

ZONEAMENTO AMBIENTAL NO BALNEÁRIO CASSINO, EM RIO GRANDE/RS

ENVIRONMENTAL ZONING IN BALNEÁRIO CASSINO, IN RIO GRANDE/RS

Fernanda Tomiello¹

fernandatomiello@gmail.com

Valéria da Silva Mendonça²

valeriasmendonca@gmail.com

Júlia Valadão Conedera³

conederajulia@gmail.com

Alice Rauber⁴

alice.rauber@ufpel.edu.br

Emanuelle Garcia Freitas⁵

emanuellegfreitas@gmail.com

¹ Doutora em Memória Social e Patrimônio Cultural pelo Programa de Pós-Graduação em Memória Social e Patrimônio Cultural (UFPel/2025), Mestra em Arquitetura e Urbanismo pelo Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo (UFPel/2015) e Arquiteta e Urbanista pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (UFPel/2012). Professora na Universidade Católica de Pelotas, no curso de Arquitetura e Urbanismo.

² Graduanda em Arquitetura e Urbanismo e Bolsista no Programa de Educação Tutorial na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (UFPel) e Técnica em Edificações de pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSUL/2019).

³ Graduanda em Arquitetura e Urbanismo e Voluntária no JoãoBem - Escritório Modelo na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (UFPel) Técnica em Design de Interiores pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSUL/2019).

⁴ Doutora em Planejamento Urbano e Regional pelo Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional (UFGRS/2022), Mestra em Planejamento Urbano e Regional pelo Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional (UFGRS/2011) e Arquiteta e Urbanista pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (UFGRS/2006). Professora na Universidade Federal de Pelotas, no curso de Arquitetura e Urbanismo.

⁵ Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pelo Programa Pós-Graduação Lato Sensu (UNOPAR/2022), Especialista em Administração Pública e Gerência de Cidades pelo MBA em Administração Pública e Gerência de Cidades (UNINTER/2013). Arquiteta e Urbanista pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (UFPel/2003). Técnica em Edificações pela Escola Técnica Federal de Pelotas (ETFPel/1996). Arquiteta e Urbanista da Prefeitura Municipal do Rio Grande.

Resumo: Este trabalho apresenta um estudo exploratório que propõe diretrizes preliminares para a elaboração de um zoneamento ambiental no Balneário Cassino, pertencente ao município do Rio Grande/RS. O projeto, desenvolvido em âmbito de extensão, envolveu alunos e professores da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas, que desenvolveram mapas, pesquisas e visitas de campo na área de estudo. O artigo discute a necessidade de avanços no zoneamento ambiental dos municípios brasileiros, especialmente no contexto das cidades médias, particularmente vulneráveis a rápidas expansões urbanas e a ameaças ambientais, mas que geralmente carecem de capacidade técnica e administrativa para enfrentar esses desafios. A pesquisa baseou-se em mapeamentos e na análise de dados ambientais por meio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). No território do Cassino, foram identificados diferentes tipos de cobertura do solo, dunas, áreas alagáveis e linhas de drenagem fundamentais para o equilíbrio ambiental. A partir desses resultados, o estudo propõe diretrizes de zoneamento que distinguem áreas destinadas à urbanização sustentável daquelas voltadas à preservação. A principal contribuição é a indicação de zonas específicas para expansão urbana no Cassino, considerando como condicionantes ambientais as linhas de drenagem, as áreas alagáveis e as dunas. Outra contribuição do trabalho está no seu desenvolvimento praticamente apenas com dados de fontes abertas, demonstrando seu potencial para a elaboração de estudos de zoneamento ambiental em contextos de escassez de dados e recursos.

Palavras-chave: Zoneamento Ambiental; Planejamento Urbano; Balneário Cassino; Dados Abertos.

Abstract: This paper presents an exploratory study that proposes preliminary guidelines for the development of environmental zoning in Balneário Cassino, located in the municipality of Rio Grande, Rio Grande do Sul. The project, developed as part of an extension program, involved students and professors from the School of Architecture and Urbanism at the Federal University of Pelotas, who developed maps, conducted research, and made field visits to the study area. The article discusses the need for advances in environmental zoning in Brazilian municipalities, especially in the context of medium-sized cities, which are particularly vulnerable to rapid urban expansion and environmental threats, but generally lack the technical and administrative capacity to address these challenges. The research was based on mapping and analysis of environmental data using Geographic Information Systems (GIS). In the Cassino territory, different types of land cover, dunes, floodplains, and drainage lines fundamental to environmental balance were identified. Based on these results, the study proposes zoning guidelines that distinguish areas intended for sustainable urbanization from those intended for preservation. The main contribution is the indication of specific zones for urban expansion in Cassino, considering drainage lines, floodplains, and dunes as environmental constraints. Another contribution of the work is that it was developed almost exclusively with data from open sources, demonstrating its potential for the development of environmental zoning studies in contexts of data and resource scarcity.

Keywords: Environmental Zoning; Urban Planning; Balneário Cassino; Open Data.

1. Introdução

A integração das políticas ambientais e de desenvolvimento urbano é um ponto chave rumo ao desenvolvimento urbano sustentável e aos objetivos da Nova Agenda Urbana, porém ainda representa enorme desafio às gestões municipais. O Zoneamento Ambiental pode ser considerado instrumento tanto da política ambiental como da política urbana, tendo, portanto, o papel de nortear tal integração.

O Estatuto da Cidade legitima tanto o Plano Diretor (PD) quanto o Zoneamento Ambiental (ZA) como instrumentos de planejamento urbano em nível municipal (Brasil, 2001). Estabelece critérios para obrigatoriedade de elaboração de Plano Diretor, porém não obriga a elaboração de Zoneamento Ambiental, embora existam interpretações jurídicas em que o ZA seria um instrumento obrigatório a todos municípios ao elaborarem seus planos diretores (Rech, 2011 apud MDR; MMA; GIZ, 2022, p.14).

Embora o ZA já seja reconhecido como instrumento desde 1981, quando foi instituída no Brasil a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), através da Lei Federal 6.938/1981 (Brasil, 1981), na prática, o que existe de mais consolidado em termos de zoneamento ambiental é o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), regulamentado pelo Decreto Federal 4.297/2002 (Brasil, 2002), com o objetivo de compatibilizar o crescimento econômico e a proteção dos recursos naturais. O ZEE é uma forma de organizar o território com base nas características ambientais e nas necessidades de desenvolvimento. Ele define quais atividades são mais adequadas para cada área, buscando equilibrar a preservação da natureza com o crescimento econômico sustentável, com o objetivo de conciliar conservação ambiental com o crescimento socioeconômico.

