

Uso e cobertura da terra e suas implicações na qualidade e quantidade dos recursos hídricos da porção central do Litoral Norte do Rio Grande do Sul

NILZO IVO LADWIG

CARINA DA LUZ

DANRLEI DE CONTO

JULIANA DEBIASI MENEGASSO

THAISE SUTIL

1 INTRODUÇÃO

A urbanização do Rio Grande do Sul ocorreu sobre duas estruturas socioeconômicas diferentes, do lado sul do estado os estancieiros, peões e escravos normalmente produtores de charque, couro e lã em grandes propriedades, e ao norte, uma sociedade composta por imigrantes colonizadores (Strohaecker; Toldo Junior, 2007).

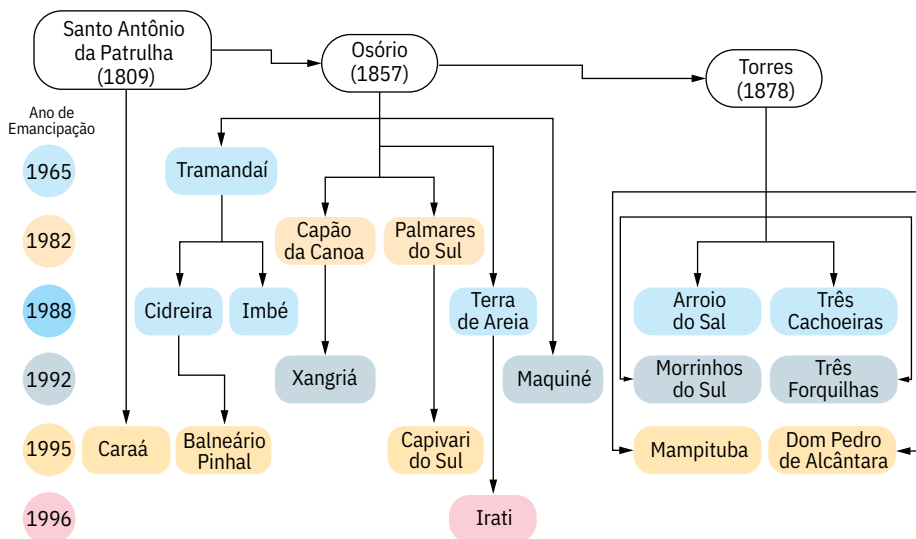
No Rio Grande do Sul, o processo de urbanização da costa litorânea não foi diferente em relação aos outros estados brasileiros. A ocupação dos municípios do Litoral Norte se deve, principalmente, aos processos de urbanização e de expansão turística. A crescente urbanização do Litoral Norte está relacionada com a fragmentação do território, uma vez que, até 1960, a região era constituída por apenas 3 municípios (Santo Antônio da Patrulha, Osório e Torres) e, atualmente, são 21 municípios (Figura 1). A emancipação, também pode ser vista como fator impulsor do crescimento populacional e dos investimentos públicos e privados, em áreas urbanas (Moura; Moran; Strohaecker, 2015).

Até o final da década de 1970, os municípios do Litoral Norte apresentavam um perfil rural, já que a maior parte da população (124.147 habitantes) vivia no campo. A partir da década de 1980 houve uma inversão do rural para o urbano. Pode-se destacar a criação de novos municípios como fator de crescimento econômico da região e como consequência do incremento de sua população permanente (Strohaecker; Toldo Junior, 2007; Moura; Moran; Strohaecker, 2015).

No início das décadas de 1980 e 1990, quatro dos cinco municípios desmembraram-se de Osório: Capão da Canoa (1982), Terra de Areia (1988), Maquiné (1992) e ainda o município de Xangri-lá (1992), emancipado de Capão da Canoa.

A inauguração da RS-030, conhecida como Estrada Velha, em 1939, ligando a região metropolitana de Porto Alegre ao litoral norte do estado, impulsionou o deslocamento de veranistas.

Figura 1 – Emancipação dos municípios do Litoral Norte do Rio Grande do Sul



FONTE: construção dos autores (2020), com base em Atlas de Evolução Municipal do RS (Rio Grande do Sul, 2001).

No final da década de 1930, foram adquiridas terras de antigas fazendas por empresas privadas, para dar início à construção de loteamentos nos balneários. A implantação de loteamentos estava relacionada ao atendimento das necessidades de repouso, de lazer e de diversão dos veranistas. Para isso, os empreendedores construíram cassinos em hotéis, colônias de férias e as sedes de clubes (Oliveira, 2015).

Ao longo das décadas seguintes, a construção de novas rodovias impulsionou o turismo e a busca pela segunda residência nas praias, permitindo uma maior comunicação desta com as demais regiões do estado gaúcho. Destacam-se nesse contexto as rodovias RS-486 (Rota do Sol), que liga a Serra Gaúcha ao litoral; a BR-289 (*Freeway*), que liga Osório à Região Metropolitana de Porto Alegre, e a BR-101, que cruza diversos municípios e conecta o Rio Grande do Sul a diversos estados brasileiros (Lopes; Ruiz; Anjos, 2018).

Outra via de grande importância para o Litoral Norte é a RS-389, a Estrada do Mar, que conecta os balneários às cidades de Osório, Capão da Canoa, Arroio do Sal, Torres e Xangri-lá (Lopes; Ruiz; Anjos, 2018). Os investimentos por parte do Estado, nas primeiras décadas do século XX, nos sistemas de transporte, arborização e fixação de dunas, foram essenciais para o desenvolvimento da região, permitindo outros investimentos econômicos (Strohaecker; Toldo Junior, 2007).

O Litoral Norte do Rio Grande do Sul possui características particulares na sua composição, variando entre praias de areias brancas, lagoas, banhados, dunas e outros ambientes (Strohaecker; Toldo Junior, 2007; Scherer, 2010). No entanto, o processo de ocupação associado à urbanização e ao turismo não foram considerados e a falta de planejamento acabou por afetar muitas áreas para a manutenção do meio ambiente local (Tabajara *et al.*, 2005).

A urbanização da região nos últimos 60 anos foi o fator principal da utilização desordenada dos recursos naturais, e isso pode estar relacionado

diretamente com a perda da qualidade ambiental desses ecossistemas, principalmente quando é considerado o caráter instável da Zona Costeira (Tabajara *et al.*, 2005; Strohaecker; Toldo Junior, 2007).

Segundo Macedo (2004), a expansão da indústria imobiliária é constante, e por isso houve o esgotamento das possibilidades de ocupação, sendo necessária a realização de novos empreendimentos, provocando uma ampliação significativa das áreas já abertas e ocupadas. Nesse sentido, Krell (2008) chama a atenção para os impactos ambientais no litoral, relacionados às construções à beira-mar (loteamentos, prédios, estradas, clubes, restaurantes), cujas estruturas invadem os sistemas lagunares, produzindo lixo, esgoto e ruídos, descaracterizando as características naturais.

Nas planícies lagunares do Litoral Norte, especialmente as mais próximas das áreas urbanizadas, surgem novos condomínios horizontais. Esses novos empreendimentos imobiliários resultaram em alterações na morfologia original (cortes e criação de superfícies planas) e na retirada da cobertura vegetal. Como consequência, houve alteração no fluxo das águas superficiais e subsuperficiais e no escoamento superficial, em função da dragagem das áreas alagadas e da impermeabilização da superfície (Moura; Moran; Strohaecker, 2015).

