

PROPOSTA DE ESTRUTURA ANALÍTICA DE BASE
SISTÊMICA PARA SUPORTE AO PLANEJAMENTO E
GESTÃO AMBIENTAL

Novembro de 2019

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

IDENTIFICAÇÃO:

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:

PROPOSTA DE ESTRUTURA ANALÍTICA DE BASE SISTÊMICA PARA SUPORTE AO PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL

MESTRANDO:

VINIÍCIUS MELGAREJO MONTENEGRO SILVEIRA

ORIENTADORA:

TATIANA SILVA DA SILVA

DATA DE ENTREGA DA DISSERTAÇÃO À BANCA EXAMINADORA:

03/08/2019

DATA DA DEFESA DA DISSERTAÇÃO:

27/08/2019

DATA DE ENTREGA DA VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO À BANCA EXAMINADORA:

30/11/2019

BANCA EXAMINADORA:

LAURINDO ANTONIO GUASSELLI

MILTON LAFOURCADE ASMUS

RAFAEL MEDEIROS SPERB

Novembro de 2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha companheira Paula, por todo o apoio ao longo do mestrado, sem a qual certamente não estaria vivendo esse momento.

À minha família pelo apoio incondicional. Em especial aos meus pais, Cândido e Eunice, minha avó Leya e minha irmã Francyele.

Ao meu sobrinho, Vicente, que passou a integrar a família quando eu já trilhava o caminho do mestrado, pela inspiração, renovação e força que empresta a todos na sua convivência.

E por fim, a minha orientadora, Tatiana, pela paciência e disposição ao longo de todo o processo de orientação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Área de Estudo.....	12
Figura 2 - Categorias de serviços ecossistêmicos segundo MEA	18
Figura 3 - Evolução dos interesses sobre a gestão territorial na América latina.....	23
Figura 4 - Linha do tempo do ZEE no Brasil	27
Figura 5 – Fluxograma da metodologia aplicada	32
Figura 6 - Fluxo básico da identificação e delimitação dos sistemas ambientais	34
Figura 7 - Fluxo detalhado da Etapa B: identificação e delimitação dos sistemas ambientais	38
Figura 8 – Fluxo de processos para a delimitação dos sistemas de transporte.....	41
Figura 9 - Distribuição espacial dos sistemas ambientais	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Definições para Gestão com Base Ecológica.....	16
Quadro 2 - Definições de serviços ecossistêmicos.....	17
Quadro 3 - Definições das categorias de serviços ecossistêmicos	18
Quadro 4 - Critérios para a definição dos Sistemas Ambientais a partir das classes de uso e cobertura do solo	40
Quadro 5 - Valores de largura da pista e da faixa de domínio das rodovias	42
Quadro 6 - Larguras de pista, faixa de domínio e do sistema ambiental a ser delimitado por tipologia do PELT	42
Quadro 7 - Sistemas ambientais	47
Quadro 8 - Definição dos serviços ambientais.....	57
Quadro 9 - Serviços ambientais oferecidos pelos sistemas ambientais.....	59
Quadro 10 - Serviços e sistemas ambientais dos quais se beneficia a agricultura	64

Quadro 11 - Serviços e sistemas ambientais dos quais se beneficia a atividade portuária	65
Quadro 12 - Serviços e sistemas ambientais dos quais se beneficia a atividade de geração de energia	66
Quadro 13 - Serviços e sistemas ambientais dos quais se beneficia a atividade industrial	66
Quadro 14 - Serviços e sistemas ambientais dos quais se beneficia a atividade de mineração	67
Quadro 15 - Serviços e sistemas ambientais dos quais se beneficia a atividade de mineração	67
Quadro 16 - Serviços e sistemas ambientais dos quais se beneficia a ocupação urbana	68
Quadro 17 - Serviços e sistemas ambientais dos quais se beneficia a ocupação urbana	69
Quadro 18 - Serviços e sistemas ambientais dos quais se beneficia a pesca.....	70
Quadro 19 - Serviços e sistemas ambientais dos quais se beneficia a silvicultura	71
Quadro 20 - Serviços e sistemas ambientais dos quais se beneficia a silvicultura	72
Quadro 21 - Serviços chave para as atividades	73
Quadro 22 - Serviços chave e serviços acessórios para a agricultura	76

Sumário

RESUMO 8

ABSTRACT 9

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVOS.....	13
2	REVISÃO TEÓRICA	14
2.1	ENFOQUE SISTÊMICO NA GESTÃO TERRITORIAL	14
2.2	BASE DE DADOS A APLICAÇÃO DE ABORDAGEM ECOSSISTÊMICA	19
2.3	ZONEAMENTO	22
2.3.1	ORDENAMENTO TERRITORIAL EM OUTROS PAÍSES.....	22
2.3.2	ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO NO BRASIL.....	24
2.3.3	ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO NOS ESTADOS.....	28
2.3.4	ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO NO RIO GRANDE DO SUL.....	28
3	METODOLOGIA	31
3.1	OFICINAS DE CONCEPÇÃO E QUALIFICAÇÃO METODOLÓGICA	33
3.2	FONTES DE INFORMAÇÃO.....	36
3.3	DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DOS SISTEMAS AMBIENTAIS	37
3.3.1	ADEQUAÇÃO DO USO DO SOLO.....	38
3.3.2	ADEQUAÇÃO DA BASE DE LOGÍSTICA DE TRANSPORTE	40
3.3.3	DELIMITAÇÃO DOS SISTEMAS INDUSTRIAIS.....	43
3.3.4	DELIMITAÇÃO DOS SISTEMAS DE PORTO	43
3.3.5	GERAÇÃO DA BASE COMPLETA	43
3.4	SERVIÇOS AMBIENTAIS E SEUS BENEFICIÁRIOS.....	44
3.5	GERAÇÃO DA ESTRUTURA ANALÍTICA.....	45
3.6	SERVIÇOS CHAVE E SERVIÇOS ACESSÓRIOS.....	46
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4.1	SISTEMAS AMBIENTAIS	47
4.1.1	Sistema agrícola	48
4.1.2	Sistema aquaviário	49

4.1.3	Sistema de afloramento rochoso.....	49
4.1.4	Sistema de áreas úmidas.....	50
4.1.5	Sistema de areias com influência aluvial	50
4.1.6	Sistema de campos	51
4.1.7	Sistema de laguna ou lagoa costeira.....	51
4.1.8	Sistema de mata ciliar.....	51
4.1.9	Sistema de praia e duna costeira.....	52
4.1.10	Sistema de praia e duna lagunar	53
4.1.11	Sistema de silvicultura.....	53
4.1.12	Sistema florestal	54
4.1.13	Sistema industrial	54
4.1.14	Sistema lântico interior.....	55
4.1.15	Sistema lótico	55
4.1.16	Sistema portuário.....	56
4.1.17	Sistema urbano	56
4.1.18	Sistema viário terrestre.....	56
4.2	SERVIÇOS AMBIENTAIS	57
4.3	BENEFICIÁRIOS	62
4.3.1	Agricultura	63
4.3.2	Atividade portuária.....	65
4.3.3	Geração de energia	65
4.3.4	Indústria	66
4.3.5	Mineração	67
4.3.6	Navegação	67
4.3.7	Ocupação urbana	68
4.3.8	Pecuária	69
4.3.9	Pesca	70
4.3.10	Silvicultura	71
4.3.11	Turismo	71
4.4	CHAVE DE RELACIONAMENTO SERVIÇO AMBIENTAL - ATIVIDADE.....	73
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
6	REFERÊNCIAS.....	81

RESUMO

A geração de estruturas analíticas que sirvam ao planejamento e ordenamento territorial carecem da criação de métricas que possibilitem avaliações objetivas, a partir de fontes geralmente secundárias, com aceitação social, aplicabilidade a gestão e alinhadas às necessidades e temáticas contemporâneas. Nesse sentido buscou-se elaborar uma estrutura analítica, aplicando abordagem ecossistêmica, identificando e delimitando sistemas ambientais e estruturando, a partir desses, uma base parâmetros relacionados a gestão com base ecossistêmica, que fundamenta a elaboração de métricas para fins de planejamento e gestão. A construção dessa estrutura foi apoiada em oficinas de concepção e qualificação metodológica, que se basearam em conceitos de opinião especialista. Os sistemas ambientais foram identificados e delimitados a partir de informações diversas, especialmente o uso e cobertura do solo. A partir da identificação dos sistemas ambientais foram identificados os serviços oferecidos por esses e posteriormente seus beneficiários – identificados como atividades econômicas, relacionando diretamente sistemas, serviços e benefícios. Esses relacionamentos foram detalhados de forma a permitir a diferenciação entre benefícios diretos, definidos como serviços chave para a instalação de determinada atividade econômica, e indiretos, definidos como serviços acessórios. As características da estrutura criada possibilitam avaliar a potenciais de ocupação dos territórios por determinada atividade econômica, avaliar vocações de determinadas regiões e prever a necessidade de adaptações regionais. Essas características são possíveis através de uma base contínua de sistemas ambientais associados aos serviços oferecidos por esses, seus beneficiários e, especialmente, pela identificação de serviços chave, como benefícios que devem ser acessados diretamente por uma atividade econômica que instale em determinado sistema, como forma objetiva de planejamento e gestão.

Palavras chave: serviços ecossistêmicos; gestão de base ecossistêmica; abordagem ecossistêmica; ordenamento territorial; zoneamento.

ABSTRACT

The generation of analytical structures that serve the planning and territorial planning need the creation of metrics that allow objective assessments, from generally secondary sources, with social acceptance, applicability to management and aligned with contemporary needs and themes. In this sense, we sought to develop an analytical structure, applying an ecosystem approach, identifying and delimiting environmental systems and structuring, based on these, parameters related to ecosystem-based management, which underlies the development of metrics for planning and management purposes. The construction of this structure was supported by workshops of conception and methodological qualification, which were based on concepts of expert opinion. Environmental systems were identified and delimited from diverse information, especially land use and land cover. From the identified environmental systems and literature, the services offered by the systems and their beneficiaries were later identified - identified as economic activities, directly relating systems, services and benefits. These relationships have been detailed to allow differentiation between direct benefits, identified as key services for the installation of a particular economic activity, and indirect. The characteristics of the structure created make it possible to evaluate the potential occupation of territories by a given economic activity, to evaluate vocations of certain regions and to predict the need for regional adaptations. These characteristics are possible through a continuous base of environmental systems associated with the services offered by these, their beneficiaries, and especially by identifying key services, as benefits that should be directly accessed by an economic activity that installs in a given system.

Keywords: ecosystem services; ecosystem-based management; ecosystem approach; land use planning; zoning.

1 INTRODUÇÃO

A elaboração de instrumentos de ordenamento territorial enfrenta dificuldades na definição de escopo, encadeamento de etapas das etapas de elaboração e efetividade na implementação, o que tem resultado em uma perda de credibilidade frente aos gestores públicos e sociedade em geral. A realização desses processos também tem se deparado com a necessidade de incorporar mecanismos que abarquem temas contemporâneos, como as mudanças climáticas (MMA, 2016a, 2019). Ademais, são muitas as interfaces a serem consideradas num instrumento que não é setorial, ou seja, que não deve focar em determinado setor econômico, nem na preservação ecológica, mas sim na geração de mecanismos de concertação dos diversos interesses que sirvam de ferramenta qualificada e implementável aos gestores. (BRASIL, 1981, 2002; CBD, 2000; MMA, 1997, 2008, 2016a, 2019; MPDG, 2016).

Em uma iniciativa de avaliação de estudos que se utilizam de abordagem ecossistêmica e tratam da temática de mudanças climáticas na Europa, realizada por Doswald e Osti (2011), conclui-se que esses estudos proporcionam “impacto geral positivo na qualidade de vida, que são parte uma avaliação da adaptação” e “também contribuem para a conservação da biodiversidade”. Quando tratam de uso do solo, se apresentam como solução eficaz para a geração de alternativas na gestão dos conflitos, especialmente em áreas de uso agrícolas, e têm potencial de redução de custos em longo prazo e são contribuintes para uma economia verde e eficiente. Tratando das iniciativas que se utilizam de abordagem ecossistêmica, NOAA (2019) descreve a utilização dessa abordagem como a que “considera compensações sociais, econômicas e ecológicas entre várias pescarias e habitats”, auxiliando na tomada de decisões. Também justifica a utilização dessa abordagem como alternativa para possibilitar decisões melhores frente aos trade-offs entre as diversas atividades que ocorrem nos ecossistemas. O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) traz como justificativa para a aplicação de um enfoque integrado o enfrentamento de “questões cada vez mais complexas que desafiam a categorização tradicional” e necessitam “de intervenções focadas em apenas uma questão para um enfoque integrado que desenvolva sistemas completos garantirá que as questões complexas de hoje sejam encaradas de uma forma holística” (PNUMA, 2016). Essas e outras iniciativas indicam que a gestão dos usos dos ecossistemas, seja para o consumo do que é ofertado para os seres humanos, seja para a manutenção ou recuperações dos ecossistemas, depende de uma abordagem realmente integradora, que seja efetiva na utilização das informações disponíveis para o entendimento de como a situação dos ecossistemas afeta o

bem-estar de diferentes atividades da sociedade (GRANEK et al., 2009). Surge então, entre os modelos assentados na literatura recente a Gestão com Base Ecológica - em tradução livre do inglês Ecosystem-Based Management (EBM), como alternativa técnica para a construção de uma base de gestão. As dificuldades enfrentadas na elaboração dos ZEEs são, por conceito, dificuldades no ordenamento territorial. O enfrentamento dessas dificuldades, não somente no Brasil, mas também em outros países, vem sendo realizado através da busca por metodologias mais abrangentes, integradoras e holísticas sobre as temáticas envolvidas na gestão da ocupação do espaço. Em publicação recente, a *European Environment Agency* (EEA), buscando responder a questões referentes à avaliação de sistemas terrestres e os *trade-offs* associados aos impactos de políticas de ordenamento territorial, coloca como resposta a adoção de uma lógica sistêmica para análise e monitoramento de estado dos sistemas a partir de uma abordagem baseada em serviços prestados por esses sistemas (EEA, 2018).

A oportunidade de aplicação desses conceitos surgiu do processo de elaboração do Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Rio Grande do Sul (ZEE-RS), que se encontrava em um momento de entrave, uma vez que a fase de diagnóstico se alongava em discussões que não mais visavam subsidiar as etapas futuras, de prognóstico e de elaboração do Zoneamento de fato, mas sim estavam presas a um ciclo de produção de mais informação sem um propósito claro, de aprofundamento em temas setoriais que não cabiam a um ZEE e que, como consequência, ou não seriam utilizadas, ou tornariam o ZEE-RS um instrumento infrutífero. Além disso, o Zoneamento, sob coordenação da Secretaria do Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMA) e execução pelo consórcio Códex/Acquaplan/Gitec Brasil, contava com o suporte da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e da Universidade Federal do Rio Grande, atuantes neste projeto na forma de extensão universitária, o que possibilitou a utilização do ZEE-RS como estudo de caso para o desenvolvimento e aplicação metodológica que esta dissertação propõe.

Da realização concomitante deste trabalho e do ZEE-RS, com compartilhamento de informações e atividades, derivam: o acesso à ampla gama de profissionais que participaram da elaboração do Zoneamento, que foram peça central nos processos de concepção e qualificação metodológica deste trabalho; a validação social do que foi desenvolvido nesta dissertação, uma vez que a metodologia apresentada foi utilizada na elaboração do Zoneamento e, por isso, foi objeto dos processos de participação do ZEE-RS; a utilização das informações obtidas e geradas para a etapa de diagnóstico do ZEE-RS; e a área de estudo.

A área de estudo deste trabalho é o Estado do Rio Grande do Sul, que está localizado na Região Sul do Brasil, possuindo fronteira com somente um único estado brasileiro, Santa Catarina, ao norte, e com dois outros países, Argentina a oeste, e Uruguai, ao sul. O Rio Grande do Sul possui ainda extenso litoral, fronteira leste da área de estudo, já que esta não engloba a porção marítima do estado, nem os grandes corpos hídricos da região costeira do Rio Grande do Sul, a saber: Lago Guaíba, Laguna dos Patos, Canal de São Gonçalo e Lagoa Mirim. A área de estudo é apresentada na Figura 1.

Figura 1 - Área de Estudo



É nesse contexto que se deu o desenvolvimento de uma estrutura analítica capaz de subsidiar gestores na tomada de decisão sobre o conjunto de fatores através da aplicação de

uma abordagem ecossistêmica. Para o desenvolvimento de tal estrutura foi necessário o desenvolvimento de uma metodologia adaptada à disponibilidade de informações e fortemente apoiada em conhecimento especializado, utilizando-se de oficinas e reuniões de consolidação e elaboração de conceitos. A partir dessas oficinas foi possível o desenvolvimento de uma base de unidades de planejamento, qualificada com a determinação de serviços, benefícios e beneficiários, associados à base que se constitui de sistemas ambientais, compondo uma estrutura que possui base ecossistêmica e capacidade de apoiar o processo de planejamento territorial e gestão ambiental utilizando-se de uma lógica sistêmica para a tomada de decisão.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo desta dissertação é a proposição de uma estrutura analítica de base ecossistêmica para fins de ordenamento territorial. São objetivos específicos os seguintes:

- Propor uma base unidades de planejamento para fins de ordenamento territorial considerando uma lógica sistêmica
- Qualificar a base de unidades de planejamento com a determinação de serviços providos pelos sistemas ambientais, seus benefícios e beneficiários (atividades econômicas);
- Propor o conceito de serviços chave na caracterização de beneficiários (atividades econômicas), a fim de facilitar o processo de ordenamento territorial segundo a lógica ecossistêmica.

2 REVISÃO TEÓRICA

A revisão teórica, objeto deste capítulo, é uma apresentação dos principais conceitos aplicados neste projeto de dissertação. São apresentados, de forma concisa, os resultados de diferentes trabalhos e autores que abordam o tema de interesse.

2.1 ENFOQUE SISTÊMICO NA GESTÃO TERRITORIAL

A aplicação de um enfoque sistêmico à gestão territorial é entendida como a aplicação de uma abordagem ecossistêmica para a gestão do território. Essa abordagem surge como estratégia para o gerenciamento integrado dos recursos naturais através do usos sustentável e equitativo desses (CBD, 2004).

Para a aplicação de uma abordagem ecossistêmica é fundamental firmar um entendimento sobre o que é um ecossistema. A *Millennium Ecosystem Assessment* (MA), no documento *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment* (MA, 2003) traz a seguinte definição:

Um ecossistema é um complexo dinâmico de comunidades de plantas, animais e microorganismos e do meio ambiente não-vivo interagindo como uma unidade funcional. Os humanos são uma parte integral dos ecossistemas. Os ecossistemas variam muito em tamanho; uma poça de água na cavidade de uma árvore e uma bacia oceânica, podem ser ambos exemplos de ecossistemas. (MA, 2003).

Observa-se que, sendo o ser humano parte integral, sistemas completamente modificados pelo processo de antropização são considerados também unidades funcionais e são considerados sistemas a serem geridos, tal qual os sistemas naturais. Também se identifica que a definição não limita uma escala para a definição de um ecossistema, deixando a variação de tamanho explícita na própria definição. Essa liberdade de escala espacial de análise é corroborada pela definição apresentada no documento *The Ecosystem Approach* (CBD, 2004): “Ecossistema significa um complexo dinâmico de comunidades de plantas, animais e microrganismos interagindo no ambiente como uma unidade funcional”; e, no mesmo documento, se “reconhece que os seres humanos, com sua diversidade cultural, são um componente integrante de muitos ecossistemas”.

Não possuindo uma especificação de escala e partindo de uma definição ampla de ecossistema, a aplicação de uma abordagem ecossistêmica necessita de uma estrutura adaptativa, que possa lidar com os complexos dinâmicos, interações entre e intra ecossistemas e, por vezes, com a ausência de completo conhecimento e compreensão sobre todas as relações que se está gestionando.

Para tanto, são destacados alguns princípios apresentados por CBD (2004), apresenta alguns da abordagem ecossistêmica princípios, dos quais são destacados:

- Os gestores dos ecossistemas devem considerar os efeitos (reais ou potenciais) de suas atividades nos ecossistemas adjacentes e outros;
- A conservação da estrutura e do funcionamento do ecossistema, a fim de manter os serviços ecossistêmicos, deve ser um alvo prioritário da abordagem ecossistêmica;
- Os ecossistemas devem ser gerenciados dentro dos limites de seu funcionamento;
- A abordagem ecossistêmica deve ser realizada nas escalas espaciais e temporais adequadas;
- A gestão deve reconhecer que a mudança é inevitável.

A aplicação da abordagem ecossistêmica ao todo do processo de gestão territorial culmina na adoção da gestão com base ecossistêmica, ou seja, a gestão é baseada no reconhecimento das conexões entre e dentro dos ecossistemas e dos elementos que os compõem, incluindo as componentes sociais e naturais, de forma holística. A partir da consideração de todo o ecossistema, incluindo humanos, explicita a interconectividade e integração dos aspectos naturais, sociais e econômicos. (ARKEMA; ABRAMSON; DEWSBURY, 2006; CBD, 2000; GRANERK *et al.*, 2009; LESLIE; MCLEOD, 2007; LESTER *et al.*, 2010).

Apesar da ampla utilização do termo em publicações internacionais, não há uma definição única e acordada para EBM. A utilização do termo para estudos setoriais, onde destacam-se os que abordam questões latentes aos ambientes marinhos e costeiros, traz consigo uma variedade de definições para o termo, por vezes também utilizados com Abordagem Ecossistêmica (LONG; CHARLES; STEPHENSON, 2015). Das muitas definições

encontradas, destacam-se, dentro do contexto que se pretende aplicar na pesquisa, as definições apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Definições para Gestão com Base Ecológica

A abordagem ecológica é uma estratégia para a gestão integrada de recursos terrestres, hídricos e vivos que promova a conservação e uso sustentável de forma equitativa. É baseada na aplicação de metodologias científicas apropriadas focadas em níveis de organização biológica, que abrangem estrutura, processos, funções e interações essenciais entre os organismos e seu meio ambiente. Reconhece que os seres humanos, com sua diversidade cultural, são parte integrante de muitos ecossistemas.

CBD (2000)

A EBM é uma abordagem integrada que considera todo o ecossistema, incluindo humanos. Os métodos de aplicação de EBM variam, mas se concentram na proteção da estrutura, função e processos mais importantes do ecossistema.

Leslie; Mcleod
(2007)

A EBM é uma abordagem de gestão que enfatiza a proteção da estrutura, função e processos dos ecossistemas, com atenção explícita a interconectividade entre sistemas e a integração de aspectos naturais, sociais e econômicos.

