

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

RAZÍ RODRIGUES DA SILVA

**GEOGRAFIA E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS EM DIÁLOGO: o ambiente de
Arroio do Sal entre o local e o global**

PORTO ALEGRE

2023

RAZÍ RODRIGUES DA SILVA

**GEOGRAFIA E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS EM DIÁLOGO: o ambiente de
Arroio do Sal entre o local e o global**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para obtenção de título de mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Nelson Sambaqui Gruber

PORTO ALEGRE

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Carlos André Bulhões Mendes

Vice-Reitora: Patricia Helena Lucas Pranke

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

Diretor: Nelson Luiz Sambaqui Gruber

Vice-diretora: Tatiana Silva da Silva

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

Coordenador: Paulo Roberto Rodrigues Soares

Coordenadora Substituta: Rosa Maria Vieira Medeiros

CIP - Catalogação na Publicação

Silva, Razi Rodrigues da
Geografia e serviços ecossistêmicos em diálogo: o
ambiente de arroio do sal, entre o local e o global /
Razi Rodrigues da Silva. -- 2023.
116 f.
Orientador: Nelson Sambaqui Gruber.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa
de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, BR-RS,
2023.

1. Arroio do Sal. 2. serviços ecossistêmicos. 3.
geografia - ambiente. I. Gruber, Nelson Sambaqui,
orient. II. Título.

RAZÍ RODRIGUES DA SILVA

**GEOGRAFIA E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS EM DIÁLOGO: o ambiente de
Arroio do Sal entre o local e o global.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para obtenção de título de mestre em Geografia.

Aprovado em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Nelson Sambaqui Gruber (Orientador)
Doutor em Geociências
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Profa. Dra. Máira Suertegaray Rossato
Doutor em Geografia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Luiz Felipe Velho
Doutor em Sensoriamento Remoto
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Marcos Wellausen Dias de Freitas
Doutor em Sensoriamento Remoto
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

RESUMO

Esta pesquisa objetivou a investigação dos serviços ecossistêmicos, à luz da perspectiva geográfica, considerando o conceito de ambiente proposto por Suertegaray, a fim de apresentar os cenários dos serviços ecossistêmicos no contexto do município de Arroio do Sal, sob pano de fundo dos desafios ambientais contemporâneos. Para tanto, analisamos os fundamentos do conceito de serviços ecossistêmicos propondo uma intercessão com a geografia, para então identificar e espacializar os serviços ecossistêmicos no município, a partir de dados de uso e cobertura da terra das séries temporais dos últimos 35 anos da coleção MAPBIOMAS 6. A discussão acerca dos serviços ecossistêmicos se dá a nível global e, recentemente, tem abordado a importância da inclusão de novos atores no debate, da necessidade de uma abordagem crítica em um projeto multidisciplinar, que inclua outros sistemas de produção de conhecimento, outras visões do mundo, não modernas, assumindo um compromisso com os tempos de urgência diante da gravidade da questão ambiental. Os resultados indicam que os Serviços Ecossistêmicos identificados de forma qualitativa respondem a uma dinâmica da demanda de uso da terra e tem como reflexo a oscilação e redução de áreas de ecossistemas já reduzidos, assim como a fragmentação destes. A identificação dos aspectos físicos (naturais), como a exemplo, os ecossistemas e seus serviços, analisados a partir de uma abordagem crítica, demonstram potencial estratégico em auxílio a produção de informações qualificadas sobre o ambiente.

Palavras-chave: Arroio do Sal; serviços ecossistêmicos; geografia – ambiente.

ABSTRACT

This research aimed to investigate the ecosystem services in light of geographical perspective, considering the concept of environment proposed by Suertegaray, in order to present the scenarios of ecosystem services in the context of Arroio do Sal city, under contemporary environmental challenges. To do so, we analyze the fundamentals of the ecosystem services concept proposing an approach to geography, in order to then identify and spatialize ecosystem services in the municipality based on land use and land cover data from MAPBIOMAS 6 collection time series over the last 35 years. The debate about Ecosystem Services happens on a global scale, and has recently addressed the importance of including new actors in the discussion, as well as the need for a critical approach in a multidisciplinary project that includes different systems of knowledge production, other non-modern worldviews, and a commitment to the times of urgency in face of the severity of environmental challenges. Our results indicate that the qualitatively identified Ecosystem Services respond to dynamic demand for land use and reflect the oscillation and reduction of areas of already depleted ecosystems, as well as their fragmentation. The identification of physical (natural) aspects, such as ecosystems and their services, analyzed from a critical approach shows strategic potential in helping provide qualified information regarding the environment.

Keywords: Arroio do Sal; ecosystem services; geography – environment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Marco referencial conceitual dos serviços ecossistêmicos.....	21
Figura 2 - Modelo conceitual IPBES	25
Figura 3 - Sistematização epistemológica do conceito de ambiente trabalhado em geografia.....	42
Figura 4 - Estrutura dos Limites Planetários (LP).....	48
Figura 5 - Localização Município Arroio do Sal	55
Figura 6 - Foto aérea do município de Arroio do Sal, próximo da Praia Azul	56
Figura 7 - Parâmetros de Reclassificação.....	63
Figura 8 - Identificação do Ecossistema <i>proxy</i> dos Serviços Ecossistêmicos	64
Figura 9 - Mapa de Calor	69
Figura 10 - Análise Exploratória dos Dados	70
Figura 11 - Gráfico de Sazonalidade interanual	72
Figura 12 - Área dos Ecossistemas de Arroio do Sal	76
Figura 13 - Fragmentação Relativa dos Ecossistemas de Arroio do Sal	77
Figura 14 - Ecossistema de Campo	78
Figura 15 - Ecossistema de Mosaico	78
Figura 16 - Ecossistema Lagunar	79
Figura 17 - Ecossistema Urbano.....	79
Figura 18 - Ecossistema Área úmida	80
Figura 19 - Ecossistema de Restinga	80
Figura 20 - Ecossistema de Dunas	81
Figura 21 - Fragmentação relativa média das unidades de ecossistemas	83
Figura 22 - Comportamento sazonal da área das unidades ambientais de Ecossistemas ...	84
Figura 23 - Comportamento Sazonal da fragmentação relativa das unidades ambientais de ecossistemas.....	85
Figura 24 - Quadro histórico de mudanças de uso e cobertura de 1985 - 2020, e previsão de mudanças de 2020 - 2055	90
Figura 25 - Qualificação dos serviços ecossistêmicos	94
Figura 26 - Ecossistemas do Município de Arroio do Sal	96
Figura 27 - Ecossistemas de Áreas Úmidas	97
Figura 28 - Quadro dos SE associados aos ecossistemas de áreas úmidas	98
Figura 29 - Ecossistemas de Praia e Dunas	99
Figura 30 - Quadro dos SE associados aos ecossistemas de dunas	101
Figura 31 - Ecossistemas de Campos	102
Figura 32 - Quadro dos SE associados aos ecossistemas de campo.....	103
Figura 33 - Ecossistemas de Restinga.....	105
Figura 34 - Quadro dos SE associados aos ecossistemas de restinga	105

LISTA DE SIGLAS

ABC - Academia Brasileira de Ciências

ALBA - Aliança Latino Bolivarianista das Américas

ANN - Artificial Neural Network

BPBES - Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos

CAD - Centro Agrícola Demonstrativo

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico

Colab - Google Colaboratory

COREDE Litoral - Conselho Regional de Desenvolvimento Litoral

DPBES - Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos

EAU - Ecossistema Áreas Úmidas

ECa - Ecossistema Campo

EDu - Ecossistema Dunas

ELa - Ecossistema Lagunar

EMo - Ecossistema de Mosaico

ERe - Ecossistema Restinga

EUr - Ecossistema Área Urbanizada

FBDS - Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável

FFF - Friday For Future

GEE - Google Earth Engine

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPBES - Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos

ILK - Indigenous Local Knowledges

IUCN - International Union for Conservation of Nature

LecoS - Landscape Ecology Statistics

LNRS - Litoral Norte do Rio Grande do Sul

LP - Limites Planetários

MEA - Millennium Ecosystem Assessment

MMA - Ministério do Meio Ambiente

MOLUSCE - Modules for Land Use Change Evaluation

NatCap - Natural Capital Project

ND - Número digital

PNPSA - Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

POSGEA - Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRGS

PSA - Pagamento por Serviços Ambientais

SBPC - Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência

SCEP - Study of Critical Environmental Problems

SE - Serviços Ecossistêmicos

SEBRAE/RS - Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Rio Grande do Sul

SEO - Serviços Ecossistêmicos Oceânicos

SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática

TEEB - The Economics of Ecosystem and Biodiversity

ZC - Zonas Costeiras

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivo Geral	13
1.2 Prelúdio: do que é feito o encontro? Sobre fim do mundo e afeto	15
2 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS: alguns fragmentos da história	19
3 PERSPECTIVAS TEÓRICO-METODOLÓGICAS	30
3.1 Questões Ambientais, Nós e o Tempo: o futuro, o presente e o passado.....	30
3.2 (Re)ligar a Geografia.....	33
3.3 Natureza, Meio e Ambiente.....	39
3.4 Ambiente Ontem e Hoje.....	41
3.5 Uso e Cobertura	46
3.6 Uso das geotecnologias na análise geográfica dos Serviços Ecosistêmicos	49
4 SITUANDO ARROIO DO SAL.....	51
4.1 Fase I	51
4.2 Fase II	53
5 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS METODOLÓGICOS	57
5.1 Dos aspectos atinentes a pesquisa.....	57
5.2 Notas conceituais e procedimentos operacionais metodológicos	58
5.3 Materiais e Métodos – Cenário I.....	60
5.4 Materiais e Métodos – Cenário II.....	61
5.5 Materiais e Métodos – Cenário III.....	66
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
6.1 Cenário I: composição.....	68
6.2 Cenário II: ecossistemas	74
6.3 Cenário III: antecipação e modelagem	88
6.3.1 Previsão	88
6.3.2 Representação Visual dos Serviços Ecosistêmicos em Arroio do Sal: entre o local e o global.....	93

6.3.2.1 <i>Ecosystemas de Áreas Úmidas</i>	96
6.3.2.2 <i>Ecosystemas de Dunas</i>	99
6.3.2.3 <i>Ecosystemas de Campos</i>	102
6.3.2.4 <i>Ecosystemas Florestais de Restinga</i>	104
6.4 Para pensar os Ecosystemas na Época dos Humanos	106
7 AO FIM, SE COMEÇA: considerações finais	112
8 REFERÊNCIAS	115

1 INTRODUÇÃO

A problemática ambiental, marcada pela mudança do clima, perda da biodiversidade e poluição, é o pano de fundo no qual, durante a década de 1970, surgiu o debate pautado na definição dos Serviços Ecossistêmicos (SE). A discussão ganhou vigor nos anos subsequentes, o tema passou a ser incorporado na política e ganhou uma popularidade em escala global. O debate foi ampliado e passou a envolver outros atores sociais para além do âmbito acadêmico.

Nesse intervalo de tempo, algumas torções foram provocadas pela participação de novos atores que, mobilizados pelas críticas à lógica sedimentada no viés economicista de uma visão estreita moderna de mundo, fizeram mover o sentido da narrativa inicial para caber uma visão crítica e com raízes ontológicas distintas à hegemônica.

No que concerne à geografia, esta problemática pode ser interpretada como uma herança moderna ocidental, ilustrada nas palavras do geógrafo Erik Swyngedouw (2015, p. 45), como: “[a] catástrofe ambiental [que] já está aqui”. Neste pano de fundo arriscaremos uma investigação tentando propor conexões entre os SE e a Geografia.

1.1 Objetivo Geral

Investigar os serviços ecossistêmicos à luz da perspectiva geográfica considerando especialmente o conceito de ambiente proposto por Suertegaray em 2021 (que será apresentado nas próximas seções), a fim de apresentar os cenários dos serviços ecossistêmicos no contexto de Arroio do Sal, sob pano de fundo dos desafios ambientais contemporâneos.

Ao longo das próximas páginas, portanto, analisarei as razões pelas quais os serviços ecossistêmicos, juntamente com os estudos geográficos sobre o ambiente, podem oferecer uma contribuição pertinente diante do cenário de crise ecológica contemporânea, onde o nosso futuro está sujeito às instabilidades que emergem da crise. Esse resultado é um ponto de inflexão, um desvio que nos convida a colocar o ambiente no foco da perspectiva de estudo. Dito isso e para tentar dar conta deste objetivo, atuamos no âmbito desta pesquisa em duas etapas: a primeira tenta articular uma interface interpretativa dos Serviços Ecossistêmicos em Geografia; a segunda abordagem consiste em tentar dar conta da identificação dos serviços ecossistêmicos

no município de Arroio do Sal no Rio Grande do Sul, discutindo os aspectos identificados a partir da interface interpretativa geográfica estabelecida e serviços ecossistêmicos. Esse esforço de pesquisa segue os seguintes objetivos específicos:

- I - analisar os fundamentos do conceito de serviços ecossistêmicos;
- II - articular uma interseção entre geografia e serviços ecossistêmicos; e
- III - identificar os serviços ecossistêmicos no município de Arroio do Sal;

Nos desdobramentos práticos desta proposta investigativa e para dar conta dessa jornada, no Prelúdio (1.2), apresento a motivação para realizar esta pesquisa; na seção Serviços Ecossistêmicos (2), apresento os fundamentos principais relacionados à discussão do tema Serviços Ecossistêmicos, a partir da dimensão teórico-metodológica da geografia; na seção Perspectivas Teórico-Metodológicas (3) articulo argumentos que nos permitam reconhecer pontos de interseção entre o tema e a ciência geográfica; na seção Situando Arroio do Sal (4), apresento a delimitação espacial e um breve histórico do município; na seção Procedimentos Operacionais Metodológicos (5), apresento os procedimentos operacionais metodológicos empregados na identificação dos serviços ecossistêmicos. Em seguida, em Resultados e Discussão (6), os interpreto em um conjunto de três partes (cenários) formado pelo: diagnóstico, espacialização e previsão dos cenários dos Serviços Ecossistêmicos em Arroio do Sal.

Desta maneira, a presente dissertação tem uma dupla preocupação: como entrelaçar o tema dos Serviços Ecossistêmicos à perspectiva geográfica e a partir dela interpretar determinada realidade? Que, neste caso, é o município de Arroio do Sal.

Para tal, o trabalho foi baseado em 2 escalas de análise: Na primeira, o esforço é a articulação das bases teórico-metodológicas e operacionais entre o tema dos Serviços Ecossistêmicos e ao que concerne à geografia. Utilizando suas categorias de análise em um diálogo teórico com a produção de outros campos do conhecimento para matizar as implicações encontradas nas “fronteiras” deste tema.

A segunda escala é a tentativa de fazer uma avaliação dos aspectos ambientais e, a partir do arranjo espacial dos ecossistemas do município de Arroio do Sal, traçar um panorama local de interpretação especulativa dos Serviços Ecossistêmicos. Isto foi operacionalizado a partir do levantamento de dados baseado na série temporal de uso e cobertura da terra qualificada a partir de informações coletadas em campo.

Espero, ao final desta dissertação, haver contribuído para uma reflexão geográfica (e, por que não, interdisciplinar) sobre este tema. O que segue é um

esforço em atender a um senso de urgência coletivo, por assim dizer, diante da crise ecológica.

1.2 Prelúdio: do que é feito o encontro? Sobre fim do mundo e afeto

Do que é feito o encontro pode ser traduzido em duas questões que nos interessam: a primeira é qual a motivação desta pesquisa? E a segunda é por que realizar com *locus* de estudo em Arroio do Sal e não outro lugar do mundo? A resposta delas apresenta o que promoveu os encontros desta pesquisa.

Começando pela ordem, a primeira resposta é simples. O tema desta pesquisa eram os serviços ecossistêmicos - uma questão complexa que está presente no debate de interface conhecimento-política, onde ocupa um papel central nas discussões das agendas políticas globais, como forma estratégica de combate ao desequilíbrio causado pela célere degradação do meio ambiente. A hipótese que pretendíamos defender neste trabalho é que a compreensão da interface geografia/serviços ecossistêmicos pode ser uma contribuição relevante para pensar as urgências do nosso tempo.

Estamos dizendo que esse era este o tema e esta seria a pretensão, não que vamos mudar para outro assunto ou que a hipótese não se sustenta, pelo contrário. A importância de investigar os serviços ecossistêmicos é reconhecê-los como pauta estratégica no âmbito político e acadêmico, levando em sua aplicação como instrumento de governança ambiental global. Também mantemos a hipótese que a interface geografia e serviços ecossistêmicos tem um potencial salutar. Mas, então, se manterei o tema e a hipótese, o que mudou?

O que aconteceu foi que, nestes últimos anos, nos quais essa pesquisa aconteceu, no Brasil, como em outras partes do mundo, a experiência da epidemia de SARS-covid-19, das “*fake news*” ou a inversão ou a negação da verdade, os incêndios florestais, os efeitos da crise climática mais frequentes e também a naturalização do desejo de morte e extermínio, tudo ao mesmo tempo como um invólucro árido e rigoroso, fez a motivação desta pesquisa voltar-se para tentar contribuir de alguma forma para enfrentar os desafios dos nossos dias e talvez, com sorte, encontrar pistas que alimentem “ideias para adiar o fim do mundo”.¹

1 Em alusão às ideias do livro do intelectual indígena Ailton Krenak (2019).

Através das lentes elegidas, encontrei todos estes atravessamentos no caminho, algo impossível de desviar. Mesmo que o tema não tenha mudado, nem a hipótese, o pano de fundo do contexto de nossa época tem um peso diferente. Essa consideração anuncia que esse teor estará presente na pesquisa mas não é nosso objetivo tratá-lo em primeiro plano. Não foram apenas os sentimentos e acontecimentos temerários que orientaram as intenções desta pesquisa. A empatia e o afeto também foram indispensáveis neste trabalho e envolvem as motivações que dão resposta à segunda questão: porque Arroio do Sal?

Para explicitar a escolha de Arroio do Sal como o *locus* espacial desta pesquisa, peço licença para algumas considerações prévias sobre o exercício da pesquisa acadêmica. Gostaria de explicitar que o que me toca no mundo também é aquilo que me provoca a usar a ciência como instrumento de poder e de saber. Não acredito que, livre de paixões e dos afetos, qualifico ou ofereço neutralidade à pesquisa. A confiabilidade e retidão deste trabalho se dá pelo rigor dos métodos e pela transparência de como serão apresentados os resultados dentro de critérios de validação científicos. Neste sentido, verso os próximos parágrafos.

De saída do IFRS - Campus Porto Alegre e, desde lá, pensar a representação espacial foi um exercício que me despertou interesse. A formação na gestão ambiental foi uma oportunidade pela qual vários instrumentos e práticas se apresentaram. E, de certa forma, estas oportunidades me ofereceram pistas sobre o que, mais tarde, veio a se tornar parte de uma agenda de pesquisa e parte do caminho que certamente compartilho com muitos: as preocupações com o meio ambiente. Pensar as questões ambientais é pensar fundamentalmente sobre as condições da vida no planeta, em seu sentido amplo. É refletir de maneira objetiva em fatores biogeofísicos, culturais, econômicos e tecnológicos que nos atravessam. Logo, pensar estas questões também é refletir sobre as condições necessárias para driblar a crise ecológica contemporânea.

Durante os anos de 2018 e 2019, vivi uma experiência importante fazendo parte, como estagiário, da equipe do Centro Agrícola Demonstrativo - CAD, entidade administrativa da Prefeitura de Porto Alegre. Na oportunidade, entre os afetos que me atravessaram e que atravessei, conheci a servidora pública e amiga Claudia Ascher, alguém por quem zelo, estimadamente. No universo de coisas sobre o nosso encontro, atendo-me às nossas trocas sobre um lugar especial, cheio de memórias e

que ela me revela se chamar Arroio do Sal, um município a 170 km da capital do estado localizado no Litoral Norte gaúcho.

Algum tempo depois dessa conversa, numa rotineira manhã de trabalhos, saindo de uma reunião entre protocolos e amenidades, ela menciona sobre a abertura do processo seletivo de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRGS (POESGEA). Aqui estou! Por autoridade fenomenológica existencial do afeto. “Trocando em miúdos”, através do incentivo feito por Cláudia, não só ingressei no mestrado do POSGEA, como abracei suas memórias de um lugar chamado Arroio do Sal e as transformei na escala de análise desta pesquisa.

Ressalto que a ideia de autoridade está no sentido substantivo do termo, na agência de decidir; assim como, a fenomenologia existencial do afeto está na intencionalidade como parte constitutiva deste sujeito dotado de afeto que vos escreve, que abraçou memórias afetivas e as transformou em um recorte de uma agenda de pesquisa.

Evoco o geógrafo Yi-Fu Tuan para, além de justificar tal escolha, também fundamentar a tofilia do meu recorte espacial em sua intencionalidade. Em Tuan a ideia de espaço e de lugar não podem ser dissociadas porque “[...] O que começa como espaço indiferenciado transforma-se em lugar à medida que o conhecemos melhor e o dotamos de valor [...]” (TUAN, 2013, p. 12). Portanto, e ainda me valendo da voz do autor, “[...] a experiência implica a capacidade de aprender a partir da própria vivência. [Neste sentido], experienciar é aprender; significa atuar sobre o dado e criar a partir dele [...]” (TUAN, 2012, p. 12).

Desta forma, nesse processo marcado pelas intersubjetividades do encontro, o município de Arroio do Sal tornou-se um “dado”, o recorte a partir do qual lhes trarei informações nesta pesquisa.

À medida do desenrolar da pesquisa, outros elementos somaram-se à importância dos esforços de pesquisa no município de Arroio do Sal. A exemplo disso, podemos citar a localização da cidade na Zona Costeira (ZC) na qual estão presentes os Serviços Ecossistêmicos Oceânicos (SEO), tem relação direta com os benefícios que influem nos aspectos sociais e econômicos do município como lazer, esporte, turismo, educação e espiritualidade (GERLING, 2016).

De acordo com dados emitidos pelo Conselho Regional de Desenvolvimento Litoral (COREDE Litoral), o turismo é uma atividade econômica importante que movimenta um fluxo intenso de pessoas atraídas pela criação de emprego

relacionadas às atividades de comércio e serviço em atenção à demanda turística (CONSELHO REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO LITORAL, 2017).

A preocupação quanto à degradação de ecossistemas é evidenciada por vários estudos e informações públicas, que chamam atenção à importância da conservação advertindo sobre o estado de vulnerabilidade e degradação dos ecossistemas. Neste sentido, os ecossistemas identificados no Litoral Norte, região na qual se localiza Arroio do Sal, são reconhecidos pela relevância da biodiversidade em trabalhos publicados pela da International Union for Conservation of Nature (IUCN), uma das mais antigas organizações globais no tema da conservação (INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE, 2015), a região também é destacada no mapeamento das Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (BRASIL, 2017) em reconhecimento a extrema importância biológica que compartilha benefícios através das suas funções ecológicas aos quais se destinam ações em caráter de prioridade.

Para abreviar este prelúdio, por assim dizer, estas foram algumas das inquietações e motivações que nortearam este esforço de pesquisa e que procuramos alinhar aos objetivos previstos. Nas próximas páginas, começaremos.

2 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS: alguns fragmentos da história

Três crises interligadas - mudança do clima, perda da biodiversidade e poluição - foram descritas pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, PNUMA (UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAM, 2021), a principal autoridade global que determina a agenda ambiental. Elas são, de forma sumária, o tripé da questão ambiental global contemporânea. A escalada das transformações antropogênicas aumentou a pressão sobre o meio ambiente afetando a capacidade de carga dos ecossistemas; e nos impõe o desafio de reconhecer a complexidade e a interconexão entre a mudança do clima, a perda da biodiversidade e a poluição, com fins de alcançar “o futuro que queremos” (CONFERÊNCIA RIO+20, 2012).

Em especial nos últimos 50 anos, a humanidade modificou os ecossistemas mais rápido e extensivamente que em qualquer intervalo de tempo equivalente da nossa história. Em geral, tal fato se atribui à busca por suprir rapidamente a demanda crescente por alimentos, água limpa, madeira, fibras e combustível (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005, p. 17).

Embora os ecossistemas exerçam uma significativa influência sobre a subsistência da vida no planeta, nas palavras de Gary Grant (2012), é relativamente recente o reconhecimento de que nossa sociedade, nossa civilização e nossas cidades estão sujeitas aos bens naturais (terra, água, ar, solo, rios, florestas, mares e tantos outros), os chamados Serviços Ecossistêmicos.

Essa expressão já circula por aí sem tanto “ar” de novidade, inclusive, nas políticas ambientais e, de certa forma, é usada no mundo todo. Isso não quer dizer que a proposição do termo tenha sido recebida com leniência por onde quer que tenha sido apresentada. Muito pelo contrário, foi exatamente a inquietação que essa palavra trouxe que fez render o debate com controvérsias e embates por distintos campos da ciência, instituições e organizações, até na política representativa institucional.

Nesta perspectiva, o termo “Serviços Ecossistêmicos” (SE) ganhou considerável popularidade e houve certa profusão de produções teóricas como um esforço de compreender a situação e encontrar estratégias para enfrentar a tríplice crise que move a catástrofe ecológica da nossa época.

Existe uma variabilidade de articulações argumentativas envolvidas na construção do marco referencial conceitual dos SE. O lastro teórico das definições

envolve diferentes correntes teórico-filosóficas e distintos lugares de enunciação dos campos da ciência que se colam na disputa (Figura 1).

Tanto quanto se pode determinar, a primeira menção do termo foi registrada por volta dos anos 1970, no trabalho “Estudo dos Problemas Ambientais Críticos” - *Study of Critical Environmental Problems* - (SCEP)². Pouco mais de três décadas depois, o trabalho “Avaliação Ecosistêmica do Milênio” - *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA) (2005)³ apresentou a versão que difundiu e sedimentou o conceito de SE como: “os benefícios que o homem obtém desses ecossistemas”. Neste mesmo documento, estes serviços podem ser divididos em quatro categorias principais: provisão, regulação, suporte e culturais.

2 A conferência SCEP foi iniciada e organizada por Carroll Louis Wilson, professor de administração no Massachusetts Institute of Technology (MIT). Durante o mês de julho de 1970, pesquisadores de diferentes campos de conhecimento destacavam pela primeira vez as potenciais mudanças do clima como um problema ambiental. Essa instituição acadêmica é uma das mais renomadas dos Estados Unidos e em anos anteriores também contribuiu com na elaboração do “*The Limits to Growth*” - Os Limites do Crescimento. Um trabalho encomendado pelo Clube de Roma no qual foram assinalados a estimativa para o esgotamento dos recursos naturais (SCEP, 2021).

3 Grupos de Trabalho da Avaliação do Milênio (MA) surge das demandas de cientistas e formuladores de políticas. A proposta específica para a Avaliação do Ecossistema do Milênio surgiu durante uma reunião de brainstorming realizada no World Resources Institute em 17 de maio de 1998 para discutir os planos para o Relatório bienal dos Recursos Mundiais, publicado pelo WRI, PNUMA, Banco Mundial e PNUD (MEA, 2005).

Figura 1 - Marco referencial conceitual dos serviços ecossistêmicos

Décadas	Serviços Ecossistêmicos	Citações
1970	"[...] é uma marca do nosso tempo do grau de separação no qual o homem está ecológicamente desconectado... [neste sentido] os benefícios da natureza precisam ser enumerados [...]"	Study of Critical Environmental Problems - SCEP, (1970, p. 123)
	"[...] estas funções de 'serviço público' do ambiente global não pode ser substituída pela tecnologia agora ou em o futuro previsível [...]"	Holdren; Ehrlich (1974, p. 283);
	"[...] serviços da natureza são funções 'gratuitas' oriunda das dinâmicas de funcionamento do ecossistemas naturais [...]"	Westman (1977, p. 961)
1980	"[...] são as maneiras com as quais os ecossistemas ecológicos sustentam a vida humana [...]"	Ehrlich; Ehrlich (1981 p.86)
1990	"Os serviços de ecossistema são as condições e processos através dos quais os ecossistemas, e as espécies que os compõem, sustentam e realizam a vida humana"	Daily (1997, p. 3)
	"[...] são benefícios às populações humanas que derivam direta ou indiretamente das funções os ecossistemas [...]"	Costanza et al. (1997, p. 387)
2000	"[...] são um conjunto de funções do ecossistema úteis aos seres humanos [...]"	Kremen (2005, 468-479)
	"[...] são os benefícios que os homens obtêm desses ecossistemas [...]"	MEA (2005, p10)
	"[...] são componentes da natureza, diretamente desfrutados, consumidos, ou utilizados para produzir bem-estar humano."	Body (2006, p. 8)
	"[...] são os aspectos dos ecossistemas utilizados (activa ou passivamente) para produzir bem-estar humano [...]"	Fisher (p. 645, 2009)
	"[...] uma gama de bens e serviços importantes para o bem-estar humano [...]"	NELSON, Erik et al. (p. 4, 2009)
2010	"São as contribuições diretas e indiretas da natureza para o bem-estar humano [...]"	Wolowski (2019)
	"Os serviços ecossistêmicos são benefícios fundamentais para a sociedade gerados pelos ecossistemas [...]"	Ministério do Meio Ambiente site

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

No esboço dos anos entre o SCEPT e a MEA, o nome do biólogo Paul Ralph Erlich aparece como uma das primeiras referências da definição do termo, segundo Sartre, Castro e Oszwald (2014). Os elementos que dão coesão à noção de serviços ecossistêmicos, impressos por Erlich, refletem as tendências epistêmicas que ligam o ambiente à economia no campo da Biologia da Conservação. Este também é o caso das tendências de Gretchen Daily, correligionária de Erlich.

Daily (1997), como interlocutora direta e colaboradora do trabalho de pesquisa de Erlich sobre os SE, publicou em 1997 o livro “*Nature’s Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*”, obra na qual, sob pano de fundo da corrente teórica da “Economia Ambiental”⁴, nos oferece uma definição do conceito, a saber: “os serviços do ecossistema são as condições e processos através dos quais os ecossistemas, e as espécies que os compõem, sustentam e realizam a vida humana [...]” (DAILY *et al.*, 1997, p. 34, tradução nossa). Nesse trabalho, ela reúne pontos importantes da história “fragmentária” (em suas palavras) da elaboração do conceito e demonstra que, desde a Antiguidade, os “ecossistemas naturais” se mantêm na tônica da discussão e atravessam o tempo se mantendo contemporâneos (DAILY *et al.*, 1997).

Em 2006, a autora tornou-se pioneira na tentativa de operacionalizar uma aplicação prática para os Serviços Ecossistêmicos por meio da iniciativa: *Natural Capital Project* (NatCap)⁵. A proposta configura-se em um conjunto de iniciativas e parcerias globais dedicadas a integrar o valor da natureza nas decisões da sociedade, da economia e até como parte de uma agenda de governo. Baseia-se em um conceito simples: fazer um balanço dos ativos naturais – solo, água, ar e seres vivos – para permitir a avaliação da ampla gama de serviços ecossistêmicos (SACKS, 2018).

Outro nome entre os teóricos de destaque dessa época é o de Robert Costanza. Em 1997, a partir da obra “*The value of the world’s ecosystem services and natural capital*”, Costanza e colaboradores, adeptos da corrente da Economia Ecológica, propuseram, pela primeira vez, uma estimativa do valor econômico de vários serviços ecossistêmicos em escala global, estimando um valor para toda a

4 A Economia Ambiental “considerar a natureza, não mais como externalidade, e sim, como interna ao processo de produção, portanto, como uma prestadora de serviços [ambientais]” (SUERTEGARAY, 2021, p. 39).

5 Materia escrita “*The Environment and the Bottom Line Sometimes, policies can protect both*”. Sobre a bióloga Gretchen Daily publicado pelo Jornal da Universidade de Stanford (SACKS, 2018).

biosfera na média de US\$ 33 trilhões⁶ por ano (COSTANZA *et al.*, 1997). Daily e Costanza são alguns dos nomes de referência sobre o tema que, em si, ganhou repercussão a partir do trabalho apresentado pela Avaliação do Milênio - *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA, 2005).

Esta pode ser, em alguma medida, reconhecida como a primeira fase da discussão sobre o tema, em que alguns dos principais acontecimentos se dão no âmbito acadêmico. Este esforço parcial não torna esta tentativa de sistematizar menos relevante, pelo contrário, em último caso, aqui encontramos, nas pistas de um jogo de disputa comum à produção do conhecimento, a fonte das principais ideias que posteriormente vão assumir o papel de argumentos além dessa instância e dentro do arranjo de outros interesses.

Entre 2001 e 2005 a MEA, como um programa de pesquisas que é considerado um marco dessa discussão, procurou atender solicitações governamentais por informações referentes a quatro convenções internacionais — Convenção sobre Diversidade Biológica, Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação, Convenção Ramsar sobre Zonas Úmidas e Convenção sobre Espécies Migratórias — e também da comunidade empresarial, do setor de saúde, das organizações não-governamentais e da comunidade em geral (MEA, 2005).