O estudo de Moura, Moran e Strohaecker (2015) destaca outro problema decorrente da expansão urbana da região, relacionado ao regime das águas. Com a construção de moradias e de vias de acesso, houve transferência de sedimentos e de outros poluentes para os recursos hídricos, afetando a vida aquática, contaminando os solos e as águas.

É importante ressaltar que a maioria dos empreendimentos imobiliários tem por finalidade ser a segunda residência de veranistas com alto poder aquisitivo, em busca de lazer, em um curto período do ano (Strohaecker; Toldo Junior, 2007). Tais empreendimentos são responsáveis por privar o acesso da população em geral às lagoas (Moura; Moran; Strohaecker, 2015).

Atraídos pelas oportunidades de emprego na construção civil e no setor de comércio e serviço, muitas pessoas migraram das áreas rurais do entorno ou de outros municípios do estado para o Litoral Norte, ocupando de forma espontânea moradias irregulares nas proximidades dos condomínios e rodovias (Strohaecker; Toldo Junior, 2007; Moura; Moran; Strohaecker, 2015). Essas ocupações são carentes de infraestrutura básica, e a população residente apresenta significativa vulnerabilidade social e econômica, além da crescente informalidade na obtenção da moradia. Essas ocupações normalmente se concentram em locais indevidos e em desacordo com o estatuto das cidades (Pires; Soldateli, 2010).

A urbanização desses municípios está diretamente relacionada ao desenvolvimento econômico da construção civil e do turismo. A dinâmica da urbanização até hoje tem como finalidade atender à demanda por residências de veraneio (Luz; Borges, 2018).

Para Borelli (2007), a zona costeira caracteriza-se por ser um ambiente com particularidades e vantagens locacionais, finito e relativamente escasso. Terrenos à beira-mar constituem pequenas porções dos estoques territoriais disponíveis e de localização privilegiada, incluindo grande relevância ecológica, constituindo-se em importante fonte de recursos.

As inúmeras lagoas foram originadas “por meio de processos de aumento e diminuição no nível do mar durante o período Pleistoceno e o Holoceno” (Ramos; Lanzer; Schafer, 2012, p. 16). A formação deste cordão de lagoas está associada à erosão fluvial e eólica da costa durante o período de regressão do oceano, proporcionando características como idade, estruturas morfológicas e características ecológicas diferentes (Schafer, 1992), e, portanto, de importância para o meio ambiente.

Outra característica relevante é a presença de dunas fixas e móveis, áreas de banhados e matas ciliares que, juntas com os sistemas lagunares, formam um conjunto de ecossistemas extremamente complexos, sensíveis e diversos (Strohaecker; Toldo Junior, 2007). A região é dotada de ambientes

que se estendem ao longo da costa, como a planície sedimentar composta de dunas, banhados, lagoas, campos, áreas úmidas até os limites do Planalto Meridional, entalhados pelos vales dos rios Três Forquilhas e Maquiné.

O desenvolvimento urbano e o econômico regional, em parte frutos do turismo, têm uma forte relação, pois os problemas relacionados ao crescimento das cidades acabaram por impactar tanto a economia, como a qualidade ambiental, além de exigir investimentos em habitação e saneamento, de forma que essas questões devem ser consideradas na elaboração de políticas de planejamento urbano (Luz; Borges, 2018).

Diante das considerações, este trabalho tem por objetivo analisar as mudanças do uso e cobertura da terra, nos anos de 1990 e de 2018, a fim de servir como documento na orientação de ações futuras de planejamento e gestão territorial na porção central do Litoral Norte do Rio Grande do Sul.

2 MATERIAL E MÉTODOS

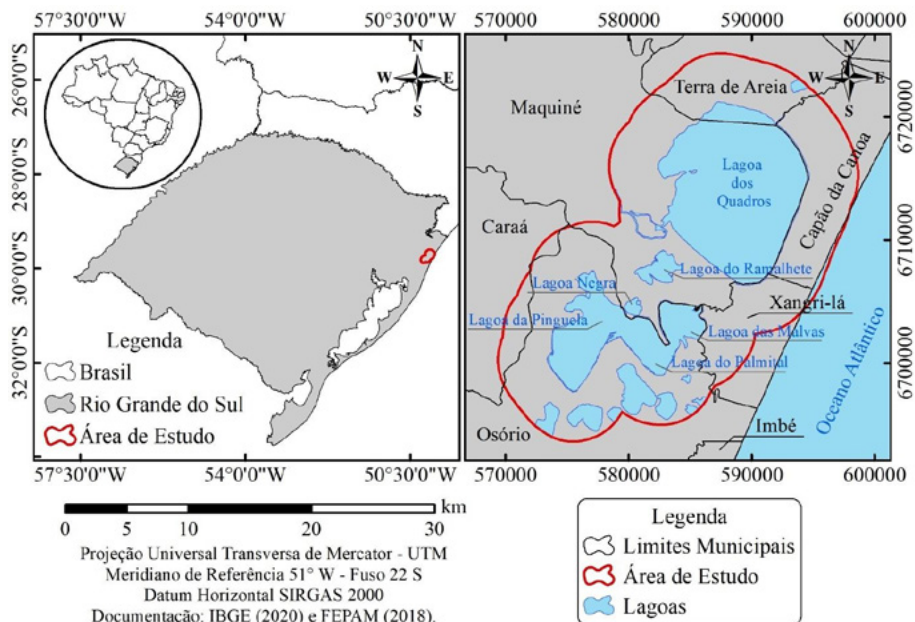
A área de estudo está localizada na porção central do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, entre a encosta da Serra Geral e o Oceano Atlântico (Figura 2). Compreende o sistema lagunar da Lagoa dos Quadros, Ramalhete, Malvas, Pinguela e Palmital, domínios territoriais dos municípios de Capão da Canoa, Xangri-lá, Osório, Maquiné e Terra de Areia.

Para delimitar a área de estudos optou-se por traçar um *buffer* de 4 km em torno do sistema lagunar. Esse *buffer* foi definido pela análise de imagens orbitais, e pelo contexto geográfico considerando os aspectos associados ao uso e cobertura da terra. Por outro lado, entende-se que é limite suficiente para atender ao serviço ecossistêmico de provisão e regulação no tocante ao recurso água fornecido para captação, tratamento e abastecimento humano dos municípios. Em relação aos procedimentos metodológicos para alcançar os objetivos propostos, foram utilizados os procedimentos do fluxograma (Figura 3).

A pesquisa de campo serviu para caracterizar a paisagem, com base no método indireto de avaliação da paisagem, que consiste em análise: (a) dos componentes físicos (meio abiótico: água, topografia); (b) dos componentes biológicos (meio biótico: vegetação, fauna); e (c) dos componentes antrópicos (Griffith; Valente, 1979).