Granek *et al.* (2009)

A gestão baseada no ecossistema (EBM) é baseada em locais, considera as conexões dentro e entre os ecossistemas (incluindo uma visão equilibrada e integrada dos componentes sociais e naturais) e se concentra na manutenção da capacidade de longo prazo dos ecossistemas para oferecer uma gama de serviços.

Lester *et al.* (2010)

As definições apresentadas convergem para o entendimento de que o componente humano é parte do ecossistema; o que se pretende proteger ou preservar, são as estruturas, funções e processos; e a proteção serve a manutenção da capacidade dos ecossistemas de fornecerem serviços, ou seja, o uso sustentável dos recursos.

Como ocorre nas definições de EBM e de ecossistemas, existe uma série de definições sobre serviços ecológicos. No Quadro 2, são apresentadas algumas dessas definições

Quadro 2 - Definições de serviços ecossistêmicos

Os serviços dos ecossistemas são os benefícios que as pessoas recebem dos ecossistemas. Estes incluem serviços de produção como alimento e água; serviços de regulação como regulação de enchentes, de secas, da degradação dos solos, e de doenças; serviços de suporte como a formação dos solos e os ciclos de nutrientes, e serviços culturais como o recreio, valor espiritual, valor religioso e outros benefícios não-materiais.	MA (2003)
Os serviços ecossistêmicos são processos, ativa ou passivamente, utilizados dos ecossistemas utilizados para a produção do bem-estar humano.	Fisher; Turner; Morling (2009)
Serviços ecossistêmicos são as contribuições diretas e indiretas dos ecossistemas para o bem-estar humano	TEEB (2010)

Das definições apresentadas, a que se destaca, seja pela ampla utilização, seja pela aderência que possui com o conceito que é aplicado neste trabalho, é a estabelecida pela MA, a qual define serviços ecossistêmicos como “benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas” (MA, 2003).

Apesar da ampla utilização e da facilidade que traz ao entendimento do que são os serviços ecossistêmicos, essa definição pode carregar consigo a ideia de que serviços ecossistêmicos e benefício são sinônimos, mas não o são. É importante atentar-se para as definições de Fisher; Turner; Morling (2009), onde está explícito que os serviços estão associados aos processos; e TEEB (2010), onde é explícita a diferenciação entre contribuições diretas e indiretas ao bem-estar humano.

Essa aparente minúcia na definição exata do que são os serviços ecossistêmicos é importante pela relevância que a publicação da MA possui, sendo, segundo FISHER *et al.* (2009), uma das publicações mais influentes, dada a sua ampla utilização de pesquisadores e tomadores de decisão, no estudo deste tema, e por apresentar uma categorização dos serviços ecossistêmicos; e pelo o que afirma DE GROOT *et al.* (2010): quando tratamos da necessidade de se preservar as estruturas, processos e funções dos ecossistemas, é importante que possamos distinguir as funções dos processos e estruturas, pois são as funções que indicam as combinações entre os processos e as estruturas e, também, o potencial que os ecossistemas tem de oferecer serviços.

Então, a partir dessas definições, o que se busca, aplicação da abordagem ecossistêmica, é a manutenção dos processos, estruturas e funções dos ecossistemas, de forma que esses mantenham sua capacidade e fornecer serviços ecossistêmicos, sendo esses últimos capazes de gerar benefícios e contribuir de maneira direta ou indireta para o bem-estar humano.

A MA (2003) também apresenta uma categorização dos serviços ecossistêmicos, apresenta na Figura 2.

Figura 2 - Categorias de serviços ecossistêmicos segundo MEA



Fonte: adaptado de (MA, 2003)

Como pode ser observado na Figura 2, essa categorização traz consigo uma dependência entre os serviços de provisão, regulações e culturais, e os serviços de suporte, sendo esses últimos os relacionados com os processos naturais possibilitam a existência dos demais.

O Quadro 3 apresenta uma descrição de cada uma dessas categorias.

Quadro 3 - Definições das categorias de serviços ecossistêmicos

<i>Serviços de provisão</i>	<i>São produtos ou matéria-prima, retirados dos ecossistemas através da exploração ou manejo. Exemplos: madeira, fibras, água, recursos genéticos, etc.</i>
<i>Serviços de regulação</i>	<i>São os que se relacionam com a regulação das condições ambientais e são obtidos através da manutenção dos processos do ecossistema. Exemplos: regulação climática, da qualidade da água, de enchentes, de erosão, de pragas e doenças, etc.</i>

Serviços culturais São os que se relacionam a benefícios imateriais, ligados aos valores e manifestações culturais, exemplos: lazer, educação, inspiração, espiritualidade, etc.

Serviços de suporte São os que trazem benefícios indiretos, entregando os processos naturais necessários aos demais serviços. Exemplos: formação de solos, ciclagem de nutrientes, etc.

Fonte: adaptado de COSTA (2017); ICLEI; FBPN (2015); MEA (2003)

A partir do entendimento de que o serviço ecossistêmico gera benefício, esse benefício pode ser caracterizado, de maneira bastante semelhante à caracterização dos serviços, pela dependência decorrente da própria definição, e também podem ser a esses associados beneficiários dos serviços.

Retomando o conceito de que não há, por definição, uma escala espacial em que se definem os ecossistemas, essa deve ser definida a partir do caso em que se quer aplicar a abordagem, sendo que a definição desse nível de detalhamento de análise será aplicado também aos serviços oferecidos por esses ecossistemas e aos consequentes benefícios e beneficiários (CBD, 2004).

Cabe ainda apresentar uma definição de bem-estar humano, para que se delimite o termo no entendimento deste trabalho. TEEB (2010), que se baseia no conceito aplicado por MA (2003), define bem-estar humano como os elementos que constituem ‘uma boa vida’, incluindo bens materiais básicos, liberdade e escolha, saúde e bem-estar do corpo, relações, segurança, paz de espírito e experiência espiritual.

2.2 BASE DE DADOS A APLICAÇÃO DE ABORDAGEM ECOSISTÊMICA

A gestão territorial realizada a partir de uma abordagem ecossistêmica tendo como Unidade de Planejamento (UP) os ecossistemas, ou sistemas ambientais, entendidos como “um complexo dinâmico de comunidades de plantas, animais e micro-organismos e do meio ambiente não-vivo interagindo como uma unidade funcional” (MA, 2003), considerando também os seres humanos como parte integral, constituem-se como a base espacial para a gestão, em que o nível de detalhamento, e consequente escala cartográfica, é definido pelo ecossistema que é considerado, podendo atender a diversas escalas de trabalho.

As UPs, num contexto de planejamento territorial, são as unidades de intervenção, ou seja, porções de território consideradas internamente homogêneas para as quais vão se propor diretrizes, planos, metas, indicadores, etc. Desta a forma, o desenvolvimento de uma estrutura que se utilize de abordagem ecossistêmica tem nos sistemas ambientais suas UPs, que passam a ser os concentradores da maior parte das informações absorvidas e geradas pelo sistema de informação. No caso desta dissertação a escala de trabalho vai de encontro ao o que o MMA define como escala adequada aos zoneamentos estaduais, que pode variar de 1:250.000 até 1:100.000 (MMA, 2006).

Além dos sistemas ambientais como UPs, uma estrutura desenvolvida a partir de uma abordagem ecossistêmica atender aos princípios dessa abordagem, já apresentados, e por isso ser, resumidamente, adaptativa, ter a mudança como inevitável e possibilitar análises voltadas aos serviços ecossistêmicos ou, como doravante serão nominados, serviços ambientais associados às UPs (sistemas ambientais).

A grande quantidade de informação analisada e a necessária construção de relacionamentos, facilita-se com a estruturação de um banco de dados que possibilite relacionados tabulares e espaciais, essa estruturação de informações é realizada dentro de um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Burrough (1986) afirma que um SIG é um poderoso conjunto de ferramentas para coleta, armazenagem, recuperação e exibição de dados do mundo real para determinados propósitos. Essas funcionalidades tornam o SIG uma ferramenta poderosa para o processamento dos dados e a transformação desses em informação adequada aos usos pretendidos.

A partir da utilização de um SIG o desenvolvimento da estrutura analítica como a que se objetiva para esta dissertação se dá em duas frentes, uma primeira de mapeamento, onde é gerada a base de sistemas ambientais, que é centrada na obtenção de qualificação de informações cartográficas; e uma secunda, onde são agregadas informações aos sistemas ambientais, dentre as quais destaca-se os serviços ambientais. O mapeamento dos sistemas ambientais tem como principal fonte de informação os mapeamentos disponíveis de uso e cobertura do solo. Já as informações a serem agregadas aos sistemas mapeados podem ser obtidos em inventários de informações pré-existentes ou construídos ao longo do processo. (EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY, 2013; EUROPEAN UNION, 2014; HAINES-YOUNG; POTSCHIN, 2018).

Desta forma, o desenvolvimento de uma estrutura analítica que permita a plena gestão através de uma abordagem ecossistêmica tem como desafio principal desenvolver o potencial de avaliar a capacidade dos sistemas ambientais de oferecerem serviços sem que esses entrem em declínio, ou seja, a estrutura deve ter como objetivo central informar para os gestores um ótimo na utilização dos serviços de forma sustentável ao longo do tempo. Contudo o desenvolvimento de uma estrutura que responda de uma maneira completa sobre a capacidade dos ecossistemas de prover serviços necessita, essencialmente, conhecer os sistemas e serviços ambientais que deve avaliar. Portanto, faz-se necessário, como primeiro passo no desenvolvimento de uma estrutura robusta, identificar, mapear e caracterizar os sistemas e serviços e desenvolver métricas de avaliação mais simplificadas para que, ao longo do processo de qualificação, a estrutura passe a responder cada vez mais questões (PIET *et al.*, 2017).

Existem algumas iniciativas no país que abordam temas ligados á abordagem ecossistêmica ou mesmo à EBM, contudo foram encontradas apenas duas que aderem de maneira relevante às proposições deste projeto: o Atlas do Sistema Cantareira, elaborado pelo Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPE), que é uma estrutura de avaliação baseada em serviços ecossistêmicos; e a Iniciativa BIG2050, que integra o Projeto de Gestão Integrada para o Ecossistema da Baía da Ilha Grande, e tem como objetivo a construção de uma base para a gestão utilizando-se de uma concepção semelhante ao que é proposto neste trabalho.

O Atlas do Sistema Cantareira teve boa parte de suas informações colhidas no contexto da pior estiagem do Sistema Cantareira (de 2013 a 2015), e tem seu foco na preservação da água. Apesar do viés estabelecido, consolida de maneira bastante interessante os conceitos da gestão com abordagem ecossistêmica, trazendo um capítulo de conceituação e uma avaliação dos efeitos das alterações da estrutura e composição das paisagens para a oferta de serviços ecossistêmicos. Também traz a descrição da influência do solo, como serviço de suporte, na qualidade e quantidade da água (UEZU *et al.*, 2017).

A outra iniciativa em território nacional, que se caracteriza como a mais próxima, na concepção, da abordagem que se propõe neste trabalho, é a Iniciativa BIG. Essa iniciativa objetiva estruturar mecanismos de continuidade de monitoramento ambiental da Baía da Ilha Grande (Estado do Rio de Janeiro), com foco na promoção do desenvolvimento sustentável. Trata-se do desenvolvimento de uma ferramenta de gestão voltada à Gestão Integrada do Ecossistema. A estruturação dessa ferramenta se subdivide em duas iniciativas: o Radar BIG e o Desafio BIG. O Radar BIG desenvolve o mecanismo de monitoramento na avaliação de

indicadores de saúde ambiental, que estão diretamente associados a serviços ecossistêmicos. O Desafio BIG é o responsável por desenvolver e expandir a base de indicadores, composta por serviços ecossistêmicos. Esses indicadores são sistematizados em uma base de dados, que pode ser consultada por serviço ecossistêmico ou por ambiente (BIG2050, [s.d.]).

2.3 ZONEAMENTO

A análise de práticas que tenham objetivo correlato ao desta dissertação é, por certo, estratégia interessante a fim de não incorrer em falhas metodológicas conhecidas e buscar soluções inovadoras que visem solucionar os problemas persistentes. Para tanto, são objetos desse item duas questões acerca dos instrumentos de gestão territorial: (i) o que está sendo realizado?; (ii) como está sendo realizado?.

Busca-se responder a essas perguntas para experiências internacionais (item 2.3.1) e (item 2.3.2) nacionais, com enfoque nas práticas que passam pelo zoneamento e, principalmente, as que aplicam conceitos semelhantes aos de zoneamento ecológico-econômico no entendimento brasileiro do termo. No item 2.3.3 é apresentada a situação do ZEE nos estados brasileiros e no item 2.3.4 a situação do Estado do Rio Grande do Sul quanto à aplicação do instrumento.

2.3.1 ORDENAMENTO TERRITORIAL EM OUTROS PAÍSES

No contexto da União Europeia (UE) não existe uma política específica de ordenamento territorial, existe um conjunto de recomendações. A ordenação dos usos do solo nos países europeus é antiga e, dada convergência de políticas ambientais impulsionadas desde a instituição da UE nos últimos anos, existe a tendência de aplicação de abordagem ecossistêmica em larga escala para o território europeu. Esse entendimento é explicitado por Apitz *et al.* (2006) quando afirmam que a UE “adotou várias diretrizes, estratégias, recomendações e acordos ambientais que exigem uma mudança nas regulamentações locais e regionais para um gerenciamento ambiental mais holístico e baseado em ecossistemas” e concluem que essas mudanças de abordagem levam a uma concentração menor em impactos específicos e maior nos efeitos combinados de múltiplas fontes de estresse sobre os ecossistemas. Essa mudança de abordagem decorre do aumento da importância da perda e modificação de *habitats* como impacto (APITZ *et al.*, 2006).

Nos EUA, as iniciativas para a aplicação de abordagem ecossistêmica datam do início da década de 90, com a emergência de uma política federal de gestão com base ecossistêmica em 1993, e através da realização de estudos de casos de gestão de ecossistemas, a fim de identificar barreiras a esta abordagem e avaliar formas de superá-las. Existem diversas iniciativas e é ampla a utilização de abordagem ecossistêmica para planejamento e ordenamento territorial nos EUA. Merece destaque, no caso americano, a aplicação da abordagem ecossistêmica como ferramenta de concertação de interesses e de resolução de conflitos ligados à pesca (CELTIC SEAS PARTNERSHIP, [s.d.]; MALONE, 1997; NOAA, 2019).

A maior parte dos planejamentos espaciais que possuem maturidade e se utilizam de abordagem ecossistêmica são realizados para ambientes marinhos, dos quais destacam-se: as iniciativas de manejo de pesca elaboradas pelo *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) – *Fisheries*, órgão governamental responsável pela administração dos habitats e recursos oceânicos dos Estado Unidos da América (EUA); e o projeto AQUACROSS desenvolvido no âmbito da Estratégia Europa 2020, que tem como tônica o crescimento inteligente, sustentável e inclusivo, visa responder necessidades econômicas e sociais a partir de uma perspectiva integrada, e que traz para o centro da construção de uma ampla base de conhecimento os ecossistemas e os serviços prestados por esses (PIET *et al.*, 2017).

A América Latina vem experimentando a aplicação do ordenamento territorial como política pública há cerca de setenta anos, a partir dos anos oitenta, quando as políticas e planos de uso do solo surgem mais robustos, acompanhando o movimento internacional. A partir do início do Século XXI é identificada a intensificação da visão sistêmica na elaboração desses instrumentos (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2015). A evolução temporal da visão territorial é apresentada na Figura 3.

Figura 3 - Evolução dos interesses sobre a gestão territorial na América latina



Fonte: Governo do Estado do Rio de Janeiro (2015)

A complexidade do tema levou à diversidade de abordagem nestes países. Os instrumentos elaborados focam, em alguns casos, no planejamento urbano com destaque ao

desenvolvimento socioeconômico, e em outros casos nos objetivos de proteção ambiental (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2015).

A Bolívia, por exemplo, aborda a questão a partir do Plano de Ordenamento Territorial, que é dividido em dois componentes: o Plano de Uso do Solo e do Território e o Plano de Ocupação e Estruturação do Território. A elaboração do primeiro visa influenciar, controlar ou mudar os usos da terra, de tal forma que se propicie o uso mais benéfico, enquanto se promove a permanência da qualidade ambiental e da conservação de recursos. O segundo normatiza, promove, orienta e sugere estruturação eficaz, articula a ocupação do território a partir da intervenção nos sistemas e componentes de assentamentos humanos. A elaboração desses planos combina informações de maneira analítica, dividindo etapas de diagnóstico em componentes e, em seguida, integra essas informações para gerar o zoneamento. No Chile já não se identifica uma compartimentação da informação de maneira tão clara, o zoneamento está ligado à identificação de zonas homogêneas e ao desenvolvimento de indicadores. Os Planos de Ordenamento Territorial se utilizam de unidades territoriais condizentes com resultados de integração espacial dos diferentes sistemas territoriais, de suas estruturas, redes e articulações como premissa para o zoneamento (GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 2015).

Apesar da existência de iniciativas, não se encontra na América do Sul processos tão maduros de aplicação de um enfoque sistêmico para o ordenamento territorial como nos EUA e na UE. Corroborando com essa percepção a conclusão que Bai (2018) faz sobre a aplicação da abordagem ecossistêmica em nível de cidades, quando afirma que “a abordagem ecossistêmica deve ser avaliada e aplicada no sul global. A grande maioria dos estudos está em cidades da Europa ou da América do Norte, com alguns da China”.

2.3.2 ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO NO BRASIL

As práticas de influenciar no uso do território não são fato recente na história brasileira, contudo o desenvolvimento de instrumentos de ordenamento territorial, mais especificamente o zoneamento, surge no início da década de 80 e tem a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) como marco inicial, na qual o zoneamento ambiental aparece como instrumento de gestão ambiental. A Constituição Federal de 1988 (CF88) trata do ordenamento territorial, como atribuição da união e dos municípios em seu artigo 21 (BRASIL, 1988).

Contudo, não é a CF88 marco inicial da utilização do instrumento no Brasil. A Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), instituída pela Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981

(BRASIL, 1981), apresenta em seu art. 9º, inciso II, como instrumento da PNMA, o zoneamento ambiental. Resultado de uma visão integrada da temática do meio ambiente iniciada na década anterior, fruto do que foi apresentado e discutido na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, realizada em Estocolmo em 1972, a PNMA foi o diploma legal mais importante da época, marcando “uma mudança de perspectiva sobre a questão ambiental, saindo do foco estritamente econômico para um foco mais ecológico.” (MMA, 2016b).

Apesar de constar como instrumento da PNMA desde de 1981, o zoneamento ambiental só foi institucionalizado como ação sistemática de governo em 1998, ano em que passa a integrar o Programa de Defesa do Complexo de Ecossistemas da Amazônia Legal (instituído pelo Decreto nº 96.944/1988 e conhecido por Programa Nossa Natureza), para o qual o, agora chamado, Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) é ferramenta estratégica na disciplina do uso e exploração da região, e o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (Lei nº 7.661/1988), em que o Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro (ZEEC) é um dos instrumentos para a gestão da zona costeira (MMA, 2016a).

Com a criação da Secretaria de Assuntos Estratégicos (SAE), pela Medida Provisória nº 150/1990, esse processo se fortalece. Entre as atribuições da SAE estava “a coordenação de um Grupo de Trabalho encarregado de conhecer e analisar os trabalhos de ZEE até então desenvolvidos” (MMA, 2016a). Também em 1990, através do Decreto nº 99.540/1990, é criada a Comissão Coordenadora do Zoneamento Ecológico-Econômico do Território Nacional (CCZEE), sob a coordenação da SAE. Já em 1993, através da publicação do Decreto nº 782/1993, a SAE é fortalecida ao assumir a coordenação, o controle e a elaboração de estudos, planos, programas e projetos de natureza estratégica para Presidência da República, dentre os quais se encontra o ZEE. Nessa mesma época, o ZEE é inserido em duas agendas de cooperação internacional: o Programa Piloto das Florestas Tropicais do Brasil (PPG7) e os projetos coordenados pela Organização dos Estados Americanos (OEA), no âmbito do Tratado de Cooperação da Amazônia. (MMA, 2016a).

Em 1997 é lançado o Detalhamento da Metodologia para a Execução do Zoneamento Ecológico-Econômico pelos Estados da Amazônia Legal, que se origina de uma proposta desenvolvida pelo Laboratório de Gestão Territorial da Universidade Federal do Rio de Janeiro, contando com aval da SAE e do MMA. Em 1999 a SAE é extinta e suas atribuições são distribuídas a diferentes áreas do governo. A coordenação do ZEE passa a ser atribuição do MMA, enquanto a responsabilidade pelo ordenamento territorial passa ao Ministério da

Integração Nacional. Sendo coordenado pelo MMA, o ZEE passa a ser incluído no Plano Plurianual no ciclo 200-2003, e nesse momento também é criado o Programa ZEE Brasil, que estende a atuação da União, não se limitando mais à Amazônia Legal (MMA, 2016a).

O MMA publicou, em 2001, o documento Diretrizes Metodológicas para o ZEE do Território Nacional, que estabeleceu os preceitos e as diretrizes básicas a serem seguidos pela União e por todos os estados brasileiros em seus processos de zonificação. Também em 2001, é estabelecido um novo arranjo institucional para o ZEE: a Comissão Coordenadora do ZEE do Território Nacional (CCZEE) é reestabelecida, cria-se o Consórcio ZEE (um Grupo de Trabalho Permanente composto por diversas instituições federais de caráter técnico), tendo como principal atribuição a execução dos ZEEs sob a responsabilidade da União. Ainda em 2001, outro fato importante, que em muito contribuiu para fortalecer o Programa ZEE Brasil, foi o estabelecimento da Medida Provisória nº 2.166-67/2001, que alterou parte do Código Florestal vigente à época (Lei nº 4.771/1965) (MMA, 2016a).

No ano de 2002 é publicado o Diagnóstico Ambiental da Amazônia Legal, resultado do esforço de recuperação de informações do acervo da SAE e da digitalização dos dados. No mesmo ocorre a participação efetiva do Consórcio ZEE no primeiro projeto, no Baixo Rio Parnaíba, com a aplicação das Diretrizes Metodológicas (lançadas em 2001). Também em 2002, é promulgado o Decreto nº 4.297/2002, que estabelece critérios técnicos e institucionais para a elaboração do instrumento em território nacional, sendo esse o marco legal basilar do instrumento ZEE. Em 2006 é lançada versão atual das Diretrizes Metodológicas para o ZEE do Território Nacional, que traz as inovações em relação à versão anterior, incorporadas no Decreto nº 4.297/2002, revisado pelo Decreto nº 6.288/2007 (MMA, 2016a).