A avaliação teve como objetivo analisar os ecossistemas e as derivações das suas funções para alertar sobre a gravidade da depredação dos bens naturais, as consequências negativas dessa degradação e apresentando o cenário desafiador das projeções de tendências para as próximas décadas (MEA, 2005).

O discurso apresentado pelo documento já é de cunho mais direto quanto a nossa dependência expressa dos ambientes e dos seus processos físicos naturais: “a população do planeta é totalmente dependente dos seus ecossistemas e dos serviços que eles oferecem, incluindo alimentos, água, gestão de doenças, regulação climática, satisfação espiritual e apreciação estética” (MEA, 2005, p. 17). Como corrobora Sartre

⁶ Segundo informações da Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos - (BPBES), a partir dessa estimativa os valores foram atualizados em 2014 por outro trabalho de Costanza e colaboradores, “Changes in the global value of ecosystem services” (COSTANZA *et al.*, 2014; CASTRO, 2019).

et al. (2014, p. 22)⁷ “[...] enfim, a noção de serviços ecossistêmicos trata da dependência dos seres humanos de seus ambientes naturais - o que, na história da modernidade, é bastante singular.”

Contudo, ainda aparentamos estar distantes do reconhecimento pleno da importância dos ambientes naturais ou talvez seja apenas o fato de estarmos no barco das contradições. Segundo o estudo ‘*The Economics of Ecosystem and Biodiversity*’ (TEEB, 2010), o que incita a degradação contínua dos ecossistemas e a perda de biodiversidade é o fato dos benefícios em sua relevância ainda não serem reconhecidos como fundamentais, ainda que exista uma conexão entre a relação de dependência do bem-estar, para o equilíbrio dos ecossistemas. Estaria nessa falta de reconhecimento uma marca da contradição da modernidade?

Depois da MEA, a *Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* - Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES) -, uma espécie de Painel Intergovernamental, assim como o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC)⁸ que surge em 2010, empenhada na interface “conhecimento-política” e na avaliação estratégica, atribui à ciência o papel de descobrir mecanismos que explicam como as mudanças na biodiversidade afetam os ecossistemas, seus serviços e o bem-estar humano⁹ (PERRINGS *et al.*, 2011).

A plataforma IPBES tem como características principais: a) toma posição de responsabilidade diante da garantia da diversificação de partes interessadas na definição de questões, avaliação de tendências e identificação de soluções; b) assume o dever de reconhecer e incorporar como contribuição a produção de sistemas de conhecimento indígena e de escala local; c) pretende ir além da produção de avaliação, capacitação, desenvolvimento de ferramentas políticas e se posiciona com interesse na geração de novos conhecimentos críticos (INTERGOVERNMENTAL

⁷ Enfin, la notion de services écosystémiques traite des liens de dépendance que les hommes entretiennent avec leurs milieux naturels – ce qui, dans l’histoire de la modernité, est assez singulier. (SARTRE *et al.*, 2014, p. 18).

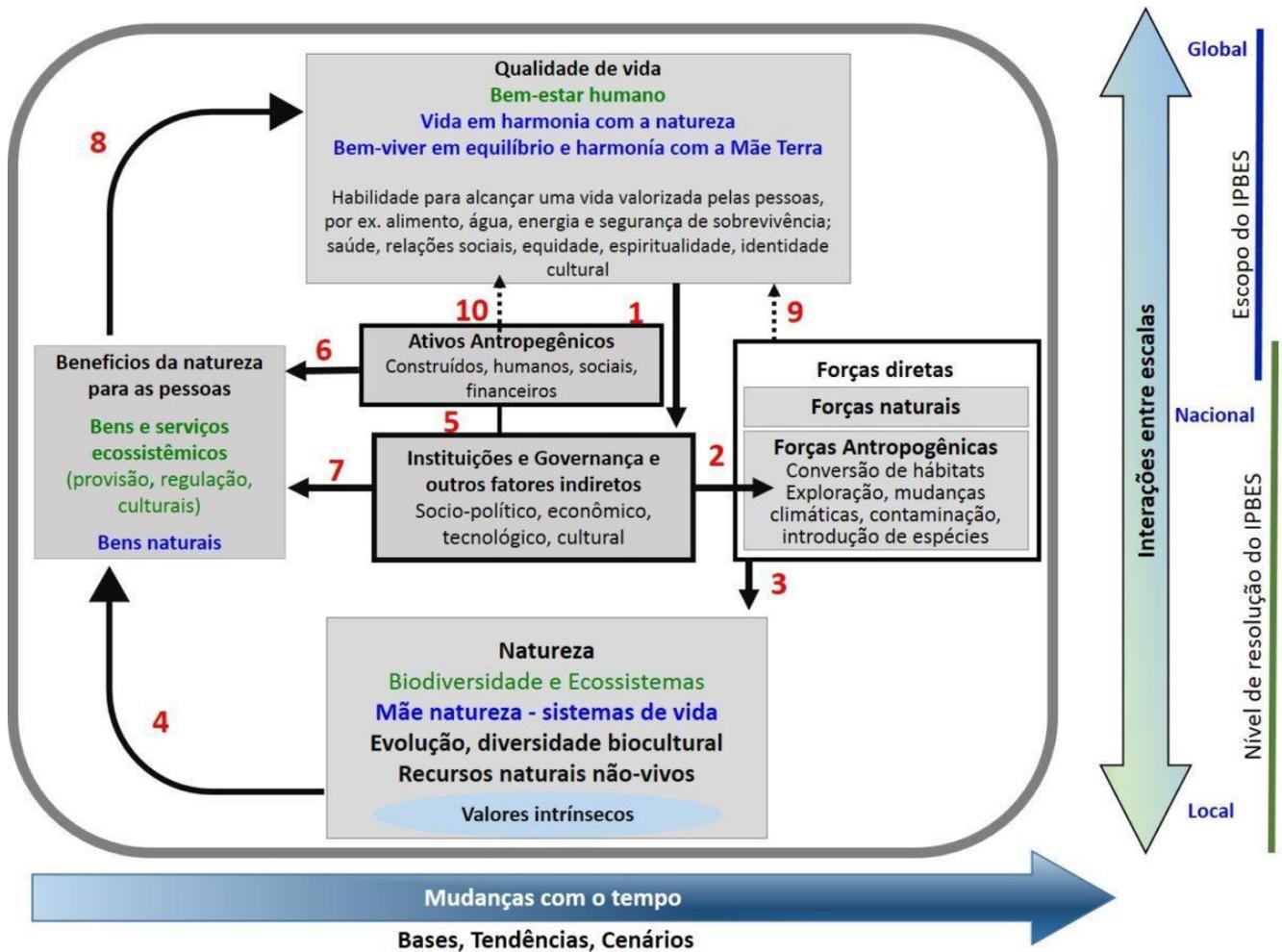
⁸ Entidade intergovernamental que em 2012 se tornou independente e atua no fortalecimento da interface da produção acadêmica e política sobre as questões da conservação da biodiversidade, dos serviços ecossistêmicos, do bem-estar humano a longo prazo e o desenvolvimento sustentável (DÍAZ *et al.*, 2015).

⁹ “Research uncovers mechanisms that explain how biodiversity change impacts ecosystem services and human well-being.” (PERRINGS *et al.*, 2011).

SCIENCE-POLICY PLATFORM ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES, 2013; DÍAZ *et al.*, 2015).

O primeiro produto público do elaborado pelo IPBES é um modelo conceitual (Figura 2). Esse resultado é tido pelos autores como a “Pedra de Roseta”¹⁰ - que destaca semelhanças entre diversos conjuntos de valores e busca facilitar a compreensão interdisciplinar e intercultural - que é uma síntese com as principais definições e pode ser aplicado como um modelo metodológico.

Figura 2 - Modelo conceitual IPBES



Fonte: Adaptado de *Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* (2013), tradução por BPBES (<https://www.bpbes.net.br/inspiracao/>)

Esse trabalho do IPBES é marcado por uma questão peculiar: a contestação do termo “serviços ecossistêmicos” sendo feita por uma delegação de um Estado-

¹⁰ A Pedra de Roseta é artefato arqueológico egípcio que foi crucial para o estudo dos hieróglifos.

Plurinacional¹¹. Em 2013, a delegação boliviana participou da plenária de elaboração desse marco conceitual e foi protagonista do movimento para incluir outra visão de mundo no quadro de referência. Naquelas circunstâncias a delegação boliviana discordava do conceito empregado pelos cientistas.

Segundo o pesquisador Ricardo de Almeida Marchiori¹² (FREITAS, 2017, p. 33), “a delegação da Bolívia os rechaçou e os acusou por usarem um conceito capitalista que queria facilitar a exploração de serviços”. Neste movimento, os bolivianos reuniram o apoio de outros países da ALBA (Aliança Latino Bolivarianista das Américas). É possível considerar que o tema dos Serviços Ecossistêmicos se orienta a um outro momento, um outro patamar, no qual também é possível observar uma fissura ainda maior do discurso moderno?

O resultado desse movimento gerou um impasse e o IPBES acabou por adotar o conceito “mãe terra” no quadro referência sob imperativos à inclusão dos conhecimentos indígenas locais (*Indigenous Local Knowledges*) (INTERGOVERNMENTAL SCIENCE-POLICY PLATFORM ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES, 2013). Vale ressaltar que incluir outra linguagem como no caso do uso semântico de “Mother Earth”, como uma demanda inegociável, é fazer um gesto político de reconhecimento de outros lugares ontológicos e epistêmicos.

E no Brasil, qual a abordagem? A título de exemplo palpável, podemos citar a instituição da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA), Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021, como um efeito prático da incorporação dessa agenda de governança ambiental pautada nos serviços ecossistêmicos. Isto significa em alguma medida a efetivação da adesão da proposta do termo pela agenda de governo brasileira.

A filósofa Virgine Maris¹³, do campo de estudos ambientais, corrobora que o termo Serviços Ecossistêmicos teria ganho aderência no âmbito da governança ambiental. Ao se firmar nessa nova interpretação, o binômio passa a fazer parte da

11 Um Estado plurinacional é considerado como um modelo de organização política para descolonizar nações e povos indígenas originários, recuperar sua autonomia territorial, garantir o exercício pleno de todos os seus direitos como povos e exercer suas próprias formas de autogoverno.

12 Em entrevista para a Agência Universitária de Notícias (AUN), da Universidade de São Paulo (USP).

13 Pesquisadora do Centre National de la Recherche Scientifique - CNRS -, no Center d'Ecologie Fonctionnelle et Évolutive - CEFÉ, em Montpellier, no sul da França, e escritora do prefácio do livro “*Political Ecology des Services Écossitêmiques*” (2012).

agenda de interesses político-sócio-econômicos e, de maneira ampla, se posiciona além do âmbito científico (SARTRE; CASTRO; OSZWALD, 2014).

A Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+20, protagonizou, possivelmente, a porta de entrada na difusão do debate dos Serviços Ecossistêmicos no Brasil. Sartre e colaboradores (2014), realizaram uma pesquisa de análise do discurso com alvo nas propostas dos atores que participaram do evento e que contribuíram para a síntese de elaboração do documento final da Conferência; o objetivo foi identificar como a palavra 'Serviços Ecossistêmicos' estava sendo empregada.

Entre os resultados os autores apresentam que em 40,79% das análises o conceito esteve amplamente atrelado aos discursos econômicos e em apenas 4,37% abordou questões da ordem de preocupação com os desastres naturais em escala global (SARTRE; CASTRO; OSZWALD, 2014, p. 101-111).

Além das questões envoltas nas disputas de prerrogativas, de ordem semânticas e epistêmicas, a escalabilidade é um outro ponto indispensável a ser levado em conta. Isto porque envolve desde o planejamento estratégico até as aplicações práticas dos SE. Para citar um exemplo, destacamos o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), que está sendo implementado enquanto uma política pública de gestão ambiental. Nestes casos, é importante partir do conceito para operacionalizar e dimensionar as suas aplicações, respeitando determinadas proporções. Por esse ponto de vista, pesquisadores da Universidade de Stanford (Stanford University, California) ressaltam o potencial estratégico referente ao conceito (SE), apresentando trabalhos aplicados à realidade em escala biofísica local e articulada com as instituições (DALY; MATSON 2008).

No entanto, as autoras também advertem, a partir de estudos de caso sobre pagamento por serviços ecossistêmicos, que o planejamento das políticas públicas, quando não minuciosamente adequado à dimensão da realidade em questão, pode oferecer riscos, render ganhos mínimos em Serviços Ecossistêmicos de interesse, prejudicar a produção de outros serviços e a conservação da biodiversidade (NELSON et al., 2008; DAILY; MATSON, 2008). Outros pesquisadores, por sua vez, demonstram possibilidades de modelar e conduzir práticas efetivas para o cumprimento dos objetivos em escala local. (GARCÍA-ONETTI; SCHERER; BARRAGÁN, 2018; SILVEIRA et al., 2018; ASMUS et al., 2018).

No Brasil, os estudos por parte das organizações são mais recentes. Acontecem de um esforço conjunto entre entidades, como: a Academia Brasileira de Ciências (ABC), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico (CNPq), Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS) e a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) que, desde 2015, trabalham para subsidiar informações atuais sobre estes temas.

Entre as lacunas apontadas pelo 1º Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (DPBES)¹⁴, está a falta de refinamento das escalas: “[...] o refinamento desse conhecimento de é primordial para uma melhor gestão, conservação e garantia da provisão de serviços ecossistêmicos [...]” (SCARIOT et al., 2019, p. 246).

O diagnóstico da Plataforma Brasileira da Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES)¹⁵ é um esforço de tornar palpável os SE em uma escalabilidade nacional. A proposta deste trabalho é reunir e divulgar informações sobre o tema dos SE no Brasil e dar suporte sob forma de recomendações que possam contribuir com os tomadores de decisão e com público em geral para ampliar o engajamento dos atores sociais com o tema e operacionalizar o planejamento e as ações.

Por este panorama inicial do tema, é possível reconhecer o papel indispensável que a produção do conhecimento, enquanto Ciência, e a técnica desempenham na busca por alternativas aos desafios que emergem da relação de apropriação humana com o espaço e também na produção do mundo e de subjetividades. Relembrando Porto-Gonçalves:

Já não é mais contra a natureza que devemos lutar (se é que é de luta contra a natureza que deveríamos tratar) mas, sim, contra os efeitos da própria intervenção que o próprio sistema técnico provoca. (GONÇALVES, 2016a, p. 30).

14 Para mais informações acessar: Plataforma Brasileira da Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES).

15 A Plataforma Brasileira da Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos, desde 2017 atua na elaboração de trabalhos que em 2019 tomam forma em 5 diagnósticos. A proposta tem consonância com o documento “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” e, no contexto da Convenção de Diversidade Biológica (CDB), por meio do Plano Estratégico para a Biodiversidade 2011-2020 (associado à sua visão de futuro-2050) e das Metas de Aichi para Biodiversidade, os diagnósticos da IPBES e da BPBES avaliam as contribuições da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos para a qualidade de vida no contexto do desenvolvimento sustentável (SCARIOT, *et al.*, 2019, p. 18).

Diante do desafio ecológico contemporâneo e em reconhecimento à relevância da produção do conhecimento sobre diferentes esferas da vida humana e não-humana, aspectos físicos e humanos, podemos então encontrar caminhos para estabelecer pontos conectivos entre os serviços ecossistêmicos e a Geografia. A próxima seção se concentra na mobilização de estratégias teóricas para tentar estabelecer articulações entre a geografia e serviços ecossistêmicos, tentando encontrar mediações comuns e, em última instância de forma conjunta, aplicar essa tessitura a um exercício de análise.

3 PERSPECTIVAS TEÓRICO-METODOLÓGICAS

3.1 Questões Ambientais, Nós e o Tempo: o futuro, o presente e o passado.

De modo geral, a questão ambiental é um reflexo da relação entre sociedade e natureza, e está no centro da contradição moderno-colonial. A discussão vem a público quando se identifica, no modelo de desenvolvimento capitalista, um frágil reconhecimento dos limites da intervenção humana na natureza (GONÇALVES, 2016a). É uma infinidade de crises interligadas geradas por relações de poder relacionadas ao movimento histórico e social, diz Virgine Maris (SARTRE; CASTRO; OSZWALD, 2014).

Ao que tudo indica, essa antiga discussão, segue sendo difundida por várias camadas da sociedade em escala global. Um exemplo disto é o movimento *Friday For Future*¹⁶ (FFF), que pode ser considerado como uma das mais significativas “inflexões históricas” de uma geração preocupada com as questões ambientais, segundo as palavras da jornalista Eliane Brum em sua matéria publicada no Jornal Eletrônico El País¹⁷. Ela nos conta que o FFF traduz, através da ação de jovens do mundo inteiro, “o grito de uma geração”.

As ações de insatisfação acontecem pela forma com a qual os representantes da política global vêm desempenhando seu papel frente às agendas ambientais no combate aos efeitos dos problemas em evidência: mudanças climáticas, degradação e perda da qualidade ambiental, desmatamento, extinção de espécies, entre outros.

Este movimento marca a contemporaneidade face ao reconhecimento de uma crise ambiental global em que, segundo Serres (2017, p. 36), “[...] dependemos das coisas que dependem de nós [...]”. E, portanto, dependemos do planeta que, por sua vez, depende da forma como nós, enquanto humanidade, conduzimos as ações e as intervenções na natureza. As futuras gerações “levantam a voz” e apontam para o presente reivindicando mudanças em atenção ao planeta inaudível.

16 O movimento *Fridays for Future* (FFF) - que pode ser traduzido como “Sextas-Feiras pelo Futuro”, conhecido também como a Juventude do Clima, foi organizado por mais de 1 milhão de jovens que foram às ruas em 120 países para pressionar líderes políticos e empresariais a agirem para evitar que as mudanças climáticas afetem gravemente o futuro deles. A jovem sueca Greta Thunberg, de 16 anos, é reconhecida por liderar a iniciativa de nas sextas-feiras começou a protestar sozinha em frente ao parlamento sueco, em Estocolmo (FRIDAYS FOR FUTURE, 2023).

17 Matéria publicada por Eliane Brum, no jornal eletrônico El País (BRUM, 2019).

Ainda sobre a discussão em contundente tentativa de tratar sobre o cenário atual, o filósofo e antropólogo francês Bruno Latour nos apresenta sua hipótese de ficção política na qual ele correlaciona três fenômenos: a “desregulamentação” que confere um sentido de neoliberalismo; “explosão das desigualdades” sobretudo pensando os últimos 50 anos; e a “negação da mutação climática” que pode ser entendida como o negacionismo climático (LATOURE, 2020). A hipótese do autor é que estas questões devem ser pensadas de maneira conjunta. Em “Onde aterrar? Como se orientar politicamente no Antropoceno” publicado em 2020, diz Latour (2020, p. 22):

[...] tudo ocorre como se uma parte importante das classes dirigentes (que hoje, de modo um tanto vago, chamamos de ‘elites’) tivesse chegado à conclusão de que não há mais lugar suficiente na terra para elas e para o resto de seus habitantes. Em consequência, decidiram que era inútil fingir que a história continuaria conduzindo a um horizonte comum, em que ‘todos os homens’ poderiam prosperar igualmente. Desde os anos 1980, as classes dirigentes não pretendem mais liderar, mas se refugiar fora do mundo. Dessa fuga, da qual Donald Trump é apenas um símbolo entre outros, somos nós que sofremos todas as consequências.

As ideias de Latour cumprem um papel importante nesse momento da nossa história, porque ataca de frente a questão ambiental abrindo a “caixa preta” que envelopada pelos interesses políticos e econômicos, cumpre o papel de abafar a mesma urgência pela qual gritam os jovens do FFF e que podemos sintetizar tomando de empréstimo as palavras da professora Deborah Danowski¹⁸: “não tem mais mundo pra todo mundo, simples assim.”¹⁹

Em determinada parte do livro, Latour faz um gesto intrigante e, como quem acena em um convite aos geógrafos, diz:

Antigamente, ainda se podia dizer que os humanos estavam ‘na terra’ ou na ‘natureza’ que eles se encontravam ‘na época moderna’ e que eles eram ‘humanos’ mais ou menos ‘responsáveis por suas ações’. Era possível distinguir a ‘geografia física’ da ‘geografia humana’, como se houvesse duas camadas sobrepostas. Mas como dizer onde estamos, se esse ‘sobre’ ou esse ‘em que’ nos encontramos passa a reagir a nossas ações, voltando-se contra nós, enclausurando-nos, dominando-nos, exigindo algo de nós e nos arrastando consigo? Como distinguir, a partir de agora, a geografia física da geografia humana? [...] (LATOURE, 2020, p. 37).

18 Professora e pesquisadora do Departamento de Filosofia da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio).

19 Trecho da entrevista com Deborah Danowski cedida a Marina Amaral pela Agência Pública de Jornalismo Investigativo (AMARAL, 2020).

Antes de seguir, é importante fazer uma dupla colocação: a primeira delas é apontar que a bipartição da Geografia, datada de longo tempo, é uma marca histórica e sobretudo paradoxal. A geografia, enquanto uma ciência de articulação na relação entre os constituintes naturais e sociais no tempo e no espaço, tem na bipartição um desafio que, por sua vez, mantém o debate em aberto para os geógrafos ainda em dias atuais. A outra colocação é que não é objetivo desta pesquisa se estender aos limites dessa questão para não incorrer em simplificações e/ou reducionismos.

Interconectando geógrafos, os jovens do FFF, Latour e a sociedade em geral sobre um ponto comum quanto à crise ecológica é como estar diante de uma verdade inconveniente²⁰ e, à primeira vista, insolúvel, pelo fato daquilo que resumimos nas palavras de Danowski, o nosso mundo, aquele que chamamos de casa, se coloca diante de nossos olhos de maneira imprevisível e talvez esteja prestes a nos “despejar”. Isto porque não há espaço para todos nós e para “[...] a mansão das liberdades modernas assenta[das] sobre um consumo permanentemente crescente de combustíveis fósseis [...]” - como disse o filósofo Dipesh Chakrabarty²¹ (2013) ao apontar em direção à raiz do Antropoceno²².

O futuro representado no presente pelo “grito de uma geração” nos pede mudanças no agora. Um caminho possível para tal, é reposicionar o debate sobre a problemática ambiental, localizá-lo em um lugar de amplo destaque entre as nossas diferenças, nas esferas de poder, para que todas as gerações, de localizações geográficas distintas, possam tratar sobre essa verdade necessária.

Esta “verdade inconveniente”, quiçá insolúvel em que o planeta terra, em toda sua extensão, está sendo submetido a mudanças em intensidade e velocidade que, quando transformadas e movidas pela exploração, tornam hostil o habitat de toda

20 Referência ao documentário “An inconvenient truth”, exibido no Brasil com o título “Uma Verdade Inconveniente” (2006), sobre os esforços de Al Gore, então candidato à presidência dos Estados Unidos, para alertar quanto à gravidade das mudanças climáticas.

21 Dipesh Chakrabarty (1948): é um historiador e pesquisador que centra seus estudos nas teorias pós-coloniais, que escreveu um artigo chamado “O clima da história: quatro teses.” - *Sopro*, n. 91, p. 4-22, 2013. Seus temas de pesquisa são história moderna do Sul da Ásia e historiografia, histórias subalternas, indígenas e minorias políticas, descolonização, história ambiental e as implicações da mudança climática para a história humana. Em 2014, recebeu o prêmio Toynbee Prize.

22 O Antropoceno, como disse Alyne Costa - pesquisadora especialista no tema e professora da Universidade Pontifícia do Rio de Janeiro -: [é o] termo escolhido para designar esta nova época, ainda está sob a análise dos geólogos, mas sua simples proposição sinaliza a profundidade com que o mundo natural e o humano encontram-se, na atualidade, imbricados (COSTA, 2019, p. 10).

comunidade humana e não-humana e, sobretudo, tornam a ideia de futuro imprecisa e incomensurável.

Michel Serres nos chama atenção e dá pistas: “dependemos das coisas [o Planeta] que dependem de nós [todos]”. Este argumento constata a necessidade de reunir esforços para frear a hostilidade cativa pela modernidade ocidental e que espreita nosso cotidiano. Será este o momento em que devemos acatar a recomendação de Ailton Krenak²³ e nos lançar na busca pelas “ideias para adiar o fim do mundo?”

Na tentativa de conter os efeitos dessa crise ecológica global e na busca de alternativas a esta situação, vários esforços despontaram no campo das pesquisas em diferentes campos do conhecimento, da literatura à biotecnologia. No campo dos estudos ambientais em Geografia, a questão ambiental tem o potencial de ser abordada em vários enquadramentos metodológicos, compondo narrativas estruturalmente diferenciadas de acordo com as estratégias analíticas particulares ao domínio geográfico.

A partir das próximas páginas, objetivando orientar ao interesse desta pesquisa, vamos revisitar brevemente alguns conceitos da geografia que concernem nosso tema. Neste esforço, tratamos de apresentar e posicionar as bases geográficas adotadas, incluindo as categorias de análise, e evidenciamos a perspectiva da questão ambiental diante das considerações da crise ecológica anteriormente apresentadas, levando em conta as contingências do contexto histórico de cada época.

3.2 (Re)ligar a Geografia

A história da geografia foi marcada em cada época pelo emaranhado de fatores de cada contexto histórico. Segundo Ruy Moreira (2008), na Antiguidade a marca foi o registro cartográfico do território e dos povos; na Idade Média, sob forte influência da Igreja, ela produziu sobre “o mundo criado por Deus”; no Renascimento “o mundo-mecânico”, natural e menos sacralizado, orientou a produção cartográfica também para os corpos celestes.

²³ “Ideias para adiar o fim do mundo” é uma obra do intelectual indígena Ailton Krenak lançado em 2019 pela Companhia das letras. O livro trata da importância de fecundar e estimular ideias que orientem um outro tipo de comprometimento com o planeta frente aos desafios da crise ecológica.

As tensões de período levam à bifurcação da produção: de um lado, o “fantástico”, do outro o “real”, um o europeu e outro, o “europeizado”. O Iluminismo do século XVIII orientou a produção geográfica ao rigor matemático da localização dos povos, no território e a indústria. Já o século XIX e XX é marcado por outra bifurcação: a necessidade conhecer melhor as comunidades humanas leva Geografia introduzir como discurso o estudo da relação da comunidade humana com o seu meio. No século XX, a geografia torna-se a ciência do espaço e o geógrafo como o especialista que organiza-o (SAFADI; MOREIRA, 2023, p. 15).

Para refinar os estratos históricos, é necessário percorrer alguns interstícios do pensamento geográfico e reconhecer, a partir de alguns recortes, como em cada momento as ideias assumem forma e influência neste campo do conhecimento. Podemos, então, começar a citar a Geografia Determinista, a priori, Alemã, influenciada pelo naturalismo. Ela foi influenciada pelo seu proponente Alexander von Humboldt e Karl Ritter. Se diferenciava da proposta naturalista por colocar o quadro físico como o elemento que determinava as atividades humanas (MENDONÇA, 1989).

A Escola Possibilista francesa, do século XIX, influenciada por Paul Vidal De La Blache²⁴, colocou em evidência os “lugares” como foco da ciência geográfica, ignorando os aspectos humanos. Ambos movimentos estão no alicerce da geografia e de alguma forma já dão uma noção da práxis bipartida que a ciência tomou. No universo da diferença entre estas Escolas é a centralidade atribuída por cada uma delas, quanto aos aspectos físicos e humanos, que esboça a dicotomia da ênfase geográfica (MENDONÇA, 1989, p. 20).

Sobre esta ênfase nos aspectos físicos, Mendonça (1989) afirma:

[...] Mesmo assim, houve uma ênfase na utilização dos aspectos físicos para explicar a organização dos diferentes espaços e como arma para dominação de uns povos sobre outros, o que se constitui nas primeiras manifestações dos estudos de geopolítica. (MENDONÇA, 1989, p. 21).

Em um outro momento do pensamento geográfico e com o surgimento de novas correntes de pensamento, nomes importantes como: Maximilien Sorre, que esteve concentrado na Geografia Humana, a qual definia enquanto: “[...] uma descrição científica das paisagens humanas e de sua distribuição no globo [...]”, o ecúmeno (SORRE, 2003, p. 137); Os expoentes do naturalismo Elisée Reclus, que

24 Um dos conceitos principais da obra Lablachiana é o de “genero de vida”, que pode ser genericamente entendido como o conjunto de particularidades de hábitos e práticas.

afirmava que “[...] o homem é a natureza adquirindo consciência de si mesma [...]” (KROPOTKIN; RECLUS, 2014, p. 12) e Piotr Kropotkin, o geógrafo Russo, que propunha uma prática geográfica anticolonialista (KROPOTKIN; RECLUS, 2014); Alfred Hettner, que entendia realidade como “um espaço tridimensional”²⁵ (HETTNER, 2000, p. 145); e tantos outros, nos ajudam a reconhecer o universo plural que constitui a ciência geográfica e, em certa proporção, demonstram a complexidade e as possibilidades de enquadramento epistemológico. Aproveitamos este gancho para, sobretudo, tornar evidente dois atributos da geografia e para identificá-los tomaremos como referência e de empréstimo, por assim dizer, as ideias e palavras do geógrafo brasileiro Francisco Mendonça:

[...] [1-] o tratamento dos aspectos físicos do planeta ou, como querem alguns, do quadro natural, não faz da geografia e nem da geografia física uma ciência natural, biológica, ou da terra; [2-] ela é acima de tudo uma ciência do espaço e é aí que encontramos suas características fundamentais. (MENDONÇA, 1989, p. 38).

Antes de arrematar estes sinópticos sobrevoos pela história da geografia e dos interstícios epistemológicos, existe uma história importante para completar a tessitura da “peça” que queremos montar. Trata-se de uma história que parece funcionar em câmaras secretas, por assim dizer, mas a história de um aspecto ontológico que atravessa a história de todas as ciências, o que inclui a geografia. A história necessária a ser explicitada é sobre o projeto da modernidade.

De berço eurocêntrico que se expandiu vertiginosamente, ela foi diligente para uma captura sem escapatória da humanidade e a ciência, como parte da nossa existência humana, não ficou de fora. O desejo pelo progresso, pela descoberta e avanços tecnológicos influenciaram as bases intelectuais e morais da civilização. O geógrafo britânico David Harvey descreve a modernidade da seguinte forma:

Embora o termo ‘moderno’ tenha uma história bem mais antiga, o que Habermas chama de projeto da modernidade entrou em foco durante o século XVIII. Esse projeto equivalia a um extraordinário esforço intelectual dos pensadores iluministas ‘para desenvolver a ciência objetiva, a moralidade e a lei universais e a arte autônoma nos termos da própria lógica interna destas’. A ideia era usar o acúmulo de conhecimento gerado por muitas pessoas

25 Para Hettner, em primeiro lugar, vemos as conexões de uma interrelação material; em segundo, vemos o desenvolvimento no tempo; e em terceiro, a distribuição e a ordem no espaço. Na medida em que renunciamos à utilização da terceira perspectiva, a realidade se torna bidimensional. Não a vemos em toda a sua extensão e variedade. Daí se deduz que devem aparecer ciências corológicas junto às ciências sistemáticas e cronológicas.

trabalhando livre e criativamente em busca da emancipação humana e do enriquecimento da vida diária. O domínio científico da natureza prometia liberdade da escassez, da necessidade e da arbitrariedade das calamidades naturais. O desenvolvimento de formas racionais de organização social e de modos racionais de pensamento prometia a libertação das irracionalidades do mito, da religião, da superstição, liberação do uso arbitrário do poder, bem como do lado sombrio da nossa própria natureza humana. Somente por meio de tal projeto poderiam as qualidades universais, eternas e imutáveis de toda a humanidade ser reveladas. (HARVEY, 1992, p. 23).

A ciência geográfica, assim como outros campos do conhecimento, sofre os efeitos da modernidade, nas frases dos autores De Paula e Suertegaray (2019, p. 81) “[...] é intrínseca à Geografia moderna a compartimentação. Isto se expressa em compreensões dualistas, que separam natureza e sociedade, Geografia, Física e Humana”.

A proposta de Bruno Latour (1994), enquanto um filósofo da Ciência, na obra “Jamais Fomos Modernos”, trata de uma espécie de etnografia da Ciência, onde ele nos oferece uma reflexão sobre a “constituição da modernidade” em seus regimes de enunciação que trataremos a seguir.

Essa lente interpretativa nos dá noção de modernidade e da “natureza” da repartição apontada por De Paula e Suertegaray (ibidem). O que está na “natureza²⁶” da questão da dualidade, e, portanto, na base ontológica, são as forças determinadas pelo surgimento do “sistema-mundo” “moderno-colonial”, em 1492²⁷ (GONÇALVES, 2016a, p. 166). Ou seja, antes mesmo da Geografia ser instituída como ciência.