Embora muitos estados brasileiros e o Distrito Federal já tenham elaborado o ZEE de seus territórios ou, ao menos, porções destes, até o momento há poucas iniciativas entre as administrações municipais (MDR; MMA; GIZ, 2022). Conforme Melo e Grossi (2022), há uma tendência de reavaliação das diretrizes metodológicas do ZEE, contexto em que a escala local vem ganhando maior destaque e que requer um marco regulatório específico.

Por isso, desde 2016, vêm sendo feitas discussões técnicas voltadas para elaborar uma orientação específica para o Zoneamento Ambiental Municipal - ZAM, que ainda não foi claramente definido em nível federal até o presente momento (MDR; MMA; GIZ, 2022). Devido à urgência no tema imposta pelas mudanças do clima e eventos críticos que têm ocorrido no Brasil, foi criado o Programa Cidades Verdes Resilientes (PCVR) através do Decreto 12.041/2024 (Brasil, 2024), com a finalidade de

aumentar a qualidade ambiental e a resiliência das cidades brasileiras diante dos impactos das mudanças climáticas. Recentemente, o Ministério do Meio Ambiente retomou a discussão sobre o ZAM está capacitando gestores e equipes técnicas de 25 municípios de porte médio para aplicar o Projeto ZAM e prevê a elaboração de Minuta de Decreto Nacional para sua regulamentação, que deverá valer para a totalidade dos municípios brasileiros, independente de porte de cidades (Brasil, 2018).

O ZAM consiste em “um instrumento de planejamento territorial municipal que busca garantir a qualidade ambiental e o desenvolvimento sustentável” (MDR; MMA; GIZ, 2022, p. 12). Ao identificar os principais atributos ambientais do território, o ZAM pode ser um importante instrumento de apoio para a definição do Macrozoneamento dos Planos Diretores e de integração entre as políticas urbanas e ambientais. Conforme Melo e Grossi (2022), está embutido no ZAM “a ideia de fomentar nos agentes públicos diferentes olhares do mesmo território, viabilizando o entendimento da “cidade” pelo gestor ambiental e do “meio ambiente” pelo planejador urbano, para que seja criada uma sinergia e se desenvolva um elemento novo, efetivo, que contribua para uma mudança de paradigma”.

Neste contexto, as cidades médias merecem atenção, devido às suas características. Embora não haja consenso quanto à definição de o que é uma cidade média (Amorim Filho; Serra, 2001), muitos autores destacam como um dos principais critérios o tamanho demográfico, ou seja, o número de habitantes. Comumente são definidas como cidades médias aquelas que possuem população entre 100 e 500.000 habitantes (Stamm *et al.*, 2013). Porém, outra característica fundamental para a definição de cidades médias é a questão da atratividade, ao se constituírem como locais privilegiados em qualidade e diversidade de serviços, além de polos de empregos. No último censo demográfico (IBGE, 2022) se constata crescimento populacional em cidades médias superior ao de cidades grandes e capitais, seguindo tendência já observada no censo anterior. Tal cenário de crescimento mais acelerado do que em outras cidades impõe maior grau de ameaça aos recursos naturais, devido à maior pressão por expansão urbana e por ocupação de áreas ambientalmente frágeis.

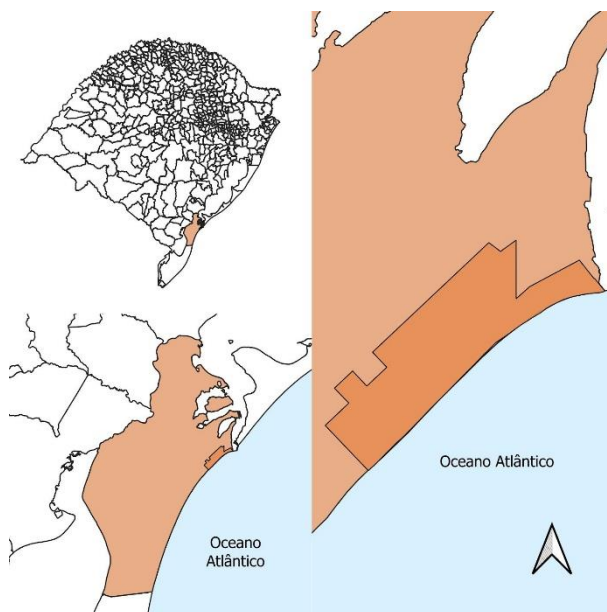
O presente artigo discute o Zoneamento Ambiental a partir do caso do Balneário Cassino, no município de Rio Grande. Com 191.900 habitantes (IBGE, 2022), Rio Grande é exemplo de cidade média, que embora não exerça mais papel de atratividade na região, apresentando inclusive redução de população no último Censo Demográfico, demonstra em um dos seus distritos, o Balneário Cassino, crescimento ainda acelerado. Neste contexto, este trabalho aponta diretrizes preliminares para a elaboração de um Zoneamento Ambiental voltado para o Cassino, com o objetivo de orientar a expansão do território, respeitando suas características naturais e minimizando os impactos da pressão antrópica. Esse projeto foi elaborado através da disciplina de Requisitos Curriculares de Extensão, vinculada ao projeto unificado com ênfase em extensão Planejamento Urbano no Cassino, Rio Grande, RS.

2. Apresentação do Cassino

O Balneário Cassino, fundado em 1890, está localizado no litoral sul do estado do Rio Grande do Sul, na cidade de Rio Grande, considerada a mais antiga do estado. Segundo Ferrer (2016), o balneário era chamado de Vila Siqueira e passou a ser conhecido como Balneário Cassino devido a fama do hotel Casino, inaugurado no mesmo ano do Balneário.

Hoje, a praia do Cassino conta com unidades de saúde, educação, segurança e demais serviços públicos. Além disso, o local também dispõe de diversos estabelecimentos comerciais, como bares e restaurantes, concentrados ao longo da avenida principal, a Avenida Rio Grande. A Figura 1 localiza o município de Rio Grande no estado do Rio Grande do Sul (à esquerda, acima), o Balneário do Cassino no Município de Rio Grande (à esquerda, abaixo) e mostra (à direita) o perímetro atual do Balneário Cassino.