Ademais, em 2009 o Tribunal de Contas da União realizou auditoria de natureza operacional no intuito de examinar a potencial eficácia do ZEE como instrumento a ser utilizado pelo Governo Federal para o planejamento da Amazônia Legal (Acórdão nº 2.468/2009). E mais recentemente, a aprovação do novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) constituiu um importante marco para o Programa ZEE Brasil, estabelecendo a obrigatoriedade de que todos os estados brasileiros elaborem e aprovem seus ZEEs de acordo com metodologia unificada, estabelecida em norma federal (no caso, o Decreto nº 4.297/2002) (MMA, 2016a).

A Figura 4 resume o histórico do ZEE no Brasil.

Figura 4 - Linha do tempo do ZEE no Brasil



Fonte: adaptado de MMA (2016a).

Atualmente, dos quatro projetos que são iniciativas federais, dois estão concluídos, o da região do Baixo Rio Paraíba (2002) e o da Região da Amazônia Legal (2010). Não estão concluídos os projetos da região da Bacia do Rio São Francisco, que tem sua fase de prognóstico em elaboração, e da região Centro-Oeste, que tem sua fase de diagnóstico em elaboração (MMA, 2016c).

Nesse contexto, o ZEE passou recentemente por dois processos de avaliação nacional: um primeiro, em 2016, para os Zoneamentos na Amazônia Legal, e outro, em 2016, para os Zoneamento Ecológico-Econômicos Costeiros (ZEEC). Essas duas avaliações chegaram a conclusões semelhantes sobre dificuldades enfrentadas na elaboração e implementação do instrumento: o descrédito de diferentes setores da sociedade em relação ao instrumento, principalmente quanto a sua capacidade de influenciar no ordenamento do território, ou seja, na sua implementação; o excesso de informações a serem reunidas nos diagnósticos, tornando essa fase custosa e pouco produtiva para o zoneamento em si; informações resultantes pouco úteis à gestão, por desatualização, causada pelos processo muito longos de elaboração, ou por

escala inadequada, advinda de mal planejamento ou exigências desproporcionais; e a necessidade de se incorporar temáticas contemporâneas, como gestão de base ecossistêmica e mudanças climáticas (MMA, 2016a, 2019).

2.3.3 ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO NOS ESTADOS

A Lei Complementar nº 140/11, fixa normas de cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios. Os Estados estão em diferentes estágios de elaboração dos seus instrumentos, sendo esse acompanhamento realizado pelo MMA, que publica um quadro que resume esse panorama geral. Atualmente possuem ZEE concluído dez Estados, desses somente sete possuem normatização para os instrumentos. Existem ainda dois estados em fase de planejamento, quatro estados com os instrumentos na fase de elaboração do diagnóstico, um estado elaborando o prognóstico, dois elaborando as propostas de gestão, e um estado elaborando instrumento legal e ferramenta de tecnologia da informação (caso do Estado do Rio Grande do Sul). Cinco estados não estão elaborando o instrumento. Os instrumentos do estado de Mato Grosso e Roraima estão sob suspensão judicial. (MMA, 2016c).

2.3.4 ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO NO RIO GRANDE DO SUL

No estado do Rio Grande do Sul já foram realizados zoneamentos com diferentes abordagens, tanto zoneamentos ecológicos-econômicos para regiões específicas do estado como zoneamentos setoriais. Dos trabalhos realizados, destacam-se: Programa de Gerenciamento Costeiro (GERCO-RS), Zoneamento Ecológico-Econômico do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Zoneamento Ecológico-Econômico do Litoral Médio do Rio Grande do Sul, Zoneamento Ambiental da Silvicultura no Rio Grande do Sul, Zoneamento Ambiental do Potencial Eólico do Rio Grande do Sul. Esses trabalhos são objetos dos itens a seguir, em que são brevemente apresentados, buscando destacar suas contribuições para este projeto de dissertação (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2016; FEPAM, [s.d.]).

2.3.4.1 Programa de Gerenciamento Costeiro (GERCO-RS)

O Programa de Gerenciamento Costeiro da FEPAM objetiva a implantação do processo de gestão costeira, através do desenvolvimento de instrumentos de gestão, entre eles o ZEE, visando melhorar a qualidade de vida das populações locais, promovendo a proteção adequada de seus ecossistemas. Esse está inserido no Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC). No RS a região costeira é constituída por 46 municípios, foi dividida em 04 grandes setores: Litoral Norte: do município de Torres até o município de Cidreira; Litoral Médio Leste: do município de Palmares

do Sul até São José do Norte, a leste da Laguna dos Patos; Litoral Médio Oeste: do município de Barra do Ribeiro até o de Pelotas, a oeste da Laguna dos Patos; Litoral Sul: do município de Rio Grande até o de Santa Vitória do Palmar (FEPAM, [s.d.]).

Como principais resultados dos trabalhos o GERCO-RS apresenta-se: Zoneamento Ecológico-Econômico Integrado com a Proposta de Enquadramento dos Recursos Hídricos do Litoral Norte; Diretrizes Ambientais para o Desenvolvimento do Litoral Norte; Caderno de Planejamento e Gestão Ambiental; Cartas temáticas: Uso do Solo Atual, Flora, Geologia e Geomorfologia e Vocações Agrárias do Litoral Médio Leste; e Cartas temáticas: Geologia e Geomorfologia, Vocações Agrárias, Flora e Fauna Associadas e Uso do Solo Atual do Litoral Médio Oeste (FEPAM, [s.d.]).

2.3.4.2 Zoneamento Ecológico-Econômico do Litoral Norte do Rio Grande do Sul

O ZEE do Litoral Norte é resultado de mais de uma década de estudos técnicos e debates públicos sobre o Gerenciamento Costeiro no Litoral Norte do Rio Grande do Sul, conduzidos pela equipe técnica do Programa de Gerenciamento Costeiro da FEPAM (GERCO/RS). O ZEE do Litoral Norte destaca a participação dos municípios e sua importância para a implementação do instrumento (FEPAM, 2000).

O processo de elaboração do ZEE do Litoral Norte foi realizado com atenção especial ao enquadramento dos recursos hídricos, e possui duas fases distintas: a primeira, geração de informações e elaboração de proposta técnica, e a segunda, composta pelos debates públicos. O resultado da primeira fase obedeceu a uma metodologia proposta pela coordenação nacional do projeto GERCO. Seguindo a previsão de elaboração de cartas temáticas, foram treze cartas elaboradas ao todo, com objetivo de gerar conhecimento sobre o ambiente. Foi através do cruzamento dessas cartas que se obteve uma carta de unidades ambientais, apresentado como o diagnóstico socioambiental. A integração desse diagnóstico com zoneamentos intermediários de flora, de fauna e da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, originou a carta síntese do ZEE, com 14 zonas com padrões de paisagem semelhantes, contendo informações de fragilidade e de condicionantes ambientais (FEPAM, 2000).

2.3.4.3 Zoneamento Ecológico-Econômico do Litoral Médio do Rio Grande do Sul

ZEE do litoral Médio foi elaborado no âmbito do Projeto RS Biodiversidade, contemplando uma região marcada pela presença da Laguna dos Patos e do Oceano Atlântico, que se caracteriza por atividades econômicas de destaque para os setores tradicionais da

orizicultura e pecuária, somada à presença de comunidades tradicionais indígenas e quilombolas. O RS Biodiversidade – Conservação da Biodiversidade como Fator de Contribuição ao Desenvolvimento do Rio Grande do Sul, teve recursos oriundos de doação do Fundo Global do Meio Ambiente (GEF) por meio do Banco Mundial, com contrapartida do Governo do Estado (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2016).

À época da concepção do estudo (2004), foram indicados os principais ecossistemas alvo no Estado, representados pelos campos, banhados (áreas úmidas) e florestas. Foi utilizado o aplicativo Marxan com Zonas, que tem como objetivo o planejamento sistemático da conservação e busca selecionar regiões do espaço que assegurem atingir várias metas de conservação pré-estabelecidas com a menor área possível. Essa metodologia implica na geração de uma malha hexagonal de dimensão predefinida na qual são agrupados os dados de entrada (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2016).

Como resultados, o ZEE do Litoral Médio aponta diretrizes gerais, uma descrição da situação institucional e legal, áreas com potencial para a criação de unidades de conservação e corredores ecológicos, indicadores para monitoramento das diretrizes e metas relacionadas a essas, e, por fim, uma proposta de instrumento legal (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2016).

3 METODOLOGIA

O método aplicado ao desenvolvimento do trabalho é apresentado a seguir a partir da descrição das seis etapas executadas e das oficinas de concepção e qualificação metodológica que pautaram a tomada de decisão ao longo de todo o trabalho.

Essas oficinas foram realizadas através da reunião de especialistas em diversas áreas do conhecimento em torno da concepção de soluções para o desenvolvimento da base cartográfica e estrutura analítica, além de qualificar cada resultado obtido, em um processo que foi iterativo e incremental. A descrição detalhada das é realizada no item 3.1.

A Figura 5, apresentada a seguir, traz o fluxograma geral de execução dos trabalhos, segmentando cada processo e resultado nas seis etapas identificadas de A até F, de forma a auxiliar na descrição do processos realizados e resultados obtidos.

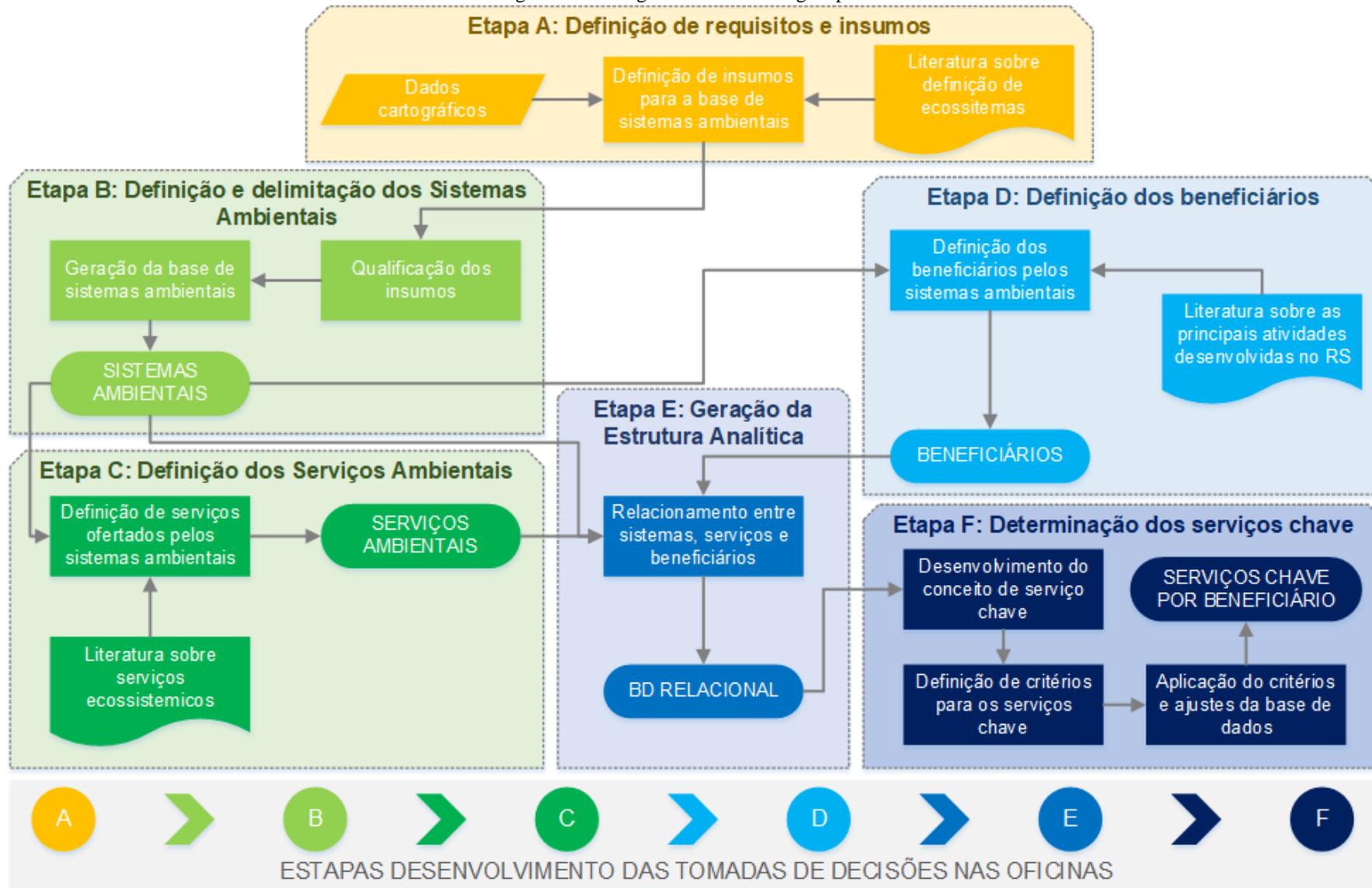
Nas primeiras oficinas realizadas (Etapa A) o debate central se deu sobre a definição de requisitos, ou seja, quais as características necessárias à estrutura analítica a ser construída. A partir desses requisitos foram buscados insumos, especialmente dados cartográficos, que possibilitassem a construção de uma base contínua de ecossistemas, nominados nesse desenvolvimento de sistemas ambientais. As fontes de informação que foram utilizadas são apresentadas no item 3.2.

Com base nessas informações reunidas, foi executada a Etapa B, onde foram definidos e realizados os processos necessários a obtenção de uma base contínua de sistemas ambientais, descritos no item 3.3.

Obtidos os sistemas ambientais, foram definidos os serviços ambientais ofertados por esses sistemas (Etapa C), num exercício de consulta e adaptação da literatura consultada, destacadamente o que foi apresentado no item 2.1. De posse de uma relação de sistemas ambientais, especializados para toda a área de estudo, e dos serviços para cada um desses sistemas, foram definidos os beneficiários. Nas oficinas realizadas durante a Etapa D, foram elegidas, dada a escala de trabalho, as principais atividades econômicas do Rio Grande do Sul como os beneficiários desses serviços. Na Etapa E foi gerada a estrutura baseada em SIG para comportar os relacionamentos concebidos. As Etapas C, D e E são descritas no item 3.4.

E, finalmente, foi concebido o conceito de serviço chave e o critério para a sua definição para cada beneficiário (Etapa F), que método apresentado no item 3.5.

Figura 5 – Fluxograma da metodologia aplicada



3.1 OFICINAS DE CONCEPÇÃO E QUALIFICAÇÃO METODOLÓGICA

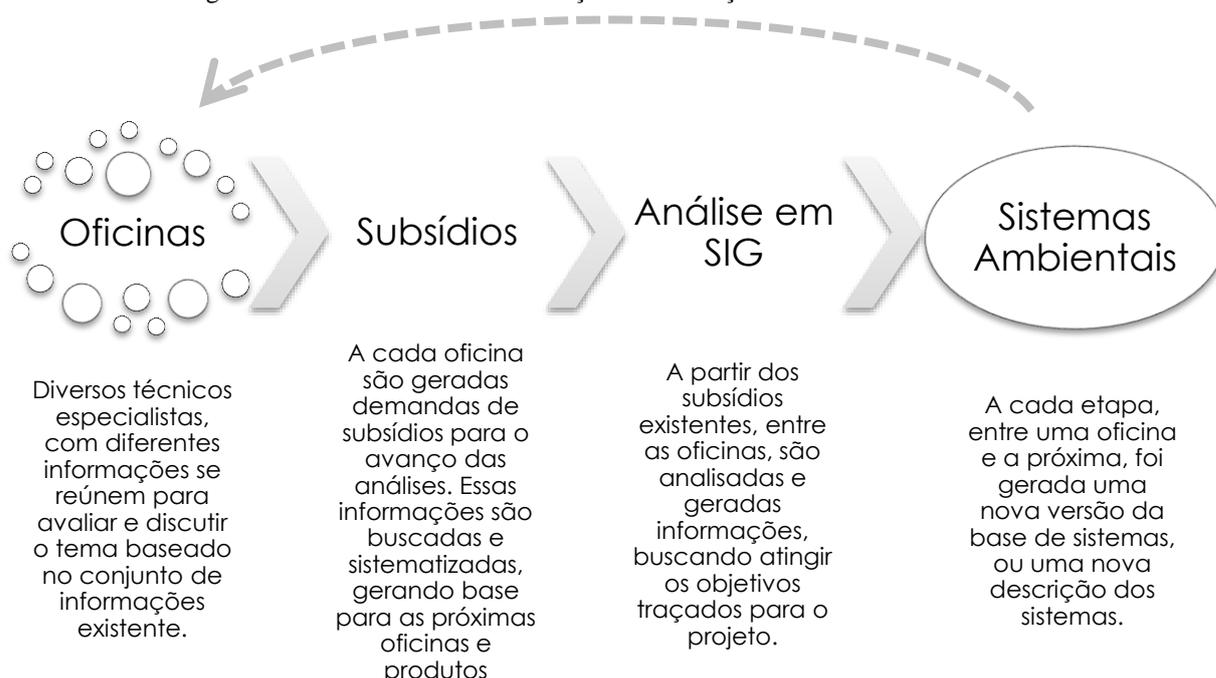
As oficinas iniciaram-se visando criar uma solução para uma das questões já relatadas como dificuldades de execução dos processos de zoneamento, que é o alongamento da etapa de diagnóstico e reunião de informações, sem que esse processo encaminhe de fato subsídios à etapa propositiva, ou mesmo à definição de zonas. Esse alongamento, por pressionar o cronograma, trazia à tona a questão central: como realizar a integração de um grande volume de dados produzidos e levantados, ou ainda, quais os dados de fato devem ser objetos de integração? A resposta das primeiras oficinas foi: precisamos de uma base de integração, que pode ou não depender dos dados já levantamos e, seguindo o que a avaliação dos zoneamentos da Amazônia legal indicava (MMA, 2016a) e o que a avaliação dos zoneamentos costeiros viria a indicar (MMA, 2019), deveria ser elaborada a partir de uma abordagem sistêmica.

Esse panorama inicial, do contexto em que o processo de realização das oficinas iniciou, é importante para esclarecer a motivação existente para a participação dos especialistas, que foi a elaboração do ZEE-RS, como já abordado na introdução deste trabalho, propiciando uma participação efetiva de diversos profissionais, incluindo docentes da UFRGS e da FURG, como por exemplo: engenheiros, economistas, oceanógrafos, geógrafos, geólogos, biólogos, administradores, etc.

A realização das oficinas teve periodicidade variável, realizando-se nos primeiros oito meses a cada três semanas, e nos últimos 12 meses aproximadamente a cada mês. A duração total do processo foi de aproximadamente dois anos, sendo que nos últimos quatro meses foram realizadas três reuniões de participação mais restrita voltadas ao refino dos resultados sem que fossem mais realizadas alterações significativas.

O método utilizado para as oficinas foi o mesmo ao longo de todo o processo, amplamente apoiado em “conhecimento especializado” (KRUEGER *et al.*, 2012; MARTIN *et al.*, 2011; NORDLUND *et al.*, 2016). Essa estratégia permitiu que os trabalhos realizados nas oficinas não se limitassem às abordagens comumente empregadas em processos de zoneamento, avançando sobre novas perspectivas, necessárias à adoção da abordagem ecossistêmica e permitindo o desenvolvimento paralelo deste trabalho. A Figura 6 apresenta esse fluxo sintético do método que é descrito pormenorizadamente a seguir.

Figura 6 - Fluxo básico da identificação e delimitação dos sistemas ambientais



As oficinas foram realizadas com o apoio de operação interativa de SIG, que era disponibilizado pela estrutura existente no Laboratório Ricardo Ayup Zoain, na UFRGS. A operação em tempo real das informações espacializadas propiciava as discussões e a definição dos próximos passos. Dessa forma, a cada oficina eram analisados os avanços sobre as definições da anterior, de forma a nivelar os participantes, que se alternavam a cada evento. Novas alternativas eram testadas, validadas e qualificadas, criando demandas que deveriam ser atendidas até a próxima oficina, onde o processo se repetiria.

Assim, as primeiras oficinas se dedicaram a definir os requisitos da base a ser construída e analisar os subsídios necessários. Essas primeiras oficinas são as que subsidiaram o processo decisório para a Etapa A da Figura 5 do fluxo. Nessas, foi identificado como insumo central para a construção da base de dados o dado de uso e cobertura do solo, seguindo o que já fora identificado por EUROPEAN UNION (2014), acompanhado de insumos que permitissem a delimitação de sistemas ligados a infraestrutura (transportes, portos, etc.). Dos dados analisados, foi identificado como mais adequado ao detalhamento de classes necessário, e escala cartográfica, segundo o que indica MMA (2006), o mapeamento de uso e cobertura do solo, fornecido pelo Laboratório de Geoprocessamento do Centro de Ecologia (LABGEO) da UFRGS. Essa definição se deu pela conclusão de que, das informações disponíveis, as que melhor representavam uma diferenciação dos ambientes para análises baseadas em suas estruturas e, posteriormente, funções, eram as relacionadas à ocupação e a cobertura natural das

terras. Outros mapeamentos de uso e cobertura do solo foram observados, contudo o produto elaborado pelo LABGEO foi o que apresentou proximidade com as necessidades elencadas em termos de escala geográfica e detalhamento de classes. Além desse mapeamento foi identificada para elaborar o mapa de sistemas ambientais, inicialmente, a necessidade de adição dos seguintes temas: feições de transporte terrestre (rodovias e ferrovias), feições de transporte aquático (hidrovias) e localização de polos industriais. O resultado principal desse processo, os insumos utilizados para a composição da base de sistemas ambientais, são apresentados no item 3.2.

A etapa seguinte, identificada na Figura 5 como Etapa B, não foi objeto de definições das oficinas, mas sim de qualificações, uma vez que a listagem dos sistemas a serem definidos e delimitados fora obtida na Etapa A. Ao passo que as classes de uso e cobertura do solo eram detalhadas e classificadas como sistemas ambientais, que as informações de infraestrutura eram utilizadas para delimitar outros sistemas, as oficinas foram utilizadas para avaliar e qualificar os critérios utilizados para a geração dos sistemas ambientais. Esse processamento para a definição e delimitação dos sistemas ambientais é objeto do item 3.3.

Já a Etapa C, onde foram definidos os serviços ambientais ofertados pelos sistemas ambientais, foi a etapa onde mais esforços das oficinas foram concentrados. O processo decisório dessa etapa foi executado a partir de duas linhas: uma mais ligada à pesquisa literária e à definição de fato de quais serviços os sistemas identificados na Etapa A ofereciam; e outra já realizando o relacionamento entre esses serviços, os benefícios gerados e os beneficiários desses.

A definição dos serviços foi obtida a partir da adaptação do que a literatura apresentava, especialmente MA (2003) e TEEB (2010), com as adaptações de nomenclatura e linguagem indicadas pelos especialistas presentes nas oficinas.

