



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

Tadeu Maia Portela Nogueira

**Enquadramento Científico-Jurídico dos Ecótonos de Manguezal no Sul do  
Brasil: estudo de caso na Ilha de Santa Catarina**

Florianópolis  
2024

Tadeu Maia Portela Nogueira

**Enquadramento científico-jurídico dos ecótonos de manguezal no Sul do  
Brasil: estudo de caso na Ilha de Santa Catarina**

Tese submetida ao Programa de Pós-graduação  
em Engenharia Ambiental da Universidade Federal  
de Santa Catarina como requisito parcial para a  
obtenção do título de Doutor em Engenharia  
Ambiental

Orientadora: Profa. Cátia Regina Silva de Carvalho  
Pinto, Dra.

Co-orientadora: Mariana Coutinho Hennemann,  
Dra.

Florianópolis  
2024

Nogueira, Tadeu Maia Portela

Enquadramento científico-jurídico dos ecótonos de manguezal no Sul do Brasil : estudo de caso na Ilha de Santa Catarina / Tadeu Maia Portela Nogueira ; orientadora, Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto, coorientadora, Mariana Coutinho Hennemann , 2024.

189 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Engenharia Ambiental. 2. Áreas de Preservação Permanente. 3. Ecótonos de Manguezal. 4. Lacunas Técnico-Normativas. 5. Relações Florístico-Edáficas. I. Pinto, Cátia Regina Silva de Carvalho. II. Hennemann, Mariana Coutinho. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. IV. Título.

Tadeu Maia Portela Nogueira

**Enquadramento científico-jurídico dos ecótonos de manguezal no Sul do Brasil: estudo de caso na Ilha de Santa Catarina**

O presente trabalho em nível de Doutorado foi avaliado e aprovado, em 14 de março de 2024, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Eduardo Juan Soriano Sierra, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Orlando Ednei Ferretti, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Rodrigo de Almeida Mohedano, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Alessandra Pellizzaro Bento, Dra.  
Fundação Municipal do Meio Ambiente de Florianópolis

Mariana Coutinho Hennemann, Dra. (Coorientadora)  
Fundação Municipal do Meio Ambiente de Florianópolis

Profa.<sup>a</sup> Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto, Dra. (Orientadora)  
Universidade Federal de Santa Catarina



Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Doutor em Engenharia Ambiental atribuído pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental – UFSC

Profa.<sup>a</sup> Alexandra Rodrigues Finotti, Dra.<sup>a</sup>  
Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Profa.<sup>a</sup> Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto, Dra.<sup>a</sup>  
Orientadora

Florianópolis, 2024

*A minha querida família: José Armando e Rita. João, Pati e Lucca.*

*Kosi Ewé, Kosi Orisà: sem folha não tem sonho, sem folha não tem festa,  
sem folha não tem vida, sem folha não tem nada.  
(Gerônimo Santana e Ildásio Tavares)*

## RESUMO

Manguezal, bem como seus ecótonos para ecossistemas vizinhos, são icônicos mitigadores dos efeitos da crise climática, como o aumento do nível médio do mar. Por isso, em todo planeta, clama-se por uma efetiva conservação desses ambientes. Na Ilha de Santa Catarina – ISC, município de Florianópolis, cada vez mais ameaçados em virtude da expansão urbana na zona costeira, há extensos remanescentes de ecótonos manguezal-restinga, com importante protagonismo na dinâmica de acomodação de bosques de mangue que se deslocam continente adentro em resposta a elevações do nível médio do mar. Em virtude deste potencial de acomodação, da carência de estudos a respeito da fitofisionomia, florística, geopedologia e interações com formações vegetacionais adjacentes e principalmente pelas lacunas normativas geradas por esta dissonância com o conhecimento técnico-científico, esta tese buscou estudar aspectos fitoecológico-edáficos dos ecótonos manguezal-restinga da ISC, bem como discutir seus atributos de proteção legal visando fomentar critérios técnicos que venham suprir lacunas normativas no âmbito da tutela jurídica desses espaços territoriais. Para tanto, foram realizados levantamentos botânicos e pedológicos com a finalidade de delimitar e mapear tais comunidades vegetacionais e compreender as interações e distinções entre às formações vegetacionais adjacentes. Por fim realizou-se uma discussão técnico-jurídica a respeito do entendimento do aparato de proteção legal vigente, suas contradições e falhas. As correlações entre os ambientes estudados parecem corroborar a indissociabilidade entre o bosque de mangue e o ecótono manguezal-restinga, portanto, consideram-se, aqui, os ecótonos de manguezal como área de preservação permanente, conforme a Lei Federal nº 12.651/2012. Somado a isso, concebe-se que as formações de Mata de Restinga contíguas a ecótonos de manguezal ou bosques de mangue podem ser entendidas como Restingas Estabilizadoras de Mangue, i.e., área de preservação permanente sob a tutela do Inciso VI, art. 4º, da Lei Federal nº 12.651/2012.

**Palavras-chave:** Comunidades de Transição; Continuum Vegetacional Litorâneo; Relações Florístico-Edáficas; Áreas de Preservação Permanente; Lacunas Técnico-Normativas.

## ABSTRACT

Mangroves, as well as their ecotones for neighboring ecosystems, are iconic mitigators of the effects of the climate crisis, such as rising average sea levels. Therefore, across the planet, there is a call for effective conservation of these environments. On the Island of Santa Catarina – ISC, municipality of Florianópolis, increasingly threatened due to urban expansion in the coastal zone, there are extensive remnants of mangrove-restinga ecotones, with an important role in the dynamics of accommodation of mangrove forests that move into the continent in response to rises in mean sea level. Due to this accommodation potential, the lack of studies regarding phytophysiognomy, floristics, geopedology and interactions with adjacent vegetation formations and mainly due to the normative gaps generated by this dissonance with technical-scientific knowledge, this thesis sought to study phytoecological-edaphic aspects of mangrove-restinga ecotones of the ISC, as well as discussing their legal protection attributes with a view to promoting technical criteria that will fill regulatory gaps within the scope of the legal protection of these territorial spaces. To this end, botanical and pedological surveys were carried out with the purpose of delimiting and mapping such vegetation communities and understanding the interactions and distinctions between adjacent vegetation formations. Finally, a technical-legal discussion was held regarding the understanding of the current legal protection apparatus, its contradictions and flaws. The correlations between the studied environments seem to corroborate the inseparability between the mangrove forest and the mangrove-restinga ecotone, therefore, mangrove ecotones are considered here as a permanent preservation area, in accordance with Federal Law No. 12,651/2012. Added to this, it is understood that the Mata de Restinga formations adjacent to mangrove ecotones or mangrove forests can be understood as Mangrove Stabilizing Restingas, i.e., a permanent preservation area under the protection of Section VI, art. 4th, of Federal Law No. 12,651/2012.

**Keywords:** Transition Communities; Coastal Vegetational Continuum; Floristic-Edaphic Relations; Permanent Preservation Areas; Technical-Normative Gaps.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclos de Milankovitch.....	24
Figura 2 - Aumento acentuado do NMM nos últimos 150 anos.....	25
Figura 3 - Mecanismos de formação das ondas pela ação dos ventos e de geração da deriva litorânea que tem grande participação na constituição das diferentes feições deposicionais costeiras. ....	26
Figura 4 - Feições deposicionais costeiras formadas pelo sistema de ondas e correntes, bem como por transgressões e regressões marinhas.....	27
Figura 5 - Representação do sistema laguna-barreira na planície costeira do Rio Grande do Sul, ilustrando as fases regressivas e transgressivas ao longo do período quaternário. ....	29
Figura 6 - Zonação do complexo de restinga das dunas da Lagoa da Conceição, Leste da ISC. ....	31
Figura 7 - Restinga herbácea típica das dunas frontais. ....	32
Figura 8 - Domínio herbáceo-arbustivo das dunas internas. Ao fundo a Mata ou Floresta de Restinga de fitofisionomia arbórea. ....	33
Figura 9 - Banhado de restinga (baixada úmida). ....	34
Figura 10 - Mata de Restinga.....	35
Figura 11 - Feições do manguezal: lavado, bosque de mangue e vegetação de marismas ( <i>Spartina alterniflora</i> ) associada ao bosque de franja.....	37
Figura 12 - Bosque da bacia do manguezal do Rio Ratonés, dominado por <i>Avicennia schaueriana</i> .....	38
Figura 13 - Bosque de transição no manguezal do Rio Tavares, dominado por <i>Laguncularia racemosa</i> . Ao fundo pode-se observar a vegetação de restinga adjacente.....	39
Figura 14 - Ecótono de manguezal (transição manguezal-restinga). Neste caso, a comunidade vegetal de transição apresenta espécies da restinga adjacente e do próprio manguezal.....	40
Figura 15 - Apicum (planície hipersalina) no manguezal do Rio Tavares. ....	41
Figura 16 - Bacias Hidrográficas que abrangem as áreas de estudo.....	50

Figura 17 - Manguezal do Rio Ratonos e os principais rios da BH. Área de Estudo Norte. ....	51
Figura 18 - Componentes geológicos, segundo Tomazzolli e Pellerin (2014), na Área de Estudo Norte - planície com influência marinha, na BH do Rio Ratonos, com sua abrangência tracejada em amarelo. ....	52
Figura 19 - Manguezal do Rio Tavares com seus principais tributários. Área de Estudo Sul. ....	53
Figura 20 - Componentes geológicos, Segundo Tomazzolli e Pellerin (2014), da Área de Estudo Sul - planície com influência marinha, na BH do Rio Tavares, com sua abrangência tracejada em amarelo. ....	54
Figura 21 - Mapa de localização das áreas de estudo. ....	58
Figura 22 - Representação da aplicação do método expedito do caminhamento em um ecótono manguezal-restinga. ....	60
Figura 23 - Representação esquemática do método de Braun-Blanquet (1979).....	62
Figura 24 - Relações entre as áreas de manguezal e associações (PMMA, 2020; Hennemann, 2021) e o mapeamento dos ecótonos dos manguezais do Ratonos e Rio Tavares. ....	65
Figura 25 - Ecótonos da área Norte. ....	66
Figura 26 - Ecótonos da área Sul.....	67
Figura 27 - Ecótonos de manguezal na BH do Rio Ratonos, com típicas associações arbustivas entre <i>Talipariti tiliaceum</i> , <i>Schinus terebinthifolius</i> e <i>Dalbergia ecastaphyllum</i> (a;b). Em “c” forte domínio de <i>Myrsine parvifolia</i> e; em “d” associações entre <i>Myrsine parvifolia</i> , <i>Acrostichum daenefolium</i> , <i>Fimbristylis spadicea</i> e <i>Juncus acutus</i> , conferindo uma fitofisionomia mista entre espécies subarbustivas a arbustivas. ....	68
Figura 28 - Ecótono manguezal-restinga na BH do Rio Ratonos, com fitofisionomia herbácea dominada por <i>Paspalum vaginatum</i> , além de típicos aglomerados de <i>Juncus acutus</i> e <i>Myrsine parviflora</i> . Ao fundo, a vegetação de restinga contígua ao ecótono. ....	69
Figura 29 - Ecótono manguezal-restinga na BH do Rio Ratonos, com fitofisionomia dominada por associações de <i>Paspalum vaginatum</i> e <i>Fimbristylis spadicea</i> , ocorrendo também, extensas manchas de <i>Juncus acutus</i> .....	70
Figura 30- Banhados de restinga contíguos a ecótono manguezal-restinga na BH do Rio Tavares, dominados por <i>Cladium Mariscus</i> em associação com <i>Fuirena robusta</i> ,	

<i>Blechnum serrulatum</i> , <i>Ludwigia leptocarpa</i> e <i>Tibouchina urvilleana</i> (a;c). Em “b” e na parte inferior de “c” banhados de restinga, também vizinhos a ecótonos de manguezal, com domínio de <i>Eleocharis</i> spp., <i>Ischaemum minus</i> , similares a gramados de <i>Paspalum vaginatum</i> e <i>Fimbristylis spadicea</i> (Fig. 29). .....	76
Figura 31 - Restinga arbórea contígua ao ecótono do Manguezal do Rio Ratonos. .	77
Figura 32 - Localização da área de estudo e pontos de coleta da hidrossequência .....	100
Figura 33 - Perfil esquemático da hidrossequência a partir da Mata de Restinga (CJ-1 e CJ-2), passando pelo ecótono (CJ-3) até o manguezal (CJ-4), indicando o aumento gradual da concentração de sais solúveis do Bosque de Mangue à Mata de Restinga. ....	119
Figura 34 - Típico ecótono manguezal-restinga no Norte da ISC.....	135
Figura 35 - a) Associações entre os elementos arbustivos e herbáceos em ecótono manguezal-restinga. b) Ecótono com domínio arbustivo composto por <i>Myrsine parvifolia</i> , <i>Talipariti tiliaceum</i> , <i>Schinus terebinthifolius</i> e <i>Dalbergia ecastaphyllum</i> . c) Ecótono com domínio.....	136
Figura 36 - Restinga adjacente ao bosque de mangue (Manguezal do rio Ratonos - ISC).....	137
Figura 37 - Banhado de restinga, fitofisionomicamente muito similar ao ecótono manguezal-restinga, vizinho. Dominado por <i>Fuirena robusta</i> , <i>Cladium mariscus</i> e <i>Eleocharis interstincta</i> . ....	138
Figura 38 - Provisão de recursos das restingas ao manguezal via descarga hídrica e escoamento superficial.....	139