Vale ressaltar que esse efeito de dualidade na forma de conceber o mundo está além do âmbito das ciências e Bruno Latour nos oferece uma forma de encará-lo. Segundo o autor, o “repertório da constituição moderna”²⁸ tem nessa característica

26 “Natureza” no sentido de *natura rerum* (natureza das coisas) constituição de determinado objeto (WILLIAMS, 2007, p. 293).

27 O “sistema-mundo moderno-colonial” se refere a ideia de um mundo integrado que superasse as limitações locais sempre acompanhou o humanismo europeu, sobretudo após o Renascimento (GONÇALVES, 2016a, p. 15).

28 ¹⁾ o primeiro repertório trata da realidade exterior de uma natureza da qual não somos mestres, que existe fora de nós e que não conta nem com nossas paixões nem com nossos desejos, ainda que sejamos capazes de mobilizá-la e de construí-la. [O primeiro repertório é a natureza];

²⁾ o segundo repertório trata do laço social, daquilo que liga os humanos entre si, das paixões e desejos que nos agitam, das forças personificadas que estruturam a sociedade - a qual nos ultrapassa, ainda que seja construída por nós. [Então, temos o segundo repertório: a sociedade];

³⁾ o terceiro repertório trata da significação e do sentido, dos actantes que compõem as histórias que contamos uns aos outros, das provas que eles enfrentam, das aventuras que atravessam, dos tropos e dos gêneros que os organizam, das grandes narrativas que nos dominam infinitamente, ainda que sejam simultaneamente texto e discurso. [Temos, então, que o terceiro repertório é a linguagem ou semiótica]

sintomática o seu legado: a separação entre Natureza e Sociedade. Essas dimensões são dois dos quatro elementos que compõem o “repertório moderno”. Enfim, aqui fechamos o sobrevoo para, de forma conclusa, expor a perspectiva que endossamos nesta pesquisa: aquela proposta a partir de Suertegaray (2017) em “(Re)ligar a geografia”. A asserção feita pela autora foi discutida por Biondo, De Menezes e De Paula (2021), e consiste em:

Rompe[r] com a ideia de que homem e natureza estão separados, herança do pensamento ocidental, ao compreender a naturalização do homem ou a socialização da natureza. Retoma o conceito de metabolismo como expressão da relação homem e natureza e da questão ambiental para oferecer uma possível base para o entendimento de impactos ambientais. (DE PAULA; BIONDO; MENEZES, 2021, p. 287).

O trabalho de “purificação” (LATOUR, 1994), que produz a bipartição natureza/sociedade em distintas zonas ontológicas e que está diretamente relacionado à imagem da modernidade, é conduzido a outro lugar de discussão na proposta por Suertegaray.

A tradução da autora nos oferece ontologicamente e epistemologicamente oportunidades de reconduzir a chave interpretativa entre o “domínio da natureza” e o “domínio da sociedade” no campo da ciência geográfica. Não se trata de apaziguar ou até silenciar controvérsias, mas de explorar outras perspectivas reconhecendo a indissociabilidade desses domínios. É possível nos perguntarmos por que essa questão é relevante?

As palavras de Bruno Latour nos oferecem uma possibilidade de compreensão para essa resposta:

Digamos que os modernos foram vítimas de seu sucesso. [...] tudo acontece como se a amplitude da mobilização de coletivos tivesse multiplicado os híbridos a ponto de tornar impossível, para o quadro institucional que simultaneamente nega e permite sua existência, mantê-los em seus lugares. A Constituição moderna desabou sob seu próprio peso, afogada pelos mistos cuja experimentação ela permitia, uma vez que dissimulava as consequências desta experimentação no fabrico da sociedade. O terceiro estado se tornou numeroso demais para se sentir fielmente representado pela ordem dos objetos ou pela dos sujeitos. (LATOUR, 1994, p. 53).

⁴⁾ e o quarto repertório, enfim, fala do Ser, e desconstrói aquilo de que nos esquecemos quando nos preocupamos apenas com o ente, ainda que a diferença do Ser esteja distribuída pelos entes, co-extensivos à sua própria existência. [E quatro repertório é essa própria metafísica moderna seja ela presente ou ausente. A confluência desse fato repertórios que vai formar o que Latour chama de a constituição moderna.] (LATOUR, 1994, p. 87).

Os “escombros” do desabamento da “constituição moderna” nos levaram a vários desafios, o que inclui a crise ecológica. Ao se falar em modernidade, tem que se ter claro que a sua criação é inseparável da conquista e subjugação dos territórios e povos do mundo; e que está no conjunto de elementos que fundamentam o padrão de poder surgido com o colonialismo (KERSTING, 2019, p. 36). Trocando em miúdos e a égide de Gonçalves de que “a modernidade é inseparável da colonialidade” (GONÇALVES, 2012, p. 20). Aqui encontramos um convite para tomar uma posição intelectual indisponível a tal convivência. Como disse Isabelle Stenger: “[...] é importante aprender a assumir o que agora sabemos, tomar conhecimento de nossas obrigações diante do que está acontecendo.” (STENGERS, 2015, p. 8).

A proposta ontológica de romper com a ideia de separação feita por Suertegaray (2017), oferece pistas de uma outra abordagem geográfica, incluindo também as questões ambientais. A partir deste alinhamento ontológico e epistemológico, também é necessário colocar em evidência os conceitos geográficos envolvidos no interesse desta pesquisa.

Esse hiato para contar a história da modernidade foi estratégico para colocar em evidência que a separação entre natureza e sociedade é uma das formas de interpretar o mundo no qual vivemos que foi proposta pela modernidade. Por este ângulo, a narrativa moderna em que a natureza é apartada do social tem efeitos também na produção do conhecimento, como disse o Moore:

[...] o vocabulário conceitual e a estrutura analítica que governam a nossa investigação empírica permanecem firmemente enraizados nesta interação de duas unidades básicas impenetráveis, que são a ‘natureza’ e a ‘sociedade’. (MOORE, 2016, p. 167).

Este é um desafio. Desta forma, o que nos interessa aqui, é: reconhecer o desafio da complexidade envolvida na questão ambiental em Geografia e ao mesmo tempo reconhecer que, ao nos referir ao ambiente em termos geográficos (que é nosso interesse nesta pesquisa), não podemos evitar as determinações implicadas na ideia de natureza moderna.

Deste modo, a que “natureza” estamos nos referindo como proposta para (re)ligar a ideia bifurcada de natureza e sociedade na perspectiva contemporânea da geografia? E, por consequência, qual “ambiente” em termos geográficos a que nos referimos?

3.3 Natureza, Meio e Ambiente

Nesta pesquisa, as principais referências para empreender uma resposta possível para tentar superar a bipartição atrelada à ideia de natureza estão nas propostas extra-modernas de Bruno Latour e Jason W. Moore. A proposta latouriana nos informa que:

[...] a Natureza não é uma coisa, um domínio, um reino, um território ontológico. Ela é (ou melhor, era, durante o curto parêntese modernista) uma forma de organizar a divisão (o que Alfred North Whitehead chamou de Bifurcação) entre aparências e realidade, subjetividade e objetividade, história e imutabilidade. (LATOURE, 2010, p. 476).

E em Jones W. Moore, o geógrafo propõe a ideia de *oikeios*, a saber:

[...] tal perspectiva irá situar a relação geradora e criativa de espécies e ambiente como o pivô ontológico de mudanças históricas. Esta reorientação desperta a questão da natureza - como matriz em vez de recursos ou condição possível - é uma dialética multicamadas, compreendendo a flora e a fauna, mas também múltiplas configurações geológicas e da biosfera, ciclos e movimentos do nosso planeta... A natureza como *Oikeios* não é oferecida como fator adicional, a ser colocado lado a lado com cultura, ou sociedade, ou economia. Em vez disso, a natureza se torna a matriz dentro da qual as atividades humanas se desenrolam, e o campo no qual agentes da história operam. (MOORE, 2016, p. 169-170).

Em outras palavras, estes argumentos nos levam a considerar que a natureza não é algo dado e objetivo, mas sim uma construção que resulta da interação entre humanos e objetos, animais, plantas e elementos naturais. A natureza seria então uma rede complexa de relações entre diferentes entidades, que são interdependentes e formam o mundo que habitamos.

Esta perspectiva da natureza como uma construção social tem implicações importantes para a forma como entendemos e lidamos com questões ambientais. Ambas proposições colocam em destaque a importância das relações sociais e das interações entre humanos e não-humanos na construção da realidade que habitamos, e apontam para a necessidade de uma abordagem complexa e interdisciplinar para lidar com as questões ambientais.

Reconhecendo que tais argumentos filosóficos influenciam as escolhas metodológicas desta pesquisa, enveredamos a análise geográfica baseados na proposta de ambiente como uma dimensão de análise geográfica a partir das contribuições de Suertegaray (2021). A autora brasileira tem uma produção intelectual relevante na área dos estudos ambientais em Geografia, especialmente no que se

refere à relação entre a sociedade e o ambiente. A autora propõe uma abordagem crítica e reflexiva sobre as questões ambientais, buscando superar a dicotomia entre natureza e sociedade e promover uma visão mais integrada da realidade.

Suertegaray (2001) considera que “em seu período inicial²⁹, referia-se, a Geografia, não, ao ambiente, mas ao meio” (*milieu*).³⁰ A autora indica a importância do conceito de meio como parte “substancial” para a leitura do conceito de ambiente também proposto por ela (SUERTEGARAY, 2021, p. 48). Em suas colocações a autora justifica tal importância conivente, por assim dizer, aos argumentos dos autores Bertrand, Aliata e Silvestri, na seguinte passagem:

Para Bertrand (1982). O conceito de meio se define em relação a alguma coisa, portanto está impregnado de um sentido ecológico. Aliata e Silvestri (1994). Em capítulo referente à passagem do conceito de paisagem ao de ambiente, indicam que a ideia de ambiente ou meio apresenta raízes científicas. Para estes, a origem histórica desta noção está vinculada à Biologia, tendo sido introduzida nesta área de conhecimento pela mecânica Newtoniana. Em seu desenvolvimento histórico, no entanto, o conceito perde suas raízes (a de veículo mediando um objeto a outro) e assume a concepção de unidade de diversas manifestações entre si relacionadas, sistema nos termos que o estruturalismo o redefiniu organismo. (SUERTEGARAY, 2021, p. 166).

O meio é um termo em disputa e, a partir de Geraldino (2010)³¹, por exemplo, conseguimos inspecionar de forma pormenorizada o arranjo de negociações entre ideias de vários autores. Conforme o autor, a partir das contribuições de Max Sorre, é possível assumir uma correspondência direta entre a ideia de meio e ambiente e em suas palavras:

[...] podemos reconhecer, ao menos, oito ganhos conceituais ao termo meio [entre eles...] por preocupar-se [em] precisá-lo em sua terminologia assumindo-o como sinônimo conceitual de *ambiente* e de *meio ambiente*. (GERALDINO, 2010, p. 88)

Por outro lado, uma outra interpretação possível dessa relação é argumentada dentro da perspectiva como Suertegaray constrói seus argumentos sobre meio e ambiente. Nas argumentações da autora, o meio tem um fundamento

29 A Geografia, ao fim do século XVIII, já apresentava as condições necessárias para se emancipar, tornar-se ciência no sentido moderno (SILVA, 2014).

30 A palavra de etimologia francesa que pode ser traduzida para português no sentido de “meio” e em geografia surge ainda em sua fase inaugural onde esteve rodeada de polissemia e disputa. Suertegaray (2005; 2021) e Geraldino (2010).

31 Para ver um bom apanhado sobre a discussão ver a dissertação de Carlos Geraldino “O conceito de meio na Geografia” (GERALDINO, 2010).

orgânico/harmônico e funcional, já o ambiente pode ser pensado como produto social, que, ao hibridizar natureza e sociedade, favorece a uma transfiguração da natureza, de forma distinta, de lugar para lugar, de sociedade para sociedade, além de expressar contradição/conflito. (SUERTEGARAY, 2021, p. 60).

Aqui, cabe, encaixar nossos interesses e antecipar rapidamente que a articulação entre natureza e sociedade, em Geografia, é estabelecida pelo recorte do espaço geográfico e o ambiente seria então uma das suas chaves interpretativas possíveis. O ambiente não é sinônimo de natureza embora eles estejam implicados.

Segundo Suertegaray (2021, p. 80), “o ambiente é produto do trabalho humano e, na contemporaneidade, pode ser entendido como amálgama entre sociedade e natureza [...]”. E como categoria de análise o conceito opera de que forma?

Ou seja, como ele pode atuar em uma dimensão que se pode compreender e estudar o espaço geográfico? Considerando a alternativa que adotamos para lidar com a “quase-inescapável” contradição envolvida no reconhecimento desses domínios (natureza e sociedade), faremos um movimento de breve periodização das percepções acerca históricas do ambiente em geografia e apresentaremos a ideia de Suertegaray sobre o ambiente enquanto compreensão geográfica.

3.4 Ambiente Ontem e Hoje

Antes de entrarmos propriamente nas proposições suertegaraynas para pensar o ambiente, apresentaremos na Figura 3 uma sistematização temporal, feita por Bernardes (2017), que elenca esquematicamente as abordagens e interpretações epistêmicas sobre o ambiente na trajetória do pensamento geográfico. A ideia de ambiente (que neste caso não está como sinônimo de natureza) é um tipo de *leimotif*³² em Geografia. Ele acompanha a ideia do “espaço” e, ao mesmo tempo, se aproxima de um reaparecimento mais estrito do conceito de meio (Figura 3).

32 O *Leimotif* ou *Leimotiv* é por definição, segundo o dicionário Oxford, uma expressão sobre a forma como um tema melódico ou harmônico que caracteriza, seja, um personagem ou tópico até mesmo um estado de espírito de forma original ou transformado e acompanha seus múltiplos aparecimentos ao longo de determinada obra.

Figura 3 - Sistematização epistemológica do conceito de ambiente trabalhado em geografia

	Período	Correntes	Concepção de Ambiente	Pensadores	Principais Características
Geografia Clássica ou Tradicional	Séc. XIX até meados do séc. XX	Positivista e Historicista	Ambiente natural articulado com a Geografia Humana na perspectiva determinista (Escola alemã) ou Possibilista (Escola francesa)	Friedrich Ratzel, Paul Vidal de La Blache, Orlando Ribeiro	Estão presentes positivismo naturalista
Geografia Quantitativa	1950 a 1980	Neo positivista	O Ambiente corresponde à aproximação da Geografia Física com a Geografia Humana através de modelos e quantificações	Richard John Chorley	Modelo ecológico do Homem com a sociedade na perspectiva teórica
Geografia Crítica	1960 a 1990	Dialética anarquista e Dialética marxista	Aproximam-se a Geografia Física e Humana em uma perspectiva totalizante e ao mesmo tempo dialética, articulada às classes sociais	Elisée Reclus e Milton Santos	Dialética anarquista e marxista. Problematizavam a diversidade no ambiente, com ênfase na formação e desigualdade espacial
Geografia Cultural	1900 (Claval resgata e explora a Geografia Cultural de Sauer, 1925)	Existencialismo, Fenomenologia e Hermenêutica	Aproximam-se a Geografia Física e Humana em uma perspectiva totalizante e ao mesmo tempo dialética, articulada às classes sociais	Paul Clava	Valoriza a subjetividade, os sentimentos e as experiências de vida, adquirindo uma ideia funcionalista dos conceitos geográficos
Geografia(s) Crítica(s) Contemporânea(s)	Final do séc. XX e Início do séc. XXI (pós-modernidade)	Neomarxista	Complexidade ambiental, através do método transdisciplinar em conexão com o social e natural Pensadores ou Possibilista (Escola francesa)	Carlos Gonçalves, Dirce Suertegaray, Francisco Mendonça e David Harvey	Complexidade e a transfiguração da natureza numa perspectiva híbrida e ao mesmo tempo dialética da ciência natural com a ciência social

Fonte: adaptado de Bernardes (2017).

Na proposta de Suertegaray, o ambiente vem como contribuição pela qual a relação sociedade e natureza, percebida através da ênfase do espaço geográfico como um todo uno e múltiplo e aberto a múltiplas conexões, se reconhece na transfiguração³³ do natural e do social. Na plasticidade interpretativa, ligada ao caráter

³³ O termo transfiguração adotado por Suertegaray é entendido “conforme apresenta Maffesoli (1995) “transfiguração é a passagem de uma figura para a outra. Além disso, ela é de uma certa maneira, mesmo que mínima, próxima da possessão”. Assim, uma natureza possuída pelo homem transfigura-se, adquire uma outra dimensão (SUERTEGARAY, 2001).

“uno e múltiplo”³⁴ do “espaço”, o “ambiente” torna-se uma chave de interpretação pela qual se pode examinar, analisar e operacionalizar determinada realidade ou fenômeno. Ele (o ambiente) passa a ser reconhecido enquanto uma das dimensões do espaço geográfico.

Em Geografia o espaço geográfico expressa, entre outras coisas, articulação. De acordo com Suertegaray:

[...] os geógrafos conceberam, na construção da Geografia, uma análise de conjunção do natural e do humano, transformando o espaço geográfico em um conceito que expressa a articulação Natureza e Sociedade, ou seja, constituíram um objeto de interface entre as ciências naturais e as ciências sociais. (SUERTEGARAY, 2001, p. 47).

Por este ângulo ele é um elemento de contato e ao mesmo tempo proporciona uma ligação entre campos da ciência. Ao encarar o espaço geográfico como “uno e múltiplo” Suertegaray (2001, p. 56) nos diz:

[...] o espaço geográfico [uno e múltiplo] pode ser lido através do conceito de paisagem e ou território, e ou lugar, e ou ambiente; sem desconhecermos que cada uma dessas dimensões está contida em todas as demais. Paisagens contêm territórios que contêm lugares que contêm ambientes valendo, para cada um, todas as conexões possíveis.

Vale ressaltar que a proposição teórica da autora tem uma interlocução com a definição de espaço geográfico³⁵ elaborada por Milton Santos e desta confluência de ideias é forjada uma possibilidade interpretativa tanto organizacional quanto complexa. A oportunidade do conceito de Suertegaray nos brinda por um lado, pela autonomia de reconhecer cada dimensão - Paisagem, Território, Lugar e Ambiente - como emancipada, ou seja, reconhece que nenhuma das dimensões está subordinada a outra; e por outro, confere amplitude interpretativa e discursiva.

A interpretação se alonga porque reconhece que as dimensões guardam-se em si sem perder singularidade, nem possibilidade de conexão; e a amplitude do discurso se orienta pela conjunção e está presente nas palavras da autora:

34 Conceito desenvolvido por Suertegaray (2001).

35 O conceito de Milton Santos nos diz: “O espaço [geográfico] é formado por um conjunto indissociável, solidário e também contraditório, de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como o quadro único no qual a história se dá. No começo era a natureza selvagem, formada por objetos naturais, que ao longo da história vão sendo substituídos por objetos fabricados, objetos técnicos, mecanizados e, depois, cibernéticos, fazendo com que a natureza artificial tenda a funcionar como uma máquina.” (SANTOS, 2006, p. 36).

Se de um lado ainda trabalhamos com o recorte do espaço geográfico, de outro acreditamos que esses recortes poderão mais unir o discurso geográfico, do que separar. Isto porque cada um deles enfatiza uma dimensão da complexidade organizacional do espaço geográfico: o econômico/cultural (na paisagem), o político (no território), a existência objetiva e subjetiva (no lugar) e a transfiguração da natureza (no ambiente). Não obstante, nenhum deles prescinde das determinações expressas em uns e em outros. (SUERTEGARAY, 2005, p. 56).

Ao nosso interesse de explorar naquilo que nos brinda do conceito de ambiente suertegarayano, precisamos entender que no interior do “meio” e do “ambiente” tem a “natureza” que pela incessante mobilidade do seu sentido nos convoca a localizar, marcar, referir de qual sentido queremos falar.

As palavras e conceitos atendem ao resultado do processo de disputas, construção e transformação, a produção e não apenas a reprodução. Segundo esta base da teoria dos estudos de cultura, as determinações de valores e significados da linguagem e da comunicação atuam como forças sociais e mobilizam interações complexas. Desta forma, o sentido não é 'pré dado', mas uma articulação provisória de contradições, choques e que, ao contrário do que querem fazer acreditar as ideologias da imutabilidade, além de necessário, é possível intervir (CEVASCO, 2007).

Neste ângulo, a leitura de ambiente suertegarayana constrói uma releitura geográfica do sentido de ambiente a partir das seguintes considerações:

- i. O conceito de ambiente não pressupõe, necessariamente, a única possibilidade de construir uma Geografia unificada;
- ii. Este permite que seja decifrada a problemática ambiental, contida na dimensão de interface, no espaço geográfico;
- iii. Busca superar a visão naturalista, presente em grande parte da análise ecológica, e, ao mesmo tempo, busca desatrelar esse conceito da concepção quase equivalente, e, em alguns casos, equivalente, ao entendimento de natureza;
- iv. Reconhece outras formas de pensar a questão ambiental, a exemplo da construção reconhecida como socioambiental [...] e, mesmo, a denominada Geografia Ambiental [...];
- v. Busca distinguir, contemporaneamente, ambiente de meio, uma vez que este tem uma herança biológica e interpretado como um organismo, expressando funcionalidade, portanto;
- vi. Compreende o ambiente, não como uma abstração, mas como uma dimensão passível de ser analisada nos movimentos da sociedade e do conhecimento. Nesse sentido, é importante resgatar o que está na base dessa construção: a transformação da natureza primeira em natureza segunda, ou, dito de outra forma, as histórias da socialização da natureza e da natureza humana. (SUERTEGARAY, 2021, p. 83-84).

Amparados nessas colocações da autora, reconhecemos, neste conceito, uma possibilidade de interface entre geografia e serviços ecossistêmicos no que se refere ao pressuposto geográfico de ambiente. E para tal, compreendemos que:

A) A análise geográfica a partir da categoria de ambiente é uma ferramenta importante na identificação de áreas de maior relevância ecológica como ecossistemas e dos serviços ecossistêmicos. Interpretando estas áreas a partir do recorte de ambiente, como unidade de análise geográfica, permite uma aproximação fundamental para a codificação da problemática ambiental enquanto implicação da transfiguração do espaço, associada ao sistema de ações que rege a organização social de cada território;

B) A identificação dessas áreas de relevância ecológica pode ser realizada através de métodos de mapeamento, modelagem e análise espacial, que por pressupostos epistemológicos distintos, encontram alternativas relevantes como um guia para pensar outras contribuições e possibilidades, além da análise de valoração econômica comumente aplicada aos serviços ecossistêmicos.

C) Ao endossar esta ressignificação do ambiente, esperamos viabilizar uma análise ambiental sobre os serviços ecossistêmicos que não desvincule os impactos e a degradação oriundos das “relações sociais, da economia e, sobretudo, do poder”. (SUERTEGARAY, 2021, p. 87).

Por último, compreendemos que o ambiente ao qual nos referimos guarda em si características inevitáveis do espaço: o “espaço é tempo” (SANTOS, 2002). Ambos se articulam como domínios indissociáveis que se constituem mutuamente. O espaço como uma construção social histórica produzida e transformada pelas relações sociais, econômicas e políticas; já o tempo como dimensão que resguarda as transformações do espaço, embora também seja uma construção social histórica.

Juntas elas constituem a totalidade complexa a qual Santos (2002) se referia como característica do espaço. Isto significa dizer que o ambiente, de uma maneira que não se pode evitar, tem uma relação com tempo. Nos valeremos dessa relação para, em alguma medida, operacionalizar desenvolvimentos de algumas ideias e nas interpretações dos resultados do trabalho.

3.5 Uso e Cobertura

Segundo o Manual Técnico de Uso da Terra do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (BRASIL, 2006, p. 43-44), o uso da terra, em geral, refere-se às atividades humanas relacionadas às questões socioeconômicas, enquanto a cobertura da terra trata dos elementos que constituem os sistemas naturais, como a cobertura vegetal, águas superficiais entre outros.

A definição destes termos guarda em si a relação estreita entre eles, geralmente as atividades humanas se vinculam de forma direta com o tipo de cobertura, mas nem sempre. É por meio da interpretação de formas, texturas, arranjos e tonalidades obtidas do sistema de aquisição de dados que se constrói a interpretação do vínculo, entre as atividades humanas e o tipo da cobertura, e em alguns casos precisamos de informações adicionais para ser capazes de interpretar essa relação no contexto de determinada espacialidade (BRASIL, 2006).

Os produtos de mapeamento de uso e cobertura da terra constituem um conjunto de dados importantes que auxiliam a ter uma visão geral sobre o comportamento da superfície terrestre. Estes mapeamentos variam conforme o nível de detalhamento e oferecem uma gama de aplicações para fins técnicos ou de pesquisas científicas como modelagens hidrológicas, climáticas e modelos que servem de base auxiliar no planejamento de uso do território (MANAKOS; BRAUN, 2014).

Uma série histórica de informações do uso e cobertura da terra registra de maneira regular e sequenciada o comportamento espacial em determinada área. A importância destas informações está atrelada à identificação daquilo que ao longo do tempo se materializa em formas e padrões espaciais. Conforme Santos e Silveira (2004, p. 30)

[...] daí a necessidade de compreender as qualidades da informação, reconhecer os seus produtores e possuidores, decifrar os seus usos. Banal ou secreta, de abrangência global ou local, verticalizada por ser tributária de técnicas como os satélites ou horizontal por ser construída na co-presença: eis sua qualidade. Mas são os seus produtores e possuidores – empresas, estado, sociedade – que vão decidir os seus usos. Cabe, então, considerar a relação entre as duas potencialidades: a do conhecimento técnico e a da ação, isto é, a política, mediante os usos da informação, ora voltada para a busca de maior lucro, ora para a defesa da soberania, para a defesa dos recursos naturais, etc.

A complexidade do espaço pede uma conjugação de perspectivas entre campos do conhecimento em função dos enredamentos prementes da contemporaneidade. Diante da “grande aceleração”,³⁶ temos indícios de que supostamente há “Algo Novo Sob o Sol”.³⁷

As intercorrências oriundas desta capacidade célere de alterar o sistema terrestre têm relação direta com o uso antropogênico da cobertura da terra. Segundo Artaxo (2014), todos os biomas terrestres sofreram alterações significativas em decorrência da forma como tem se dado a ocupação humana sobre a Terra. Os limites operacionais seguros de habitabilidade, para humanos e não-humanos, estão sendo ultrapassados.

De acordo com informações (Figura 4) publicadas pela Centro de Resiliência de Estocolmo, os Limites Planetários³⁸, as mudanças no sistema terra (*Land-System change*) estão na zona de incertezas, ou seja, risco crescente (*zone of uncertainty - increasing risk*) (STOCKHOLM RESILIENCE CENTRE, 2022). Isto significa dizer que este processo, que tem atuado de forma expedita na conversão da cobertura da terra em uso, vai além da mensuração por meio da quantificação das áreas de uso e de cobertura natural, ainda não assimilada e incorporada ao sistema socioeconômico. Trata-se de reconhecer que as implicações destas transformações, aos moldes como vem acontecendo, impactam na função, qualidade e distribuição dos ecossistemas no arranjo espacial.

A conversão pelo uso, além dos benefícios, é uma das forças motrizes que traz consigo graves reduções da biodiversidade, impactos nos fluxos de água e no ciclo

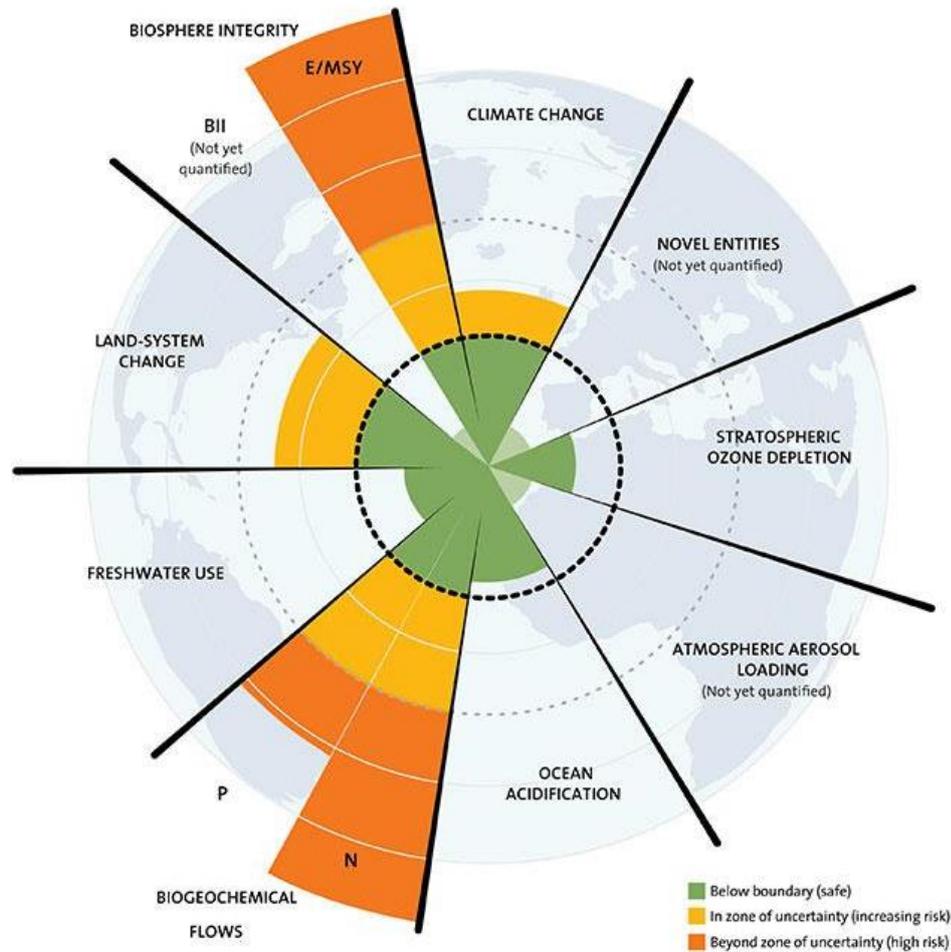
36 “A grande aceleração” é um termo que se refere ao processo de intensificação exponencial das transformações dos sistemas naturais, tornando-se uma marca crítica na história da civilização. O termo faz referência ao período a partir do século XX até o momento histórico atual (STEFFEN *et al.*, 2015a).

37 Referência ao livro “Something New Under the Sun: An Environmental History of the Twentieth-Century World”, publicado em 2000. O autor, historiador ambiental e professor da Universidade de Georgetown, EUA, John Robert McNeill argumenta que a atividade humana durante o século XX levou a mudanças ambientais em uma escala sem precedentes.

38 O conceito de Limites Planetários (LP) foi concebido por um grupo de 28 cientistas que, em 2009, publicaram esta proposta com o intuito principal de definir um espaço operacional seguro (*safe operating space*) para desenvolvimento da humanidade em relação ao funcionamento dos sistemas terrestres. Apresenta um conjunto de nove limites planetários: Acidificação dos oceanos, carga de aerossol atmosférico, ciclos biogeoquímicos, depleção de ozônio estratosférico, integridade da biosfera, mudanças climáticas, mudanças no sistema terra, novas entidades, uso de água doce; dentro dos quais a humanidade pode continuar a se desenvolver e prosperar nas próximas gerações (ROCKSTRÖM *et al.*, 2009).

biogeoquímico do carbono, nitrogênio e fósforo e outros elementos importantes. Neste sentido, mesmo trabalhando com o arranjo espacial em uma escala local, é pertinente que estejamos conscientes de que as transformações e incertezas em nível global e local estão sistematicamente interconectadas.

Figura 4 - Estrutura dos Limites Planetários (LP)



Legenda: Marcações em verde, no centro da figura, indicam operação abaixo dos limites (seguro); em laranja, as duas circunferências seguintes, indicam a zona de incerteza (risco crescente); em vermelho, três circunferências externas, indicam operação além da zona de incerteza (alto risco). Crédito: J. Lokrantz/Azote com base em Steffen *et al.* 2015b. (publicado em Stockholm Resilience Center, 2022).

3.6 Uso das geotecnologias na análise geográfica dos Serviços

Ecossistêmicos

A geotecnologia oferece um ferramental de apoio ao desenvolvimento de aplicações que, em sua dimensão, subsidia possibilidades à análise geográfica. Necessita de informações espacialmente localizadas, imbuídas de atributos não-espaciais relacionados às características que contingenciam cada localidade. Este conjunto interativo de ferramentas viabiliza: aporte instrumental: para políticas públicas (ROSA; TONELLO; LOURENÇO, 2016); auxilia no monitoramento florestal por meio de análises de detecção de alterações na dinâmica temporal de áreas de cobertura florestal (FACCO et al., 2016); serve como base de informações entre gestores e participantes diretos de política públicas, assim como, no acompanhamento da efetividade do funcionamento destas políticas (LEAL et al., 2018; IMPROTA, 2020); ampara a mensuração da qualidade ambiental por meio de análises de mudanças no uso e cobertura da terra (ZIEMBOWICZ et al., 2018); contribui na atuação junto a perspectiva de proteção ambiental por meio de análises de atributos ambientais em diferentes usos e coberturas da terra (LEITE et al., 2018). As possibilidades são variadas e acompanham as mudanças oportunizadas no decorrer histórico, como demonstram Prina e Trentin (2015), que buscaram apresentar um levantamento histórico da bibliografia das transformações das geotecnologias.