Figura 1: Mapa de localização do município de Rio Grande e do Balneário Cassino.



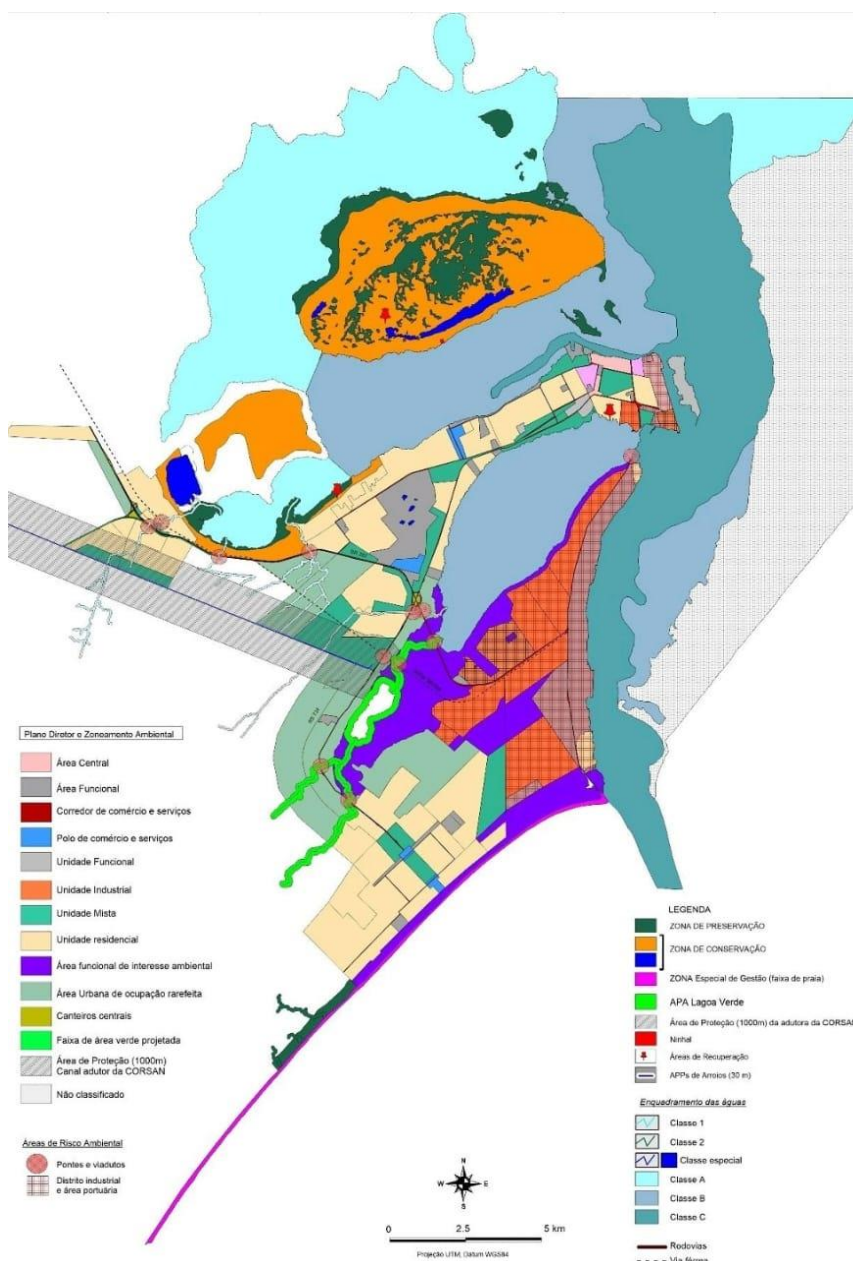
Fonte: Elaborado pelas autoras a partir da base do IBGE (2022) e dados da Prefeitura Municipal de Rio Grande.

A população do Balneário Cassino em 2010 era de 15.890 habitantes e, em 2022, passou para 21.842 habitantes, conforme dados dos censos do IBGE (2010 e 2022). Trata-se de uma aproximação, por não haver coincidência plena entre os limites dos setores censitários e da poligonal do Balneário Cassino, porém chama atenção a magnitude deste crescimento populacional, de cerca de 37%, que contrasta com o crescimento populacional de apenas 1,8% apresentado no Rio Grande do Sul como um todo, para o mesmo período. Isso enfatiza a atratividade do balneário e os desafios com relação ao planejamento urbano e à preservação ambiental. Segundo Conceição, Cirolini e Bruch (2020), durante a temporada de verão (dezembro, janeiro e fevereiro) este número pode chegar a 250 mil. Ainda segundo os autores, a praia passou a ser uma opção de moradia fixa quando aconteceu a implementação do Polo Naval, que provocou mudanças significativas na cidade e por consequência, no balneário, o que, em parte, ajuda a explicar esse alto crescimento. Além da implementação do Polo Naval, de acordo com Manhago (2023), o período de isolamento da pandemia também colaborou com

que a população permanente do Cassino crescesse. Além disso, a enchente de maio de 2024, que afetou significativamente a cidade de Rio Grande, não atingiu diretamente o Balneário Cassino, ampliando a tendência de aumento populacional no Balneário. Nesse contexto, alguns moradores da área central da cidade de Rio Grande passaram a residir no Cassino, tanto em casas próprias (até então utilizadas para veraneio), quanto em residências alugadas ou adquiridas na ocasião.

O município de Rio Grande conta com ZEE (Figura 2), porém este apresenta algumas limitações, especialmente no que tange ao Balneário Cassino, foco deste artigo. Observa-se a homogeneidade de diretrizes (especialmente no caso de Unidades residenciais) para áreas com características sócio-ambientais distintas. As poligonais incluem áreas efetivamente urbanizadas e não urbanizadas, não sendo observável alguma diferenciação entre áreas alagáveis, linhas de drenagem e áreas mais altas e secas, por exemplo.

Figura 2: Mapa do Zoneamento Ecológico Econômico e Plano Diretor de Rio Grande.



Fonte: Tagliani (2022, p. 377).

Outro aspecto a destacar é que os limites do ZEE não coincidem com a poligonal atual da área do Balneário Cassino, o que gera alguns “vazios” à medida em que se sobrepõem os dados. Assim, reconhecendo a importância do ZEE e também suas

limitações, especialmente no contexto do Balneário Cassino, avançamos na proposição de diretrizes preliminares para a elaboração de um zoneamento ambiental.