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Depósitos de ambientes de baixa energia característicos das áreas de estudo. ....	29
Tabela 2 - Classes de cobertura de Braun-Blanquet (1979) para o ecótono nº 1 - Daniela (Norte da ISC). ....	71
Tabela 3 - Classes de cobertura de Braun-Blanquet (1979) para o ecótono nº 2 - Barra do Sambaqui (Norte da ISC). ....	71
Tabela 4 - Classes de cobertura de Braun-Blanquet (1979) para o ecótono nº 3 - Vargem Pequena (Norte da ISC). ....	72
Tabela 5 - Classes de cobertura de Braun-Blanquet (1979) para o ecótono nº 4 - Carianos (Sul da ISC). ....	72
Tabela 6 - Classes de cobertura de Braun-Blanquet (1979) para o ecótono nº 3 - Tapera (Sul da ISC). ....	73
Tabela 7 – Cobertura relativa e frequências absolutas e relativas das espécies levantadas nos ecótonos cinco ecótonos, com base no método de Braun-Blanquet (1979). ....	74
Tabela 8 - Relação do pH, condutividade elétrica na pasta saturada e a concentração dos sais solúveis para as camadas do Neossolo Quartzarênico Órtico espodossólico sob Mata de Restinga Não Inundável. ....	104
Tabela 9 - Relação do pH, condutividade elétrica na pasta saturada e a concentração dos sais solúveis para as camadas do Neossolo Quartzarênico Hidromórfico organossólico sob Mata de Restinga Inundável. ....	107
Tabela 10 - Relação do pH, condutividade elétrica na pasta saturada e a concentração dos sais solúveis para as camadas do Organossolo Tiomórfico Fíbrico salino sob Ecótono Manguezal-Restinga. ....	110
Tabela 11- Relação do pH, condutividade elétrica na pasta saturada e a concentração dos sais solúveis para as camadas do Organossolo Tiomórfico Fíbrico Salino sob bosque de mangue. ....	113
Tabela 12 - Relações entre as classificações do solo e as fitofisionomias e florística dos pontos de coleta. ....	114

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>17</b>
<b>2 HIPÓTESES.....</b>	<b>21</b>
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	<b>22</b>
3.1 OBJETIVO GERAL .....	22
<b>3.1.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>22</b>
<b>4 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>23</b>
4.1 O MOSAICO LITORÂNEO DA ILHA DE SANTA CATARINA: FEIÇÕES DEPOSICIONAIS, ZONAÇÕES e Proteção ambiental .....	23
<b>4.1.1 Variações do nível do mar e geomorfologia costeira.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1.2 Planícies costeiras da Ilha de Santa Catarina.....</b>	<b>27</b>
<b>4.1.3 Ecossistema de Restinga: Zonação e Fitofisionomias .....</b>	<b>30</b>
<b>4.1.4 Feições do ecossistema manguezal.....</b>	<b>35</b>
<b>4.1.5 Proteção legal da vegetação litorânea .....</b>	<b>41</b>
4.2 ÁREAS DE ESTUDO .....	48
<b>5 CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>55</b>
<b>FLORA DOS ECÓTONOS MANGUEZAL-RESTINGA NO SUL DO BRASIL .....</b>	<b>55</b>
5.1 INTRODUÇÃO .....	57
5.2 METODOLOGIA.....	58
5.3 RESULTADOS .....	64
5.4 DISCUSSÃO .....	77
5.5 CONCLUSÕES .....	83
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>85</b>
<b>6 CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>95</b>
<b>RELAÇÕES EDAFO-FLORÍSTICAS EM UM CONTINUUM MANGUEZAL- RESTINGA.....</b>	<b>95</b>
6.1 INTRODUÇÃO.....	98

6.2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	99
<b>6.2.1 Área de estudo .....</b>	<b>99</b>
<b>6.2.2 Coleta e análise de solos .....</b>	<b>100</b>
<b>6.2.3 Levantamento e análise da cobertura vegetal .....</b>	<b>102</b>
6.3 RESULTADOS.....	103
<b>6.3.1 CJ-1 – Neossolo Quartzarênico Órtico espodossólico – Mata de Restinga não Inundável .....</b>	<b>103</b>
<b>6.3.2 CJ-2 – Neossolo Quartzarênico Hidromórfico organossólico – Mata De Restinga Inundável .....</b>	<b>106</b>
<b>6.3.3 CJ-3 – Organossolo Tiomórfico Fíbrico Salino – Ecótono Manguezal-Restinga .....</b>	<b>108</b>
<b>6.3.4 CJ-4 – Gleissolo Tiomórfico Hístico sódico – Bosque de Mangue.....</b>	<b>111</b>
6.4 DISCUSSÃO .....	115
6.5 CONCLUSÕES .....	120
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>122</b>
<b>7 CAPÍTULO 3.....</b>	<b>129</b>
<b>PROTEÇÃO LEGAL DE ECÓTONOS E RESTINGAS CONTÍGUAS A MANGUEZAIS NA ILHA DE SANTA CATARINA.....</b>	<b>129</b>
7.1 INTRODUÇÃO.....	131
7.2 MANGUEZAIS: FEIÇÕES E INTERAÇÕES COM ECOSISTEMAS ADJACENTES.....	132
7.3 ECÓTONOS MANGUEZAL-RESTINGA NO SUL DO BRASIL .....	133
7.4 RESTINGAS CONTÍGUAS A MANGUEZAIS NO SUL DO BRASIL .....	136
7.5 TUTELA JURÍDICA DA VEGETAÇÃO LITORÂNEA NO BRASIL E ISC.....	139
<b>7.5.1 Caráter especial das normas regulamentadoras de manguezais e restingas para o Estado de Santa Catarina.....</b>	<b>143</b>
<b>7.5.2 Tutela de APP aos ecótonos manguezal-restinga na ISC.....</b>	<b>146</b>
<b>7.5.3 Tutela de APP às restingas contíguas a manguezais na ISC .....</b>	<b>148</b>
7.6 CONCLUSÕES.....	150

REFERÊNCIAS.....	152
8 CONCLUSÃO GERAL .....	158
REFERÊNCIAS GERAIS.....	160

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Ao longo do processo de maturação e compreensões da lógica “colonialista violenta e destruidora de se habitar as Américas” (Ferdinand, p. 56, 2022), se discute no Brasil, há algumas décadas, estratégias para a problemática ambiental, que segundo o Professor Carlos Walter Porto-Gonçalves “ganha maior consistência quando analisada a partir do território, das territorialidades e dos processos de territorialização” (Porto-Gonçalves, p. 38, 2006).

Neste sentido, os espaços territoriais especialmente protegidos, trazidos pela Constituição Federal de 1988, mais especificamente as “Florestas” e “Áreas de Preservação Permanente” tratadas nos Códigos Florestais Brasileiros: Leis Federais nº 4.771/1965 e nº 12.651/2012, objetos de debate nesta tese, têm por obrigação serem munidas de conceitos, definições e critérios claros e precisos frente às limitações ao direito de propriedade e a expansão e reprodução do espaço urbano (Souza, 2021). Respeitando as considerações da Lei Complementar nº 095/1998, a qual estabelece no artigo 7º, inciso III, que “o âmbito de aplicação da Lei será estabelecido de forma tão específica quanto o possibilite o conhecimento técnico ou científico da área respectiva”.

Ocorre que no ordenamento jurídico brasileiro os dispositivos aplicáveis à definição e delimitação das APPs sofrem com conflitos entre concepções a respeito dos conceitos e critérios técnico-normativos, ou mesmo a falta deles, bem como imprecisões, que somados afetam a referida aplicabilidade das normas e a consequente tutela dos espaços territoriais especialmente protegidos, conforme estabeleceu a Constituição Federal vigente (Pulner, 2007; Borges *et al.*, 2009, 2011 Metzger, 2010; ICMBio, 2018; Souza *et al.*, 2020).

Tais inseguranças técnico-normativas se deparam, atualmente, com um estresse climático icônico para a civilização moderna, capaz de alterar drasticamente os ecossistemas terrestres. Dentre eles os sistemas marinho-costeiros localizados nas zonas costeiras (ZCs), ocupadas pela maior parte da população do planeta e sob patente ameaça dos efeitos do aumento do nível médio relativo do mar – NMRM (Neumann, 2015; Lovelock *et al.*, 2015; Lindsay *et al.*, 2022).

Em contrapartida, ecossistemas de manguezais, típicos das ZCs, apresentam-se como importantes atenuadores de tais efeitos: seja via estoque de

carbono (Serrano *et al.*, 2018; Rovai *et al.*, 2022), como barreira física frente à erosão costeira (Schaeffer-Novelli *et al.*, 2016; Ménez, 2020; Alongi, 2022), ou por sua plasticidade que resulta na grande capacidade de deslocamento dos bosques, caso haja condições favoráveis à ocupação de novos terrenos (Ellison, 1996; Ball, 1996; Lovelock e Feller, 2003; Cardona-Olarte *et al.*, 2006 e He *et al.*, 2007).

Considerando um cenário de avanço do NMRM sobre as regiões costeiras do Sul do Brasil, os bosques da franja do manguezal, que ocorrem nas faixas marginais de baías, enseadas, estuários e lagunas, não suportariam as condições de inundação permanente, enquanto que as feições de transição entre o manguezal e a vegetação de terra firme (ecótonos), passariam, em tal cenário, a ser frequentemente inundadas, oferecendo condições hidrogeoquímicas para o estabelecimento de novos bosques de mangue, nestes locais (Mcivor *et al.*, 2013) i. e., os ecótonos de que trata esta tese são potenciais abrigos para novas áreas de bosques de mangue em resposta ao aumento do NMRM, no futuro próximo (Phan *et al.*, 2015; Ward e De Lacerda, 2021; Phan e Stive, 2022).

Além dessa nobre missão, as feições ecotonais são responsáveis pela provisão de recursos substanciais à manutenção da estrutura e produtividade dos bosques de mangue (Semeniuk *et al.*, 1983; Twilley *et al.*, 1996; Lewis *et al.*, 2016).

Pesquisadores de referência em estudos em áreas úmidas no Brasil, como Junk *et al.* (2014), destacam o árduo trabalho de se delimitar ecossistemas palustres, mal drenados, inundáveis ou permanentemente inundados, que incluem pântanos ou banhados de restinga, ecótonos de manguezais e marismas. Schaeffer-Novelli *et al.* (2002) destacam, especialmente, as comunidades vegetais de transição entre os manguezais e pântanos de água doce adjacentes, exatamente por se tratar de um continuum vegetacional fisionomicamente similares, perfeitamente integrados e essencialmente dinâmicos (Cintron-Molero *et al.*, 2023).

A Ilha de Santa Catarina (ISC), Município de Florianópolis, Sul do Brasil, chama atenção por ser uma metrópole com cerca de 40% do seu território zoneado por áreas ambientalmente protegidas (Hennemann, 2021). Paradoxalmente, foi a segunda capital brasileira com maior crescimento populacional entre 2010 e 2022 (IBGE, 2022), este caracterizado, especialmente nas planícies costeiras (Ferretti, 2019; Neves, 2017; Florianópolis, 2020), sob a *forma* especulativa imobiliária: predatória, desordenada e altamente agressiva aos direitos da natureza, a qual já

suprimiu vastas áreas de manguezal e ecótonos (CECCA, 1997; Trindade, 2009; Florianópolis, 2020), vislumbrando incessantemente a ocupação e adensamento das planícies costeiras e, comumente, se aproveitando das lacunas técnico-jurídicas que tutelam as feições vegetacionais presentes nestes espaços territoriais.

Tais comunidades ou feições ecotonais manguezal-restinga são muitas vezes diagnosticadas, em estudos inerentes a procedimentos de licenciamento ambiental na ISC, como comunidades em estágio inicial de regeneração da floresta ombrófila densa, tornando-as passíveis à ocupação urbana (Nogueira *et al.*, 2023). Ignorando-se a perspectiva integrada, dinâmica e altamente complexa, que é fundamental na análise dos ecossistemas costeiros (West, 1956, 1977; Thom, 1984; Rovai *et al.*, 2018; Twilley *et al.*, 2018; Cintrón-Molero *et al.*, 2023).

Esta vulnerabilidade dos ecótonos de manguezal acaba sendo potencializada por fenômenos naturais, como é o caso da histórica tendência de elevação do NMRM para a ISC (CEPAL, 2016). Já se nota, na porção Sul da Ilha, efeitos da compressão costeira e, portanto, possibilidade de afogamento de bosques de mangue (Silveira e Bonetti, 2018).

Em 1999, o notável professor e pesquisador Daniel de Barcellos Falkenberg mencionava que embora as áreas de transição de manguezal para a restinga, na ISC, fossem pouco estudadas “são de fundamental importância para a conservação” por serem ambientes ecotonais onde ocorrem interações simultâneas entre diversos níveis de comunidades biológicas (Falkenberg, 1999).

Interpretação que vai ao encontro dos interesses de pesquisadores como Kark e Vun Resburg (2006); Graves *et al.* (2010) e Kark (2013) que discutem as variações de escalas espaciais dos ecótonos, quer entre biomas, quer entre comunidades. Os autores defendem também a importância ecológica dos ecótonos como indicadores das mudanças climáticas (MCs), bem como, a sua tutela jurídica perante as políticas de planejamento ambiental e territorial. Mais recentemente, em 2020, o Plano Municipal da Mata Atlântica de Florianópolis (Florianópolis, 2020) colocou estas áreas em evidência, estabelecendo em seus objetivos o mapeamento de tais feições.

