismo e lazer
	Valor cultural	Conservação de estilo de vida; Relações sociais		

Desenvolvimento científico	Conhecimento especializado; Engajamento social	Academia, ONGs, instituições de pesquisa	Pesquisa científica e educação
----------------------------	--	--	--------------------------------

O serviço de produção de biomassa se trata da geração de matéria orgânica pelo sistema que em muitos casos serve de alimento para população local, como os peixes e camarões obtidos através da pesca artesanal e os caranguejos extraídos manualmente pela comunidade tradicional. Além dos atores envolvidos diretamente com estas atividades, existe uma cadeia de beneficiários que utilizam indiretamente dos produtos oferecidos pelos manguezais, sejam os estabelecimentos de beneficiamento e venda de frutos do mar ou mesmo os consumidores que obtêm estes produtos em outras cidades próximas a região. O serviço de proteção física refere-se à capacidade do manguezal de proteger a costa e o estuário contra distúrbios ou eventos extremos, como tempestades, ressacas e inundações. Em certos países tem sido estudado o uso das árvores de mangue associadas às obras duras de engenharia para contenção do avanço do mar e do processo de erosão costeira, conhecidas como obras híbridas, devido à importância deste serviço prestado pelo sistema manguezal. E ainda, o serviço de receptor de efluentes promovido através das funções ecológicas formadas nestes ambientes e, também, pela sua dinâmica peculiar devido a transição entre o rio e o mar, permite que os efluentes despejados tenham maior diluição e sejam consumidos nos processos de decomposição que ocorrem no substrato lamoso do manguezal.

Porém, o uso indevido e indiscriminado desses serviços ameaça os manguezais capixabas, o que inclui lançamento de esgotos sem tratamento, a disposição inadequada de lixo, a construção de aterramentos e invasões, a utilização da madeira para construção e combustível, utilização da casca do mangue vermelho para extração do tanino e a pesca predatória (MMA, 2010).

Devido sua importância, a área de manguezal às margens do SEPAPM é protegida desde 1986 pela Lei nº 994, a qual instituiu a Reserva Ecológica dos Manguezais Piraquê-açu e Piraquê-mirim. No entanto, em 2013 a Lei nº 3.739, reclassificou a UC para Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal Piraquê-açu e Piraquê-mirim. Atualmente a vegetação se encontra bem preservada, mas como apresentado este ambiente está sobre forte e constante pressão exercida localmente, mas também a montante na bacia hidrográfica, atingindo o manguezal através do fluxo do rio ou

mesmo pelas atividades de atores da bacia nesse ambiente costeiro, como o turismo e a pesca esportiva.

5.2.1.3. Sistema vegetação de restinga

O termo restinga pode apresentar diferentes conotações no ramo das ciências naturais, sendo uma delas referente ao aspecto geomorfológico que considera o termo como depósitos arenosos costeiros do pós-praia, outra se refere ao tipo de vegetação pioneira sobre solo arenoso com influência marinha (SUGUIO e TESSLER, 1984; IBGE, 2004; CANCIAN, 2014). A resolução CONAMA nº 303/2002 adota o termo restinga como “depósito arenoso paralelo à linha da costa, de forma geralmente alongada, produzido por processos de sedimentação, onde se encontram diferentes comunidades que recebem influência marinha, também consideradas comunidades edáficas por dependerem mais da natureza do substrato do que do clima”.

As áreas de restinga possuem distribuição restrita pela geomorfologia costeira, se desenvolvendo em praias, cordões arenosos, dunas e depressões. De acordo com Cancian (2014), nota-se que para o litoral capixaba estão estruturalmente ainda pouco fragmentadas e relativamente bem preservadas, apresentando-se em diferentes estágios sucessionais desde um porte herbáceo até o arbustivo e arbóreo (Figura 12). Sendo que os maiores fragmentos se encontram nos municípios de Linhares e Aracruz.

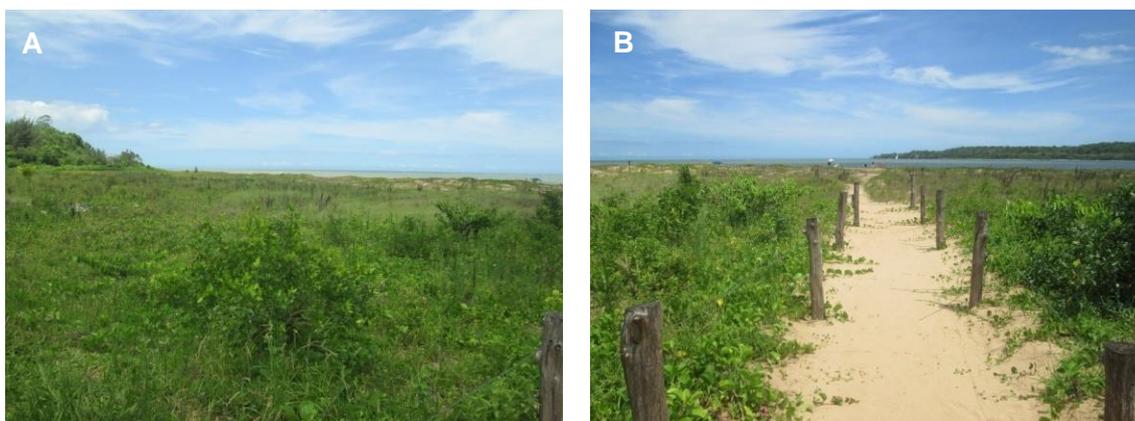


Figura 12: Vegetação de restinga preservada próxima a Base Oceanográfica da UFES, em Santa Cruz. A) Caracterizada por gramíneas e poucos arbustos; B) Passagem de banhistas delimitada por estacas.

O sistema vegetação de restinga apresenta importância na manutenção do equilíbrio ecológico para a transição dos sistemas costeiros aos continentais e se caracteriza pela singularidade de fauna e flora com especial interesse para preservação e conservação, que inclui espécies endêmicas, raras e as ameaçadas de extinção (MMA, 2010). Além disso, protegem o substrato da ação do vento e das ondas em

eventos de ressaca, por exemplo, garantindo a estabilização da faixa de areia (VICTOR, 2018) (Quadro 7).

Quadro 7. Descrição da *Planilha de Ecossistemas x Serviços* para o sistema vegetação de restinga.

Classe	Serviços	Benefícios	Atores	Macro atividades
Suporte	Base para biodiversidade	Manutenção de biodiversidade	Comunidade urbana, turista	Turismo e lazer
	Proteção física	Segurança para ocupação		Residencial, comércio, turismo e lazer
Regulação	Polinização	Manutenção de biodiversidade		
	Sequestro de carbono	Regulação climática Qualidade do ar		
	Controle de erosão	Qualidade da água Fixação de sedimento		
Cultural	Beleza cênica	Valor contemplativo Bem-estar	Comunidade urbana, turista	Residencial, turismo e lazer
	Valor cultural	Relações sociais		
	Desenvolvimento científico	Conhecimento especializado Engajamento social	Academia, ONGs, instituições de pesquisa	Pesquisa científica e educação

Os principais serviços identificados para a região da orla adjacente ao rio PA oferecidos pelo sistema vegetação de restinga foram o controle de erosão, beleza cênica e valor cultural. Como mencionado anteriormente, o sistema restinga garante a manutenção do equilíbrio da praia devido à capacidade de proteger o substrato do vento e de ondas, dessa forma, em eventos de alta energia a praia não perderá todo seu sedimento e, ainda, a restinga auxiliará no trapeamento do sedimento que for mobilizado através destes mecanismos. Os serviços beleza cênica e valor cultural estão correlacionados, pois, a sensação de bem-estar promovida por um ambiente saudável devido à presença deste sistema, além da interação de aves e flores características desse ambiente com os atores que o frequentam, amplia as possibilidades de uso através de atividades de lazer e turismo.

Além das matas ciliares e topos de morros, os manguezais e as restingas também tem sua importância reconhecida através do novo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012) que as caracteriza como APP. Porém, as restingas permanecem como um sistema costeiro muito ameaçado devido às atividades ilegais de extração de areia, plantação de coqueiros e o desenvolvimento imobiliário. O litoral sul de Aracruz, onde se encontra a desembocadura da BHPA e a área de estudo do presente

trabalho, sofre com o crescimento urbano que gera um processo de degradação e a redução significativa da vegetação de restinga.

5.2.1.4. Sistema canal fluvial

O principal canal fluvial da bacia estudada é o rio Piraquê-açu, cuja nascente está localizada no município de Santa Tereza, percorre cerca de 410 km ao longo de cinco municípios e desagua nas águas costeiras de Santa Cruz, em Aracruz. O canal apresenta variação de profundidade e espessura ao longo do trajeto, margeia ambientes com diferentes características de sedimento e cobertura vegetal, além de experimentar gradual alteração de declividade.

Com importância social e econômica para a bacia, o rio Piraquê-açu é fonte de sustento para população indígena e fornece água para abastecimento público na sede do município, além de permitir outros usos ao longo de seu percurso como para irrigação na atividade agrícola (PMSB, 2016). No Quadro 8 são apresentados os serviços ecossistêmicos fornecidos pelo canal fluvial, os benefícios para a sociedade e os atores sociais beneficiados identificados para a BHPA e sua orla adjacente.

Quadro 8. Descrição da Planilha de Ecossistemas x Serviços para o sistema canal fluvial.

Classe	Serviços	Benefícios	Atores	Macro atividades
Suporte	Disponibilidade de sedimento	Formação de solo Ciclagem de nutrientes	Comunidade rural e urbana, pescador, indígena, turista	Residencial, comércio, agropecuária, pesca, turismo e lazer
	Base para biodiversidade	Manutenção de biodiversidade		
	Ciclagem de nutrientes	Manutenção de biodiversidade Qualidade da água		
Provisão	Fornecimento de água	Dessedentação Umidade Abastecimento Irrigação	Pescador, indígena	Pesca
	Produção de biomassa	Geração de renda Subsistência		
	Navegabilidade	Geração de renda Lazer	Barqueiro, Comunidade urbana, indígena, turista	Turismo e lazer
Regulação	Receptor de efluente	Diluição de carga orgânica	Comunidade rural e urbana	Residencial, comércio, agropecuária
	Sequestro de carbono	Regulação climática Qualidade do ar		
Cultural	Beleza cênica	Valor contemplativo Bem-estar	Comunidade rural e urbana, turista	Residencial, turismo e lazer

	Valor cultural	Conservação de estilo de vida Relações sociais		
	Desenvolvimento científico	Conhecimento especializado Engajamento social	Academia, ONGs, instituições de pesquisa	Pesquisa científica e educação

Dentre os serviços apresentados na planilha acima, destacam-se para a região o fornecimento de água, navegabilidade e o valor cultural. De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico (2016), 88,4% dos domicílios em Aracruz são abastecidos por água através de rede geral de distribuição e o restante através de águas de poços, nascentes existentes nas propriedades ou por outras formas. A sede do município é abastecida por meio da água coletada do Piraquê-açu, o que corresponde a 57% da população atendida. Quanto ao serviço de navegabilidade, principalmente para a região do estuário onde a profundidade permite o acesso de barcos de maior calado, o rio permite o desenvolvimento da atividade de pesca e o turismo, onde são realizados passeios com escunas e movimentam fortemente a economia da região no verão. A facilidade de acesso e a relativa qualidade do sistema canal fluvial na área de estudo faz com que o rio seja muito importante para a população local e para os turistas ao longo da BHPA.

Os serviços ecossistêmicos de um rio são controlados através do seu regime hidrológico, que determina as características do canal, a biodiversidade e os vários processos ecossistêmicos resultantes (GOPAL, 2016). Com benefícios de tamanha importância para a região é evidente a necessidade de manutenção dos ambientes associados ao canal para que esta condição se perpetue como no caso do sistema mata nativa, mas também do próprio sistema canal fluvial em si. Porém, para o município de Aracruz, apenas 67,3% das residências são atendidas com o serviço de coleta de esgoto, sendo as demais formas de despejo dos rejeitos as fossas rudimentares e sépticas, valas, rio, lago, mar e outros. De três estações de tratamento de esgoto – ETE que recebem os rejeitos de Aracruz Sede, uma apresenta outorga para lançamento do efluente após tratamento simples no Piraquê-açu. A jusante, nas margens do SEPAPM, outras duas ETEs tratam o esgoto de Santa Cruz e Mar Azul e também despejam seus efluentes no canal fluvial.

5.2.1.5. Sistema praia arenosa

Entre as falésias vivas e os terraços de abrasão encontram-se as praias arenosas. Apresentam tipologia dissipativa ou intermediária, são preenchidas com sedimentos

médios a grossos ricos em bioclastos e caracterizam-se por serem pouco extensas e estreitas (Figura 13). Estão associadas a dunas frontais, porém, geralmente, estas se encontram alteradas ou parcialmente destruídas pela intensa ocupação urbana, visto que este sistema é fortemente procurado por veranistas e moradores da região que geram impactos negativos relacionados à especulação imobiliária do litoral (ALBINO, 2006).



Figura 13. Praias de Santa Cruz. A) Praia próxima ao Coqueiral Praia Hotel; B) Praia de Coqueiral.

De acordo com Pallero *et al.* (2018) considera-se a praia como parte de uma zona dinâmica adjacente a bacia hidrográfica quando esta se encontra dentro dos limites de extensão do fluxo de sedimentos do rio, ou seja, da pluma fluvial, devido aos detritos derivados da descarga que representam a interação e consequente relação com o fluxo hidrológico.

O sistema praia arenosa é essencial para o setor turístico da orla sul de Aracruz, sendo esta uma atividade de grande expressividade no verão quando ocorre aumento na movimentação dos quiosques e são promovidos eventos de cunho gastronômico e musical pela prefeitura (Quadro 9).

Quadro 9. Descrição da *Planilha de Ecossistemas x Serviços* para o sistema praia arenosa.

Classe	Serviços	Benefícios	Atores	Macro atividades
Suporte	Disponibilidade de sedimento	Formação de solo Ciclagem de nutrientes	Comunidade urbana, turista	Residencial, comércio, turismo e lazer
	Base para biodiversidade	Manutenção de biodiversidade		
Provisão	Fornecimento de água	Umidade	Comunidade urbana, turista	Residencial, comércio, turismo e lazer
Regulação	Controle de erosão	Qualidade da água Fixação de sedimento	Comunidade urbana, indígena, turista	Residencial, comércio, turismo e lazer
	Proteção física	Segurança para ocupação		
	Regulação socioeconômica	Desenvolvimento socioeconômico Relações sociais		
Cultural	Beleza cênica	Valor contemplativo Bem-estar	Comunidade urbana, turista	Residencial, turismo e lazer
	Valor cultural	Relações sociais Conservação de estilo de vida		
	Desenvolvimento científico	Conhecimento especializado Engajamento social	Academia, ONGs, instituições de pesquisa	Pesquisa científica e educação

Os principais serviços identificados para a região são o de proteção física, regulação socioeconômica e beleza cênica. O primeiro trata-se da retenção natural de sedimento, diminuindo e controlando os efeitos erosivos e de inundação na orla. Já o serviço de regulação socioeconômica, possibilita a realização de atividades que garantem o desenvolvimento econômico na orla, nos bairros do entorno e também para a região como um todo. E por fim, o sistema praia arenosa é um dos cenários de maior valor contemplativo para o litoral capixaba. A balneabilidade possibilita que se estabeleçam atividades de lazer, esporte, turismo e espiritualidade, promovendo bem-estar e qualidade de vida aos atores envolvidos.

Como citado por Pallero *et al.* (2018), há uma relação entre o aporte de sedimentos dos estuários para a manutenção e equilíbrio dinâmico das praias, por outro lado, certas atividades antrópicas realizadas a montante nas bacias podem reduzir a carga sedimentar dos rios e esta redução pode provocar ou agravar um processo erosivo na costa adjacente (VÖRÖSMARTY *et al.*, 1997; ITTEKKOT *et al.*, 2000; NIXON, 2003). Percebe-se, ainda, que o estado precário de conservação das dunas frontais presentes nas praias de tipo dissipativas, pode intensificar a vulnerabilidade erosiva

deste litoral e ameaça as construções ali presentes, mesmo sob condições de tempo bom (ALBINO, 2006).

5.2.1.6. Sistema terraços de abrasão

Encontrado tanto na parte submersa quanto na emersa da área de estudo e, ainda, na zona de intermarés, este sistema foi formado pela ação do mar nas falésias sedimentares da Formação Barreiras e hoje abriga uma diversidade de organismos marinhos, entre bivalves, peixes e algas (Quadro 10). Funciona como barreira e dissipador das ondas que incidem na região, protegendo a costa (Figura 14).

Estes sistemas são muito frequentes na área analisada, porém não foi possível representá-los de forma satisfatória nas etapas metodológicas seguintes devido à falta de dados espaciais adequados.



Figura 14. Terraços de abrasão expostos na foz do SEPAPM. A) Crianças sobre os terraços na antepraia; B) Couraças lateríticas no pós-praia e sobre a praia.

Quadro 10. Descrição da *Planilha de Ecossistemas x Serviços* para o sistema terraços de abrasão.

Classe	Serviços	Benefícios	Atores	Macro atividades
Suporte	Base para biodiversidade	Manutenção de biodiversidade	Comunidade urbana, pescador, marisqueiro, turista	Pesca, extração de mariscos, comércio, turismo e lazer
Provisão	Produção de biomassa	Subsistência Geração de renda	Pescador, marisqueiro	Pesca, extração de mariscos, comércio
Regulação	Proteção física	Segurança para ocupação	Comunidade urbana, pescador, marisqueiro, turista	Residencial, comércio, pesca, extração de mariscos, turismo e lazer
	Controle de erosão	Qualidade da água Fixação de sedimento		
	Filtração de água	Qualidade da água		
	Sequestro de carbono	Regulação climática Qualidade do ar		

Cultural	Beleza cênica	Valor contemplativo Bem-estar		
	Valor cultural	Conservação de estilo de vida Relações sociais		
	Desenvolvimento científico	Conhecimento especializado Engajamento social	Academia, ONGs, instituições de pesquisa	Pesquisa científica e educação

Dentre os serviços ecossistêmicos prestados pelo sistema, destaca-se o de base para biodiversidade, visto que os ambientes que formam este sistema proporcionam um habitat essencial para a ocorrência de uma diversa comunidade bentônica e de peixes. Outro serviço de grande importância é o de proteção física, pois a presença dos terraços abrasão reduz a amplitude de variação das alturas das ondas incidentes ao dissipar sua energia na plataforma continental interna e na antepraia, também destacam a ação hidrodinâmica das marés e atuam como armadilhas para a retenção de sedimentos na antepraia (ALBINO e OLIVEIRA, 1995).

5.2.1.7. Sistema marinho

Compondo a orla adjacente a bacia hidrográfica do Piraquê-açu, considera-se como sistema marinho a região a partir da linha de praia até os 10 metros de profundidade mar adentro. Esta região é marcada pela interação das ondas com o substrato marinho. É um sistema bem dinâmico e abrange diferentes características de fundo, como estruturas recifais que se encontram expostas em certos momentos de acordo com a influência da maré (Figura 15).



Figura 15. Registro do sistema marinho a partir da praia de Santa Cruz. A) Placa informativa sobre a APA Costa dos Corais e RVS de Santa Cruz; B) Praia e mar de Santa Cruz.