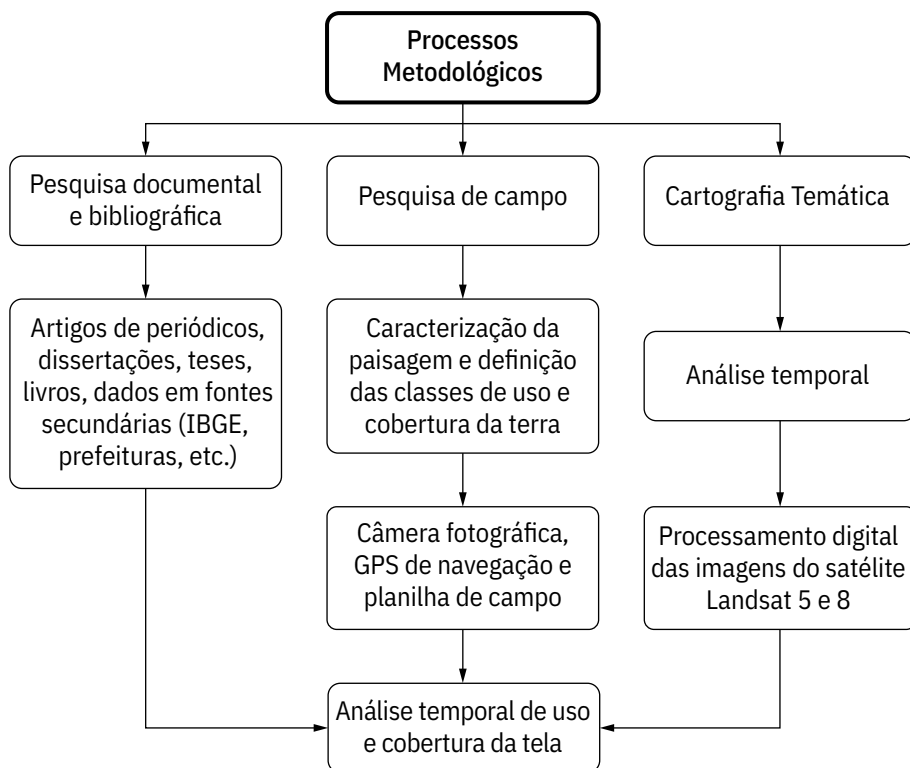
De acordo com Pires e Soldateli (2010, p.6), “Este método é, portanto, subjetivo cujos critérios internos se baseiam em juízo de valor profissional a partir do conhecimento e da experiência de quem o adota e o utiliza”. Os métodos que se utilizam de juízo de valor podem ser combinados ou não com diferentes métodos ou ainda ser complementados com técnicas que conferem caráter mensurável aos resultados. Nesse trabalho, optou-se pela combinação desses métodos.

Figura 2 – Localização geográfica da área de estudo



FONTE: construção dos autores (2020).

Figura 3 – Fluxograma das etapas da pesquisa



FONTE: construção dos autores (2020).

A pesquisa de campo iniciou-se em 2018 e continuou durante todo o ano de 2019. Foram identificados pontos com as características mais marcantes da paisagem. Nesses pontos foram coletadas coordenadas com GPS de navegação (Garmin Oregon 750) e registradas por meio de fotografias. Foi elaborada uma planilha de campo com a descrição da paisagem que serviu para orientar a delimitação da área e definir as classes de uso e cobertura da terra.

Na etapa da cartografia temática foram utilizadas imagem do Sistema Landsat 5, sensor *Thematic Mapper* – TM referente à data de

28/01/1990, e imagem do Landsat 8, sensor *Operational Land Imager* – OLI referente à data de 02/04/2018, ambas da órbita/ponto 220/81, com resolução espacial de 30 m. As imagens foram obtidas no site do *United States Geological Survey* – USGS. A escolha das datas das imagens baseou-se nos seguintes critérios: baixa cobertura de nuvens; mesma resolução espacial; maior distribuição temporal possível.

O processamento das imagens foi realizado por meio dos *softwares* ArcGIS 10.3.1 e IDRISI Selva. Com a ferramenta *clip* do ArcGIS, as imagens foram recortadas. Para padronizar as imagens das duas datas, foi utilizada a ferramenta *gdal_translate* para realizar conversão radiométrica das imagens do ano de 2018, de 16 bits (resolução original) para 8 bits, a mesma resolução radiométrica da imagem de 1990.

As imagens padronizadas foram importadas para o *software* IDRISI Selva. A partir de análise visual e do histograma das imagens, optou-se por melhorar o contraste das imagens, melhorando a diferenciação e a identificação das classes de uso e cobertura da terra por meio de composição colorida falsa-cor. Segundo Crósta (2002), esse problema está relacionado à presença de nebulosidade na imagem, à baixa iluminação solar, a problemas existentes no sensor imageador, entre outros.

Na classificação foram utilizadas as bandas do infravermelho próximo, vermelho e verde, correspondendo às bandas 4/3/2, do sensor TM e ETM+ e às bandas 5/4/3 do sensor OLI.

Após as incursões de campo e análise visual das imagens considerando os elementos de reconhecimento em fotointerpretação, foram definidas sete classes de uso e cobertura da terra (Quadro 1).

A coleta das amostras de treinamento foi realizada com base na segmentação das imagens. Os segmentos amostrados serviram de base para gerar o arquivo de assinatura das classes de uso e cobertura da terra. No processo de classificação pixel a pixel das imagens, foi utilizado o algoritmo de classificação supervisionada Máxima Verossimilhança (MAXVER).

Quadro 1 – Classes de uso e cobertura da terra, Litoral Norte - RS

Identificador (ID)	Denominação das classes	Descrição das classes
1	Água	Corpos hídricos (rios, lagos, lagoas e áreas úmidas no entorno destes).
2	Agrossistema	Arroz irrigado, banana, <i>Eucalyptos</i> spp. e <i>Pinus</i> spp.
3	Vegetação Secundária	Vegetação arbórea-arbustiva com espécies predominantes de Mata Atlântica.
4	Vegetação Rasteira	Campos antrópicos, campo nativo e áreas com cobertura vegetal herbácea.
5	Solo Exposto	Áreas sem cobertura vegetal, jazidas de areia, saibro, argila, entre outros.
6	Dunas	Áreas de acúmulo de areia e topografia ondulada.
7	Urbano	Áreas urbanizadas dotadas de equipamentos urbanos.

FONTE: construção dos autores (2020).

O MAXVER considera a ponderação das distâncias das médias e utiliza parâmetros estatísticos para determinar as classes de uso e cobertura da terra (Crósta, 2002). O resultado da classificação foi reclassificado, utilizando o módulo SEGCLASS, que classifica as imagens usando um algoritmo de regra majoritária para atribuir cada segmento à classe majoritária da imagem de referência.

Para validar os resultados gerados, alguns procedimentos foram executados no software ArcGIS. A primeira etapa consistiu na geração da malha de pontos aleatórios. A definição da quantidade de pontos aleatórios gerados para a validação foi obtida da metodologia de Jensen (2009).

Essa metodologia define o número mínimo de pontos necessários para que a validação do mapa temático seja estatisticamente consistente (Resck, 2009).