Sendo assim, considerando a patente emergência climática, tal qual a importância da conservação dos ecótonos manguezal-restinga na ISC para a manutenção dos bosques de mangue frente ao avanço do NMRM considera-se pertinente para esta tese: 1) o mapeamento das áreas de ecótono manguezal-restinga

na ISC; 2) a caracterização florística e edáfica destes ambientes e, 3) um debate aprofundado a respeito das concepções das tutelas jurídicas em voga, visando esclarecer aspectos técnico-científicos e fomentar critérios normativos que deem maior precisão à aplicação do caráter de área de preservação permanente a estas áreas conforme a Lei Federal nº 12.651/2012.



## 2 HIPÓTESES

1 - Ecótonos entre manguezais e formações vegetacionais adjacentes integram o ecossistema manguezal, estando, portanto, sob a tutela do inciso VII, do art. 4º, da Lei 12.651 de 2012.

2 - A caracterização florística, geopedológica e fitoecológica de ecótonos manguezal-restinga pode auxiliar na determinação dos limites de tutela jurídica dessas comunidades vegetais.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Estudar componentes edafo-florísticos e fitoecológicos dos ecótonos de manguezal na Ilha de Santa Catarina, visando esclarecer aspectos científicos e fomentar critérios técnicos que elucidem imprecisões jurídicas, no âmbito da aplicação da tutela de área de preservação permanente aos referidos espaços territoriais.

##### **3.1.2 Objetivos específicos**

1. Identificar aspectos fitofisionômicos, florísticos e edáficos e mapear os ecótonos de manguezal da Ilha de Santa Catarina;
2. Caracterizar um continuum florístico-edáfico entre feições de bosque de mangue, ecótono manguezal-restinga e vegetação de restinga;
3. Discutir conceituações científico-jurídicas e elucidar lacunas técnico-normativas acerca da aplicação de tutelas jurídicas aos ecótonos manguezal-restinga, bem como às ditas “restingas estabilizadoras de mangue”, citadas na legislação ambiental brasileira.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 O MOSAICO LITORÂNEO DA ILHA DE SANTA CATARINA: FEIÇÕES DEPOSICIONAIS, ZONAÇÕES E PROTEÇÃO AMBIENTAL

#### 4.1.1 Variações do nível do mar e geomorfologia costeira

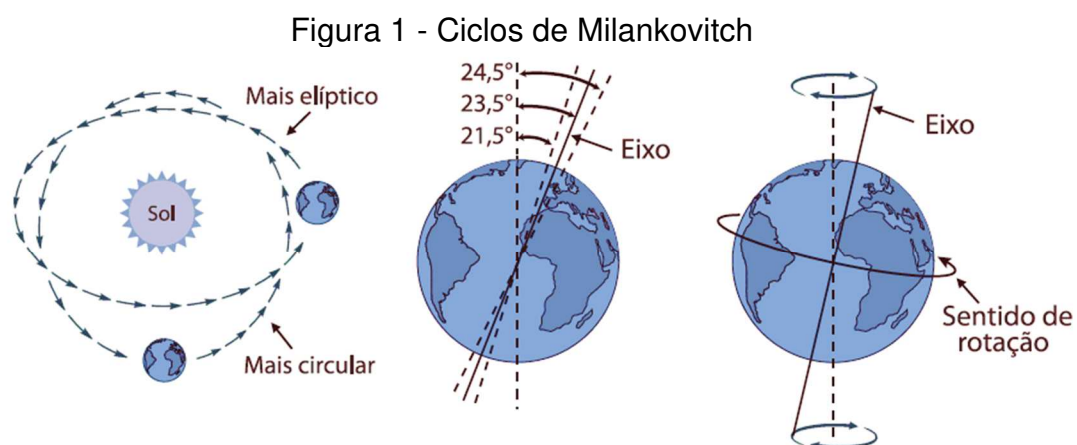
Para a compreensão dos processos que definirão as feições deposicionais costeiras é importante entender alguns fundamentos a respeito das variações do nível médio do mar no tempo geológico ou paleoníveis do mar. Estas variações ocorreram em muitos momentos da história geológica da terra e são classificadas como: variações tectônicas, isoásticas e eustáticas.

As últimas, associadas à variação e redistribuição das cargas sobre a crosta terrestre, são as que mais interessam como base para o presente trabalho, visto que, dentre os processos a ela associados: alterações de salinidade e clima, tecnoeustasia, sedimentoeustasia e glacioeustasia, este último, responsável pela variação do nível dos oceanos por consequência do aumento e diminuição dos volumes das geleiras, foi o processo que mais atuou no período quaternário, período mais recente da unidade geocronológica (Suguio *et al.*, 1985).

Fortemente caracterizado por oscilações de ciclos glaciais e interglaciais, este período impôs flutuações do nível médio relativo do mar (NMRM), que, associadas a mudanças climáticas no mesmo período “desempenharam um papel fundamental na formação das planícies sedimentares litorâneas atuais (Suguio, 1985). Compreendendo a Era Cenozóica, este período é dividido em duas épocas: Pleistoceno, que teve seu início há cerca de 1,6 milhões de anos (Head *et al.*, 2021), e Holoceno datado de entre 11.700 anos até o momento atual (Lowe e Walker, 2014).

Segundo Tomazelli e Villwock (1991) e Villwock (1994), a teoria dos Ciclos de Milankovitch admite que a combinação de três variáveis astronômicas seja determinante na glacioeustasia, principalmente nos últimos 150 mil anos, responsável, portanto, pelas grandes alterações climáticas envolvendo ciclos glaciais e interglaciais que determinam a distribuição do calor sobre a superfície terrestre, retido das radiações solares, representadas na figura 1. São elas: 1) a excentricidade da órbita

terrestre, que varia periodicamente de acordo com influências gravitacionais planetárias alterando a distância entre o Sol e a Terra de modo que a forma orbital fica mais “circular” ou mais elíptica (variando entre 0 e 5% elipticidade) em ciclos de 100 mil anos; 2) a obliquidade elíptica, que é uma variação no eixo de inclinação da Terra, entre 22.1 e 24.5 graus numa periodicidade de 41 mil anos, perante a sua órbita elíptica em torno do sol; 3) a precessão dos equinócios ou solstícios, que é a oscilação do eixo de rotação da Terra por consequência das ações gravitacionais da lua e do sol, fazendo com que a terra execute “bamboleios” como um peão, em ciclos de 23 mil anos (Villwock, 1994).

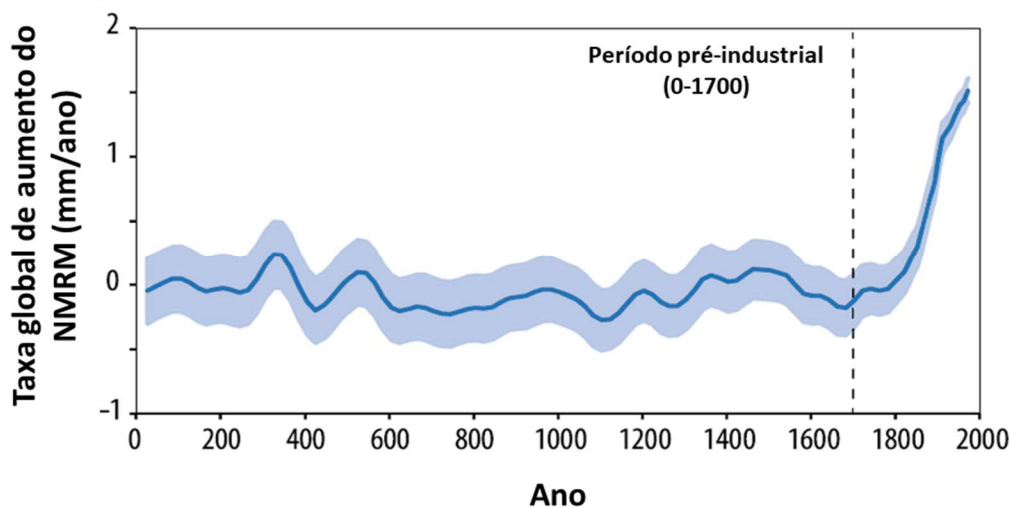


Fonte: modificado de Harper (2007).

De acordo com Lowe e Walker (2014), a última glaciação atingiu o seu máximo a cerca de 18 mil anos, em seguida transcorreu o aquecimento do clima global e consequente aumento do NMRM, caracterizando a época Holoceno que perdura até hoje como interglacial. Considerando que a evolução dos humanos modernos se deu no período quaternário, entende-se que o desenvolvimento das “civilizações” ocorreu em extremo de mar alto.

Segundo Wallace e Woodroffe (2014), o clima global terrestre tenderia a sair da referida fase interglacial rumo a uma nova fase glacial nos próximos anos. No entanto, observam-se nos dias atuais tendências de manutenção de clima quente e aumento do NMRM, como mostra a Figura 2, tendências estas que parecem estar associadas, principalmente, às altas concentrações de CO<sub>2</sub> decorrentes de emissões de carbono na atmosfera. i.e., Inequivocamente o NMRM vem aumentando nos últimos 150 anos.

Figura 2 - Aumento acentuado do NMM nos últimos 150 anos.



Fonte: Walker *et al.*, 2023.

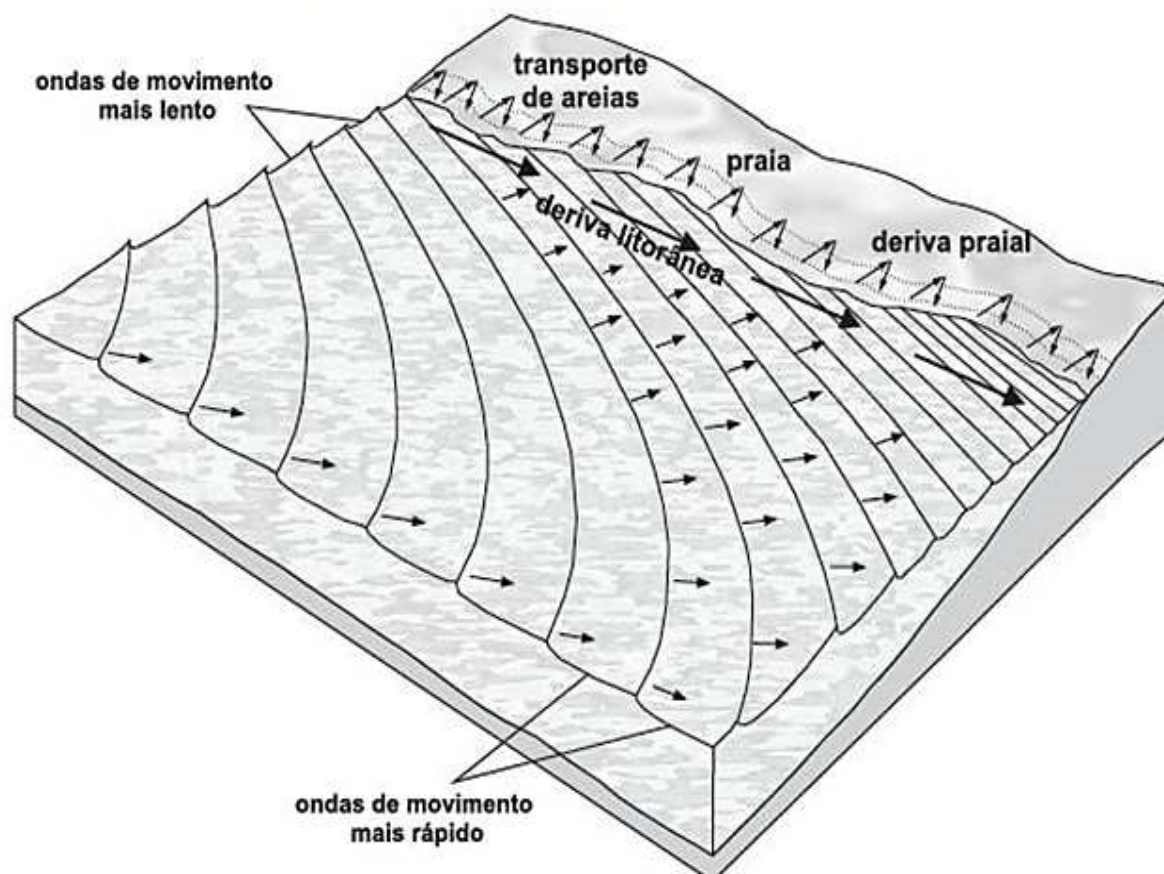
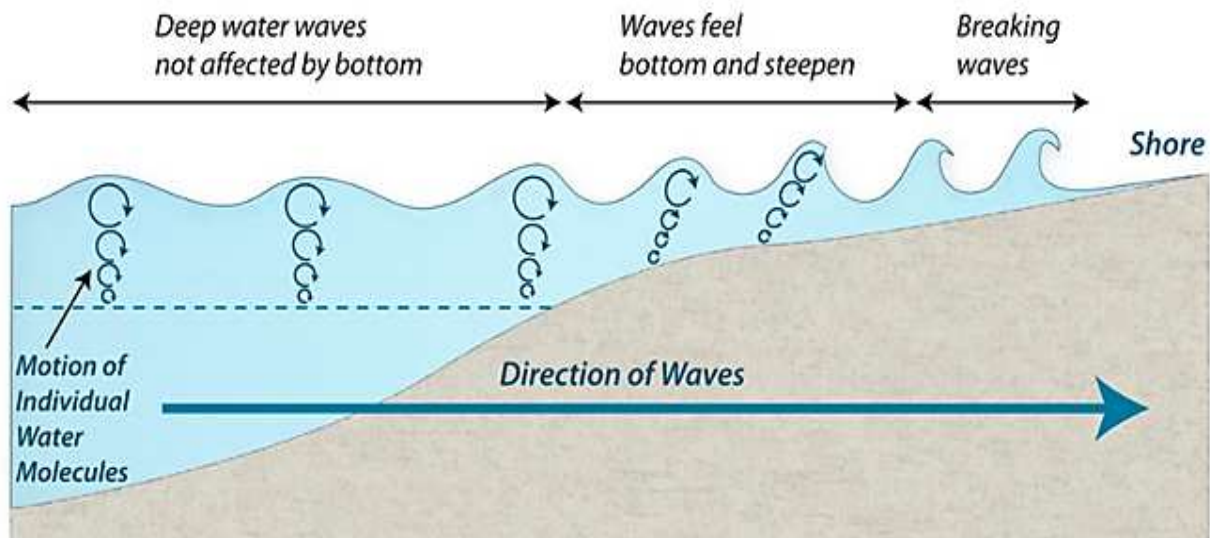
Voltando à geomorfologia litorânea, no período quaternário a combinação das forçantes astronômicas acima descritas que influenciaram as flutuações climáticas e do NMM, com as ações das ondas, correntes, marés, e balanço de sedimentos, favoreceram a composição das diferentes feições deposicionais da linha de costa, como ilustram os esquemas da figura 3.