Por ser um ambiente raso, encontra-se frequentemente sobre influência da luz na coluna d'água, o que é fundamental para a produção primária e, dessa forma, para a

produtividade da região. Abriga uma diversidade de organismos aquáticos e exerce grande influência na manutenção da biodiversidade (Quadro 11). A característica de suas fácies sedimentares atrai interesses econômicos para a região, principalmente, ligados à mineração. Porém, toda a área do sistema marinho aqui analisado é protegida por duas unidades de conservação, devido à importância destes fundos e da sua biota associada.

Quadro 11. Descrição da Planilha de Ecossistemas x Serviços para o sistema marinho.

Classe	Serviços	Benefícios	Atores	Macro atividades
Suporte	Base para biodiversidade	Manutenção de biodiversidade	Comunidade urbana, pescador, turista	Residencial, comércio, pesca, turismo e lazer
	Ciclagem de nutrientes	Manutenção de biodiversidade Qualidade da água		
Provisão	Fornecimento de água	Umidade	Comunidade urbana, pescador, barqueiro, turista	
	Produção de biomassa	Geração de renda Subsistência		
	Matéria prima	Geração de renda Subsistência		
	Navegabilidade	Geração de renda Subsistência Lazer		
Regulação	Receptor de efluente	Diluição de carga orgânica	Comunidade urbana	
	Sequestro de carbono	Regulação climática Qualidade do ar		
Cultural	Beleza cênica	Valor contemplativo Bem-estar	Comunidade urbana, pescador, barqueiro, turista	
	Valor cultural	Conservação de estilo de vida Relações sociais		
	Desenvolvimento científico	Conhecimento especializado Engajamento social		Academia, ONGs, instituições de pesquisa
				Pesquisa científica e educação

Toda parte marinha da orla adjacente a BHPA está inserida na APA Costa das Algas ao norte da foz do estuário e, ao sul, na RVS de Santa Cruz. Dentre os serviços oferecidos pelo sistema marinho, àqueles mais importantes que fomentam a necessidade de conservação desses ambientes e que estão de acordo com o uso permitido pelas UCs são o de produção de biomassa, navegabilidade e desenvolvimento científico. Ainda sem um plano de manejo estabelecido, destaca-se dentre os objetivos de criação da APA (Decreto Presidencial s/n, 2017):

II. Garantir a conservação da biodiversidade, o uso sustentável dos recursos naturais e a valorização das atividades pesqueiras e extrativistas de subsistência e de pequena escala praticadas pelas comunidades costeiras da região através do ordenamento do uso dos recursos naturais pesqueiros e demais organismos marinhos;

E da RVS (Decreto Presidencial s/n, 2017):

III. Contribuir para a recuperação dos recursos biológicos e para a sustentabilidade das atividades pesqueiras e extrativistas de subsistência e de pequena escala praticadas pelas comunidades costeiras da região no entorno da Unidade de Conservação.

De acordo ainda com o artigo 6º do Decreto de criação da RVS está autorizada a atividade pesqueira no seu interior até a elaboração do seu plano de manejo. Dessa forma, o serviço de produção de biomassa sustenta a realização de tal atividade no sistema marinho. Do mesmo modo, o serviço de navegabilidade beneficia tanto os pescadores quanto banhistas e demais usuários que desfrutam de atividades de lazer como o surfe, canoagem e de passeios de barco. E, ainda, a riqueza de fauna e flora aquática local que compõem ambientes singulares para a costa brasileira e são assegurados pelas UCs, como os bancos de rodolitos, permitem o desenvolvimento de pesquisas científicas que agregam saberes a comunidade acadêmica e a população local, através da educação ambiental.

Este sistema esteve ameaçado pela pluma de rejeitos de mineração oriunda do rompimento da barragem de Fundão em 2015, que ocorreu no município de Mariana/MG, atingindo o Rio Doce e a costa capixaba. Como consequência, foi recomendada a proibição da pesca nas áreas das UCs por meio da Nota Técnica nº 006/2016 Conjunta – APA Costa das Algas/RVS de Santa Cruz após estudos realizados no local. Somam-se a este impacto, aqueles em decorrência de outras fontes de pressão como as atividades industriais, as agropecuárias que utilizam agrotóxicos os quais são lixiviados para os corpos hídricos da BHPA, além dos esgotos domésticos que desaguam no mar.

5.2.1.8. Sistema afloramento rochoso

Este sistema apresenta-se de forma abundante na costa capixaba e refere-se a rochas expostas no terreno, relacionadas em sua maioria com topos de morros onde o solo é raso e a vegetação é bem rasteira ou formada por pequenos arbustos.

Os afloramentos rochosos abrigam características de fauna e flora singulares e, com relação à formação das bacias hidrográficas, exercem papel importante na topografia e garantem o fluxo de drenagem para o canal principal (Quadro 12. Descrição da

Planilha de Ecossistemas x Serviços para o sistema afloramento rochoso. Quadro 12. Descrição da *Planilha de Ecossistemas x Serviços* para o sistema campo. Quadro 14).

Quadro 12. Descrição da *Planilha de Ecossistemas x Serviços* para o sistema afloramento rochoso.

Classe	Serviços	Benefícios	Atores	Macro atividades
Suporte	Base para biodiversidade	Manutenção de biodiversidade	Comunidade rural e urbana, turista	Turismo e lazer
Provisão	Recurso mineral	Desenvolvimento socioeconômico	Mineiros	Mineração
Regulação	Fluxo hidrológico	Manutenção da drenagem para a bacia	Comunidade rural e urbana, turista	Residencial e comércio, agropecuária, pesca, turismo
	Vista panorâmica	Valor contemplativo		
	Beleza cênica	Bem-estar	Comunidade rural e urbana, turista	Turismo e lazer
Cultural	Valor cultural	Relações sociais Conservação de estilo de vida		
	Desenvolvimento científico	Conhecimento especializado Engajamento social	Academia, ONGs, instituições de pesquisa	Pesquisa científica e educação

Os principais serviços associados a este sistema são o recurso mineral e o fluxo hidrográfico. Este último refere-se ao fato que os afloramentos rochosos, em grande parte, estão associados a topos de morro ou a uma topografia mais elevada, o que proporciona o direcionamento da drenagem de água da chuva, de nascentes e do lençol freático para as regiões mais baixas da bacia, resultando no fluxo hídrico incidente na bacia para o canal fluvial e seus afluentes, até o estuário. O recurso mineral refere-se à disponibilidade de rochas para atividade de mineração na BHPA. Como pode ser observado na Figura 16, a exposição das rochas sedimentares da Formação Barreiras inviabiliza a lavra do segmento de rochas ornamentais, sendo viável a exploração destas na região noroeste (SILVA e CASTRO, 2016).

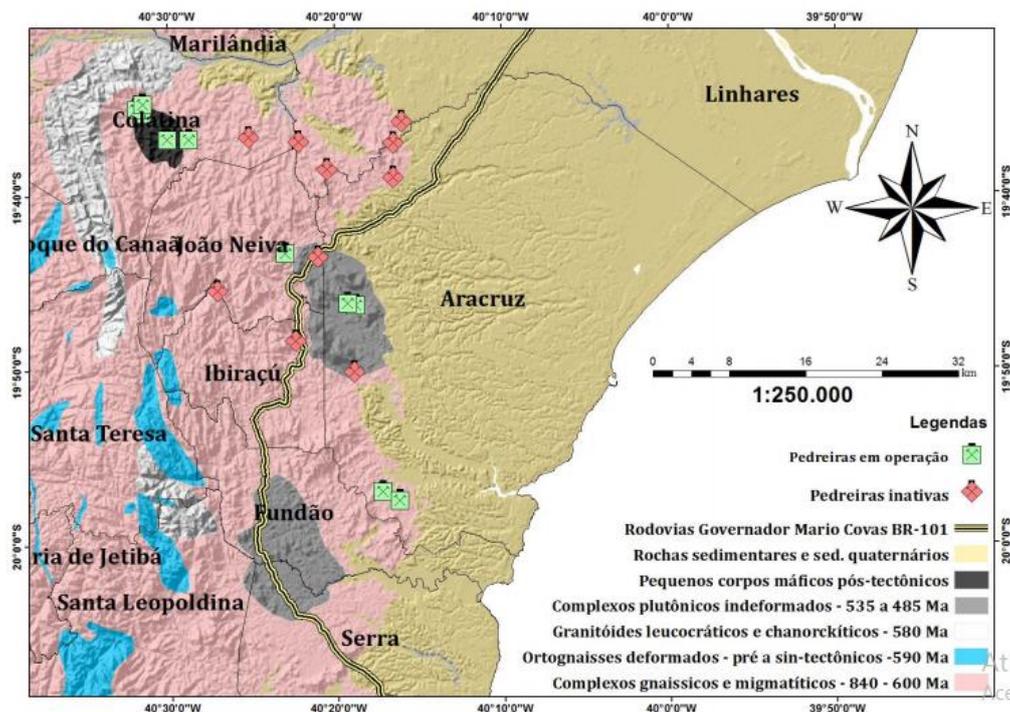


Figura 16. Mapa de unidades geotectônicas em Aracruz e no seu entorno. Fonte: Silva e Castro, 2016.

Do ponto de vista da análise ecossistêmica, chama-se atenção para o fato de que a disponibilidade dos recursos minerais e sua exploração por meio da mineração em topo de morro causa a remodelação da topografia ao nivelar a paisagem. Estas mudanças modificam as relações entre a morfologia do terreno e a biota que evoluiu ao longo do tempo nestes ambientes e, ainda, pode alterar a drenagem dos recursos hídricos (ROSS *et al.*, 2016).

5.2.2. Sistemas seminaturais

5.2.2.1. Sistema floresta plantada

Este sistema contempla as áreas de monocultura para atividade industrial de produção de celulose no município de Aracruz, estando em sua maioria relacionada ao plantio do eucalipto (Figura 17). Segundo Cancian (2014), este é o segundo sistema mais abundante entre os seminaturais na costa capixaba e apresenta um processo de substituição entre pastagens e áreas urbanas, ao longo do período de 1980 a 2010.

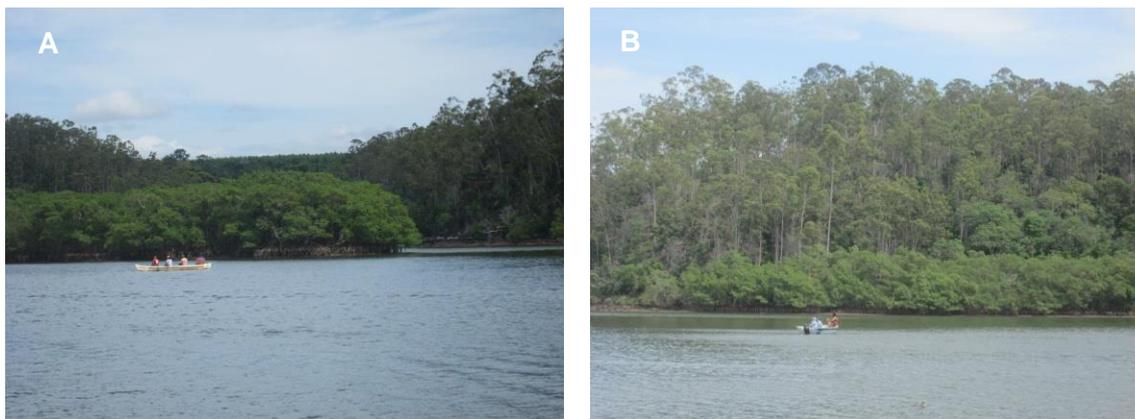


Figura 17. Presença de sistema floresta plantada no entorno do SEPAPM, por de trás do sistema manguezal (A e B).

Os serviços ecossistêmicos associados a este sistema se concentram naqueles com capacidade de gerar benefícios econômicos a certos usuários a partir de atividades específicas de exploração (Quadro 13Quadro 8. Descrição da *Planilha de Ecossistemas x Serviços* para o sistema canal fluvial.).

Quadro 13. Descrição da *Planilha de Ecossistemas x Serviços* para o sistema floresta plantada.

Classe	Serviços	Benefícios	Atores	Macro atividades
Suporte	Disponibilidade de sedimento	Formação de solo Ciclagem de nutrientes	Silvicultor, comunidade rural e urbana	Silvicultura, agropecuária, comércio
	Base para biodiversidade	Manutenção de biodiversidade		
Provisão	Matéria prima	Geração de renda	Silvicultor	Silvicultura, comércio
Regulação	Sequestro de carbono	Regulação climática Qualidade do ar	Comunidade rural e urbana	Residencial e comércio, agropecuária
	Controle de erosão	Fixação de sedimento		
Cultural	Desenvolvimento científico	Conhecimento especializado	Academia, instituições de pesquisa	Pesquisa científica e educação

São importantes para a BHPA os serviços relacionados às funções ecológicas típicas de florestas que estão associadas a este tipo de cultivo, como o sequestro de carbono, porém, destaca-se o serviço de matéria prima. A obtenção desse serviço por meio da atividade econômica de silvicultura, se dá através do cultivo de árvores de espécies exóticas que apresentam rápido crescimento, sejam de eucalipto, pinos ou acácia-negra e são produzidas por pequenos agricultores e pela indústria (EMATER, 2018).

O sistema floresta plantada para área da BHPA está associado em certos casos a ambientes de solo exposto, campo ou com presença de vegetação arbustiva devido as diferentes etapas do cultivo para a silvicultura. Como consequência das brucas

mudanças no uso do solo em poucos anos, devido ao crescimento acelerado das árvores e o posterior corte, estas áreas são vulneráveis e praticamente estéreis quanto à biodiversidade, além de agravarem os processos de lixiviação e erosão, resultando na perda de nutrientes com a exposição do terreno às intempéries climáticas.

5.2.2.2. Sistema campo

Trata-se das áreas em que houve supressão da vegetação de mata nativa para a realização de atividade pecuária com a criação de gado em pastagem. São sistemas geralmente extensos e pobres em diversidade de fauna e flora. A pastagem, inserida no sistema campo, é o tipo de uso do solo mais predominante na zona costeira do estado do Espírito Santo e, no município de Aracruz, corresponde a 22,5% do território (CANCIAN, 2014; SEAMA, 2018).

Quadro 14. Descrição da Planilha de Ecossistemas x Serviços para o sistema campo.

Classe	Serviços	Benefícios	Atores	Macro atividades
Suporte	Base para biodiversidade	Manutenção da biodiversidade	Comunidade rural, turista	Agropecuária, turismo, comércio
	Infiltração de água	Renovação do lençol freático		
Provisão	Produção de biomassa	Alimentação animal Geração de renda Subsistência		
Cultural	Valor cultural	Relações sociais Conservação de estilo de vida		
	Desenvolvimento científico	Conhecimento especializado Engajamento social	Academia, ONGs, instituições de pesquisa	Pesquisa científica e educação

Dos serviços prestados por este sistema, os mais relevantes são a produção de biomassa e o valor cultural (Quadro 14). O primeiro refere-se à capacidade do sistema em gerar os recursos necessários para o forrageamento do gado, que são criados em pastos através da atividade pecuária para engorda e posterior venda ou abate. O valor cultural trata-se da composição não material que pode incluir questões de capacidade de reflexão dos atores envolvidos, o desenvolvimento cognitivo, enriquecimento espiritual e religioso, bem como a formação histórica e cultural local que mantém as relações entre a comunidade (ANDRADE e ROMEIRO, 2009; RIBEIRO, 2018).

A realização da atividade pecuária inserida no sistema campo está associada a uma série de impactos, como o desmatamento de florestas nativas, a poluição do

ar, da água e do solo, a redução da biodiversidade e, ainda, a erosão por assoreamento dos rios (ALVES *et al.*, 2016). Apesar de apresentar redução no território com o passar dos anos, esta é a principal atividade da BHPA e apresenta potencial de crescimento. Dessa forma, devem-se compreender bem as relações entre os diferentes sistemas e seus serviços ecossistêmicos e como as alterações provocadas pelos atores locais podem interferir nos benefícios utilizados no seu entorno, que por fim, geram prejuízo as demais atividades na bacia.

5.2.2.3. Sistema agrícola

Este sistema abrange todos os diferentes tipos de cultivos agrícolas realizados na área da BHPA, bem como na sua orla adjacente. Os mesmos podem ser divididos entre permanentes e temporários, dentre eles citam-se os cultivos de café, cana de açúcar, abacaxi, mamão, banana e coco da Bahia. Sendo este último o mais marcante na orla (SEAMA, 2018). Caracterizam-se por áreas pequenas a grandes, dependendo do tipo de cultivo e, de acordo com o processo de manejo aplicado as culturas, podem estar intercaladas com áreas de solo exposto. Estas características foram verificadas a partir das etapas metodológicas de processamento dos dados espaciais e quando identificadas, foram considerados dentro do sistema agrícola (Quadro 15).

No estado do Espírito Santo, bem como para a área da BHPA, há forte influência do turismo rural que tem incentivo dos governos locais para seu desenvolvimento. Em Aracruz, o turismo rural é um ramo em expansão no interior do município (RIMA, 2007).

Quadro 15. Descrição da Planilha de Ecossistemas x Serviços para o sistema agrícola.

Classe	Serviços	Benefícios	Atores	Macro atividades
Suporte	Infiltração de água	Renovação do lençol freático	Comunidade rural, turista	Agropecuária, comércio, turismo
	Base para biodiversidade	Manutenção da biodiversidade		
Provisão	Produção de biomassa	Subsistência Geração de renda		
Cultural	Valor cultural	Relações sociais Conservação de estilo de vida		
	Desenvolvimento científico	Conhecimento especializado Engajamento social		

Os sistemas agrícolas abrigam ambientes seminaturais estabelecidos por seus atores cuja finalidade, em grande parte, é a produção alimentícia ou de outros suprimentos obtidos através do cultivo, por isso, o serviço de produção de biomassa é muito importante nesse sistema. Dos alimentos e produtos obtidos, parte pode servir para o próprio consumo nas propriedades e parte é vendida para geração de renda e disponibilização para o mercado consumidor da região. Outro serviço importante é o de valor cultural, visto que as atividades realizadas neste sistema, bem como no sistema campo, estão relacionadas a um estilo de vida muito apreciado pela comunidade rural e também a urbana, que utiliza de tais sistemas através do turismo ou por meio de atividades de lazer em busca de tranquilidade e qualidade de vida.

Como já citado, as áreas de APP protegem as áreas marginais aos rios e nascentes, os topos de morros, os manguezais e restingas, porém, cabe ressaltar que o novo Código Florestal também estabelece a proteção da vegetação nas áreas de Reserva Legal. Este termo se refere a:

Área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa.

5.2.2.4. Sistema lântico

Os ambientes deste sistema são definidos como de água parada, com movimento lento ou estagnado, as quais podem desaparecer ou reaparecer devido à variação sazonal em função dos períodos secos e chuvosos (CONAMA nº 357 de 2005; RIBEIRO, 2018). Para a área de estudo, estão representadas por lagos, lagoas, pequenos reservatórios, poças e brejos.