A avaliação da exatidão do mapeamento temático produzido inicia-se com a elaboração da matriz de erro ou matriz de confusão (Moreira, 2007; Resck, 2009; Araújo; Johann; Rocha, 2009; Tangerino; Lourenço, 2013). Com a construção da matriz de erro ou de confusão é calculado o índice Kappa, o qual constitui um método aplicado à avaliação da concordância entre campos dados de referência e o mapeamento temático produzido (Mangabeira; Azevedo; Lamparelli, 2003; Moreira, 2007; Resck, 2009; Gabriel, 2013). O índice Kappa permite averiguar a concordância existente entre os dados resultantes do processo de classificação e os dados de referência (Gabriel, 2013).

A fim de verificar a acurácia das informações geradas nos mapas temáticos e aumentar a confiabilidade das informações foi gerado o índice Kappa para as classificações dos anos 1990 e 2018.

A mensuração e análise das informações produzidas e a elaboração dos *layouts* finais dos mapas temáticos foram executadas com o ArcGIS.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o ano de 1990, o Kappa foi de 0,82 e Exatidão Total, 0,85. Conforme a tabela que determina o nível de qualidade do mapeamento, os resultados obtidos foram considerados como excelentes, pois variaram de 0,81 – 1,00. Os valores de Kappa Condicional para cada classe variaram de 0,62 a 1,00 (Tabela 1), considerados como Muito boa e Excelente.

Tabela 1 – Valores de Kappa Condicional para cada classe 1990

Classe	Kappa
Água	1,00
Dunas	0,73
Agrossistema	0,79
Solo exposto	0,62
Urbano	0,98
Vegetação rasteira	0,87
Vegetação secundária	0,76

FONTE: construção dos autores (2020).

Para o ano de 2018, o Kappa foi de 0,86 e Exatidão Total, 0,88. Os valores de Kappa Condicional para cada classe variaram de 0,65 a 0,95 (Tabela 2), considerados como Muito boa e Excelente.

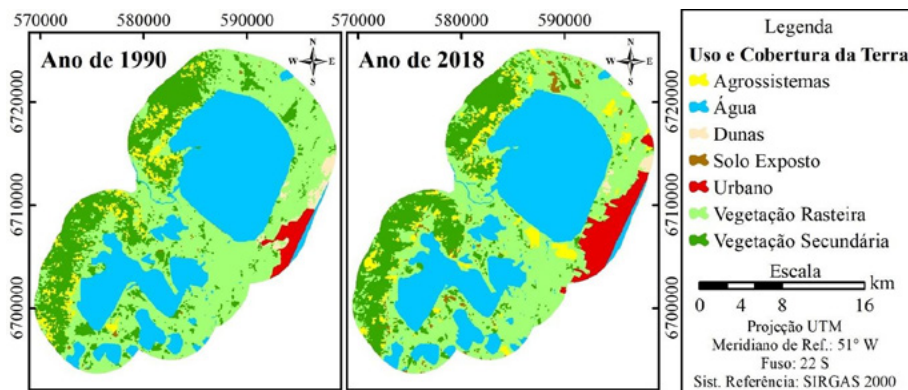
Tabela 2 – Valores de Kappa Condicional para cada classe 2018

Classe	Kappa
Água	0,95
Dunas	0,65
Agrossistemas	0,88
Solo exposto	0,88
Urbano	0,88
Vegetação rasteira	0,85
Vegetação secundária	0,93

FONTE: construção dos autores (2020).

A comparação entre os mapeamentos de uso e cobertura da terra mostra que ocorreu alteração de área em todas as classes de uso e cobertura da terra (Figura 4 e Tabela 3). Ocorreu diminuição das áreas de três classes: Água, Vegetação secundária e Dunas; e aumento das áreas de quatro classes: Agrossistemas, Vegetação rasteira, Solo exposto e Urbano.

Figura 4 – Mapa de classes de uso e cobertura da terra, de 1990 e 2018, Litoral Norte – RS



FONTE: construção dos autores (2020).

Tabela 3 – Classes de uso e cobertura da terra, de 1990 e 2018

ID	1990 (ha)	2018 (ha)	Alterações de 1990 para 2018 (%)	Alterações de 1990 para 2018 (ha)
1	19838,61	18618,61	Redução de 6,15	-1120
2	2172,43	2703,32	Aumento de 24,4	530,89
3	10814,73	9615,88	Redução de 11,08	-1198,85
4	22340,79	22528,86	Aumento de 0,84	188,07
5	106,80	611,56	Aumento de 472,62	504,76
6	648,81	279,75	Redução de 56,88	-369,06
7	994,16	2558,36	Aumento de 157,33	1564,2
TOTAL	56916,35	56916,35	NC	NC

Legenda ID: 1 = Água, 2 = Agrossistemas, 3 = Veg. Secundária, 4 = Veg. Rasteira,
5 = Extração argila/areia/área degradada, 6 = Dunas, 7 = Urbano, NC = Nada consta

FONTE: construção dos autores (2020).

Nos municípios de Osório, Maquiné e Terra de Areia, localizados na encosta e meia encosta da Serra Geral, as atividades econômicas predominantes são cultivo de Banana, reflorestamento de *Pinus* e *Eucalyptus*, e jazidas de extração de basalto, saibro, entre outros. Nos municípios de Capão da Canoa e Xangri-lá, a principal atividade econômica é a construção civil e atividades relacionadas ao turismo, verificadas no aumento de 157,33% da classe Urbano, uma vez que essa área é considerada um dos principais destinos de turistas da região metropolitana de Porto Alegre (RS).

A classe de uso ID 1 mostra a área (ha) da classe água, de onde se observa que houve uma redução equivalente a 1.120 ha que corresponde a 6,15% da área.

O sistema lagunar recebe contribuição hídrica de duas bacias hidrográficas, a bacia Rio dos Sinos e a do Rio Tramandaí, com as nascentes de seus principais formadores concentradas nas encostas da Serra Geral e desembocadura nas lagoas (Castro; Mello, 2019). A bacia do rio Tramandaí é importante para a agricultura local, principalmente na irrigação de arroz.

De modo geral, a diminuição na área da classe água pode estar relacionada à variação no volume de água nos recursos hídricos, ao período de irrigação de cultivo de arroz e período de estiagem (Schafer; Lanzer; Sbersi; Agostini; Marchett, 2011; Castro; Mello, 2019), o que acarreta a diminuição da disponibilidade dos recursos hídricos (Silva; Ladwig; Back, 2016).

Na região do extremo sul do estado de Santa Catarina, as recomendações para o plantio de arroz vão de 21 de agosto a 30 de novembro, com ciclo médio de 150 dias. Os cultivos de arroz no Litoral Norte obedecem à mesma regra, com colheita até abril (Silva; Ladwig; Back, 2016). Assim, é pertinente mencionar que as imagens utilizadas são referentes às datas de 28/01/1990 e 02/04/2018, o que pode justificar a variação dessa classe.

A classe de ID 2, de Agrossistemas, refere-se aos cultivos de arroz (*Oryza sativa*), banana (*Musa* sp.) e silvicultura (*Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp.). Pela classificação do ano de 1990 foram quantificados 2.172,43 ha

e, em 2018, 2.703,32 ha, caracterizando um aumento de 530,89 ha, o que corresponde a um crescimento de 24,4%.