O balanço sedimentar tem grande influência na constituição das feições litorâneas, já que a entrada e saída de sedimentos no sistema costeiro ocorrem de maneira constante e por diversos componentes, há exemplo das atividades fluviais, que são as fontes dos sedimentos que serão retrabalhados e redistribuídos na Zona Costeira formando as praias oceânicas e demais feições deposicionais.

Já as ondas, que resultam da ação dos ventos sobre a superfície do oceano, gerando por meio dos seus mecanismos morfodinâmicos de refração, difração e reflexão, quando atingem a costa geram uma corrente paralela a esta, conhecidas como correntes longitudinais ou deriva litorânea, que por sua vez irão modelar reentrâncias costeiras formando embaiamentos, enseadas, baías, esporões, tómbolos e outras feições deposicionais (Figura 3).

Em geral, lagunas, lagoas costeiras, cordões litorâneos, barreiras arenosas e as planícies costeiras propriamente ditas exigem processos mais complexos para sua consolidação, vinculados às flutuações climáticas e consequentes regressões e transgressões marinhas que configuram o mosaico geomorfológico-deposicional ilustrado na Figura 4.

Figura 3 - Mecanismos de formação das ondas pela ação dos ventos e de geração da deriva litorânea que tem grande participação na constituição das diferentes feições deposicionais costeiras.



Fonte: Souza *et al.*, (2008).



Figura 4 - Feições deposicionais costeiras formadas pelo sistema de ondas e correntes, bem como por transgressões e regressões marinhas.



Fonte: Goslin e Clemmensen (2017), modificado por Bittencourt (2019).

#### 4.1.2 Planícies costeiras da Ilha de Santa Catarina

Ao descrever a *Vegetação da Zona Marítima de Santa Catarina* (1961), o Padre Raulino Reitz destaca a importância da compreensão dos aspectos edáficos para o estudo das formações vegetacionais litorâneas:

“Em poucas zonas da vegetação catarinense se denota um efeito tão patente dos agentes geológicos sobre as plantas como na Zona Marítima. Por esta razão qualquer estudo sobre a formação organogênica do litoral deverá ser ao mesmo tempo um trabalho botânico e geológico” (Reitz, 1961).

Seguindo a interpretação do autor, far-se-á inicialmente uma abordagem dos componentes geológico-geomorfológicos que abrigam as comunidades vegetais objeto de estudo desta tese, para depois abordar os aspectos ecossistêmicos e de proteção legal dos ambientes a serem apresentados no decorrer do trabalho.

Dentre os cinco setores propostos por Silveira (1964) para a compartimentação do litoral brasileiro, a porção que abrange a Ilha de Santa Catarina

é denominada como Litoral Sudeste ou Litoral das Escarpas Cristalinas (Fernandez *et al.*, 2019). Contudo, na região de Florianópolis (SC) é notória a transição para as feições morfoestruturais características do Litoral Sul, o que configura uma disposição associada entre as unidades do embasamento cristalino, representadas pelas Serras do Leste Catarinense, estas que mergulham no Oceano Atlântico e as planícies costeiras formadas pela ação dos sistemas deposicionais continental e litorâneo durante o período Quaternário (Villwock, 1994).

Para as descrições dos aspectos geológico-geomorfológicos e biogeográficos das planícies costeiras da ISC, serão consideradas as informações do Mapa Geológico da Ilha de Santa Catarina, elaborado por Tomazzolli e Pellerin (2014) e os trabalhos de Horn-Filho *et al.* (2014) e Tomazzolli *et al.* (2018), que tratam da descrição de aspectos e conceitos geológico-geomorfológicos do litoral central de Santa Catarina, onde está localizada a ISC e, portanto, a área de estudo do presente trabalho.

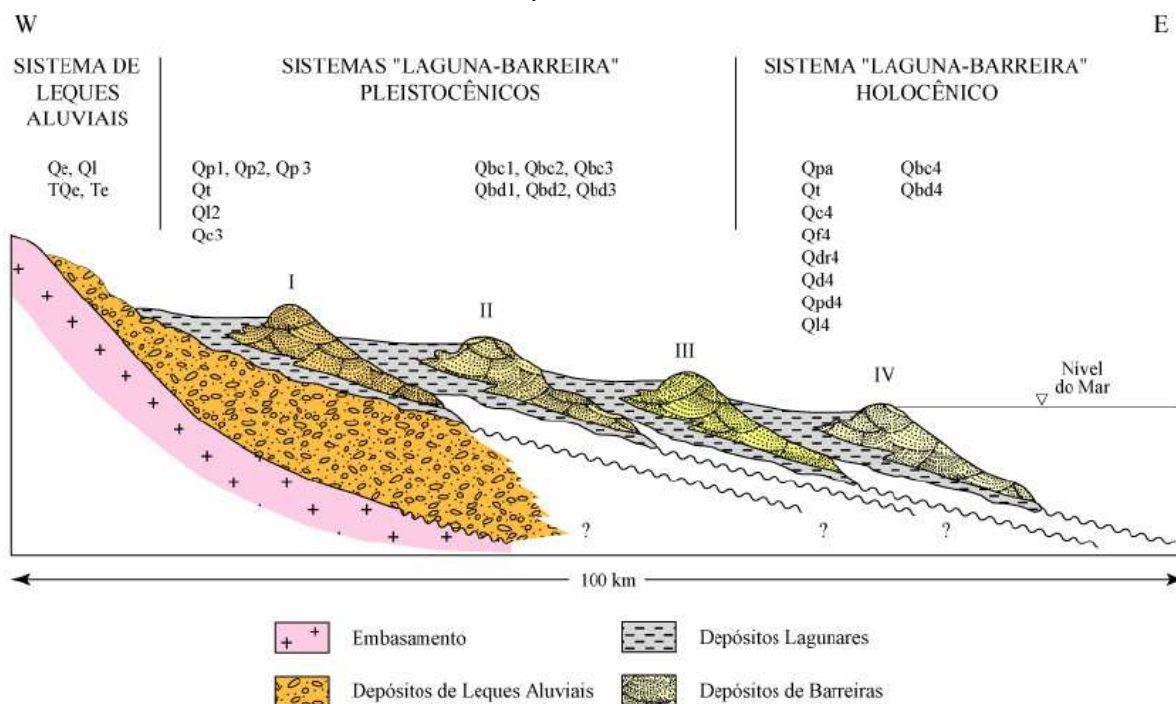
Quanto aos sistemas deposicionais na ISC, o sistema deposicional continental é constituído por depósitos coluviais, aluviais e de leques aluviais, do quaternário indiferenciado, podendo ter idades de 2 Ma até o presente – AP (Horn-Filho *et al.*, 2014). Já o sistema deposicional litorâneo ou transicional é caracterizado pela presença dos depósitos: de baía, paludial, lagunar, flúvio-lagunar, lagunar-praial, marinho-praial e eólico. Sendo a sua dinâmica e arranjo fortemente dominados pelo sistema deposicional laguna-barreira III e IV, definidos por Villwock *et al.* (1986) à planície costeira do Rio Grande do Sul (Figura 5).

Tais barreiras e lagunas costeiras são originárias de eventos de regressões e transgressões marinhas ocorridos durante o período quaternário, entre 120 e 18 Ka AP, ao longo do máximo regressivo do pleistoceno superior, e entre 5,1 Ka AP e o presente, durante o holoceno (Horn-Filho *et al.*, 2014).

Os chamados depósitos sedimentares de baixa energia, que segundo Tomazzolli e Pellerin (2014) constituem os ambientes sedimentares das áreas de estudo deste trabalho, estão dispostos na tabela 1. Antes de expor detalhadamente os aspectos geológicos, ecossistêmicos e a localização das áreas de estudo, julga-se pertinente a apresentação das definições destes, com base nas descrições dos próprios autores citados acima.



Figura 5 - Representação do sistema laguna-barreira na planície costeira do Rio Grande do Sul, ilustrando as fases regressivas e transgressivas ao longo do período quaternário.



Fonte: Tomazelli e Villwock, 2005.

Tabela 1 - Depósitos de ambientes de baixa energia característicos das áreas de estudo.

Depósito Paludial	Depósito de Planície de maré	Depósito de Fundo de Baía	Depósito Lagunar
Sedimentos finos, ricos em matéria orgânica, em áreas de baixa altitude. Apresentam-se na região como manguezais, marismas e turfeiras	Sedimentos finos, ricos em matéria orgânica, frequentemente alagados pela ação das marés	Sedimentos arenosos finos, estratificados, ricos em matéria orgânica, típicos da "Planície Entre Mares".	Sedimentos pelíticos e arenosos finos, depositados em ambientes de baixa energia, na forma de terraço lagunar

Fonte: autor.

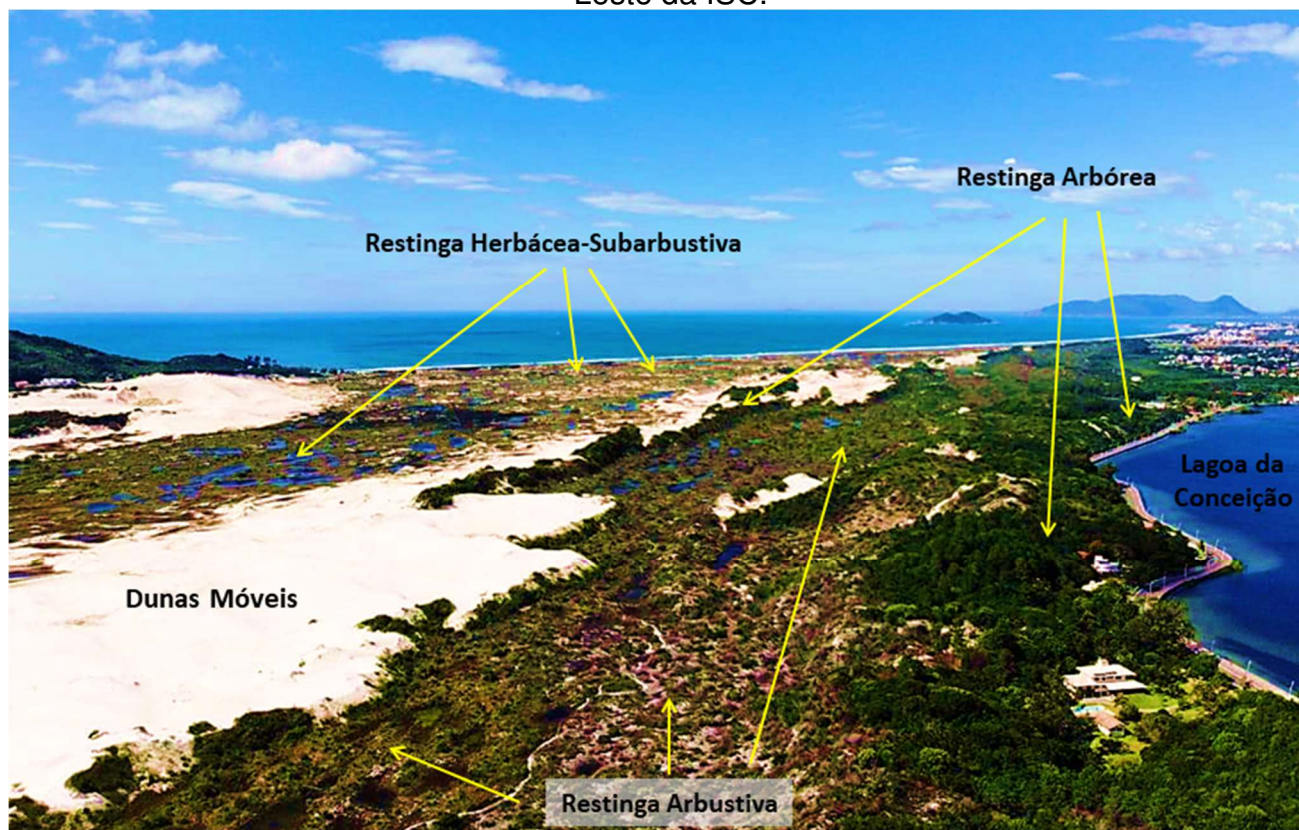
#### 4.1.3 Ecossistema de Restinga: Zonação e Fitofisionomias

O ecossistema composto pelo que se conhece como complexo vegetacional de restingas, reúne fisionomias de diferentes comunidades vegetais, distribuídas em mosaico, recobrando as planícies costeiras em todo Brasil (Araujo e Lacerda, 1987; Araújo, 1987, 1992; Falkenberg, 1999). Estas formações vegetais guardam em comum o caráter edáfico, por seu estabelecimento e colonização estarem submetidos às condições do substrato arenoso (Waechter, 1985, 1990), sendo por isso consideradas vegetações pioneiras de influência marinha. As diversas comunidades vegetais do ecossistema de restinga, além contribuírem para a drenagem no solo, por conta da estabilização do substrato, possuem importantíssimo papel na integração ecossistêmica entre muitas espécies da fauna, flora e funga, inclusive dos ecossistemas vizinhos, manguezais e Floresta Ombrófila Densa, atuando, assim, como grandes corredores ecológicos (Reitz, 1961; Alves *et al.*, 2007).