A participação de múltiplos profissionais ao longo das oficinas trouxe a necessidade de que os conceitos de serviços fossem abordados e discutidos para a formação de consensos em torno de uma lista de serviços para cada sistema, de forma que fosse possível antever a real utilidade dessas definições para o zoneamento, ou mesmo para que se instrumentalizasse o processo de gestão territorial. Nesse contexto de discussão da própria usabilidade da base de sistemas e serviços que estava sendo construída, surgiu a necessidade da delimitação de beneficiários (Etapa D) e do estabelecimento de relações (Etapa E). Foi então gerada uma lista

de beneficiários, que no nível de detalhamento do trabalho, foi definida como as principais atividades econômicas, e quais os serviços ambientais cada atividade demandava.

O próximo passo das oficinas foi a qualificação dos relacionamentos que foram gerados a partir das definições das etapas anteriores e se utilizando da estrutura analítica, objeto da Etapa E, que tem a metodologia de elaboração descrita no item 3.5.

A última etapa do trabalho, F, não foi objeto de oficinas com ampla participação de diversos profissionais como as demais, mas sim de processos de tomada de decisões restritos aos autores desse trabalho, com vistas a tornar a estrutura analítica gerada objetiva e assertiva na indicação de potenciais e restrições no ordenamento territorial. O método utilizado para a definição dos serviços chave é descrito no item 3.6.

Algumas considerações sobre a cronologia do processo: a divisão da apresentação do método do trabalho em etapas foi realizada para contribuir à descrição do trabalho, durante o processo foi recorrente a sobreposição entre essas, ademais, um processo participativo e caracterizado pela participação de atores com diferentes formações, necessita de flexibilidade de execução para que se possam extrair o melhor das contribuições ao mesmo tempo que as atividades mantenham um andamento efetivo; a etapa que perpassou por mais tempo as demais foi a delimitação dos sistemas ambientais, especialmente, pelo amplo processo de detalhamento de classes somado a uma verificação e atualização da informação, que tornou esse processo longo, mas sem impactar as outras etapas, já que a lista de sistemas ambientais se manteve desde o início dos trabalhos; a Etapa E não trata de um momento específico, mas serve a apresentação de um conjunto de requisitos e decisões tomados ao longo de todo o processo e que culminaram na aplicação da metodologia descrita.

3.2 FONTES DE INFORMAÇÃO

- Uso e cobertura do solo

O dado de uso e cobertura do solo foi obtido através do Laboratório de Geoprocessamento do Centro de Ecologia da UFRGS (HASENACK, 2016), mapeado a partir de imagens LandSat 5, com ano base de 2009. Esse dado é base para a identificação e delimitações dos sistemas ambientais, processo pormenorizado no item 3.3.

-
- Parques industriais

Os Parques Industriais foram recebidos, via Consórcio ZEE-RS, da SEMA-RS. Apresenta uma lista de vértices dos parques industriais do Estado do Rio Grande do Sul.

- Imagens de Satélite

Durante a realização das oficinas e a adequação da camada de uso e cobertura do solo (detalhada no item 3.3.1) foram utilizadas imagens de satélite fornecidas por serviço da Google e da Esri. Essas imagens foram acessadas via software (QGIS e ArcGIS). São imagens de resoluções e épocas variadas, oriundas de diversos sensores. A não observância das especificações dessas, não implica em qualquer degradação do trabalho, pois a partir dessas não foram delimitadas geometrias ou extraídos quantitativos. A utilização dessas imagens se deteve a subsidiar as análises acerca das paisagens em diversas escalas de análise.

- Informações de transporte

As informações produzidas para a elaboração do Plano Estadual de Logística de Transportes do Rio Grande do Sul (PELT-RS) foram utilizadas para a descrição espacial das malhas rodoviárias, ferroviárias e hidroviárias para todo o território do Rio Grande do Sul. A informação obtida continha informações acerca do tipo modal de transporte, da nomenclatura, de características por trecho (duplicada, pista simples, etc.) e de carga transportada. O dado foi obtido em formato Shapefile.

- Informações de portos

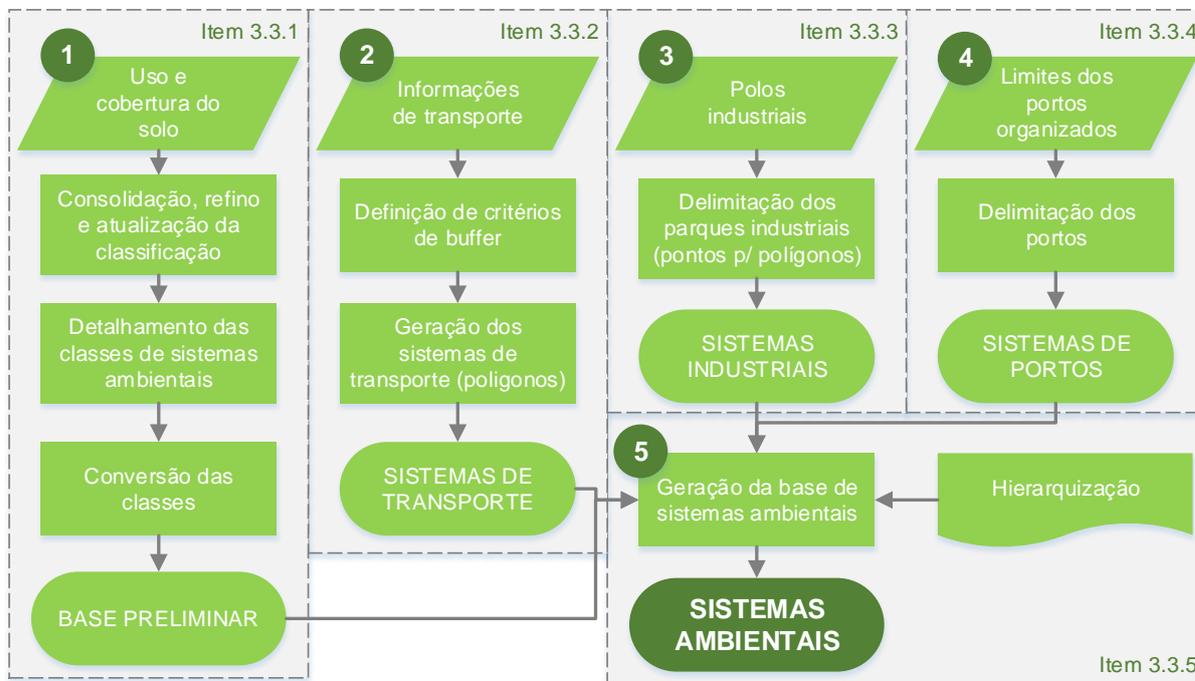
Localização e limites das áreas dos portos organizados do Rio Grande do Sul, através de decretos, listas de coordenadas e documentos cartográficos (GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2019).

3.3 DEFINIÇÃO E DELIMITAÇÃO DOS SISTEMAS AMBIENTAIS

A geração da base contínua de sistemas ambientais tem como base quatro informações cartográficas: (1) uso e cobertura do solo (HASENACK, 2016); (2) informações de transporte (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2014); (3) limites dos industriais (SEMA-RS); e (4) limites dos portos organizados (GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2019). A partir de cada um desses insumos principais foram realizados processos que resultaram em informações preliminares, reunidas em um processo de integração (5), que teve como

critério uma hierarquização das informações, e resultou na base de sistemas ambientais. A Figura 7 apresenta o fluxo desse processo, que é detalhado nos itens de 3.3.1 a 3.3.3.

Figura 7 - Fluxo detalhado da Etapa B: identificação e delimitação dos sistemas ambientais



3.3.1 ADEQUAÇÃO DO USO DO SOLO

A base vetorial foi recebida em abril de 2017, contendo 75477 polígonos, 10 classes (tanto na descrição textual, quanto na coluna com formato numérico). Contudo nesta versão existem 3 registros vazios na tabela de atributos, o que levou à verificação dos seus aspectos topológicos, quando foi identificada a necessidade de correção quanto a intervalos e sobreposições entre os polígonos, que, se tratando de uma base contínua do espaço, não deveriam existir.

Para solucionar essas inconsistências adotou-se como estratégia a segmentação da informação, diminuindo o custo computacional da identificação dos problemas, possibilitando a utilização de ferramentas de identificação automática. A camada de uso e cobertura do solo foi seccionada de acordo com os limites das unidades da paisagem natural (FEPAM, 2007). A escolha por essa segmentação tem por base a homogeneidade do uso e cobertura internamente às unidades de paisagem natural, facilitando uma futura conferência do dado de uso e cobertura do solo. Além da segmentação da camada de uso e cobertura, foi realizada a adequação do banco de dados, já indicando quais os sistemas ambientais correspondem a cada classe.

Todas as camadas geradas passaram a integrar um *Geodatabase* e foram alocadas dentro de um *Feature Dataset*, onde foram executados os seguintes processos:

1. Reparo da Geometria: visando a eliminação de problemas de ligação lógica entre as geometrias e os registros da tabela de atributos;
2. Regras de topologia: visando a identificação de sobreposições e espaços entre as geometrias;
3. Ajuste manual dos problemas de geometria.

Essas três etapas foram executadas repetidas vezes até que não fossem mais encontrados problemas. Não foram necessárias adições ou eliminações de grandes áreas, tendo como critério que grandes áreas seriam superiores a 0,5 ha, que é pouco menor que o erro padrão para Padrão de Exatidão Cartográfica, Classe A (BRASIL, 1984), na escala do uso e cobertura do solo (1:250.000). Nos ajustes manuais também foram preenchidos os atributos das feições que estavam com seus registros vazios.

Corrigidas as falhas de topologia dos dados, foi realizado um processo de verificação de acurácia e atualização da base de dados. Esse processo foi amplamente apoiado na utilização de imagens orbitais oferecidas por serviço (Google e Esri). Concomitantemente a atualização e verificação da classificação de uso e cobertura, foi realizado o detalhamento de classes, possibilitando a obtenção dos sistemas ambientais com o detalhamento desejado:

- a) Diferenciação entre sistemas de mata ciliar e sistemas florestais;
- b) Identificação dos sistemas de areais com influência fluvial, diferenciando-os de sistemas classificados como areias no mapa de cobertura e uso original, mas oriundos de processos erosivos;
- c) Identificação de falhas de classificação do uso do solo nas bordas de geometrias que passaram por correção de topologia.

O Quadro 4 apresenta os critérios utilizados para a conversão da classificação do dado de uso e cobertura do solo em sistemas ambientais.

Quadro 4 - Critérios para a definição dos Sistemas Ambientais a partir das classes de uso e cobertura do solo

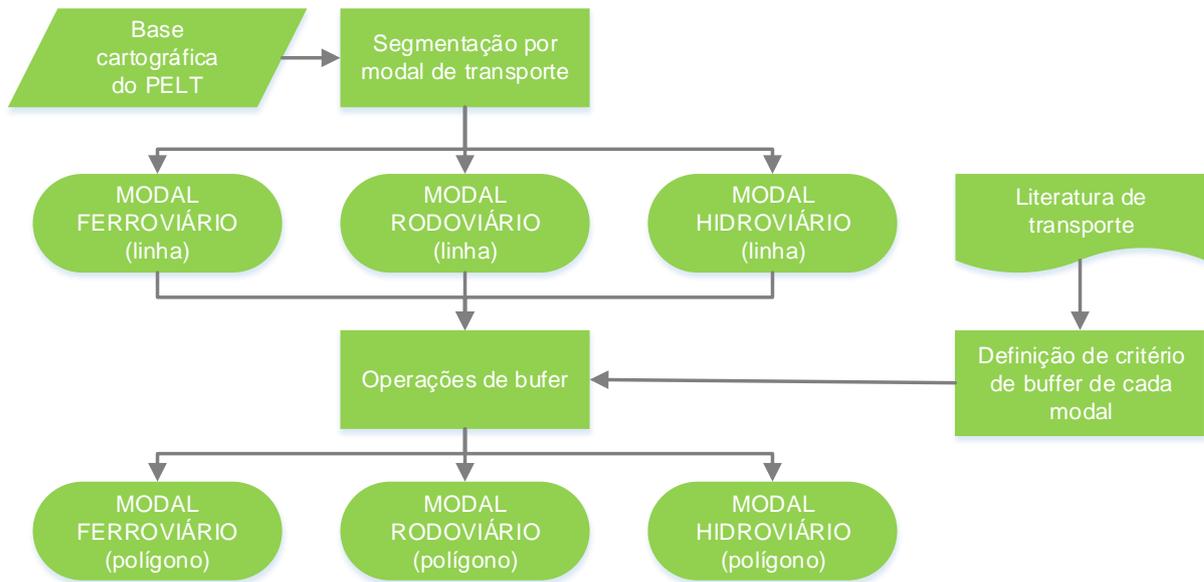
Classe Original	Critérios de conversão
Afloramentos Rochosos	Conversão direta para sistema de afloramento rochoso
Água	Diferenciação por localização e características, classificando em: <ul style="list-style-type: none"> • Sistema lótico; • Sistema lêntico interior; • Sistema de laguna ou lagoa costeira.
Areia	Diferenciação por localização com relação à malha hidrográfica, classificando em: <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de praia e duna costeira; • Sistema de praia e duna lagunar; • Sistema de areias com influência aluvial. Áreas de arenização foram aglutinadas à classe adjacente.
Banhado	Conversão direta em Sistema de áreas úmidas
Campo Agricultura	Áreas com geometria característica (baixa dimensão fractal) foram definidas como Sistema agrícola, as restantes definidas como Sistema de campo. Também foram considerados fatores regionais, como a predominância de campos na região sul do estado e de sistemas agrícolas na região norte.
Mata	Feições que se sobrepunham a hidrografia foram classificadas como sistema de mata ciliar, as restantes como sistema florestal.
Mineração	Áreas de mineração foram aglutinadas à classe adjacente.
Silvicultura	Conversão direta em sistema de silvicultura.
Urbano	Conversão direta em sistema urbano.

3.3.2 ADEQUAÇÃO DA BASE DE LOGÍSTICA DE TRANSPORTE

A base cartográfica do Programa Estadual de Logística de Transporte (PELT), na versão de 2014, foi utilizada para a geração dos sistemas ambientais associados a transporte: Sistema de Transporte Terrestre: Rodovias e Ferrovias, e Sistema de Transporte Hidroviário. Os dados cartográficos do PELT são apresentados em linhas, com informações acerca do tipo, dimensão, terreno e carga transportada para cada feição.

A partir dessas informações cada modal de transporte teve uma abordagem definida para que, com base nas feições de linhas, fossem delimitados polígonos condizentes com os sistemas a serem delimitados. A Figura 8 apresenta o fluxo dos processos realizados para a delimitação dos sistemas de transportes que são detalhados nos itens a seguir.

Figura 8 – Fluxo de processos para a delimitação dos sistemas de transporte



3.3.2.1 Modal Ferroviário

Para o modal ferroviário foi adotado o critério da faixa não edificante, que segundo a Lei nº 6.766/1979 (BRASIL, 1979), considerando a redação dada pela Lei nº 10.932/2004 (BRASIL, 2004), é de 15 m para cada lado. Assim sendo, para todos os registros em que a informação do modal indicava “FERRO”, foi informado um valor de faixa de domínio de 30 m. A partir desse valor foi executada uma operação de buffer, gerando polígonos com limites que distam 15 m dos eixos ferroviários.

3.3.2.2 Modal Rodoviário

Para o modal rodoviário foi adotado o critério das faixas de domínio, conforme apresentado nas Normas para o Projeto de Estradas de Rodagem (MT, 1973), assemelhando-se ao que o critério adotado para o modal ferroviário. Cabe ainda observar que:

Faixa de domínio: é a faixa que se desapropria para a construção da estrada, prevendo uma largura suficiente que permita, no futuro, sua expansão, facilitando também a execução de serviços de manutenção e a proteção das obras. (DNIT, 2010)

No caso das rodovias, a largura da faixa de domínio e das pistas, varia de acordo com a classe da rodovia. Esses valores são apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 - Valores de largura da pista e da faixa de domínio das rodovias

Classe da rodovia	Largura da pista (m)	Largura da faixa de domínio (m)
Especial	7,5	60
I	7,0	60
II e III	6,0 a 7,0	30

A partir desses valores foram definidos os seguintes critérios para a geração dos sistemas ambientais que derivam das feições de rodovia.

Quadro 6 - Larguras de pista, faixa de domínio e do sistema ambiental a ser delimitado por tipologia do PELT

	Largura de pista considerada (m)	Largura do sistema ambiental delimitado (m)
Duplicada	14	60
Em duplicação	14	60
Em pavimentação	7	30
Pavimentada	7	30
Pista Simples	7	30
Não pavimentada	6	30

Ainda assim foram consideradas duas exceções: a BR-290 entre Guaíba e Osório e a BR-448 no trecho entre Sapucaia e Porto Alegre, por possuírem, nesses trechos, quantidade de pistas e largura superior. No caso da BR-290, foi atribuída como largura total do sistema 80 m, considerando: (i) a existência de 3 ou 4 pistas, por sentido, em quase toda a extensão do trecho; (ii) a existência de canteiro central nos trechos em que há 3 pistas por sentido; e (iii) a existência de 5 pistas, por sentido, somente em trechos urbanos, caso que DNIT (2010) e MT (1973) admitem faixas de domínio menores. No caso da BR-448, foi atribuído como largura total do sistema 70 m, considerando: (i) a existência de 3 pistas, por sentido, em toda a extensão do trecho; e (ii) a utilização de barreira *new jersey* como divisa de sentido.

Nos casos em que a descrição do trecho informava balsa, considerada a largura do trecho adjacente, mantendo a dimensão do sistema.

A partir desses valores foi executada uma operação de *buffer*, gerando os polígonos dos sistemas ambientais.

3.3.2.3 Modal Hidroviário

Para o modal hidroviário foram verificados os gargalos, ou seja, os limitadores de largura para os trechos da hidrovia. A ponte da BR-386 sobre o rio Jacuí apresenta o vão com 60 m de largura, valor utilizado para a geração do sistema. A partir desse valor foi executada uma operação de *buffer*, gerando polígonos com limites que distam 30 m dos eixos hidroviários.

Cabe ressaltar que os sistemas hidroviários delimitados nesse trabalho se restringem ao trecho do rio Jacuí, pois os demais trechos definidos pelo PELT estão localizados no lago Guaíba, na laguna dos Patos, no canal de São Gonçalo e na lagoa Mirim, que não contemplados pela geração dos sistemas ambientais por essa metodologia, conforme descrito no item 1, que trata da área de estudo.

3.3.3 DELIMITAÇÃO DOS SISTEMAS INDUSTRIAIS

A informações recebida da SEMA-RS sobre os parques industriais do Rio Grande do Sul foram listas de coordenadas dos vértices de cinco parques, a saber: Polo Petroquímico de Triunfo; REFAP e Avenida Ozanon – Canoas; CMPC Celulose Rio-grandense; Terminal Almirante Soares Dutra (Tedut); e Refinaria Rio-grandense.

A coordenadas foram plotadas em pontos e em seguida foram gerados os polígonos de cada um dos parques industriais. Esses limites foram conferidos com o auxílio de imagens de satélite oferecidas por serviço (Google e Esri), onde não foram localizadas inconsistências.

3.3.4 DELIMITAÇÃO DOS SISTEMAS DE PORTO

As informações obtidas para a identificação e delimitação dos portos no Rio Grande do Sul foi baseada em informações colhidas no *site* Portos do Rio Grande do Sul (GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2019), do Governo Estadual, onde estão disponíveis a localização e delimitação das áreas dos portos organizados em listas de coordenadas, decretos e documentos cartográficos.

Através dessas informações e com apoio de imagens de satélites disponibilizadas por serviço (Google e Esri), os polígonos das áreas dos portos organizados foram delimitados para cinco portos, são eles: Porto de Rio Grande, Porto de Porto Alegre, Porto de Pelotas, Porto de Estrela e Porto de Cachoeira do Sul.

3.3.5 GERAÇÃO DA BASE COMPLETA

Com os sistemas ambientais delimitados, tanto os oriundos dos dados de uso e cobertura do solo, quanto os oriundos das bases de transportes e de parques industriais, foi possível a composição da base. Para isso foi utilizada a ferramenta *update*, que permite que novas geometrias, oriundas de outras camadas, sejam inseridas em uma camada já existente. Nesse processo foi definida uma hierarquia para que os sistemas de transporte não

sobrepusessem todos os demais, causando inconsistências conceituais, como por exemplo, a existência de sistemas de transporte terrestre no interior de áreas urbanas, já que a área urbana fornece o serviço de transporte, além outros mais, não fornecidos pelos sistemas de transporte. Assim sendo, a hierarquia utilizada foi a seguinte: 1) Sistemas de portos; 2) Sistemas industriais; 3) Sistemas urbanos; 4) Sistemas de transporte terrestres; 5) Sistema Aquaviário; e 6) Sistemas lótico, lênticos interiores e de lagoas costeiras. Os demais sistemas não apresentaram qualquer conflito, de forma que não foi necessária a expansão da hierarquização. Após todos esses processos, uma nova verificação de consistência lógica e topológica foi realizada, não encontrando novos problemas na feição.

Como último processo, foi realizada a adequação dos limites à base cartográfica em escala 1:25.000, passando a ter os limites políticos do estado e os limites com os grandes corpos hídricos e com o oceano coincidentes com a base. Essa adequação foi facilitada pela extrapolação dos limites políticos, existente no dado de uso e cobertura, que eliminou a necessidade de criação de novas geometrias.

3.4 SERVIÇOS AMBIENTAIS E SEUS BENEFICIÁRIOS

Os serviços ambientais foram identificados e caracterizados de acordo com a base de sistemas ambientais desenvolvida, de forma que a lista de serviços evoluiu conforme foram sendo consolidados os sistemas que seriam delimitados base. Além da definição baseada nos sistemas ambientais, a definição dos serviços baseou-se na necessidade dos beneficiários, ou seja, no benefício que esses geram. Dessa forma, durante as oficinas, os serviços foram identificados primeiro sistema a sistema, depois beneficiário a beneficiário e, por fim, foi realizada a consolidação. Essa identificação tem como base a percepção dos participantes das oficinas, ou seja, a opinião especializada, como abordado no item 3.1, e está representada como Etapa D da Figura 5.

Para cada sistema ambiental foi gerada uma tabela de serviços potencialmente ofertados, já categorizados, seguindo o que apresenta MA (2003), em serviços de provisão, de regulação, culturais e de suporte. Essas tabelas se baseiam em trabalhos anteriores dos partícipes das oficinas e em outros trabalhos já publicados sobre o tema e que compõe o referencial teórico deste trabalho. Em um primeiro momento foi utilizada a lista de serviços ambientais apresentada pela MA (2003), buscando-se identificar quais sistemas ambientais forneciam os serviços listados. A partir dessa lista inicial, partiu-se para o incremento da lista

de serviços baseado em literatura recente, especialmente EEA (2018), que trouxe significativas contribuições.