Em sua maioria, são sistemas antropizados construídos ou canalizados para fins cênicos ou para dessedentação animal quando associado à atividade pecuária. Exceto pelos ambientes de brejo, que podem ter origem no acúmulo de água da chuva em regiões de depressão ou em áreas alagáveis próximas ao canal fluvial, formando um ecossistema de área úmida com característica florística e faunística singular. Este sistema está distribuído de forma espaça no território e apresenta ambientes de tamanho pequeno (Quadro 16).

Quadro 16. Descrição da *Planilha de Ecossistemas x Serviços* para o sistema lântico.

Classe	Serviços	Benefícios	Atores	Macro atividades
Suporte	Base para biodiversidade	Manutenção de biodiversidade	Comunidade rural, turista	Agropecuária, comércio, turismo
	Ciclagem de nutrientes	Manutenção de biodiversidade Qualidade da água		
Provisão	Fornecimento de água	Dessedentação Umidade Irrigação		
	Produção de biomassa	Subsistência		
Regulação	Receptor de efluente	Diluição de carga orgânica		
	Sequestro de carbono	Regulação climática Qualidade do ar		
Cultural	Beleza cênica	Valor contemplativo Bem-estar		

Os serviços mais importantes para a área de estudo são o fornecimento de água e o de beleza cênica. Como mencionado, os ambientes associados ao sistema lântico auxiliam nas atividades ligadas a pecuária devido à necessidade de dessedentação dos animais criados na pastagem. Por isso, tais sistemas quando não estão disponíveis naturalmente são construídos dentro das propriedades particulares. O efeito estético promovido pela presença de lagos, lagoas ou pequenas áreas alagáveis traz grandes benefícios e sensação de bem-estar aos atores locais, além dos efeitos positivos para o micro clima que fomentam ainda mais a utilização destes ambientes.

5.2.3. Sistemas urbano-industriais

A aplicação dos conceitos de serviços ecossistêmicos sobre sistemas antropizados, ou seja, não naturais é útil e tem como vantagem para estudos como este a compreensão sobre os mais diversos aspectos do território e uma maior abrangência sobre as relações que se estabelecem além dos ambientes preservados, mas também a respeito dos fluxos entre os usuários, as atividades realizadas nos sistemas e entre diferentes sistemas.

Nota-se que estes sistemas tendem a gerar resíduos e efluentes que em certos casos são poluentes, podendo gerar impactos na qualidade dos ambientes e resultando na perda direta da biodiversidade, diferentemente dos sistemas seminaturais e,

principalmente, dos naturais. Ou seja, muitas intervenções humanas podem gerar impactos sobre os componentes de outros sistemas e, assim, causam mudanças nos seus serviços ecossistêmicos (GOPAL, 2016).

Considerar estes sistemas no processo de gestão integrada permite identificar aqueles atores que podem ser adversamente afetados ou indiretamente beneficiados através da tomada de decisão que favoreça o uso de um serviço em detrimento de outros. O que irá facilitar a identificação de riscos causados por decisões internas para o próprio sistema ou para os sistemas vizinhos, resultando na melhoria no processo de prevenção destes riscos (ATKINS *et al.*, 2011).

5.2.3.1. Sistema área edificada

Foram consideradas para este sistema as áreas na BHPA onde foram identificadas construções, seja em meio urbano ou rural, bem como o sistema viário. O principal centro urbano na área da bacia se refere a uma fração da sede do município de Aracruz e ao adensamento urbano na região do bairro de Santa Cruz, nas margens do SEPAPM. Outros loteamentos e construções de caráter rural encontram-se distribuídos pelo território.

Aracruz é um município considerado como de economia emergente, devido sua localização estratégica e a estrutura logística privilegiada estabelecida ao longo do tempo, as quais geram ótimas perspectivas comerciais. Apesar de receber forte contribuição do setor industrial representado por diversas indústrias metal-mecânicas e eletrônicas presentes no território que são reconhecidas nacionalmente, além da produção de celulose e do setor portuário, não se encontram plantas industriais na BHPA e na orla adjacente (PGI, 2016; PMSB, 2016). Inclusive, nota-se que a orla definida para o estudo tem seu limite ao norte com o início da área do Portocel. Um porto privativo que escoar toda a produção da FIBRIA, Cenibra, Veracel e Suzano Bahia Sul, sendo o único do Brasil especializado na exportação da produção do complexo fabril de celulose (PMSB, 2016).

É possível considerar que o sistema área edificada oferece serviços importantes para o bem-estar humano, visto a promoção de acesso a serviços básicos como hospitais, escolas e estradas. Apesar disso, nota-se que contextos urbanos onde é forte a presença de trânsito, ruídos e falta de paisagens naturais, por exemplo, estes provocam níveis de estresse e um mal-estar na população local (SCHERER e ASMUS, 2016) (Quadro 17).

Quadro 17. Descrição da *Planilha de Ecossistemas x Serviços* para o sistema área edificada.

Classe	Serviços	Benefícios	Atores	Macro atividades
Suporte	Serviços urbanos	Manutenção da área urbana	Comunidade urbana, rural, turista	Residencial e comércio, turismo
	Infraestrutura	Bem-estar		
Provisão	Geração de resíduo e efluentes	Transformação em energia e matéria prima.		
	Geração de produtos manufaturados	Abastecimento		
	Informação	Relações sociais		
Regulação	Regulação socioeconômica	Desenvolvimento socioeconômico Relações sociais		
Cultural	Valor cultural	Reprodução cultural e de estilo de vida Relações sociais		
	Desenvolvimento científico	Conhecimento especializado Engajamento social	Academia, ONGs, instituições de pesquisa	Pesquisa científica e educação

Dentre os principais serviços cita-se o de infraestrutura, o qual se refere à oferta e disponibilidade de espaços, estruturas, condições físico-urbanísticas para atendimento das necessidades da população em relação à moradia, serviços e equipamentos sociais. Outro serviço é o de geração de produtos manufaturados promovido principalmente pelos centros urbanos, devido à capacidade de obtenção, transformação e movimentação de produtos para comercialização local na região e até externa a ela. Por último, cita-se a promoção de regulação socioeconômica que se relaciona com os dois serviços anteriores e trata-se da promoção de inter-relações que geram o crescimento econômico local e garantia das necessidades da população.

5.2.3.2. Sistema área de extração mineral

O estado do Espírito Santo é o maior exportador brasileiro de rochas ornamentais, correspondendo a 79,37% do total de faturamento do país (DNPM, 2018). A produção de rochas encontra-se difundida por todo o território do estado e apresenta características específicas em diferentes regiões (ALTOÉ e ANDRADE, 2014).

Em relação ao valor da produção mineral comercializada em 2017, Aracruz foi o 13º município do estado por meio da produção de brita e cascalho, areia e argilas comuns, além das rochas ornamentais para as quais o município apresenta várias jazidas com diversidade de cores e tipos (PMSB, 2016; DNPM, 2018). Para a BHPA, são

encontradas rochas ígneas (granito, sienogranito, norito) e metamórficas (biotita-granada gnaiss e biotita gnaiss) aflorando por toda sua extensão (RODRIGUES, 2017) (Quadro 18).

Quadro 18. Descrição da *Planilha de Ecossistemas x Serviços* para o sistema área de extração mineral.

Classe	Serviços	Benefícios	Atores	Macro atividades
Provisão	Recurso mineral	Desenvolvimento socioeconômico	Mineiros	Mineração, comércio
	Geração de resíduo e efluentes	Transformação em energia e matéria prima		
Cultural	Desenvolvimento científico	Conhecimento especializado Engajamento social	Academia, ONGs, instituições de pesquisa	Pesquisa científica e educação

Os serviços oferecidos neste sistema são diretamente ligados à obtenção e transformação do recurso mineral para o mercado econômico, o que gera benefícios locais para atores específicos através da promoção de emprego e renda.

Por outro lado, os impactos gerados pela atividade realizada neste sistema são acompanhados da redução na oferta de muitos outros serviços ecossistêmicos. Sendo assim, análises ambientais realizadas no âmbito dos processos de licenciamento dos empreendimentos quando feitas sobre a perspectiva dos serviços de suporte, provisão, regulação e cultural dos sistemas socioambientais influenciados pelo processo de extração mineral, permite avaliações de impacto mais completas e específicas. Tornando-se viável o reconhecimento sobre os *tradeoffs* e a priorização adequada de medidas de mitigação e compensação para aqueles atores e sistemas diretamente afetados.

5.2.4. Representação espacial dos sistemas socioambientais

A partir dos dados disponibilizados pelo IEMA, referentes ao levantamento de uso e ocupação do território da região hidrográfica Centro-Norte no período de 2012-2015, foi necessário fazer a adequação das classes definidas pelo instituto de acordo com os sistemas socioambientais identificados através da construção da base ecossistêmica para a BHPA e sua orla adjacente. Do mesmo modo, optou-se por realizar o refinamento dos polígonos por meio da sobreposição do arquivo *shapefile* com uma imagem de satélite do ano de 2018. Este resultado auxiliou na interpretação das tendências de desenvolvimento da região devido a configuração dos seus sistemas,

juntamente com os conhecimentos a respeito dos planos estaduais e municipais para o crescimento socioeconômico da região.

Conforme o estudo da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEAMA publicado em 2018, o mapeamento do uso e cobertura do solo do Espírito Santo realizado nos anos de 2007-2008 e 2012-2015, contempla um total de 25 classes (Figura 18). Dentre elas, percebe-se que há um detalhamento para os tipos de cultivos agrícolas e de reflorestamento, bem como quanto ao estágio de sucessão das matas nativas. E, ainda, devido as dificuldades no processo de interpretação das fisionomias ou mesmo por conta da diversidade de classes secundárias, foi feito o agrupamento de certas características do território através da classe “outros”.

CLASSE DE USO E COBERTURA DO SOLO	
Mata Nativa	Cultivo Agrícola - Cana de Açúcar
Mata Nativa em Estágio Inicial de Regeneração	Cultivo Agrícola - Café
Mangue	Cultivo Agrícola - Abacaxi
Restinga	Cultivo Agrícola - Mamão
Brejo	Cultivo Agrícola - Coco da Bahia
Solo Exposto	Cultivo Agrícola - Banana
Macega	Cultivo Agrícola - Outros Cultivos Permanentes
Campo Rupestre / Campo Altitude	Cultivo Agrícola - Outros Cultivos Temporários
Extração Mineração	Pastagem
Afloramento Rochoso	Massa D'água
Reflorestamento - Eucalipto	Áreas Edificadas
Reflorestamento - Seringueira	Outros
Reflorestamento - Pinus	

Figura 18. Tabela descritiva das classes definidas pelo IEMA para o uso e cobertura do solo no Espírito Santo. Fonte: SEAMA, 2018.

Dessa forma, com a definição dos 14 principais sistemas socioambientais na BHPA e em sua orla adjacente, certas classes foram reenquadradas em sistemas correspondentes, como no caso do “mangue” e da “restinga”. Outras só puderam ser reclassificadas por meio da comparação com a imagem de satélite atual, de forma que assim fosse comprovada qual fisionomia se referia a classe conforme os sistemas identificados.

Destaca-se que para a classe “outros” muitos de seus polígonos correspondiam as rodovias, ruas e avenidas. Já as “áreas edificadas” abrangiam, principalmente, os aglomerados urbanos. Para adequar estas classes aos sistemas socioambientais identificados neste trabalho, estas duas foram definidas como sistema “área edificada”, que além disso contempla outros tipos de infraestrutura no território e as edificações rurais. Os diferentes tipos de vegetação de mata nativa foram agrupados em um mesmo sistema, assim como os cultivos agrícolas e as classes de reflorestamento. Os

mesmos foram representados, respectivamente, pelo sistema “vegetação de mata nativa”, sistema “agrícola” e “floresta plantada”.

Já as classes “macega” e “solo exposto”, apresentaram uma característica comum de ambientes de transição entre usos. As macegas são definidas pela presença de vegetação alterada, com predominância de indivíduos do porte herbáceo, podendo haver alguns arbustos e raramente um ou outro indivíduo arbóreo (Lei nº 5.361/96). Esta configuração, pode estar associada a cultivos abandonados ou a áreas de sucessão ecológica ainda em estágio inicial. E, assim como os solos expostos, podem ser uma etapa do processo de cultivo. Por isso, em certos casos estes ambientes foram reclassificados como sistemas “agrícola” e “floresta plantada”. O solo exposto, ainda pode ser associado a pastagens, sendo reclassificado como sistema “campo”.

Cabe ressaltar, que a classe “massa d’água” foi dividida entre o sistema “canal fluvial” e “lêntico” para se adequar aos sistemas identificados nos tópicos anteriores. Foram somados a este último, os ambientes da classe “brejo”, pois se referem a áreas alagáveis ou pequenas áreas úmidas conforme o conceito deste sistema. A Figura 19 representa o mapa de sistemas da BHPA, reclassificado segundo os dados do IEMA.

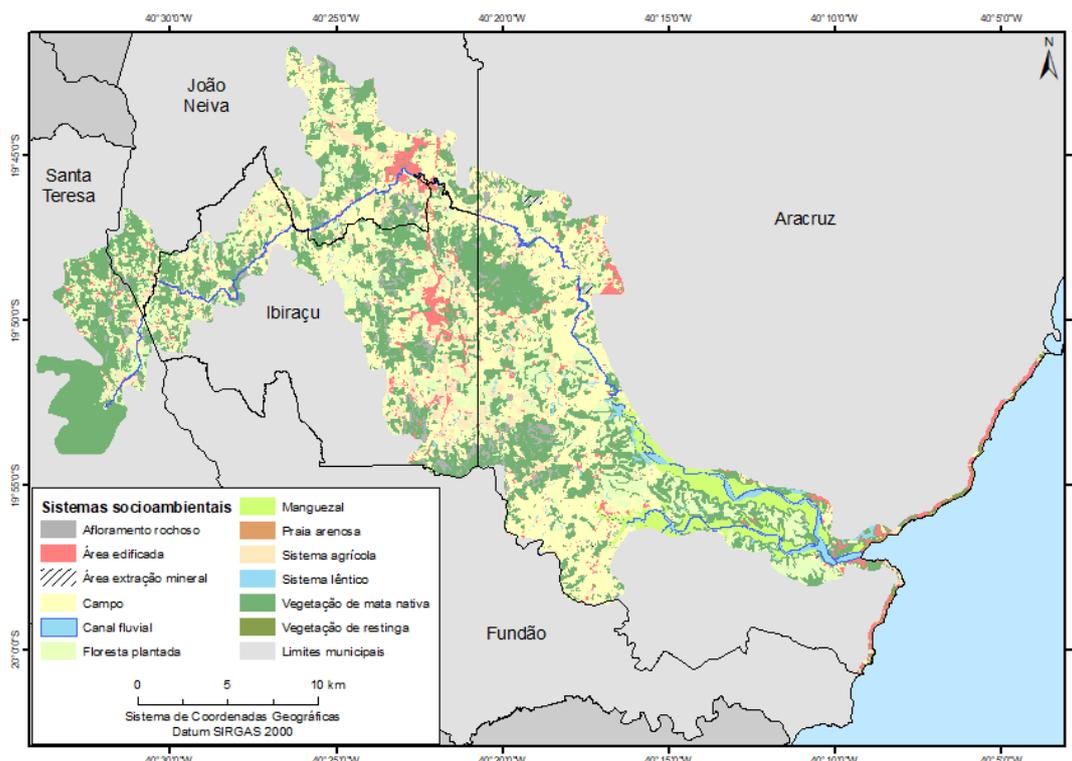


Figura 19. Mapa dos sistemas socioambientais da bacia hidrográfica do rio Piraquê-açu e sua orla adjacente.

5.3. Avaliação da relação de importância entre os sistemas e as atividades na BH e na ZC

Para cumprir com os objetivos propostos por este trabalho, buscou-se analisar a relação de importância da porção da bacia hidrográfica dentro dos limites da zona costeira e sua orla adjacente (município de Aracruz), entre a porção localizada a montante da ZC (municípios de Santa Tereza, Ibirapu e João Neiva). Esta relação foi interpretada através de uma abordagem ecossistêmica, por meio dos serviços ecossistêmicos prestados pelos sistemas socioambientais identificados no tópico anterior que são capazes de gerar benefícios à certos atores locais, os quais usufruem dos sistemas a partir da realização de atividades específicas no território.

A fim de se compreender as relações entre sistemas e atividades socioeconômicas sobre a perspectiva da integração de bacias e zonas costeiras, cada macro atividade identificada para a região a montante na BHPA foi analisada quanto aos serviços e, dessa forma, quanto aos sistemas presentes na ZC que a beneficiavam. O mesmo foi analisado com o sentido oposto da relação, para as macro atividades realizadas na ZC quais os sistemas socioambientais no alto da bacia as beneficiam a partir dos serviços promovidos por eles.

Quando a avaliação permite perceber que a atividade está diretamente ligada e é influenciada pelos serviços ecossistêmicos de determinado sistema na região adjacente, significa que a manutenção das condições adequadas de conservação desse sistema é fundamental para o bom aproveitamento da atividade exercida. Dessa forma, o resultado é interpretado como uma relação de interesse a ser considerado no contexto da gestão integrada de BH e ZC (DE ANDRES, 2017).

Para isso, foram geradas duas matrizes, sendo uma para a análise da relação de importância dos sistemas da BH (linhas) para as macro atividades na ZC (colunas) e, posteriormente, dos sistemas da ZC para as macro atividades realizadas na BH. Na interseção entre cada sistema e atividade foi aplicado um peso de importância da relação estabelecida, segundo a metodologia apresentada anteriormente (Quadro 2). Os critérios de avaliação respeitaram a importância relativa do sistema para a completa realização de cada macro atividade. Do ponto de vista sistêmico, no qual o uso e ocupação do território é uma representação das diversas interconexões entre os sistemas naturais e não naturais, considerou-se ainda nesta avaliação de importância a interação dos serviços de um sistema com os demais da região em análise e com a adjacente.

O total de análises feitas para a relação de sistemas da BH com atividades realizadas na ZC foi de 108, visto que foram identificados nove sistemas a montante para doze macro atividades a jusante (Quadro 19). Destaca-se que apenas na ZC se realiza a “extração de mariscos”, que ocorre na região do manguezal do SEPAPM. Também só no estuário e na região da orla de Aracruz foram identificados os sistemas “marinho”, “praia”, “terraços de abrasão”, “vegetação de restinga” e o próprio “manguezal”. Então, para o sentido oposto de avaliação foram realizadas 154 análises que se deram entre quatorze sistemas e onze atividades (Quadro 20).

Devido este montante total de informações, foram descritas e discutidas apenas aquelas de maior interesse para a região e aquelas que necessitam de maior atenção por conta das especificidades locais para a relação entre bacia hidrográfica e a zona costeira.

Quadro 19. Matriz de importância dos sistemas socioambientais da BH para as macro atividades realizadas na ZC.

Sistemas da BH	Macroatividades da ZC											
	Agricultura	Atividade residencial	Captação de água	Comércio	Emissão de efluentes	Extração de mariscos	Mineração	Navegação	Pecuária	Pesca	Silvicultura	Turismo e lazer
Afloramento rochoso	1	1	2	1	2	2	4	2	0	2	0	2
Área edificada	4	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4
Área de extração mineral	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0
Campo	2	2	3	4	3	3	0	3	4	3	2	3
Canal fluvial	4	5	5	5	5	5	0	5	3	5	3	5
Sistema agrícola	4	2	3	3	3	3	0	3	2	3	1	3
Sistema lêntico	0	1	2	1	2	1	0	1	0	1	0	1
Floresta plantada	1	0	0	4	0	0	0	0	2	0	4	0
Vegetação de mata nativa	4	4	4	4	4	4	0	4	4	4	1	4

Quadro 20. Matriz de importância dos sistemas socioambientais da ZC para as macro atividades realizadas na BH.