Além do seu potencial analítico e aplicado, Laudares e Abreu (2009) e Improta (2020) apontam que as diversas geotecnologias (por exemplo, sistemas de posicionamento global, sistemas de geovisualização, geocolaboração e mapas digitais) também são meios para ampliar o acesso e participação do público, ao mesmo tempo que impulsionam a inclusão digital. Os autores destacam que as geotecnologias da geovisualização e da geocolaboração são de baixo custo de implantação e oferecem uma baixa curva de aprendizagem. Entre essas pesquisas mencionadas é possível identificar que as geotecnologias oferecem uma gama de dispositivos operacionais aplicados. Neste sentido, ao atrelá-los à perspectiva de representação do espaço geográfico no domínio computacional (geoinformação), temos um lastro para execução de um método investigativo que nos permite a análise geográfica do tema desta pesquisa.

A Geografia apresenta-se, entre outras possibilidades, como uma ciência que oferece suporte teórico e metodológico para análise espacial. Esta perspectiva,

permite que, no próprio processo de operação e manipulação do método, juntamente com os aportes da geotecnologia, se possa reconhecer a tradução de informações geográficas para o ambiente digital, sem deixar de lado a complexidade envolvida no tema. Segundo análise bibliométrica, que levanta o quanto a geografia brasileira aborda os SE, existe pouca aderência desta temática entre geógrafos. Apesar dos trabalhos mencionados no primeiro parágrafo desta seção não serem realizados por geógrafos, é possível estabelecer uma conexão com a Geografia a partir dos temas, ferramentas e da dimensão espacial envolvida (JÚNIOR; CAVALCANTE; RUHBERG, 2021).

4 SITUANDO ARROIO DO SAL

4.1 Fase I

Arroio do Sal (Figura 5) faz parte do sistema lagunar holocênico oceânico do Litoral Norte do Rio Grande do Sul - LNRS. O sistema é fruto dos processos de formação geológica e tem como característica principal uma paisagem de sistemas deposicionais complexa. Os sistemas deposicionais resultam do processo de acumulação de sedimentos iniciados a aproximadamente 5.000 anos antes do Presente, quando os níveis marinhos chegavam até 4 m acima dos níveis atuais. Neste contexto geomorfológico, o município está situado no sistema deposicional mais recente: o laguna-barreira, Barreira VI (VILLWOCK; TOMAZELLI, 1995).

Um sistema que se desenvolveu durante o Holoceno, como consequência da última Grande Transgressão, onde o mar avançou sobre as Zonas Costeiras (ZC). A partir daí, o conjunto de ambientes formados nesta faixa de terras baixas recebeu o nome de “sistema lagunar” pela presença preponderante das lagoas e lagunas (VILLWOCK; TOMAZELLI, 1995).

Ao longo do tempo de existência deste sistema deposicional aconteceram mudanças nos ambientes, transformações gradativas entre eles, dinâmicas que convergiram para o estabelecimento de determinadas características, como o estabelecimento de espécies e o avanço da cobertura vegetal, que vieram a ser oportunas aos seus primeiros habitantes.

Uma pesquisa realizada pelo instituto de pesquisa Anchieta³⁹, em 2010, apresenta registros arqueológicos dos que talvez tenham sido os primeiros habitantes do território. O objetivo do estudo foi investigar a ‘diversidade de modos de ocupação e exploração da planície costeira por diferentes grupos humanos’. As evidências encontradas, nos sítios arqueológicos localizados de Arroio do Sal, apontam que a presença desses grupos tenha ocorrido há 3.050 anos antes do Presente.

Segundo os autores, os registros mais antigos dos sítios avaliados estão associados aos grupos pré-cerâmicos e ceramistas, das tradições Tupiguarani e

³⁹ Projeto Arroio do Sal: a ocupação indígena pré-histórica no litoral norte do RS (ROGGE; SCHMITZ, 2010).

Taquara. Entre eles foram identificados os grupos Jê⁴⁰ e Guarani. As interações entre grupos aconteceram em intensidade e distribuição diferenciadas, no tempo e no espaço, deixando suas marcas na forma de artefatos líticos, restos faunísticos e em alguns casos, cerâmica. O desaparecimento dos grupos da região tem relação com as tensões da chegada dos colonizadores portugueses (ROGGE; SCHMITZ, 2010).

Os acontecimentos etno-históricos na região da Planície Costeira a partir dos séculos XVII e XVIII, com a chegada das primeiras incursões portuguesas, se deram em um processo gradual de colonização até se efetivarem. Vindos de São Paulo via Laguna, para o litoral sul-rio-grandense, os portugueses inicialmente teriam submetido os grupos indígenas da região a regimes de exploração pela prática da preação (ibidem, 2010).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, no séc. XVII marca o início do processo colonial no Rio Grande do Sul, orquestrado por portugueses e espanhóis. Na época, o regime de poder sobre o uso da terra no Brasil, implantado pela coroa portuguesa, era sesmarial (BRASIL, 2023b).

A revelia do regime sesmarial aplicado em Portugal, o Brasil, na época colônia portuguesa, teve o interesse voltado à “[...] ocupação de terras ‘virgens’ e novas [...]” (SILVA; MAIA, 2019). Todo o Litoral Norte fez parte deste sistema, que se desdobrou nos latifúndios: Sítio Itapeva, Estância do Meio e Sítio Inácio. O regime perdurou de 1534 até 1822 com a independência do Brasil. Porém, isso não quer dizer que o regime sesmarial tinha saído de cena, muito pelo contrário, segundo IBGE “as sesmarias, somadas e mais uma doada de Torres, formaram quase 70 municípios ao longo dos séculos XIX e XX”. A lenta “metamorfose” da espoliação das sesmarias vingou em latifúndios (BRASIL, 2023b).

Diferente dos primeiros habitantes que encontraram oportunidade nos sistemas deposicionais e em seus conjuntos de sistemas, os habitantes portugueses e espanhóis até meados de 1920, sob posse do Latifúndio da Estância do Meio, não tinham o costume de ir até o mar. Gradativamente, esse hábito mudou e os habitantes começaram a passar dias acampados na beira da praia.

40 Jê é uma família linguística pertencente ao tronco Macro-Jê. Povos ameríndios de língua jê encontravam-se sobretudo no interior do Brasil, uma vez que os tupis ocupavam praticamente todo o litoral do Brasil (WAGNER, 2009).

Dezenove anos depois (1939), a Segunda Guerra, mudou a dinâmica do mundo e a escassez do sal fez com que alguns habitantes da Costa da Lagoa começassem a se deslocar até as margens do arroio, retirando o sal da água do mar, em quantidade suficiente para suas necessidades. Nesse mesmo ano, um tropeiro vindo de Santa Catarina construiu uma moradia bem próxima aos cômoros, tornando-se o primeiro morador efetivo do local que viria a ser Arroio do Sal (BRASIL, 2023b).

4.2 Fase II

A partir daqui, se transgride ainda mais as escalas temporais usadas no fazer/contar essa história, porque partimos da escala da ordem de milênios, séculos, décadas e ao chegar aqui se torna maior a digressão dos acontecimentos, o que muda a forma de contá-los (olhando para os elementos políticos, econômicos e sociais, complexidade sendo levada para outro lugar).

Sem a pretensão de alcançar todas as camadas deste universo de pesquisa, a partir daqui os esforços se concentram na escrita que fluirá em torno dos detalhes e acontecimentos mais sensíveis ao recorte das questões ambientais.

A emancipação político administrativa de Arroio do Sal acontece quando ela é desmembrada do município de Torres e elevada à categoria de município e distrito pela Lei Estadual nº 8.573, de 22/04/1988, alterada em seus limites pela Lei Estadual nº 8.991, de 11/01/1990. O município foi instalado em 1º de janeiro de 1989, constituído de um distrito sede (BRASIL, 2023b). Uma outra fase da formação socioespacial. Da emancipação até hoje o que mudou?

Nos anos 1970, o fenômeno da urbanização, acontecendo em todo território nacional sob influência das tendências econômicas, políticas e culturais, provoca novos arranjos socioespaciais que modelaram o território do Brasil. No Litoral Norte do Rio Grande do Sul, a crescente transformação da paisagem natural, em alguma medida, nos informa que está sendo produzido outro uso do território impulsionado pela aceleração do desenvolvimento técnico contemporâneo (STROHAECKER, 2007).

Strohaecker (2007) argumenta, que entre outros fatores, este fenômeno se reflete nas crescentes taxas demográficas, em destaque, àquelas áreas que estão próximas da orla marítima, ao próprio fenômeno da urbanização e ao fenômeno veraneio.

No curto período de tempo de 1988 até 2019, por exemplo, a categoria de município, a qual Arroio do Sal passou a fazer parte, marca uma outra fase do contexto local (Figura 6). A urbanização cresce tanto quanto os números demográficos (proporcionalmente ao tamanho do seu território). Entre 2000 e 2010, o município do Arroio do Sal é o segundo entre os 21 municípios que compõem o COREDE, com maior taxa de crescimento com (3,91% a.a.) depois de Xangri-Lá com (4,25% a.a.) (CONSELHO REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO LITORAL, 2017).

Essa comunidade agora municipalizada, segundo os dados oficiais do IBGE e do Tribunal Regional Eleitoral do RS (TRE-RS), registrou um crescimento exponencial populacional, de 1.355 eleitores em 1988 para 6.825 eleitores em 2018, aumento de mais 80%, o que estabeleceu novas dinâmicas, uma vez que houve uma expressiva migração populacional para o município. Em 2020, a área urbana da cidade passou a concentrar 10.407 habitantes, enquanto a área rural 326; a expectativa de vida aumentou para 75 anos (RIO GRANDE DO SUL, 2020). Outra cidade.

A área urbanizada de Arroio do Sal, segundo IBGE (BRASIL 2023b), atende em 71% a finalidade de segunda residência. Além disso, segundo informações do site da prefeitura do município, há um incremento populacional (sazonal) de cerca de 120 mil pessoas no período entre os meses de dezembro e março, época conhecida como veraneio.

De acordo com dados emitidos pelo COREDE Litoral, o turismo é uma atividade econômica importante que movimenta um fluxo intenso de pessoas atraídas pela criação de emprego relacionadas às atividades de comércio e serviço em atenção à demanda turística (CONSELHO REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO LITORAL, 2017).

Dados de 2020, do Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Rio Grande do Sul – SEBRAE/RS, demonstram que o perfil econômico arroiosalense tem como principal pilar os serviços e o comércio varejista. Segundo estas informações, o Produto Interno Bruto (PIB) esteve ascendente de 2004 a 2018, saindo de 45,9 milhões para 223,6 milhões e o potencial de consumo urbano, em 2020, chegou a 282 milhões.

No recrudescimento das transformações municipais, o ambiente adquiriu um outro arranjo complexo como resultado espaço-temporal das mudanças de produção e reprodução sociais, políticas e econômicas. Para avaliar tais transformações, na

tentativa de tornar inteligível e relacionar as tendências da demanda de uso em relação à cobertura como gancho para chegar na identificação dos ecossistemas e dos serviços ecossistêmicos, examinamos uma sequência de observações coletadas ao longo do tempo e as utilizamos para analisar e modelar o comportamento de determinadas variáveis identificando comportamentos, a sazonalidade interanual, padrões cíclicos e outras características importantes. Por conseguinte, apresentamos na próxima seção os procedimentos operacionais metodológicos adotados.

Figura 5 - Localização Município Arroio do Sal



Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados Limites municipais e estaduais IBGE 2020 (<https://www.ibge.gov.br>)

Figura 6 - Foto aérea do município de Arroio do Sal, próximo da Praia Azul



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

5 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS METODOLÓGICOS

5.1 Dos aspectos atinentes a pesquisa

O conceito de geotecnologia refere-se à combinação do conjunto de aplicações que envolve a coleta, análise, visualização e gerenciamento de informações geográficas ou espaciais. Dentre os seus potenciais, inclui os interesses por soluções com vista à tomada de decisão. Está ligado aos mais variados temas, como por exemplo: planejamento estratégico, monitoramento, gestão municipal e meio ambiente. A aplicação da geotecnologia visando determinadas soluções é explorada a partir de um conjunto de *hardware*, *software* e *peopleware* (ROSA, 2005). A utilização de sistemas de informação geográfica, cartografia digital, sensoriamento remoto, sistema de posicionamento global, topografia, como parte da geotecnologia, segue se transformando, ampliando possibilidades deste conjunto de ferramentas.

As atualizações das aplicações seguem o fluxo do desenvolvimento tecnológico, o que as torna adaptáveis e favoráveis a usos flexíveis. Os conjuntos de ferramentas em seu dinamismo podem atender diversas áreas do conhecimento e oferecem possibilidades para lidar com informações espaciais. Neste sentido, os materiais que utilizamos nesta pesquisa envolvem a aplicação de geotecnologias. Um outro conceito relevante nesta sessão, que viabiliza a compreensão e coloca em evidência nuances da abordagem utilizada, é o conceito de geoinformação, proposto por Câmara e Monteiro (2001). Conforme os autores, a geoinformação consiste na utilização de computadores como instrumentos de interpretação de dados espacialmente referenciados, os quais se amparam na transmissão de informações do mundo real para o ambiente computacional. A problemática central deste campo do conhecimento é o “estudo e a implementação de diferentes formas de representação computacional do espaço geográfico” (CÂMARA E MONTEIRO, 2001).

Na seção a seguir, apresentaremos as mediações envolvidas nos processos operacionais metodológicos estabelecidos para cada um dos cenários que compõem os resultados desta investigação, incluindo os materiais e o detalhamento dos procedimentos e os processos de cada etapa. A metodologia foi dividida em com base nos “Cenário 1”, “Cenário 2” e “Cenário 3” seguida pela apresentação dos respectivos materiais utilizados em cada etapa do processo. Abriremos a seção com algumas

breves considerações sobre o arcabouço que embasou as escolhas de tomada de decisão no âmbito operacional.

5.2 Notas conceituais e procedimentos operacionais metodológicos

Esta seção vem como um aporte para colocar em evidência as escolhas tomadas para os resultados. Após uma densa abordagem ontológica e epistemológica acerca do ambiente, é essencial delimitar o que é ambiente neste trabalho, para tal nos apoiamos no pressuposto de Suertegaray (2021): ambiente é uma das dimensões operacionais do espaço geográfico que privilegia a natureza transfigurada. Em outras palavras, é a conexão da ideia de espaço geográfico em sua qualidade híbrida, constituída pela relação de interação entre domínio humano e mais-que-humano. O ambiente é produzido na combinação de trajetórias composto de uma espacialidade singular e não homogênea. Este é o primeiro destaque quanto à definição que é adotada.

O segundo ponto reforça a razão da escolha, o ambiente como “chave de interpretação”, significa dizer que ele atua nesta pesquisa como um operador pelo qual podemos examinar e nos aproximar do contexto local em Arroio do Sal, a fim de estabelecer os serviços ecossistêmicos atrelados à sua delimitação.

O terceiro e último ponto deste apontamento inicial é: que o ambiente como unidade de análise permite uma aproximação fundamental para codificação da problemática ambiental; O ambiente como recorte espacial é uma ferramenta de aproximação dos processos sociais e econômicos em relação ao espaço geográfico, como um meio de avaliar os efeitos das transformações ao longo do tempo. Ele atua como chave de interpretação para qualificar e reconhecer as tensões oriundas das atividades como agricultura e urbanização que afetam a cobertura da terra. E Através da análise do ambiente, pode-se identificar, por exemplo, áreas relevantes para a biodiversidade, áreas de proteção ambiental e áreas de conservação.

Dito isso, em cada um dos cenários, o ambiente foi representado pela interação entre o uso e a cobertura da terra e representam as relações de interação e as combinações entre os aspectos humanos e mais-que-humanos no decurso de 35 anos.

Do ponto de vista da aplicação, utilizamos ferramentas do campo da geotecnologia para gerar representações computacionais por meio de uma estrutura

de dados do uso da terra, disponível na plataforma MAPBIOMAS, além de algoritmos capazes de auxiliar a geração de análises e informações da área de estudo. Do ponto de vista teórico metodológico, a representação computacional do espaço é determinada por uma abordagem que reconhece a informação geográfica nos termos que Câmara e Monteiro (2001), baseados em Gomes e Velho (1995), descreveram como: "o paradigma dos quatro universos" - mundo real, matemático, de representação e de implementação. Os autores os distinguem como:

- “• o universo do mundo real, que inclui as entidades da realidade a serem modeladas no sistema;
- o universo matemático (conceitual), que inclui uma definição matemática (formal) das entidades a ser representadas;
- o universo de representação, onde as diversas entidades formais são mapeadas para representações geométricas e alfanuméricas no computador;
- o universo de implementação, onde as estruturas de dados e algoritmos são escolhidos, baseados em considerações como desempenho, capacidade do equipamento e tamanho da massa de dados. É neste nível que acontece a codificação.” (CÂMARA E MONTEIRO, 2001)

Nestes termos, a partir do arcabouço teórico dos "quatro universos" elaboramos a seguinte abordagem:

- No universo do mundo real encontram-se os fenômenos a serem representados (neste caso, a proposta é relacionar os serviços ecossistêmicos aos tipos de uso e cobertura da terra de Arroio do Sal);
- No universo conceitual (matemático), neste trabalho, os métodos aplicados foram baseados na categorização formal (entidades formais) de dados geográficos, estabelecidos a partir da hierarquização estabelecida para categorização de uso e cobertura indicada nas notas metodológicas ATBD (*Algorithm Theoretical Basis Document*) divulgadas pela plataforma MAPBIOMAS. Os dados obtidos por meio de sensoriamento remoto, disponíveis na plataforma, permitiram a adaptação, especialização e classificação de acordo com o tema desta pesquisa.
- No universo de representação, as entidades formais, definidas no universo conceitual, são associadas a diferentes representações geométricas. Estas podem variar conforme a escala e a projeção cartográfica escolhida, e a época ou intervalo da aquisição de dados. Se distinguem entre as representações

matricial e vetorial, quantificáveis a partir de métricas e representadas graficamente dando forma à espacialização;

- O universo de implementação é onde ocorre a realização do modelo de dados através de linguagens de programação tais como análises estatística, modelagem e previsão, algoritmos análise da paisagem, por meio de aplicativos, *plugins* e *softwares* de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), compondo uma estrutura de análise de dados e que ao mesmo tempo permitem a implementação de geometrias do universo da representação gráfica.

A repartição dos resultados, que convencionamos chamar de “cenários”, podem ser compreendidos enquanto etapas. A adoção deste termo é uma alusão a ideia de composição, no sentido de elaborar o processo e apresentar os resultados como uma composição heterogênea e ao mesmo tempo sistêmica para analisar a dimensão espacial de Arroio do Sal. Em seguida, detalharemos separadamente cada cenário a fim de expor os “universos” em seus procedimentos, etapas e os materiais envolvidos para realizar a pesquisa.

5.3 Materiais e Métodos – Cenário I

Aquisição de Dados

Os dados numéricos e alfanuméricos de cobertura e uso da terra para cada ano foram obtidos por meio da plataforma do MAPBIOMAS (<https://plataforma.brasil.mapbiomas.org>), selecionando informações ano a ano, contabilizando um período de 35 anos do município de Arroio do Sal (RS), no período de 1985 a 2020 da coleção MAPBIOMAS 6.

As variáveis

As variáveis estabelecidas no Cenário I são três: “antrópico”, “natural” e “natural e/ou antrópico”. Elas foram definidas com base na categorização indicada como “Tipo” apresentada na metodologia da coleção. No contexto da pesquisa, adaptamos a nomenclatura para expressar as três categorias dentro do conjunto de dados que analisamos.

Método

Os dados foram importados, tratados, manipulados e analisados através da plataforma Colaboratory (Colab) que permite escrever e executar programas em linguagem *python* em um serviço de nuvem oferecido pela Google. Os gráficos de análise exploratória de dados e de sazonalidade interanual, assim como o mapa de calor (*heatmap of correlation*), também foram gerados na plataforma, utilizando programação como parte dos procedimentos, pacotes de algoritmos e estatísticas de análise.

O programa

A definição de um programa, em seu básico, é uma sequência de instruções criadas para fazer algo. No Colab, a seguinte sequência de etapas foi realizada:

1. importação, tratamento e manipulação do banco dos dados de uso e cobertura da terra em formato csv;
2. Inspeção e análise do dados usando as bibliotecas: *pandas*, *google.colab.io*; *matplotlib.pyplot*; e *numpy*;
3. Das representações gráficas:
 - O mapa de calor gerado a partir da biblioteca *seaborn* e a estatística de correlação com a função *corr()* método de Pearson do coeficiente de correlação padrão;
 - O gráfico de análise exploratória de dados (EDA) gerado a partir da análise entre as variáveis que relaciona “Ano” (correspondentes ao intervalo de 1985 e 2020) e as respectivas áreas para cada uma variáveis, “antrópico”, “natural” e “natural e/ou antrópico”. A representação gráfica obtida pela função de plotagem resume e apresenta as características principais do conjunto de dados; e
 - O gráfico de sazonalidade interanual gerado a partir da aplicação da função *diff()*, usada para determinar a diferença discreta entre as categorias estabelecidas. A partir da diferença extraída calculamos a média pela função *mean()* gerando a sazonalidade interanual.

5.4 Materiais e Métodos – Cenário II

Aquisição de Dados

Os dados matriciais, numéricos e alfanuméricos de cobertura e uso da terra para cada ano foram obtidos na aba *asset* do *Google Earth Engine*, na interface de ferramenta *User Toolkit*. Selecionado o município de Arroio do Sal (RS), ano a ano, no período entre 1985 e 2020 da coleção MAPBIOMAS 6. Os dados de 35 imagens *raster* posteriormente foram exportados para o *Drive* da Google para *download*.

As variáveis

No Cenário II as variáveis foram estabelecidas a partir dos dados matriciais com o método de “Reclassificação” no *software* Quantum versão GIS 3.0 (QGIS). A função “Reclassificar” no QGIS é usada para converter os valores de uma camada *raster* em novos valores de acordo com um conjunto de regras ou parâmetros predefinidos. Os dados reclassificados foram aplicados como dados de entrada (*input*) no QGIS versão 2.18 e analisadas no *plugin Landscape Ecology Statistics* (LecoS), versão 3.0. Os dados de saída (*outputs*) na forma de tabelas (.csv), resultado das métricas calculadas no LecoS, foram importados no Colab como variáveis para geração dos gráficos apresentados neste cenário.

Método

A partir da base de dados matriciais, a manipulação dos dados que deram origem às variáveis utilizadas para geração dos gráficos seguiu o método de reclassificação a partir da configuração de parâmetros estabelecidos como “regras”. A base metodológica para configuração dos parâmetros foi estabelecida com base nas informações da coluna “ID” do *Algorithm Theoretical Basis Document* (ATBD), seção de Classificação, Tabela 3: “*Classes of land cover and land use of MapBiomass Collection 6 in Brazil*”, utilizadas para redefinir cada intervalo de uma nova categorização nas camadas *raster*. Os valores de saída, nas 35 camadas *raster* correspondentes ao período de 1985 a 2020, foram reorganizados conforme a Figura 7. Os critérios de classificação atribuídos às unidades ambientais foram organizados conforme a Figura 8.

Figura 7 - Parâmetros de Reclassificação

ID	Parâmetros	Unidades de Análise Geográfica	Descrição
1	$2.5 < x \leq 3.5 \rightarrow 1$	Ecossistema Restinga (ERe)	Formação florestas e mata de restinga
2	$8.5 < x \leq 9.5 \rightarrow 7$	Ecossistema de Mosaico (EMo)	Agricultura, Pastagem e Silvicultura
3	$10.5 < x \leq 11.5 \rightarrow 3$	Ecossistema Áreas Úmidas (EAU)	Zonas onde há uma lâmina superficial de água pode ser permanente ou temporária artificial ou não.
4	$11.5 < x \leq 12.5 \rightarrow 2$	Ecossistema Campo (ECa)	Áreas de campo manejados e não manejado
5	$14.5 < x \leq 15.5 \rightarrow 2$	Ecossistema Campo (ECa)	Áreas de campo manejados e não manejado
6	$20.5 < x \leq 21.5 \rightarrow 7$	Ecossistema de Mosaico (EMo)	Agricultura, Pastagem e Silvicultura
7	$22.5 < x \leq 23.5 \rightarrow 4$	Ecossistema Dunas (EDu)	Formação de dunas da orla marítima.
8	$23.5 < x \leq 24.5 \rightarrow 6$	Ecossistema Área Urbanizada (EUr)	Infraestrutura urbana
9	$24.5 < x \leq 25.5 \rightarrow 4$	Ecossistema Dunas (EDu)	Formação de dunas da orla marítima.
10	$28.5 < x \leq 33.5 \rightarrow 5$	Ecossistema Lagunar (ELa)	Área da lagoa de Itapeva
11	$39.5 < x \leq 41.5 \rightarrow 7$	Ecossistema de Mosaico (EMo)	Agricultura, Pastagem e Silvicultura
12	$48.5 < x \leq 49.5 \rightarrow 1$	Ecossistema Restinga (ERe)	Formação florestas e mata de restinga

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado da coleção/manual PROJETO MAPBIOMAS (2021)

Figura 8 - Identificação do Ecosistema *proxy* dos Serviços Ecosistêmicos

ND*	Informação da Coleção MapBiomás6	Reclassificação
23	Praia, Duna e Areal	Areal, Praia e Dunas
25	Outras Áreas não vegetadas	Areal, Praia e Dunas
11	Campo Alagado e Área Pantanosa	Áreas úmidas
12	Formação Campestre	Campos
15	Pastagem	Campos
3	Formação Florestal	Florestas
49	Restinga Arborizada	Florestas
33	Rio, Lago e Oceano	Oceânica e Lagunar

Fonte: adaptado da coleção/manual PROJETO MAPBIOMAS (2021).

Legenda: *ND - se refere ao número digital atribuído pela própria classificação da coleção que indica, na matriz do *raster*, o valor atribuído a cada classe. Fonte: elaborado pelo autor a partir de informações da coleção MAPBIOMAS 6

Na sequência, os resultados obtidos na reclassificação são a entrada inserida no complemento Lecos. Os dados de entrada relativos as “novas classes” foram submetidas a métricas estatísticas: ‘*Land cover*’: Calcula a área total de cada classe de uso e cobertura da terra e apresenta o resultado em unidade de medida de km²; ‘*Number of Patches*’: Contabiliza o número total de fragmentos de cada classe de uso e cobertura da terra e apresenta o resultado em unidade de medida de km²; ‘*Mean patch area (km²)*’ Calcula a fragmentação da paisagem (JUNG, 2016). Cada uma das 35 camadas foi, respectivamente, submetida às métricas de análise em uma “execução em bloco”. As classes, enquanto unidades geográficas de análise foram, desta forma, estabelecidas como ecossistemas.

O programa

Para elaboração dos gráficos desta seção, o seguinte conjunto de etapas guiaram a execução da tarefa:

1. As bibliotecas importadas na plataforma Colab e utilizadas para geração dos gráficos da seção, foram: *numpy*, *pandas*, *seaborn*, *matplotlib.pyplot*, *io*, *google.colab*;

2. As seguintes variáveis foram utilizadas para elaboração dos gráficos: 'Ano' referente ao período entre 1985 e 2020; "*Land cover*" (km²) (cobertura em km²); '*Number of Patches*' (número de fragmentos); '*Mean patch area* (km²)' (média da área de fragmentos em km²); e '*Class*' (Classes) - composta por: 1. Ecossistema Restinga (ERe); 2. Ecossistema Campo (ECa); 3. Ecossistema Áreas Úmidas (EAU); 4. Ecossistema Dunas (EDu); 5. Ecossistema Lagunar (ELa); 6. Ecossistema Área Urbanizada (EUr); 7. Ecossistema de Mosaico: Agricultura, Pastagem (EMo). Todas as variáveis possuíam dados de cada classe para cada ano do período.

3. No desenvolvimento das representações gráficas:

- O gráfico "Área dos Ecossistemas de Arroio do Sal de 1985 até 2020 (dados empilhados)", foi gerado para todas as Classes utilizando as variáveis de área ('*Land cover*') e 'Ano', com a função *plot.barh*.
- O gráfico "Fragmentação Relativa dos Ecossistemas de Arroio do Sal (1985 até 2020)" foi gerado a partir do cálculo da divisão da área total da cobertura ('*Land cover*') pelo número total de fragmentos ('*Number of Patches*') para cada classe estabelecida e gerado com a função *plot.barh*.
- O gráfico de "Média da Fragmentação Relativa (1985 até 2020)" foi gerado para todas as classes com as variáveis 'Ano', e fragmentação média em km² ('*Mean patch area*') e com a função *barplot* da biblioteca *Seaborn*.
- O gráfico "Comportamento sazonal da área das unidades ambientais dos ecossistemas EAU, ERe, EDu (1985 até 2020)" foi gerado a partir de dados das classes mais afetadas pela fragmentação, as variáveis aplicadas na geração do gráfico foram: as classes ('Ere', 'AUr', 'EDu'), 'Ano' e a área ('*Land cover*'), através da função *diff()*, usada para determinar a diferença discreta entre as categorias estabelecidas.
- O "Comportamento Sazonal da fragmentação relativa média das unidades ambientais de ecossistemas (1985 até 2020)" foi gerado a partir de dados das classes mais afetadas pela fragmentação. As variáveis aplicadas na geração do gráfico foram: as classes ('Ere', 'AUr', 'EDu'), 'Ano' e a fragmentação média ('*Mean patch area*'). A função *diff()*

foi usada para determinar a diferença discreta entre as categorias estabelecidas.

5.5 Materiais e Métodos – Cenário III

Aquisição de Dados

Os dados *raster* de cobertura e uso da terra, usados como entrada para manipulação e análise no Cenário III, foram os mesmos obtidos anteriormente (Cenário II), a partir da plataforma *Google Earth Engine*, na interface de ferramentas *User Toolkit*. As 35 imagens, contendo dados matriciais que, anteriormente, foram submetidos a análises de métricas da paisagem, nesta seção foram empregados para avaliar mudanças de uso da terra com o complemento "*Modules for Land Use Change Evaluation*" (MOLUSCE).

As variáveis

As principais variáveis utilizadas foram obtidas nos dados das camadas *raster*, e eram referentes ao uso e cobertura da terra, dividido em categorias (Classes), as mesmas que foram obtidas pelo método de reclassificação do Cenário II. Cada pixel da camada *raster* indica o tipo de uso predominante em determinada área. As Classes de variáveis se distinguem, entre: 1 Restinga; 2 Campo; 3 Áreas Úmidas; 4 Dunas; 5 Lagunar; 6 Área Urbanizada; 7 Mosaico. Os dados das 35 imagens possuem classes associadas a dados de extensão de área em km²; e os níveis estabelecidos qualificam a tipologia das variáveis em: cobertura (Restinga; Campo; Áreas Úmidas; Dunas; e Lagunar); e uso (Área Urbanizada e Mosaico). Outra variável fundamental é o período de tempo, com o registro histórico de mudanças de uso e cobertura de 1985 a 2020. Os dados temporais foram utilizados para gerar as previsões de mudanças a partir de 2020 até 2055.

Método

A primeira etapa de pré-processamento dos dados foi realizada no QGIS versão 2.18. Os dados geoespaciais foram reprojatados para o sistema de coordenadas planas Universal Transversa de Mercator - UTM. As 35 camadas foram recortadas "em bloco" pela extensão do município de Arroio do Sal, a partir de uma

camada *shapefile*. Os dados foram organizados nas sete classes estabelecidas previamente, e, após o pré-processamento, configuram os dados de entrada.

No MOLUSCE (*Modules for Land Use Change Evaluation* - Módulos de Avaliação de Mudanças no Uso do Solo), realizamos a segunda etapa. Aplicamos a função “Análise de variação de área” (*Area change analysis*), que calcula a variação no uso e ocupação da terra entre dois períodos distintos de tempo (T1 e T2). Os resultados obtidos com esta função podem variar entre matrizes de transição para o uso e ocupação, bem como, mapas de alterações no uso do solo e dados de variação. Os dados de variação descrevem as estatísticas estimadas das classes (*Class statistics*). Os dados foram copiados e colados diretamente em programas de tabulação de dados (*Google Sheets* e *Excel*).

A terceira etapa foi gerada a partir da função de Simulação (*Simulation*) para elaborar projeções que representam o potencial de transição e mudanças no uso e cobertura da terra. A simulação a partir dos dados de entrada produziu, com base em um modelo autômato-celular de abordagem Monte Carlo, gerou dados simulando projeções de entre 2020 e 2055 de uso/cobertura da terra para o município.