Também foi realizada uma adequação semântica, pela utilização de muitos termos traduzidos, que não encontram expressão diretamente equivalente na língua portuguesa e que, durante as discussões nas oficinas, foram avaliados como de difícil interpretação frente às características regionais.

Em processo concomitante à identificação dos serviços ambientais, foram identificados os beneficiários associados a esses serviços, de forma a gerar uma relação em que cada serviço ambiental ofertado relaciona-se com um beneficiário, gerando uma ‘ponte’ que permite a identificação de quais são os atores beneficiados por cada sistema. Os atores beneficiados, no contexto e escala desta dissertação, são as atividades econômicas, que também podem ser entendidos como os setores da economia e a população em geral, o que se justifica pela escala de trabalho, regional. Assim, foi gerada uma relação que permita relacionar quais atividades econômicas se beneficiam de quais sistemas ambientais.

Seguindo a mesma lógica, de identificação através da percepção de especialista, a lista das principais atividades econômicas do Rio Grande do Sul foi definida em oficina e posteriormente qualificada junto aos atores.

3.5 GERAÇÃO DA ESTRUTURA ANALÍTICA

De posse das listas de sistemas ambientais, serviços ambientais e beneficiários, essas informações foram sistematizadas em um SIG através de relações tabulares, pois são os sistemas ambientais quem carregam a espacialização das outras variáveis. Essa sistematização se deu pela construção de relacionamentos em banco de dados, associando três tabelas: (i) sistemas ambientais, associada à geometria dos sistemas ambientais; (ii) serviços ambientais, matriz de ligação entre os serviços oferecidos e os beneficiários; e (iii) beneficiários, contendo as atividades econômicas. O relacionamento que foi realizado entre os sistemas ambientais e os serviços ambientais é do tipo um para muitos, já que cada sistema oferece mais de um serviço. Já o relacionamento entre os serviços ambientais e as atividades econômicas é do tipo muitos para um, já que cada atividade se beneficia de mais de um serviço.

Além disso foi realizada uma avaliação para definir um conjunto de serviços necessários à ocorrência de determinada atividade, denominados de serviços chave, adotando-

se como critério para a definição de um serviço como chave a ocorrência do serviço que beneficia a atividade no sistema ambiental em que a atividade ocorre.

3.6 SERVIÇOS CHAVE E SERVIÇOS ACESSÓRIOS

Com a estrutura desenvolvida, ficou latente a questão de que algumas atividades econômicas demandavam uma gama muito ampla de serviços, de forma que as análises decorrentes da alocação espacial dessas atividades passavam a ser demasiadamente complexas e de difícil conclusão. Essa problemática levou à busca por parâmetros que dotassem a estrutura de maior assertividade nessa análise. A solução encontrada (Etapa F da Figura 5) foi a proposição de um novo conceito, os serviços chave, que são os serviços mais relevantes para a instalação de uma determinada atividade em uma porção do território, ou, no caso deste trabalho, em um sistema ambiental.

O critério adotado para a definição de serviços chave é a ocorrência de serviços que beneficiam a atividade no sistema em que a atividade ocorre. Ou seja, se determinado serviço é oferecido por um sistema em que a atividade não ocorre, tal serviço não é chave pois pode ser “transportado” até onde a atividade ocorra, o oposto também é verdadeiro, já que ao se instalar em determinado sistema a atividade pressupõe que necessita de algum serviço que ocorra diretamente naquele sistema.

O fato de uma parcela da gama de serviços demandado por determinada atividade ser classificada como chave não encerra a necessidade desta pelo demais serviços, esses são denominados de serviços acessórios, compondo, então, duas classes de serviços demandados pelas atividades.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A apresentação dos resultados, realizada a seguir, inicia pelos 17 sistemas ambientais identificados (item 4.1); em seguida os 28 serviços ambientais potencialmente oferecidos por cada um desses sistemas (item 4.2) e sua classificação em serviços culturais, de provisão, de regulação e de suporte; as atividades beneficiárias desses serviços (item 4.3); e, por fim, as relações existentes entre os sistemas, os serviços e as atividades (item 4.4). Nesse último item de apresentação dos resultados são indicados serviços chave para realização das atividades, e seus desdobramentos em termos de subsídios ao planejamento ambiental.

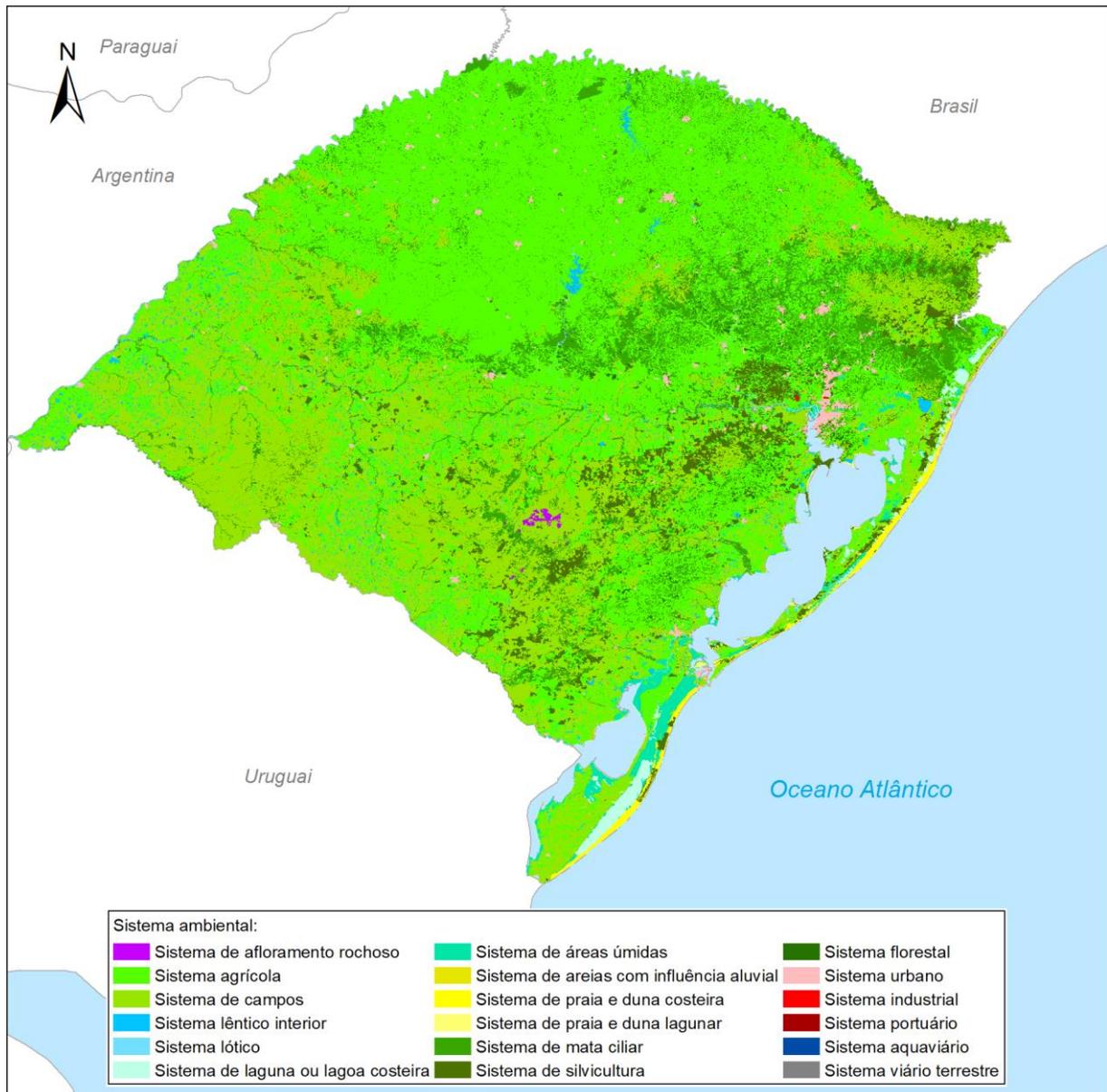
4.1 SISTEMAS AMBIENTAIS

Os 17 tipos de sistemas ambientais resultantes são apresentados no Quadro 7, acompanhados da área ocupada por cada sistema e a percentagem em relação a área total do estado. A Figura 9 apresenta a distribuição espacial dos sistemas ambientais no estado do Rio Grande do Sul, que é também apresentada no Mapa de Sistemas Ambientais, o APENSO A. Os itens que seguem, após os referidos quadro e figura, apresentam de maneira detalhada cada sistema ambiental.

Quadro 7 - Sistemas ambientais

Sistema ambiental	Área total (km ²)	Proporção no RS (%)
Sistema agrícola	133.970,80	49,914%
Sistema de campos	77.503,77	28,876%
Sistema de mata ciliar	27.456,87	10,230%
Sistema de silvicultura	10.074,53	3,753%
Sistema florestal	5.089,30	1,896%
Sistema de áreas úmidas	3.662,90	1,365%
Sistema lântico interior	2.669,43	0,995%
Sistema urbano	2.571,89	0,958%
Sistema de laguna ou lagoa costeira	1.718,81	0,640%
Sistema de praia e duna costeira	1.388,73	0,517%
Sistema lótico	1.190,52	0,444%
Sistema viário terrestre	534,51	0,199%
Sistema de praia e duna lagunar	275,24	0,103%
Sistema de afloramento rochoso	218,52	0,081%
Sistema de areias com influência aluvial	55,87	0,021%
Sistema industrial	17,79	0,007%
Sistema aquaviário	4,94	0,002%
Sistema portuário	3,72	0,001%

Figura 9 - Distribuição espacial dos sistemas ambientais



Observando o conjunto dos sistemas ambientais delimitados nota-se a predominância dos sistemas agrícolas e de campo, esses últimos predominando na porção sul do estado enquanto, na porção norte, predominam os sistemas agrícolas. Destacam-se também a concentração dos sistemas urbanos na porção centro-leste do estado, na Região metropolitana de Porto Alegre e a grande extensão dos sistemas de áreas úmidas ao sul do estado, principalmente na região entre a lagoa Mirim e o oceano.

4.1.1 Sistema agrícola

A agricultura está presente em praticamente todas as regiões do território gaúcho. Entretanto, é possível identificar algumas concentrações regionais como o cultivo de trigo na

região das Missões e na região central do estado, e o cultivo de fumo no Vale do Rio Pardo e região centro-sul (FEE/RS, 2015). Os sistemas agrícolas são compostos por áreas de solos utilizados para cultivo, podendo também haver pecuária. Semelhante em forma, na identificação, com o sistema de campos, porém associados a um manejo mais intensivo e, por consequência, com um maior nível de alteração e transformação quando comparado ao sistema de origem natural.

Como pode observado na Figura 9 os sistemas agrícolas ocupam parcela relevante do estado do Rio Grande do Sul, destacadamente na região norte, onde predominam. Esses sistemas ocupam uma área total de 133.970,82 km², que corresponde a 49,91% da área do estado do Rio Grande do Sul.

4.1.2 Sistema aquaviário

O sistema aquaviário é constituído por percursos pré-determinados para o tráfego sobre água, denominados hidrovias, onde realiza-se o transporte de pessoas e mercadorias. Esses sistemas estão geralmente localizados nas regiões de maior profundidade nos rios, lagos e lagoas. Segundo a Secretaria dos Portos (MTPA, 2018), as hidrovias em águas interiores são trechos de rios, lagos e lagoas que recebem melhorias como sinalização e/ou balizamentos para que determinados tipos de embarcações possam trafegar de forma segura na via.

Esses sistemas ocupam uma área total de 4,94 km², que corresponde a 0,002% da área do estado do Rio Grande do Sul. Essa distribuição espacial bastante restrita era esperada para esses sistemas, dada a especificidade, mas se acentua pelos limites da área de estudo deste trabalho que não considera a Laguna dos Patos e Lagoa Mirim, que concentram grandes extensões de hidrovias.

4.1.3 Sistema de afloramento rochoso

Os sistemas de afloramento rochoso são compostos por afloramentos rochosos naturais, definidos como exposições da rocha devidas à ação de processos naturais, como erosão e deslizamentos de solos, em rios, cachoeiras, escarpas (WINGE *et al.*, 2017). Afloramentos rochosos são elementos da paisagem que se destacam na superfície plana, sendo comuns em regiões tropicais e subtropicais. As condições microclimáticas e pedológicas singulares desses ambientes condicionam uma cobertura biótica descontínua e particularmente diferenciada do entorno (DA SILVA *et al.*, 2014). Esses sistemas podem constituir-se de áreas de interesse

turístico e mineral, dependendo de sua localização. Os sistemas ambientais de afloramentos rochosos têm maior incidência na região sul do estado, especialmente na região conhecida como Serra do Sudeste. A área total coberta por esses sistemas é de 218,52 km², que corresponde a 0,08% da área do estado do Rio Grande do Sul. A distribuição restrita desses sistemas era esperada pelas características e pela escala de mapeamento que é utilizada, na qual somente afloramentos de grande extensão são identificados como sistemas.

4.1.4 Sistema de áreas úmidas

O sistema de áreas úmidas é composto por solos encharcados ou temporariamente encharcados ou úmidos, com vegetação constituída de plantas aquáticas e com acúmulo de material orgânico proveniente de vegetais em decomposição. Estas áreas estão localizadas junto a corpos hídricos, em regiões de relevo plano, quando a velocidade de escoamento da água é muito baixa. A grande biodiversidade existente nesse sistema ocorre devido à oscilação na quantidade de água existente no solo ao longo do ano, tornando possível a adaptação de diversas espécies de animais e plantas. As áreas úmidas são formações comuns na paisagem do Rio Grande do Sul e, no passado, estes ecossistemas ocupavam grandes extensões da zona costeira e também de regiões mais internas do estado. Remanescentes destes sistemas ainda existem, associados às lagoas costeiras e campos litorâneos na Planície Costeira e, no interior, na Fronteira Oeste, Centro Oeste, Sudoeste, Centro Leste e Centro Sul (CARVALHO; OZORIO, 2007).

Os sistemas ambientais de áreas úmidas foram identificados em todas as regiões do estado com pouquíssima expressão na região norte. As grandes extensões de ocorrência desses sistemas estão na região sul do estado nas áreas entre e do entorno das lagoas Mirim, Mangueira e dos Patos. Os sistemas identificados como de áreas úmidas cobrem uma área total de 3.662,90 km², correspondente a 1,36% da área do estado do Rio Grande do Sul.

4.1.5 Sistema de areias com influência aluvial

São sistemas formados, principalmente, pelo depósito de sedimentos em rios devido a processos de assoreamento ou deposição natural pela tipologia do curso d'água. Os bancos de areia aluviais ocorrem nas regiões de meandros dos rios, quando as partículas sofrem uma grande perda de energia e acabam retidas. Os depósitos aluviais são muito retrabalhados e mutáveis devido à erosão fluvial: depositados durante as secas ou nos locais de remansos quando cai a energia da corrente do rio, vão ser, em seguida, erodidos pela força da água da

cheia ou pela mudança do curso do rio. Estruturas de estratificação cruzada de canal *cut and fill* são formadas assim (WINGE, 2017). Os rios das bacias hidrográficas dos rios Ibicuí, Vacacaí-Vacacaí Mirim e Camaquã apresentam bancos de areia em seus meandros, muitos deles utilizados como balneários pela população local. Os sistemas ambientais de areias com influência aluvial estão presentes nas margens e arredores de rios, especialmente no sul do estado. Esses sistemas ocupam uma área total de 55,87 km², que corresponde a 0,02% da área do estado do Rio Grande do Sul.

4.1.6 Sistema de campos

Sistema formado por áreas de solo cobertas, essencialmente, pela vegetação de gramíneas e arbustos, em um relevo suave e plano. Está historicamente associado ao sistema pecuarista extensivo, o que levou Cordeiro e Hasenack (2009), ao descreverem a cobertura vegetal do Rio Grande do Sul, a classificá-lo como cobertura seminatural. Além disso, tem sido a principal fonte forrageira para a pecuária (MMA, 2009). Estes sistemas ambientais ocupam grandes extensões territoriais no sul e oeste do estado, em menor área, mas ainda de forma expressiva, na região nordeste. No total, esses sistemas ocupam uma área de 77.503,79 km², que corresponde a 28,88% da área do estado do Rio Grande do Sul.

4.1.7 Sistema de laguna ou lagoa costeira

Nesta classe de sistema são consideradas as lagoas e as lagunas, diferenciando-se pela ausência ou presença, respectivamente, de uma conexão livre com o mar por meio de canais. No litoral brasileiro, lagoas costeiras são abundantes e variam desde pequenas depressões, preenchidas com água da chuva e/ou do mar, de caráter temporário, até corpos d'água de grandes extensões (POMPÊO; MOSCHINI-CARLOS, [s.d.]). Esses sistemas ambientais se distribuem pela planície costeira do Estado, com corpos hídricos de dimensões variadas que somados ocupam uma área de 1.718,81 km², correspondendo a 0,64% da área do estado do Rio Grande do Sul.

4.1.8 Sistema de mata ciliar

São sistemas formados por vegetação densa disposta nas margens dos cursos d'água, e no entorno de lagos e nascentes. Situam-se em solos úmidos ou encharcados, sujeitos a inundações periódicas (ANA, 2015). A vegetação componente desse sistema é caracterizada por um rápido crescimento, e constitui-se por macro, meso e microfanerófitos, de acentuada

heterogeneidade florística e dinâmica sucessional. Essa heterogeneidade pode ser ocasionada pelo tamanho da faixa ciliar florestada, por perturbações naturais relacionadas aos processos de dinâmica da água e sua distribuição no solo, pelo estado de conservação dos remanescentes, pela interação dos fatores físicos e biológicos do ambiente ciliar e pela matriz vegetacional onde a formação vegetal está inserida (IBGE, 2012; TEIXEIRA *et al.*, 2014).

Os sistemas ambientais de mata ciliar se distribuem por todo o território gaúcho, com presença destacada nas encostas de serra. A grande extensão territorial mapeada se justifica pelo método de diferenciação entre as feições classificadas que mata no uso e cobertura do solo entre sistemas florestais e de mata ciliar, que foi a existência de curso hídrico mapeado adjacente ou sobreposto às feições. Esses sistemas ocupam uma área total de 27.456,89 km², que corresponde a 10,23% da área do estado do Rio Grande do Sul.

4.1.9 Sistema de praia e duna costeira

Sistemas localizados em uma extensa área de planície com grande estoque de areia quartzosa fina, disponível em uma praia retilínea exposta à ação das ondas. Depois que, por ação das ondas e correntes, a areia depositada na praia é exposta ao ar, ela seca e é submetida aos ventos, recomeçando sua movimentação por saltação ou arraste. Grandes quantidades de areia são assim movimentadas ao longo das linhas de costa (VILLWOCK & TOMAZELLI, 2007). As dunas são formadas logo após o pós-praia, onde os sedimentos que são transportados pelo vento são depositados devido a uma barreira, como a vegetação pioneira, gramíneas e plantas rasteiras, adaptadas a variação de salinidade, altas temperaturas e baixo teor de umidade (HESP, 2002; CALLIARI *et al.*, 2005). As praias ao longo da costa gaúcha se diferenciam pela variação de sua morfodinâmica e também pelo comportamento e regime dos ventos. As dunas frontais ou eólicas são formadas pelo regime de ventos apropriados, tanto em velocidade como em direção, e dependem da granulometria dos sedimentos (TOMAZELLI *et al.*, 2003). Quando os ventos sopram do mar eles acabam por levar a areia da praia para o interior, construindo grandes campos de dunas cuja orientação retrata a direção dos ventos dominantes na região costeira (VILLWOCK & TOMAZELLI, 2007).

Os sistemas ambientais de praias e dunas costeiras se estendem por toda a costa do Rio Grande do Sul com áreas mais relevantes no litoral médio e sul do estado. A área total coberta pelos sistemas de praia e duna costeira é de 1.388,73 km², que corresponde a 0,52% da área do estado do Rio Grande do Sul.

4.1.10 Sistema de praia e duna lagunar

Os sistemas de praia e duna lagunas são constituídos, principalmente, por depósitos de areia ou cascalhos ao longo do perímetro de lagunas costeiras, em que incidem ondas de pequena e micro escala, responsáveis pelo retrabalhamento do sedimento. As praias lagunares são influenciadas pela orientação da linha de costa, pela intensidade do vento e pelas propriedades morfológicas e sedimentares dos ambientes adjacentes e de fundo (NORDSTROM, 1992). O depósito de areia nas praias, que proporciona a formação desse sistema, ocorreu através dos eventos de transgressão e regressão no final do Terciário e durante o Quaternário, produzindo os sistemas deposicionais laguna-barreira e formando a linha de costa holocênica. Os principais aspectos da dinâmica das costas oceânicas do estado também são válidos para os corpos lagunares e lacustres da planície costeira. Os ventos exercem papel primordial. Produzem ondas que, por sua vez, geram correntes, ambas erodindo, transportando e depositando materiais sedimentares, construindo uma grande variedade de formas de relevo em constante transformação (VILLWOCK & TOMAZELLI, 2007). Na Lagoa dos Patos, as margens mostram uma sucessão de amplas baías e esporões arenosos resultantes do trabalho das ondas e das correntes litorâneas por elas geradas, buscando orientar as praias arenosas perpendicularmente à direção dos ventos dominantes (VILLWOCK & TOMAZELLI, 2007). O Sistema de Praia e Dunas Lagunares contempla também a Lagoa Mirim e está presente no entorno da Lagoa Mangureira, principalmente ao leste, onde se encontra o sistema deposicional laguna-barreira IV, mais recente. De maneira significativa esse sistema aparece no centro da Ilha dos Marinheiros, formando um grande cordão de dunas obliteradas e campos de dunas, e nos pontais do município de São José do Norte (RIBEIRO, 2015).

Os sistemas ambientais praia e duna lagunar estão dispostos no entorno dos grandes corpos d'água, especialmente a lagoa Mirim e a Lagoa dos Patos além de áreas entres essas e a costa do Rio Grande do Sul. A área total coberta por esses sistemas é de 275,24 km², que corresponde a 0,10% da área do estado.

4.1.11 Sistema de silvicultura

Os sistemas de silvicultura são sistemas de florestas de espécies introduzidas ou nativas, plantadas pelo homem, que visam à produção de madeira, fibra, carvão, resina, entre outros. A silvicultura é a ciência dedicada ao estudo de métodos naturais e artificiais de implantação e de regeneração de florestas, através do povoamento. Estima-se que, dos 5,4

milhões de hectares de plantações florestais no Brasil, 60% são da espécie do gênero *Eucalyptus*, 36% do gênero *Pinus* (espécies exóticas de rápido crescimento) e apenas 4% de outras espécies. A silvicultura também é dedicada ao reflorestamento de áreas degradadas para atender as necessidades ecológicas e ambientais de determinadas áreas (EMATER/RS, [s.d.]; MMA *et al.*, 2006).