A opção de unir essas culturas em uma só classe de uso se deve à resolução espectral e espacial das imagens, que, por serem muito próximas e igual a 30 m, podem causar erros de interpretação no momento da coleta dos segmentos (Demarchi; Pirolí; Zimback, 2011).

Em 2018, as áreas próximas às lagoas foram utilizadas principalmente para o plantio de arroz irrigado, observado pelo aumento da área de agrossistemas. Apesar de já existirem outras tecnologias e métodos para a produção de arroz, o controle químico ainda é o mais utilizado devido ao seu baixo custo comparado a outros métodos (Barrigossi; Lanna; Ferreira, 2004). Além disso, o cultivo de arroz em solos arenosos e franco arenosos consomem um volume maior de água (Back; Just, 2018). Também se encontraram perdas por percolação da ordem de 30% do consumo total de água (Sachet, 1981). Em números absolutos, o consumo anual de água por lavoura de arroz irrigado em área não sistematizada em solo arenoso representa 10.500 m³/ha/ano, 19,04% maior que em solo argiloso e 9,52% em solos mistos (UFSM, 2003).

Dentre os impactos que a atividade rizícola pode causar, destacam-se a redução de ecossistemas naturais, devido à ampliação das áreas cultivadas; redução da capacidade produtiva do solo; redução da qualidade do ar, decorrente das emissões do gás metano e redução da quantidade e qualidade da água, em virtude de processos como assoreamento, eutrofização e principalmente do uso de agrotóxicos (Perucchi; Kubo; Souza, 2012).

Quanto ao cultivo de banana, o período de maior expansão da bananicultura ocorreu por volta de 1994. No entanto, os autores afirmam que as produções comerciais já existiam há mais de 150 anos, desde a colonização açoriana (Bohn *et al.*, 2013).

A bananicultura ocorre principalmente nas áreas de meia encosta, ou seja, no extrato medianamente declivoso, originalmente de Mata Atlântica, configurando a principal atividade econômica das comunidades rurais do Litoral Norte do Rio Grande do Sul (Bohn *et al.*, 2013). O uso de insumos químicos no plantio de banana pode ser considerado como um dos principais fatores de risco para a qualidade das águas na região (Castro; Mello, 2019). Entre 1960 e 1990 houve um aumento no uso de agroquímicos nos cultivos de banana (Vivan, 2002). Neste sentido, é importante salientar que a qualidade ambiental dos recursos hídricos e demais recursos naturais dos ambientes é impactada por causa do aumento das atividades agrícolas próximas dos ambientes naturais (Barrigossi; Lanna; Ferreira, 2004).

Na classe Agrossistemas estão as plantações de *Pinus* e *Eucalyptus*. Esse cultivo é responsável pelo empobrecimento dos solos, além de diminuir a biodiversidade e o volume de água disponível no ambiente (Cerriello; Vecens, 2011).

A classe de uso ID 3, de Vegetação Secundária, ocupava em 1990 área de 10.814,73 ha, e em 2018 de 9.615,88 ha, uma redução de 1.198,85 ha, ou seja, houve uma supressão de 11,08% dessa cobertura vegetal.

Na área de estudo são identificadas três regiões fitoecológicas do bioma Mata Atlântica: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Decidual e Áreas de Formação Pioneira. A mais expressiva é a Ombrófila Densa, seguida pelas áreas de Formação Pioneiras. É importante destacar que cabe discussão sobre o resultado obtido devido ao fato de áreas de cultivo de banana, por exemplo, serem cultivadas sob árvores de maior porte em áreas de matas para aproveitar a sombra (Vivan, 2002) e, assim, poderem ser erroneamente classificadas como vegetação secundária.

Como problemática da diminuição dessas áreas, segundo Guerra (2010) e Salomão (2010), em razão da falta de preservação das florestas nativas, os solos passam a apresentar características de impermeabilidade,

tornando-se mais frágeis e suscetíveis a deslizamentos, levando material particulado para os cursos de água.

A diminuição de área de vegetação secundária acarreta perda de biodiversidade. Boldrini, Trevisan e Schneider (2008) encontraram espécies ameaçadas de extinção, conforme o Decreto Estadual nº42.099/2002. Os autores apontaram a presença de *Sphagnum* sp., espécie indicadora de solos turfosos, considerados ambientes de proteção permanente.

Na classe ID 4, Vegetação Rasteira, houve um aumento de 188,07 ha, crescendo 0,84% de cobertura. É importante destacar que nessa classe não foi possível a sua diferenciação entre campo nativo e campo de pastagem cultivada, conforme mencionado na análise da classe ID 2.

Para Boldrini, Trevisan e Schneider (2008), é comum a conversão desses campos em áreas de cultivo do arroz, acarretando em perdas de *habitat* e em invasão por espécies exóticas, como *Bowlesia incana*, *Cenchrus echinatus*, *Cenchrus pauciflorus*, *Cynodon dactylon* (capim-paulista), *Cyperus luzulae*, *Urochloa decumbens* (braquiária), entre outras. Castro e Mello (2019) afirmam ainda que a perda de áreas de campo nativo tem acontecido em grande parte pela expansão da silvicultura, com base nos monocultivos de *Pinus* e *Eucalyptus*, além da contaminação por agroquímicos nas nascentes e banhados.

A classe de uso de ID 5, Extração de argila/areia/área degradada, constitui-se em áreas sem cobertura vegetal. No ano de 1990, o valor dessas áreas foi de 106,80 ha. Em 2018 foi de 611,56 ha, com crescimento de 504,76 ha (472,62%).

Após a retirada da cobertura vegetal do solo, ou mesmo a sua exploração excessiva, a tendência é que a terra sofra um processo de erosão, deixando o solo desprotegido da ação de chuvas, o que resulta na perda de nutrientes (Guerra, 2010). Além disso, a formação geológica recente dessa região mostra que esses ambientes são muito suscetíveis a modificações de natureza física e antropogênica (Strohaecker; Toldo Junior, 2007).

A mineração de areia, saibro e basalto está presente em diversas localidades da região, pois são materiais utilizados na construção civil (Castro; Mello, 2019). Em 1990, essas áreas se distribuíam pontualmente, aparecendo nos domínios do território municipal de Osório e Terra de Areia. Empresas operam nesse ramo desde a década de 80. Em 2018, a área desses fragmentos aumentou, se estendendo por todos os municípios, deixando um rastro de área degradada.

A classe de uso de ID 6, Dunas, em 1990 ocupava 648,81 ha e, em 2018, passou para 279,75 ha, evidenciando uma perda de 369,06 ha, reduzindo em 88% áreas cobertas por essa classe. As dunas estão inseridas nas unidades classificadas como sedimentos cenozoicos eólicos, onde são encontrados depósitos de areia fina e silte, gerados do retrabalhamento de sedimentos preexistentes, principalmente marinhos, pela ação do vento (Viero, 2010). Essas unidades podem ser separadas em dunas móveis, ou seja, que podem mudar de lugar dependendo da ação do vento, ou dunas fixas, que são aquelas que se encontram cobertas por vegetação.