3. Estudo exploratório e diretrizes preliminares

Este trabalho caracteriza-se como um estudo exploratório que aponta diretrizes preliminares para a elaboração de um zoneamento ambiental. A elaboração de um zoneamento ambiental deve ser um processo multidisciplinar, mediante a integração de diversas áreas do conhecimento e a participação de profissionais com diferentes especialidades, possibilitando uma abordagem abrangente, capaz de contemplar múltiplas dimensões, como aspectos ambientais, sociais, econômicos e urbanísticos, entre outros. Além disso, é fundamental que haja um levantamento e análise de dados aprofundados e que o processo promova a participação social. Assim, esse estudo se caracteriza como uma contribuição inicial para a discussão de um zoneamento ambiental para o Cassino, que aponta diretrizes preliminares e reconhece as limitações da composição da equipe e dos dados utilizados. Apesar dessas limitações, o trabalho avança na proposição de um ponto de partida para (re)pensar a urbanização do Balneário Cassino.

A elaboração do trabalho incluiu mapeamentos, pesquisa bibliográfica e atividades de campo. A metodologia adotada envolveu análises voltadas à compreensão do território, considerando tanto seus aspectos naturais quanto urbanos, com o objetivo de propor alternativas que equilibrem o crescimento da cidade e a preservação ambiental. Como o território urbano envolve diversos fatores, como relevo, cobertura do solo, áreas construídas e redes de infraestrutura, o uso do SIG (Sistema de Informações Geográficas) tornou-se fundamental. Essa ferramenta permite a integração e o cruzamento das informações espaciais, contribuindo para uma leitura mais precisa da relação entre a cidade e o ambiente, além de apoiar tomadas de decisão mais qualificadas no processo de planejamento urbano. Como a Prefeitura Municipal não dispunha de todos os dados necessários para a realização desse estudo, ou, pelo menos, não de forma atualizada e consistente, deu-se prioridade para fontes de dados

disponíveis, como FEPAM/SEMA, Projeto Mapbiomas e *European Space Agency* (ESA, 2025).

O processo de elaboração do estudo incluiu ainda visitas da equipe à área de estudo, conversas com a comunidade e com integrantes do Núcleo de Educação e Monitoramento Ambiental (NEMA) e do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), conforme aparece nas imagens da Figura 3.

Figura 3: Registros das visitas da equipe à área de estudo.



Fonte: Imagens das autoras.

Os principais dados utilizados para o estudo foram as linhas de drenagem e o mapeamento de uso e cobertura da terra. O mapeamento de bacias e linhas de drenagem foi gerado a partir de dados altimétricos do Modelo Digital de Elevação (MDE) do Programa *Copernicus* (*European Space Agency* - ESA), com resolução espacial de 30 metros. As linhas de drenagem, geradas a partir dos dados altimétricos mencionados, foram ajustadas manualmente mediante sobreposição com imagem de satélite mais recente do *Google*, fornecida pelo plugin *QuickMapServices*, para a área do Cassino, melhorando a correspondência com a realidade, especialmente no caso de canais

artificiais na área urbanizada. Já o mapeamento de cobertura da terra foi obtido a partir da Coleção 9 do Projeto MapBiomas para o ano de 2023. Esta coleção inclui dados anuais de cobertura e uso da terra de todo o Brasil para o período de 1985 a 2023, com resolução espacial de 30 metros, e é fruto do trabalho do Projeto MapBiomas, o qual está em constante desenvolvimento desde 2015.

A manipulação, sobreposição, edição e análise dos dados foi feita no QGIS, um software livre e gratuito. A Figura 4 mostra a sobreposição dos dados mencionados na poligonal da Zona Administrativa do Balneário Cassino, fornecida pela Prefeitura Municipal de Rio Grande. As duas áreas demarcadas no canto esquerdo constituem uma proposta de inclusão ao perímetro do Cassino, a qual se dá por três razões principais: a potencialidade dos trechos para expansão urbana futura, por não haver predominância de áreas alagadas ou linhas de drenagem, a não identificação de uma lógica ou critério que justifique tais recortes no perímetro atual e os fortes limitantes para a ampliação do perímetro e outras direções. Além da interface com o mar à sudoeste, o Balneário Cassino tem como confrontante à nordeste a área portuária industrial, à noroeste a zona da Lagoa Verde e à sudoeste uma área rural, sendo que na interface com o Balneário Cassino, essa área rural possui um Parque Eólico estabelecido.

Figura 4: Mapa do perímetro do Balneário Cassino, com as linhas de drenagem sobrepostas ao uso da terra e à cobertura vegetal.



Fonte: Elaborado pelas autoras a partir de dados de cobertura da terra (Projeto MapBiomass) e linhas de drenagem geradas a partir de dados altimétricos do MDE Copernicus (*European Space Agency - ESA*).

Com relação à cobertura do solo da Figura 4, a *Área Urbanizada* refere-se a lugares que já têm uma ocupação urbana consolidada, com moradias, ruas, energia, água e outros serviços. A legenda inclui também diferentes corpos d'água (*Rio, Lago e Oceano*), sendo que na área analisada o corpo predominante é o mar, entendido no contexto costeiro como a massa de água salgada que banha a costa. Segundo Muehe (2006) e Silva (2014), o mar exerce influência direta nos processos geomorfológicos e

ecológicos da região, sendo o principal agente na dinâmica sedimentar das praias. Ele afeta, por exemplo, a formação das dunas e a largura da faixa de areia ao longo da costa.

A área de *Praia, Duna e Areal* inclui distintas coberturas, as quais estão descritas a seguir, dentro do contexto geográfico em que se apresentam. De acordo com a Lei nº 7.661/88 (Brasil, 1988), que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, a praia é definida como a área que é coberta e descoberta pelo movimento das marés, abrangendo a faixa de areia, cascalho ou pedras, e se estendendo até onde começa a vegetação ou outro ecossistema. Já a faixa de areia corresponde à porção arenosa da praia localizada entre a linha de maré alta e a base das dunas ou outras formações costeiras. É uma área dinâmica, sujeita a processos contínuos de erosão e deposição e classificada como bem de uso comum do povo, conforme a mesma lei. As dunas, por sua vez, são formações de areia moldadas pela ação dos ventos, podendo ser móveis ou fixas, dependendo da presença ou não de vegetação. Elas cumprem funções ecológicas essenciais, como a proteção contra a erosão costeira e a preservação da biodiversidade. A faixa de areia e as dunas apresentam diferenças marcantes: a faixa de areia, definida pela Lei nº 7.661/88, é moldada pela ação direta das ondas e sujeita a variações constantes. Já as dunas se formam a partir da areia transportada pelo vento e funcionam como barreiras naturais, sendo protegidas por lei como Áreas de Preservação Permanente de acordo com a Resolução nº 303 do CONAMA.