Na Simulação Autômata Celular, o MOLUSCE utiliza os dados do *píxel* da camada *raster* para calcular as métricas que ajudam a avaliar e estimar as mudanças. Ele analisa os padrões espaciais e as relações entre as diferentes classes de uso da terra e cobertura ao longo do tempo.

A elaboração do “Quadro histórico de mudanças de uso e cobertura de 1985 - 2020, e previsão de mudanças de 2020 - 2055” foi feito com base nos dados de variação, gerados para o período de entre 1985 e 2020, juntamente com os dados de variação que foram gerados pela simulação autômato-celular. Os históricos e a predição foram gerados e organizados no Excel.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interpretação de formas, texturas, arranjos, tonalidades, número de pixels, assim como a aplicação de métodos e técnicas, são tentativas de aproximação das mediações presentes no espaço. Os dados de uso e cobertura da terra são registros de sequências discretas, contínuas, descontínuas que revelam regularidades ou irregularidades do comportamento espacial. É importante pontuar seus desdobramentos práticos, pelos quais, de maneira objetiva, podemos analisar e representar o ambiente. Neste sentido, os dados nos aproximam das relações que envolvem questões socioeconômicas e dos elementos biogeofísicos que constituem o ambiente.

A partir dos objetivos deste trabalho, os resultados aqui apresentados procuram apresentar as três partes de investigação: o primeiro cenário demonstra como três variáveis, que expressam três tipos de ambiente: “antrópico”, “natural” e “natural e/ou antrópico” - se comportam entre si, a partir da relação tempo-espaço; o segundo cenário tenta investigar de forma mais detalhada a relação entre os três ambientes a partir do reagrupamento das categorias anteriores em subgrupos de ecossistemas no arranjo espacial em relação ao espaço-tempo; e o terceiro cenário tenta modelar e espacializar os cenários dos ecossistemas.

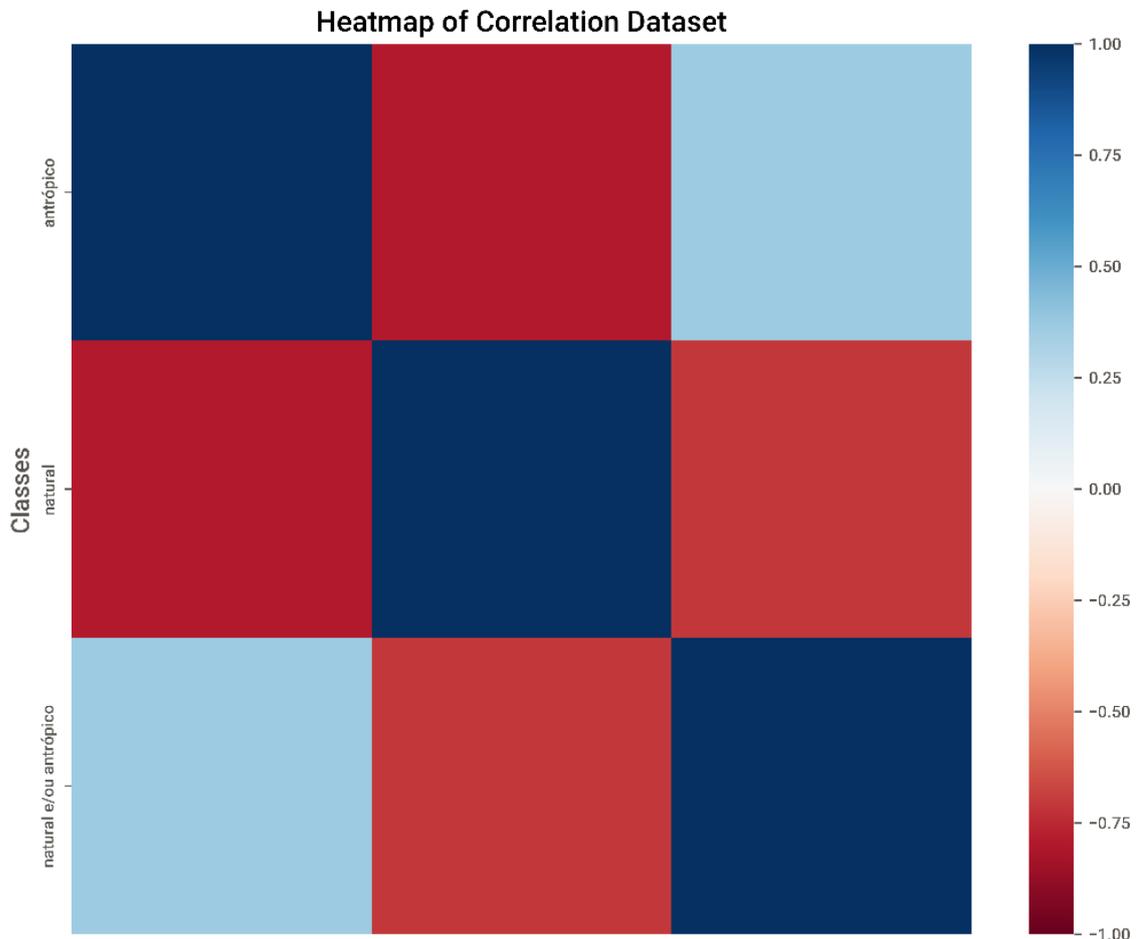
6.1 Cenário I: composição

Com base no uso e cobertura da terra referente aos últimos 35 anos, avaliamos as dinâmicas entre as três unidades de análise (ambiente “antrópico”, ambiente “natural” e ambiente “antrópico e/ou natural”). Na primeira leva de resultados, buscamos obter uma visão geral do contexto local dos ambientes. Esta etapa trata da relação tempo-espaço do ambiente, analisada pela correlação entre as variáveis e pela sazonalidade interanual.

O resultado apresentado no mapa de calor ou *heatmap* (Figura 9) demonstra a correlação entre as variáveis, em que a variação de cor representa visualmente o comportamento da relação entre os conjuntos de dados dos três ambientes. Nesta representação, tons mais próximos do vermelho correspondem a uma correlação negativa (-1) e do azul, a uma correlação positiva (+1), os valores da matriz variando

entre 1 e -1. Isto demonstra o tipo de interdependência entre as variáveis é positivo, negativo ou neutro.

Figura 9 - Mapa de Calor

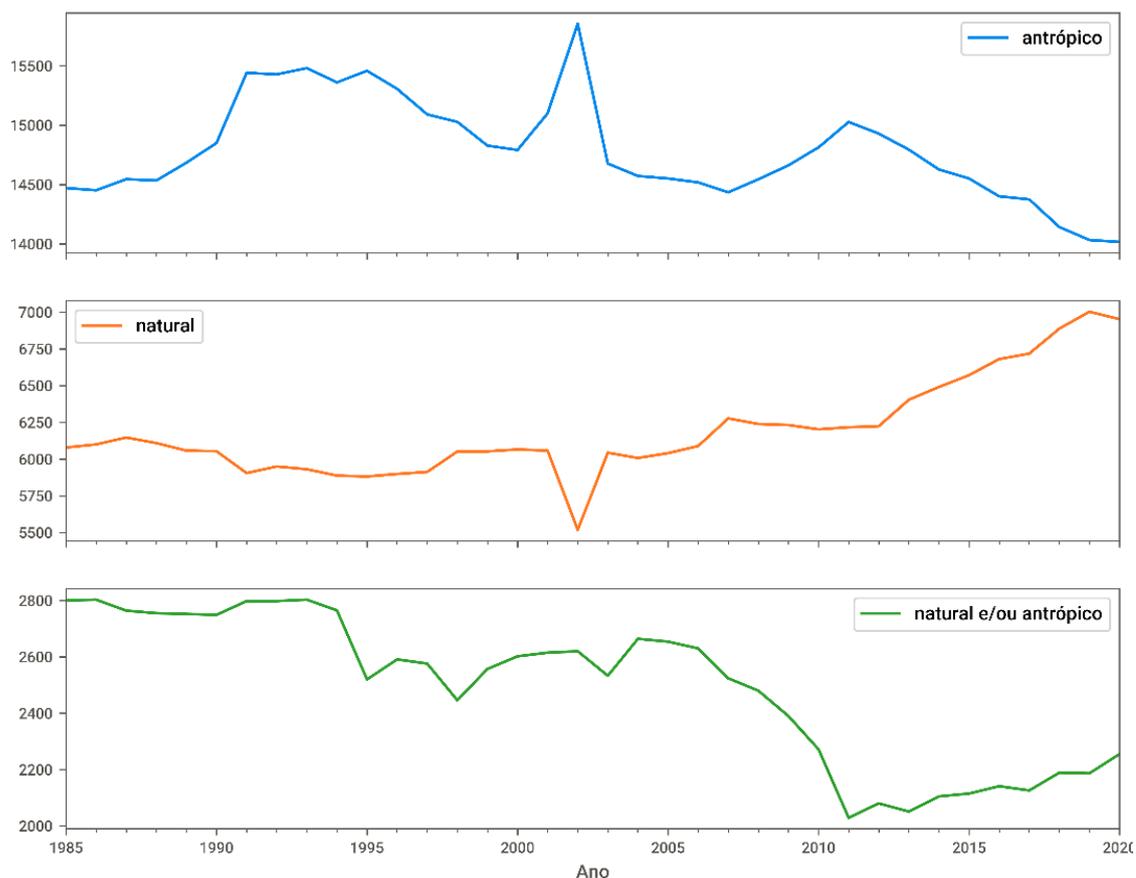


A avaliação do conjunto de dados demonstra que há uma correlação negativa entre os ambientes antrópico e natural. Portanto, o valor que corresponde ao ambiente natural é inversamente proporcional ao ambiente antrópico. O ambiente natural e/ou antrópico tem uma correlação menor que 1, mas é positiva se comparada com o ambiente antrópico, o que sugere que neste ambiente a influência é maior do uso. Temos uma primeira pista do contexto que é: a relação do uso acontece antagonicamente à cobertura.

Na segunda leva da série de resultados, avaliamos o comportamento (Figura 10) através dos gráficos de “comportamento espaço-temporal” dos três ambientes. Neles se expressam a relação entre o tempo-espaço em Arroio do Sal de 1985 a 2020. Os resultados permitem reconhecer a predisposição das mudanças entre as unidades

no arranjo espacial arroiosalense. A característica dominante dos comportamentos das variáveis é marcada pela relação inversa entre as atividade humanas de uso da terra (ambiente antrópico) e a cobertura (ambiente natural).

Figura 10 - Análise Exploratória dos Dados



Fonte: elaborado pelo autor

Legenda: Análise exploratória da área ocupada (ha) por ano.

Entretanto, o gráfico de ambiente natural e/ou antrópico têm uma característica particular e o padrão mostra-se claramente inclinado ao comportamento do ambiente antrópico se comparado entre outras duas unidades de análise. A partir destes gráficos é possível interpretar o processo de desenvolvimento territorial local.

O ambiente antrópico representa a demanda pelo uso da terra e a partir dos anos 1990 - após a emancipação político-administrativa do município que aconteceu 2 anos antes, em 1988 -, e tem um comportamento ascendente a partir daí o mesmo comportamento não se repete no gráfico que representa o ambiente “natural” (a cobertura da terra). Entretanto, há evidências de uma tendência de regeneração da cobertura a partir de 2010.

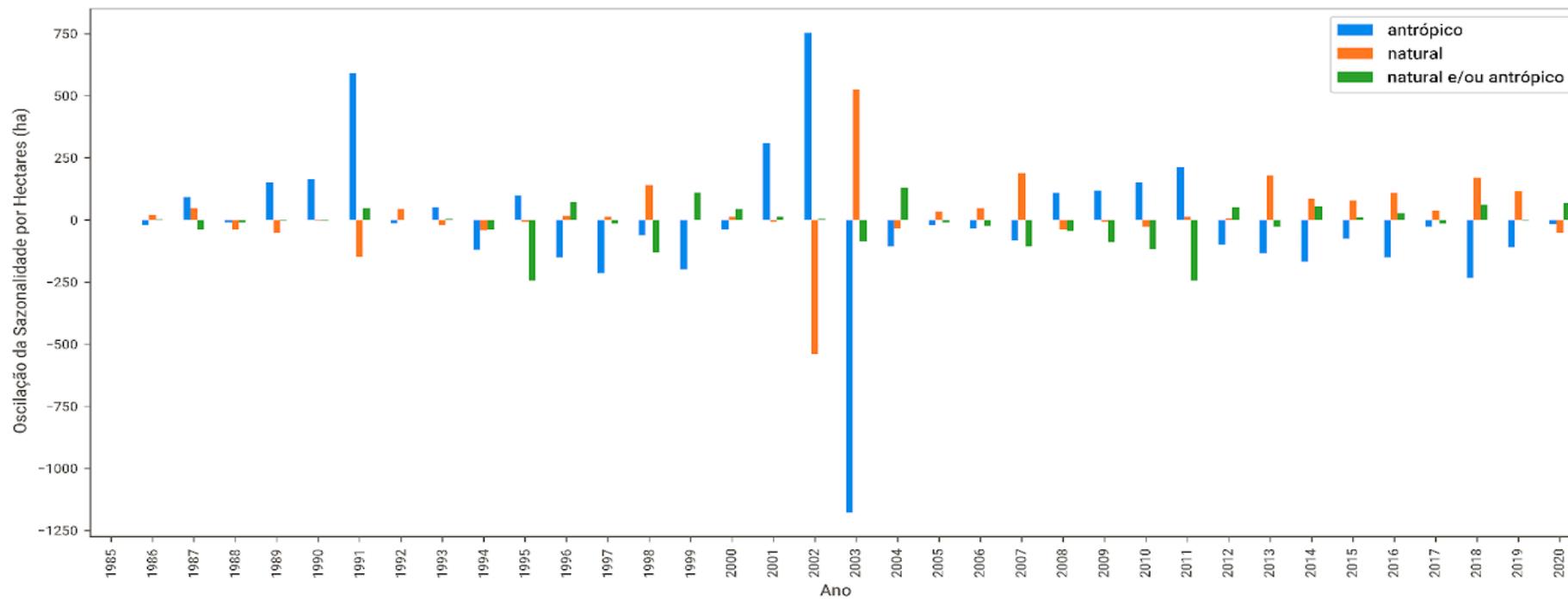
Também investigamos as dinâmicas a partir da sazonalidade interanual (Figura 11), método que permite reconhecer se existe um padrão de periodização na dinâmica da relação entre as unidades ambientais analisadas. Neste sentido, foi possível apontar dois momentos no comportamento das unidades de análise de ecossistema antrópico e natural durante as décadas de 1990 e 2000. Entre 1990 e 1991, e entre 2002 e 2003, a demanda de uso, representado pela variável ambiente antrópico, se repetiu inversamente à cobertura (ambiente natural).

Conforme dados do IBGE, o município de Arroio do Sal apresentou um crescimento populacional de 3,92% no período entre 2000 e 2010, enquanto o crescimento populacional médio no Estado foi de 0,49% no mesmo período. Tal comparação demonstra o crescimento do município e explica o aumento da demanda de uso da terra para atender ao acréscimo populacional.

Além disso, por se tratar de um município localizado na Planície Marinha, o fenômeno do veraneio também é um vetor que influencia sazonalmente a demanda do uso pelo ambiente antrópico pela flutuação no número de habitantes. Segundo a prefeitura do município, estima-se que, durante os meses de verão (de dezembro a março) há um aumento de mais de 10 vezes no número de habitantes do município. Isto implica em uma demanda sazonal de uso.

Considerando a história da ocupação espacial de Arroio do Sal em relação a aspectos políticos, econômicos e sociais antes e pós-emancipação nos encoraja a pensar que as mudanças dos últimos 35 anos, ao que tudo indica, se intensificaram. O ritmo e a intensidade da demanda do uso sobre a cobertura se reflete nos padrões de comportamento dos dados e podem ser interpretados como um indicativo importante para pensar o planejamento territorial.

Figura 11 - Gráfico de Sazonalidade interanual



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

O ritmo precipitado do uso da terra sofre influências dos sistemas que se beneficiam da “natureza barata”⁴¹, como se refere Moore (2016). Dito de outra forma, o uso da terra é um meio de apropriação do espaço que reflete interesses econômicos e que reconhece a natureza apenas como recursos naturais. Isso incluiu a imposição de determinados modelos de uso da terra que favorecem a exploração da cobertura da terra, mesmo que sob o risco de detrimento da biodiversidade, da qualidade ambiental e dos modos de vida das populações locais. O uso da terra é uma das principais formas pelas quais a modernidade colonial se manifestou na América Latina, África e Ásia (GONÇALVES, 2016b). Os modelos de agricultura convencionais, por exemplo, privilegiam o lucro em detrimento da preservação ambiental e dos direitos das comunidades locais.

Como últimas considerações deste cenário vale ressaltar que - apesar das limitações na aquisição dos dados brutos, do achatamento de um grande volume de dados convertidos em médias anuais e, até mesmo, pela eventual sobreposição de valores na contagem das informações - em termos gerais, os métodos e técnicas empregados conseguem auxiliar na representação do comportamento entre as unidades analisadas.

Na próxima seção, daremos ênfase ao comportamento ambiente através da relação espaço-tempo para compreender quais foram os efeitos sobre o espaço a partir das dinâmicas entre as três unidades de análise de ambiente, classificadas em unidades ambientais de ecossistema. Neste caso, avaliamos o arranjo espacial onde

41 O conceito de "natureza barata" foi cunhado pelo pesquisador Jones Moore - livro Antropoceno e capitaloceno - para descrever o processo pelo qual os recursos naturais são desvalorizados e tratados como commodities baratas, disponíveis para exploração e consumo sem considerar seu real valor ecológico e social. Segundo Moore, a natureza barata é uma consequência direta do modo de produção capitalista, que se baseia na extração de recursos naturais como forma de acumular riqueza e gerar lucro para as empresas. Isso leva à degradação do meio ambiente, à perda da biodiversidade e à exclusão das comunidades locais que dependem desses recursos para sua subsistência. O conceito de natureza barata também destaca a maneira como os custos ambientais e sociais da exploração dos recursos naturais são externalizados, ou seja, não são incorporados nos preços de mercado dos produtos que deles derivam. Isso significa que os danos causados ao meio ambiente e às comunidades locais não são considerados no cálculo do valor das commodities e, portanto, não são levados em conta no processo de tomada de decisão das empresas e dos governos. Moore argumenta que a natureza barata é uma das principais causas da crise ambiental global e que é preciso repensar a forma como os recursos naturais são valorizados e gerenciados. Ele propõe uma abordagem que leve em consideração os valores ecológicos e sociais dos recursos naturais, bem como os direitos das comunidades locais, e que busque formas mais sustentáveis e justas de produção e consumo (MOORE, 2022).

as três categorias de ambiente anteriores utilizadas foram reorganizadas, reclassificadas e redefinidas como ecossistemas; e também qualificadas em seus potenciais serviços ecossistêmicos.

6.2 Cenário II: ecossistemas

O gráfico de áreas totais dos ecossistemas representa categoricamente as dinâmicas observadas anteriormente. A Figura 12, representada pelo gráfico de colunas empilhadas, identifica o tamanho total da área, em km², que cada uma das unidades de ecossistema ocupa dentro da área total do município, ano a ano. As Figuras 13 a 19 ilustram cada um dos ecossistemas. Os resultados demonstram como a maior parte do arranjo espacial é composto pelos ecossistemas de campo (ECa), mosaico (EMo), lagunar (ELa) e urbano (EUr). Juntos, ocupam mais de 90 dos 120 quilômetros quadrados de área total do município.

A menor parte dos ecossistemas, que corresponde aproximadamente aos outros 20 Km², refere-se à mata de restinga (ERe), dunas (EDu) e áreas úmidas (EAU). Cabe salientar a relação entre os ecossistemas ECa e EMo, este último, que engloba usos da terra pela silvicultura, agricultura e pastagem, o que tensiona o ecossistema de campo à medida em que se intensifica.

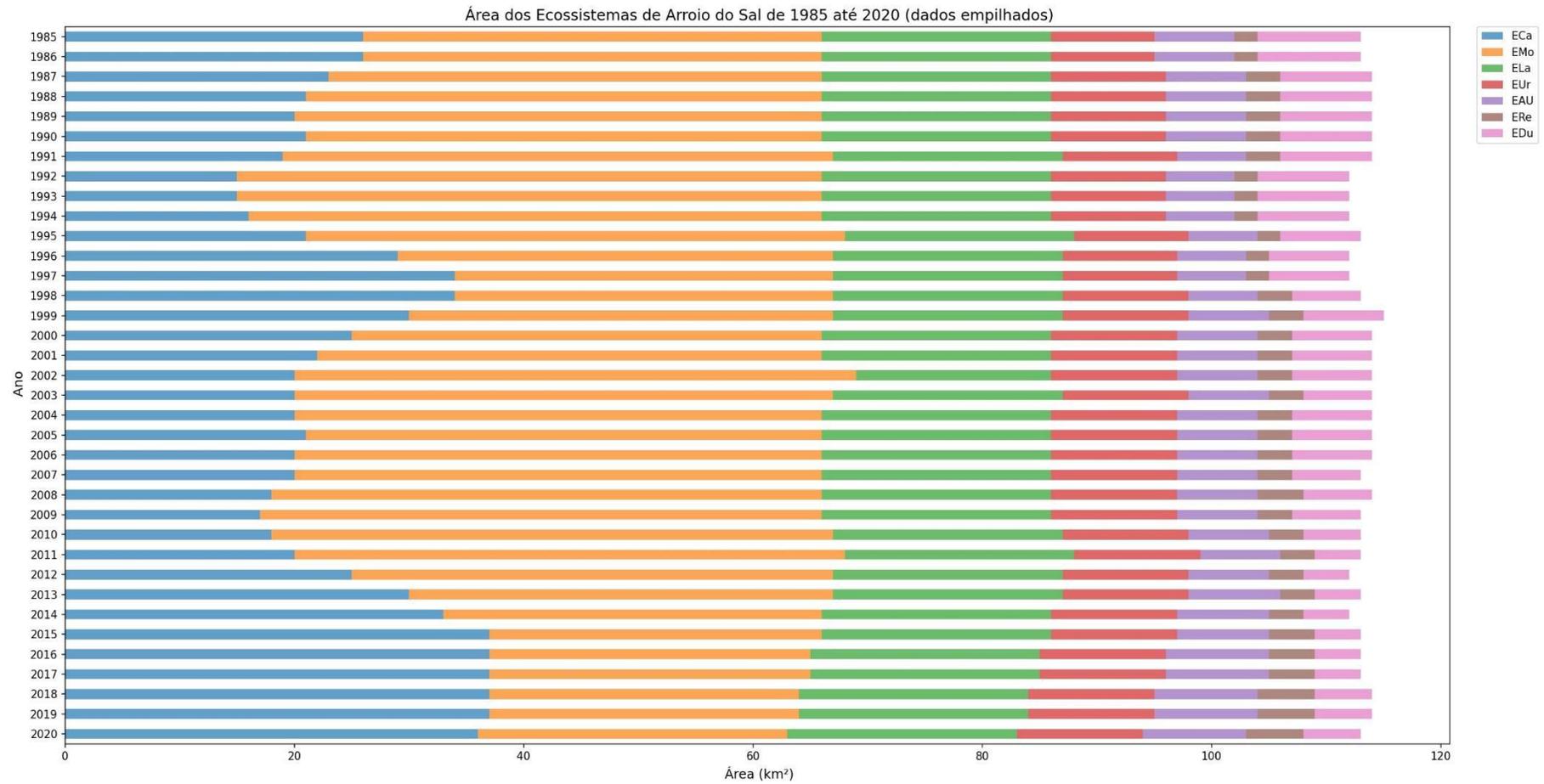
Para avaliar os efeitos das transformações espaciais, avaliamos ano a ano a fragmentação relativa das áreas correspondentes a cada um dos ecossistemas. A fragmentação relativa consiste na divisão no número de fragmentos pela área total de cada um dos ecossistemas. Os ecossistemas mais afetados pela fragmentação são, também, os ERe, EAU e EDu, devido à sua já restrita área. Comparando os resultados anteriores a estes podemos dizer que a demanda de uso influenciou a dinâmica do espaço através da fragmentação. Pelo ângulo espaço-tempo podemos compreender que as rupturas no espaço passam a ser um elemento importante para compreensão da análise geográfica do ambiente e conseqüentemente dos serviços ecossistêmicos atrelados a ele.

O resultado do gráfico de fragmentação relativa (Cluster fragmentação relativa, Figura 13) compara todos os ambientes de ecossistemas entre si, deixando evidente que nos últimos 35 anos, os ecossistemas que ocupam a menor área do município, sofreram um maior impacto de fragmentação proporcional às suas áreas. O efeito deletério deste fato torna-se uma preocupação para qualidade ambiental. Entendo

qualidade ambiental de forma ampla como o conjunto de propriedades e características do ambiente, generalizada ou local, que afeta tanto o ser humano como outros seres não-humanos destes ambientes.

De acordo com Ministério do Meio Ambiente a fragmentação dos ecossistemas reflete diretamente sobre as perdas de condições específicas para uma espécie ou para toda uma comunidade multiespecífica. Os efeitos influenciam negativamente a biodiversidade, em especial as espécies raras e endêmicas do local, criando habitats prazos em larga escala. Além disso, os efeitos deletérios da fragmentação afetam integralmente a vida local e a perda de na qualidade ambiental de toda comunidade humana e não-humana (BRASIL, 2003).

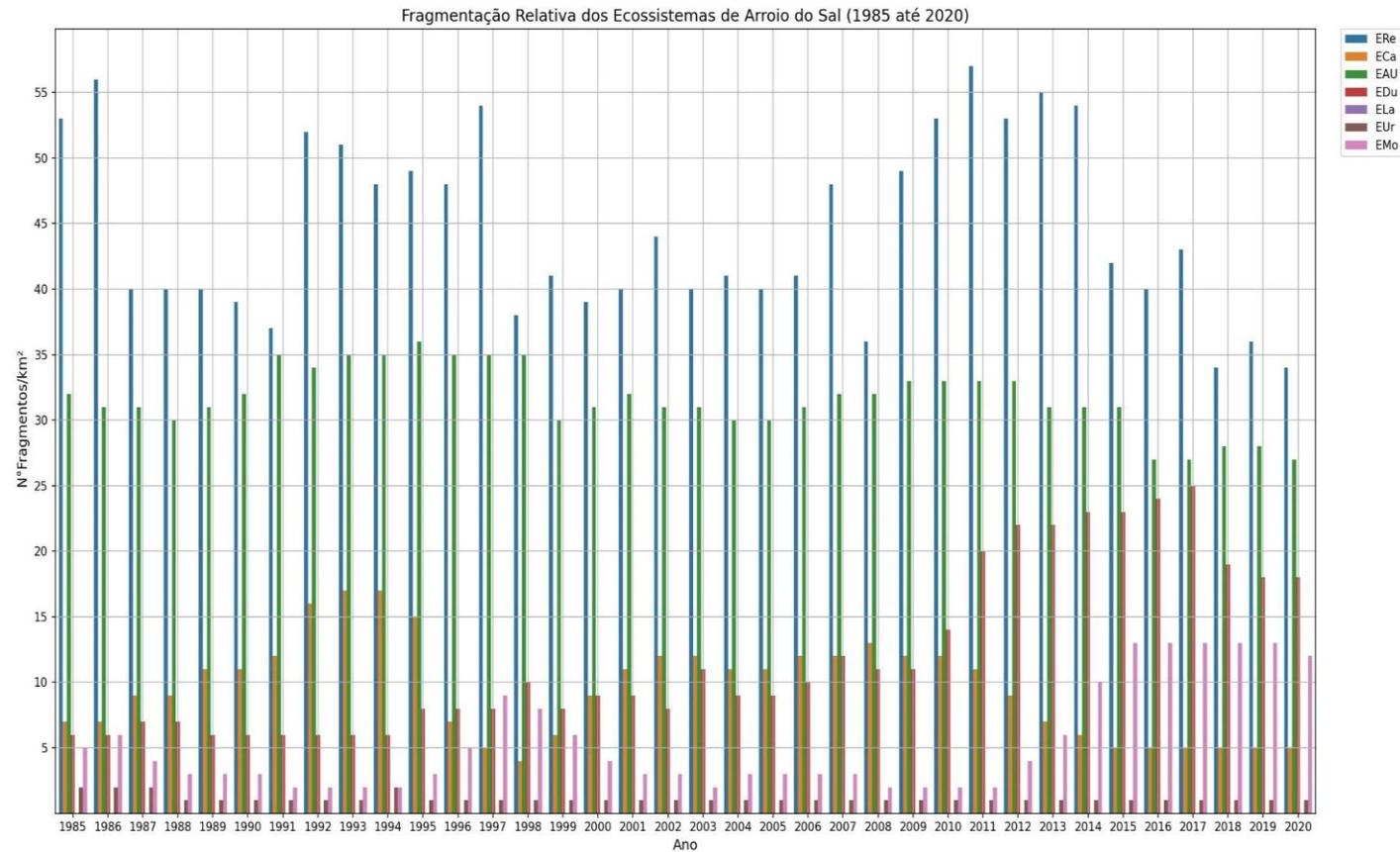
Figura 12 - Área dos Ecossistemas de Arroio do Sal



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Legenda: (Eca) = Ecosistema Campo, (EMo) = Ecosistema de Mosaico, (ELa) = Ecosistema Lagunar, (EUr) = Ecosistema Área Urbanizada, (EAU) = Ecosistema Áreas Úmidas, (ERe) = Ecosistema Restinga, (EDu) = Ecosistema Dunas

Figura 13 - Fragmentação Relativa dos Ecossistemas de Arroio do Sal



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Legenda: (ECa)Ecosistema Campo, (EMo) = Ecosistema de Mosaico, (ELa) = Ecosistema Lagunar, (EUr) = Ecosistema Área Urbanizada, (EAU) = Ecosistema Áreas Úmidas, (ERe) = Ecosistema Restinga, (EDu) = Ecosistema Dunas

Figura 14 - Ecossistema de Campo



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Figura 15 - Ecossistema de Mosaico



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Figura 16 - Ecossistema Lagunar



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Figura 17 - Ecossistema Urbano



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Figura 18 - Ecossistema Área úmida



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Figura 19 - Ecossistema de Restinga



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Figura 20 - Ecossistema de Dunas



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

A Figura 21 (fragmentação dos ambientes mais afetados) demonstra a periodicidade da fragmentação relativa dos ambientes mais afetados. O gráfico y, a dinâmica sazonal total da área destes ambientes. Nos resultados de sazonalidade interanual, as oscilações mais acentuadas na fragmentação das unidades ambientais de ecossistemas obedecem à seguinte ordem: ERe, EDu e EAU.

Nos ecossistemas de restinga a sazonalidade interanual oscila frequentemente ao longo do tempo, a oscilação ora é positiva ora é negativa. Esse fato pode até ser interpretado como uma perda destas áreas quando a sazonalidade é negativa, ao mesmo tempo, a sazonalidade positiva pode não representar a regeneração destas áreas de floresta nativa.

Conforme o API de dados agregados do IBGE, de 2013 a 2020, as áreas de hectares de Silvicultura (Pinus, Eucaliptos e outras espécies) majoritariamente se ampliaram no município durante esse período, o que pode influenciar diretamente na detecção das áreas das florestas de restinga (BRASIL, 2023a).

Esse fato pode ser explicado pelo “paradoxo do verde”, como apontou o pesquisador da Universidade da Califórnia Gareth Doherty. O autor explica que a aquisição feita por determinados sistemas sensores gera um resposta espectral em relação a absorção das bandas eletromagnéticas do vermelho pela clorofila presente nas folhas das plantas, porém não necessariamente é uma informação detalhada

qualitativamente sobre o tipo de cobertura vegetal presente na área de estudos. Isto pode confundir a interpretação.