Dunas são denominadas extensões de areias originadas pela interação dos ventos bem como pela variação de marés. No Litoral Norte, a incidência de ventos é frequente, de orientação preferencial de nordeste (NE) e atuam sobre a região desempenhando um importante papel na dinâmica dos ecossistemas e na movimentação das dunas migratórias (Schafer; Lanzer; Pereira, 2009). Caso a duna permaneça por um tempo no mesmo local, a vegetação deste ambiente cresce e acaba por fixá-las, dando-as os mais diferentes tamanhos e formatos.

A diminuição de área de dunas é preocupante, pois além de sua beleza cênica e de sua importância como abrigo a uma vasta quantidade de organismos da fauna e da flora, as dunas ainda têm uma função no ecossistema costeiro. Elas atuam como estabilizadoras da linha de costa, evitando a erosão da costa, auxiliando na proteção do lençol freático. É um

elemento de formação da paisagem e de atenuação dos impactos das ondas e marés altas durante as tempestades (Cordazzo; Seelinger, 1995).

As dunas servem de local de abrigo e alimentação para muitas espécies da fauna, como o tuco-tuco (*Ctenomys* sp.), coruja-buraqueira (*Athene cunicularia*), lagartixa-das-dunas, (*Liolaemus arambarensis*), além de inúmeros insetos. Schafer, Lanzer e Pereira (2009) constataram que a conversão das áreas ocupadas por dunas levou espécies como o tuco-tuco branco, pequeno roedor que ocorre predominantemente no litoral gaúcho, para a lista de animais ameaçados de extinção. A principal ameaça a sua conservação se dá pela fragmentação e perda de *habitat* em decorrência da ocupação irregular das dunas frontais.

As dunas são ambientes protegidos por lei e considerados, conforme o código florestal, como Áreas de Preservação Permanente (APPs). São definidas legalmente como áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental 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 (MMA, 2020).

Apesar das orientações dos órgãos ambientais, um quadro preocupante e crescente de utilização indevida e descaso com as dunas vem sendo observado ao longo do tempo, tendo como fator principal as atividades antrópicas, destacando-se a urbanização desenfreada. Segundo Toldo *et al.* (2006), a zona costeira tem sido impactada de forma intensa, e o Litoral Norte do Rio Grande do Sul não foge à regra.

A perda de áreas cobertas por dunas demonstra a necessidade de uma gestão integrada do território dos municípios, a fim de minimizar os impactos nesses ambientes naturalmente sensíveis. É evidente a fragilidade dos ecossistemas litorâneos, e ressalta-se a importância em se conhecer e respeitar a biodiversidade na região. Ações conservacionistas visando ao uso sustentável dos recursos naturais são fundamentais para

manter o equilíbrio entre os seres humanos e toda a fauna e flora dependente dos ambientes naturais típicos desta região (Schafer; Lanzer; Pereira, 2009).

A classe ID 7, Áreas Urbanas, apresentou uma das mudanças de área mais relevantes. Em 1990, essa classe ocupava 994,16 ha e, em 2018, aumentou para 2.558,36 ha, um aumento de 1.564,2 ha (157,33%), evidenciando o crescimento das cidades. O aumento significativo da população urbana do Litoral Norte, segundo censos demográficos do IBGE dos anos de 1960 e 2010, passou de 35.479 (1960) para 286.317 (2010) habitantes.

As aglomerações urbanas tendem a ser mais significativas em regiões litorâneas (Moura; Moran; Strohaecker, 2015). A expansão das ocupações urbanas ocorre de forma expressiva nos municípios de Capão da Canoa e Xangri-lá, se comparada com os municípios de Maquiné, Osório e Terra de Areia.

Um aspecto que merece atenção, quanto à expansão urbana e aos impactos ambientais, está relacionado ao aumento de condomínios fechados e de moradias particulares no entorno do sistema lagunar. Maricato (2003) afirma que os padrões do urbanismo moderno não se aplicam a todas as cidades, de forma que em algumas situações é possível ver “Ilhas de primeiro mundo” cercadas de favelas e loteamentos clandestinos. Além das questões sociais relacionadas, não se pode ignorar que essa urbanização desordenada, por vezes ilegal, não possui nenhuma infraestrutura de saneamento (Paulo, 2010), potencializando os problemas ambientais e de saúde pública.

Este aumento do urbano junto às lagoas supriu uma demanda principalmente de veranistas de alto poder aquisitivo que buscam nos condomínios fechados uma segunda residência. No entanto, este avanço dos condomínios e das ocupações no entorno das lagoas pode ser perigoso (Rego;

Barros; Santos, 2010; Coelho, 2011), visto que essas atividades junto aos recursos hídricos podem causar problemas ao meio ambiente.

O tipo de solo mais expressivo na área é o neossolo, principalmente no entorno das lagoas. Esses solos estão em formação, são pouco evoluídos e têm textura arenosa e cascalhenta e de fácil ação do intemperismo (Castro; Mello, 2019). A ocupação do entorno das lagoas por condomínios fechados pode ser um fator potencializador de impactos nos ambientes de solos com essas características.

O poder discricionário dos governantes municipais se restringe ao acatamento dos interesses dos grandes construtores e incorporadores imobiliários. Novos condomínios horizontais são aprovados e instalados, muitas vezes em áreas de APP e sem um adequado estudo prévio em relação aos seus impactos sociais e ambientais (Souza; Silveira, 2015).

No período de veraneio, observa-se um maior fluxo de pessoas que se deslocam a fim de passar a temporada nesses condomínios, assim como de exercer a prática de esportes náuticos. Perucchi, Kubo e Souza (2012) relatam que pescadores artesanais da região narram que a utilização de lanchas e de *jet-skis* atrapalham o desenvolvimento dos alevinos, que se utilizam dos juncos como abrigo. O trânsito de veículos náuticos sobre essa superfície provoca grande movimentação da água, prejudicando o desenvolvimento de alevinos. Castro e Mello (2019) relatam o conflito dos pescadores artesanais com o uso das lagoas por turistas e a ocupação dos espaços de entorno pelos condomínios horizontais.

O Litoral Gaúcho apresenta ecossistemas frágeis, de rara beleza cênica e com alta produtividade biológica nas dunas, restingas, banhados, lagoas doces, salobras e arroios (Castro; Mello, 2019). O fato de possuírem essas particularidades se deve, entre outros fatores, a sua geologia e geomorfologia, tornando essa região um patrimônio natural de valor ambiental, de forma que se torna relevante refletir sobre o estado de proteção e conservação desses ambientes (Pereira; Schäfer; Würdig, 2007).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As mudanças do uso e da cobertura da terra foram significativas com destaque para o aumento da área urbanizada. Esse aumento atende à demanda proveniente do turismo, principalmente sobre as áreas de dunas, além de seu deslocamento em direção às áreas úmidas e lagoas. Como fator impulsionador, tem-se o surgimento das estradas e rodovias como a RS-486 (Rota do Sol), a BR-289, RS-030 (*Freeway*) e a RS-389 (a Estrada do Mar), além da emancipação de diversos municípios em um espaço curto de tempo.

Por outro lado, a área de estudo apresenta como característica solos arenosos e lençol freático superficial. Por isso, os agrotóxicos aplicados na superfície têm maior chance de contaminar a água subterrânea. Rios, lagos ou lagoas, que representam pontos mais baixos de uma área, próximos às plantações, também facilitam a infiltração dos resíduos de agrotóxico para as águas subterrâneas, contribuindo para a contaminação da água potável, prejudicando, desse modo, a manutenção da vida de animais aquáticos e de outros animais silvestres. A drenagem de banhados e lagoas para atividades como o cultivo de arroz também pode ser observada na região.