Na Planície Costeira de Santa Catarina, a vegetação de restinga distribui-se pelas deposições holocênicas formadoras das zonas do pós-praia, dunas frontais e internas e cordões litorâneos, e pelas zonas de terraços marinhos pleistocênicos mais adentrados à costa litorânea (Falkenberg, 1999).

A vegetação que ocorre nessas áreas, principalmente as mais próximas ao mar, é dotada de adaptações e tolerância à salinidade, à ação de eventos extremos (ondas, tempestades, ventos fortes) e ao estresse hídrico, apresentando-se, portanto, com fitofisionomias mais esparsas por conta da dificuldade da seleta comunidade resistir a condições de intensa morfodinâmica (Souza *et al.*, 1992, 1993). No entanto, sistematicamente, tais condições mais extremas vão se abrandando de acordo com a zonação, de modo que nas ditas dunas internas e em fitofisionomias mais distantes da influência marinha, nota-se um aumento acentuado na riqueza, diversidade e porte das espécies (Falkenberg, 1999), como mostra a figura 6.

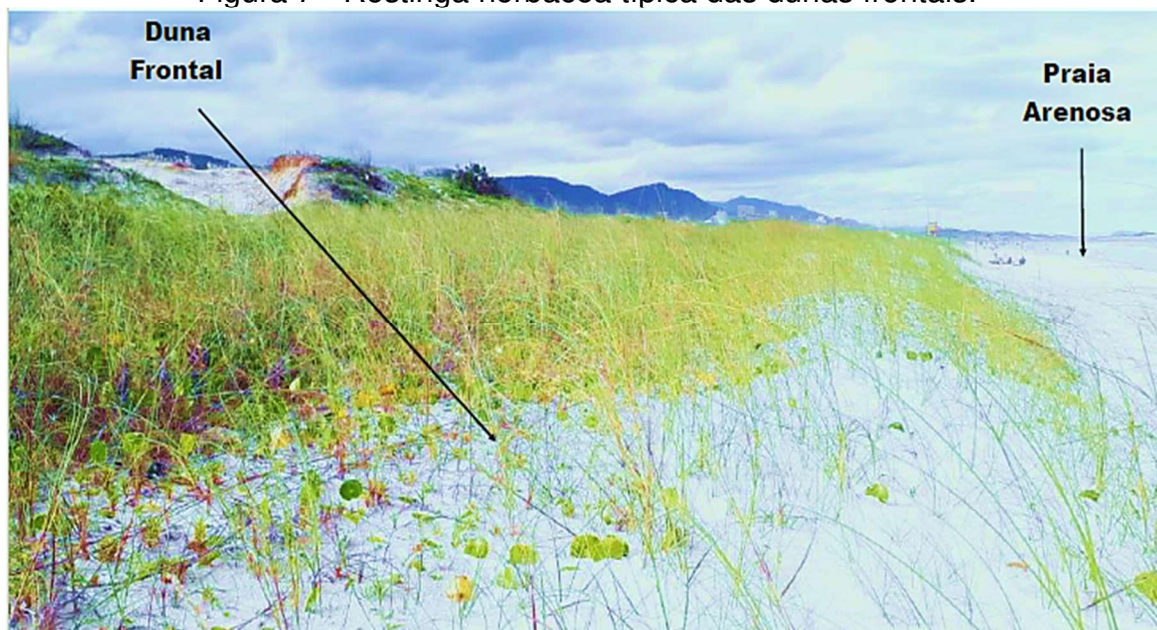
Figura 6 - Zonação do complexo de restinga das dunas da Lagoa da Conceição, Leste da ISC.



Fonte: Germano Pirajá Martins, dunas da Lagoa da Conceição (Leste da ISC).

As fitofisionomias mais próximas à praia (dunas frontais - Figura 7) são representadas por espécies de porte baixo, rastejantes, com caules e folhas robustas, consagrando sua ocorrência altamente seletiva, onde dominam as gramíneas e ciperáceas nas regiões mais próximas à praia, e as mirtáceas no substrato mais estável. As espécies herbáceas a subarbustivas são representadas por: *Ipomoea pes-caprae*, *Panicum racemosum*, *Remirea maritima*, *Spartina ciliata*, entre outras, e as arbustivas por: *Sophora tomentosa*, *Scaevola plumieri*, *Guapira opposita*, *Eugenia catharinae*, *Eugenia uniflora*, *Myrcia palustris* (Binfaré, 2016).

Figura 7 - Restinga herbácea típica das dunas frontais.



Fonte: autor. Dunas da praia do Campeche, Leste da ISC.

A fitofisionomia de restinga que recobre as dunas internas e cordões arenosos é predominantemente arbustiva, chegando até 5 m de altura, com poucas trepadeiras rastejantes, tendendo a formar aglomerados mais densos dispostos em moitas (Figura 8) rumo ao interior da costa (Cordazzo e Seelinger, 1987). O aumento dessa diversidade e abundância é consequente da contribuição orgânica, de um substrato mais estável e retrabalhado, este também beneficiado pela maior deposição de matéria orgânica (folhas e galhos, elementos da fauna e funga), onde dominam espécies como: *Myrsine venosa*, *M. umbellata*, *M. parvifolia*, *Schinus terebinthifolius*, *Lithrea brasiliensis*, *Pera glabrata*, *Butia catarinensis* (Danilevicz, 1990; Rogalski e Araújo, 2005; Korte *et al.*, 2013).



Figura 8 - Domínio herbáceo-arbustivo das dunas internas. Ao fundo a Mata ou Floresta de Restinga de fitofisionomia arbórea.



Fonte: autor. Dunas da praia do Campeche, Leste da ISC.

Segundo Falkenberg (1999), formações da vegetação de restinga ocorrem também na forma de banhados mal drenados (Figura 9), onde se acumulam águas das chuvas, áreas de afloramentos freáticos, ou lagunas com inundação mais perdurável, onde há dominância de macrófitas. Em locais menos inundados, a vegetação chega a atingir 1 a 2 m de altura, com poucas trepadeiras e ausência de epífitas. Os indivíduos dominantes nestes ambientes são: *Eleocharis* spp., *Juncus* spp., *Cyperus* spp., *Scirpus* spp., *Fuirena robusta*, *Typha domingensis*, *Tibouchina asperior*, *T. trichopoda*, *Drosera brevifolia*, *D. capillaris*, *Utricularia* spp. (Castellani et al., 1995; Falkenberg, 1999).

Nas costureiras depressões que ocorrem das dunas da ISC, desenvolvem-se agrupamentos vegetais mais avançados, por consequência do acúmulo de matéria orgânica, onde se apresentam algumas arvoretas em associação com espécies epífitas, com presença significativa de Bromeliáceas, Aráceas, Piperáceas e Cactáceas (Castellani et al., 1995).

Figura 9 - Banhado de restinga (baixada úmida).



Fonte: autor. Restinga da Tapera (Oeste da ISC).

Nos solos mais assentados, muitas vezes formados pelos terraços marinhos, ocorrem formações com muitos representantes arbóreos, grande diversidade de epífitas, presença de lianas e uma densa cobertura de bromélias no solo. As árvores podem variar entre 5 e 15m de altura, condicionando a presença de subosque muito similar à composição original. Esta formação tem o potencial de ocupar grandes áreas da planície costeira, assumindo uma fitofisionomia florestal conhecida como Mata de Restinga (Figura 10), a qual muitas vezes encontra-se em zonas de transição com comunidades vegetais da Floresta Ombrófila Densa, quando em formações de terras baixas ou submontanas (Bresolin, 1979; Souza *et al.*, 1993). Os representantes dessa composição são: *Clusia criuva*, *Alchornea triplinervia*, *A. glandulosa*, *Syagrus romanzoffiana*, *Ficus organensis*, *Coussapoa microcarpa*, *Tapirira guianensis*, *Psidium cattleianum* (componentes do estrato arbóreo); *Geonoma schottiana*, *Bactris setosa*, *Allophylus edulis*, *Esenbeckia grandiflora*, *Actinostemon concolor*, *Ilex* spp., *Erythroxylum* spp., *Mollinedia* spp., *Alsophila* spp. (componentes do sub-bosque); *Aechmea* spp., *Vriesea philippocoburgii*, *V. vagans*, *V. gigantea*, *V. incurvata*, *V.*



*carinata*, *V. flammea*, *Canistrum lindenii*, *Tillandsia* spp., *Philodendron* spp., *Anthurium* spp., *Polypodium* spp. (epífitas); *Strychnos trinervis*, *Vanilla chamissonis*, *Dioscorea* spp., *Passiflora* spp., *P. edulis*, *P. alata*, *Tetracera oblongata*, *T. sellowiana* - trepadeiras (Souza *et al.*, 1992; Falkenberg, 1999; Korte *et al.*, 2013; Júnior e Boeger, 2015; Binfaré, 2016).

Figura 10 - Mata de Restinga



Fonte: autor. Planície de Jurerê/Daniela, Norte da ISC.

#### 4.1.4 Feições do ecossistema manguezal

Típico das zonas tropicais, os manguezais têm como um ecossistema análogo, as marismas, dominantes em zonas subtropicais e temperadas, com temperaturas abaixo de zero, colonizados estritamente por formações vegetacionais herbáceas, não havendo, portanto, a presença de bosques arbóreos, como nos manguezais (Soriano-Sierra *et al.*, 2015). No entanto, estes dois ecossistemas podem interagir, ocorrendo em forma de mosaicos em regiões tropicais e principalmente

subtropicais, como é o caso da Ilha de Santa Catarina (Chapman, 1960; Souza Sobrinho *et al.*, 1969; West, 1977; Costa e Davy, 1992).

Além da temperatura, controlada pela latitude, fatores climáticos e hidrogeoquímicos, como pluviosidade, drenagem terrestre, erosão e sedimentação, inundação e salinidade, também são responsáveis por moldar a distribuição dos ecossistemas de manguezal em ambientes estuarinos, deltaicos ou lagunares (Twilley, *et al.*, 1996; Smith III, 1992). Essa complexa dinâmica irá configurar feições denominadas na literatura científica brasileira como: lavados, bosques de mangue, apicuns e ecótonos entre manguezais e formações vegetacionais de terra firme (Schaeffer-Novelli, 1995, 1999; Coelho-Jr, 2003).

Lavados são feições de substrato comumente lamoso, onde não ocorre vegetação vascularizada, e são expostos frequentemente às inundações pelas marés. Este substrato possui a importante função de estabilizar a feição subsequente, o bosque de mangue, onde ocorre a vegetação típica, de caráter lenhoso, conhecida como mangue e adaptada à alta salinidade e à ação direta e diária das marés (Schaeffer-Novelli, 1999).