Sistemas da ZC	Macroatividades da BH										
	Agricultura	Atividade residencial	Captação de água	Comércio	Emissão de efluentes	Mineração	Navegação	Pecuária	Pesca	Silvicultura	Turismo e lazer
Afloramento rochoso	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	3
Área edificada	4	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4
Área de extração mineral	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0
Campo	2	1	1	4	1	0	1	4	1	2	3
Canal fluvial	3	2	3	4	3	0	3	1	3	0	4
Manguezal	1	0	2	3	2	0	2	0	2	0	2
Marinho	0	2	0	3	0	0	1	0	1	0	2
Praia arenosa	1	0	2	3	2	0	2	0	2	0	2
Sistema agrícola	4	1	1	3	1	0	1	2	1	1	3
Sistema lântico	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Floresta plantada	1	0	0	4	0	0	0	2	0	4	0
Terraços de abrasão	1	0	2	0	2	0	2	0	2	0	1
Vegetação de mata nativa	4	3	2	4	2	0	2	3	2	1	4
Vegetação de restinga	0	0	2	0	2	0	1	0	1	0	1

Dessa forma, a partir do raciocínio apresentado foi possível interpretar que a importância relativa do sistema “vegetação de mata nativa” presente na BH para a atividade de “agricultura” realizada na ZC é referente ao peso 4 (muito importante) devido, principalmente, ao serviço ecossistêmico de controle da erosão exercido pelas matas ciliares que garantem a manutenção do sistema “canal fluvial” considerado também com peso 4. Ou seja, esta análise foi feita em concordância com uma avaliação de causa e efeito através da interconexão entre os sistemas, visto que a condição adequada do rio proporciona água para irrigação das plantações onde a água é disponibilizada a jusante. Cabe ressaltar que esta relação seria definida com peso 5 (limitante) apenas se o canal fosse a única fonte de recurso hídrico para a atividade, porém na área rural de Aracruz se constata outras formas de captação de água além do rio Piraquê-açu.

Por outro lado, ao tratar da importância do sistema “vegetação de mata nativa” na ZC para a atividade “agricultura” realizada na BH, considera-se além dos serviços referentes a manutenção do rio aqueles que garantem a qualidade do ar, a regulação climática e outros que tornam a região do BHPA um ambiente propício as atividades exercidas nos sistemas agrícolas a montante. Diferentemente da relação no sentido oposto de análise, o peso definido para o “canal fluvial” foi igual a 3 (importante), pois os serviços atuam de forma mais influente quando são compatíveis ao fluxo hidrológico.

A “vegetação de mata nativa” apresentou um peso menor nos dois sentidos para as atividades “mineração” e “silvicultura”, devido à menor disponibilidade de uso dos recursos hídricos do rio, o que acarreta em uma relação de importância baixa entre o sistema e a realização da atividade.

Ainda neste aspecto de análise, para a relação entre a ZC e as atividades da BH somam-se ao sistema “vegetação de mata nativa” os sistemas “manguezal”, “praia arenosa” e “vegetação de restinga” na manutenção dos serviços ofertados para a qualidade da água no canal do rio. Visto que a configuração da foz pode acarretar em alterações na vazão e, assim, na disponibilidade hídrica a montante. O sistema “marinho” e “terraços de abrasão” seguem a mesma lógica, mas com influência menor na manutenção das atividades por serem sistemas mais externos aos processos, não sendo tão importantes na escala de análise aplicada.

Ao analisar a relação entre o sistema “campo” da BH e as atividades de “captação de água” e “emissão de efluentes” na ZC, considerou-se o mesmo como diretamente

associado às atividades e de baixa influência para sua manutenção (peso 3). Em contrapartida, é possível correlacionar a presença de campos com a supressão de vegetação de mata nativa para substituição por pastagens, o que acarretaria em impactos aos serviços oferecidos e por consequência, às atividades ligadas aos mesmos. Porém esta análise não foi abordada, já que no momento é válido apenas considerar a capacidade dos sistemas em promover os serviços ecossistêmicos que beneficiam as atividades na região adjacente.

Os ambientes urbanos referentes ao sistema “área edificada”, nas duas regiões em análise estão diretamente ligados às demais atividades e são, ora de alta, ora de baixa influência para seu funcionamento. A segunda situação refere-se aquelas atividades nas quais onde se realizam há maior oferta de subsídios para sua manutenção do que na região adjacente.

Ao observar as análises para as atividades comerciais (“comércio”) em ambas as regiões, os sistemas mais importantes são aqueles onde ocorrem as principais atividades para a BHPA (“campo”, “floresta plantada” e “área edificada”), pois estes geram serviços de alta influência para a atividade na região adjacente visto a comunicação que existe entre os municípios por meio de suas estradas e rodovias tanto para o transporte de mercadorias quanto para o fluxo de atores que usufruem destes sistemas. Proporcionando os fluxos socioeconômicos através do comércio de produtos oriundos de tais sistemas. Mas, também são importantes os sistemas naturais que geram manutenção dos sistemas anteriores diretamente (“canal fluvial”, “mata nativa” e “manguezal”, “praia arenosa” quando para a atividade na BH).

Por fim, percebe-se que há uma relação entre o turismo e a presença de “praias arenosas” e outros sistemas costeiros na região. De acordo com De Vos *et al.* (2017), há forte tendência de turistas para destinos com tais características e os serviços providos por estes sistemas se reproduzem em múltiplas escalas e atingem diferentes atores dentro do território.

As avaliações se deram através dos conhecimentos sobre a região com auxílio de bibliografias, porém as informações a respeito das trocas e relações entre municípios são escassas, principalmente, aquelas dentro dos limites da bacia. Dessa forma, foi feita uma inferência a qual deve ter uma margem de generalização da realidade local.

A metodologia aplicada neste trabalho é replicável a qualquer escala e tipo de bacia hidrográfica costeira do Brasil, devendo ser analisada detalhadamente as respectivas peculiaridades de cada local. Sabe-se que ao longo da costa emergem diferentes

atividades socioeconômicas devido as mais diversas vocações litorâneas encontradas no país. E, ainda, cada bacia é capaz de abrigar outras configurações de uso e ocupação do solo, bem como outros sistemas naturais, seminaturais e urbano-industriais. Por outro lado, é nítida para qualquer bacia costeira a importância de certas relações entre os sistemas locais e as atividades ali realizadas. Como aquelas presentes na ZC e dependentes dos serviços ecossistêmicos do canal fluvial, que necessitam da manutenção dos sistemas associados ao canal na BH.

Como dito anteriormente, a CTCOST é o principal fórum de discussão para a promoção da integração de zonas costeiras e bacias hidrográficas em nível federal. Nela estão representados os mais diversos setores ligados ao tema que utilizam desse espaço para troca de experiências, resolução de conflitos, bem como para proposição de ações e estudos. Com a reabertura das pautas no ano de 2018, após a primeira reunião realizada no mês de fevereiro, foi possível apresentar o presente trabalho na segunda e última reunião do ano, a 36ª Reunião Ordinária da CT COST que ocorreu no mês de novembro. Nesta oportunidade, o atual coordenador da câmara técnica abriu espaço para uma explicação sobre os principais objetivos do trabalho, a metodologia aplicada e possíveis resultados.

Com intuito de compreender as principais relações entre atividades econômicas e os sistemas socioambientais ao longo das bacias costeiras brasileiras, foi possível aplicar um questionário, no qual os representantes presentes indicaram como se dava tal relação em suas regiões de origem conforme seus conhecimentos. O formato do questionário será apresentado na íntegra no Apêndice 1. De quatorze questionários entregues, obteve-se seis respostas referentes aos representantes da Agência Nacional de Águas – ANA, da Fundação RENOVA, do Comitê da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul – CBH/RB e da Associação Nacional dos Órgãos Municipais de Meio Ambiente – ANAMMA.

É interessante destacar que, conforme encontrado nesta etapa metodológica, todas as respostas demonstraram a relação de importância dos sistemas “canal fluvial” e “área edificada” para o fluxo de serviços entre a BH e a ZC. Algumas também citam os sistemas “vegetação de mata nativa” para ambas as regiões. Com relação aos sistemas específicos da ZC, certas respostas confirmam a importância do “manguezal”, também da “praia” e do sistema “marinho”. Tal informação se mostrou útil devido à sua função de validação do raciocínio aqui empregado. Demonstrando que não só através de uma perspectiva científica, mas também por meio da experiência de gestores e técnicos atuantes na área, foi possível compreender a relação entre os sistemas da BH e da ZC.

com as atividades realizadas nestas grandes regiões, que são complementares entre si.

5.4. Delimitação de áreas de potencial interesse à GIBHZC

Para realizar esta análise, foi feita uma adaptação no modelo ecossistêmico de forma que cada *pixel* da área de estudo fosse avaliado quanto a sobreposição da importância para as diferentes atividades realizadas na região. Para isso, a aplicação da avaliação da relação de importância entre os sistemas socioambientais e as atividades realizadas na BH e na ZC, serviu como dado de entrada para a modelagem. Através do *software* TerrSet, foi possível analisar a sobreposição dos pesos definidos para cada sistema com relação às macro atividades presentes nas regiões de influência adjacentes.

O modelo *Overlapping Use* gerou dois produtos finais, sendo o primeiro uma imagem *raster* referente a Frequência de Ocorrência dos usos que apresenta o número de atividades sobrepostas que ocorrem dentro de cada *pixel* nos sistemas. E o segundo produto, uma imagem referente a análise dos pesos de importância atribuídos a cada sistema, chamado de Índice de Importância. Destaca-se que os sistemas “marinho” e “terraços de abrasão” presentes na ZC e avaliados quanto a importância para as atividades na BH no tópico anterior, não foram mapeados na modelagem.

5.4.1. Análise da importância de uso

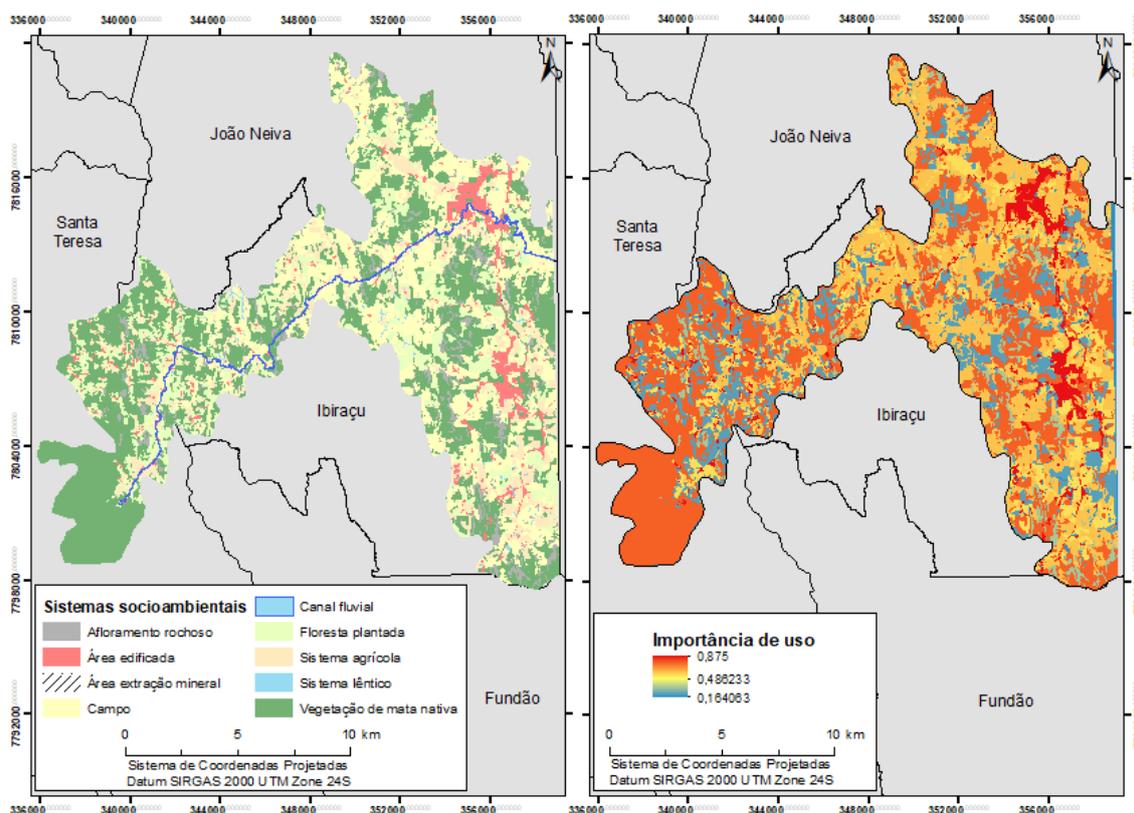


Figura 20. Mapa do Índice de Importância para os sistemas socioambientais da BH.

O mapa de importância de uso dos sistemas socioambientais pelas atividades econômicas apresenta o quanto um determinado sistema socioambiental é importante para cada atividade realizada na região adjacente. A Figura 20 demonstra que os sistemas mais relevantes na BH, de acordo com as atividades realizadas na ZC, são o “mata nativa”, “canal fluvial” e o sistema “área edificada”. Há forte demanda pelos recursos hídricos da bacia na ZC, visto que nesta região ocorre a captação de água do Piraquê-açu para abastecimento da população urbana, a qual permite a perpetuação de atividades como moradia, estabelecimento de comércios e até mesmo o desenvolvimento turístico da região. Além disso, a demanda para irrigação de cultivos associada as atividades agropecuárias geram grande dependência dos serviços providos pelo canal a montante. Considerando que, apenas um ambiente equilibrado e saudável é capaz de promover todos seus serviços ecossistêmicos de forma adequada, nesta situação, os sistemas que auxiliam na manutenção do canal fluvial também exercem forte influência nas atividades costeiras. Como apresentado anteriormente na identificação dos serviços de cada sistema, a vegetação de mata nativa exerce papel fundamental na regulação e suporte de demais sistemas em sua região de origem e, dessa forma, influência direta e indiretamente uma série de atividades a jusante.

Os ambientes do sistema “área edificada” sustentam e promovem o desenvolvimento socioeconômico tanto localmente como na região adjacente, através dos fluxos de pessoas e produtos. O sistema com menor importância é o “floresta plantada”, referente aos cultivos de eucalipto.

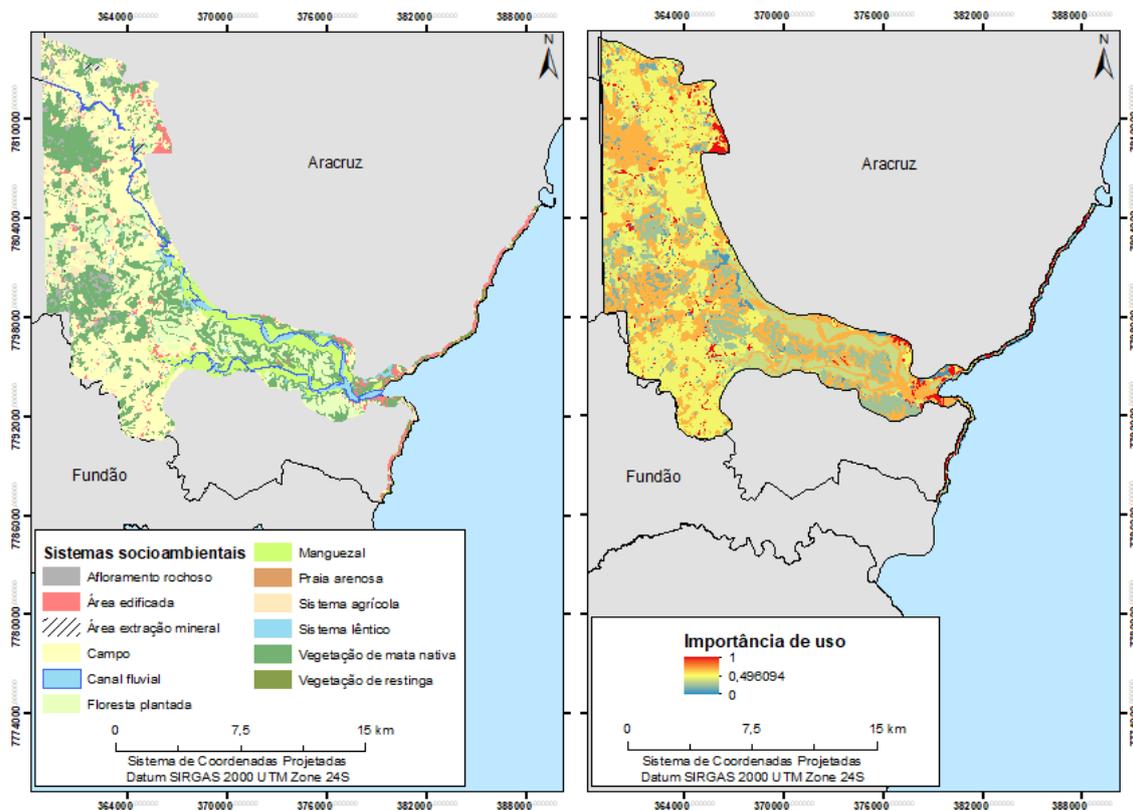


Figura 21. Mapa do Índice de Importância para os sistemas socioambientais da ZC

Com relação a análise feita para os sistemas da ZC (Figura 21), percebe-se que os sistemas naturais de alta importância identificados no mapa anterior tiveram um diminuição, apenas o sistema urbano-industrial “área edificada” se manteve com o maior valor de importância para a região, por conta da maior liberdade no fluxo de atores ao longo da bacia, o que garante a realização das diferentes atividades a montante. Por outro lado, mesmo para os ambientes urbano-industriais deve-se considerar nos processos econômicos locais a importância da produção dos bens e serviços ecossistêmicos gerados pelos sistemas naturais. Dito isso, nota-se a necessidade de preservação dos mesmos para a manutenção de toda a cadeia de atividades entre a BHPA e a sua zoa costeira.

Em contrapartida, os serviços promovidos pelos sistemas “área edificada” influenciam o interesse da sociedade em ocupar tais ambientes. Sendo assim, a adequada gestão dos recursos e do território através do planejamento e ordenamento do uso e ocupação são mecanismos essenciais para a qualidade de vida da população local e

para o desenvolvimento econômico, para que se mantenha o equilíbrio entre a demanda e as pressões exercidas sobre os demais sistemas, a montante e a jusante. Assim como para a análise da BH, o sistema “floresta plantada” é tido como menos importante também na ZC.

Como descrito para as matrizes de avaliação da relação de importância, os sistemas naturais a montante da ZC, ou seja, no território dos municípios de Santa Teresa, João Neiva e Ibiraju estão diretamente ligados e influenciam fortemente as atividades realizadas na zona costeira, principalmente, aquelas que dependem do canal fluvial. Visto que o trabalho se dá dentro dos limites da bacia hidrográfica do PA, este é o maior mecanismo de conexão entre as duas grandes regiões em estudo e a análise foi feita no sentido favorável ao fluxo hidrológico. Através da avaliação no sentido oposto, considera-se que tais sistemas são importantes dentro da mesma região de análise, ainda garantindo a manutenção dos serviços oferecidos e influenciando as atividades localmente. Mas apresentam menor influência para as atividades a montante, que também são fortemente influenciadas pelos seus sistemas locais.