O número elevado de pessoas que visitam o Litoral Norte é um fator potencializador de alguns conflitos ambientais, visto que atividades turísticas sem planejamento adequado põem em risco os ecossistemas.

O gerenciamento da capacidade turística deve ser planejado levando em consideração as características ecológicas da região de modo a adequar-se às fragilidades dos ambientes que a compõem. É importante reconhecer áreas prioritárias para a conservação a fim de promover subsídios à gestão pública para refletir sobre o uso adequado da terra.

Considerando os resultados obtidos, pode-se concluir que o avanço da urbanização sobre os ambientes naturais associado às construções

irregulares, o aumento da silvicultura, o uso indevido de áreas de preservação permanente e a diminuição significativa das áreas de dunas são fatores preocupantes no cenário atual.

Todos esses fatores associados comprometem os recursos hídricos, causando danos ao ecossistema. Vale lembrar que a manutenção das populações de espécies nativas depende diretamente da existência de *habitat* tanto em áreas como em qualidade ambiental adequada e, portanto, é necessária a efetiva conservação desses ambientes.

É sugestivo que se façam reflexões na gestão dos municípios a fim de que as situações evidenciadas nesta pesquisa sejam minimizadas, seja por meio do gerenciamento dos recursos hídricos, pela preservação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade, pelo monitoramento da cobertura vegetal, ou mesmo pelo planejamento da ocupação do espaço urbano e rural, incentivando práticas agrícolas sustentáveis.

Reconhecer e considerar as fragilidades dos ambientes é essencial para garantir uma gestão adequada do território e garantir a qualidade dos recursos necessários à manutenção da vida de todos os organismos. É oportuno registrar que a área de estudo possui grande potencial para o turismo e desenvolvimento sustentável. No entanto, as ações para que isso aconteça precisam ser planejadas prevendo sobretudo a capacidade de carga dos ambientes, evitando a massificação do turismo e impossibilitando, assim, maiores danos a esses ambientes.

Merece atenção a necessidade de integração dos documentos inerentes ao planejamento e gestão municipais, a fim de facilitar o acesso e a consulta de forma mais articulada tanto pelos gestores como pela sociedade.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, G. K. D.; JOHANN, J. A.; ROCHA, J. V. Criação de mapa temático de uso da terra com diferentes classificadores. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 14., 2009, Natal. **Anais [...]**. Natal, Inpe, 2009. p. 67-74.
- BACK, Á. J.; JUST, M. C. Consumo de água em Lavouras de arroz irrigadas em sistema coletivo. **Revista Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, v. 24, 2018.
- BARRIGOSI, J. A. F.; LANNA, A. C.; FERREIRA, E. **Agrotóxicos no Cultivo do Arroz no Brasil**: análise do consumo e medidas para reduzir o impacto ambiental negativo. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2004. p. 1-8.
- BOHN, L.; PINTOS, J. R.; DALPIAZ, P. C. P.; BOHRER, T. V.; MUNARI, J. O. P.; CABRAL, T. de L.; MATEUS, V. H. **A busca da sustentabilidade da agricultura familiar no Litoral Norte Gaúcho através da experimentação de variedades de banana**. Porto Alegre: EMATER, 2013.
- BOLDRINI, I. I.; TREVISAN, R.; SCHNEIDER, A. A. Estudo florístico e fitossociológico de uma área às margens da Lagoa do Armazém, Osório, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 6, n. 4, p. 355-367, dez. 2008.
- BORELLI, E. Urbanização e qualidade ambiental: o processo de produção do espaço da costa brasileira. *Revista Internacional Interdisciplinar: Interthesis*, Florianópolis, v. 4, n. 1, p. 1-27, jun. 2007.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima - MMA. **A Zona Costeira e seus múltiplos usos**. Sem data de publicação. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/component/k2/item/8943-a-zona-costeira-e-seus-usos-multiplos>. Acesso em: 18 jan. 2020.
- CASTRO, D. de; MELLO, R. S. P. (org.). **Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí**. Atlas Ambiental. 2. ed. Porto Alegre: Via Sapiens, 2019. 180 p.
- CERRIELLO, F.; VECENS, R. S. Silvicultura de eucalipto no vale do Paraíba do Sul/SP no período entre 1986 e 2010. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 15., 2011, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: Impe, 2011. p. 6403-6409.
- COELHO, F. J. F. Ecoturismo em questão: possibilidades de interpretação ambiental e desenvolvimento sustentável na Área de Proteção Ambiental (APA) da Lagoa de Iriry, Rio das Ostras (RJ). **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 59-68, nov. 2011.
- CORDAZZO, C. V.; SEELINGER, U. **Guia ilustrado da vegetação costeira do extremo sul do Brasil**. Rio Grande: Editora FURG, 1995. 275p.
- CRÓSTA, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. 4. reimp. Campinas: IG/Unicamp, 2002. 170p.
- DEMARCHI, J. C.; PIROLI, E. L.; ZIMBACK, C. R. L. Análise temporal do uso do solo e comparação entre os índices de vegetação NDVI e SAVI no município de Santa Cruz do Rio Pardo - SP usando imagens landsat-5. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 21, p. 234-271, 12 abr. 2011.
- GABRIEL, C. G. F. **Análise Comparada de Segmentação e Classificação Orientada por Objectos de uma Imagem Worldview-2**. 2013. 163 f. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território) - Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Lisboa, 2013.

GRIFFITH, J. J.; VALENTE, O. F. Aplicação da técnica de estudos visuais no planejamento da paisagem brasileira. **Brasil Florestal**, Brasília, v. 10, n. 37, p. 6-14, 1979.

GUERRA, A. J. T. O início do processo erosivo. *In*: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (org.). **Erosão e conservação dos solos**: conceitos, temas e aplicações. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico de 1960**. Rio de Janeiro: IBGE, 1961.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres. 2. ed. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 598p.

KRELL, A. J. **Desenvolvimento sustentável às avessas nas praias de Maceió/AL**: a liberação dos “espigões” pelo novo código de urbanismo e edificações. Maceió: Edufal, 2008.

LOPES, E. B.; RUIZ, T. C. D.; ANJOS, F. A. dos. A ocupação urbana no Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil, e suas implicações no turismo de segunda residência. **Urbe - Revista Brasileira de Gestão Urbana**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 426-441, 26 fev. 2018.

LUZ, C. da; BORGES, J. C. Desenvolvimento urbano e a preservação das dunas como patrimônio natural do município de Capão da Canoa –RS. *In*: LADWIG, N. I.; SCHWALM, H. (org.). **Planejamento e gestão territorial**: a sustentabilidade dos ecossistemas urbanos. Criciúma: Ediunesc, 2018. 568 p.

MACEDO, S. S. Paisagem, litoral e formas de urbanização. *In*: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Projeto orla**: subsídios para um projeto de gestão. Brasília: MMA/MPO, 2004. p. 45-64.