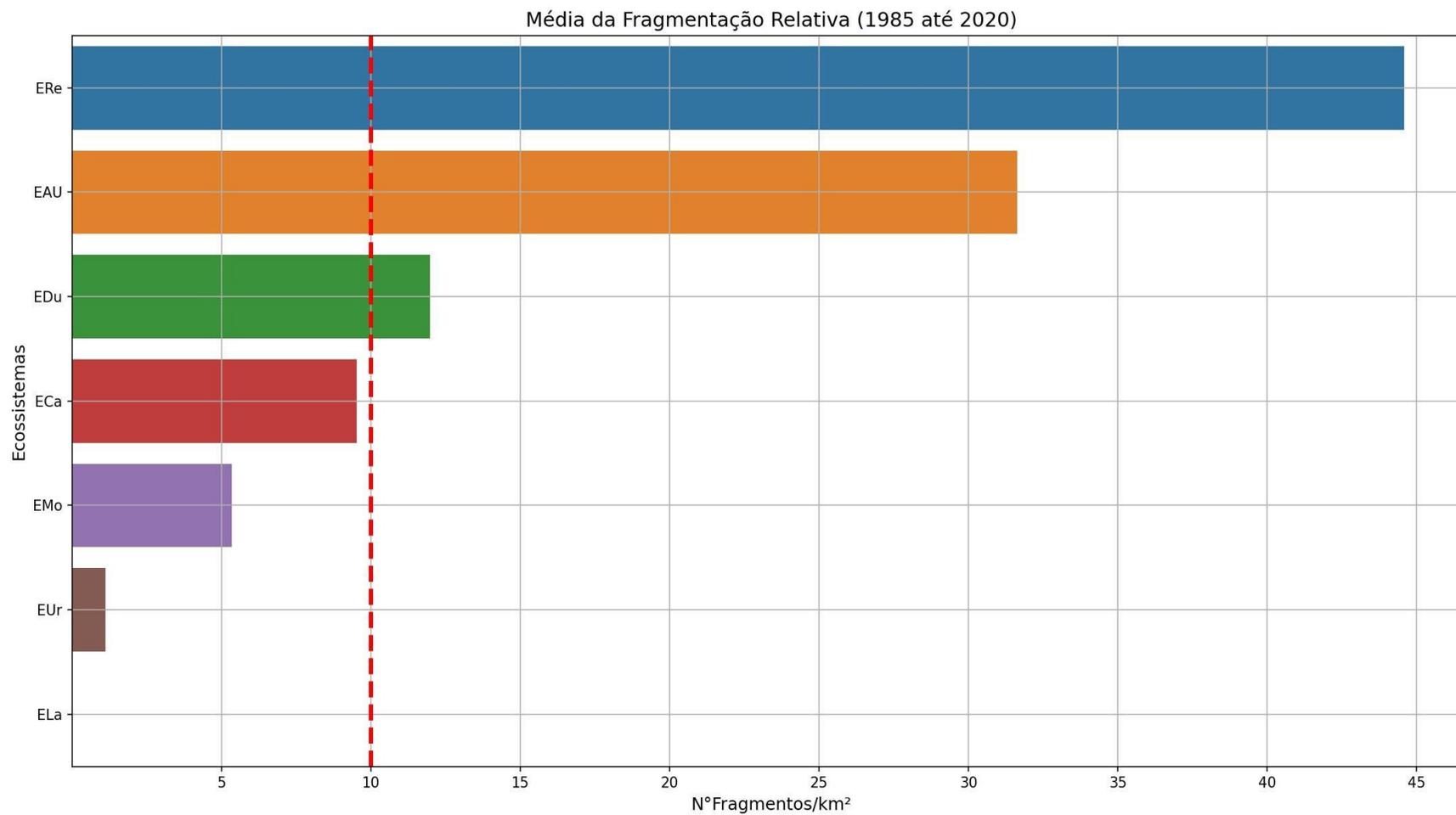
No trabalho de campo observamos áreas com sistemas de silvicultura controlados ao mesmo tempo que um processo de dispersão descontrolada de pinus que se misturam à paisagem com vegetação nativa. Essa relação entre a limitação da detecção e a dispersão descontrolada de espécies como o pinus tem o potencial de disfarçar a proporção dessa perda das áreas de ecossistemas de restinga que representam menos de 10 km² dos 120 de área total do município.

Quanto aos outros dois ecossistemas de dunas e de áreas úmidas os desafios estão ligados à interação e às dinâmicas entre estes e os outros ecossistemas. No caso, dos ecossistemas de áreas úmidas, o recrudescimento dos efeitos deletérios de fragmentação estão ligados diretamente à expansão do ecossistema de mosaico e de campo. Estes dois últimos sofrem alterações antropogênicas mais constantes para atender às demandas imediatas de uso como as práticas agrícolas. Os ecossistemas de Dunas por sua vez foram e seguem sendo afetados pelas tensões dos processos de urbanização na sua ampliação e pelo fenômeno do veraneio que concentra um grande fluxo de pessoas nessas áreas que ocorrem próximas ao mar.

A área total desses ecossistemas corresponde a aproximadamente 20 km² da área total do município. O resultado do comportamento sazonal da área total de cada uma das unidades ambientais demonstrou que: a área do ecossistema de dunas foi a mais oscilante, o que provavelmente indica o reflexo direto da contiguidade com urbanização como destacamos anteriormente; seguida pelo ecossistema de restinga que tem uma oscilação regular; e por fim, o ecossistemas de áreas úmidas que oscilou na maioria das vezes negativamente (Figura 22).

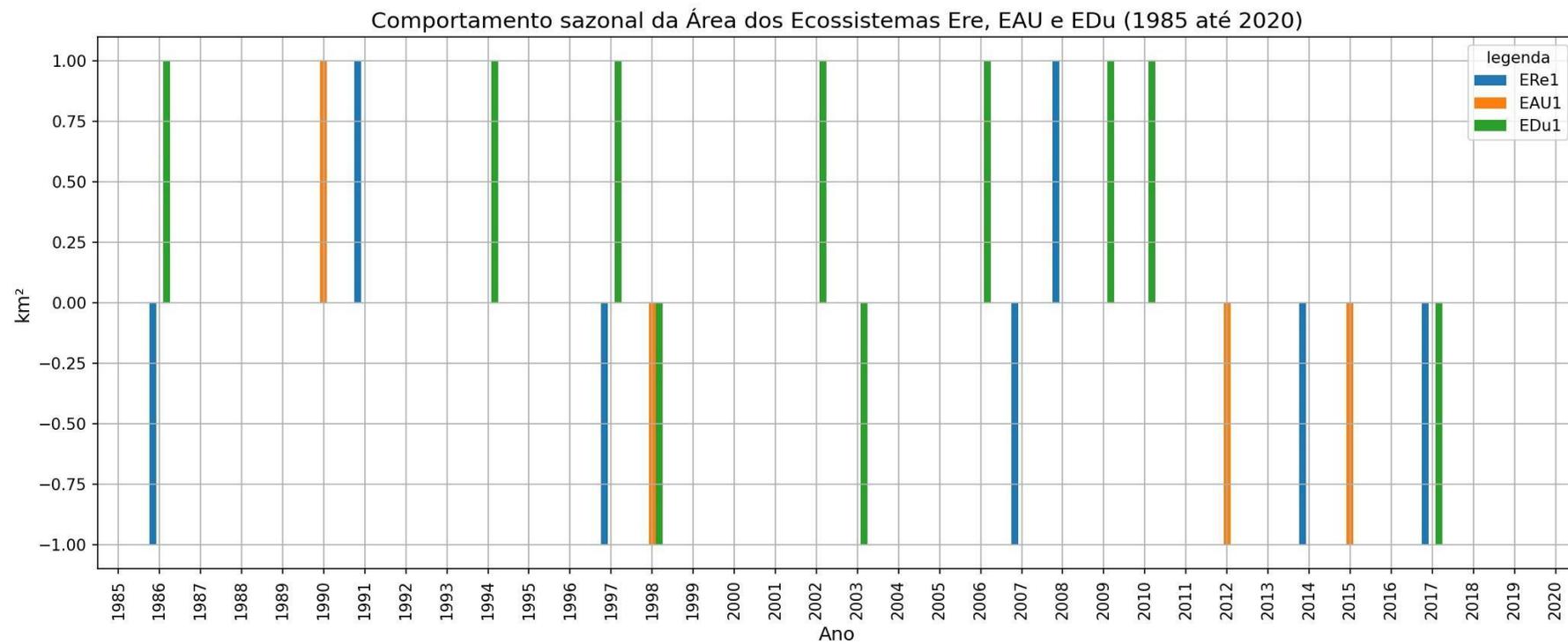
O gráfico representando na Figura 23 reforça a ênfase da fragmentação por meio das médias do número total de fragmentos de cada unidade de análise. O objetivo dessa interpretação é chamar atenção para o nível de tensão ao qual estão submetidos estes ecossistemas. Em linhas gerais, os resultados desta parte tentam dar conta de verificar o comportamento das áreas destes ecossistemas que foram identificados como as unidades ambientais mais afetadas pela fragmentação, um padrão de repetição, dito de outra forma um padrão na frequência das mudanças.

Figura 21 - Fragmentação relativa média das unidades de ecossistemas



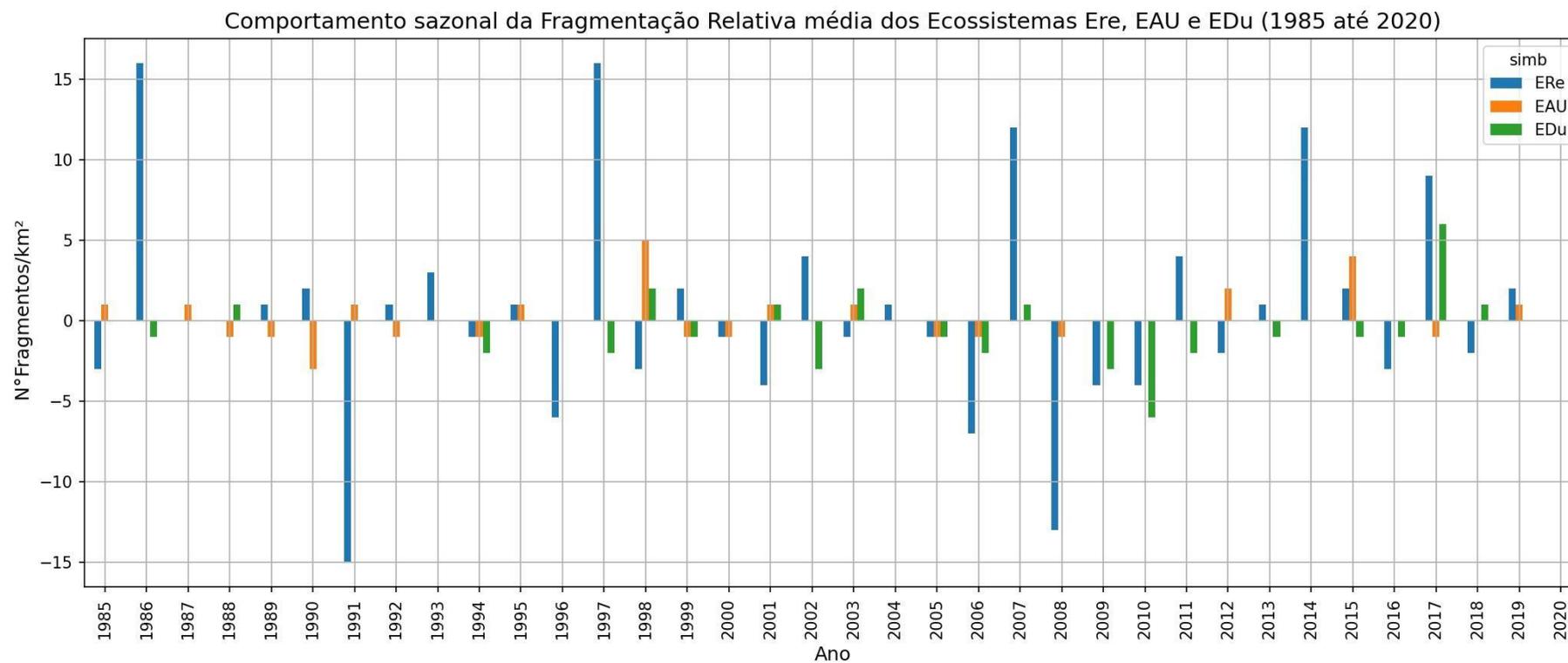
Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Figura 22 - Comportamento sazonal da área das unidades ambientais de Ecossistemas



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Figura 23 - Comportamento Sazonal da fragmentação relativa das unidades ambientais de ecossistemas



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Uma outra interpretação possível dessas análises que gostaríamos de discutir pode ser compreendida com a resposta da seguinte questão: o que leva à fragmentação dos ecossistemas? Nos encorajamos a responder que um dos principais motivos da fragmentação dos ecossistemas seja as relações de poder moderno colonial, porque a fragmentação é resultado da maneira como a sociedade humana se organiza e pela forma como essa organização social reconhece os ambientes. O discernimento, quase que exclusivamente, dá-se pelo viés da utilidade do ambiente como recurso de valor. Em muitos casos, a fragmentação é causada pela ação de grupos ou indivíduos que detêm o poder e buscam maximizar seus próprios interesses.

O caso do uso da terra pela Silvicultura pode ser tomado como um exemplo. Segundo o professor do Instituto de Biociências da UFRGS, Paulo Brack⁴², os riscos ambientais dessas áreas de monocultivo não podem ser eficientemente minimizados. Brack adverte que os impactos ambientais podem ser desde as mudanças bruscas na paisagem das comunidades locais, como as barreiras à fauna, alteração do ciclo hidrológico, redução de mananciais hídricos, destruição do banco de sementes de espécies vegetais nativas do solo, erosão, fragmentação espacial de ecossistemas, entre outras questões (BRACK, 2007).

Estes sistemas comerciais, ditos “modernos”, nos valendo das palavras de Brack (2007), cultivam espécies majoritariamente exóticas, - no caso de Arroio do Sal, pinus e eucalipto - geneticamente idênticas, apresentando uma diversidade biológica praticamente ausente. A resina, celulose, madeira e outros derivados, são benefícios destes sistemas e estão envolvidos em um gama de problemáticas (listadas acima), incluindo a maneira como os projetos são dimensionados em grande escala e o discurso no qual se amparam, de “florestamento” e “reflorestamento”, que contraria a própria noção de floresta, pois se opõem a elementos básicos dos sistemas naturais complexos (BRACK, 2007). Ao passo que a silvicultura objetiva a lucratividade, seus benefícios são individualizados, no entanto os danos ambientais, por sua complexidade, são inevitavelmente coletivos.

42 notas do texto referenciado, adaptado por Cassio Rabuske da Silva em “Os grandes projetos de silvicultura e o choque de indigestão na área ambiental do estado do RS”, capítulo do livro Políticas Públicas em Biodiversidade no Rio Grande do Sul (no prelo), parte do acervo do grupo de extensão da UFRGS, Viveiros Comunitários.

Mesmo que as causas colaterais gerem prejuízos coletivos à qualidade ambiental para humanos e não-humanos, incluindo toda extensão onde vivem e organizam seus modos de vida, quem detém o poder de decidir sobre o território, baseados em uma lógica econômica, agem com inabilidade à ideia de recuar, transformar ou evitar tais ações.

Um outro exemplo é o reflexo da própria expansão da área urbana municipal, que altera a estrutura da matriz de cobertura da terra e se sobrepõe aos outros ecossistemas para acomodar seus munícipes. No entanto, diante do aumento expressivo da demanda de uso, os atores envolvidos na gestão do ecossistema urbano não se eximem de reconduzir os interesses à lógica do mercado imobiliário. De acordo com o Eduardo Luis Ruppenthal⁴³, em artigo escrito para o Sul21, os efeitos da ação do mercado imobiliário tem provocado respostas populares como a luta pelo direito constitucional à moradia. O professor explica que esta reivindicação é resultado da falta de políticas públicas habitacionais e da especulação imobiliária, que têm tensionado as populações de baixo poder aquisitivo que vivem em condições de moradias subalternizadas. A razão que inflama a situação é a ávida disputa pela ocupação do território. O caso se refere ao município de Osório que, assim como Arroio do Sal, faz parte da Aglomeração Urbana do Litoral Norte.

Segundo dados do Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul, o município de Arroio do Sal, tem uma das taxas de urbanização mais altas proporcionalmente a sua dimensão territorial. Mesmo não estando incluso entre os maiores municípios, como no caso de Osório, com a população de 10.279 habitantes, em uma área de aproximadamente 120 km², Arroio do Sal tem uma densidade demográfica alta atingindo 86,26 habitantes por km² e um taxa de urbanização de 97,02%. É digno de nota, frisar que, como parte da aglomeração urbana do litoral norte, o município também movimenta seus interesses, priorizando principalmente a economia baseada nas atividades do turismo e das relações comerciais associadas (ATLAS SOCIOECONÔMICO RIO GRANDE DO SUL, 2022).

A vilegiatura marítima que movimenta massas cidadinas em busca de momentos de desfrute e lazer junto ao mar está vinculada ao chamado “turismo

43 “Vila Verde: a luta pelo direito à moradia no Litoral Norte.” Eduardo Luis Ruppenthal Professor da rede pública estadual, biólogo, especialista em Meio Ambiente e Biodiversidade (UERGS), mestre em Desenvolvimento Rural (PGDR-UFRGS), militante do coletivo Alicerce e da Setorial Ecosocialista do PSOL/RS.

residencial”, ou à modalidade turística da “segunda residência”. Segundo Maria L. M. Clementino, esse fenômeno provavelmente se associa às operações imobiliárias, como uma atividade econômica que se dedica à urbanização, construção e venda de imóveis turísticos-residenciais, que não compõem necessariamente o setor hoteleiro tradicional; e cujo público-alvo os utilizam como alojamento para veranejar ou residir, e que respondem a novas formas de mobilidade e residência (CLEMENTINO, 2012).

Adiante seguiremos com a última etapa apresentando uma especulação de cenários para os próximos anos para reconhecer os desafios de um futuro próximo.

6.3 Cenário III: antecipação e modelagem

6.3.1 Previsão

No terceiro cenário, apresentaremos uma leitura geral partindo das informações históricas de 1985 até a projeção de cenários em 2055. No MOLUSCE, analisamos as mudanças no uso da terra e identificando as áreas que sofreram variação no tempo. O resultado foi baseado nas análises das 35 imagens referentes ao período de 1985 a 2020.

No MOLUSCE, cada pixel é rotulado com sua classe de uso da terra correspondente. No total foram analisadas e comparadas 7 unidades ambientais: áreas úmidas, campo, dunas, lagoa, mosaico e restinga. Cabe, aqui, algumas considerações sobre as limitações do conjunto de dados de entrada e da análise MOLUSCE para previsão de mudanças de uso do solo:

1. Dependência dos dados de entrada (*input*): consideramos que para previsões mais precisas seja necessário trabalhar com outros dados além dos valores médios anuais de área de uso e cobertura.
2. Limitação de resolução espacial: O MOLUSCE é limitado pela resolução espacial dos dados de entrada. Se a resolução espacial for muito baixa, o modelo pode não ser capaz de capturar as características importantes do uso do solo e, portanto, produzir previsões imprecisas. A coleção MAPBIOMAS 6 trabalha com imagens das coleções Landsat que tem a resolução espacial 30x30m.
3. Limitação de representatividade: O MOLUSCE é baseado em um conjunto limitado de dados de entrada, o que pode não ser representativo de todas as

áreas geográficas. Isso pode levar a previsões imprecisas para áreas onde os dados de entrada são diferentes do conjunto de dados de treinamento.

Dito isso, focaremos em apresentar especialmente os resultados das previsões visto que anteriormente exploramos várias facetas dos dados históricos. Em todo caso, reunimos e tabulamos toda a série temporal, ilustradas na Figura 24, para assegurar uma visão geral dos resultados e uma compreensão completa da análise. Em linhas gerais os resultados previstos indicam variações dos ganhos e perdas em todas as Classes.

Contudo, o que nos chama atenção são: os comportamentos do ecossistema da área urbana que, ao que tudo indica, podem continuar crescendo até 2055, mesmo que neste os registros projetados indiquem uma pequena retração; a propensão dos ecossistema de mosaico, que também apresenta um crescimento, que pode se dizer, inversamente proporcional, se comparada aos ecossistemas de campo; e a inclinação de crescimento das áreas de ecossistemas de dunas entre 2040 e 2055.

Em certa medida, os resultados indicam que as áreas sob pressão, apontadas ainda no cenário anterior, não se projetam no sentido de transformações consideráveis que nos ajude a reconhecer uma reversão da situação.

Estas informações podem ser valiosas para planejamento de ações em nível local diante da compreensão dos padrões e comportamentos de mudança nas unidades ambientais analisadas. Talvez, com alguma sorte, possamos creditar este esforço como uma reunião de pistas que contribuam para pensar inclusive um futuro próximo, tendo em vista, por exemplo, questões globais relativas às instabilidades no climática.

Segundo o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas - IPCC⁴⁴, os ecossistemas costeiros serão afetados pelo aquecimento do oceano, incluindo ondas de calor marinhas intensificadas, acidificação, perda de oxigênio, intrusão de salinidade e aumento do nível do mar, combinados com efeitos adversos das atividades humanas sobre o oceano e o ambiente terrestre. Já são observados impactos nas áreas de habitat e na biodiversidade, bem como no funcionamento e serviços ecossistêmicos, assim como também demonstramos na seção anterior.

44 O Oceano e a Criosfera em um Clima em Mudança (PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA, 2019).

Figura 24 - Quadro histórico de mudanças de uso e cobertura de 1985 - 2020, e previsão de mudanças de 2020 - 2055

Histórico e Predição <i>Modules for Land Use Change - MOLUSCE (1985-2050)</i>								
Categorização dos Ecossistemas	Tipologia	Área em km ²		Varição Absoluta	Percentual (%)		Varição Percentual	Indicador de Mudança
Classe	Nível	1985	1990	Δ	1985	1990	Δ	
1 - Restinga	Cobertura	2.37	3.17	0.80	2.02	2.71	0.68	
2 - Campo	Cobertura e Uso	26.71	21.00	-5.71	22.90	18.00	-4.89	
3 - Áreas Úmidas	Cobertura	7.76	7.04	-0.72	6.65	6.03	-0.61	
4 - Dunas	Cobertura	9.48	8.61	-0.87	8.12	7.37	-0.74	
5 - Lagoa	Cobertura	20.74	20.57	-0.17	17.77	17.63	-0.14	
6 - Área Urbana	Uso	9.09	10.30	1.21	7.9	8.82	1.03	
7 - Mosaico	Uso	40.50	45.96	5.46	34.71	39.39	4.67	
Classe	Nível	1990	2000	Δ	1990	2000	Δ	Δ
1 - Restinga	Cobertura	3.17	3.20	0.04	2.71	2.74	0.03	
2 - Campo	Cobertura e Uso	21.00	25.70	4.70	18.00	22.03	4.03	
3 - Áreas Úmidas	Cobertura	7.04	7.32	0.28	6.03	6.27	0.23	
4 - Dunas	Cobertura	8.60	7.39	-1.21	7.37	6.33	-1.03	
5 - Lagoa	Cobertura	20.57	20.27	-0.31	17.63	17.37	-0.26	
6 - Área Urbana	Uso	10.30	11.27	0.97	8.83	9.66	0.83	
7 - Mosaico	Uso	45.96	41.48	-4.48	39.39	35.56	-3.83	
Classe	Nível	2000	2010	Δ	2000	2010	Δ	Δ
1 - Restinga	Cobertura	3.20	3.58	0.38	2.74	3.06	0.32	
2 - Campo	Cobertura e Uso	25.70	18.23	-7.47	22.03	15.63	-6.40	
3 - Áreas Úmidas	Cobertura	7.32	7.76	0.44	6.27	6.65	0.37	
4 - Dunas	Cobertura	7.37	5.51	-1.86	6.32	4.72	-1.59	
5 - Lagoa	Cobertura	20.27	20.13	-0.14	17.37	17.26	-0.11	
6 - Área Urbana	Uso	11.28	11.68	0.40	9.66	10.01	0.34	
7 - Mosaico	Uso	41.48	49.73	8.25	35.56	42.64	7.07	
Classe	Nível	2010	2020	Δ	2010	2020	Δ	Δ
1 - Restinga	Cobertura	3.58	5.52	1.94	3.06	4.73	1.66	
2 - Campo	Cobertura e Uso	18.23	36.64	18.40	15.63	31.41	15.77	
3 - Áreas Úmidas	Cobertura	7.76	9.55	1.79	8.18	8.18	1.53	
4 - Dunas	Cobertura	5.52	5.36	-0.15	4.59	4.59	-0.13	
5 - Lagoa	Cobertura	20.13	20.12	-0.01	17.26	17.24	-0.01	
6 - Área Urbana	Uso	11.68	11.83	0.16	10.14	10.14	0.13	
7 - Mosaico	Uso	49.73	27.61	-22.12	42.63	23.67	-18.96	
Classe	Nível	2000	2020	Δ	2000	2020	Δ	Δ
1 - Restinga	Cobertura	3.20	5.52	2.31	2.74	4.73	1.98	
2 - Campo	Cobertura e Uso	25.70	36.64	10.93	22.03	31.41	9.37	
3 - Áreas Úmidas	Cobertura	7.32	9.55	2.23	6.27	8.18	1.91	
4 - Dunas	Cobertura	7.38	5.36	-2.02	6.32	4.59	-1.72	
5 - Lagoa	Cobertura	20.27	20.12	-0.15	17.24	17.24	-0.13	
6 - Área Urbana	Uso	11.28	11.83	0.56	9.66	10.14	0.47	
7 - Mosaico	Uso	41.48	27.61	-13.87	35.56	23.67	-11.88	

Classe	Nível	1990	2020	Δ	1990	2020	Δ	Δ
1 - Restinga	Cobertura	3.17	5.52	2.35	2.71	4.73	2.01	
2 - Campo	Cobertura e Uso	21.00	36.64	15.64	18.00	31.41	13.40	
3 - Áreas Úmidas	Cobertura	7.04	9.55	2.51	6.03	8.18	2.15	
4 - Dunas	Cobertura	8.60	5.37	-3.22	7.36	4.60	-2.76	
5 - Lagoa	Cobertura	20.57	20.12	-0.46	17.63	17.24	-0.39	
6 - Área Urbana	Uso	10.30	11.83	1.53	8.83	10.14	1.31	
7 - Mosaico	Uso	45.95	27.61	-18.34	39.40	23.67	-15.72	
Classe	Nível	2020	2030	Δ	2020	2030	Δ	Δ
1 - Restinga	Cobertura	5.52	5.78	0.26	4.73	4.95	0.22	
2 - Campo	Cobertura e Uso	36.64	42.07	5.43	31.40	36.06	4.65	
3 - Áreas Úmidas	Cobertura	9.55	10.71	1.16	8.18	9.18	0.99	
4 - Dunas	Cobertura	5.38	4.94	-0.43	4.60	4.23	-0.37	
5 - Lagoa	Cobertura	20.12	19.78	-0.34	17.24	16.95	-0.29	
6 - Área Urbana	Uso	11.84	11.64	-0.19	10.14	9.98	-0.16	
7 - Mosaico	Uso	27.61	21.72	-5.89	23.67	18.62	-5.05	
Classe	Nível	2030	2040	Δ	2030	2040	Δ	Δ
1 - Restinga	Cobertura	5.78	5.02	-0.76	4.95	4.30	-0.65	
2 - Campo	Cobertura e Uso	42.07	36.60	-5.47	36.06	31.37	-4.68	
3 - Áreas Úmidas	Cobertura	10.71	9.98	-0.73	9.18	8.55	-0.62	
4 - Dunas	Cobertura	4.94	5.33	0.39	4.23	4.57	0.33	
5 - Lagoa	Cobertura	19.78	20.04	0.27	16.95	17.18	0.22	
6 - Área Urbana	Uso	11.64	12.22	0.58	9.98	10.47	0.49	
7 - Mosaico	Uso	21.72	27.46	5.73	18.62	23.53	4.91	
Classe	Nível	2040	2050	Δ	2040	2050	Δ	Δ
1 - Restinga	Cobertura	5.02	5.42	0.40	4.30	4.64	0.34	
2 - Campo	Cobertura e Uso	36.60	36.75	0.15	31.37	31.50	0.12	
3 - Áreas Úmidas	Cobertura	9.98	9.39	-0.59	8.55	8.04	-0.50	
4 - Dunas	Cobertura	5.33	4.89	-0.44	4.57	4.19	-0.37	
5 - Lagoa	Cobertura	20.04	19.98	-0.06	17.18	17.12	-0.05	
6 - Área Urbana	Uso	12.22	12.78	0.56	10.47	10.95	0.48	
7 - Mosaico	Uso	27.46	27.44	-0.02	23.53	23.52	-0.01	
Classe	Nível	2050	2055	Δ	2050	2055	Δ	Δ
1 - Restinga	Cobertura	5.42	5.79	0.37	4.64	4.95	0.31	
2 - Campo	Cobertura e Uso	36.75	36.43	-0.32	31.50	31.23	-0.27	
3 - Áreas Úmidas	Cobertura	9.39	9.44	0.06	8.04	8.09	0.05	
4 - Dunas	Cobertura	4.89	5.36	0.47	4.19	4.59	0.39	
5 - Lagoa	Cobertura	19.98	20.09	0.11	17.12	17.22	0.09	
6 - Área Urbana	Uso	12.78	11.92	-0.86	10.95	10.22	-0.73	
7 - Mosaico	Uso	27.44	27.61	0.17	23.52	23.66	0.14	
	variação de delta > 0 (maior que zero)							
	variação de delta que < 0 > -1 (maior que zero menor que menos um)							
	variação de delta < -1 (menor que menos um)							

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Ao que podemos interpretar do somatório acumulativo das décadas, de maneira comedida, a previsão para os próximos 35 anos, a partir de 2020 até 2055, indica alterações que variam de -0,73% nas áreas de mosaico e de 0.22% referente às áreas de floresta de restinga. Estes são os extremos entre negativo e positivo que refletem as perdas e os ganhos nas áreas, respectivamente. O somatório decenal neste mesmo intervalo para as classes de dunas (-0.02%), lagoa (-0,03%) e áreas úmidas (-0,08%) demonstram um tênue decréscimo para estas áreas. A área urbana com marca de 0,08% indica manter-se no sentido crescente.

Vislumbrando este cenário para 2055 isoladamente, somos suscetíveis a considerar que Arroio do Sal não venha ter suas questões ambientais recrudescidas. Embora essa premissa seja possível, talvez, não seja provável. Conjugando perspectiva entre estas projeções e o contexto de interesse de desenvolvimento socioeconômico dos cenários anteriores - o fomento à vilegiatura sazonais, a especulação imobiliária, as tendências de aumento demográfico que demandam aporte da infraestrutura urbana, entre outros – levando em conta o histórico demográfico e socioeconômico, há indícios de que possa haver, nos próximos anos, um potencial aumento na demanda de uso e conseqüentemente de transformações sobre a cobertura. É uma questão de estratégia de prioridades, de como e quais medidas podem ser adotadas para (re)conduzir as próximas décadas orientadas (ou não) pela preocupação ambiental local em consonância com global.

A capacidade de antecipar o futuro pode ser vista como uma oportunidade de transformar de maneira consciente o que está por vir. A previsão nos ajuda lidar com o presente, nos situa diante dos acontecimentos observáveis ligando este momento ao próximo, como no encaixe em uma colcha de retalhos ou nas tessituras de uma rede. Segundo Will Steffen o que torna este momento diferente daqueles do passado[...] é o caráter global do problema - a atividade humana em qualquer lugar (*anywhere*) afeta todos os lugares (*everywhere*) por meio de mudanças sistêmicas. As mudanças do passado afetavam substancialmente a condição do ambiente em localidades específicas. Mas agora afetam fluxos biogeoquímicos em escala global, ameaçando o funcionamento do sistema terra como um todo de formas ainda não completamente compreendidas, o que acarreta maiores chances de surpresas (STEFFEN, 2005. p 131).

A ideia de “novo global”, trata de situar as questões em uma rede de interações, sem perder de vista que, imediatamente, estamos vinculados a determinado ambiente geográfico e, inescapavelmente, vinculados a diversos outros ambientes. Tomar esta proposição como pressuposto nos coloca diante de limitações e implicações de responsabilidade que devem ser conjugadas no tempo e no espaço para não cair nas impossibilidades do contexto, mas ao contrário disso, para nos permitir dimensionar, situar de maneira contundente as problemáticas ambientais.

Os cenários apresentados mesmo com as limitações da análise nos indicam que as mudanças no uso e cobertura da terra são um parâmetro importante para avaliar as nossas ações no sistema terrestre. Apesar disso, reconhecemos que

análise torna-se ainda mais robusta ao considerar a perspectiva dos contexto e das tendências socioeconômicas de desenvolvimento local e global que situam, quase que de maneira imperativa, a necessidade de avaliar cautelosamente o fato de estarmos mantendo nossas ações nas zonas de incerteza dos limites planetários.

Para finalizar os resultados, apresentaremos a representação visual dos ecossistemas de Arroio do Sal e os respectivos serviços ecossistêmicos. O esforço consiste em identificar a distribuição espacial desses ambientes no contexto municipal. Através dessa linguagem de representação espacial apresentamos aspectos fundamentais que qualificam os ecossistemas, os benefícios atrelados a eles. Ao fim, discutiremos os sobre os “*tipping-point*” implicados nesta análise.

6.3.2 Representação Visual dos Serviços Ecossistêmicos em Arroio do Sal: entre o local e o global

Como fechamento dos resultados, elaboramos a representação dos ecossistemas através da interpretação da relação do uso e da cobertura, qualificada na síntese dos cenários; identificamos os potenciais serviços ecossistêmicos relacionados a cada ecossistema em acordo com a proposição de classificação do MEA (2005) (Figura 25).