Pode-se fazer uma analogia com o papel ecossistêmico das unidades de conservação, pois estas funcionam com um mecanismo semelhante de influência nos fluxos ambientais do seu entorno, porém, em escala diferente. É comprovado pela ciência o potencial de exportação de biodiversidade para o entorno de UCs de proteção integral ou, ainda, a capacidade dessas UCs em recompor espécies ameaçadas de extinção e trazer maior diversidade para as regiões onde são implementadas. O que significa que, através dessas áreas localizadas onde há preservação dos serviços ecossistêmicos há o aproveitamento dos seus benefícios localmente e também em escalas mais abrangentes.

Visto que a metodologia aplicada busca compreender a relação entre as diferentes regiões, não cabe avaliar a importância dos sistemas localmente. Porém, esta informação é de extremo valor e auxilia na compreensão das demais relações que ocorrem em maior escala. Dessa forma, estudos que gerem estes dados devem ser fomentados na BHPA e seu entorno.

5.4.2. Análise da frequência de ocorrência do uso

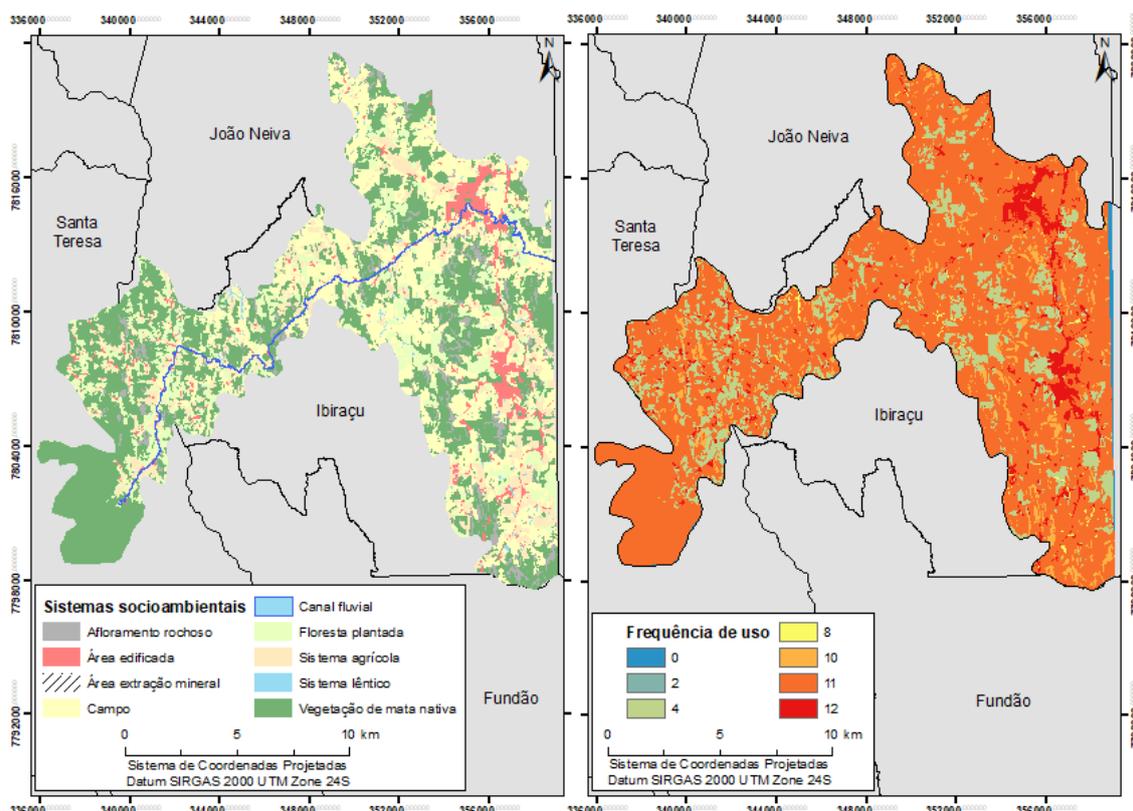


Figura 22. Mapa de Frequência de Ocorrência dos usos para os sistemas socioambientais da BH.

Para tornar a avaliação mais completa, com a análise de frequência de ocorrência dos usos foi possível identificar quantas atividades ocorrem em cada sistema socioambiental definido anteriormente, ou seja, o número total de atividades que utiliza cada sistema.

Para a análise sobre a BH (Figura 22), observa-se que os sistemas “área edificada” congregam todas as atividades realizadas a jusante. O sistema natural “vegetação de mata nativa” e os seminaturais “campo” e “agrícola” abrigam 11, das 12 atividades da ZC.

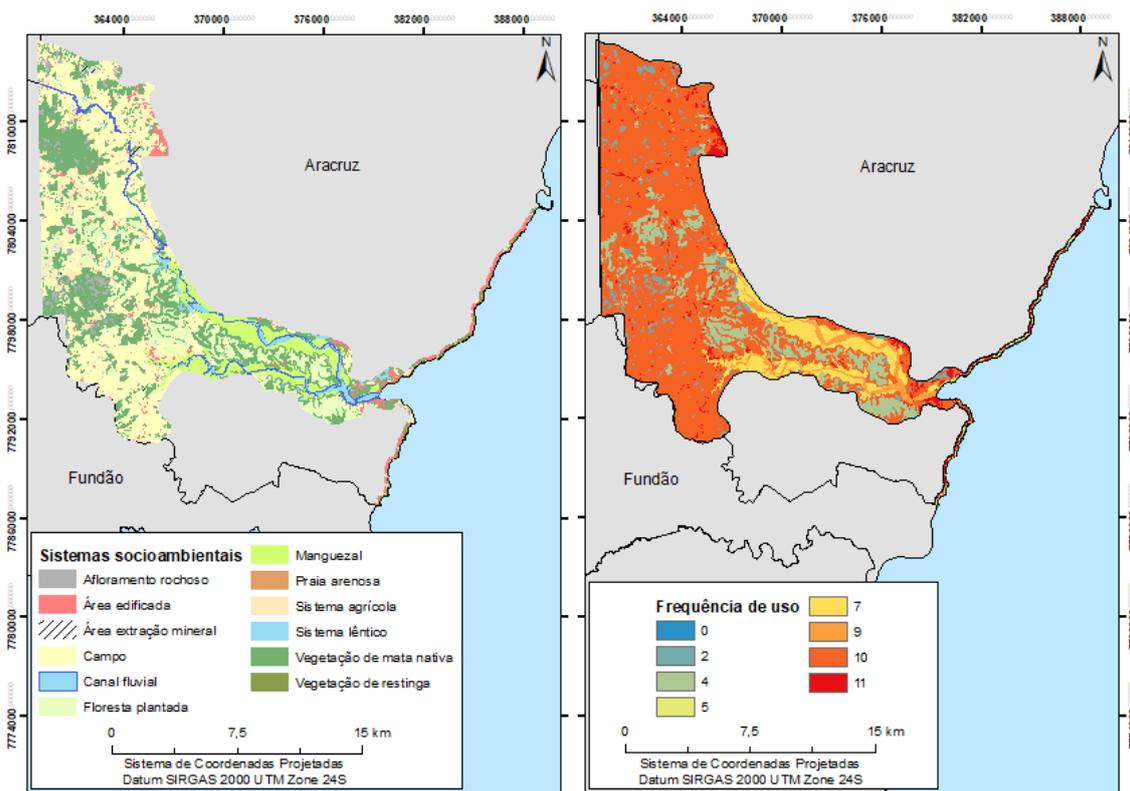


Figura 23. Mapa de Frequência de Ocorrência dos Uso para os sistemas socioambientais da ZC.

Com relação aos sistemas da ZC (Figura 23), nota-se que o sistema “área edificada” também abriga todas as atividades realizadas a montante e, assim como anteriormente, exceto por uma atividade ausente, seguem os sistemas “vegetação de mata nativa”, “campo” e o “agrícola”.

O dado de frequência de uso em si, permite compreender a amplitude dos serviços ecossistêmicos prestados, tornando possível perceber quantas atividades eles proporcionam e beneficiam. Dessa forma, um número alto de atividades dependentes de um sistema significa que o mesmo é de grande importância para as relações locais. Por outro lado, deve-se ter atenção sobre aqueles que não congregam tantas atividades, mas que possam concentrar funções muito importantes para o seu entorno e para toda uma região. A frequência de uso do sistema reflete sua importância, mas como não há a discriminação da relevância de cada uma destas atividades para a região, talvez sistemas com uma frequência menor sejam subjugados, apesar de proverem usos essenciais a qualidade de vida e desenvolvimento local.

Adiciona-se a este argumento, o fato de os impactos às funções e aos serviços serem difíceis de prever, por conta da diversidade de interconexões e a característica de relação complexa e não linear entre os benefícios gerados e o bem-estar humano (ANDRADE e ROMEIRO, 2009). Sendo assim, é necessário refletir sobre a questão

de que certas atividades provocam pressões sobre os ambientes e, ao observar a frequência de uso, é possível que um número maior de atividades sobre um ambiente ou mesmo a presença de apenas uma atividade específica, porém com alto grau de degradação, revele então que tal sistema necessita de ordenamento de seus usos e um planejamento adequado para continuar exercendo suas funções sem prejuízos ambientais e socioeconômicos à região.

Visto que a previsão de crescimento da população urbana associada aos ecossistemas costeiros como as zonas úmidas, estuários, praias, dunas e baías mostra um salto de 7 a 18 milhões de pessoas (DE ANDRES *et al.*, 2017), é útil e de grande importância o estudo das relações entre as atividades realizadas nestes sistemas. Mas também sobre os sistemas do entorno, sejam nas bacias hidrográficas, sejam em unidades de conservação terrestres e marinhas, do ponto de vista dos serviços ecossistêmicos promovidos pelos mesmos.

Chama-se atenção para que, embora a abordagem ecossistêmica tenha o potencial para tornar mais explícito o valor da proteção dos ecossistemas e da manutenção das suas funções ambientais para a garantia da perpetuação das atividades humanas (BRAUMAN *et al.*, 2007), para que este potencial seja concretizado em ações e políticas públicas, as instituições precisam ter capacidade para facilitar a participação de atores em diferentes escalas e incorporar a base ecossistêmica à suas estratégias de gestão (DE VOS *et al.*, 2017).

5.4.3. Proposta de áreas de potencial interesse à GIBHZC

Destaca-se que os sistemas socioambientais não apresentam limites políticos-administrativos e que aplicar tal delimitação sobre esta abordagem, pode gerar perda na efetividade de ações que visem o melhor aproveitamento dos seus benefícios. Pois os serviços ecossistêmicos são proporcionados em um sistema por completo e não em certas regiões específicas que possam ser segregadas do todo. Dessa forma, como apresentado anteriormente, o mecanismo político no Brasil que mais se adequa a esta verdade quando se trata da gestão de recursos hídricos e a interação com a zona costeira, é a PNRH através dos seus planos de bacia, os quais planejam os usos e abrigam todos os atores dentro de uma região definida pelas suas características geográficas.

Apesar disso, ainda são evidentes os conflitos espaciais e de gestão para a garantia dos recursos e dos usos entre as bacias hidrográficas e suas zonas costeiras adjacentes. Com a metodologia aplicada, o presente trabalho visa então estabelecer uma base geoespacial compatível para solucionar estes conflitos.

Por meio da abordagem de base ecossistêmica, considerando todos os serviços ecossistêmicos prestados na área de estudo, foi possível obter um panorama total das relações presentes no território ao longo das etapas metodológicas. Tornou-se evidente que a água é um conector biofísico da paisagem e também das relações socioeconômicas entre a bacia e a zona costeira. Da mesma forma, há grande interação e uma relação importante entre as atividades realizadas em cada uma dessas esferas regionais com os sistemas adjacentes.

Em trabalhos já apresentados ou citados neste estudo, é possível encontrar casos exemplares para a delimitação de áreas de interesse que tenham o objetivo de garantir uma melhoria na gestão. Para Filet e Sena (2000), os estuários foram escolhidos para integrar as ações de gestão costeira, devido a sua importância para aglomerados urbano-portuários. Outra abordagem interessante é a de eleger áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais, as quais constituem uma forma de zoneamento, proporcionando o estabelecimento de regras de uso e ocupação do solo através da definição de Áreas de Uso Especial. Nesse sentido, o método para definição dos limites espaciais se baseia na capacidade de suporte, na correlação entre cargas e o uso do solo, resultando em uma compatibilidade com a dinâmica hídrica. Este formato é diferente de um zoneamento convencional que se baseia em tamanhos de lotes, por exemplo.

Um raciocínio semelhante é apresentado por Nel *et al.* (2017), o qual afirma que ao se delimitar áreas estratégicas de fonte de água (*strategic water source areas – SWAS*) há uma forte relação com os serviços ecossistêmicos, visto que a proteção dessas áreas que podem ser geralmente pequenas, contribuem com a manutenção de serviços importantes para a qualidade de vida e desenvolvimento socioeconômico das populações (DE VOS *et al.*, 2017).

Por fim, a metodologia elaborada pela CTCOST se mostrou muito adequada para a definição de áreas de maior importância ambiental e de interesse para a gestão integrada, visto sua aplicação em diferentes contextos através de outros trabalhos realizados posteriormente. Porém, como já demonstrado por Pallero *et al.* (2018),

existe a necessidade de avaliar os critérios definidos anteriormente e adaptá-los ou somar a eles novos aspectos de caráter ecossistêmico.

Dessa forma, considerando os serviços ecossistêmicos oferecidos pelos principais sistemas socioambientais da bacia hidrográfica do rio Piraquê-açu e de sua orla adjacente, a partir da avaliação da relação de importância destes com as macro atividades realizadas na região, nota-se que a delimitação das zonas crítica, dinâmica e de influência definidas pela CTCOST podem não ser suficientes para garantir que os fluxos ambientais entre a bacia e a zona costeira sejam bem reconhecidos, compreendidos e, por fim, geridos de forma integrada. Visto que muitas áreas de especial importância para a região acabam sendo excluídas da zona de maior interesse, a zona crítica. O que resultaria em baixa prioridade das ações a serem implementadas, se for considerada esta metodologia.

Neste contexto, segundo a teoria dos fluxos de serviços ecossistêmicos, é possível classificar um território em três classes diferentes: áreas de provisão, áreas de aproveitamento e as áreas de conexão. Primeiramente, as áreas de provisão se referem a onde se originam os principais fluxos inter-regionais dos serviços (SERNA-CHAVEZ *et al.*, 2014). São áreas doadoras, nas quais são promovidos serviços de disponibilização de matéria prima, energia, informação, recursos e produtos que podem ser extraídos e consumidos (LIU *et al.*, 2013). Para Schröter *et al.* (2018), a delimitação espacial para estas áreas é variável, podendo ser por meio de limites administrativos para fins de gestão ou mesmo transfronteiriça, como para bacias hidrográficas de grandes rios, o que corresponde a situação aplicada no presente trabalho.

Os sistemas receptores de serviços ecossistêmicos podem ser entendidos como aqueles onde os benefícios finais serão usufruídos, consumidos ou onde as macro atividades se desenvolvem a partir de determinado benefício (SCHRÖTER *et al.* 2018). Dessa forma, as áreas de aproveitamento recebem a matéria prima, energia, informação, os recursos e produtos dos sistemas de provisão (LIU *et al.*, 2013). Devido esta característica, estas áreas podem ser delimitadas bem próximas da origem dos serviços ou podem estar distantes, de acordo com a escala de análise. Por exemplo, áreas propensas a inundação a jusante nas bacias hidrográficas.

Por fim, para compreender adequadamente a relação entre os diferentes sistemas, seus serviços e as atividades por eles proporcionadas, se faz necessário que toda a estrutura do território seja considerada. Dessa forma, entende-se que as áreas de

conexão são aquelas influenciadas ou que podem influenciar os fluxos, mas que são diferentes das anteriores, tendo papel importante para a gestão com base ecossistêmica (LIU *et al.*, 2013).

Neste contexto, a partir da análise sobre a relação de sistemas e atividades entre a bacia hidrográfica do Piraquê-açu e sua zona costeira adjacente, foram possíveis definir as três classes de áreas com potencial interesse para a gestão integrada. O Quadro 21 e o Quadro 22 a seguir, apresentam os sistemas abrangidos em cada área, o seu resultado correspondente para o Índice de Importância e a Frequência de Ocorrência dos usos, bem como os serviços ecossistêmicos principais que permitem enquadrá-los em tais classes. Os sistemas em destaque para as áreas de conexão, foram os que apresentaram maiores resultados na modelagem ecossistêmica, porém todos os demais sistemas em estudo devem ser concentrados nesta área.

Conforme a análise feita ao longo do trabalho, optou-se por delimitar estas áreas de gestão separadamente para a porção da bacia a montante e para a porção presente na zona costeira, junto à orla. Visto que, dessa forma, foi possível enquadrar as áreas de aproveitamento nas regiões adjacentes, seguindo o mesmo raciocínio anteriormente aplicado para compreender quais atividades se beneficiavam dos serviços prestados nas duas grandes regiões.

Quadro 21. Descrição das classes de áreas de potencial interesse para gestão integrada de base ecossistêmica para a BH.

Grande região	Área de interesse	Sistema	Índice de importância	Frequência de ocorrência	Serviços ecossistêmicos
Alto da bacia hidrográfica	Provisão	Canal fluvial	Alta	11	Fornecimento de água;
		Vegetação de mata nativa	Alta	11	Produção de biomassa; Matéria prima
	Aproveitamento	Área edificada	Alta	12	Regulação socioeconômica
	Conexão	Afloramento rochoso	Média	10	Infiltração de água;
		Campo	Média	11	Produção de biomassa;
	Cultivo agrícola	Média	11	Fluxo hidrológico	

Quadro 22. Descrição das classes de áreas de potencial interesse para gestão integrada de base ecossistêmica para a ZC.

Grande região	Área de interesse	Sistema	Índice de importância	Frequência de ocorrência	Serviços ecossistêmicos
Zona costeira e orla	Provisão	Canal fluvial	Alta	9	Fornecimento de água;
		Manguezal	Média	7	Produção de biomassa; Matéria prima;
		Vegetação de mata nativa	Alta	10	Navegabilidade; Regulação socioeconômica
	Aproveitamento	Área edificada	Alta	11	Regulação socioeconômica;
		Manguezal	Média	7	Filtração de água;
		Praia arenosa	Média	7	Ciclagem de nutrientes
	Conexão	Campo	Média	10	Infiltração de água;
Cultivo agrícola		Média	10	Produção de biomassa	

Como pode ser observado, para as áreas de provisão de serviços foram definidos os sistemas naturais “canal fluvial” e “vegetação de mata nativa” em ambas as regiões, porém, na ZC soma-se o sistema “manguezal”. Nota-se que a decisão não é tomada apenas pela via da modelagem ecossistêmica, pois os pesos e o número de atividades registradas em cada sistema variam pouco entre si. Apesar da grande contribuição desta ferramenta no processo de compreensão das relações no espaço, para a

delimitação das áreas de interesse devem ser considerados outros elementos alinhados a estes. Sendo assim, assume-se que os sistemas naturais são os mais relevantes quanto à promoção dos serviços ecossistêmicos. A demais, ao tratar da relação de conectividade entre bacias e zonas costeiras, fica evidente o papel fundamental do fluxo hidrológico e, dessa forma, daqueles sistemas que garantem a manutenção e promoção dos serviços a ele relacionados.