Os sistemas ambientais estão dispostos principalmente na região sul do território gaúcho, com presença menos extensa, mas importante, também na região nordeste. Esses sistemas ocupam uma área total de 10.074,53 km², que corresponde a 3,75% da área do estado do Rio Grande do Sul.

4.1.12 Sistema florestal

Sistema composto por vegetação nativa de alto porte, podendo chegar a 50 metros (macrofanerófitas), com quatro estratos bem definidos (herbáceo, arbustivo, arvoreta/arbóreo baixo e arbóreo). A grande densidade de árvores altas diminui a quantidade de luz que chega ao solo, não possibilitando o grande desenvolvimento de sinúsias herbácea e arbustiva. De acordo com a FAO (2016), florestas são áreas que medem mais de 0,5 ha, com altura das árvores maior que 5 m e copa superior a 10%, ou árvores capazes de alcançar estes parâmetros *in situ*. No RS, o domínio do bioma Mata Atlântica (FAO, 2016), que pode ser definido pela presença predominante de vegetação florestal, se estende por cerca de 37% do território gaúcho, ocupando a metade norte do estado. A presença predominante de vegetação florestal dá suporte, no RS, a diversos ecossistemas como, por exemplo, as Matas de Araucária, Matas Estacionais Deciduais e Semi-Deciduais em relevo diversificado (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2017; IBGE, 2012)

Os sistemas florestais estão distribuídos em pequenos fragmentos pelo território gaúcho. Cabe observar que o critério de diferenciação entre matas ciliares e sistemas florestais acarreta em um aumento das áreas de matas classificadas como mata ciliares, o que implica na diminuição das áreas classificadas como sistemas florestais. Assim, esses sistemas ocupam uma área total de 5.089,30 km², que corresponde a 1,90% da área do estado do Rio Grande do Sul.

4.1.13 Sistema industrial

Tratam-se de sistemas compostos por núcleos de atividades econômicas de grande infraestrutura, localizados em áreas próximas a metrópoles, que têm como fim a manipulação

e exploração de matérias-primas e fontes energéticas, bem como a transformação de produtos semiacabados em bens de produção ou de consumo. Esses sistemas ambientais têm distribuição bastante restrita, estando limitados as seguintes áreas:

- Polo Petroquímico de Triunfo;
- REFAP e Avenida Ozanon – Canoas;
- CMPC Celulose Riograndense;
- Terminal Almirante Soares Dutra (Tedut);
- Refinaria Rio Grandense

Esses sistemas ocupam uma área total de 17,92 km², que corresponde a 0,01% da área do estado do Rio Grande do Sul.

4.1.14 Sistema lêntico interior

Composto por ambientes aquáticos de água parada ou cuja dinâmica é muito pequena, como por exemplo, lagoas, lagos e açudes. A Resolução CONAMA nº 357 de 2005 em seu Art. 5 define Sistema Lêntico como “ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado”. Classificados como um importante distribuidor de biodiversidade por apresentar ecótonos bem definidos, possuem alta capacidade de solubilização de compostos orgânicos, gradientes verticais, baixo teor de sais dissolvidos, alta densidade e viscosidade da água, capacidade de sedimentação, seiches internos, temperatura e radiação subaquática. As dimensões físicas de um lago natural ou artificial interagem fortemente com os fatores meteorológicos para determinar as características do ambiente aquático e, conseqüentemente, a de seus habitantes. (FRANZEN, 2009; UNESP, [s.d.]).

Nesta classificação de sistemas lênticos interiores, excluem-se as lagoas e lagoas da Planície Costeira do Estado, de forma que os sistemas lênticos interiores estão pulverizados pelo estado, apresentando desde pequenas áreas até mesmo grandes reservatórios no norte gaúcho. Esses sistemas ocupam uma área total de 2.669,43 km², que corresponde a 0,99% da área do estado do Rio Grande do Sul.

4.1.15 Sistema lótico

Composto por ambientes aquáticos de água corrente, como, por exemplo, rios, nascentes, ribeiras e riachos. O sistema lótico inicia na nascente percorrendo ambientes com diferentes características de declividade, sedimento e cobertura vegetal, até chegar à

desembocadura, apresentando aumento gradual de tamanho da cabeceira à foz (TALAMONI e RUIZ, 1995). A Resolução CONAMA nº 357 de 2005, Art. 5, define ambiente lótico como “ambiente relativo a águas continentais moventes”, o qual possui como propriedades principais o fluxo hídrico e a correnteza. A principal característica do sistema é o fluxo hídrico, que influencia diretamente as variáveis físico-químicas da água e as comunidades biológicas presentes. Ocorre intensa troca entre os ambientes terrestre e aquático, gerando um ecossistema mais aberto, com comunidades de metabolismo heterotrófico e também a rara estratificação térmica e química (UNESP, [s.d.]).

Os sistemas ambientais lóticos estão distribuídos pelo território gaúcho ocupado uma área total de 1.190,67 km², que corresponde a 0,44% da área do estado do Rio Grande do Sul.

4.1.16 Sistema portuário

É composto por infraestrutura construída em área de margens de corpos hídricos, possui uma porção terrestre e uma porção aquática, que possibilita a transição entre o transporte terrestre e aquaviário. O sistema mapeado, se refere ao porto organizado, que é implantado para o atendimento das necessidades de movimentação e armazenagem de mercadorias. (MTE - MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2001).

4.1.17 Sistema urbano

São sistemas caracterizados pela concentração de pessoas em um determinado ambiente com complexa infraestrutura, no qual há trocas, ligações, transferências materiais e imateriais, que envolve fluxos, circulação e escalas variadas (IBGE, 2016).

Esses sistemas ocupam uma área total de 2.573,01 km², que corresponde a 0,96% da área do estado do Rio Grande do Sul, com a maior concentração localizada na região metropolitana de Porto Alegre. Também merecem destaque os adensamentos da serra, no entorno de Caxias, e do sul do estado, na área dos municípios de Rio Grande e Pelotas.

4.1.18 Sistema viário terrestre

Os sistemas viários terrestres são caracterizados por um conjunto de infraestruturas que tem como objetivo a conexão terrestre entre dois ou mais lugares. Estas vias são espaços físicos em que circulam pessoas e veículos, sendo as rodovias o meio em que há o fluxo de veículos automóveis, e as ferrovias em que há o fluxo de veículos que se movimentam sobre

trilhos ou carris. De acordo com o PlanMob (2007), desenvolvido pelo Ministério das Cidades, o Sistema Viário “é o espaço público no qual as pessoas circulam, articulando, no espaço, as atividades humanas intra e interurbanas, além de abrigar redes de distribuição”.

Estes sistemas ambientais se distribuem por todo o território gaúcho, ocupando uma área de 534,53 km², que corresponde a 0,20% da área do estado do Rio Grande do Sul.

4.2 SERVIÇOS AMBIENTAIS

Ao todo foram identificados 28 serviços ambientais prestados pelos sistemas ambientais delimitados, sendo 9 serviços de Suporte, 8 serviços de Provisão, 6 serviços de Regulação e 5 serviços Culturais. O Quadro 8 apresentam a categoria e definição de cada um dos serviços ambientais identificados.

Quadro 8 - Definição dos serviços ambientais

Classe de serviço ambiental	Serviço ambiental	Definição do serviço ambiental
Cultural	Recreação	A prática de esportes e atividades de lazer é comum em áreas verdes e praias, e auxilia na manutenção da saúde mental e física do ser humano.
	Relações sociais	Ecosistemas influenciam os tipos de relações estabelecidas em algumas culturas. Sociedades pesqueiras, por exemplo, diferem de sociedades de pastores nômades.
	Reprodução cultural	A diversidade de paisagens influencia a variedade de valores compartilhados e aceitos e as práticas comuns àqueles que vivem em determinados locais. Os ecossistemas provêm os recursos necessários para a geração, transmissão, manutenção, adaptação e uso de muitos sistemas de conhecimento.
	Serviços espirituais e religiosos	Muitas religiões atribuem valores espirituais e religiosos aos ecossistemas e seus componentes.
	Valor estético / contemplativo	Muitas pessoas valorizam aspectos estéticos do ecossistema, o que pode ser traduzido no apoio para a criação de parques e na escolha de locais de moradia, por exemplo.
Provisão	Água	Provisão de água por ecossistemas possuem papel fundamental na manutenção de fluxo e armazenamento de água.
	Alimento	Benefício obtido de ecossistemas provêm condições para o cultivo, coleta, caça ou colheita de alimentos.
	Energia	Ecosistemas provêm fontes de energia como carvão, biomassa, a força das águas e dos ventos.
	Matéria-prima	Ecosistemas provêm uma grande diversidade de materiais para construção e indústria, como minérios, fibras e madeira.
	Produção de manufaturados e insumos	Matérias-primas são convertidas em produtos com o uso de recursos como prédios, equipamentos, mão-de-obra e tecnologia.
	Recursos genéticos	Genes e informações genéticas utilizadas pela biotecnologia e na reprodução de animais e plantas.
	Recursos medicinais	Ecosistemas naturais provêm uma variedade de plantas, fungos e outros organismos com potencial medicinal, que são utilizados na medicina tradicional, popular e no desenvolvimento de farmacêuticos.
	Serviços urbanos	Serviços públicos e privados oferecidos aos residentes de uma área urbana.

Classe de serviço ambiental	Serviço ambiental	Definição do serviço ambiental
Regulação	Moderação de eventos extremos	Desastres naturais e eventos extremos como inundações, tempestades, tsunamis, avalanches e movimentos de massa podem ser atenuados por ecossistemas, prevenindo possíveis danos. Áreas úmidas, por exemplo, retêm a água de inundações e árvores auxiliam na estabilização de encostas.
	Regulação climática	Ecossistemas influenciam o clima local e globalmente. Na escala local, mudanças de uso e cobertura do solo podem afetar a temperatura e precipitação. Na escala global, os ecossistemas sequestram e emitem gases do efeito estufa.
	Regulação hídrica	A magnitude e a velocidade do escoamento superficial e recarga do aquífero pode ser fortemente influenciada por mudanças de uso e cobertura do solo.
	Regulação Socioeconômica	Efeito de controle sobre processos sociais e/ou econômicos.
	Sequestro e armazenamento de carbono	Plantas, ao longo de seu crescimento, removem o dióxido de carbono da atmosfera e armazenam esse carbono em seus tecidos de forma eficaz.
	Tratamento de efluentes	Ecossistemas podem ser fonte de impurezas, mas também exercem papel fundamental na filtração e decomposição de substâncias tóxicas e eliminação patógenos.
Suporte	Área de atracação	Espaço no cais, entre cabeços de amarração, em que navios podem atracar, operar, embarcar e desembarcar cargas em segurança.
	Área de refúgio	Área de ambiente natural que assegura condições para a existência e/ou reprodução de espécies ou comunidades da flora e fauna locais.
	Biodiversidade	Espaço vital para plantas e animais que mantém uma diversidade de processos complexos.
	Ciclagem de nutrientes	Movimento de nutrientes entre e dentro de entidades bióticas e abióticas, com conversões entre as formas (gasosa, mineral, inorgânica e orgânica) mediadas pelos ecossistemas.
	Espaço para ocupação	Espaço adequado para a instalação de infraestrutura urbana.
	Formação de solo	A pedogênese inclui o intemperismo químico de rochas, transporte e acumulação de matéria orgânica e inorgânica.
	Infraestrutura	Sistema técnico de equipamentos e serviços necessários ao desenvolvimento das funções urbanas, sejam sociais, econômicas ou institucionais.
	Navegabilidade	Conectividade de sistemas aquaviários, essencial para garantir o fluxo e reduzir o tempo de viagem e os custos das transações relacionadas.
Trafegabilidade	Conectividade de sistemas viários terrestres, essencial para garantir o fluxo e reduzir o tempo de viagem e os custos das transações relacionadas.	

Os serviços foram identificados para cada sistema ambiental, ou seja, baseado nos benefícios que as atividades econômicas poderiam extrair de cada sistema. Essa relação entre sistemas e os serviços ofertados por esses é apresentada no Quadro 9.

Quadro 9 - Serviços ambientais oferecidos pelos sistemas ambientais

Sistema ambiental	Classe de serviço ambiental	Serviço ambiental
Sistema agrícola	Cultural	Reprodução cultural
	Provisão	Alimento
		Energia
	Regulação	Regulação Socioeconômica
	Suporte	Espaço para ocupação
Formação de solo		
Sistema aquaviário	Cultural	Reprodução cultural
	Regulação	Tratamento de efluentes
	Suporte	Área de atracação
Navegabilidade		
Sistema de afloramento rochoso	Cultural	Valor estético/contemplativo
	Provisão	Matéria-prima
Sistema de áreas úmidas	Cultural	Valor estético/contemplativo
	Provisão	Água
		Energia
	Regulação	Moderação de eventos extremos
		Regulação climática
		Regulação hídrica
		Sequestro e armazenamento de carbono
		Tratamento de efluentes
	Suporte	Área de refúgio
		Biodiversidade
Ciclagem de nutrientes		
Sistema de areias com influência aluvial	Cultural	Recreação
		Valor estético/contemplativo
	Provisão	Matéria-prima
Suporte	Biodiversidade	
Sistema de campos	Cultural	Reprodução cultural
		Valor estético/contemplativo
	Provisão	Alimento
		Energia
	Regulação	Regulação Socioeconômica
	Suporte	Espaço para ocupação
Formação de solo		
Sistema de laguna ou lagoa costeira	Cultural	Recreação
		Valor estético/contemplativo
	Provisão	Água
		Alimento
	Regulação	Regulação climática
		Regulação hídrica
		Tratamento de efluentes
	Suporte	Área de atracação
		Biodiversidade
Ciclagem de nutrientes		
Navegabilidade		

Sistema ambiental	Classe de serviço ambiental	Serviço ambiental
Sistema de mata ciliar	Cultural	Valor estético/contemplativo
	Regulação	Moderação de eventos extremos
		Regulação climática
		Regulação hídrica
	Suporte	Sequestro e armazenamento de carbono
Área de refúgio		
Sistema de praia e duna costeira	Cultural	Biodiversidade
		Recreação
	Provisão	Valor estético/contemplativo
		Energia
	Suporte	Matéria-prima
Biodiversidade		
Sistema de praia e duna lagunar	Cultural	Trafegabilidade
		Recreação
	Provisão	Valor estético/contemplativo
		Energia
	Suporte	Matéria-prima
Biodiversidade		
Sistema de silvicultura	Provisão	Matéria-prima
	Regulação	Regulação Socioeconômica
	Suporte	Espaço para ocupação
Formação de solo		
Sistema florestal	Cultural	Valor estético/contemplativo
		Alimento
	Provisão	Matéria-prima
		Recursos genéticos
		Recursos medicinais
		Moderação de eventos extremos
	Regulação	Regulação climática
		Regulação hídrica
		Sequestro e armazenamento de carbono
	Suporte	Área de refúgio
Biodiversidade		
Sistema industrial	Provisão	Produção de manufaturados e insumos
	Regulação	Regulação Socioeconômica
	Suporte	Espaço para ocupação
Infraestrutura		
Sistema lântico interior	Cultural	Recreação
		Valor estético/contemplativo
	Provisão	Água
		Alimento
	Regulação	Tratamento de efluentes
Suporte	Biodiversidade	
	Ciclagem de nutrientes	

Sistema ambiental	Classe de serviço ambiental	Serviço ambiental
Sistema lótico	Cultural	Recreação
		Valor estético/contemplativo
	Provisão	Água
		Alimento
		Energia
	Regulação	Tratamento de efluentes
	Suporte	Área de atracação
		Biodiversidade
		Ciclagem de nutrientes
		Navegabilidade
Sistema portuário	Suporte	Área de atracação
		Navegabilidade
		Trafegabilidade
Sistema urbano	Cultural	Relações sociais
		Reprodução cultural
		Serviços espirituais e religiosos
	Provisão	Serviços urbanos
	Regulação	Regulação Socioeconômica
	Suporte	Espaço para ocupação
		Infraestrutura
Trafegabilidade		
Sistema viário terrestre	Suporte	Infraestrutura
		Trafegabilidade

Como pode ser observado foram identificadas 95 relações entre sistemas e serviços. Pode-se falar em tantas relações pois um mesmo serviços oferecidos por sistemas ambientais diferentes possui dentro diferenças, por exemplo, o benefício extraído do serviço de provisão de alimento é diferente quando esse é obtido de um sistema de lagunas e lagoas costeiras e de um sistema agrícola. De forma que para cada relação entre sistema e serviço temos benefícios diferentes, mesmo que obtido a partir de um mesmo serviço.

Essa compreensão das diferenças é importante na avaliação dos beneficiários de cada serviço, ou seja, de qual atividade se beneficia de serviços e em que sistema esse benefício ocorre. Por exemplo, o serviço de áreas de refúgio, que dá suporte à existência e/ou reprodução de espécies ou comunidades da flora e fauna, é oferecido pelos sistemas de área úmida, mata ciliar e florestal e tem como atividade beneficiárias a agricultura e a pesca, sendo a agricultura beneficiada pelo transporte genético e predadores naturais de pragas e pesca beneficiada pelo transporte genético e manutenção da cadeia trófica, de forma que a agricultura se beneficia desse serviço fornecido pelos três sistemas já citados, mas a pesca não se beneficia pelo serviço prestado pelo sistema florestal. A relação exemplificada foi utilizada para a definição das relações entre beneficiários e serviços.

4.3 BENEFICIÁRIOS

Retomando as definições de serviços ambientais que são apresentadas no Quadro 2 da revisão teórica deste trabalho, podemos resumir os serviços em processos que são utilizados ou que beneficiam as atividades humanas. Avançando nesse conceito buscamos um rol de atividades, sem detalhamento do que cada atividade faz ou produz de maneira efetiva, que representasse o todo das atividades humanas no estado do Rio Grande do Sul para, a partir dessas atividades, fosse possível indicar beneficiários dos serviços ambientais identificados.

Então, consideram-se beneficiários dos serviços ambientais, as atividades apresentadas a seguir:

- Agricultura
- Geração de energia
- Ocupação urbana
- Pecuária
- Silvicultura
- Atividade Portuária
- Indústria
- Mineração
- Navegação
- Pesca
- Turismo

A partir da delimitação desse conjunto de atividades (beneficiários), foram geradas relações entre essas e os serviços, ou seja, foram identificados os benefícios e através desses os sistemas que provém esses benefícios. Esses últimos também serviram de validadores do processo, já que se determinado sistema contém o conjunto necessário de serviços para uma atividade essa deveria ocorrer nele, sendo o inverso também válido. Então a cada avanço nos processos de identificação, a realidade da ocupação territorial do estado foi utilizada como forma de qualificação das decisões tomadas.

É importante, antes da apresentação desses resultados, fazer algumas considerações sobre as escolhas nas determinações dos beneficiários. Os serviços de provisão de recursos genéticos e recursos medicinais, sequestro e armazenamento de carbono e suporte a biodiversidade, foram entendidos como transversais para a realização das atividades, pela

importância que possuem, tanto para a manutenção das atividades humanas, quanto para a geração de capital dentro da atividade, sendo exceções apenas as atividades de geração de energia e mineração. Também cabe destacar que os serviços de moderação de eventos extremos e regulação climática têm como beneficiários somente as atividades que sofrem impactos diretamente sobre seres vivos, a saber, agricultura, ocupação urbana e pecuária.

Quanto ao serviço de provisão de água optou-se por colocar como beneficiárias somente as atividades que se utilizavam do recurso para consumo, incluindo geração de energia, de forma que as atividades que ocorrem nos ambientes aquáticos, como navegação e pesca, são beneficiários de um serviço de suporte, como o suporte à navegação, e não de provisão. Apesar disso, como será abordado em maior detalhe mais adiante, todas as atividades necessitam de água na sua realização, o que faz com que esse serviço possa ser visualizado de forma transversal e seja considerado como benefício a toda e qualquer atividade.

Os quadros a seguir apresentam os resultados das relações obtidas para cada uma das atividades. Precedendo esses quadros são apresentadas as considerações necessárias à compreensão do processo realizado.

4.3.1 Agricultura

A atividade agrícola possui grande importância para a economia do estado, pois dela derivam inúmeros segmentos da agroindústria e há também uma grande influência da atividade no setor de exportações. O setor também possui grande importância para os pequenos municípios, onde é responsável por impulsionar inúmeras atividades, principalmente de comércio e serviços (ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2017). Essa atividade se expressa espacialmente nos sistemas ambientais agrícolas, ocupando grandes extensões do território gaúcho. O Quadro 10 apresenta os 18 serviços que beneficiam a agricultura.

Quadro 10 - Serviços e sistemas ambientais dos quais se beneficia a agricultura

	Classe de serviços	Serviço ambiental	Sistema ambiental
Agricultura	Cultural	Reprodução cultural	Sistema agrícola
			Sistema de campos
	Provisão	Água	Sistema de áreas úmidas
			Sistema de laguna ou lagoa costeira
			Sistema lêntico interior
			Sistema lótico
		Recursos genéticos	Sistema florestal
		Recursos medicinais	Sistema florestal
	Regulação	Moderação de eventos extremos	Sistema de mata ciliar
			Sistema florestal
		Regulação climática	Sistema de áreas úmidas
			Sistema de laguna ou lagoa costeira
			Sistema de mata ciliar
			Sistema florestal
		Regulação hídrica	Sistema de áreas úmidas
			Sistema de laguna ou lagoa costeira
			Sistema de mata ciliar
			Sistema florestal
		Regulação Socioeconômica	Sistema agrícola
			Sistema de campos
	Sistema florestal		
	Sequestro e armazenamento de carbono	Sistema de áreas úmidas	
		Sistema de mata ciliar	
		Sistema florestal	
	Regulação	Tratamento de efluentes	Sistema aquaviário
			Sistema de áreas úmidas
			Sistema de laguna ou lagoa costeira
			Sistema lêntico interior
	Suporte	Área de refúgio	Sistema de áreas úmidas
			Sistema de mata ciliar
			Sistema florestal
		Biodiversidade	Sistema de áreas úmidas
			Sistema de areias com influência aluvial
			Sistema de laguna ou lagoa costeira
			Sistema de mata ciliar
			Sistema de praia e duna costeira
			Sistema de praia e duna lagunar
			Sistema florestal
		Sistema lêntico interior	
		Sistema lótico	
		Ciclagem de nutrientes	Sistema de áreas úmidas
			Sistema de laguna ou lagoa costeira
Sistema lêntico interior			
Espaço para ocupação		Sistema de campos	
		Sistema de campos	
Formação de solo		Sistema de campos	
		Sistema de campos	
Infraestrutura		Sistema urbano	
	Sistema viário terrestre		
Navegabilidade	Sistema aquaviário		
	Sistema de laguna ou lagoa costeira		
	Sistema lótico		
Trafegabilidade	Sistema urbano		
	Sistema viário terrestre		

4.3.2 Atividade portuária

A atividade portuária possui grande importância para o Estado do Rio Grande do Sul, especialmente no que se refere ao Porto do Rio Grande, que está entre os mais importantes portos do continente americano. Também merecem destaque os portos de Porto Alegre e Pelotas. O Quadro 11 apresenta os serviços dos quais a atividade portuária se beneficia direta ou indiretamente.