Figura 25 - Qualificação dos serviços ecossistêmicos

Categoria	Definição	Exemplo
Serviços Culturais	São os benefícios intangíveis fornecidos pela natureza	recreação, educacional, religiosa ou estético-paisagística (beleza cênica), turística.
Serviços de Provisão	Aportam benefícios por meio dos bens naturais.	alimento, água doce, fibras, madeiras, entre outros.
Serviços de Regulação	são identificados com os benefícios obtidos a partir de processos naturais que regulam as condições ambientais.	Incluem-se aqui a absorção de CO ₂ no processo de fotossíntese pelas florestas; o controle do clima; a polinização de plantas; controle biológico de doenças e pragas; prevenção de contaminação do solo e águas, entre outros.
Serviços de Suporte	refere-se aos processos que habilitam a disponibilidade de manutenção da sociedade.	a formação do solo na zona costeira para o desenvolvimento de outros processos ecológicos, áreas para o habitat de fauna e flora.

Fonte: adaptado do MEA (2005).

Os critérios de classificação atribuídos às unidades ambientais, conforme Figura 8, estão divididos nas seguintes categorias: Areal, Praia e Dunas; Áreas úmidas; Campos; Oceânica e Lagunar; e Florestas, reclassificadas a partir das camadas *raster* de informações da coleção MAPBIOMAS 6 (2021).

Para análise e discussão da representação, levamos em conta a dinâmica espaço/tempo, a síntese das considerações dos cenários anteriores e, sobretudo, a tentativa crítica de reconhecer a perspectiva geográfica do ambiente entrelaçado aos serviços ecossistêmicos. Nesta perspectiva, versaremos as próximas páginas destacando estes elementos, apresentando uma espacialização dos ecossistemas em Arroio do Sal; destacando principalmente 4 ecossistemas (dunas, campo, restinga e áreas úmidas) para abarcar algumas das principais funções ecológicas que contribuem a diretamente à vida humana como encaminhamentos finais deste trabalho de investigação.

Como mencionamos anteriormente, a proposta conceitual acerca dos serviços ecossistêmicos enquanto interface política-ciência representa um momento recente

da discussão. A decisão IPBES-2/4, marca o reconhecimento da necessidade de um debate crítico e amplo, com o compromisso de incluir de outras perspectivas de visão de mundo (INTERGOVERNMENTAL SCIENCE-POLICY PLATFORM ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES, 2013).

A mercantilização e a ênfase de soluções baseadas no mercado são insuficientes para dar conta do debate porque, nos termos de J. Moore, tomam a “natureza barata” como forma de reduzi-la apenas a recursos naturais. Neste sentido a proposta desta pesquisa tentou oferecer uma contribuição crítica, a partir da Geografia, considerando o ambiente como uma dimensão operacional do espaço geográfico, de maneira a reconhecer uma conexão com os serviços ecossistêmicos.

Os serviços dos ecossistemas, que correspondem aos benefícios oriundos das funções ecológicas dos ecossistemas, são elementos imanentes à conjunção complexa e conflituosa da naturalização social e da socialização da natureza. A ação de transfiguração da natureza admite a produção do ambiente, este conceito atua como a chave interpretativa na interface das problemáticas ambientais e o espaço geográfico. A proposta não desvincula as relações socioeconômicas da degradação e dos impactos causados pela ação de transfiguração que produzem o ambiente. A partir desses pressupostos, o ambiente foi a chave interpretativa central para a leitura espacial dos ecossistemas em Arroio do Sal.

A conjugação destas perspectivas entre ambiente e SE ofereceu uma análise consistente de tripla perspectiva: a partir da relação de interação natural/social; da possibilidade de marcar a dinâmica espaço-temporal; e a partir da relação da escalabilidade analítica (entre Arroio do Sal e o global). A união da tríade analítica dá como bônus a compreensão ampliada da espacialização dos ecossistemas de Arroio do Sal, conforme o mapa temático abaixo (Figura 26).

Figura 26 - Ecossistemas do Município de Arroio do Sal



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Na sequência, apresentaremos 4 representações visuais dos ecossistemas para, em seguida, a partir do uso e cobertura, identificar a distribuição espacial dos ambientes de ecossistemas e destrinchar seus benefícios, conjugando perspectivas de outros campos do conhecimento. Por fim discutiremos as problemáticas ambientais imbuídas nesta interface entre ambiente geográfico e serviços ecossistêmicos.

6.3.2.1 Ecossistemas de Áreas Úmidas

De acordo com o estabelecido pela Convenção Ramsar sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional (RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT, 2013), os ecossistemas de áreas úmidas ou zonas úmidas são áreas de interface entre ambientes terrestres e aquáticos, costeiros ou continentais, que permanecem cobertas por água de forma permanente ou são periodicamente inundados ou alagados. Estes ecossistemas incluem áreas como pântanos, brejos, manguezais, deltas, entre outros. Podem ser ambientes naturais ou artificiais. As águas podem ser

doces, salobras ou salgadas, onde coabitam variedades de comunidades de plantas e animais adaptados à sua dinâmica hídrica.

Entre as principais características destes ecossistemas, destacamos a diversidade biológica e a sua função de habitat ou ponto de parada das rotas migratórias de animais. Além de sua importância ecológica, as áreas úmidas também oferecem uma série de serviços ecossistêmicos dos quais nos beneficiamos, como a purificação da água, a regulação do clima, o fornecimento de alimentos e materiais de construção, entre outros. No entanto, os processos de transformação antropogênicos como a urbanização, a construção de barragens, a poluição, entre outros, ameaçam a integridade e a capacidade de manutenção e regeneração desses ambientes.

No caso de Arroio do Sal, as áreas de Campo Alagado e Área Pantanosa (ND 11) pela coleção MAPBIOMAS 6 foram reclassificadas e estabelecidas como Áreas Úmidas, conforme a Figura 27 abaixo. A formação destes ambientes indica áreas onde o lençol freático está muito próximo ou pouco acima da superfície do terreno e que, no caso de Arroio do Sal, está relacionado aos aspectos da sua constituição geomorfológica.

De acordo com Tomazelli e colaboradores (2003), Arroio do Sal faz parte do sistema laguna barreira IV, que compõe o conjunto de sistemas deposicionais sedimentares da Planície Costeira. O sistema laguna barreira é resultado do processo de acumulação de sedimentos depositados pela ação predominante das oscilações progradantes (avanço) e retrogradantes (recuos), do nível oceânico. Os autores indicam que esta formação geomorfológica teve início no Holoceno, a cerca de 5.000 anos antes do Presente (TOMAZELLI *et al.*, 2003).

Figura 27 - Ecossistemas de Áreas Úmidas



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

O Ministério do Meio Ambiente descreve os SE prestados por estes ecossistemas segundo o Figura 28 abaixo.

Figura 28 - Quadro dos SE associados aos ecossistemas de áreas úmidas

Categoria	Serviços Ecosistêmicos	Referência
Serviços Culturais	Se relacionam a recreação, turismo e valor cultural, as praias, rios e lagos são exemplos de áreas úmidas onde se praticam diversas atividades como nadar, passear, contemplar, pescar, etc.	Ministério do Meio Ambiente
Serviços de Provisão	Provém alimentos e meios de subsistência: áreas úmidas são importantíssimos locais de pesca, de agricultura (ex: arroz), da pecuária (ex: pastos <i>Leersia Hexandra</i> (grama boiadeira)), purificação do ar a partir da eficiência do sequestro de carbono que estas áreas têm, etc.	Ministério do Meio Ambiente
Serviços de Regulação	Regulam o controle de inundações e de secas: áreas úmidas estocam grandes volumes de água e reduzem abruptas entradas de água nas cidades e áreas rurais e também regulam a temperatura e umidade do ar;	Ministério do Meio Ambiente
Serviços de Suporte	Suportam fauna e flora como habitat para muitas espécies que dependem parcial ou totalmente dessas áreas para viver e se reproduzir, além de servir como corredor e paradoro para espécies migratórias.	Ministério do Meio Ambiente

Fonte: adaptado do Ministério do Meio Ambiente (2022).

O Brasil é um país reconhecido internacionalmente pela importância e grandeza de suas áreas úmidas, no entanto, boa parte das espécies que habitam estes ambientes encontra-se ameaçada de extinção. Ou seja, a manutenção e conservação destas áreas é fundamental para muitas espécies que sofrem riscos de supressão drástica e até extinção (BRASIL, 2022a).

Além disso, segundo informações da Convenção Ramsar sobre Zonas Úmidas (RAMSAR CONVENTION ON WETLANDS, 2018), as áreas úmidas costeiras desempenham SE de sequestro de carbono até 55 vezes mais rápido do que as florestas tropicais, configurando-se como aliadas importantes para metas do clima instituídas pelo Acordo de Paris. O que reforça a sua importância para o benefício coletivo.

6.3.2.2 *Ecossistemas de Dunas*

Os ecossistemas de Praia e Dunas, representados pela Figura 29, foram reclassificados a partir da junção das informações dos ND 23 (Praia, Dunas e Areal) e 25 (Outras áreas não vegetadas) em reconhecimento às observações de campo que permitiram uma aproximação objetiva da análise, haja vista a resolução espacial 30x30 metros dos dados da coleção MAPBIOMAS 6.

Figura 29 - Ecossistemas de Praia e Dunas



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

As dunas são ecossistemas que constituem a linha da costa litorânea, sofrem influência predominante dos ventos que é um fator determinante para sua a formação e movimentação. Arroio do Sal tem uma localização geográfica favorável para esses ecossistemas, conforme Villwock e Tomazelli (1995) sua localização geográfica “[...] possui topografia de terras baixas (planície costeira) e regime de ventos apropriado (em velocidade e direção) [...]”.

As dunas se comportam como estoque de areia quartzosa fina, em uma praia retilínea exposta à ação das ondas. Como consequência, a região costeira desenvolveu um dos mais expressivos sistemas eólicos do litoral brasileiro. As Dunas eólicas vegetadas e não vegetadas, são habitat de muitas espécies animais e vegetais

desde sua aurora holocênica. Estes ecossistemas ocorrem praticamente ao longo de toda a extensão da linha de costa (630 km) da planície costeira. São ambientes variados incluindo praias, dunas frontais, dunas móveis e áreas de vegetação de dunas (VILLWOCK; TOMAZELLI, 1995).

Além da função ecológica de habitat, esses ecossistemas são de suma importância no arranjo espacial. Eles oferecem proteção contra a erosão costeira, que é um problema comum em muitas áreas costeiras do mundo, desempenham um papel importante na regulação do clima local, ajudam a moderar as temperaturas e os ventos na área circundante. As dunas também são importante fonte de recreação e turismo em muitas áreas costeiras, atraindo visitantes.

No entanto, os ecossistemas de dunas estão ameaçados, de acordo com Pinheiro, a legislação ambiental brasileira no âmbito federal não assegura de forma integral a pluralidade desses ecossistemas. Os autores afirmam que, haja vista a Lei Federal nº 12.651-2012 (BRASIL, 2012), as dunas fixas são consideradas como uma feição separada das demais, caracterizando-as como Áreas de Preservação Permanente (APP), e as demais feições do ecossistema dunar, não são consideradas.

As dunas costeiras pertencem a um dos sistemas mais vulneráveis, conforme Portz, Manzolli e Mizusaki (2016), uma das causas da sua progressiva redução ao longo do tempo está relacionada à ampliação do processo de urbanização. Ainda conforme os autores, o estoque de sedimentos depositados nestes ecossistemas responde à manutenção das praias adjacentes, ou seja, são áreas que sofrem influência negativa sob risco de processos erosivos. Os serviços ecossistêmicos associados a este ambiente estão descritos no Figura 30 abaixo:

Figura 30 - Quadro dos SE associados aos ecossistemas de dunas

Categoria	Serviços Ecosistêmicos	Referência
Serviços Culturais	“Economicamente, os sistemas de dunas são de grande importância para a indústria do turismo e do veraneio, principalmente no litoral Norte do Rio Grande do Sul no qual grande parte dos municípios depende destas atividades.”	Portz, Manzolli e Misusaki (2016)
Serviços de Provisão	“Elas ajudam a preservar as características do ambiente costeiro, servindo como um anteparo para o desenvolvimento humano [...]”	Portz, Manzolli e Misusaki (2016)
Serviços de Regulação	“São sistemas naturais muito eficazes contra a erosão das praias e funcionam como reservas de sedimento para a manutenção do perfil praias [...]”	Portz, Manzolli e Misusaki (2016)
Serviços de Suporte	“[...] a formação do solo na zona costeira para o desenvolvimento de outros processos ecológicos, áreas para o habitat de fauna e flora [...]”	Portz, Manzolli e Misusaki (2016)

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Trata-se de um complexo que funciona independentemente ligado a outros fluxos de matéria e energia. Villwock e Tomazelli apontam que o desaparecimento progressivo dos ecossistemas dunares estão relacionados de maneira direta à ocupação antropogênica e, de maneira indireta, à carência ou cancelamento de aporte sedimentar (VILLWOCK; TOMAZELLI, 1995).

No mesmo trabalho sobre os sistemas de dunas eólicas do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, os autores descrevem que os campos de dunas transgressivos de Arroio do Sal podem alcançar expressivos 20 metros. Ao observar estes ambientes em campo, identificamos alguns remanescentes dunares às margens do centro urbano, próximo à unidade de conservação do Parque de Itapeva. Os remanescentes, ao contrário dos resguardados na unidade de conservação, estão sob pressão da expansão do sistema urbano e da invasão descontrolada de espécies exóticas como os *Pinus*. Os autores reforçam a importância ecológica, paisagística, cultural e científica deste remanescente. Embora a ação eólica seja o fator predominante para

manutenção desses ambientes, o equilíbrio dessa dinâmica obedece a um ritmo de auto regulação que não é compatível com ritmo que vem sendo impresso pelas demandas de uso.

6.3.2.3 *Ecosystemas de Campos*

Os Ecosystemas de Campos, conforme a Figura 31, foram estabelecido a partir dos estudos de interpretação de classificação de sistemas ecológicos de Boldrini e Hasenack *et al.* (2010), considerando a fitofisionomia descrita por Paulo Brack (FLORA CAMPESTRE, 2016). A reclassificação das áreas definidas pelo ND 12 (Formação Campestre) e 15 (Pastagem) foram concatenadas como ecosystemas de campo.

Segundo os autores, o sistema ecológico de campos litorâneos são áreas de remanescentes campestres, configuradas por um misto de campos secos, fragmentos florestais e campos úmidos que em decorrência da sua potencialidade vem sendo convertidos em áreas de atividades econômicas. Embora Arroio do Sal esteja localizado no bioma Mata Atlântica, apresenta características comuns ao de composição de cobertura vegetal do Bioma Pampa. Pela delimitação oficial do IBGE, o município se localiza contiguamente à fronteira estabelecida entre o Pampa e o bioma Mata Atlântica.

Figura 31 - Ecosystemas de Campos



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Os serviços ecossistêmicos dos Campos podem ser qualificados a partir do estudo da fitofisionomia, pelo refinamento das informações dos aspectos da vegetação local. A partir de Brack (FLORA CAMPESTRE, 2016), é possível qualificar os campos como úmidos e secos característicos ao tipo de formação geomorfológica

específica da planície costeira gaúcha. Os serviços ecossistêmicos identificados correspondem ao Figura 32, a seguir:

Figura 32 - Quadro dos SE associados aos ecossistemas de campo

Categoria	Serviços Ecossistêmicos	Referência
Serviços Culturais	valor cultural estabelecem relação com recreação, turismo e outros usos de lazer;	Pillar et al. (2019)
Serviços de Provisão	provêm recursos genéticos; fonte de forragem na pecuária e espécies de uso tradicional, como, por ex.: <i>Achyrocline satureioides</i> (macela) e <i>Varronia curassavica</i> (erva-baleeira)	Pillar et al. (2019)
Serviços de Regulação	regulam a conservação e manutenção e qualidade dos recursos dos hídricos, auxiliam na recarga dos aquíferos e na qualidade do ar pelo sequestro de carbono etc;	Pillar et al. (2019)
Serviços de Suporte	a formação do campo na zona costeira suporta o desenvolvimento de processos ecológicos provendo áreas e recursos para o habitat de fauna e flora.	Pillar et al. (2019)

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

O campo é um ecossistema que abriga grande biodiversidade, incluindo plantas, animais e microrganismos, que desempenham papéis importantes na manutenção da saúde dos ecossistemas e na prestação de serviços ecossistêmicos, como polinização, controle de pragas e regulação do clima. Os campos sulinos, como são conhecidos os campos do pampa gaúcho, atuam como armazém de carbono, que, ao serem convertidos para uso na agricultura ou silvicultura, liberam o carbono estocado para atmosfera.

No caso do litoral onde os solos são sedimentares, a vegetação dos campos auxilia na fixação das dunas, na regulação do clima e na prevenção contra erosão eólica e hídrica. Além disso, as raízes das plantas facilitam o balanço hídrico e o escoamento superficial. O uso e o manejo adequado tornam esses ambientes importantes para subsistência das atividades agrícolas e pecuária, na composição da

beleza paisagística, resguardando o valor histórico e cultural, que influencia diretamente nas atividades econômicas do turismo, além do de proporcionar bem estar para a comunidade local.

Segundo informações do Ministério do Meio Ambiente e da Rede Campos Sulinos, o pampa gaúcho é bioma menos protegido do país, a introdução e expansão progressiva das monoculturas e pastagens exóticas têm impactado radicalmente estes ambientes, levando à uma degradação e descaracterização acelerada das suas paisagens naturais. Conversões estas que tem se intensificado nos últimos anos, e estima-se que o bioma perdeu 2,5 vezes a área proporcional de Porto Alegre, registrando as maiores perdas percentuais de áreas no período entre 2000 e 2018. A cada ano, a estimativa é de perda de 125 mil hectares, principalmente pelo avanço de plantações de soja, eucalipto, e de pastagens de espécies exóticas. As estimativas de perda de hábitat, registram que, em 2008, restavam apenas 36,03% das áreas de vegetação nativa do bioma Pampa, destes, apenas 3,3% estão em áreas de proteção, em unidades de conservação, sendo 2,4% de uso sustentável e 0,9% de proteção integral (BRASIL, 2022b; REDE CAMPOS SULINOS, 2020).

6.3.2.4 Ecossistemas Florestais de Restinga

A formação florestal situada majoritariamente na porção interna de Arroio do Sal, é constituída de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (planície costeira), compostas por espécies psamófilas, adaptadas a condições salinas (FLORA CAMPESTRE, 2016). O ecossistema de restinga foi classificado considerando o ND 3 e 49 atribuídos às categorias Formação Florestal e Restinga Arborizada do MAPBIOMAS. Estes ecossistemas, ilustrados na Figura 33, assim como os demais, são fruto da influência dos processos de formação sedimentar, da proximidade oceânica e lagunar, e das condições formadas pela cobertura vegetal adaptada.

Figura 33 - Ecossistemas de Restinga



Fonte: elaborado pelo autor (2023).

De acordo com o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) a cobertura vegetal de restinga recebeu o reconhecimento de Áreas de Preservação Permanente (APP), essas áreas são consideradas de interesse a partir da sua relevância ecológica por tratar de: “[...] preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas [...]” (BRASIL, 2012, não paginado). No caso de Arroio do Sal, a cobertura vegetal é singular por caracterizar-se como uma transição das zonas litorâneas com o interior do continente, e possuir uma formação mosaico pampa e mata atlântica. Na Figura 34 a seguir são referenciados alguns dos SE associados a este ambiente.

Figura 34 - Quadro dos SE associados aos ecossistemas de restinga

Categoria	Serviços Ecossistêmicos	Referência
Serviços Culturais	Valor cultural	Pillar et al. (2019)
Serviços de Provisão	O potencial de provisão de biomassa; fibras; madeiras etc.	Pillar et al. (2019)
Serviços de Regulação	Regulam o depósito de sedimentos; e manutenção da drenagem natural	Pillar et al. (2019)
Serviços de Suporte	A formação associada à Mata Atlântica são considerados Hotspots que suportam enquanto habitat vulneráveis da biodiversidade	Pillar et al. (2019)

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Embora os dados trabalhados nesta pesquisa sejam referentes à vegetação arbórea, a restinga é um ecossistema composto por diferentes tipos de vegetação, é um mosaico. De acordo com artigo 3º, inciso XVI, do Código Florestal Nacional (BRASIL, 2012), a restinga se refere às áreas de depósito arenoso paralelos à linha da costa marítima, de forma geomorfologicamente alongada, que foram produzidos por processos de sedimentação. Conforme a definição, são áreas onde se encontram diferentes comunidades que recebem influência marinha, com cobertura vegetal em mosaico, intermitente entre as praias, cordões arenosos, dunas e depressões. O Código menciona, inclusive, que de acordo com o estágio sucessional apresentado, ela pode ser categorizada em: estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo. A vegetação arbustiva e a conjugação de composição com outros ecossistemas é fundamental para formação paisagística e ecológica deste importante ecossistema.

Chegamos até aqui destrinchando aspectos e características dos ecossistemas, para demonstrar a complexidade que compõe os meandros das relações de interação que produzem o ambiente geográfico e, para concluir, e a seguir apresentamos algumas reflexões e provocações que surgiram ao longo desta pesquisa.

6.4 Para pensar os Ecossistemas na Época dos Humanos

Como disse no prelúdio, houve um tom inescapável que permeou este esforço de pesquisa, talvez, quase como aquele que aturdiu James Hansen, pesquisador do Instituto Goddard para Estudos Espaciais da America's Space Agency - NASA, preso em 2011 num protesto em frente à Casa Branca, movido pelo compromisso de chamar atenção para os riscos planetários do aquecimento global e das mudanças climáticas. Hansen, ao ser questionado pela imprensa americana sobre a razão do seu comportamento, faz a seguinte colocação: *what would you do if you knew what I know?* (O que você faria se soubesse o que eu sei?). A aproximação da agenda de pesquisa de estudos ambientais em geografia, me trouxe uma inquietação semelhante. Como disse Stengers, “A partir de agora nós ‘sabemos’, e certos efeitos doravante observáveis já forçam os climatologistas a modificar seus modelos e suas previsões.” “A verdade inconveniente” - que a autora também menciona, e também nos contempla - é uma convocatória a um compromisso irremediável, político, ético e filosófico. Acreditamos, portanto, que assim como Hansen arriscou ao protestar, tendo diante si

aquilo que talvez tenha considerado uma convocação ao compromisso com a sociedade, não foi possível escapar do compromisso que esta agenda de pesquisa mobilizou, desta forma, nas próximas linhas discutiremos os resultados entrecortando as urgências do nosso tempo, porque questões complexas exigem engajamento coletivo.

Diante do exposto e retomando a lente tríplice de perspectivas entre ambiente geográfico e SE vamos resgatar o primeiro cenário da relação de interação natural/social: a composição. A relação de interdependência entre humanos e não-humanos é essencial para a manutenção da vida e habitabilidade no sistema terrestre em geral, mas em particular ao que nos interessa, em Arroio do Sal.

O conjunto de ecossistemas representados, não é apenas a representação das implicações compartilhadas entre o ambiente geográfico e os serviços ecossistêmicos, mas, é também, uma forma de chamar atenção às mudanças, como um agente que transforma os ambientes que levaram milênios para se constituir, por conta da interferência massiva dos humanos com os processos tecnológicos da civilização moderna capitaneada pela superestrutura econômica do capital. Tomando de empréstimo as palavras da professora Alyne Costa⁴⁵

É como se estivéssemos formatados, intelectual e conceitualmente, para pensar as coisas como estabelecidas. É muito difícil entendermos que os ecossistemas que levaram milhares de anos para se constituir podem se desfazer de uma hora para outra. Não temos essa imagem, achamos que tudo é restaurável muito facilmente, ainda operamos com a imagem de um cenário no qual simplesmente se coloca algo no lugar ou se retira algo do lugar – imagem que dificulta a própria ação, a antecipação e a prevenção contra as modificações e o colapso que já estão em curso. (MOULIN et al., 2022, p. 57).

Os ecossistemas de Arroio do Sal são e estão entre as formações geomorfológicas mais jovens do estado. Eles compõem o sistema lagunar holocênico que, de acordo com Tomazelli e Villwock (1991), teriam se iniciado há cerca de 5.000 anos antes do Presente, quando o mar atingiu o nível máximo ao final do evento transgressivo que marcou a sucessão da última glaciação. O Holoceno e

45 Alyne Costa é Doutora em filosofia pela PUC-Rio, professora do quadro complementar do Departamento de Filosofia da PUC-Rio e pós-doutoranda do Fórum de Ciência e Cultura da UFRJ. Pesquisa o Antropoceno, o colapso ecológico, cosmovisões e modos de vida outros que ocidentais. Sua tese *Cosmopolíticas da Terra: modos de existência e resistência no Antropoceno* foi a vencedora do Prêmio Capes de Tese 2020 na área de filosofia. É autora de *Guerra e paz no Antropoceno: uma análise da crise ecológica segundo a obra de Bruno Latour* (2017).

Antropoceno⁴⁶, sendo este último o novo intervalo de tempo proposto para a contagem da história da Terra, coincidem. As nossas ações se tornaram uma marca estratigráfica, assim como um “*golden spike*”,⁴⁷ isso significa que de alguma maneira nos tornamos um agente geológico, que ampliamos nossa capacidade a ponto de acelerar a taxa/velocidade e a sincronicidade das transformações no sistema planetário.

Compreendemos, portanto, a possibilidade de interpretar o Antropoceno como um evento que marca nossa época, e, neste sentido, ao que nos interessa nesta discussão, “[...] os eventos são, simultaneamente, a matriz do tempo e do espaço [...]”, como disse Santos (2006, p. 94). Por este ângulo, ao identificar os ecossistemas e seus serviços temos um recorte importante da matriz espaço-temporal de Arroio do Sal, que é o ambiente geográfico.

Nos dados analisados dos últimos 35 anos, observamos a rápida reconfiguração do arranjo espacial arroiosalense, as transformações que levaram a produção do ambiente geográfico atual e os reflexos sobre os ecossistemas, por meio da relação de uso face à cobertura da terra.

Desde a década de 1985, que é o marco inicial dos dados desta pesquisa, as relações de dinâmica espacial já estão sob a influência de um ritmo de “modernização” que exerce influência no compasso das atividades socioeconômicas em escalabilidade local e global, como demonstrado por Steffen (2015a), sobre a “grande aceleração”.

Em Arroio do Sal, esse movimento célere de modernização e desenvolvimento territorial teve sua aurora na primeira metade do século XX, quando começa a intensificação da ocupação sócio-espacial, pelo processo de implantação de dezenas

46 O Antropoceno (“*The Anthropocene*”) é nome de alcunha, atribuído pelo químico atmosférico e laureado com Nobel de química Paul Crutzen e pelo biólogo Eugene Stoermer, para a época geológica atual. O termo foi apresentado no ano 2000 e publicado na *newsletter* do Programa Internacional da Geosfera e Biosfera - The International Geosphere–Biosphere Programme (IGBP): A Study of Global Change of the International Council for Science (ICSU). O texto de pouco mais de 20 anos, que foi traduzido e publicado pela revista *Piseagrama*, trouxe as seguintes considerações: “esses e vários outros impactos crescentes das atividades humanas na terra e na atmosfera, que acontecem em todas as escalas possíveis – inclusive global –, parece-nos mais do que apropriado enfatizar o papel central da humanidade na geologia e na ecologia propondo o uso do termo Antropoceno para a época geológica atual. Os impactos das atividades humanas vão continuar por longos períodos”

47 *Golden spike* (pico dourado) é um marcador dos pontos de transição de estratos entre períodos geológicos. No caso do Antropoceno, existem vários marcadores (MOORE, 2022, p. 33-34).

de balneários e loteamentos para fins de segunda residência. Os acontecimentos deste contexto foram fomentados e impulsionados por processos que aconteceram ao longo do século XX, como: o processo acelerado de urbanização, a redemocratização e descentralização de políticas de desenvolvimento regional e as emancipações municipais (STROHAECKER, 2016).

As informações socioeconômicas demonstraram o padrão de comportamento desse compasso pelo crescimento demográfico dos municípios, o aumento da malha urbana, a intensificação do fenômeno da vilegiatura marítima e da prática de reserva de domicílios de uso ocasional.

Neste sentido, o resultado dos cenários apresentados tornou-se um estrado para articular a identificação, a representação dos ecossistemas e marcar o comportamento dos efeitos de dinâmica de modernização municipal de Arroio do Sal, por meio de dados do uso e cobertura da terra.

Ao mesmo tempo, essa estrutura de articulação lógica também nos informa sobre determinações operacionais do espaço geográfico que favorecem a compreensão da natureza transfigurada, retomando a proposta de Suertegaray. O ambiente que analisamos é interpretado enquanto uma produção (e reprodução) que emerge da relação de interação e interface entre os domínios de natureza e sociedade se transfigurando mutuamente e formando uma composição complexa e conflituosa.

O ambiente conceitual de Suertegaray não é um sinônimo de natureza. A proposta epistemológica da autora cuja a qual fazemos coro, endossa: que a concepção de transfiguração nos permite fazer uma reflexão sobre o ambiente reivindicando uma interpretação geográfica; ela (a transfiguração) é um ato inscrito na dimensão do poder exercido sobre a natureza, que por vezes, é subordinada, apropriada e explorada, pelos agentes do desenvolvimento que norteiam o contexto político e as práticas sociais em nossa sociedade (SUERTEGARAY, 2021, p. 55). As acepções da autora nos inspiram a um diálogo de aspirações extra-modernas, por assim dizer, que diante contexto atual e das suas urgências nos parecem necessários.

As aspirações extra-modernas as quais nos referimos, são aquelas que habitam a nossa compreensão de que a síntese dos cenários, as representações visuais dos ecossistemas, assim como, os potenciais serviços ecossistêmicos atrelados aos ambientes representam uma espécie de “narrativa” da resposta do ambiente ao processo de transfiguração que levou à modernização de Arroio do Sal.

A conjugação dos fenômenos e efeitos descritos e previstos em Arroio do Sal, são uma expressão em escala local de um comportamento global. Um padrão moderno de desenvolvimento que fundamenta uma formatação sistêmica, conectando a geopolítica, do local ao global, na trama do colapso ecológico.

A análise crítica do lastro teórico e dos resultados nos levam a considerar que os impactos são uma resposta da transfiguração da natureza em ambiente. Esta proposta se aproxima da ideia de efeito recursivo nos termos de Morin (2005). Na qual, a complexidade do ambiente, como resultante da ação humana pelo trabalho de um repertório técnico para socializar a natureza, tem no impacto e nas problemáticas, uma quebra da linearidade. Nestes termos, o ambiente tem agência de produzir aquilo que se torna um imperativo e que desloca irremediavelmente o seu agente produtor (os seres humanos) para o lugar de sujeito transformado pelo ambiente.

Os efeitos indubitáveis do aquecimento global, imbuídos na ideia de Antropoceno, nos coloca irremediavelmente diante da necessidade de uma mudança de paradigma. No contexto do Antropoceno, os especialistas do IPCC vão a público, fazendo abertamente um apelo para que aproveitemos a chance cada vez menor de limitar o aquecimento global que compromete o futuro das gerações. O filósofo Michel Serres (2017) argumenta que a Terra se tornou um ator geopolítico, e o ambiente é necessário para pensar questões culturais, sociais e políticas. São muitas vozes que reconhecem a necessidade de mudanças e, neste sentido, o ambiente que foi transfigurado é, ao mesmo tempo, um agente de transformação social.

Cabe, aqui, considerar que a perspectiva atual da discussão sobre os SE, é, em alguma medida, o reconhecimento desse cenário. Como parte da Planície Costeira do Litoral Norte, Arroio do Sal possui ecossistemas de extrema relevância em nível de continente latino-americano, frágeis e raros nas mesmas proporções, o que torna a estratégia de valoração econômica insatisfatória, se levarmos em consideração que estamos falando “do fim do futuro”, tomando aqui de empréstimo as palavras de Déborah Danowski (CASTRO; DANOWSKI, 2014).

O tempo acumulado de maneira desigual, como sugeriu Santos (2002), e que foi trazido pelas técnicas de periodização (modernas) hoje é outro. É

[...] um novo tempo do tempo - um novo conceito e uma nova experiência da historicidade -, no qual a diferença de magnitude entre a escala da história humana e as escalas cronológicas da biologia e da geofísica diminuiu dramaticamente, senão mesmo tendeu a se inverter: O ambiente muda mais

depressa que a sociedade, e o futuro próximo se torna, com isso, não só cada vez mais imprevisível, como, talvez, cada vez mais impossível. (CASTRO; DANOWSKI, 2014, p. 107).

A noção de temporalidade dos processos é um ponto indispensável de ser considerado.