Conseqüentemente, as áreas de aproveitamento abrangem os sistemas nos quais tais serviços oferecidos pelas áreas de provisão estão beneficiando atividades socioeconômicas e o desenvolvimento da região. Dessa forma o sistema “área edificada” é abrangido nesta classe para a BH, visto que o mesmo congrega todas as atividades que usufruem dos serviços gerados na ZC. Para o sentido oposto, além deste sistema tem-se ainda o “manguezal” e “praia arenosa”. Visto que o primeiro, presente ao longo das margens do estuário, depende de ampla gama de serviços oferecidos a montante. Assim como a praia, a qual ainda se relaciona fortemente com atividades de turismo e lazer influenciadas pelos sistemas da bacia.

Percebe-se que, assim como para as zonas definidas pela CTCOST, bem como para outros trabalhos analisados, o estuário como um todo é uma área de grande importância e de interesse para gestão integrada. A conservação dos seus ambientes está intimamente ligada ao equilíbrio da zona costeira adjacente e reflete a saúde das conexões entre a bacia e a orla, pois é um ecossistema sensível que funciona como indicador dos impactos gerados pelas atividades antrópicas a montante ou a jusante.

O estuário é uma área de provisão de serviços ligados ao bem-estar humano, a geração de renda e subsistência por meio de produtos alimentícios e de fomento do desenvolvimento da região através do turismo. Por outro lado, também funciona como uma área de aproveitamento. Afinal, a realização de tais atividades no ambiente estuarino só é possível devido aos serviços ecossistêmicos oferecidos a montante pelo canal fluvial e pela mata ciliar ao garantirem a manutenção do fluxo hidrológico.

Assim como o estuário, na extremidade oposta da bacia hidrográfica, nota-se que a região da nascente do rio na Reserva Biológica Augusto Ruschi, em Santa Tereza, também se caracteriza por uma forte área de provisão para a região. O que demonstra que esta abordagem para delimitação das áreas de interesse é adequada à região em estudo.

Cabe ressaltar que, ao aplicar um método de zoneamento deve-se, ainda, transformar este instrumento em um processo de zoneamento. Ou seja, tão necessário quanto

realizar o levantamento de dados, o diagnóstico da região e a proposta de zonas de gestão são, também, os aspectos políticos e institucionais que irão garantir a implementação e o monitoramento da gestão integrada a partir de então (MMA, 2006).

Para que estas áreas de interesse funcionem como facilitadoras do processo de gestão integrada é necessário que sejam sugeridas ações prioritárias sobre cada aspecto particular destas classes, bem como delinear as possibilidades de articulação entre os gestores responsáveis, os atores locais e os instrumentos de gestão disponíveis de acordo com as políticas vigentes. Neste contexto, entende-se que as áreas de provisão, aproveitamento e conexão possam ser melhor compreendidas pelos atores e usuários locais através da compatibilização da nomenclatura comumente aplicada. Então, para fins de implementação da gestão integrada será assumida a seguinte classificação de áreas de potencial interesse para gestão (Figura 24):

- Zona crítica: relacionada as áreas de maior importância para a relação estabelecida entre a bacia hidrográfica e a zona costeira, devido aos fluxos de serviços ecossistêmicos promovidos pelos sistemas naturais. Correspondem as áreas de provisão e necessitam de maior prioridade nas ações de compatibilização da gestão;
- Zona dinâmica: correspondem as áreas onde os benefícios oferecidos pelos serviços da zona crítica são aproveitados ou usufruídos. Necessitam de ações prioritárias de gestão, visto que para ela convergem os principais serviços ecossistêmicos da região, mas também é dela que se originam as principais fontes de pressão para os sistemas;
- Zona de influência: composta pelos sistemas socioambientais intervenientes às duas zonas anteriores. São áreas que sofrem influência, mas que também influenciam as áreas de provisão ou de aproveitamento dos serviços, mesmo que indiretamente. Neste caso, a prioridade de gestão recai sobre a compatibilização dos usos com a manutenção dos serviços que garantem a perpetuação dos demais sistemas.

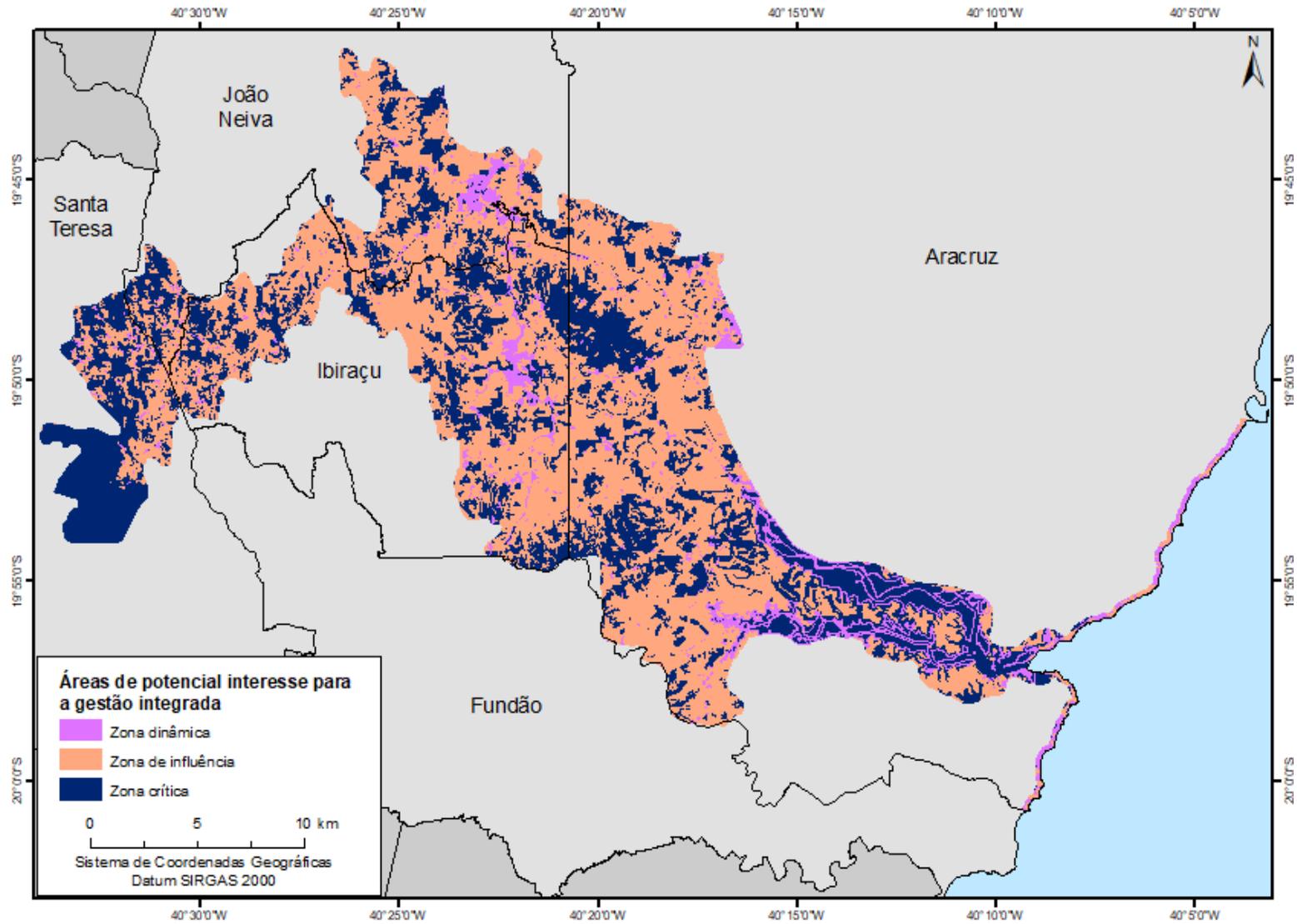


Figura 24. Mapa das áreas de potencial interesse para a gestão integrada de base ecossistêmica, na bacia hidrográfica do rio Piraquê-açu.

5.5. Sugestões para o estabelecimento da gestão integrada

Por meio dos resultados encontrados neste trabalho, fica evidente o papel das bacias hidrográficas como unidade de gestão ecossistêmica. Além disso, este espaço sofre grandes pressões devido as diferentes alterações do uso e ocupação do território ao longo do seu gradiente topográfico, principalmente, quando se encontra dentro dos limites da zona costeira. Esta variedade de atividades socioeconômicas pode acarretar em altos impactos na provisão dos seus recursos tanto a montante quanto a jusante. Sendo que, o mesmo se estabelece a partir da ocupação da orla que influencia e é influenciada por determinado rio. As atividades litorâneas e marinhas podem gerar conflitos ambientais que desequilibram os ambientes da desembocadura das bacias, interferindo nos fluxos ecológicos locais.

Dessa forma, é necessário que se estabeleça um processo de gestão que delimite a distribuição espacial, bem como os vínculos entre os processos físicos e ecológicos com os usos antrópicos da região, para que a bacia seja um espaço de conservação, manutenção e planejamento do uso da água e dos demais recursos (OCHOA and URBINA-CARDONA, 2017). Do contrário, a aplicação de uma gestão setorial que vise o ordenamento de apenas um uso ou a conservação de apenas um recurso, como a água, pode estar sujeita a provocar prejuízos as demais atividades e, conseqüentemente, aos seus atores envolvidos. Através da perspectiva ecossistêmica e do desenvolvimento sustentável, torna-se possível estabelecer uma gestão integrada e eficiente (SILVA, 2001).

Estabelecer a gestão integrada de bacia hidrográficas e zonas costeiras pode suprir uma série de necessidades das esferas nacional, estadual e municipal, além de trazer vantagens concretas nestas diferentes escalas espaciais. Como exemplo, citam-se a compreensão sobre a configuração espacial e os fluxos socioambientais, a possibilidade de controle dos processos bióticos e abióticos, a facilitação na identificação e articulação de atores chaves, mitigação ou minimização de impactos e conflitos, manutenção dos bens e serviços oferecidos pelos ecossistemas e a perpetuação das atividades de forma sustentável, planejamento de atividades e priorização de ações (TRUMBIC and COCCOSSIS, 2000).

Para isso, entende-se que um dos primeiros passos para a gestão integrada, é a definição adequada dos limites espaciais onde as políticas podem ser compatibilizadas. A partir de então, tornar-se-á viável o fomento de arranjos

institucionais e a proposição de medidas de manejo localizadas, mas que tenham o objetivo de atingir resultados que se propagam por toda região (DE VOS *et al.*, 2017).

5.5.1. Gestão integrada para zona crítica

Os sistemas socioambientais naturais: “canal fluvial”, “vegetação de mata nativa” e o “manguezal”, foram considerados como os de maior prioridade para a gestão integrada da bacia hidrográfica e da zona costeira na BHPA. Visto sua importância para provisão de serviços ecossistêmicos essenciais a diversas atividades socioeconômicas que são realizadas ao longo da bacia e na orla sul de Aracruz.

Os trabalhos de Cancian (2014) e da SEAMA (2018), demonstram que a mata nativa do município de Aracruz encontra-se preservada, assim como o manguezal no entorno do SEPAPM, que se encontra protegido através da Reserva Ecológica dos Manguezais Piraquê-açu e Piraquê-mirim. Porém, não há informações precisas sobre a condição das matas ciliares do rio Piraquê-açu, as quais exercem papel fundamental na relação analisada por este trabalho. De acordo com Alves *et al.* (2016) e o PMSB (2016), a bacia e o próprio rio PA são afetados por diversas pressões que geram degradação às águas do canal, como a emissão de efluentes domésticos e agrícolas, bem como o assoreamento da calha devido à perda de vegetação ciliar.

Dessa forma, almeja-se que o objetivo principal para delimitação da zona crítica seja garantir a atenção adequada dos gestores de recursos hídricos e da zona costeira para a manutenção e conservação destes sistemas, de forma a permitir que os seus serviços e benefícios sejam promovidos ao longo do tempo, mesmo com o crescente avanço da urbanização e de outras atividades antrópicas na região. Para isso, devem ser priorizadas medidas de conservação das manchas naturais remanescentes da vegetação, bem como a recuperação de áreas próximas ao rio que estejam comprometidas, recuperação da calha do rio, a proteção de sua nascente e daquelas referentes aos seus afluentes, deve-se combater a poluição por efluentes e resíduos sólidos de diferentes fontes e, ainda, ordenar e regular os usos do recurso hídrico e demais recursos destes sistemas, assim como a ocupação do seu entorno.

Dentre os instrumentos disponibilizados por meio da PNRH e do PNGC, os planos de bacia e o enquadramento dos corpos hídricos podem atender a estes objetivos, assim como a aplicação de um ZEE ou plano municipal de gerenciamento costeiro. No caso da BHPA, onde observa-se a presença de UCs atuando sobre estas zonas é

importante que os seus planos de manejo considerem o papel das áreas de provisão de serviços para os demais sistemas da região, de forma a ordenar as atividades que foram autorizadas no seu interior. E, ainda, é de extrema importância que o Estado e os municípios da bacia façam cumprir a legislação sobre as áreas de APP, que incentivem os empreendimentos agropecuários a priorizarem as suas Reservas Legais sobre as áreas de margem dos corpos hídricos ou próximas a outras manchas remanescentes de vegetação de mata nativa e que fomentem a criação de corredores ecológicos na região.

5.5.2. Gestão integrada para zona dinâmica

Composta pelos sistemas “área edificada”, “praia arenosa” e “manguezal”, esta zona concentra os principais usos dos serviços e benefícios disponibilizados pelos sistemas naturais de provisão, abrangidos pela zona crítica. A mesma é importante para a região, devido a capacidade destes sistemas em transformar ou utilizar os serviços para o fomento do desenvolvimento das relações socioeconômicas locais dentro da área da bacia e de sua orla adjacente.

Apesar da baixa proporção de áreas urbanas na bacia do Piraquê-açu, a Sede do município de Aracruz, bem como a vila de Santa Cruz e a orla sul do município estão em constante pressão imobiliária para sua ocupação e expansão. A zona costeira capixaba atrai muitos adeptos do turismo de sol e praia, o qual necessita de infraestrutura adequada para o desenvolvimento do setor. Aracruz detém qualidades paisagísticas e ambientais e conta com certa estrutura de hospedagem, alimentação e atrações que movimentam a região, principalmente no verão. Além destes atrativos, tanto o interior do município quanto em Santa Tereza, Ibirapu e João Neiva há forte incentivo ao agro turismo. Dessa forma, é crescente a necessidade por áreas edificadas por toda região para o desenvolvimento das mais diversas atividades econômicas.

Ainda para a região da orla de Aracruz, atualmente, estão previstas a instalação de um terminal portuário especializado em exportação de gás e um terminal para transporte de carga geral (contêineres) na área de desenvolvimento do Porto de Barra do Riacho, no limite norte da área de estudo, o que pode vir a afetar os sistemas socioambientais aqui analisados. Considerando que este potencial desenvolvimento socioeconômico está atrelado ao aumento da demanda por água e demais recursos, bem como pela demanda de espaço para os aglomerados urbanos ou rurais, para a criação ou

expansão de estradas e a geração de resíduos e efluentes, é urgente a necessidade de estabelecer uma gestão adequada e compatível entre os mais diversos setores envolvidos, para que seja implementado um desenvolvimento de caráter sustentável de acordo com a base ecossistêmica local.

Quanto a integração da gestão de recursos hídricos e da zona costeira para a zona dinâmica definida na BHPA, priorizam-se as medidas que possibilitem a compatibilização dos usos no espaço, a correta avaliação das demandas e dos impactos gerados pelos diversos tipos empreendimentos sobre os sistemas da região, e, ainda, medidas de monitoramento da qualidade ambiental e social. Para isso, os instrumentos que melhor se aplicam nesta zona são a outorga de uso da água e o Projeto Orla, além dos planos de bacia, ZEE e planos de gerenciamento costeiro. Outro mecanismo legal importante é o Licenciamento Ambiental, o qual deve avaliar a influência de determinado projeto socioeconômico sobre os fluxos ecossistêmicos aqui descritos.

5.5.3. Gestão integrada para zona de influência

É evidente que os limites da bacia hidrográfica funcionam muito bem para aplicar uma gestão baseada em ecossistemas. Para melhor compreender as relações que ocorrem entre a bacia e a zona costeira, optou-se por definir a orla marítima adjacente a foz do estuário como região de grande influência nos processos estuarinos e vice-versa. No contexto desta abordagem, considera-se que além das áreas de provisão de serviços ecossistêmicos e as de aproveitamento dos mesmos, tem-se ainda as áreas correspondentes aos sistemas de conexão.

Compostas pelos demais sistemas que estão inseridos na bacia e na orla, estas áreas constituem a zona de influência. Os sistemas nela inseridos, são importantes para o desenvolvimento socioeconômico da região, pois também podem ser aproveitados na zona dinâmica, porém, a relação de maior interesse para este estudo e que classifica tais sistemas nesta zona, é a relação de manutenção dos serviços ecossistêmicos oferecidos através dos sistemas da zona crítica.

Devido a presença de sistemas seminaturais e urbano-industriais nesta zona, assim como para a zona dinâmica, é necessário destacar além dos benefícios dos serviços prestados, os potenciais impactos negativos aos demais sistemas. Dessa forma, por conta da sua distribuição na bacia, o principal sistema da zona de influência é o

“campo” utilizado para criação de gado. Portanto, apesar de ser um sistema seminatural, a expansão da atividade pecuária está diretamente ligada a supressão de vegetação de mata nativa, o que acarreta no comprometimento de diversos outros serviços, como já citado.

Por esta razão, deve haver um equilíbrio entre a proporção de zonas de influência e zonas críticas para que a provisão dos serviços e recursos dos sistemas não seja menor do que a demanda dos mesmos. Da mesma forma, a condição dos ambientes da zona de influência interfere em uma manutenção mais ou menos satisfatória dos serviços aos quais estão ligadas. Por exemplo, sistemas de pecuária extensiva ou de grandes monoculturas podem comprometer a qualidade e permeabilidade do solo, ou excedem a capacidade de suporte do ambiente, o que resulta na diminuição da infiltração de água para o lençol freático, aumenta a emissão de efluentes e gases contaminados por agrotóxicos e diminui a biodiversidade associada aos ambientes, dentre outros efeitos.

Para esta zona, sugere-se a aplicação de instrumentos e a realização de estudos de monitoramento ambiental, bem como o incentivo à inovação tecnológica nos processos e nos equipamentos utilizados pelas atividades socioeconômicas, de forma a melhorar a cadeia produtiva e seus excedentes que acabam se tornando passivos ambientais e, ainda, deve-se realizar a fiscalização dos usos destes sistemas.