As restingas são áreas de solo arenoso ao longo da costa, que abrigam diferentes tipos de vegetação, dependendo de como o ambiente se desenvolve. A *Restinga Herbácea* é formada por campos limpos com plantas rasteiras e gramíneas, comuns em áreas abertas. Já a *Restinga Arbórea* apresenta uma vegetação mais alta, com árvores adaptadas às condições do litoral, são campos de vegetação mais esparsa (Brasil, 2012).

A *Vegetação Herbácea* é formada por plantas rasteiras ou de pequeno porte, com até cerca de 1 metro de altura, como gramíneas e ervas. Já a *Vegetação Arbustiva* é composta por arbustos, que são plantas lenhosas mais baixas que as árvores, com altura de até 5 metros. Ambas são comuns em ambientes abertos ou semiabertos,

especialmente sobre solos arenosos, e aparecem em diferentes estágios de regeneração da paisagem natural. Segundo a Resolução CONAMA nº 417/2009 (Brasil, 2009), essas formações vegetais fazem parte da dinâmica natural de áreas como restingas, dunas e planícies litorâneas, e podem incluir espécies adaptadas tanto a terrenos bem drenados quanto a áreas úmidas.

O *Mosaico de Usos* refere-se a áreas de uso agropecuário, onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura. Pode incluir áreas de cultivos, pastagens de inverno ou de verão e de horticultura. Inclui as áreas de descanso entre safras agrícolas (pousio). Também pode incluir áreas de ocupação periurbana, como chácaras, sítios e condomínios (Projeto MapBiomas, 2025). Já as áreas de *Agricultura*, referem-se exclusivamente ao uso agrícola.

Os *Campos Alagados e Áreas Pantanosas*, no contexto geográfico da área de estudo, incluem áreas alagáveis e banhados. As áreas alagáveis são partes do território que acumulam água em certos períodos, principalmente quando chove em excesso ou quando a maré sobe. Elas funcionam como zonas de retenção natural que ajudam a conter enchentes. Além disso, mantêm uma vegetação adaptada a esse tipo de solo úmido, que tem papel importante no equilíbrio ambiental. Algumas dessas áreas podem configurar banhados, definidos pela Resolução nº 380/2018 do Conselho Estadual do Meio Ambiente (Rio Grande do Sul, 2018) como extensões de terras normalmente saturadas de água, onde se desenvolvem flora e fauna típica. Os banhados e as áreas alagáveis se diferenciam, segundo o Código Estadual do Meio Ambiente (Rio Grande do Sul, 2020), pois os banhados permanecem encharcados durante a maior parte do ano e abrigam vegetação característica de áreas úmidas, enquanto as áreas alagáveis ficam temporariamente inundadas, geralmente em períodos de chuva ou maré alta, e têm vegetação menos específica.

As áreas alagáveis e os banhados geralmente se localizam próximos a *Linhas de Drenagem*, que são caminhos por onde a água da chuva costuma escorrer, podendo ser naturais, como rios e córregos, ou construídos, como valas e tubulações. Esses caminhos tendem a seguir a inclinação do terreno, indo de áreas mais altas para mais baixas. A

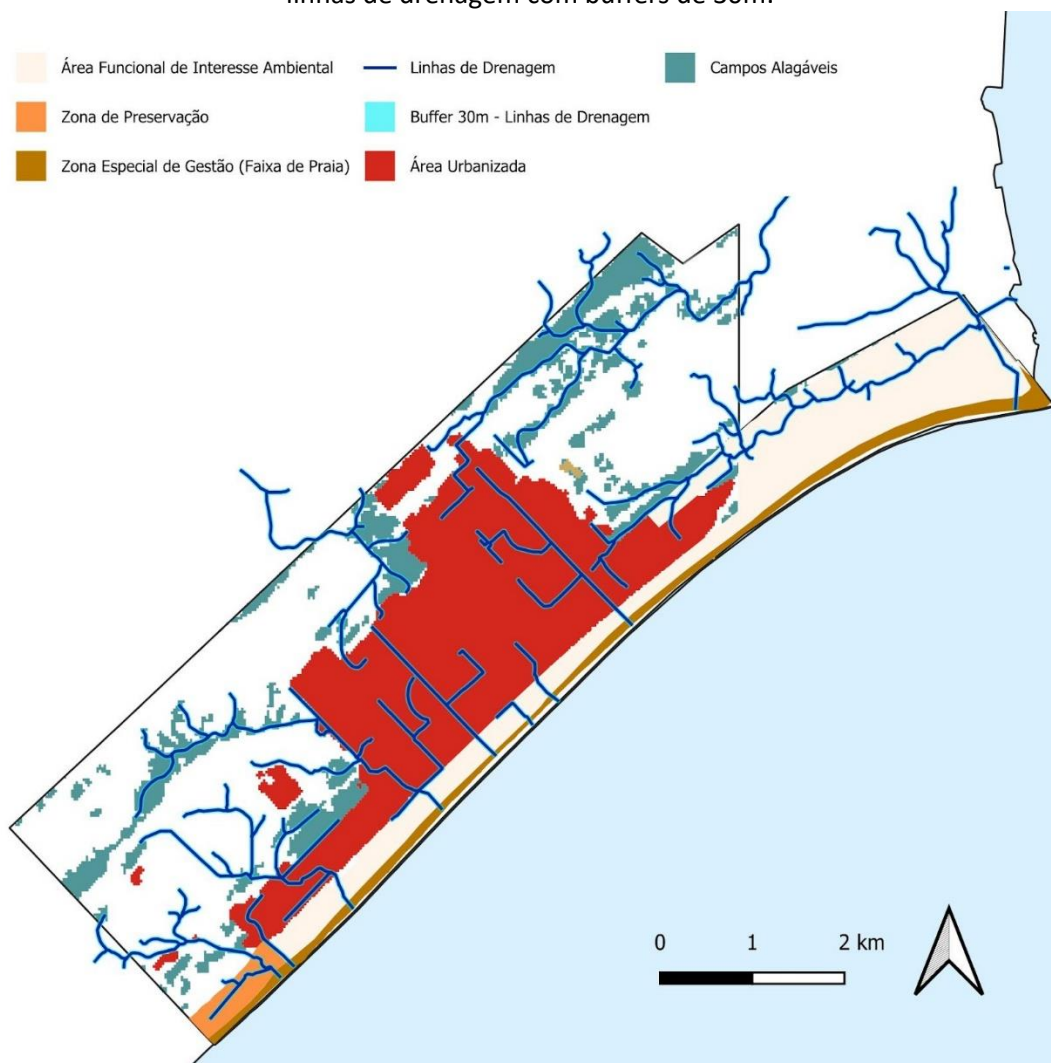
falta de cuidado ao analisar essas linhas pode causar problemas como enchentes, alagamentos e danos nas ruas. Essas linhas de drenagem fazem parte de uma estrutura maior: as bacias hidrográficas, definidas pela Portaria nº 149, de 26 de março de 2015, da Agência Nacional de Águas (Brasil, 2015), como o espaço geográfico delimitado pelo respectivo divisor de águas, cujo escoamento superficial converge para seu interior, sendo captado pela rede de drenagem a ela associada. Os campos alagados e banhados, por estarem inseridos nessas áreas de drenagem, cumprem papel essencial na regulação do fluxo de água dentro da bacia. As sub-bacias, por sua vez, correspondem às áreas de drenagem dos tributários do curso d'água principal, com áreas entre 100 km² e 700 km², conforme descrito por Faustino (1996).