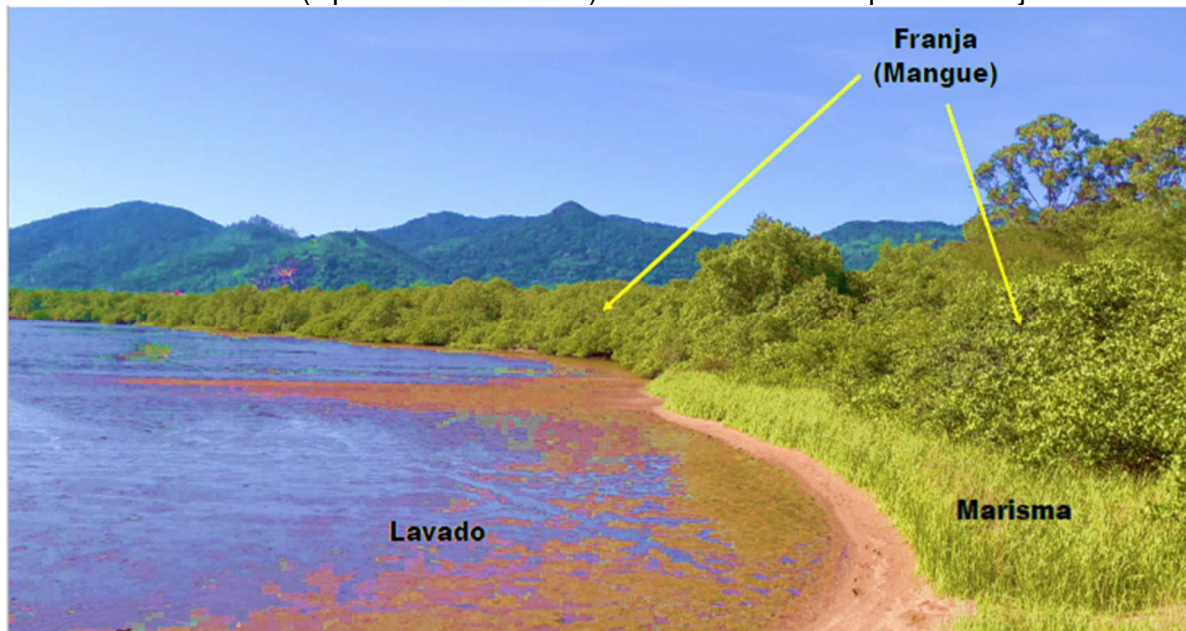
No que diz respeito aos bosques de mangue, é comum na literatura científica a sua setorização como: bosque de franja, bosque de bacia e bosque de transição nas bordas internas dos manguezais (Figuras 11, 12 e 13). De maneira bem generalista, seguindo a descrição fitoecológica cunhada pelo botânico Pierre Dansereau (1947), posteriormente aplicada por Reitz (1961), os setores *rizoforeto*, *avicenieta*, e *laguncularieta*, fazem referência às espécies dominantes em cada uma das faixas dos referidos bosques.

Na zona dominada por *Rizophora mangle*, nas porções da franja do mangue, há maior deposição de matéria orgânica por energia das marés. Muito embora, na ISC (muito próxima ao limite austral de ocorrência de *Rhizophora mangle*), esta espécie seja pouco abundante, restringindo-se principalmente a depressões de terrenos de manguezal (Souza Sobrinho *et al.*, 1969; Cintrón e Schaeffer-Novelli, 1981, 1983). No *avicenieta*, mais atribuído a bacia do manguezal, o solo é menos profundo e comumente dominado pela *Avicennia schaueriana*. Já na zona mais interna, *laguncularieta*, dominada por *Laguncularia racemosa*, o solo é mais enxuto, embora haja frequente inundação pelas preamares, esta formação costuma fazer interseção



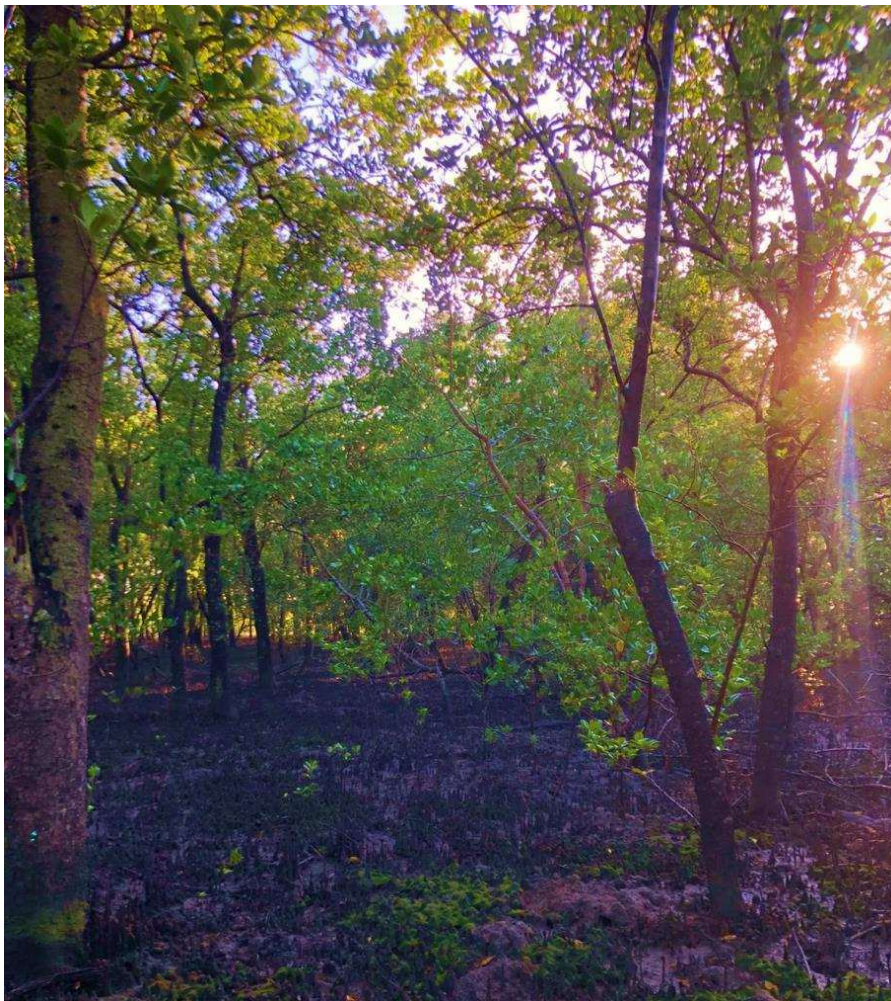
direta com o ecossistema adjacente (restinga ou FOD) ou com uma comunidade ecotonal. Por isso é também denominada como bosque de transição.

Figura 11 - Feições do manguezal: lavado, bosque de mangue e vegetação de marismas (*Spartina alterniflora*) associada ao bosque de franja.



Fonte: autor. Manguezal do Saco Grande (Norte da ISC).

Figura 12 - Bosque da bacia do manguezal do Rio Ratonos, dominado por *Avicennia schaueriana*.



Fonte: autor. Manguezal do Rio Ratonos (Norte da ISC).



Figura 13 - Bosque de transição no manguezal do Rio Tavares, dominado por *Laguncularia racemosa*. Ao fundo pode-se observar a vegetação de restinga adjacente.



Fonte: autor. Manguezal do Rio Ratonés (Norte da ISC).

É importante que aquele setor (bosque de transição) não seja confundido com as áreas de ecótono entre o manguezal e ecossistemas vizinhos (Figura 14), as quais não são inundadas diariamente como ocorre no *laguncularieto* e as outras zonas dos bosques de mangue somente, i.e., são inundadas apenas pelas marés mais altas, tendo como característica a baixa salinidade intersticial, devido à topografia sutilmente mais elevada do que o manguezal propriamente dito (*stricto sensu*) e os altos índices de pluviosidade do litoral Sul-Sudeste (Schaeffer-Novelli, 1999; Coelho-Jr., 2003). Isso permite a presença de espécies vegetais dos ecossistemas adjacentes, tolerantes a tais condições (Rosolem *et al.*, 2023; Nogueira *et al.*, 2023).

Figura 14 - Ecótono de manguezal (transição manguezal-restinga). Neste caso, a comunidade vegetal de transição apresenta espécies da restinga adjacente e do próprio manguezal.



Fonte: autores, Bacia Hidrográfica do Rio Ratonos, Norte da ISC

A feição conhecida como apicum, salgado ou planície hipersalina (Figura 15), mais ocorrentes em regiões de clima seco bem definido (Baltzer e Lafond, 1971; Semeniuk, 1983), são encontradas nas bordas (apicum de borda) ou em porções mais internas do manguezal (apicum incluso), apresentando condições áridas e hipersalinas, por conta da baixa frequência de inundação e acúmulo de salinidade intersticial, o que muitas vezes impossibilita o estabelecimento de vegetação (Ucha, Hadlich e Celino, 2008; Hadlich, Celino e Ucha, 2010; Albuquerque *et al.*, 2014; Nascimento *et al.*, 2022). Estes bancos arenosos hipersalinos formam-se, segundo Hadlich e Ucha (2008), devido:

À deposição de materiais siliciclásticos originários das adjacências que sofrem erosão, sendo a preamar responsável pela distribuição, seleção e transporte de argilas e silte para fora dos apicuns, restando o material arenoso no local (Hadlich e Ucha, 2008).

Definição esta, similar às de Meireles *et al.* (2007) e Albuquerque *et al.* (2014, 2015), que incluem também a ação dos ventos no transporte de material para fora dos apicuns. Quando estas áreas passam a ser inundadas com maior frequência devido a alterações hidrogeológicas e microtopográficas, a salinidade intersticial tende a



diminuir, permitindo o estabelecimento de espécies herbáceas e, progressivamente, a colonização por espécies de mangue. Estas progradações e retrogradações dos bosques de mangue ocorreram diversas vezes em resposta às variações hidrológicas e do nível do mar no período quaternário, visto que, comumente, são encontrados propágulos e vestígios vegetativos das espécies típicas de mangue sob o substrato dos apicuns, indicando que naquele local já houve bosques de mangue. Portanto, os apicuns e salgados podem ser considerados, além de feições, ambientes sucessionais dos bosques de mangue (Schaeffer-Novelli, 1999; ICMBio, 2018; Nascimento *et al.*, 2022).

Figura 15 - Apicum (planície hipersalina) no manguezal do Rio Tavares.



Fonte: ICMBio, Núcleo de Gestão Integrada – Florianópolis. Sul da ISC.

#### 4.1.5 Proteção legal da vegetação litorânea

Os manguezais e suas faixas de transição para ecossistemas de restinga, bem como as formações vegetacionais de restinga propriamente ditas, estão sujeitos a diversos regimes de proteção sobrepostos, que se pode dividir, inicialmente, em: dominial, quando situados em áreas de propriedade da União (Brasil, 1988a, 1946); e ambiental, por se tratarem de bens de interesse público da Zona Costeira (Brasil, 1988b). Há também a tutela por áreas de preservação permanente (Brasil, 1965, 2002, 2012), remanescentes do bioma Mata Atlântica (Brasil, 1993a,b, 1999, 2006) e,

em alguns casos, integrarem-se com Unidades de Conservação (Brasil, 2000).

O ecossistema de manguezal é formado por uma biocenose (fauna, funga, flora e bactérias) cujo desenvolvimento depende de um biótipo especial (planície de maré protegida). São considerados bens públicos, não por suas características ecossistêmicas, mas pelo meio físico onde estão situados. Por serem ecossistemas localizados em planícies de maré, os manguezais são ascensões naturais ao leito de corpos hídricos (mar, rio, lago, lagoas costeiras ou lagoas) ou as respectivas praias (marítimas, fluviais ou lacustres). O conceito de praia aqui não é o geológico, mas o jurídico, segundo o qual esse “bem público de uso comum do povo” compreende, no mínimo, a faixa do entremarés, sujeita à variação da maré entre a baixa-mar e o preamar máximo (artigo 10º, da Lei nº 7.661 de 1988).

Desde o período colonial, existem normas que regem a utilização e a “proteção” dos manguezais, podendo apresentar ou não consonância com os conhecimentos científicos (Pulner, 2007). Muito longe de uma idéia conservacionista, e sim o oposto, com o intuito evidente de se resguardar as madeiras dos mangues como “recurso natural” (Santos e Furlan, 2021), seguindo a lógica exploratória colonialista, a Coroa Portuguesa promulgou alguns Decretos (de 05 de março de 1664 e 04 de dezembro de 1678) e Ordens Régias (de 1704, 1710, 1760 e 1818) que restringiam atividades nos manguezais.

Nesse sentido, a Ordem Régia de 18 de novembro de 1818 já estabelecia que “tudo que toca a água do mar e cresce sobre ela é da Coroa, na forma da Ordenação do Reino” (Brasil, 2002). O primeiro Código Florestal, Decreto nº 23.793/1934, definiu como florestas protetoras, cuja conservação deveria ser perene, aquelas destinadas a conservar o regime das águas, evitar a erosão pela ação dos agentes naturais, fixar dunas, assegurar condições de salubridade pública, proteger sítios cênicos, auxiliar na defesa de fronteiras e abrigar espécies raras da fauna nativa (Artigos 3º, 4º e 8º, do Decreto nº 23.793/1934). Portanto, as florestas protetoras foram, de certa forma, precursoras das “florestas” e, posteriormente, “áreas de preservação permanente” (Azevedo e Oliveira, 2014), tendo grande importância para construção das bases do que se entende, hoje, como espaços territoriais ambientalmente protegidos (Laudares *et al.*, 2019).

A partir de 14 de janeiro de 1966, com o início da vigência do novo Código Florestal de 1965, foram consideradas como de preservação permanente as florestas

e demais formas de vegetação natural “nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues” (BRASIL, 1965, artigo 2º, alínea f). Contudo, o novo Código Florestal não definiu os conceitos de vegetação de restinga, mangue ou manguezal, tampouco o que se entendia por restinga fixadora de dunas ou estabilizadoras de mangues.

Como bem discutido nos trabalhos de Brandão (2001), Laudares *et al.* (2014) e Azevedo e Oliveira (2014), nota-se que a Medida Provisória nº 2.166/2001-67 clarificou o entendimento do espaço natural a ser protegido, trazendo no artigo 1º, inciso IV, o conceito de Área de Preservação Permanente. Fazendo, de tal forma, entender que a tutela jurídica não se dirigia apenas às “florestas e demais formas de vegetação natural” mas, sim, a uma “área” ou espaço territorial, que por seus atributos peculiares, deve ser resguardado, podendo, neste, haver ou não cobertura vegetal nativa.