Por exemplo, se considerarmos que os ecossistemas da Planície Costeira do Litoral Norte do Rio Grande do Sul - onde está localizado Arroio do Sal, levaram 2,6 milhões de anos para se formar, do Cenozóico Quaternário até os dias atuais; os ecossistemas de Arroio do Sal levaram aproximadamente 5.000 anos, do Megalaiano o último estrato do Holoceno que antecede e, é também, concomitante ao Antropoceno. Por um lado, os tempos acumulados reunidos pelo espaço compõem o ambiente capaz de prover benefícios (SE) para vida humana, por meio da formação do solo, dos ciclos hidrológicos, do estabelecimento das espécies animais, vegetais, fúngicas entre outras. E, por outro, “o tempo do novo tempo” (o Antropoceno), uma marca particular dos modernos, rasura os limites da compreensão histórica, como argumenta o filósofo indiano Dipesh Chakrabarty (2013). Marisol de La Cadena, chamou esse *modus operandi*, por assim dizer, de “guerra silenciosa”. Cadena, relata que está sendo travada uma guerra contra entidades e práticas que ignoram a separação da natureza e da cultura, e que ela chamou de *Anthropo-not-seen* (DE LA CADENA, 2019).

Em outras palavras, a temporalidade das transformações para uso do sistema terra humano (o *antropos*), que acelera as emissões de gases tóxicos e poluentes na atmosfera, simplifica ecossistemas e, de tantas outras formas, altera o ambiente, tem desfeito um processo que levou milhões de anos para se estabelecer. A rasura nos limites da história turba a nossa capacidade de compreensão da escala temporal de meses, ou estações, ou do que podem ter significado os 35 anos transcorridos para Arroio do Sal e o tempo que se esgota para mudança.

7 AO FIM, SE COMEÇA: considerações finais

Nos capítulos anteriores, vimos que os Serviços Ecossistêmicos podem ser pensados como tema de interface científico-político a qual marca um terreno amplo de discussões. O estudo e a análise geográfica a partir do Ambiente presente nas ideias de Suertegaray (2021) como constructo e operacionalizador, oferece potencial como ferramenta efetiva para mensurar estas áreas de relevância ecológica, ao mesmo tempo que atuam como uma chave interpretativa dos problemas ambientais presentes na abordagem do uso e cobertura da terra. Este entendimento epistêmico de ambiente se reflete na importância de reconhecer o ambiente a partir de outras ideias, evitando incidir no ⁴⁸ “perigo de uma história única”, ao mesmo tempo que nos auxilia a dar conta da compreensão operacional, atuando como chave de interpretação prática na identificação das complexidades interdependentes que compõem o espaço e o tempo. Na análise do município de Arroio do Sal realizamos uma prática investigativa a partir destes pressupostos, baseados em fontes de dados de uso e cobertura da terra e utilizando ferramentas de mensuração e análise espacial.

Diante do exposto e apesar das limitações, acreditamos ter alcançado os objetivos da pesquisa em demonstrar um caminho, entre outros possíveis, de conexão ou interface entre geografia e serviços ecossistêmicos: apresentamos os fundamentos principais referentes ao debate dos serviços ecossistêmicos e encontramos pistas de um caminho interpretativo que torna possível uma mobilização e articulação entre ambos elementos. Além disso, identificamos os serviços ecossistêmicos em Arroio do Sal de maneira prática e objetiva levando em conta as relações espaço-temporais e tentando tornar evidente que a relação entre o uso e a cobertura refletem e criam o próprio ambiente.

É importante reconhecer que a maneira como orientamos a interpretação do ambiente influencia na nossa interação e transformação do espaço; e levar em conta que os ambientes têm dinâmicas de auto-regulação que obedecem aos seus tempos e escalas inerentes, que não são comportados nos ritmos e escalas de transformações de uso da terra.

A maneira como compreendemos o espaço e o transformamos para uso, tenciona processos essenciais para a vida e bem estar humanos. A pergunta que fica

48 Alusão à obra de Chimamanda Ngozi Adichie “O perigo de uma história única” (ADICHIE, 2019).

é, dentro do que nos escapa na complexidade destas relações, como favorecer que estes processos se restabeleçam?

Os principais fundamentos sobre os serviços ecossistêmicos indicam um outro momento da discussão onde a principal entidade global, IPBES, fala da importância da inclusão de novos atores no debate, da necessidade de uma abordagem crítica em um projeto multidisciplinar, que inclua outros sistemas de produção de conhecimento, outras visões do mundo, assumindo um compromisso com os tempos de urgência diante da gravidade da questão ambiental.

Nos últimos 35 anos, os ecossistemas que ocupam a menor área do município sofreram um maior impacto de fragmentação proporcional às suas áreas, sendo eles: restinga, áreas úmidas e dunas. A fragmentação dos ecossistemas pode resultar em mudanças na composição da flora e fauna local, bem como em processos ecológicos importantes como a polinização, dispersão de sementes e predação, a qualidade do solo, altera o microclima local e influencia na dinâmica hidrológica do município. Essas mudanças têm consequências que interferem negativamente na qualidade ambiental, bem como a saúde e bem-estar, da qual, de maneira interdepende entre humanos e não humanos, se constitui o ambiente de Arroio do Sal.

A projeção empírica do comportamento dos ecossistemas da área urbana indica uma continuidade no seu crescimento até 2055, assim como a previsão dos ecossistemas de mosaico, que também segue uma tendência de crescimento. Os resultados das áreas sob pressão não se projetam no sentido de transformações consideráveis que nos ajude a reconhecer uma reversão da situação de impacto. A maneira como compreendemos o espaço e o transformamos para uso, tenciona processos essenciais para a vida e bem estar humanos. A pergunta que fica é, dentro do que nos escapa na complexidade destas relações, quais são as possíveis estratégias de ação?

As respostas para essa questão podem ser as mais variadas e os problemas complexos exigem uma convergência de perspectivas, por si só, também complexas. As soluções totalizantes correm o risco de omitir-se em pontos cruciais. Ao fim deste esforço de pesquisa, considerando reflexões a partir da Geografia, para uma estratégia é necessário situar-se. Como disse o geógrafo, Renato Emerson dos Santos: a "Geografia é se posicionar no mundo". O autor se refere a necessidade de conhecer qual a posição que se ocupa no mundo, se localizar e tomar posição diante do mundo, se colocar politicamente na (re)construção desse mundo. Por este ângulo,

a Geografia tem um papel importante, seja pela possibilidade de interface direta com o tema dos serviços ecossistêmicos, como tentamos demonstrar, quanto pelas contribuições que estão sendo feitas no campo dos estudos ambientais, considerando a convergência de perspectivas no âmbito da produção de conhecimento, incluindo outras cosmopolíticas e modos de compor e estar no mundo.

Ao fim, se começa. Uma pesquisa é um exercício, que pela sua natureza constitutiva, nunca se encerra. Neste sentido, reconhecemos como desdobramentos em um horizonte próximo, aquilo que, por assim dizer, parece fundamental a partir de outras perguntas: como construir, a partir da Geografia, práticas e uma agenda de pesquisa ambiental em diálogo com outras produções do conhecimento, no sentido de superar as ruínas modernas do regime colonial diante da urgência pela desagregação ecológica da Terra?

Ailton Krenak nos dá uma pista sobre o que devemos evitar nesta empreitada e com ela finalizamos esta investigação:

Ao focarmos nesse futuro prospectivo acabamos construindo justamente aquilo que Chimamanda Ngozi nos recomenda evitar: um mundo com uma única narrativa. O risco de projetar um futuro assim é muito grande, pois vem embalado em ansiedade, fúria e uma tremenda aceleração do tempo. (KRENAK, 2022, p. 50).

8 REFERÊNCIAS

ADICHIE, C. N. **O perigo de uma história única**. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.

AMARAL, M. “Não tem mais mundo pra todo mundo”, diz Deborah Danowski. **Agência de Jornalismo Investigativo**, São Paulo, 5 jun. 2020. Disponível em: <https://apublica.org/2020/06/nao-tem-mais-mundo-pra-todo-mundo-diz-deborah-danowski/>. Acesso em: 20 dez. 2022.

ARTAXO, P. Uma nova era geológica em nosso planeta: o Antropoceno? **Revista USP**, São Paulo, n. 103, p. 13-24, 2014.

ASMUS, M. L. *et al.* Simples para ser útil: base ecossistêmica para o gerenciamento costeiro. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [S. l.], v. 44, 2018.

ATLAS SOCIOECONÔMICO RIO GRANDE DO SUL, Demografia, Aglomerações Urbanas. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão, Porto Alegre, set. 2022. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/aglomeracoes-urbanas>. Acesso em: 20 dez. 2022.

BERNARDES, F. F. **O olhar geográfico sobre o ambiente na produção acadêmica e no ensino**: discursos e representações no Brasil e em Portugal. 2017. 457 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2017.

BOYD, J.; BANZHAF, S. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. **Ecological economics**, [S. l.], v. 63, n. 3, p. 616-626, 2007.

BRACK, P. Monoculturas arbóreas. **Ingá Estudos Ambientais**, Porto Alegre, 20 mar 2007. Disponível em: <http://inga.org.br/sem-categoria/monoculturas-arboreas/>. Acesso em: 20 jun. 2022.

BRASIL. **2ª atualização das áreas prioritárias para conservação da biodiversidade 2018**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2017. Disponível em: <http://areasprioritarias.mma.gov.br/2-atualizacao-das-areas-prioritarias>. Acesso em: 30 ago. 2021.

BRASIL. **API de dados agregados do IBGE v 3.0.0**. Brasília: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2023a Disponível em: <https://servicodados.ibge.gov.br/api/docs/agregados?versao=3>. Acesso em: 3 jan. 2023.

BRASIL. **Áreas Úmidas**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/areas-umidas>. Acesso em: 3 jan. 2023.

BRASIL. **Cidades@, sistema agregador de informações do IBGE sobre os municípios e estados do Brasil**. Brasília: Instituto Brasileiro de Geografia e

Estatística, 2023b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 3 jan. 2023.

BRASIL. **Fragmentação de ecossistemas**: causas, efeitos sobre a diversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente; Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2003.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Institui o novo código florestal brasileiro. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2012.

BRASIL. **Manual técnico de uso da terra**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006.

BRASIL. **Pampa**. Porto Alegre: Núcleo dos Biomas Mata Atlântica e Pampa, 2022b. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biomas/pampa.html>. Acesso em: 20 ago. 2022.

BRASIL. **Serviços ecossistêmicos**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/conservacao-1/servicos-ecossistemicos>. Acesso em: 3 jan. 2023.

BRUM, E. O grito de uma geração. **El Pais**, [S. l.], 23 set. 2019. Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2019/09/23/opinion/1569250791_978883.html Acesso em: 30 jun. 2022.

CASTRO P. D. **Serviços ecossistêmicos em transformação**. Campinas: Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos, 2019. Disponível em: <https://www.bpbes.net.br/servicos-ecossistemicos-em-transformacao/>. Acesso em: 11 set. 2021.

CASTRO, E, V; DANOWSKI, D. **Há mundo por vir? Ensaio sobre os medos e os fins**. Florianópolis: Cultura e Barbárie, 2014.

CEVASCO, M. Elisa. Prefácio. In: WILLIAMS, R. **Palavras-Chave**: um vocabulário de cultura e sociedade. São Paulo: Boitempo, 2007.

CHAKRABARTY, D. O clima da história: quatro teses. **Sopro**, [S. l.], n. 91, p. 4-22, 2013.

CLEMENTINO, M. L. M. Segunda residência, lazer e turismo. **Observatório das Metrôpoles**, [S. l.], 19 set. 2012. Disponível em: <https://www.observatoriodasmetrolopes.net.br/>. Acesso em: 11 set. 2022.

CONSELHO REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO LITORAL. **Plano estratégico participativo de desenvolvimento regional do Corede litoral do Rio Grande do Sul**. Osório: COREDE Litoral, 2017.

CONVENTION ON WETLANDS. **Global Wetland Outlook**: Special Edition 2021. Gland: Secretariat of the Convention on Wetlands, 2021. Disponível em: <https://www.global-wetland-outlook.ramsar.org/report-1>. Acesso em: 12 dez. 2022.

COSTA, A. C. **Guerra e paz no antropoceno**: uma análise da crise ecológica segundo a obra de Bruno Latour. 2014. 133f. Tese (Doutorado em Filosofia) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

COSTANZA R. *et al.* Changes in the global value of ecosystem services. **Global environmental change**, [S. l.], v. 26, p. 152-158, 2014.

COSTANZA R. *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, [S. l.], n. 387, p. 253-260, 1997.

CRUTZEN, P. J.; STOERMER, E. F. “The Anthropocene”, **International Geosphere-Biosphere Programme’s Newsletter**, [S. l.], n. 41, p. 17-18, 2000.

DAILY, G. C.; MATSON, P. A. Ecosystem services: From theory to implementation. **PNAS**, [S. l.], v. 105, n. 28, p. 9455-9456, 15 jul. 2008.

DAILY, Gretchen *et al.* **Nature's services**: societal dependence on natural ecosystems. Washington: Island Press, 1997.

DE LA CADENA, M. Uncommoning nature stories from the anthropo-not-seen. **Anthropos and the Material**, [S. l.], p. 35-58, 2019.

DE PAULA, C. Q.; BIONDO, E. C.; DE MENEZES, K. W. S. (Re) Ligar a geografia: natureza & sociedade. **Ambientes**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 280-286.

DÍAZ, S. *et al.* A rosetta stone for nature’s benefits to people. **PLoS Biol**, [S. l.], v. 13, n. 1, 2015.

EHRlich, P. R.; EHRlich, A. H. Extinção: as causas e consequências do desaparecimento das espécies. **Random House**, Nova York, p. 72-98, 1981.

FACCO, D. S.; BENEDETTI, A. C. P.; PEREIRA FILHO, W.; KAISER, E. A.; DAL OSTO, J. V. Geotecnologias para monitoramento florestal no município de Nova Palma-Rio Grande Do Sul-BR. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 417- 426, 2016.

FAUSTO, J., CASTRO, E. V., DANOWSKI, A. Entrevistada Donna Haraway. *In*: COLÓQUIO INTERNACIONAL OS MIL NOMES DE GAIA, ago. 2014, Rio de Janeiro. Disponível em: <https://youtu.be/1x0oxUHOIA8>. Acesso em: 3 ago. 2014.

FISHER, B.; TURNER, R. K.; MORLING, P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. **Ecological economics**, [S. l.], v. 68, n. 3, p. 643-653, 2009.

FLORA CAMPESTRE. **Fisionomias da vegetação**. Porto alegre: UFRGS; LEVCamp, 2020. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/floracampestre/fisionomias/>. Acesso em: 3 jan. 2022.

FREITAS, C. Pesquisa da USP estuda a plataforma da ONU IPBES. **Agência Universitária de Notícias**, São Paulo, 2017. Disponível em: <https://aun.webhostusp.sti.usp.br/index.php/2017/08/09/pesquisa-da-usp-estuda-a-plataforma-da-onu-ipbes/>. Acesso em: 30 dez. 2021.

FRIDAYS FOR FUTURE. Who we are. 2022. Disponível em: <https://fridaysforfuture.org/>. Acesso em: 22 jun. 2022.

GARCÍA-ONETTI, J.; SCHERER, M. E. G.; BARRAGÁN, J. M. Integrated and ecosystemic approaches for bridging the gap between environmental management and port management. **Journal of environmental management**, [S. l.], v. 206, p. 615-624, 2018.

GERALDINO, C. F. G. **O conceito de meio na geografia**. 2010. 134 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

GERLING, C. (Org.). **Manual de ecossistemas marinhos e costeiros para educadores**. Santos: Editora Comunicar, 2016.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONÇALVES, C. W. P. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2012.

GONÇALVES, C. W. P. **Os porquês da desordem mundial**. 6. ed. Rio de Janeiro: Record, 2016a.

GONÇALVES, R. J. A. F. **No horizonte, a exaustão**: disputas pelo subsolo e efeitos socioespaciais dos grandes projetos de extrativismo mineral em Goiás. 2016. 504 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016b.

GORELICK, N. *et al.* Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. 2017. Disponível em: <https://earthengine.google.com/>. Acesso em: 30 dez. 2021.

GRANT, G. **Ecosystem Services Come to Town: Greening Cities by Working with Nature**. 2012. DOI: 10.1002/9781118387924.

HARAWAY, D. Antropoceno, capitaloceno, plantationoceno, chthuluceno: fazendo parentes. **Clima Com Cultura Científica**, [S. l.], v. 3, n. 5, p. 139-146, 2016.

HARAWAY, D. Ficar com o problema: antropoceno, capitaloceno, chthuluceno. *In*: BRANDINO, L. *et al.* (Ed.) **Antropoceno ou capitaloceno?**: natureza, história e a crise do capitalismo. São Paulo: Editora Elefante, 2022.

HARVEY, D. **Condição pós-moderna**. São Paulo: Edições Loyola, 1992.

HASENACK, H. *et al.* **Mapa de sistemas ecológicos da ecorregião das Savanas Uruguaias em escala 1:500.000**. Porto Alegre: UFRGS; Centro de Ecologia, 2010.

HETTNER, A. O sistema das ciências e o lugar da Geografia. **Geographia**, [S. l.], v. 2, n. 3, p. 143-146, 2000.

HOLDREN, J. P.; EHRLICH, P. R. Human Population and the Global Environment: Population growth, rising per capita material consumption, and disruptive technologies have made civilization a global ecological force. **American Scientist**, [S. l.], n. 62, v. 3, p. 282-292, 1974.

IMPROTA, F.M. LIBÓRIO, M.P.; ALVES, D.F.C.; LAUDARES, S. Geotecnologia Aplicada à Gestão de Programas de Pagamento de Serviços Ambientais: O caso de Rio Claro, Rio de Janeiro. **Revista Tamoios**, v. 16, n. 2, 2020.

INTERGOVERNMENTAL SCIENCE-POLICY PLATFORM ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES. **Decision IPBES-2/4**: conceptual framework for the intergovernmental science–policy platform on biodiversity and ecosystem services. 2013. Disponível em <https://www.ipbes.br/conceptual-framework>. Acesso em: 23 set. 2021.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. **Red list of ecosystems in Brazil**. 2015. Disponível em: <https://iucnrle.org/blog/red-list-of-ecosystems-in-brazil-a-lista-vermelha-de-ecossistemas-no-brasil/>. Acesso em: 18 ago. 2021.

JUNG, M. LecoS - A python plugin for automated landscape ecology analysis. **Ecological Informatics**, [S. l.], v. 31, p. 18-21, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574954115001879>. Acesso em: 23 set. 2021.

JÚNIOR, A.C.O.; CAVALCANTE, R.T.; RUHBERG, K.I. Quanto a Geografia Brasileira Fala Sobre Serviços Ecossistêmicos? **Humboldt-Revista de Geografia Física e Meio Ambiente**, v. 1, n. 2, 2021.

KREMEN, C. Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? **Ecology Letters**, [S. l.], n. 8, p. 468-479, 2005.

KRENAK, A. **Futuro ancestral**. São Paulo: Companhia das Letras, 2022.

KRENAK, A. **Ideias para adiar o fim do mundo (Nova edição)**. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.

KROPOTKIN, P.; RECLUS, É. **Escritos sobre educação e geografia**. São Paulo: Biblioteca Terra Livre, 2014.

LATOUR, B. **Jamais fomos modernos**. São Paulo: Editora 34, 1994.

LATOUR, B. **Onde aterrar?**: como se orientar politicamente no antropoceno. Rio de Janeiro: Bazar do Tempo, 2020.

LATOUR, B. Uma tentativa de "manifesto composicionista". **Nova história literária**, [S. l.], v. 41, n. 3, p. 471-490, 2010.

LEAL, T. S.; OLIVEIRA, B.; BOURGUIGNON, D.; CHIANELLI, J BITTENCOURT, P.; BEDRAN, R. Sistema de Gestão de Geoinformação (SIGEO) da prefeitura de Niterói: aplicações para análises ambientais. In: IV Jornada de geotecnologias do Estado do Rio de Janeiro. JGEOTEC 2018, **Seropédica**, Rio de Janeiro: GEOPARTNERS, 2018.

LEITE, M. E.; FONSECA, G. S.; SILVA, L. A.; LEITE, M. R. Geotecnologias aplicadas a estimativa da temperatura de superfície em diferentes usos e ocupações

do solo na Área de Proteção Ambiental do Rio Pandeiros–Minas Gerais. **Caderno de Geografia**, v. 28, n. 53, p. 490- 509, 2018.

LONGLEY, P. A. *et al.* **Sistemas de Informação Geográfica e Ciência**. 3. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011.

MAFFESOLI, M. A. **Contemplação do mundo**. Porto Alegre: Artes e Ofícios, 1995.

MANAKOS, I.; BRAUN, M. Mapeamento do uso e cobertura da terra na Europa. **Springer**, Londres, 2014.

MENDONÇA, F. **Geografia física: ciência humana?** Contexto, [S. l.], 1989.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Relatório-síntese da avaliação ecossistêmica do milênio**. Washington: MEA, 2005.

MOORE, J. W. De Objeto a Oikeios: geração do meio ambiente na ecologia mundial capitalista. *In*: SILVA, S. D. *et al.* **Ensaio em ciências ambientais: crises, riscos e racionalidades**. Rio de Janeiro: Garamond, 2016.

MOORE, W. J. O Surgimento da natureza barata. *In*: BRANDINO, L. *et al.* (Ed.) **Antropoceno ou capitaloceno?: natureza, história e a crise do capitalismo**. São Paulo: Editora Elefante, 2022.

MOREIRA, R. **Pensar e ser em geografia: ensaios de história, epistemologia e ontologia do espaço geográfico**. São Paulo: Editora Contexto, 2008.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Tradução Eliane Lisboa. Porto Alegre: Sulina, 2005.

MOULIN, G. *et al.* (Org.) **Habitar o antropoceno**. Belo Horizonte: BDMG Cultural, 2022. Disponível em: <https://bdmgcultural.mg.gov.br/wp/wp-content/uploads/2022/02/bdmg-cultural-livro.pdf>. Acesso em: 23 set. 2022.

NELSON, E. *et al.* Efficiency of incentives to jointly increase carbon sequestration and species conservation on a landscape. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [S. l.], v. 105, n. 28, p. 9471-9476, 2008.

NELSON, E. *et al.* Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. **Frontiers in Ecology and the Environment**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 4-11, 2009.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA. **Relatório especial do painel intergovernamental sobre mudança do clima: o oceano e a criosfera em um clima em mudança, sumário para formuladores de políticas**. 2019. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2020/11/SROCC_SPM_Portuguese.pdf. Acesso em: 23 set. 2022.

PERRINGS, C. *et al.* The biodiversity and ecosystem services science-policy interface. **Science**, [S. l.], v. 331, n. 6021, p. 1139-1140, 2011.

PILLAR, V. *et al.* **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009.

PORTZ, L.; MANZOLLI, R.; MIZUSAKI, A. **Dunas costeiras** - quanto mais você sabe, mais vocês vai apreciar este ecossistema natural. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2016.

PRINA, B. Z.; TRENTIN, R. Geotecnologias: discussões e análises a respeito da evolução dos sistemas global de navegação por Satélites-GNSS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 1258-1270, 2015.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **Quem somos?** 2021. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/sobre-onu-meio-ambiente>. Acesso em: 23 set. 2022.

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção 6 da série anual de mapas de uso e cobertura da terra do Brasil.** 2021. Disponível em: <https://mapbiomas.org/download>. Acesso em: 3 set. 2021.

RAMSAR CONVENTION ON WETLANDS. **Global Wetland Outlook: State of the World's Wetlands and their Services to People.** Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat, 2018. Disponível em: <https://www.global-wetland-outlook.ramsar.org/report-1>. Acesso em: 7 dez. 2022.

RAMSAR CONVENTION SECRETARIAT. **The Economics of Ecosystem and Biodiversity (TEEB) for Water and Wetlands.** [S. l.]: Institute for European Environmental Policy (IEEP) & Ramsar Secretariat, 2013. Disponível em: <https://www.ramsar.org/about/the-importance-of-wetlands>. Acesso em: 3 set. 2022.

REDE CAMPOS SULINOS. **A agonia do Pampa: um panorama atual sobre a supressão da vegetação nativa campestre.** Porto Alegre: Observatório do Código Florestal (OCF), 2020. Disponível em: <https://observatorioflorestal.org.br/wp-content/uploads/2020/12/Agonia-do-Pampa.pdf>. Acesso em: 7 dez. 2022.

RIO GRANDE DO SUL. **Perfil das Cidades Gaúchas: Arroio do Sal.** Porto Alegre: SEBRAE, 2020. Disponível em: https://datasebrae.com.br/municipios/rs/Perfil_Cidades_Gauchas-Aroio_do_Sal.pdf. Acesso em: 7 dez. 2022.

RIO+20 UNITED NATIONS CONFERENCE ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **The future we want.** Rio de Janeiro: United Nations, 2012. Disponível em: <http://www.rio20.gov.br/documentos/documentos-da-conferencia/o-futuro-que-queremos/index.html> Acesso em: 9 ago. 2021.

ROCKSTRÖM, J. *et al.* Limites planetários: explorando o espaço operacional seguro para a humanidade. **Ecologia e sociedade**, [S. l.], v. 14, n. 2, 2009.

ROGGE, J. H.; SCHMITZ, P. I. Projeto Arroio do Sal: a ocupação indígena pré-histórica no litoral norte do RS. **Pesquisas e Antropologia**, [S. l.], v. 68, p. 167-225, 2010.

ROSA, F. S.; TONELLO, K. C.; LOURENÇO, R. W. Eleição de áreas prioritárias para pagamento por serviços ambientais: uma análise em nível de microbacia. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 2, p. 448, 2016.

RUPPENTHAL, E. L. Vila Verde: a luta pelo direito à moradia no Litoral Norte (por Eduardo Luis Ruppenthal). **Sul21**, Porto Alegre, 13 mar. 2023. Disponível em: <https://sul21.com.br/opiniao/2023/03/vila-verde-a-luta-pelo-direito-a-moradia-no-litoral-norte-por-eduardo-luis-ruppenthal/>. Acesso em: 13 mar 2023.

SACKS, M. The Environment and the Bottom Line. **Stanford Magazine**, Los Angeles, mar. 2018. Disponível em: <https://stanfordmag.org/contents/the-environment-and-the-bottom-line>. Acesso em: 11 ago. 2021.

SAFADI S. O.; MOREIRA R. Pensar e ser em Geografia. São Paulo: Contexto, 2007. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 2, n. 1, p. 144-149, 2008. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/atelie/article/view/3899>. Acesso em: 16 mar. 2023.

SANTOS, M. **A natureza do espaço**: técnica e tempo, razão e emoção. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SANTOS, M. O tempo nas cidades. **Ciência e cultura**, [S. l.], v. 54, n. 2, p. 21-22, 2002.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L. **O Brasil**: território e sociedade no início do século XXI. Rio de Janeiro: Record, 2004.

SARTRE, X. A.; CASTRO, M.; OSZWALD, S. D. J. (Org.). **Political ecology des services écosystémiques**. Bruxelles: PIE Peter Lang, 2014.

SCARIOT, A. *et al.* **1º Diagnóstico brasileiro de biodiversidade & serviços ecossistêmicos**. São Carlos: Editora Cubo, 2019. Disponível em: <http://doi.editoracubo.com.br/10.4322/978-85-60064-88-5>. Acesso em: mar. 2022

SERRES, M. **Tempo de crise**. São Paulo: Editora Bertrand Brasil, 2017.

SILVA, J. A. B. *et al.* O surgimento da ciência geográfica: Alexander Von Humboldt e Karl Ritter. **Caderno de Graduação Ciências Humanas e Sociais**, Aracaju, v. 2, n. 2, p. 221-230, 2014.

SILVA, K. K. R.; MAIA, C. L. Latifúndio: uma análise a partir do arcabouço normativo do regime de sesmarias no Brasil. **Revista de Direito Agrário e Agroambiental**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 1-17, 2019.

SILVEIRA, V. M. M. *et al.* Unidades de planejamento com base ecossistêmica para ambientes costeiros: estudo de caso do zoneamento ecológico-econômico do Rio Grande do Sul. **Gerenciamento Costeiro e Gestão Portuária**, [S. l.], p. 67-80, 2018.

SORRE, M. A geografia humana (Introdução). **Geographia**, [S. l.], v. 5, n. 10, 2003.

SOUZA, M. L. O que é a Geografia Ambiental? **Ambientes**, [S. l.], v. 1, n. 1, 2019.

STEFFEN, W. *et al.* The trajectory of the Anthropocene: the great acceleration. **The Anthropocene Review**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 81-98, 2015a.

STEFFEN, W. *et al.* **Global change and the earth system**: a planet under pressure. [S. l.]: Springer Science & Business Media, 2005.

STEFFEN, W. *et al.* Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. **Science**, [S. l.], n. 347, n. 6223, 2015b.

STENGERS, I. **No tempo das catástrofes**: resistir à barbárie que se aproxima. São Paulo: Cosacnaify, 2015.

STOCKHOLM RESILIENCE CENTRE. **The nine planetary boundaries**. Estocolmo: Universidade de Estocolmo, 2022. Disponível em: <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries/the-nine-planetary-boundaries.html> Acesso em: jul 2022

STROHAECKER, T. M. **A Urbanização no litoral Norte do Rio Grande do Sul**: contribuição para a gestão urbana ambiental do município de Capão da Canoa. 2007. Tese (Doutorado em Geociências) – Programa de Pós- Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

STROHAECKER, T. M. Trajetória do planejamento territorial no Litoral Norte do Rio Grande do Sul. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, n. 27, p. 68-93, 2016.

STUDY OF CRITICAL ENVIRONMENTAL PROBLEMS. Centre for Science Studies. Aarhus University. **Aarhus**, Dinamarca, 2021. Disponível em: <https://css.au.dk/en/projects/shaping-cultures-of-prediction/playground-webexhibit/disciplinary-topics/climate-modelling/scep> Acesso em: 20 ago. 2021.

STUDY OF CRITICAL ENVIRONMENTAL PROBLEMS. **Man's impact on the global environment**: assessment and recommendations for action. [S. l.]: MIT Press, 1970.

SUERTEGARAY, D. M. A. **(Re)Ligar a Geografia: natureza e sociedade**. Porto Alegre: Compasso Lugar-Cultura, 2017.

SUERTEGARAY, D. M. A. Espaço geográfico uno e múltiplo. Scripta Nova. **Revista electrónica de Geografía y ciencias sociales**, [S. l.], v. 5, n. 79-104, 2001.

SUERTEGARAY, D. M. A. **Meio, ambiente e Geografia**. Porto Alegre: Compasso Lugar-Cultural, 2021.

SUERTEGARAY, D. M. A. Notas sobre Epistemologia da Geografia. **Cadernos Geográficos**. Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Florianópolis, n. 12, maio 2005.

SUERTEGARAY, Dirce. M. A.; DE PAULA, C. Q. Geografia e questão ambiental, da teoria à práxis. **Ambientes**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 79-79, 2019.

SWYNGEDOW, E. A Política Não-política das Mudanças Climáticas. **ACME**, [S. l.], n. 12 v. 1, p. 1-8, 2015.

THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY. **Ecological and Economic Foundations**. Londres; Washington: Earthscan, 2010

TOMAZELLI, L. J. *et a.* O Sistema de Dunas Eólicas Transgressivas do Litoral Norte do Rio Grande do Sul: Situação Atual e Definição de Áreas Prioritárias à Preservação. *In*: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 9., Recife, 2003. **Anais [...]**. Recife: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 2003.

TUAN, Y. **Espaço e Lugar**: a perspectiva da experiência. Londrina: Eduel, 2013.

TUAN, Y. **Topofilia**: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente. Londrina: Eduel, 2012.

United Nations Environment Programme (2021). **Making Peace with Nature**: A scientific blueprint to tackle the climate, biodiversity and pollution emergencies. Nairobi. <https://www.unep.org/resources/making-peace-nature>

VILLWOCK, J. A.; TOMAZELLI, L. J. Geologia costeira do Rio Grande do Sul: notas técnicas. **CECO UFRGS**, [S. l.], v. 8, p. 1-45, 1995.

WAGNER, G. P. **Sambaquis da barreira da Itapeva**: uma perspectiva geoarqueológica. 2009. 241 f. Tese (Doutorado em História) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

WESTMAN, W. E. How Much Are Nature's Services Worth? **Science**, [S. l.], n. 197, v. 4307, p. 960-964, 1977.

WILLIAMS, R. **Palavras-Chave**: um vocabulário de cultura e sociedade. São Paulo: Boitempo, 2007.

WOLOWSKI, M. *et al.* **Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil**. São Carlos: Editora Cubo, 2019.

ZIEMBOWICZ, M. M.; MARCHESAN, J.; BARATTO, J.; ALBA, E.; DA SILVA, R. R.; PEREIRA, R. S. Geotechnology applied in the analysis of the impacts on the land use and land cover caused by the construction of a hydroelectric plant. **Ciência e Natura**, v. 40, p. 17, 2018.