6. CONCLUSÃO

O presente estudo buscou analisar de forma crítica o desenvolvimento dos trabalhos realizados no Brasil sobre o tema gestão integrada de bacias hidrográficas e zonas costeiras, seja no âmbito dos órgãos governamentais ou pela academia. A fim de identificar as lacunas e as possibilidades que permitissem a proposição de uma metodologia para delimitação de áreas de possível interesse à gestão integrada a partir de uma abordagem ecossistêmica. Para isso, o estudo de caso aplicado na bacia hidrográfica do rio Piraquê-açu e sua orla marítima adjacente, contribuiu significativamente para os resultados encontrados.

Esta bacia é composta por 14 sistemas socioambientais, os quais apresentam diferentes perspectivas socioeconômicas, administrativas e ecológicas. A partir da identificação da sua base ecossistêmica, através da realização de visitas técnicas para levantamento de informações *in loco* e por meio de revisão bibliográfica, cada sistema presente na porção do alto da bacia, foi avaliado quanto a importância para a execução das principais macro atividades na porção da bacia dentro dos limites da zona costeira (município de Aracruz). O sentido oposto da relação também foi avaliado, ou seja, quanto a importância dos sistemas da porção na ZC para a realização das macro atividades no alto da bacia. Com isso, foi possível compreender que o canal fluvial é o principal conector biofísico da bacia, exercendo papel relevante na promoção do desenvolvimento socioeconômico para toda área de estudo.

Por esta razão, mais uma vez, fica evidente a necessidade de compatibilização e integração das políticas costeiras com a de recursos hídricos. Por outro lado, dentre outras questões, há um forte conflito espacial para o estabelecimento da gestão integrada. Pois, geralmente, a gestão de bacias hidrográficas não é compatível com a gestão municipal a qual está sujeito o gerenciamento costeiro. Então, desde os anos 2000, houve um esforço nacional, em períodos de maior e menor engajamento, para a busca de soluções sobre este aspecto, somado a outras discussões que tornassem possível integrar a PNRH e o PNGC.

A partir das metodologias e análises propostas ao longo do tempo, como apresentado pela CTCOST, notou-se que a base ecossistêmica poderia ser uma ferramenta que solucionaria certas lacunas se fosse empregada como um critério para seleção de áreas de interesse para a gestão. Possibilitando, assim, que os tomadores de decisão pudessem priorizar ações em locais específicos, através da aplicação dos

instrumentos e das políticas vigentes, resultando na geração de benefícios em uma escala maior.

Para isso, foi útil a utilização do modelo ecossistêmico do *software* TerrSet que permitiu analisar a sobreposição dos usos na bacia e na zona costeira, bem como a importância de cada sistema socioambiental dessas grandes regiões para as atividades realizadas na região adjacente. Os produtos do modelo demonstraram que as atividades dependem, principalmente, dos serviços ecossistêmicos do canal fluvial e da área edificada. Sendo que, o primeiro corresponde a provisão de serviços essenciais a qualidade ambiental e ao bem-estar social da bacia como um todo. Já o segundo sistema, reflete a importância desses ambientes para o aproveitamento de serviços gerados pelo primeiro ou por outros sistemas locais, sejam naturais ou não.

Dessa forma, foi possível enquadrar os sistemas identificados na BHPA e em sua orla adjacente, em três zonas que representam áreas de potencial interesse para a gestão integrada. O canal fluvial, bem como a vegetação de mata nativa e o manguezal que exercem papel importante na manutenção dos seus serviços, além de fornecerem tantos outros necessários às atividades locais, compõem a zona crítica. Para esta zona, sugere-se que sejam priorizadas ações de conservação da qualidade ambiental do canal e das matas ciliares, principalmente.

A zona dinâmica corresponde aos sistemas onde ocorre o aproveitamento dos serviços promovidos pela zona crítica, correspondendo a área edificada, ao manguezal e a praia arenosa. Nesta zona, devem ser priorizadas as medidas de compatibilização dos usos e do espaço, bem como aquelas que avaliem os impactos gerados pelos empreendimentos socioeconômicos sobre os demais sistemas da bacia. E, como avaliado através da metodologia, todos os sistemas de certa forma são relacionados entre si com maior ou menor força. Portanto, se faz necessário considerar o papel daqueles que não são diretamente provedores essenciais para a bacia, ou os ambientes onde há maior concentração de usos e atividades. Pois, de qualquer forma, estes sistemas são influenciados pelos anteriores e vice-versa, o que significa que tem papel importante na manutenção do desenvolvimento sustentável local.

Embora o conceito da gestão com base ecossistêmica esteja bem difundido atualmente, o mesmo ainda não está incorporado nas questões práticas como em instrumentos de políticas nacionais. A partir do presente trabalho, percebe-se o potencial integrador desta abordagem, principalmente quando aplicada sobre limites

geográficos ou flexíveis de gestão. Porém, mesmo neste caso, cabe ressaltar que as informações espaciais ainda são escassas ou de má qualidade, o que pode comprometer os resultados. Da mesma forma, as análises sobre os fluxos ecossistêmicos também necessitam de estudos mais aprofundados, para que mais detalhes sejam incorporados às propostas finais de gestão.

O presente trabalho cumpriu seu papel no sentido de avançar no mapeamento regional de serviços ecossistêmicos, de forma a gerar informações e subsidiar a tomada de decisão quanto ao gerenciamento do uso de recursos naturais e do planejamento territorial. A metodologia aplicada neste trabalho, permitiu avaliar a relação do grau de desenvolvimento urbano com a base ecossistêmica associada a região de estudo, o que vem sendo objeto de interesse de pesquisa em diversos contextos. Não espera-se findar as discussões a respeito das possibilidades de integração de bacias hidrográficas e zonas costeiras, visto que é relevante a realização de estudos que investiguem os *tradeoffs* a partir da implementação das ações integradas sobre as zonas de gestão e, ainda, que estas análises sejam replicadas em diferentes bacias costeiras, podendo considerar diferentes cenários de desenvolvimento urbano, de preservação ambiental ou mesmo de mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR FILHO, W. **Rio Piraquê-açu tem Estudo Inédito**. *Morro do Moreno*. 05 de set. de 2016. Disponível em: < <http://www.morrodomoreno.com.br/materias/rio-piraqueacu-tem-estudo-inedito.html> >. Acesso em: dez. 2018.
- ALBINO, J.; OLIVEIRA, R. **Influência das couraças lateríticas da formação Barreiras na topografia e distribuição granulométricas dos perfis praias de Bicanga e Manguinhos – ES**. Anais I Simp. Processos Sedimentares e Problemas Ambientas da zona costeira do NE do Brasil. Recife – PE. p. 74-80, 1995.
- ALBINO, J. **Processos de Sedimentação Atual e Morfodinâmica das Praias de Bicanga a Povoação, ES**. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- ALBINO, J.; GIRARDI, G.; NASCIMENTO, K. A. **Erosão e progradação do litoral do Espírito Santo**. In: MUEHE, D. (Org.). *Erosão e Progradação do Litoral do Brasil*. Brasília: Ministério de Meio Ambiente, p. 226-264, 2006.
- ALTOÉ, A. P.; ANDRADE, J. V. **Otimização do Problema de Corte Bidimensional no Setor de Rochas Ornamentais**. 69 f. Monografia (Bacharel em Sistemas de Informação) – Faculdade do Espírito Santo – MULTIVIX. Cachoeiro de Itapemirim, 2014.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. **Koppen's climate classification map for Brazil**. *Metereologische Zeitschrift*, n. 22, p. 711–728, 2013.
- ALVES, T. B.; GUZZO, L. C.; OLIVEIRA, R. R.; REIS, L. R.; SOPRANI, L. R. **Identificação e Análise dos Principais Fatores de Degradação do Rio Piraquê-Açu sob a Ótica da Legislação Ambiental**. Face – Faculdade Casa do Estudante, p. 26, 2016.
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Disponível em: < <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/gestao-da-agua/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos> >. Acesso em: out. 2018.
- ANDRADE, D.C.; ROMEIRO, A.R. **Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano**. Campinas: Instituto de Economia – UNICAMP, 2009.
- ASMUS, M. L.; ANELO, L. S.; NICOLODI, J. L.; GIANUCA, K.; SEIFERT JUNIOR, C. A.; MOURA, D. V.; PEREIRA, C. R.; SIMÕES, C. S.; MASCARELLO, M. A.; BREZOLIN, P. T. **Planilha de Ecossistemas e Serviços para o Baixo Estuário da Lagoa dos Patos (BELP)**. In: CONDE, D.; POLETTE, M.; ASMUS, M. (Orgs.). *Risk, perception and vulnerability to Climate Change in wetland dependent coastal communities in the Southern Cone of Latin America*. Final Report – IDRC Climate Change and Water program Project 6923001, 2015.
- ASMUS, M.L.; NICOLODI, J.L.; ANELO, L.S.; GIANUCA, K. **The risk to lose ecosystem services due to climate change: A South American case**. *Ecological Engineering*, in press, dez. 2017.
- ASMUS, M.L.; NICOLODI, J.L.; SCHERER, M.E.G.; GIANUCA, K.; COSTA, J.C.; GOERSCH, L.; HALLAL, G.; VICTOR, K.D.; FERREIRA, W.L.S.; RIBEIRO, J.N.A.;

PEREIRA, C.R.; BARRETO, B.T.; TORMA, L.F.; SOUZA, B.B.G.; MASCARELLO, M.; VILLWOCK, A. **Simples para ser útil**: base ecossistêmica para o gerenciamento costeiro. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 44, Edição especial: X Encontro Nacional de Gerenciamento Costeiro, p. 4-19, 2018.

ATKINS, J. P.; BURDON, D.; ELLIOTT, M.; GREGORY, A.J. **Management of the marine environment**: integrating ecosystem services and societal benefits with the DPSIR framework in a systems approach. *Marine Pollution Bulletin*, n. 62 (2), p. 215-226, 2011.

BARRAGÁN, J. M.; CHICA, J. A.; PÉREZ-CAYEIRO, M. L. **Propuesta de Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de Zonas Costeras**. Junta de Andalucía. ISBN: 987-84-96776-06-7. 2008.

BARRAGÁN, J.M. **Política, Gestión y Litoral**: Una nueva visión de la Gestión Integrada de Áreas Litorales. España: Tébar Flores, p. 685,2014.

BARROSO, G. F. **Development of an Evaluation Framework for Sustainable Bivalve Aquaculture**: a Strategic Plan Approach in Espírito Santo, Brazil. 251 f. Dissertation (Doctor of Philosophy in the Department of Geograph) – University of Victoria, 2004.

BARROSO, G. F.; MARTINS, F. C. O.; LÉLLIS, F. S.; SANTANA, S. E. **Integrated River Basin Management**: incorporating coastal zone issues. In: BILIBIO, C.; HENSEL, O.; SELBACH, J. F (org.). *Sustainable Water Management in the tropics and subtropics – and case studies in Brazil*. Jaguarão: Fundação Universidade Federal do Pampa, UNIKASSEL, PG-CULT – UFMA, v. 3, p. 831-872, 2012.

BERNARDINO, A. F.; NETTO, S. A.; PAGLIOSA, P. R.; BARROS, F.; CHRISTOFOLETTI, R. A.; ROSA-FILHO, J. S.; COLLING, J.; LANA, P. C. **Predicting ecological changes on benthic estuarine assemblages through decadal climate trends along Brazilian Marine Ecoregions**. *Estuar. Coast. ShelfSci.* n. 166, p. 74–82, 2015.

BERTOLDI, L. **Avaliação do Estado Trófico de um Estuário Tropical**. 90 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Aracruz, 2014.

BOLUND, P.; HUNHAMMAR, S. **Ecosystem services in urban areas**. *Ecological Economics*, n. 29, p. 293–301, 1999.

BOUDREAU, P. R.; BUTLER, M. J. A.; LEBLANC, C. **Coastalshed**: a term to facilitate improved management in a large diverse area of the earth's surface. *Ocean & Coastal Management*, n. 78, p. 64-69, 2013.

BRASIL, L. M.; PIRES, V. **Rejeitos: vidas marcadas pela lama**. 1 ed. Brasília: FAC-UnB, p. 125, 2017.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões

de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Alterada pela Resolução nº 410/2009 e pela nº 430/2011.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Nota Técnica nº 01 CTCOST/CNRH, de 30 de novembro de 2007. Proposta de resolução que estabelece diretrizes adicionais que devem ser incluídas nos Planos de Recursos Hídricos de regiões que contenham trechos da Zona Costeira.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Resolução nº 30, de 11 de dezembro de 2002. Adota a codificação das bacias hidrográficas no âmbito nacional, pela metodologia descrita no Anexo I desta Resolução.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003. Institui a Divisão Hidrográfica Nacional, em regiões hidrográficas, nos termos dos Anexos I e II desta Resolução, com a finalidade de orientar, fundamentar e implementar o Plano Nacional de Recursos Hídricos.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Resolução nº 51, de 18 de julho de 2005. Institui a Câmara Técnica de Integração da Gestão das Bacias Hidrográficas e dos Sistemas Estuarinos e Zona Costeira.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Resolução nº 148, de 13 de dezembro de 2012. Aprova o Detalhamento Operativo do Programa IX do Plano Nacional de Recursos Hídricos.

BRASIL. Decreto nº 5.300, de 7 de dezembro de 2004. Regulamenta a Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC e dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências.

BRASIL. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Nota Técnica nº 02 CONJUNTA – APA Costa das Algas/RVS de Santa Cruz, 29 de abril de 2016. Relato das informações apresentadas pelos pesquisadores da UFES e FURG quanto a contaminação de organismos marinhos na costa capixaba e suas implicações na proibição na pesca de camarão e demais recursos pesqueiros no interior da APA Costa das Algas e da RVS de Santa Cruz/ES.

BRASIL. Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e nº 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

BRAUMAN, K. A.; DAILY, G. C.; DUARTE, T. K.; MOONEY, H. A. **The nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services.** Annual Review of Environment and Resources, n. 32 (1), p. 67–98, 2007.

CANCIAN, T. B. **Análise da Estruturação da Paisagem Costeira do Espírito Santo**. 98 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

CARVALHO, A. B. **Economia do mar: conceito, valor e importância para o Brasil**. 185 f. Tese (Doutorado em Economia do Desenvolvimento) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

CAVALCANTE, J. S. I.; ALOUFA, M. A. I. **Gerenciamento costeiro integrado no Brasil: uma análise qualitativa do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro**. DRd – Desenvolvimento Regional em debate, v. 8, n. 2, p. 89-107, jul./dez. 2018.

CHUNG, L. L. W. **The economics of land-use zoning: a literature review and analysis of the work of Coase**. Town Plann. rev. 65, p. 77–98, 1994.

CICIN-SAIN, B.; KNECHT, R. **Integrated Coastal Management: Concepts and Practices**. Washington: Island Press, 1998.

CLARK, J. R. **Coastal Zone Management Handbook**. New York: Lewis Publishers, 1996.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R. S.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; NAEEM, S.; LIMBURG, K.; PARUELO, J.; O'NEILL, R. V.; RASKIN, R.; SUTTON, P. Y.; VAN DEN BELT, M. **The value of the world's ecosystem services and natural capital**. Nature. n. 387, p. 253-260, 1997.

DE ANDRÉS, M.; BARRAGÁN, J. M.; SANABRIA, J.G. **Relationships between coastal urbanization and ecosystems in Spain**. Cities, n. 68, p. 8–17, 2017.

DE ANDRÉS, M.; BARRAGÁN, J. M.; SANABRIA, J.G. **Ecosystem services and urban development in coastal Social-Ecological Systems: The Bay of Cádiz case study**. Ocean and Coastal Management, n. 154, p. 155–167, 2018.

DE GROOT, R. S.; MATTHEW, A. W.; BOUMANS, R. M. J. **A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services**. Ecological Economics, n. 41, p. 393–408, 2002.

DE VOS, A.; CUMMING, G. S.; ROUX, D. J. **The relevance of cross-scale connections and spatial interactions for ecosystem service delivery by protected areas: Insights from southern Africa**. Ecosystem Services, n. 28, p. 133–139, 2017.

DNPM – DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Anuário Mineral Estadual – Espírito Santo**. Brasília: DNPM, 2018.

EASTMAN, J. R. **Manual: TerrSet Geospatial Monitoring and Modeling System**. Clark University: Clark Labs, p. 393, s/d.

EMATER – EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. Disponível em: <<http://www.emater.tche.br/site/area-tecnica/sistema-de-producao-vegetal/silvicultura.php#.Wd-2cmhSzIU>>. Acesso em: jan. 2019.

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. Lei nº 5.361, de 30 de dezembro de 1996. Dispõe sobre a Política Florestal do Estado do Espírito Santo e dá outras providências.

ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. Lei nº 5.816, de 22 de dezembro de 1998. Institui o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro do Espírito Santo.

FILET, M.; SENA, L. B. R. **Gerenciamento Costeiro e Gerenciamento de Bacias Hidrográficas: a Experiência de São Paulo**. In: MUÑOZ, H. R. (Org.). *Interfaces da Gestão de Recursos Hídricos: Desafios da Lei de Águas de 1997*. 2. ed. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, cap. 4, 2000.

FUNAI – FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO. **Shape**. Disponível em: <<http://www.funai.gov.br/index.php/shape>>. Acesso em: fev. 2019.

GOPAL, B.A **conceptual framework for environmental flows assessment based on ecosystem services and their economic valuation**. *Ecosystem Services*, n. 21, p. 53–58, 2016.

GREG, M.; PEEL, D.; DUCK, R.W. **Towards a Social–Ecological Resilience Framework for Coastal Planning**. *Land Use Policy*. n. 30, p 925–933, 2013.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente**. 2 ed. IBGE: Rio de Janeiro, vol. 1, p. 332, 2004.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil**. Rio de Janeiro: Diretoria de Geociências - IBGE, p. 176, 2011.

IEMA – INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. **COGEST – Gerenciamento Costeiro**. Disponível em: <<https://iema.es.gov.br/gestao-territorial-costeira-gerco>>. Acesso em: out. de 2018a.

IEMA – INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. **Geomática**. Disponível em: <<https://iema.es.gov.br/geomatica>>. Acesso em: dez. de 2018b.

IJSN – INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES. **Projeto Macrozoneamento costeiro do Estado do Espírito Santo: região litoral norte**. Cartas Temáticas: Memorial Descritivo. Vitória, 2001.

IJSN – INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES. **Apresentação PNAD 2001 a 2011**. Vitória, 2012. Disponível em: <<http://www.ijsn.es.gov.br/artigos/1492-apresentacao-pnad-2001-a-2011?highlight=WyJwbmFkII0=>>>. Acesso em: out. 2018.

ITTEKKOT, V.; HUMBORG, C. Y; SCHAFFER, P. **Hydrological alterations on land and marine biogeochemistry**. *Asilicate issue, Bio Science*, n. 50(9), p. 776-782, 2000.

LEITE, T. A. **Variação Espacial e Temporal da Salinidade no Sistema Estuarino do Rio Piraquê-Açu (Aracruz, ES)**. 101 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Aracruz, 2012.

LIU, J.; HULL, V.; BATISTELLA, M.; DEFRIES, R.; DIETZ, T.; FU, F.; HERTEL, T. W.; IZAURRALDE, R. C.; LAMBIN, E. F.; LI, S.; MARTINELLI, L.A.; MCCONNELL, W.J.; MORAN, E.F.; NAYLOR, R.; OUYANG, Z.; POLENSKE, K.R.; REENBERG, A.; DE MIRANDA ROCHA, G.; SIMMONS, C.S.; VERBURG, P.H.; VITOUSEK, P.M.; ZHANG, F.; ZHU, C. **Framing sustainability in a telecoupled world**. *Ecology and Society*, n. 18, 2013.