O conceito de Área de Preservação Permanente foi reforçado pela Resolução do CONAMA nº 303 de 2002 e reproduzido pela Lei nº 12.651 de 2012 (Lei de Proteção da Vegetação Nativa ou Código Florestal de 2012):

II - Área de Preservação Permanente: área protegida nos termos dos arts. 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Contudo, ainda antes da promulgação da Medida Provisória nº 2.166/2001-67, em 1981, a Política Nacional de Meio Ambiente, Lei nº 6.938/1981, criou em seu art. 18º, as reservas ecológicas, que incorporaram as “florestas e demais formas de vegetação natural de preservação permanente”, previstas no art. 2º, do Código Florestal de 1965, cujo poder regulamentar foi atribuído ao Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, pelo artigo 8º, § VII, da referida Lei e explicitado pelo art. 7º, § X, do Decreto nº 88.351/1983 (BRASIL, 1981, 1983). Desta forma, o CONAMA regulamentou as reservas ecológicas por meio da Resolução nº 004 de 1985, quando estabeleceu como espaços territoriais ambientalmente protegidos: os manguezais em toda sua extensão; e uma faixa de até 300m nas restingas, a partir da linha de preamar máximo (BRASIL, 1985).

Nota-se que o referido conselho procurou evitar divergências de interpretação, unificando a proteção ambiental de toda uma faixa costeira que incorporava o manguezal e a restinga até uma faixa de 300m, mesmo quando não tivesse função fixadora de dunas ou estabilizadora de mangues. Conseqüentemente, a transição (ecótono) entre os dois ecossistemas também estava protegida, pois a faixa da APP de restinga inicia exatamente ao final da preamar máxima, onde é esperado o final do biótipo do manguezal. E, para não haver dúvidas na sua aplicação, a Resolução nº 004 de 1985 definiu os conceitos normativos para restinga e manguezal:

m. Restinga - Acumulação arenosa litorânea, paralela à linha de costa, de forma geralmente alongada, produzida por sedimentos transportados pelo mar, onde se encontram associações vegetais mistas características, comumente conhecidas como “vegetação de restingas”;

n. Manguezal - Ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos sujeitos à ação das marés localizadas em áreas relativamente abrigadas e formado por vasas lodosas recentes as quais se associam comunidades vegetais características. (BRASIL, 1985, artigo 2º, alíneas “m” e “n”).

Posteriormente, a Lei nº 7.661/1988 instituiu o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, no qual as florestas litorâneas (incluindo os manguezais e restingas) foram consideradas como bens de interesse público que integram o patrimônio da Zona Costeira (artigo 3º, I), cuja degradação configura dano ambiental passível de responsabilização (artigo 7º). No mesmo ano, a Constituição da República Federativa do Brasil (CRFB) de 1988 considerou a Zona Costeira e a Mata Atlântica como Patrimônios Nacionais, cuja utilização é sujeita a regulamentação legal que estabeleça condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais (artigo 225º, § 4º).

O regime de proteção do bioma Mata Atlântica foi regulamentado pelo Decreto nº 750 de 1993, o qual definiu os manguezais e restingas como ecossistemas associados às formações florestais daquele bioma (artigo 3º). O CONAMA, por sua vez, editou diversas Resoluções para regulamentar o licenciamento ambiental e o uso racional dos recursos ambientais no referido bioma. Ainda no mesmo ano, por meio da Resolução nº 010 de 1993, o conselho estabeleceu e aprimorou os conceitos legais de manguezal e restinga:



I - Manguezal - vegetação com influência flúvio-marinha, típica de solos limosos de regiões estuarinas e dispersão descontínua ao longo da costa brasileira, entre os Estados do Amapá e Santa Catarina. Nesse ambiente halófito, desenvolve-se uma flora especializada, ora dominada por gramíneas (*Spartina*) e amarilidáceas (*Crinum*), que lhe conferem uma fisionomia herbácea, ora dominada por espécies arbóreas dos gêneros *Rhizophora*, *Laguncularia* e *Avicennia*. De acordo com a dominância de cada gênero, o manguezal pode ser classificado em mangue vermelho (*Rhizophora*), mangue branco (*Laguncularia*) e mangue siriúba (*Avicennia*), os dois primeiros colonizando os locais mais baixos e o terceiro os locais mais altos e mais afastados da influência das marés. Quando o mangue penetra em locais arenosos denomina-se mangue seco.

II - Restinga - Vegetação que recebe influência marinha, presente ao longo do litoral brasileiro, também considerada comunidade edáfica, por depender mais da natureza do solo do que do clima. Ocorre em mosaico e encontra-se em praias, cordões arenosos, dunas e depressões, apresentando de acordo com o estágio sucessional, estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo, este último mais interiorizado. (BRASIL, 1993. artigo 5º, incisos I e II).

Em 1994, a fim de tratar dos parâmetros para definição de estágios sucessionais da Mata Atlântica em Santa Catarina, visando à aplicação do Decreto nº 750, de 1993, o CONAMA editou a Resolução nº 004, de 1994, a qual frisou, no artigo 4º, parágrafo único, que as restingas são objeto de regulamentação específica. Sendo assim, o referido conselho definiu por meio da Resolução nº 261 de 1999, o conceito legal de restinga específico para o Estado de Santa Catarina, considerando as vegetações de transição entre a restinga e o manguezal como uma feição ou parte integrante do próprio manguezal: “As áreas de transição entre a restinga e o manguezal, bem como entre este e a floresta ombrófila densa, serão consideradas como manguezal, para fins de licenciamento de atividades localizadas no Domínio Mata Atlântica”. (Brasil, 1999).

Em 2006, com a promulgação da Lei da Mata Atlântica (Brasil, 2006), tanto o poder regulatório do CONAMA, para definir estágios sucessionais da vegetação de Mata Atlântica (artigo 4º), quanto à vigência da Resolução do CONAMA nº 261 de 1999, por força da natureza especial do regime jurídico de proteção desse bioma foram mantidos. O Conselho, com vistas ao disposto no artigo 4º, § 1º, da Lei da Mata Atlântica, ainda editou a Resolução nº 388 de 2007, a qual convalidou a Resolução do CONAMA nº 261 de 1999. Em vista do exposto, esta Resolução é norma especial definidora do conceito de restinga para o Estado de Santa Catarina.

Ainda na década de 1990, o ordenamento jurídico brasileiro foi contemplado por mais dois instrumentos jurídicos que se propõem a proteger os manguezais. Em 1996, o Decreto nº 1.905 firmou o comprometimento do Brasil como país signatário da Convenção de Ramsar (1971), esta que estabeleceu um sistema de gestão internacional de zonas úmidas especialmente protegidas, incluindo os manguezais. Em seguida, em 1998, a Lei nº 9.605, em seu artigo 50º, estabeleceu sanções penais para quem danificar vegetação fixadora de dunas e protetora de mangues.

Após a publicação da Lei nº 9.985, em 19/07/2000, que criou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e extinguiu as reservas ecológicas, no seu artigo 60º, cujo efeito imediato foi a ab-rogação da Resolução do CONAMA nº 004, de 1985, este conselho editou a Resolução nº 303 de 2002, regulamentando o Código Florestal de 1965. Esta Resolução, além de garantir como APP, nas restingas, a faixa mínima de 300m medidos a partir da linha da preamar máxima (artigo 3º, IX, “a”), repetiu a previsão legal para proteção das restingas, em qualquer localização ou extensão, quando possuir função fixadora de dunas ou estabilizadora de mangues (artigo 3º, IX, “b”), bem como definiu claramente que a APP em manguezal abrange toda a sua extensão (artigo 3º, X). Por meio da Resolução nº 303/2002, o CONAMA também definiu novo conceito geral para os ecossistemas de manguezal e restinga:

VIII - restinga: depósito arenoso paralelo a linha da costa, de forma geralmente alongada, produzido por processos de sedimentação, onde se encontram diferentes comunidades que recebem influência marinha, também consideradas comunidades edáficas por dependerem mais da natureza do substrato do que do clima. A cobertura vegetal nas restingas ocorre em mosaico, e encontra-se em praias, cordões arenosos, dunas e depressões, apresentando, de acordo com o estágio sucessional, estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo, este último mais interiorizado;

IX - manguezal: ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos, sujeitos à ação das marés, formado por vasas lodosas recentes ou arenosas, às quais se associam, predominantemente, a vegetação natural conhecida como mangue, com influência flúvio-marinha, típica de solos limosos de regiões estuarinas e com dispersão descontínua ao longo da costa brasileira, entre os estados do Amapá e Santa Catarina. (BRASIL, 2002a, art. 2o, incisos VIII e IX).

Os conceitos de manguezal e restinga estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 303/2002 foram reproduzidos de forma praticamente idêntica nos incisos XIII e XVI, respectivamente, do artigo 3º, da Lei nº 12.651 de 2012 (Lei de Proteção

da Vegetação Nativa ou Código Florestal de 2012).

Quanto ao Código Florestal de 2012, é notório que a norma manteve imprecisões no âmbito da consolidação de conceitos e critérios técnico-normativos que dizem respeito à função e delimitação da área a ser protegida como APP (Souza, 2022). E mesmo em seções designadas a conceituações, a referida Lei, abriu novas lacunas técnico-normativas, ao tratar feições de manguezal, tal e qual apicuns ou salgados, como ambientes distintos entre si e, dissociados do ecossistema manguezal, o qual a Lei tutelou em toda sua extensão (inciso VII do artigo 4º). Tal dissociação foi expressa, inicialmente, no artigo 11 – A, da Lei 12.651/2012. Alterado pela Lei nº 12.727 de 2012, o artigo agora vigente permite a exploração, “de modo ecologicamente sustentável” em apicuns e salgados por atividades de carcinicultura e extração de sal. Como exposto anteriormente: apicum ou salgado, bosques de mangue e lavado são um *continuum* de feições que compõem o manguezal em toda sua extensão, ocorrendo somente na presença desse ecossistema (Schaeffer-Novelli *et al.*, 2012; Albuequerque *et al.*, 2015; Rosario e Abuchahla, 2018).

Tratados, primeiramente, em uma mesma norma, pela Resolução do CONAMA nº 303/2002, os termos “restingas estabilizadoras de mangue” e “manguezais em toda a sua extensão”, respondiam à alínea f do artigo 2º do Código Florestal de 1965, o qual tratou apenas das “restingas estabilizadoras de mangue”.

No entanto, mesmo com o advento do Código Florestal de 2012 e a inclusão do dispositivo que protege os *manguezais em toda a sua extensão*, dada pelo inciso VII do artigo 4º, estas tipologias de APP não receberam conceituações técnico-científicas que as diferenciam, tão pouco, que as unifiquem (Hennemann, 2021), haja vista o disposto no artigo 4º da Lei:

Artigo 4º - Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

VII - os manguezais, em toda a sua extensão. (Lei Federal nº 12.651 de 2012).

Sendo assim, desde os parágrafos IX (alínea b) e X do artigo 3º da Resolução CONAMA nº 303/2002, até os incisos VI e VII, do artigo 4º do Código Florestal vigente, para esta incerteza no ordenamento jurídico ambiental brasileiro, i.e., se os dispositivos em voga tutelam dois ambientes distintos.

## 4.2 ÁREAS DE ESTUDO

O território da Ilha de Santa Catarina (ISC) está inserido entre os paralelos de 27°10'e 27°50'de latitude Sul e os meridianos 48°25'e 48°35' de longitude Oeste, abrangendo uma área de 424,4 Km<sup>2</sup>. A Ilha dispõe-se quase que paralela ao continente, proporcionando a configuração de duas baías, baía Norte e baía Sul, entre a porção continental e insular, havendo estreitos bem próximos, dentre os quais, o de menor distância é de 500 metros (Caruso, 1990; CECCA, 1997). A estrutura geológica da Ilha é formada por duas unidades, os complexos cristalinos do período pré-cambriano e os depósitos sedimentares do período quaternário. Os primeiros compõem o segmento central do território insular formando dois grandes maciços (Maciço Setor Centro-Norte com 31 km de extensão e o Maciço Setor Sul com 15 km de extensão) que se distribuem longitudinalmente pelo núcleo da Ilha. Há também alguns morros isolados, de origem cristalina, assim como costões rochosos que podem seguir submersos oceano adentro ou também emergirem na forma de ilhas (Almeida, 2004; Luiz, 2004).

Os depósitos sedimentares formadores das planícies costeiras da ISC compõem o derredor dos maciços cristalinos, sendo a costa Leste da ilha, fortemente dominada por praias arenosas longas, cordões litorâneos, faixas de dunas e terraços marinhos que caracterizam formações do complexo vegetacional de restinga e suas zonações, as quais tendem a apresentarem-se mais complexas em riqueza de espécies, estrutura, porte e biomassa da vegetação quando encontram-se mais interiorizadas (Bresolin, 1979). Ao passo que, a face Oeste é dominada por planícies flúvio-marinhas, banhadas pelos maiores rios e drenadas pelas maiores bacias hidrográficas (BH) do território da ilha, as quais desembocam nas duas grandes baías citadas acima, essas, que são caracterizadas pelas águas rasas e pouco turbulentas, que assim permitiram a instalação de extensos ecossistemas de manguezal (Cruz, 1998), sendo, portanto, as frações geomorfológicas que interessam como área de estudo para este trabalho.