No caso da área de estudo, no Balneário Cassino, as baixas declividades, associadas à baixa resolução dos dados altimétricos disponíveis, dificultam a delimitação precisa das linhas de drenagem, bacias e sub-bacias. Além disso, as baixas declividades e altitudes favorecem a configuração de áreas alagáveis e banhados associados à essas linhas de drenagem. Idealmente seria necessário ter dados altimétricos mais precisos para a definição das sub-bacias e linhas de drenagem, além de uma diferenciação entre os banhados e outras áreas alagáveis. Ainda assim, observa-se uma correspondência satisfatória entre os dados disponíveis e a realidade, o que pôde ser observado pela sobreposição com imagens de satélite e também nas saídas de campo.

Após a sobreposição e análise dos dados disponíveis, avançamos para a diferenciação das áreas não urbanizadas em dois grandes grupos: áreas para urbanização sustentável e áreas de preservação. É fundamental salientar a pertinência de definição de áreas de amortecimento ou transição entre essas áreas, bem como a definição de usos possíveis para áreas de preservação (como parques urbanos, corredores verdes, etc.). Além disso, outras características como densidade, taxa de ocupação e índice de permeabilidade podem ter pequenas variações para cada trecho, sendo que as características observadas são congruentes com baixas densidades, baixas taxas de ocupação e altos índices de permeabilidade.

A primeira espacialização de diretrizes se deu através da união de diferentes áreas de preservação, sendo: a) as dunas, já delimitadas e reconhecidas legalmente; b) as linhas de drenagem, com faixas marginais definidas por *buffer* de 30m; c) as áreas alagáveis e os banhados. A Figura 5 mostra esse conjunto e a diferenciação entre áreas destinadas à preservação e áreas que podem vir a ter urbanização sustentável.

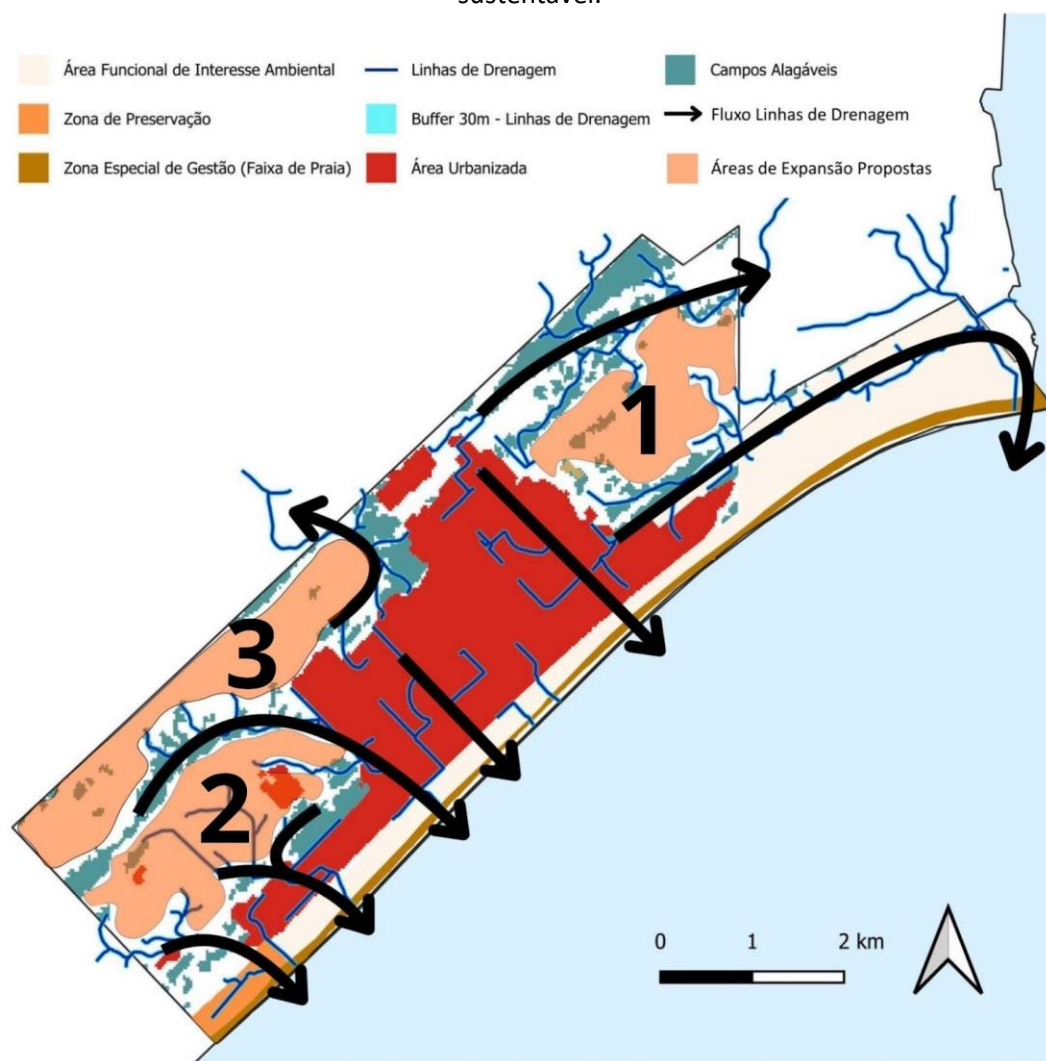
Figura 5: Áreas de preservação ou com restrições à ocupação antrópica: sobreposição de dados do MapBiomas Brasil (2023), faixa de dunas (já delimitada e reconhecida legalmente) e linhas de drenagem com buffers de 30m.