Quadro 11 - Serviços e sistemas ambientais dos quais se beneficia a atividade portuária

	Classe de serviços	Serviço ambiental	Sistema ambiental
Atividade Portuária	Provisão	Recursos genéticos	Sistema florestal
		Recursos medicinais	Sistema florestal
	Regulação	Sequestro e armazenamento de carbono	Sistema de áreas úmidas
			Sistema de mata ciliar
			Sistema florestal
	Suporte	Biodiversidade	Sistema de áreas úmidas
			Sistema de areias com influência aluvial
			Sistema de laguna ou lagoa costeira
			Sistema de mata ciliar
			Sistema de praia e duna costeira
			Sistema de praia e duna lagunar
		Navegabilidade	Sistema florestal
			Sistema lântico interior
			Sistema lótico
			Sistema aquaviário
			Sistema de laguna ou lagoa costeira
			Sistema lótico
Trafegabilidade	Sistema portuário		
	Sistema urbano		
	Sistema viário terrestre		
Área de atracação	Sistema portuário		

4.3.3 Geração de energia

A atividade de geração de energia considera a geração de energia hídrica, eólica e térmica e possui como serviços dos quais se beneficia apenas dois de provisão, mas relacionados a diferentes sistemas. O Quadro 12 apresenta os serviços que beneficiam essa atividade.

Quadro 12 - Serviços e sistemas ambientais dos quais se beneficia a atividade de geração de energia

	Classe de serviços	Serviço ambiental	Sistema ambiental
Geração de energia	Provisão	Água	Sistema de áreas úmidas
			Sistema de laguna ou lagoa costeira
			Sistema lêntico interior
			Sistema lótico
	Energia*	Sistema agrícola	
		Sistema de áreas úmidas	
		Sistema de campos	
		Sistema de praia e duna costeira	
		Sistema de praia e duna lagunar	
		Sistema lótico	

*Energia é apresentada de forma geral, contemplando hídrica, eólica, etc.

4.3.4 Indústria

A indústria possui uma produção muito diversificada no Estado do Rio Grande do Sul, de forma que os serviços selecionados foram os que são utilizados por grande parte das indústrias, resultando em 12 diferentes serviços. O Quadro 13 apresenta os serviços dos quais a indústria se beneficia.

Quadro 13 - Serviços e sistemas ambientais dos quais se beneficia a atividade industrial

	Classe de serviços	Serviço ambiental	Sistema ambiental
Indústria	Provisão	Água	Sistema de áreas úmidas
			Sistema de laguna ou lagoa costeira
			Sistema lêntico interior
			Sistema lótico
		Matéria-prima	Sistema de silvicultura
			Sistema florestal
	Regulação	Produção de manufaturados e insumos	Sistema industrial
		Recursos genéticos	Sistema florestal
		Recursos medicinais	Sistema florestal
		Regulação Socioeconômica	Sistema de silvicultura
			Sistema industrial
			Sistema de áreas úmidas
	Sequestro e armazenamento de carbono	Sistema de mata ciliar	
		Sistema florestal	
		Tratamento de efluentes	Sistema aquaviário
			Sistema de áreas úmidas
	Sistema de laguna ou lagoa costeira		
	Sistema lêntico interior		
Suporte	Biodiversidade	Sistema lótico	
		Sistema de áreas úmidas	
		Sistema de areias com influência aluvial	
		Sistema de laguna ou lagoa costeira	
		Sistema de mata ciliar	
		Sistema de praia e duna costeira	
		Sistema de praia e duna lagunar	
		Sistema florestal	
		Sistema lêntico interior	
		Sistema lótico	
Espaço para ocupação	Sistema industrial		

	Classe de serviços	Serviço ambiental	Sistema ambiental
Indústria	Suporte	Infraestrutura	Sistema industrial
			Sistema urbano
			Sistema viário terrestre
		Navegabilidade	Sistema aquaviário
			Sistema de laguna ou lagoa costeira
			Sistema lótico
	Trafegabilidade	Sistema urbano	
		Sistema viário terrestre	

4.3.5 Mineração

A atividade de mineração se beneficia de um conjunto de serviços menor, no qual somente o de provisão de matéria prima representa um benefício direto, os demais são relacionados a benefícios indiretos. O Quadro 13 apresenta esse conjunto de serviços.

Quadro 14 - Serviços e sistemas ambientais dos quais se beneficia a atividade de mineração

	Classe de serviços	Serviço ambiental	Sistema ambiental
Mineração	Provisão	Matéria-prima	Sistema de afloramento rochoso
			Sistema de areias com influência aluvial
			Sistema de praia e duna costeira
			Sistema de praia e duna lagunar
	Suporte	Navegabilidade	Sistema aquaviário
			Sistema de laguna ou lagoa costeira
			Sistema lótico
			Sistema urbano
	Trafegabilidade	Sistema viário terrestre	

4.3.6 Navegação

A navegação possui um conjunto de serviços pouco maior que a mineração, se beneficiando de seis serviços. O Quadro 15 apresenta esses serviços.

Quadro 15 - Serviços e sistemas ambientais dos quais se beneficia a atividade de mineração

	Classe de serviços	Serviço ambiental	Sistema ambiental
Navegação	Provisão	Recursos genéticos	Sistema florestal
		Recursos medicinais	Sistema florestal
	Regulação	Sequestro e armazenamento de carbono	Sistema de áreas úmidas
			Sistema de mata ciliar
			Sistema florestal
	Suporte	Área de atracação	Sistema de praia e duna lagunar
			Sistema de praia e duna costeira
			Sistema portuário
		Biodiversidade	Sistema de áreas úmidas
			Sistema de areias com influência aluvial
		Sistema de laguna ou lagoa costeira	
		Sistema de mata ciliar	

	Classe de serviços	Serviço ambiental	Sistema ambiental
	Suporte	Biodiversidade	Sistema de praia e duna costeira
			Sistema de praia e duna lagunar
			Sistema florestal
			Sistema lântico interior
			Sistema lótico
		Navegabilidade	Sistema aquaviário
	Sistema de laguna ou lagoa costeira		
			Sistema lótico

4.3.7 Ocupação urbana

A ocupação urbana apresenta um extenso conjunto de serviços dos quais se beneficia. Isso decorre das inúmeras atividades e necessidades que estão atreladas a essa atividade. O Quadro 16 apresenta esse conjunto de serviços.

Quadro 16 - Serviços e sistemas ambientais dos quais se beneficia a ocupação urbana

	Classe de serviços	Serviço ambiental	Sistema ambiental	
Ocupação urbana	Cultural	Relações sociais	Sistema urbano	
		Reprodução cultural	Sistema aquaviário	
			Sistema urbano	
			Serviços espirituais e religiosos	Sistema urbano
	Provisão	Água		Sistema de áreas úmidas
				Sistema de laguna ou lagoa costeira
				Sistema lântico interior
				Sistema lótico
		Alimento		Sistema agrícola
				Sistema de laguna ou lagoa costeira
				Sistema lântico interior
				Sistema lótico
			Matéria-prima	Sistema florestal
			Produção de manufaturados e insumos	Sistema industrial
			Recursos genéticos	Sistema florestal
			Recursos medicinais	Sistema florestal
			Serviços urbanos	Sistema urbano
	Regulação	Moderação de eventos extremos		Sistema de áreas úmidas
				Sistema de mata ciliar
				Sistema florestal
		Regulação climática		Sistema de áreas úmidas
				Sistema de laguna ou lagoa costeira
				Sistema de mata ciliar
		Regulação hídrica		Sistema florestal
				Sistema de áreas úmidas
				Sistema de laguna ou lagoa costeira
		Regulação Socioeconômica		Sistema de mata ciliar
			Sistema florestal	
Sequestro e armazenamento de carbono			Sistema industrial	
			Sistema urbano	
			Sistema de áreas úmidas	
Tratamento de efluentes		Sistema de mata ciliar		
		Sistema florestal		
		Sistema aquaviário		
			Sistema de áreas úmidas	

	Classe de serviços	Serviço ambiental	Sistema ambiental		
Ocupação urbana	Regulação	Tratamento de efluentes	Sistema de laguna ou lagoa costeira		
			Sistema lêntico interior		
			Sistema lótico		
	Suporte	Biodiversidade		Sistema de áreas úmidas	
				Sistema de areias com influência aluvial	
				Sistema de laguna ou lagoa costeira	
				Sistema de mata ciliar	
				Sistema de praia e duna costeira	
				Sistema de praia e duna lagunar	
				Sistema florestal	
				Sistema lêntico interior	
				Sistema lótico	
		Ciclagem de nutrientes			Sistema de áreas úmidas
					Sistema de laguna ou lagoa costeira
					Sistema lêntico interior
		Espaço para ocupação			Sistema de campos
					Sistema urbano
		Infraestrutura			Sistema urbano
Sistema viário terrestre					
Navegabilidade			Sistema aquaviário		
			Sistema de laguna ou lagoa costeira		
			Sistema lótico		
Trafegabilidade			Sistema urbano		
			Sistema viário terrestre		

4.3.8 Pecuária

A pecuária também apresenta um grande conjunto de serviços dos quais se beneficia. Isso decorre da grande cadeia de atividades necessárias à criação animal. O Quadro 17 apresenta esse conjunto de serviços.

Quadro 17 - Serviços e sistemas ambientais dos quais se beneficia a ocupação urbana

	Classe de serviços	Serviço ambiental	Sistema ambiental		
Pecuária	Cultural	Reprodução cultural	Sistema agrícola		
			Sistema de campos		
	Provisão	Água		Sistema de áreas úmidas	
				Sistema de laguna ou lagoa costeira	
				Sistema lêntico interior	
				Sistema lótico	
				Sistema de campos	
	Regulação	Alimento		Sistema florestal	
				Sistema florestal	
		Recursos genéticos			Sistema de mata ciliar
					Sistema florestal
		Recursos medicinais			Sistema de áreas úmidas
					Sistema de laguna ou lagoa costeira
		Regulação climática			Sistema de mata ciliar
					Sistema florestal
Sistema de áreas úmidas					
Sistema de laguna ou lagoa costeira					
Sistema de mata ciliar					
Sistema florestal					
Regulação hídrica			Sistema de áreas úmidas		
			Sistema de laguna ou lagoa costeira		
			Sistema de mata ciliar		
			Sistema florestal		

	Classe de serviços	Serviço ambiental	Sistema ambiental
Pecuária	Regulação	Regulação Socioeconômica	Sistema agrícola
			Sistema de campos
		Sequestro e armazenamento de carbono	Sistema de áreas úmidas
			Sistema de mata ciliar
	Sistema florestal		
	Sistema de áreas úmidas		
	Suporte	Biodiversidade	Sistema de areias com influência aluvial
			Sistema de laguna ou lagoa costeira
			Sistema de mata ciliar
			Sistema de praia e duna costeira
			Sistema de praia e duna lagunar
			Sistema florestal
			Sistema lântico interior
			Sistema lótico
		Ciclagem de nutrientes	Sistema de áreas úmidas
			Sistema de laguna ou lagoa costeira
			Sistema lântico interior
			Sistema lótico
		Espaço para ocupação	Sistema de campos
		Formação de solo	Sistema de campos
Infraestrutura		Sistema urbano	
		Sistema viário terrestre	
Navegabilidade	Sistema aquaviário		
	Sistema de laguna ou lagoa costeira		
Trafegabilidade	Sistema lótico		
	Sistema urbano		
		Sistema viário terrestre	

4.3.9 Pesca

O Quadro 18 apresenta o conjunto de serviços que beneficia a atividade pesca, que se beneficia de dez diferentes serviços.

Quadro 18 - Serviços e sistemas ambientais dos quais se beneficia a pesca

	Classe de serviços	Serviço ambiental	Sistema ambiental
Pesca	Provisão	Alimento	Sistema de laguna ou lagoa costeira
			Sistema lântico interior
			Sistema lótico
	Recursos genéticos	Sistema florestal	
		Recursos medicinais	Sistema florestal
		Regulação	Sequestro e armazenamento de carbono
	Sistema de mata ciliar		
	Sistema florestal		
	Suporte	Área de refúgio	Sistema de áreas úmidas
			Sistema de mata ciliar
		Biodiversidade	Sistema de áreas úmidas
			Sistema de areias com influência aluvial
Sistema de laguna ou lagoa costeira			
Sistema de mata ciliar			
Sistema de praia e duna costeira			
Sistema de praia e duna lagunar			
Sistema florestal			
Sistema lântico interior			
Sistema lótico			

	Classe de serviços	Serviço ambiental	Sistema ambiental
Pescaria	Suporte	Ciclagem de nutrientes	Sistema de áreas úmidas
			Sistema de laguna ou lagoa costeira
			Sistema lântico interior
			Sistema lótico
		Infraestrutura	Sistema urbano
			Sistema viário terrestre
		Navegabilidade	Sistema aquaviário
			Sistema de laguna ou lagoa costeira
			Sistema lótico
		Trafegabilidade	Sistema urbano
			Sistema viário terrestre

4.3.10 Silvicultura

O Quadro 19 apresenta o conjunto de serviços que beneficia a atividade de silvicultura.

Quadro 19 - Serviços e sistemas ambientais dos quais se beneficia a silvicultura

	Classe de serviços	Serviço ambiental	Sistema ambiental
Silvicultura	Provisão	Matéria-prima	Sistema de silvicultura
		Recursos genéticos	Sistema florestal
		Recursos medicinais	Sistema florestal
	Regulação	Regulação Socioeconômica	Sistema agrícola
			Sistema de campos
			Sistema de silvicultura
		Sequestro e armazenamento de carbono	Sistema de áreas úmidas
			Sistema de mata ciliar
			Sistema florestal
	Suporte	Biodiversidade	Sistema de áreas úmidas
			Sistema de areias com influência aluvial
			Sistema de laguna ou lagoa costeira
			Sistema de mata ciliar
			Sistema de praia e duna costeira
			Sistema de praia e duna lagunar
			Sistema florestal
			Sistema lântico interior
			Sistema lótico
		Espaço para ocupação	Sistema de campos
			Sistema de silvicultura
			Sistema de silvicultura
Formação de solo	Sistema de silvicultura		
	Sistema de silvicultura		
	Sistema de silvicultura		
Navegabilidade	Sistema aquaviário		
	Sistema de laguna ou lagoa costeira		
	Sistema lótico		
Trafegabilidade	Sistema urbano		
	Sistema viário terrestre		

4.3.11 Turismo

O turismo, a exemplo do que ocorre com a ocupação urbana, apresenta um grande conjunto de serviços dos quais se beneficia, o que também decorre da associação da atividade turística com um grande número de outras atividades. O Quadro 20 apresenta esse conjunto de serviços.

Quadro 20 - Serviços e sistemas ambientais dos quais se beneficia a silvicultura

	Classe de serviços	Serviço ambiental	Sistema ambiental
Turismo	Cultural	Recreação	Sistema de areias com influência aluvial
			Sistema de laguna ou lagoa costeira
			Sistema de praia e duna costeira
			Sistema de praia e duna lagunar
			Sistema lântico interior
			Sistema lótico
		Reprodução cultural	Sistema aquaviário
		Valor estético/contemplativo	Sistema de afloramento rochoso
			Sistema de áreas úmidas
			Sistema de areias com influência aluvial
			Sistema de campos
			Sistema de laguna ou lagoa costeira
			Sistema de mata ciliar
			Sistema de praia e duna costeira
	Sistema de praia e duna lagunar		
	Sistema florestal		
	Sistema lântico interior		
	Sistema lótico		
	Provisão	Água	Sistema de áreas úmidas
			Sistema de laguna ou lagoa costeira
			Sistema lântico interior
		Alimento	Sistema lótico
			Sistema de laguna ou lagoa costeira
			Sistema lântico interior
	Recursos genéticos	Sistema lótico	
	Recursos medicinais	Sistema florestal	
	Serviços urbanos	Sistema florestal	
Regulação	Sequestro e armazenamento de carbono	Sistema urbano	
		Sistema de áreas úmidas	
		Sistema de mata ciliar	
	Tratamento de efluentes	Sistema florestal	
		Sistema aquaviário	
		Sistema de áreas úmidas	
		Sistema de laguna ou lagoa costeira	
		Sistema lântico interior	
Sistema lótico			
Suporte	Biodiversidade	Sistema lótico	
		Sistema de áreas úmidas	
		Sistema de areias com influência aluvial	
		Sistema de laguna ou lagoa costeira	
		Sistema de mata ciliar	
		Sistema de praia e duna costeira	
		Sistema de praia e duna lagunar	
		Sistema florestal	
		Sistema lântico interior	
		Sistema lótico	
Turismo	Suporte	Infraestrutura	
		Sistema urbano	
		Sistema viário terrestre	
		Sistema aquaviário	
	Suporte	Navegabilidade	
		Sistema de laguna ou lagoa costeira	
		Sistema lótico	
		Trafegabilidade	
Sistema de praia e duna costeira			
Sistema urbano			
Sistema viário terrestre			

4.4 CHAVE DE RELACIONAMENTO SERVIÇO AMBIENTAL - ATIVIDADE

Como pode ser observado no item anterior, resulta da avaliação de serviços dos quais as atividades se beneficiam um grande conjunto de relações pautadas por benefícios diretos e indiretos entre as atividades e os sistemas ambientais.

Utilizamos como exemplo um dos casos mais diretos: a atividade de navegação. Na avaliação dos serviços dos quais a atividade de navegação se beneficia, chegou-se ao resultado de seis diferentes serviços (Quadro 15), já na avaliação de própria definição dos sistemas, quando da classificação de determinados trechos de corpos hídricos como sistemas aquaviário (item 4.1.2) delimitamos esses sistemas como áreas para a realização da atividade de navegação, então podemos afirmar que a chave para a atividade de navegação são os serviços oferecidos pelo sistema aquaviário e que beneficiam a atividade de navegação, a saber, serviço de navegabilidade.

Para algumas atividades o exercício a ser realizado para encontrar as relações não é direto como para a navegação. Seguindo na mesma temática podemos tomar como exemplo a atividade portuária. Essa atividade ocorre em ambientes muito específicos, construídos em áreas que combinam o serviço de suporte à navegabilidade com áreas disponíveis para a construção de estruturas de atracação das margens dos corpos hídricos, ou seja, os serviços chave para a atividade portuária tem de ser analisado sob uma combinação de ambientes, mesmo que o serviço chave seja somente a navegabilidade.

Seguindo esse critério de seleção o Quadro 21 apresenta os serviços chave para cada uma das atividades.

Quadro 21 - Serviços chave para as atividades

Atividade beneficiada	Sistema ambiental	Classe de serviço	Serviço chave
Agricultura	Sistema agrícola	Cultural	Reprodução cultural
		Regulação	Regulação Socioeconômica
		Suporte	Espaço para ocupação
Formação de solo			
Atividade Portuária	Sistema portuário	Suporte	Área de atracação
			Navegabilidade
			Trafegabilidade
Geração de energia	Sistema agrícola	Provisão	Energia
	Sistema de áreas úmidas	Provisão	Energia
	Sistema de campos	Provisão	Energia
	Sistema de praia e duna costeira	Provisão	Energia
	Sistema de praia e duna lagunar	Provisão	Energia
	Sistema lótico	Provisão	Energia

Atividade beneficiada	Sistema ambiental	Classe de serviço	Serviço chave
Indústria	Sistema industrial	Provisão	Produção de manufaturados e insumos
		Regulação	Regulação Socioeconômica
		Suporte	Espaço para ocupação
Infraestrutura			
Mineração	Sistema de afloramento rochoso	Provisão	Matéria-prima
	Sistema de areias com influência aluvial	Provisão	Matéria-prima
	Sistema de praia e duna costeira	Provisão	Matéria-prima
	Sistema de praia e duna lagunar	Provisão	Matéria-prima
Navegação	Sistema aquaviário	Suporte	Área de atracação
			Navegabilidade
Ocupação urbana	Sistema urbano	Cultural	Relações sociais
			Reprodução cultural
			Serviços espirituais e religiosos
		Provisão	Serviços urbanos
		Regulação	Regulação Socioeconômica
		Suporte	Espaço para ocupação
Infraestrutura			
Trafegabilidade			
Pecuária	Sistema de campos	Cultural	Reprodução cultural
		Provisão	Alimento
		Regulação	Regulação Socioeconômica
		Suporte	Espaço para ocupação
Formação de solo			
Pesca	Sistema de laguna ou lagoa costeira	Provisão	Alimento
		Suporte	Biodiversidade
			Ciclagem de nutrientes
	Navegabilidade		
	Sistema lêntico interior	Provisão	Alimento
		Suporte	Biodiversidade
	Ciclagem de nutrientes		
Sistema lótico	Provisão	Alimento	
	Suporte	Biodiversidade	
		Ciclagem de nutrientes	
Navegabilidade			
Silvicultura	Sistema de silvicultura	Provisão	Matéria-prima
		Regulação	Regulação Socioeconômica
		Suporte	Espaço para ocupação
			Formação de solo

Observando o Quadro 21 encontramos ainda outros dois exemplos de atividades que devem ser analisadas sob aspectos que extrapolam os serviços oferecidos pelos sistemas em que se instalam. A primeira delas é a mineração, que pode se instalar em qualquer sistema já que a substância a ser minerada pode estar abaixo do solo, contudo, na avaliação realizada, aponta-se os sistemas que possuem a substância a ser minerada exposta. A segunda é a geração de energia eólica, que pode se instalar em qualquer sistema, já que a provisão de energia que

necessita está acima do solo e independe da tipologia do sistema ambiental. Ainda sobre a Geração de energia, cabe observar que no caso da geração de energia através de usinas termoelétricas, as características do processo de geração aproximam a geração de energia da atividade industrial de tal modo, que se pode aplicar como serviços chave os mesmos da indústria.

Não se apresenta no Quadro 21 os serviços chave para a atividade de turismo, pois trata-se de uma atividade que pode ocorrer em qualquer sistema e em condições diversas, de forma que na realização de um cruzamento simples entre ocorrência da atividade no sistema e serviços que beneficiam a atividade, se chega a um conjunto de serviços tão grande que não podem ser adotados como chave para o entendimento da atividade. Então, opta-se por considerar como serviços chave para o turismo o conjunto de serviços culturais: recreação, relações sociais, reprodução cultural, serviços espirituais e religiosos, valor estético/contemplativo, pois entende-se que pelo menos um desses deve ser oferecido pelo sistema que se pretende colocar como atração turística.