MANGABEIRA, J. A. C.; AZEVEDO, E. C.; LAMPARELLI, R. A. C. Avaliação do levantamento do uso das terras por imagens de satélite de alta e média resolução espacial. *In*: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Comunicado Técnico 11**. Campinas: EMBRAPA, 2003. 14p.

MARICATO, E. Metrópole, legislação e desigualdade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 17, n. 48, 2003.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2007. 320p.

MOURA, N. S. V.; MORAN, E. F.; STROHAECKER, T. M. A Urbanização na Zona Costeira: Processos Locais e Regionais e as Transformações Ambientais - o caso do Litoral Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37, n. 42, p. 594-612, set./dez. 2015.

OLIVEIRA, A. L. V. **As duas Atlântidas 1939/1952**: o veraneio moderno e a constituição dos balneários do litoral norte gaúcho. 2015. 229 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

PAULO, R. F. O Desenvolvimento Industrial e o Crescimento Populacional como Fatores Geradores do Impacto Ambiental. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v. 7, n. 13/14, p. 173-189, dez. 2010.

- PEREIRA, R.; SCHÄFER, A. E.; WÜRDIG, N. L. Aplicabilidade de métodos de sensoriamento remoto na avaliação e monitoramento do estado trófico de lagoas costeiras do Rio Grande do Sul (RS). *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 8., 2007, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: Inpe, 2007. 8 p.
- PERUCCHI, L. C.; KUBO, R. R.; SOUZA, G. P. C. de. Articulação e encaminhamento das questões da pesca artesanal: uma análise do fórum da pesca do litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, Lisboa, v. 12, n. 4, p. 499-508, dez. 2012.
- PIRES, P. dos S.; SOLDATELI, M. Avaliação da Qualidade Visual da Paisagem no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC: uma aplicação metodológica focada no uso público e na valorização turística. *In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM TURISMO DO MERCOSUL*, 6., 2010, Caxias do Sul. **Anais [...]**. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2010. 14 p.
- RAMOS, B.; LANZER, R.; SCHAFFER, A. Determinação da qualidade ambiental da Lagoa da Fortaleza, Lagoa da Rondinha e Lagoa do Cipó – Litoral Norte do Rio Grande do Sul. *In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM TURISMO DO MERCOSUL: TURISMO E PAISAGEM: RELAÇÃO COMPLEXA*, 7., 2012, Caxias do Sul. **Anais [...]**. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2012. 16p.
- REGO, N. A. C.; BARROS, S. R.; SANTOS, J. W. B. dos. Avaliação espaço-temporal da concentração de coliformes termotolerantes na Lagoa Encantada, Ilhéus, Bahia, Brasil. **Revista Eletrônica do Prodema**, Fortaleza, v. 4, n. 1, p. 55-69, jan. 2010.
- RESCK, B. C. **Avaliação de diferentes métodos de classificação de imagem IKONOS para mapeamento do uso e cobertura terrestre**. 2009. 50 f. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
- RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado. **Atlas de Evolução Municipal do RS**. Porto Alegre: Secretaria do Planejamento, 2001.
- SACHET, Z. P. Consumo de água na lavoura de arroz relacionado com a altura da lâmina líquida. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 34, n. 329, p. 24-29, jul./ ago. 1981.
- SALOMÃO, F. X. de T. Controle e preservação dos processos erosivos. *In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (org.). Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.
- SCHAFFER, A. Ecological characteristics of the coastal lakes in southern Brazil: A synthesis. **Acta Limnológica Brasil**, Porto Alegre, v. 4, p. 111-122, out. 1992.
- SCHAFFER, A.; LANZER, R. M.; PEREIRA, R. **Atlas Socioambiental: Municípios de Mostardas, Tavares, São José do Norte e Santa Vitória do Palmar**. Caxias do Sul: Educus, 2009.
- SCHAFFER, A.; LANZER, R. M.; SBERSI, F.; AGOSTINI, A. U.; MARCHETT, C. A. Influence of land use on freshwater lakes in the middle part of the Coastal Plain of Rio Grande do Sul. *In: BIBLIO, C.; HENSEL, O.; SELBACH, J. F. (coord.) Sustainable water management in the tropics and subtropics: end case studies in Brazil*. Vol. 1. Jaguarão: Fundação Universidade Federal do Pampa/UNIKASSEL/PGCult/UFMA, 2011.
- SCHERER, A. L. **Varição sazonal e a influência da estrutura da paisagem na ocorrência de Charadriidae e Scolopacidae no litoral do Rio Grande do Sul**. 2010. 69 f. Dissertação (Mestrado em Biologia, Diversidade e Manejo de Vida Silvestre) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2010.

SILVA, E. P. da; LADWIG, N. I.; BACK, Á. J. Consumo de água na irrigação das lavouras de cultivo de arroz. *In*: LADWIG, N. I.; SCHWALM, H. (org.). **Planejamento e Gestão Territorial**: hidrografia e sustentabilidade. Florianópolis: Insular, 2016.

SOUZA, M. B. de; SILVEIRA, R. L. L. da. Urbanização e segregação socioespacial no litoral sul do Brasil: os condomínios horizontais fechados em Santa Catarina e Rio Grande do Sul. *In*: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE DEMANDAS SOCIAIS E POLÍTICAS PÚBLICAS NA SOCIEDADE CONTEMPORÂNEA, 12., 2015, Santa Cruz do Sul. **Anais [...]**. Santa Cruz do Sul: Cepejur, 2015. p. 1-19.

STROHAECKER, T. M.; TOLDO JUNIOR, E. E. O litoral norte do Rio Grande do Sul como um polo de sustentabilidade ambiental do Brasil meridional. **Revista Eletrônica de Geografia y Ciencias Sociales**, Barcelona, v. 6, n. 245, p. 1-15, 1 ago. 2007.

TABAJARA, L. L. C. de A.; GRUBER, N. L. S.; DILLENBURG, S. R.; AQUINO, R. Vulnerabilidade e Classificação das Dunas da Praia de Capão da Canoa, Litoral Norte do Rio Grande do Sul. **Gravel**, Porto Alegre, v. 3, p. 71-84, nov. 2005.

TANGERINO, D. F.; LOURENÇO, R. T. Comparação da exatidão de métodos de classificação supervisionada e não supervisionada a partir do índice Kappa na microbacia do Ribeirão Duas Águas em Botucatu/SP. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. Foz do Iguaçu: INPE, 2013. p. 4093-4100.

TOLDO JUNIOR, E.; DILLENBURG, S.; CORRÊA, I.; ALMEIDA, L.; WESCHENFELDER, J.; GRUBER, N. Sedimentação de Longo e Curto Período na Lagoa dos Patos. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 33, n. 2, p. 79-86, 2006.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA - UFSM. **Desenvolvimento de ações para implantação de outorga na bacia do rio Santa Maria – RS**. Santa Maria: UFSM, 2003. 98p.

VIERO, A. C. Geodiversidade: adequabilidades/potencialidades e limitações frente ao uso e à ocupação. *In*: VIERO, A. C.; SILVA, D. R. A. da (org.). **Geodiversidade do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CPRM, 2010. p. 147-210.

VIVAN, J. L. Bananicultura em Sistemas Agroflorestais no Litoral Norte do RS. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 17-26, jun. 2002.