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Devido à fragmentação das áreas alagáveis e banhados, assim como as diversas ramificações das linhas de drenagem, foi criado um diagrama alternativo (Figura 6), o qual destaca as principais linhas de drenagem e esboça três diferentes áreas com potencial de expansão urbana sustentável. Nessa proposta, tanto as áreas de preservação quanto as de expansão são mais contíguas. Um dos aspectos sabidos e também observados nas saídas de campo foi como as baixas declividades e a canalização ou obstrução de linhas de drenagem favorecem os alagamentos, constituindo não apenas danos ambientais como também problemas urbanos. Assim, o diagrama de Figura 6 destaca os fluxos das principais linhas de drenagem e enfatiza a importância e necessidade de sua preservação. Nos casos em que as linhas de drenagem foram canalizadas ou obstruídas, especialmente em áreas já urbanizadas, a renaturalização ou medidas de mitigação também podem ser necessárias.

Figura 6: Diagrama de linhas de drenagem principais e áreas propostas para urbanização sustentável.



Fonte: Desenho digital autoral sobre base de dados do *MapBiomas Brasil* (2023), faixa de dunas e linhas de drenagem geradas a partir de dados altimétricos do Satélite *Copernicus* (2025).

Com relação às três diferentes áreas passíveis de expansão urbana sustentável, demarcadas na Figura 6, cabe salientar que possuem características bastante diferentes entre si. A área 1 já demonstra uma tendência de expansão e boa dotação de infraestrutura, localizando-se ao longo de uma via de acesso alternativa ao acesso principal do Balneário Cassino. É importante destacar que essa área se localiza entre duas linhas de drenagem e duas áreas alagáveis, no entanto apenas uma delas (ao sul) é

reconhecida pela legislação, por estar associada à *Área Funcional de Interesse Ambiental*. A preservação da outra (ao norte) área também é fundamental para minimizar o impacto dessa expansão nas áreas já urbanizadas e ao meio ambiente como um todo. Além disso, a proximidade com a estação de tratamento de esgoto (que, por um lado, facilita a dotação desta infraestrutura) requer atenção com relação à contaminação do solo e qualidade ambiental do entorno.

A área 2 também possui um entorno ambientalmente sensível, com áreas alagáveis e linhas de drenagem. No entanto, é uma área com outras características bastante diferentes da área 1. A área 2 inclui o loteamento Stella Maris, que atualmente carece de infraestrutura e possui baixíssima densidade. Inicialmente, a dotação de infraestrutura e aumento da densidade do Stella Maris, por ser uma área já em processo de ocupação, poderá constituir um impacto ambiental menor que a urbanização de uma nova área. Além disso, a urbanização sustentável da área 2 caracteriza uma possibilidade de conexão e integração entre as áreas da Querência, Atlântico Sul, Stella Maris e Princesa do Sul. A preservação do entorno da área 2, que possui áreas alagáveis e linhas de drenagem, contribui para a redução dos impactos dessa expansão urbana no entorno, especialmente com relação a possíveis alagamentos, além de reduzir o impacto na paisagem. Parte dessa interface a ser preservada, poderá constituir um parque ou conjunto de áreas verdes, caracterizando também uma compensação aos loteamentos existentes, que carecem desses espaços livres.

A área 3, apesar da interface significativa com áreas alagáveis e linhas de drenagem, também apresenta potencial de conexão com o Parque Guanabara, além de poder vir a receber um terceiro acesso ao Balneário Cassino, o qual poderia ser pela Rua Eng. Sérgio Luiz Carlos Rheingantz Pernigotti, por exemplo. Apesar dessa potencialidade, a área 3 não é uma área ideal ou prioritária para expansão urbana, sendo as áreas 1 e 2 mais indicadas para um primeiro momento. A inclusão ao perímetro urbano das duas áreas apontadas na Figura 4 é fundamental para que a área de expansão 3 possa se estruturar de forma contígua, entre linhas de drenagem e áreas alagáveis.

De modo geral, é essencial que a expansão urbana no Balneário Cassino respeite as áreas alagáveis e linhas de drenagem, além de outras áreas com valor ambiental já consolidado, como as dunas.

4. Considerações Finais

Inicialmente, destaca-se a importância de incorporar o zoneamento ambiental como um instrumento fundamental de planejamento municipal, promovendo a integração efetiva entre políticas urbanas e ambientais para viabilizar o desenvolvimento sustentável. No caso do Balneário Cassino, evidencia-se que a elaboração de um zoneamento ambiental deve priorizar a diferenciação de áreas para urbanização sustentável e para preservação, respeitando os atributos naturais do território como dunas, áreas alagáveis e linhas de drenagem, essenciais para a resiliência ambiental e para a redução do impacto ambiental decorrente do crescimento urbano. Os resultados reforçam a importância de instrumentos de planejamento que integrem ciência, sociedade e gestão pública, oferecendo subsídios para políticas urbanas sustentáveis.

Destaca-se também o papel das cidades médias, cuja atratividade e rápido crescimento geram maior pressão sobre recursos naturais, agravada por limitações técnicas e administrativas, tornando ainda mais imprescindível uma abordagem multidisciplinar e participativa. No caso do Balneário Cassino, especificamente, os prognósticos de crescimento populacional e a população flutuante apontam para a necessidade de crescimento físico. Reconhecendo esse contexto, recomenda-se que futuras ações de planejamento e expansão urbana sejam ancoradas em critérios técnicos sólidos, dados ambientais atualizados e processos participativos, visando garantir tanto a proteção ambiental quanto a qualidade de vida e o desenvolvimento equilibrado do Cassino.