LOITZENBAUER, E. **Interfaces da Gestão Integrada de Recursos Hídricos e da Zona Costeira: Uma Aplicação na Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí**. 143 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Instituto de

Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

LOITZENBAUER, E. **Interfaces da Gestão Integrada de Recursos Hídricos e da Zona Costeira**: Aplicação no Litoral Sul do Brasil. 133 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

MA – MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-being**. Synthesis. Washington: Island Press, p. 155, 2005.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Subsídios à Discussão do Gerenciamento Integrado de Bacias Hidrográficas e da Zona Costeira**. Brasília, 2006.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil**. Brasília, p. 241, 2008.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil**. Brasília, p. 148, 2010.

MONTEIRO, S. M. **Hidrogeoquímica dos Elementos Maiores e Traço no Sistema Estuarino Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim**. 184 f. Tese (Doutorado Oceanografia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Aracruz, 2015.

MPF – MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. Procuradoria Geral da República. Parecer pericial nº 115/6ª CCR, 2016. Impactos do desastre socioambiental causado pelo rompimento da Barragem do Fundão, em Mariana, sobre as comunidades indígenas Tupiniquim e Guarani das TIs. Caieiras Velhas II, Comboios e Tupiniquim.

MUEHE, D. **Geomorfologia costeira**. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações. p. 191-238. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

MUNICÍPIO DE ARACRUZ. Decreto nº 14.558, de 13 de outubro de 2005. Transforma a Reserva Florestal “David Victor de Farina” criada pelo Decreto Municipal nº 6.144 de 27 de julho de 1995, em Parque Natural Municipal “David Victor de Farina” na forma da Lei Federal nº 9.985 de 18 de julho de 2000 e Decreto Federal nº 4.340 de 22 de agosto de 2002.

MUNICÍPIO DE ARACRUZ. Lei nº 3.143, de 30 de setembro de 2008. Dispõe sobre o desenvolvimento municipal de Aracruz e institui o Plano Diretor Municipal e dá outras providências.

MUNICÍPIO DE ARACRUZ. Lei nº 3.620, de 27 de setembro de 2012. Transforma Parque Municipal do Aricanga criado pela Lei Municipal nº 1.994 de 12 de maio de 1997 em Parque Natural Municipal do Aricanga Waldemar Devens na forma da Lei Federal nº 9.985 de 18 de julho de 2000 e Decreto Federal nº 4.340 de 22 de agosto de 2002 e dá outras providências.

MUNICÍPIO DE ARACRUZ. Lei nº 3.739, de 07 de novembro de 2013. Altera a categoria da Unidade de Conservação Reserva Ecológica dos Manguezais Piraquê-açu e Piraquê-mirim para Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal Piraquê-açu e Piraquê-mirim, no município de Aracruz, estado do Espírito Santo, e dá outras providências.

NATCAP – NATURAL CAPITAL PROJECT. **InVest**. Disponível em: <<https://naturalcapitalproject.stanford.edu/invest/>>. Acesso em: ago. 2018.

NEL, J.; LE MAITRE, D.; ROUX, D.; COLVIN, C.; SMITH, J.S.; SMITH-ADAO, L.; MAHERRY, A.; SITAS, N. S. **Strategic water source areas for urban water security: making the connection between protecting ecosystems and benefiting from their services**. *Ecosystem Services*, n. 28, p. 251–259, 2017.

NEVES, R.C. **Hidrodinâmica e Transporte de Material Particulado em Suspensão nos Dois Braços do Sistema Estuarino Piraquê-açu e Piraquê-mirim, Aracruz – ES**. 107 f. Monografia (Graduação em Oceanografia) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010.

NICOLODI, J.L.; ZAMBONI, A.; BARROSO, G.F. **Gestão Integrada de Bacias Hidrográficas e Zonas Costeiras no Brasil: Implicações para a Região Hidrográfica Amazônica**. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, n. 9 (2), p. 9-32, 2009.

NIXON, S.W. **Replacing the Nile: are anthropogenic nutrients providing the fertility once brought to the Mediterranean by a great river?** *Ambio*, n. 32, p. 30-39, 2003.

OCHOA V.; URBINA-CARDONA, N. **Tools for spatially modeling ecosystem services: Publication trends, conceptual reflections and future challenges**. *Ecosystem Services*, n. 26, p.155–169, 2017.

OSBORN, D.; DATTA, A. **Institutional and policy cocktails for protecting coastal and marine environments from land-based sources of pollution**. *Ocean & Coastal Management*, n. 49, p. 576-596, 2006.

PALLERO, C.; SCHERER, M.; BARRAGÁN, J. M. **Methodology of delimitation and zoning of transitional systems: Application to the Mampituba river estuary (Brazil)**. *Ocean & Coastal Management*, n. 145, p. 62-71, 2017.

PIROT, J. Y.; MEYNELL, P. J.; ELDER, D. **Ecosystem Management: Lessons from Around the World: a Guide for Development and Conservation Practitioners**. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, p. 132, 2000.

PLANO DE GESTÃO INTEGRADA DA ORLA DE ARACRUZ – PGI. p. 321, 2016.

PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESPÍRITO SANTO – PERH/ES. **Diagnóstico dos Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo**. Relatório Técnico sobre Condicionantes – Produto 4. p. 213, 2017.

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE ARACRUZ – PMSB. Relatório nº 13. Prefeitura Municipal de Aracruz, p. 647, 2016.

POLETTE, M.; DIEHL, F. L.; DIEHL, F. P.; SPERB, R. M.; SCHETTINI, C. A. F.; KLEIN, A. H. F. **Gerenciamento Costeiro Integrado e Gerenciamento de Recursos Hídricos: como Compatibilizar tal Desafio**. In: MUÑOZ, H. R. (Org.). *Interfaces da Gestão de Recursos Hídricos: Desafios da Lei de Águas de 1997*. 2. ed. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, cap. 4, 2000.

POLETTE, M. **A zona costeira em crise: opções de gestão integrada e participativa**. 2008. Disponível em: <http://nmd.ufsc.br/files/2011/05/1a_zona_costeira_em_crise_1_polette.pdf>. Acesso em: dez. 2018.

RIBEIRO, J. N. A. **Aplicação de Modelos Ecosistêmicos em Sistemas de Lagoas Costeiras como Suporte à Gestão**. 213 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

RIMA – RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL. Dutos Cacimbas-Barra do Riacho e Terminal Aquaviário de Barra do Riacho. Biodinâmica®, p. 43, 2007.

RODRIGUES, D. R. P. **Metais Dissolvidos no Sistema Estuarino Piraquê-açu e Piraquê-Mirim e a Composição Geoquímica de Rochas e Solos da Bacia Hidrográfica Adjacente, Aracruz-ES**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Aracruz, 2017.

ROSS, M. R. V.; MCGLYNN, B. L.; BERNHARDT, E. S. **Deep Impact: Effects of Mountaintop Mining on Surface Topography, Bedrock Structure, and Downstream Waters**. *Environmental Science & Technology*, n. 50, p. 2064-2074, 2016.

SANTANA, S. E. **Perspectiva Ecosistêmica na Governança de Bacias Hidrográficas e Zona Costeira: Estudo de Caso da Unidade Hidrográfica do Litoral Centro-Norte do Espírito Santo**. 124 f. Tese (Doutorado em Oceanografia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Aracruz, 2013.

SCHERER, M. E. G.; SANCHES, M.; DE NEGREIROS, D. H. **Gestão das Zonas Costeiras e as Políticas Públicas no Brasil: um diagnóstico**. In: BARRAGÁN, J. M. (coord.). *Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica: Un diagnóstico. Necesidad de Cambio*. Cádiz: Red IBERMAR (CYTED), p. 15-40, 2010.

SCHERER, M. E. G.; ANDRADE, J.; EMERIM, E.G.; FELIX, A.; OLIVEIRA, T. C. R.; MONDL, H. B.; VEIGA-LIMA, F. A. **Prioritizing actions for coastal management: A methodological proposal**. *Ocean & Coastal Management*, n 91, p. 17-22, 2014.

SCHERER, M. E. G.; ASMUS, M. L. **Ecosystem-Based Knowledge and Management as a tool for Integrated Coastal and Ocean Management: A Brazilian Initiative**. *Journal of Coastal Research*, n. 75, p. 690–694, 2016.

SCHRÖTER, M.; KOELLNER, T.; ALKEMADE, R.; ARNHOLD, S.; BAGSTAD, K. J.; ERB, K. H.; FRANK, K.; KASTNER, T.; KISSINGER, M.; LIU, L.; LÓPEZ-HOFFMAN, L.; MAES, J.; MARQUES, A.; MARTÍN-LÓPEZ, B.; MEYER, C.; SCHULP, C. J. E.; THOBER, J.; WOLFF, S.; BONN, A. **Interregional flows of ecosystem services: Concepts, typology and four cases**. *Ecosystem Services*, n. 31, p. 231–241, 2018.

SEAMA – SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO ESPÍRITO SANTO. **Atlas da mata atlântica do estado do Espírito Santo: 2007-2008/2012-2015**. Cariacica: IEMA, 2018.

SECIRM – SECRETARIA DA COMISSÃO INTERMINISTERIAL PARA OS RECURSOS DO MAR. **Compilação da Legislação Federal sobre Uso Compartilhado do Ambiente Marinho: *Vade Mecum* do ambiente marinho**. Brasília, p. 130, 2015.

SERNA-CHAVEZ, H.; SCHULP, C.; VAN BODEGOM, P.; BOUTEN, W.; VERBURG, P.; DAVIDSON, M.A **quantitative framework for assessing spatial flows of ecosystem services**. *Ecological Indicators*, n. 39, p. 24–33, 2014.

SERVINO, R. N.; GOMES, L. E. O.; BERNARDINO, A. F. **Extreme weather impacts on tropical mangrove forests in the Eastern Brazil Marine Ecoregion**. Science of the Total Environment, n. 628–629, p. 233–240, 2018.

SILVA, A. E. **Caracterização Morfo-sedimentar e Setorização do Sistema Estuarino dos Rios Piraquê-açu e Piraquê-Mirim e da Plataforma Continental Adjacente – Aracruz (ES)**. 73 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2012.

SILVA, A. E. **Evolução Sedimentar Recente ao Longo de uma Plataforma Continental com Estilo Contrastante de Sedimentação**. 171 f. Tese (Doutorado Oceanografia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Aracruz, 2017.

SILVA, A. J. M. **Subsídios Teóricos para Gestão Integrada de Bacia Hidrográfica e Zona Costeira: Estudo de Caso da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí/RS**. 211 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

SILVA, H. V.; CASTRO, N. F. **Disponibilidade de Resíduos de Pedreiras para Aproveitamento na Pavimentação da BR-101, no Espírito Santo**. IX Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste, 10 a 13 abril de 2016, João Pessoa – PB.

SIMONELLI, M. **Diversidade e Conservação das Florestas de Tabuleiros no Espírito Santo**. In: Menezes, L. F. T.; Pires, F. R.; Pereira, O. J. (Org.). *Ecossistemas costeiros do Espírito Santo: conservação e preservação*. Vitória: ADUFES, p. 21-32, 2007.

SOUSA, L.P.; ALVES, F.L.; SILVA, J.V. **Competing Uses on Marine Space: Methodological Aspects to Consider in Estuary Management Plans**. 2009.

SUGUIO, K.; TESSLER, M. G. **Planícies de cordões litorâneos quaternários do Brasil: origem e nomenclatura**. In: Restingas: origem, estrutura e processos. Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro, p. 15-25, 1984.

TRUMBIC, I.; COCCOSSIS, H. **Linking coastal areas and river basins: Management guidelines**. Periodicum Biologorum, nº 102, p. 537-544. Croácia, 2000.

UNEP/MAP/PAP. **Conceptual framework and planning guidelines for integrated coastal area and river basin management**. Split, Priority Actions Programme, 1999.

VICTOR, K. D. **Governança em Unidades de Conservação de Uso Sustentável na Zona Costeira**. 122 f. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento Costeiro) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2018.

VÖRÖSMARTY, C. J.; SHARMA, K. P.; FEKETE, B. M.; COPELAND, A. H.; HOLDEN, J.; MARBLE, J. **The storage and aging of continental runoff in large reservoir systems of the world**. Ambio, n. 26(4), p. 210-219, 1997.

WWF –Brasil; ELAP – Escola Latino Americana de Áreas Protegidas. **Lições aprendidas sobre Zoneamento em Unidades de Conservação e no seu entorno: comunidade de ensino e aprendizagem em Planejamento de Unidades de Conservação**. Brasília: WWF-Brasil, p. 60, 2015.

ZAMBONI, A.; NICOLODI, J.L.; BARROSO, G.F.; LÉLLIS, F.S.; GARCIA, A.N. **La Gestión Integrada de Zonas Costeras y Cuencas Hidrográficas en Brasil**. Libro del

II Congreso Andaluz de Desarrollo Sostenible: "Una mirada desde las Ciencias Ambientales a nuestra costas". Cadiz, 2007.

ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO – ZEE/ES. p. 27. 2010. Disponível em: <https://observatoriodoturismo.es.gov.br/Media/observatorio/Publicacoes/Outras/Planos/Sumario_Executivo_ZEE.pdf>. Aceso em: dez. 2018.

APENDICE A – MODELO DE QUESTIONÁRIO

Questionário de Avaliação dos Sistemas Ambientais e das Atividades Realizadas em Bacias Hidrográficas Costeiras

36ª Reunião da CTCOST, 20 de novembro de 2018

Razão da pesquisa:

Este questionário é parte do trabalho de dissertação desenvolvido no PPGC/FURG, com autoria da Oc. Letícia Origi Fischer e orientação do Prof. Dr. João Luiz Nicolodi. O objetivo do trabalho é propor uma metodologia que aplica a Gestão com Base Ecosistêmica (GBE) como abordagem à gestão integrada entre bacias hidrográficas e zonas costeiras no Brasil, de forma a compatibilizar esforços, instrumentos e políticas em áreas definidas como de maior importância para as relações socioambientais presentes nesta região.

Método:

Através deste breve questionário interativo aplicado a um conjunto de especialistas, será possível encontrar um consenso sobre os fluxos entre os sistemas ambientais e as atividades ou usos realizados devido a influência desses sistemas. Esta pesquisa tem o intuito de diminuir a subjetividade na seleção de variáveis, na definição de pesos de importância, na validação dos processos avaliados e, ainda, tem o objetivo de suprir a demanda por dados escassos.

Preenchimento:

Nas próximas páginas, siga as instruções descritas nos tópicos para preencher as respectivas respostas. Esta avaliação será anônima e se baseia na representatividade dos diferentes participantes, capazes de analisar as características das relações presentes nas diferentes bacias hidrográficas costeiras no Brasil.

Autorização:

Eu, _____, com CPF de número _____, autorizo o uso do questionário por mim respondido para o projeto de pesquisa acadêmica intitulado “Gestão com Base Ecosistêmica como Abordagem para o Gerenciamento Integrado de Bacias Hidrográficas e Zonas Costeiras: estudo de caso na bacia hidrográfica do Rio Piraquê-açu, em Aracruz/ES”, para usá-lo integralmente ou em partes, sem restrição de prazos ou citações desde a presente data. Estou ciente que este questionário não irá identificar os participantes em nenhum momento.

Informações básicas:

- Instituição: _____
 - Cargo/função: _____
 - Cidade e estado: _____
 - Cite a principal bacia hidrográfica costeira do seu estado:
-

Contextualização:

A configuração de qualquer território pode ser compreendida de acordo com as características dos seus sistemas ambientais, sejam eles naturais ou antropizados. Observe as relações estabelecidas por meio das linhas que ligam os sistemas aos serviços ecossistêmicos que eles podem oferecer na segunda coluna. Depois, observe os benefícios que eles provem. Esta análise permitirá que todos os participantes do questionário façam uma reflexão sobre o assunto, que auxilie no entendimento da importância dos sistemas ambientais para as atividades que usufruem dos seus benefícios.

SISTEMAS	SERVIÇOS	BENEFÍCIOS
Áreas edificadas	Base e manutenção de biodiversidade	Formação de habitats
Áreas úmidas		Fixação de sedimento
Canal fluvial	Infraestrutura e serviços urbanos	Abastecimento, dessedentação animal, irrigação
Cultivos agrícolas	Produção de alimentos	
Manguezal / Marisma	Fornecimento de água	Subsistência e geração de renda
Pastagem	Navegação	Vazão de carga orgânica
Praias	Extração de matéria prima	Regulação climática
Silvicultura	Receptor de efluentes	Segurança para ocupação
Recifes costeiros	Sequestro de carbono	Manutenção de relações sociais e lazer
Vegetação de mata nativa	Controle de erosão	
Vegetação de restinga	Filtração de água	Pesquisa científica e educação
	Valor cultural e de bem-estar	

Ligue os sistemas da Bacia Hidrográfica às atividades na Zona Costeira:

Tendo como base a realidade da(s) bacia(s) hidrográfica(s) costeira(s) da sua região, relacione por meio de uma linha os sistemas da bacia hidrográfica (BH) que são importantes para a realização das atividades que ocorrem na zona costeira (ZC) onde a bacia desagua.

SISTEMAS NA BH	ATIVIDADES NA ZC
	Agricultura
Afloramentos rochosos [A]	Aquicultura
Áreas edificadas [B]	Atividades Urbanas
Áreas de extração mineral [C]	Captação de água
Áreas úmidas [D]	Emissão de efluentes
Canal fluvial [E]	Extração de mariscos
Cultivos agrícolas [F]	Mineração
Pastagem [G]	Navegação
Silvicultura [H]	Pecuária
Vegetação de mata nativa [I]	Pesca
	Portos
	Silvicultura
	Turismo e Lazer

Sobre esta relação, na sua opinião quais são os sistemas mais importantes para as atividades realizadas na zona costeira? Indique abaixo as letras referentes aos sistemas.

Ligue os sistemas da Zona Costeira às atividades na Bacia Hidrográfica:

Tendo como base a realidade da(s) bacia(s) hidrográfica(s) costeira(s) da sua região, relacione por meio de uma linha os sistemas da zona costeira (ZC) que são importantes para a realização das atividades que ocorrem na bacia hidrográfica (BH).

SISTEMAS NA ZC	ATIVIDADES NA BH
Afloramentos rochosos [A]	
Áreas edificadas [B]	Agricultura
Áreas de extração mineral [C]	Atividades Urbanas
Áreas úmidas [D]	Captação de água
Canal fluvial [E]	Emissão de efluentes
Costão rochoso [F]	Geração de energia hidroelétrica
Cultivos agrícolas [G]	Mineração
Manguezal/Marisma [H]	Navegação
Mar [I]	Pecuária
Pastagem [J]	Pesca
Praia [K]	Silvicultura
Recifes costeiros [L]	Turismo e Lazer
Silvicultura [M]	
Vegetação de mata nativa [N]	
Vegetação de restinga [O]	

Sobre esta relação, na sua opinião quais são os sistemas mais importantes para as atividades realizadas na bacia hidrográfica? Indique abaixo as letras referentes aos sistemas.