As possibilidades de análise que surgem a partir da identificação das relações existentes entre sistemas, serviços e beneficiárias, aliada a definição de quais são os serviços chave são inúmeras. Para exemplificar as possibilidades de análise que surgem a partir da estrutura analítica constituída vamos observar o caso da atividade de agricultura. O Quadro 22 apresenta a relação completa de serviços dos quais a agricultura se beneficia, identificando quais são os serviços chave e quais são os serviços que a agricultura se beneficia indiretamente.

Esse benefício indireto, por não ocorrer no mesmo sistema que a atividade, pressupõe, como já observado, um “transporte”, que será mais ou menos facilitado pela proximidade do sistema que beneficia indiretamente a atividade.

Quadro 22 - Serviços chave e serviços acessórios para a agricultura

Atividade beneficiada	Sistema ambiental	Classe de serviço	Serviço chave	
Agricultura	Sistema agrícola	Cultural	Reprodução cultural	
		Regulação	Regulação Socioeconômica	
		Suporte	Espaço para ocupação Formação de solo	
	Sistema aquaviário	Regulação	Tratamento de efluentes	
		Suporte	Navegabilidade	
	Sistema de áreas úmidas	Regulação	Provisão	Água
			Regulação climática	
			Regulação hídrica	
			Sequestro e armazenamento de carbono	
		Tratamento de efluentes		
		Suporte	Área de refúgio	
	Biodiversidade			
	Ciclagem de nutrientes			
	Sistema de areias com influência aluvial	Suporte	Biodiversidade	
	Sistema de campos	Cultural	Reprodução cultural	
		Regulação	Regulação Socioeconômica	
		Suporte	Espaço para ocupação Formação de solo	
	Sistema de laguna ou lagoa costeira	Regulação	Provisão	Água
			Regulação climática	
			Regulação hídrica	
		Tratamento de efluentes		
		Suporte	Biodiversidade	
			Ciclagem de nutrientes	
	Navegabilidade			
	Sistema de mata ciliar	Regulação	Moderação de eventos extremos	
			Regulação climática	
			Regulação hídrica	
			Sequestro e armazenamento de carbono	
	Suporte	Área de refúgio		
		Biodiversidade		
	Sistema de praia e duna costeira	Suporte	Biodiversidade	
	Sistema de praia e duna lagunar	Suporte	Biodiversidade	
	Sistema florestal	Provisão	Recursos genéticos	
Recursos medicinais				
Regulação		Moderação de eventos extremos		
		Regulação climática		
		Regulação hídrica		
		Sequestro e armazenamento de carbono		
Suporte	Área de refúgio			
	Biodiversidade			
Sistema lêntico interior	Provisão	Água		
	Regulação	Tratamento de efluentes		
	Suporte	Biodiversidade Ciclagem de nutrientes		

Atividade beneficiada	Sistema ambiental	Classe de serviço	Serviço chave
Agricultura	Sistema lótico	Provisão	Água
		Regulação	Tratamento de efluentes
		Suporte	Biodiversidade
	Ciclagem de nutrientes		
	Navegabilidade		
	Sistema urbano	Suporte	Infraestrutura
			Trafegabilidade
	Sistema viário terrestre	Suporte	Infraestrutura
			Trafegabilidade

O caso da agricultura é particularmente interessante pela quantidade de serviços que beneficiam indiretamente a atividade, o que resulta na necessidade de se avaliar não somente os processos *intrasistema*, mas, especialmente, os processos *intersistemas*. Essas relações observadas sob o prisma do planejamento e da gestão possibilitam, entre muitos outros, análises de potenciais, como o Potencial Ambiental (PAMB) utilizado no ZEE-RS, que derivou da identificação de potenciais atividades beneficiadas pelos sistemas associada a capacidade desses sistemas em oferecer os serviços.

Merece destaque também a possibilidade de avaliações que possuam foco em determinados custos dessa relação *intersistemas*, como por exemplo: possui um custo menor para se beneficiar de provisão de água a atividade de agricultura que se instala, em um sistema agrícola, vizinho de um sistema lótico ou lêntico. Trata-se de uma relação bastante elementar, mas que pode, com os resultados desse trabalho, ser extrapolada para a matriz completa de atividades especializadas por sistemas e seus serviços. Com isso a estrutura elaborada é capaz de instrumentalizar os gestores na busca por um ótimo na utilização dos serviços de forma sustentável ao longo do tempo, o que é característica central de uma estrutura analítica voltada a EBM segundo Piet *et al.* (2017)

Outra capacidade importante da estrutura construída é a de servir à elaboração de planos de gestão setoriais, o que de certa forma subverte a lógica de não compartimentação da informação utilizada na construção da estrutura de análise, mas acaba por fornecer uma base de informações robusta e previamente integradas com os atores que determinado setor deve concertar interesses, ou seja, não se elabora a análise setorial segmentada, mas sim faz-se essa análise a partir do todo com foco em serviços específicos. Dessa forma se cria a possibilidade de se realizar análises específicas sobre os serviços, por exemplo, ao invés de setorizar a informações e analisar com foco em determinada atividade econômica, podem ser realizadas análises sobre benefícios específicos, como para Planos de Bacias Hidrográficas, que teriam

como foco principal a sustentabilidade de serviços como regulação hídrica e provisão de água, ou ainda análises que relacionem as águas continentais com as oceânicas em regiões costeiras (GRIZZETTI *et al.*, 2016; HAINES-YOUNG; POTSCHIN, 2018)

Cabe observar, também, que os serviços de suporte a biodiversidade, áreas de refúgio, sequestro e armazenamento de carbono, provisão de recursos genéticos e provisão de recursos medicinais, são serviços que representam benefícios em outra escala temporal e espacial, fornecendo suporte e regulação a todos os seres vivo, de forma que devem ser considerados como benefícios importantes em toda e qualquer análise que se faça sob uma base ecossistêmica. Nesse sentido, a plena análise desses fatores necessita de um detalhamento que extrapola o escopo da elaboração dessa dissertação, que seria a definição de tipologias de serviços, levando a uma análise diferenciada para serviços de fato, que tem um benefício diretamente associado, e “serviços de apoio”, que se aproximam dos processos ecológicos, não gerando benefícios diretos a atividades econômicas. É importante destacar que esses serviços de apoio não são menos importantes e sua análise é imprescindível para a manutenção da estrutura e função dos ecossistemas e, por consequência, da prestação de todo o conjunto de serviços (HAINES-YOUNG; POTSCHIN, 2018; MA, 2003).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A base de dados construída na elaboração é composta por unidades de planejamento, sistemas ambientais, associados a essas, serviços ambientais, e associadas também aos sistemas ambientais, tendo como ele os serviços, atividades econômicas, além de propor o conceito de serviço chave, que possibilita avaliar de maneira objetiva os potenciais regionais. Esse conjunto de informações estruturadas foi elaborado através da aplicação de EBM e serviu de estrutura analítica para uma série de avaliações realizadas.

No contexto da utilização de parte dos resultados deste trabalho na elaboração do ZEE-RS constatou-se que a metodologia utilizada e os resultados obtidos foram bem aceitos pelos vários seguimentos da sociedade que participaram do processo. Os membros do poder público se apropriaram das informações produzidas e da métrica de análise desenvolvida tornando-se importantes parceiros na construção dos resultados. Os representantes ligados aos setores produtivos e os representantes com tendências conservacionistas acataram as proposições, de forma que os resultados obtidos criaram um ambiente de concertação de interesses e aceitação das limitações e potenciais do território gaúcho, demonstrando que a metodologia teve boa aceitação social.

Para além do ZEE-RS, obtém-se como resultado não só relações de benefícios, mas se identificam quais serviços são mais relevantes para a instalação de determinada atividade. Tomando como conceito que benefícios diretos são os serviços prestados pelos sistemas ambientais em que as atividades ocorrem, pois essas se beneficiam diretamente desse sistema, e como benefício indireto os serviços que beneficiam a atividade, mas ocorrem em outros sistemas ambientais, já que para beneficiar a atividade esses serviços necessitam de alguma forma de “transporte” até o sistema em que a atividade ocorre, torna-se possível definir conjuntos de serviços, que chamaremos de serviços chave, para que uma determinada atividade ocorra.

A estrutura desenvolvida mostrou-se eficaz, mesmo em casos que são necessárias considerações além da aplicação dos critérios, como para a mineração e a geração de energia através de termoelétricas. Nesses casos os critérios utilizados para a definição dos serviços chave não maquiaram resultados inconsistentes, apresentaram uma indefinição que quando observadas as particularidades das atividades, possibilitou que adaptações fossem realizadas para a identificação desses serviços.

Apenas para a atividade de turismo a estrutura de serviços chave não foi eficaz, pois retornou um número muito grande de serviços de forma que não poderiam ser considerados serviços chave. Isso se justifica pela diversidade de tipologias de turismo e pela capacidade da indústria do turismo de se apropriar de ambientes distintos agregando a esses um valor de uso. A solução encontrada foi trabalhar com os serviços que de fato movem a atividade, que são os serviços classificados como culturais.

Dos resultados obtidos, a identificação de serviços chave é de fato a parcela inovadora do trabalho desenvolvido. Apesar de ainda não amplamente difundida no cenário nacional, são muitos os exemplos que orientaram a aplicação de abordagem ecossistêmica na estruturação da base de dados e nas análises realizadas. Contudo, o desenvolvimento de uma métrica de avaliação de quais serviços são realmente imprescindíveis para a instalação de determinada atividade e, por consequência, do rol de serviços que devem ser providos de maneira indireta, abre espaço para a estruturação de planos setoriais, dentro de uma abordagem sistêmica. O desenvolvimento de planos focados em um determinado recurso ou atividade, que se utilize dessa abordagem tem grande potencial para o compartilhamento da estrutura de análise

Mais do que somente desenvolver um plano setorial a partir da abordagem ecossistêmica, a aplicação da métrica de identificação de serviços chave, permite que a partir da elaboração de um plano não setorial, como no caso do ZEE, sejam elaborados desdobramentos para cada setor da economia a partir de uma mesma estrutura analítica apenas alterando o conjunto de serviços que é foco da análise: serviços chave. Além disso, a estruturação das informações a partir da abordagem ecossistêmica permite que não desapareçam ao longo da análise variáveis importantes, como a manutenção dos serviços de suporte a biodiversidade, a ciclagem de nutrientes, entre outros, que em uma análise compartimentada poderiam ser deixados de lado.

Por fim, cabe observar as oportunidades de novas pesquisas que surgem a partir dos resultados produzidos neste trabalho, especialmente os associados a identificação de serviços chave e suas possíveis aplicações em planejamentos setoriais ou em outros instrumentos de gestão territorial como, por exemplo, planos de recursos hídricos, que possuem grande necessidade de ferramentas para a concertação de interesses.

6 REFERÊNCIAS

ANA, A. N. DE Á. **PORTARIA Nº 149, DE 26 DE MARÇO DE 2015** Brasil, 2015. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20150406034300_Portaria_149-2015.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2017

APITZ, S. E. et al. *European Environmental Management : Moving to an Ecosystem Approach*. v. 2, n. 1, p. 80–85, 2006.

ARKEMA, K. K.; ABRAMSON, S. C.; DEWSBURY, B. M. *Marine ecosystem-based management : from characterization to implementation*. 2006.

BAI, X. Advance the ecosystem approach in cities. *Nature*, v. 559, 2018.

BIG2050. **Quem somos**. Disponível em: <<http://big2050.org/iniciativa.php>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

BRASIL. **Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979**, 1979. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6766.htm>. Acesso em: 31 mar. 2018

BRASIL. **LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981**, 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso em: 4 fev. 2018

BRASIL. **DECRETO Nº 89.817, DE 20 DE JUNHO DE 1984**, 1984. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89817.htm>. Acesso em: 6 jul. 2019

BRASIL. **CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988** BRASIL, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 4 fev. 2018

BRASIL. **DECRETO Nº 4.297, DE 10 DE JULHO DE 2002.**, 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4297.htm>. Acesso em: 6 jul. 2019

BRASIL. **Lei nº 10.932, de 03 de agosto de 2004**, 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.932.htm#art2>. Acesso em: 31 mar. 2018

BURROUGH, P. A. **Principles of Geographic Information Systems for Land Resources Assessment**. 1. ed. New york: [s.n.].

CARVALHO, A. B. P.; OZORIO, C. P. Avaliação sobre os banhados do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista de Ciências Ambientais*, v. 1, n. 2, p. 83–95, 2007.

CBD. **The Ecosystem Approach**. [s.l: s.n.]. v. 2

CBD, U. N. C. ON B. D. **Ecosystem approach**. Disponível em: <<https://www.cbd.int/decision/cop/default.shtml?id=7148>>. Acesso em: 11 mar. 2018.

CELTIC SEAS PARTNERSHIP. **Port Orford ecosystem-based management plan, Oregon, USA**. Disponível em: <<http://www.celticseaspartnership.eu/about-us/ecosystem-approach/port-orford-ecosystem-based-management-plan-oregon-usa/>>. Acesso em: 6 jul. 2019.

COSTA, J. C. DA. Base ecossistêmica da atividade pesqueira artesanal: estudo de caso no baixo estuário da Lagoa dos Patos (BELP), RS, Brasil. 2017.

DE GROOT, R. S. et al. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. **Ecological Complexity**, v. 7, n. 3, p. 260–272, set. 2010.

DNIT, D. N. DE I. DE T. D. E. I. DE P. R. **Manual de Implantação Básica de Rodovia**, 2010. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/742_manual_de_implantacao_basica.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2018

DOSWALD, N.; OSTI, M. **Ecosystem-based approaches to adaptation and mitigation – good practice examples and lessons learned in Europe**. Bonn, Germany: [s.n.]. Disponível em: <https://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/Skript_306.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2019.

EEA, E. E. A. **Land systems at European level - analytical assessment framework**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.eea.europa.eu/themes/landuse/land-systems>>. Acesso em: 6 jul. 2019.

EMATER/RS. **Silvicultura**. Disponível em: <<http://www.emater.tche.br/site/area-tecnica/sistema-de-producao-vegetal/silvicultura.php#.WsqAjojwYdV>>. Acesso em: 7 mar. 2018.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. PRODUTO P3 – Parte 1/2. ANÁLISE DO SISTEMA LOGÍSTICO ATUAL. **Plano Estadual de Logística de Transportes do Rio Grande do Sul (PELT-RS)**, p. 11–22, 2014.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO LITORAL MÉDIO. 2016.

ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <<http://www.atlassocioeconomico.rs.gov.br/inicial>>. Acesso em: 8 mar. 2018.

EUROPEAN ENVIRONMENTAL AGENCY. **DEVELOPING CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR ECOSYSTEM MAPPING**, 2013. Disponível em: <https://projects.eionet.europa.eu/eea-ecosystem-assessments/library/draft-ecosystem-map-europe/es_mapping_draft_report-terrestrial-ecosystems/download/en/1/ES_mapping_DRAFT_report_ecosystems%29.pdf?action=view>. Acesso em: 6 jan. 2019

EUROPEAN UNION. **Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services**. [s.l: s.n.].

FEPAM, F. E. DE P. A. **Programa de Gerenciamento Costeiro - GERCO/RS**. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/programas/gerco.asp>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

FEPAM, F. E. DE P. A. **Diretrizes Ambientais para o Desenvolvimento dos Municípios do Litoral Norte**. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/programas/zee/>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

FEPAM, F. E. DE P. A. ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA ATIVIDADE DE SILVICULTURA. v. I, p. 78, 2007.

FISHER, B.; TURNER, R. K.; MORLING, P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. **Ecological Economics**, v. 68, n. 3, p. 643–653, 2009.

FRANZEN, M. **Dinâmica do fósforo na interface água-sedimento em reservatórios**. [s.l.] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Benchmarking Internacional de Modelos de Gestão Territorial. v. 1, 2015.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Portos do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <<http://www.portosrs.com.br/site/index.php>>. Acesso em: 15 set. 2019.

GRANEK, E. F. et al. Ecosystem Services as a Common Language for Coastal Ecosystem-Based Management. v. 24, n. 1, p. 207–216, 2009.

GRIZZETTI, B. et al. Environmental Science & Policy Assessing water ecosystem services for water resource management. **Environmental Science and Policy**, v. 61, p. 194–203, 2016.

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. n. January, 2018.

IBGE, I. B. DE G. E E. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. [s.l.: s.n.].

IBGE, I. B. DE G. E E. **Arranjos Populacionais e Concentrações Urbanas do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: [s.n.].

ICLEI; FBPN. Adaptação baseada em ecossistemas: Oportunidades para políticas públicas em mudanças climáticas. p. 82, 2015.

KRUEGER, T. et al. Environmental Modelling & Software The role of expert opinion in environmental modelling q. **Environmental Modelling and Software**, v. 36, p. 4–18, 2012.

LESLIE, H. M.; MCLEOD, K. L. Confronting the challenges of implementing marine ecosystem-based management. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 5, n. 10, p. 540–548, 2007.

LESTER, S. E. et al. Science in support of ecosystem-based management for the US West Coast and beyond. **Biological Conservation**, v. 143, n. 3, p. 576–587, 2010.

LONG, R. D.; CHARLES, A.; STEPHENSON, R. L. Key principles of marine ecosystem-based management. **Marine Policy**, v. 57, p. 53–60, 2015.

MA, M. E. A. Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment. **Island Press, Washington, DC.**, p. 1–25, 2003.

MALONE, C. R. **THE FEDERAL ECOSYSTEM MANAGEMENT INITIATIVE IN THE UNITED STATES**. Disponível em: <<http://www.state.nv.us/nucwaste/yucca/malone01.htm>>. Acesso em: 6 jul. 2019.

MARTIN, T. G. et al. Eliciting Expert Knowledge in Conservation Science.

Conservation Biology, v. 26, n. 1, p. 29–38, 2011.

MMA, M. DO M. A. **PLANO NACIONAL DE GERENCIAMENTO COSTEIRO (PNGC II)**, 1997. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/orla/_arquivos/pngc2.pdf>. Acesso em: 6 jul. 2019

MMA, M. DO M. A. **Diretrizes Metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil**. 2006.

MMA, M. DO M. A. et al. **PLANO NACIONAL DE SILVICULTURA COM ESPÉCIES NATIVAS E SISTEMAS AGROFLORESTAIS – PENSAF**. p. 38, 2006.

MMA, M. DO M. A. **Avaliação do ZEE**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/10418-avaliacao-do-zee-tcu.html>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

MMA, M. DO M. A. **Campos Sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade**. [s.l: s.n.].

MMA, M. DO M. A. **O zoneamento ecológico-econômico na Amazônia Legal Trilhando**. 1. ed. Brasília: [s.n.].

MMA, M. DO M. A. **Nota Técnica: Estratégias para integração do SISNAMABrasília**, 2016b. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80296/MMA_Sisnama_Nota_Tecnica_10_2016.pdf>

MMA, M. DO M. A. **Situação do ZEE no Brasil**. 2016c.

MMA, M. DO M. A. **Avaliação dos Zoneamento Ecológicos-Econômicos Costeiros elaborados no Brasil**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://gaigerco.furg.br/images/Arquivos-PDF/Relatorio_Final_de_Avaliacao_dos_ZEECs_no_Brasil.pdf>. Acesso em: 2 jun. 2019.

MPDG, M. DO P. D. E G. **Plano Plurianual 2016-2019. Anexo I**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/secretarias/upload/arquivo/spi-1/ppa-2016-2019/anexo_i_atualizado_com_a_loa_2016.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2018.

MT, M. DOS T. **Normas para o Projeto das Estradas de Rodagem**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/download/rodovias/operacoes-rodoviaras/faixa-de-dominio/normas-projeto-estr-rod-reeditado-1973.pdf>>.

MTE - MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **MANUAL DO TRABALHO PORTUÁRIO**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.apsfs.sc.gov.br/wp-content/uploads/2014/11/012-manualtrabalhadorportuario.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2019.

MTPA, M. DOS T. P. E A. C. **Transporte Aquaviário**. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br/transporte-aquaviario-relevancia.html>>. Acesso em: 14 mar. 2018.

NOAA. **Ecosystem-Based Fishery Management**. Disponível em: <<https://www.fisheries.noaa.gov/topic/ecosystems#ecosystem-based-fishery-management>>. Acesso em: 6 jul. 2019.

NORDLUND, L. M. et al. **Seagrass Ecosystem Services and Their Variability across Genera and Geographical Regions**. **PLoS ONE**, p. 1–24, 2016.

PIET, G. et al. Making ecosystem-based management operational. **European Union's Horizon 2020 Framework Programme for Research and Innovation grant agreement**, n. 642317, 2017.

PNUMA, P. DAS N. U. PARA O M. A. **Desenvolvimento Sustentável Na Prática: Aplicando Um Enfoque Integrado Na América Latina E No Caribe**. [s.l: s.n.].

POMPÊO, M. L. M.; MOSCHINI-CARLOS, V. **Lagoas Costeiras: Morro dos Conventos, Araranguá, Litoral do Extremo Sul Catarinense**. Disponível em: <http://www.ecologia.ib.usp.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=75&Itemid=415>. Acesso em: 16 ago. 2017.

RIBEIRO, M. A. **Cooperação Brasil-Índia no campo das águas: semelhanças e afinidades**, 2015. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/dri/cei/wp-content/uploads/2015/05/No-campo-das-águas.-Mauricio.-Andrés1.pdf>>

TEEB. A Economia dos Sistemas e da Biodiversidade: Integrando a Economia da Natureza. Uma síntese da abordagem, conclusões e recomendações do TEEB. **The Economics of ecosystems and biodiversity: ...**, p. 50, 2010.

TEIXEIRA, M. et al. ESTRUTURA DA COMUNIDADE ÁRBOREA DE UM FRAGMENTO DE MATA CILIAR DO RIO TAQUARI, COLINAS, RIO GRANDE DO SUL. **Revista Jovens Pesquisadores**, v. 4, n. 1, p. 19–31, 2014.

TOMAZELLI, L. J. et al. O Sistema De Dunas Eólicas Transgressivas Do Litoral Norte Do Rio Grande Do Sul: Situação Atual E Definição De Áreas Prioritárias À Preservação. **II Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa**, p. 4, 2003.

UEZU, A. et al. **Atlas dos serviços ambientais do sistema Cantareira**. [s.l: s.n.].

UNESP, U. E. P. BASES CONCEITUAIS PARA MONITORAMENTO DE ÁGUAS CONTINENTAIS. [s.d.].

WINGE, M. **GLOSSÁRIO GEOLÓGICO ILUSTRADO**. Disponível em: <<http://sigep.cprm.gov.br/glossario/>>. Acesso em: 16 ago. 2017.

APENSOS