Por fim, destaca-se o potencial do uso de dados abertos, como os dados topográficos (*European Space Agency*) e de uso e cobertura da terra (*Mapbiomas*) utilizados no presente estudo, especialmente em contextos de baixa disponibilidade de mapeamentos, como, em geral, costuma ser em cidades de pequeno e médio porte. Tais

dados conferem agilidade à elaboração de estudos rápidos, que posteriormente podem ser melhor detalhados, à medida em se produzam mapeamentos mais precisos.

Referências

AMORIM FILHO, Oswaldo; SERRA, Rodrigo Valente. **Evolução e perspectivas do papel das cidades médias no planejamento urbano e regional**. In: ANDRADE, T. A.; SERRA, R. V. Cidades médias brasileiras. Rio de Janeiro: IPEA, 2001. p. 1-34.

BRASIL. **Agência Nacional de Águas. Portaria nº 149, de 26 de março de 2015**. Define os conceitos técnicos aplicados no enquadramento de corpos de água superficiais e estabelece as diretrizes para a delimitação de bacias hidrográficas. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 27 mar. 2015.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 303, de 20 de março de 2002**. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. [S.l.]: [s.n.], 2002. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com_sisconama&task=documento.download&id=18409. Acesso em: 7 maio 2025.

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 417, de 30 de novembro de 2009**. Estabelece os parâmetros básicos para a definição de vegetação de restinga e de mangue no âmbito do licenciamento ambiental em terrenos situados na zona costeira. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 230, p. 87–89, 2009.

BRASIL. **Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002**. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil – ZEE, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4297.htm. Acesso em: 10 jun. 2025.

BRASIL. **Decreto nº 12.041, de 5 de junho de 2024**. Institui o Programa Cidades Verdes Resilientes. Brasília, DF: Presidência da República, 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/decreto/d12041.htm. Acesso em: 10 jun. 2025.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 10 jun. 2025.

BRASIL. **Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988.** Dispõe sobre o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7661.htm. Acesso em: 7 maio 2025.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001.** Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2001. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 10 jun. 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 149, n. 101, p. 1–6, 2012.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Zoneamento Ambiental Municipal: o meio ambiente contribuindo para planejamento urbano.** Brasília, DF, 2018. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80261/Publicacao_-_O_Meio_Ambiente_contribuindo_para_o_Planejamento_Urbano_Digital_1.pdf. Acesso em: 10 jun. 2025.

CONCEIÇÃO, Thaís Ferreira da; CIROLINI, Angélica; BRUCH, Alexandre Felipe. **Expansão urbana no Balneário Cassino, Rio Grande (RS): um estudo de caso no loteamento Orto e sub-bairro Querência.** *Brazilian Applied Science Review*, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 741–757, mar./abr. 2020. DOI: <https://doi.org/10.34115/basrv4n2-022>.

EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). **Copernicus DEM. OpenTopography.** Disponível em: <https://opentopography.org/>. Acesso em 5 fev. 2025.

FAUSTINO, Jorge. **Planificación y gestión de manejo de cuencas.** Turrialba: CATIE, 1996.

FERRER, Daiana Martins. **O processo de urbanização e verticalização do Balneário Cassino – município de Rio Grande – RS.** 2016. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2022.** Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/>. Acesso em 26 jun. 2025.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010.** Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em 26 jun. 2025.

MANHAGO, Joanna. **Cassino aposta em parcerias para melhorar estrutura e receber mais de 250 mil veranistas.** *Zero Hora (online)*, Porto Alegre, 24 nov. 2023. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/comportamento/verao/noticia/2023/11/com-dificuldades-financeiras-cassino-aposta-em-parcerias-para-melhorar-estrutura-e-receber-mais-de-250-mil-veranistas-clp8tzry60052014i01u5ph1g.html>. Acesso em 25 jul. 2025.

MDR - Ministério do Desenvolvimento Regional; MMA - Ministério do Meio Ambiente; GIZ - Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. **Projeto de Apoio à Agenda Nacional de Desenvolvimento Sustentável (ANDUS), Tomo B - Agenda Ambiental.** Brasília, 2022. Disponível em: https://www.andusbrasil.org.br/images/acervo/Andus_-_B_-_Agenda_ambiental.pdf. Acesso em 23 jul. 2025.

MELO, Celia; GROSSI, Cláudia. **Zoneamento ambiental municipal: a percepção do gestor público sobre a efetividade do instrumento como apoio ao planejamento territorial.** *Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente*, v. 13, n.2, p. 192–199, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.31072/rcf.v13i2.897>. Acesso em 25 jun. 2025.

MUEHE, Dieter (org.). **Erosão e progradação do litoral brasileiro.** Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção 9 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil.** 2023. Disponível em: <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/cobertura>. Acesso em 25 jun. 2025.

PROJETO MAPBIOMAS. **O projeto.** 2025. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/o-projeto/>. Acesso em 25 jun. 2025.

RIO GRANDE DO SUL. **Conselho Estadual do Meio Ambiente – CONSEMA. Resolução nº 380, de 13 de setembro de 2018.** Dispõe sobre os critérios para identificação e enquadramento de banhados em imóveis urbanos. Porto Alegre: SEMA, 2018. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201810/08143237-380-2018-criterios-para-identificacao-e-enquadramento-de-banhados-em-imoveis-urbanos.pdf>. Acesso em 14 maio 2025.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei nº 15.434, de 9 de janeiro de 2020.** Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Assembleia Legislativa do Estado do RS, 2020. Disponível em: <https://diariooficial.rs.gov.br/diario?td=DOE&pg=5&dt=2020-01-10>. Acesso em 14 maio 2025.

SILVA, Filipe Galiforni. **Dinâmica morfo-sedimentar ao longo do sistema praial da Ilha Comprida – SP**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências, área de Oceanografia Geológica) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

STAMM, Cristiano; STADUTO, Jefferson Andronio Ramundo; LIMA, Jandir Ferrera de; WADI, Yonissa Marmitt. **A população urbana e a difusão das cidades de porte médio no Brasil**. Interações (Campo Grande), v. 14, p. 251-265, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1518-70122013000200011>. Acesso em 25 jun. 2025.

TAGLIANI, Paulo Roberto Armanini (org.). **Plano Ambiental do Município do Rio Grande**. Rio Grande, RS: FURG, 2022. Disponível em: <https://www.riogrande.rs.gov.br/pagina/wp-content/uploads/2022/03/PLANOAMBIENTAL-1.pdf>. Acesso em 10 jun. 2025.