No que diz respeito às áreas a serem aqui estudadas, estas são representadas por ambientes de manguezal, bem como por formações palustres, a eles adjacentes, constituídas por solo hidromórfico/halomórfico, cobertos por comunidades vegetais halófilas, que sofrem influência direta das marés (Souza

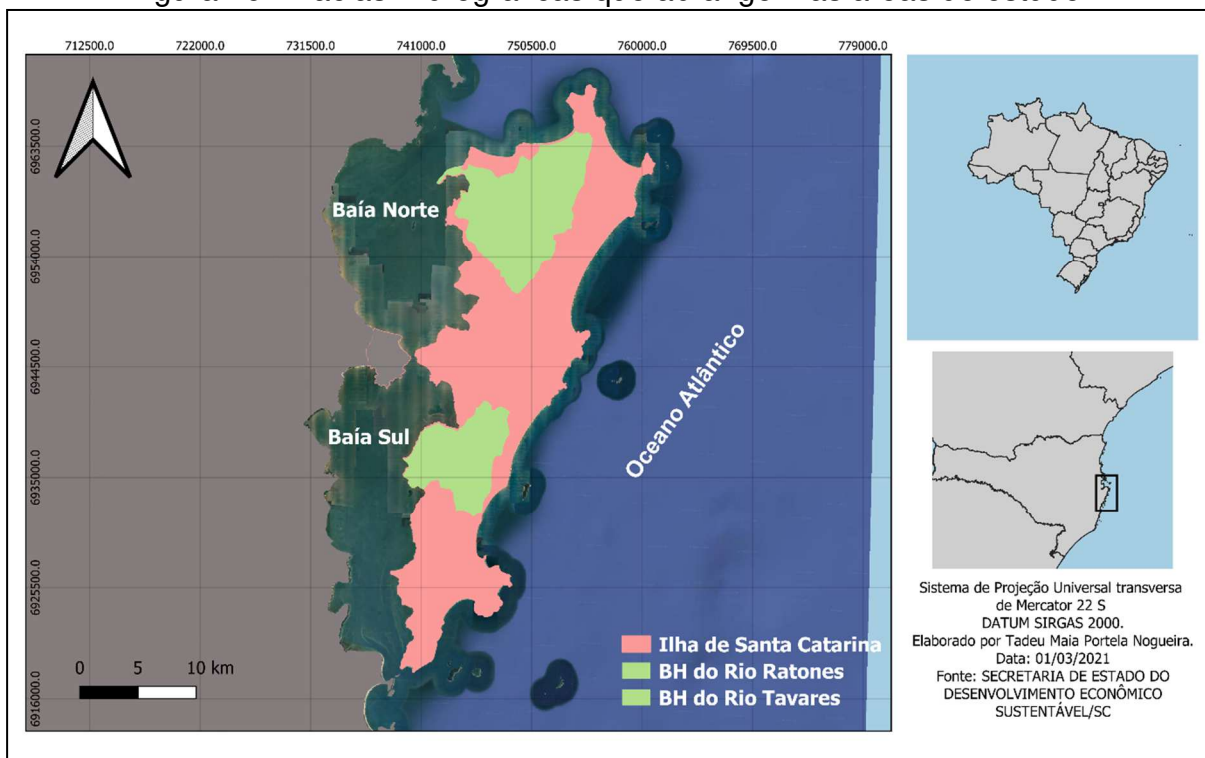
Sobrinho *et al.*, 1969). Como já comentado, na ISC, segundo Horn-Filho e Levi (2013), os ambientes estudados durante o desenvolvimento desta tese formaram-se nos últimos 5,1 ka AP, durante o máximo regressivo do holoceno, estando associados ao sistema deposicional laguna-barreira IV (Horn-Filho *et al.*, 2014). Tais ambientes inserem-se nas duas maiores planícies costeiras da ISC: Planície da Bacia Hidrográfica do Rio Ratonés (BHRR), que se insere na bacia do Rio Ratonés, e a Planície Entre Mares, a qual se insere a Bacia Hidrográfica do Rio Tavares (BHRT), expandindo-se também por outras duas bacias.

A fim de uma delimitação mais precisa, consideram-se como áreas de estudo desta tese as porções palustres, com possibilidade de influência marinha nas áreas de planície da BH do Rio Ratonés - Área de Estudo Norte e da BH do Rio Tavares Área de Estudo Sul, indicado na figura 18.

A Bacia Hidrográfica do Rio Ratonés, que abarca a Área de Estudo Norte, possui cerca de 93 km<sup>2</sup> de extensão. O mapa da Figura 19 mostra além do rio Veríssimo e seus tributários, o rio Ratonés, principal rio da Bacia e os seus sete principais afluentes: Rio Papaquara, Rio da Palha, Rio do Costa, Ribeirão Vargem Pequena, Rio Piçarras, Ribeirão Capela e o Córrego Silvino, bem como uma grande rede de canais secundários que, associados aos depósitos sedimentares dominantes, acomodam uma área com cerca de 921,3060 ha de manguezal (Trindade, 2009). De acordo com Tomazzolli e Pellerin (2014) estes depósitos são representados por: paludial, de fundo de baía, de planície de maré, flúvio-lagunar, colúvio-aluvionares, marinhos praias sub-atuais e marinhos praias recobertos ou não por dunas (Figura 20).

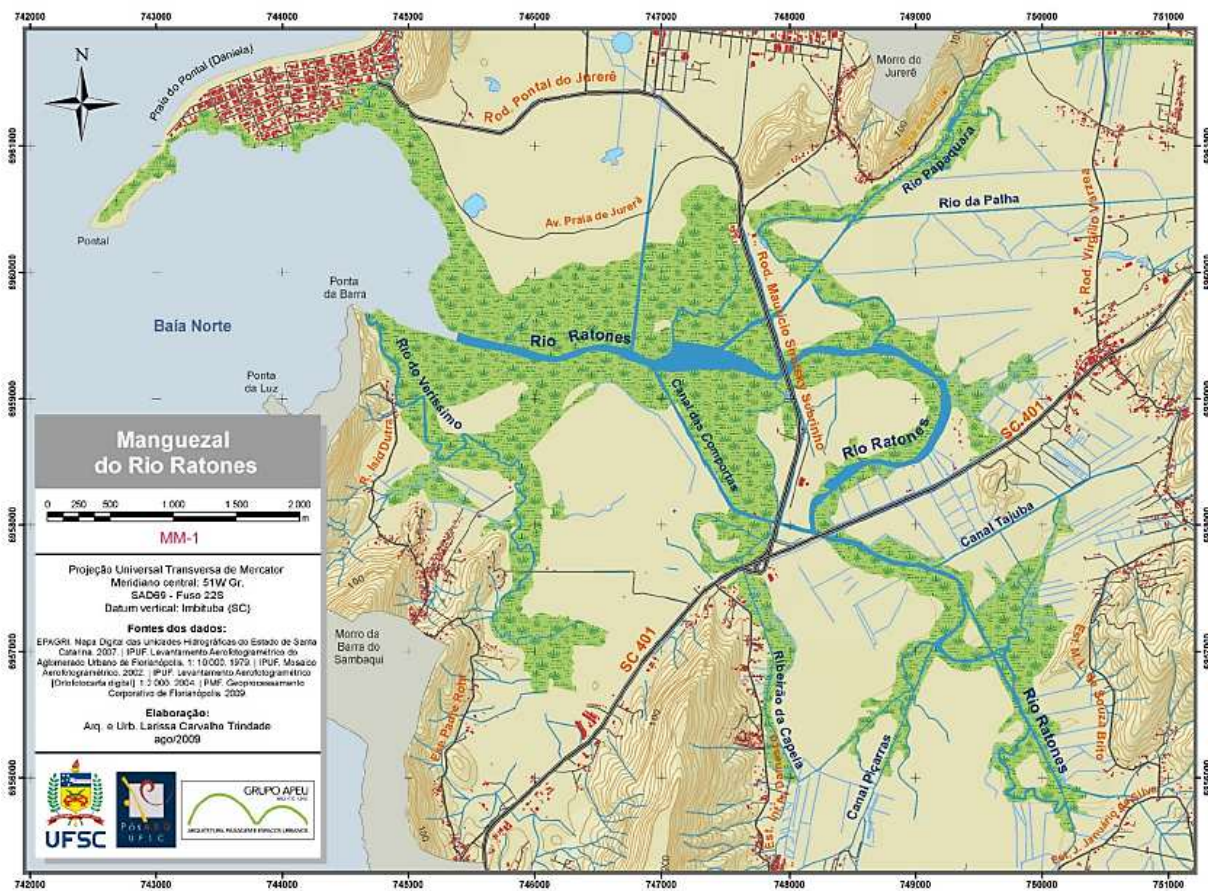
As variadas tipologias vegetacionais deste manguezal distribuem-se estuário adentro pelas margens dos dois principais rios e seus afluentes e canais secundários, esculpindo feições de bosques de mangue, mangues ribeirinhos, alguns apicuns, banhados salinos e transições de manguezal, entremeados por “ilhas” de vegetação de restinga paludosa, até onde a influência das marés não mais se faz presente (Souza Sobrinho *et al.*, 1969, Bresolin, 1979; Silva, 1990). Na sua porção territorial Noroeste, a Bacia Hidrográfica do rio Ratonés incorpora os 6.187.000 m<sup>2</sup> da Estação Ecológica de Carijós, criada em 1987 pelo Decreto n° 94.656, destinada à conservação integral do manguezal do Ratonés.

Figura 16 - Bacias Hidrográficas que abrangem as áreas de estudo.



Fonte: autor

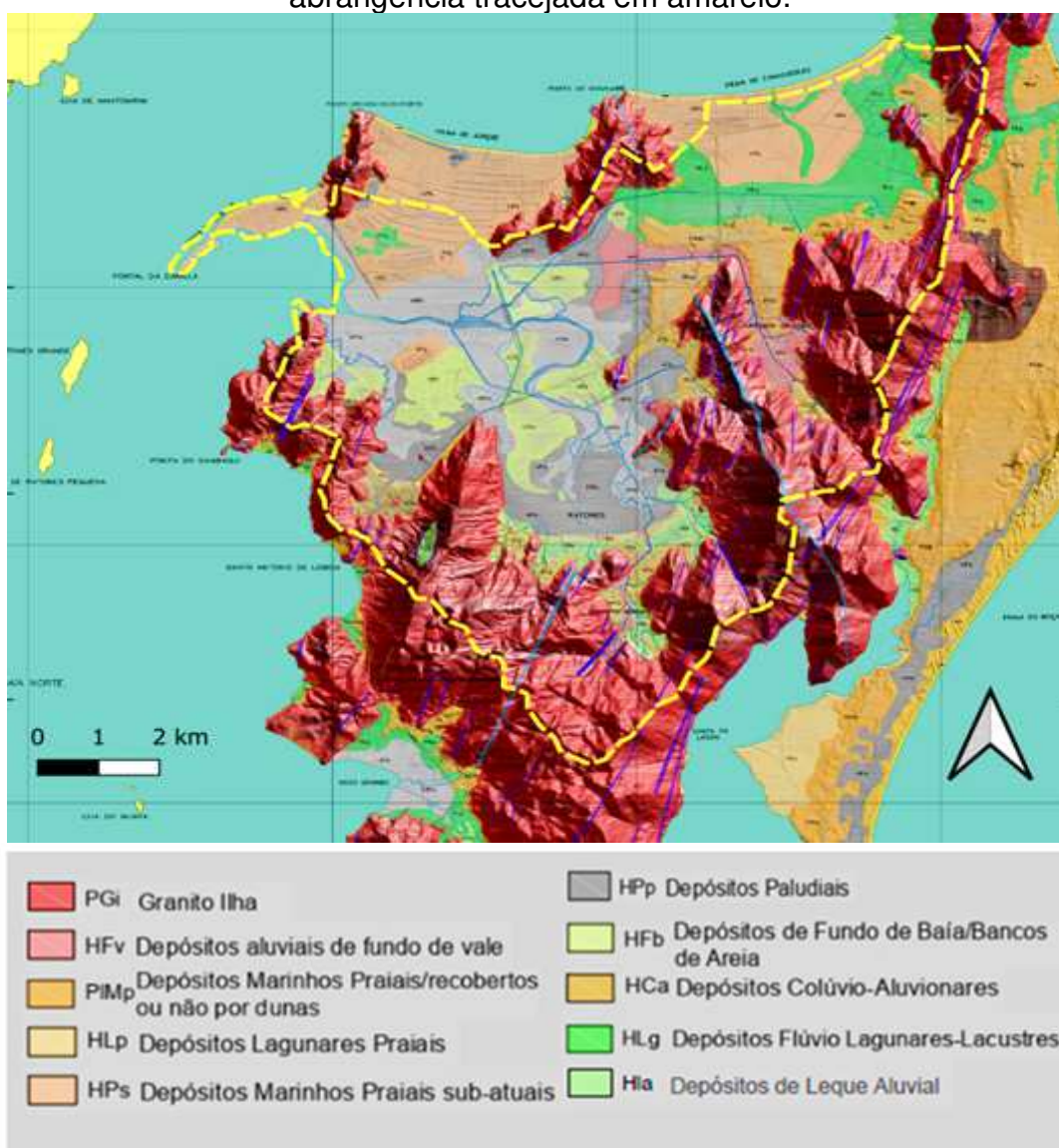
Figura 17 - Manguezal do Rio Ratores e os principais rios da BH. Área de Estudo Norte.



Fonte: Trindade (2009)



Figura 18 - Componentes geológicos, segundo Tomazzolli e Pellerin (2014), na Área de Estudo Norte - planície com influência marinha, na BH do Rio Ratoões, com sua abrangência tracejada em amarelo.



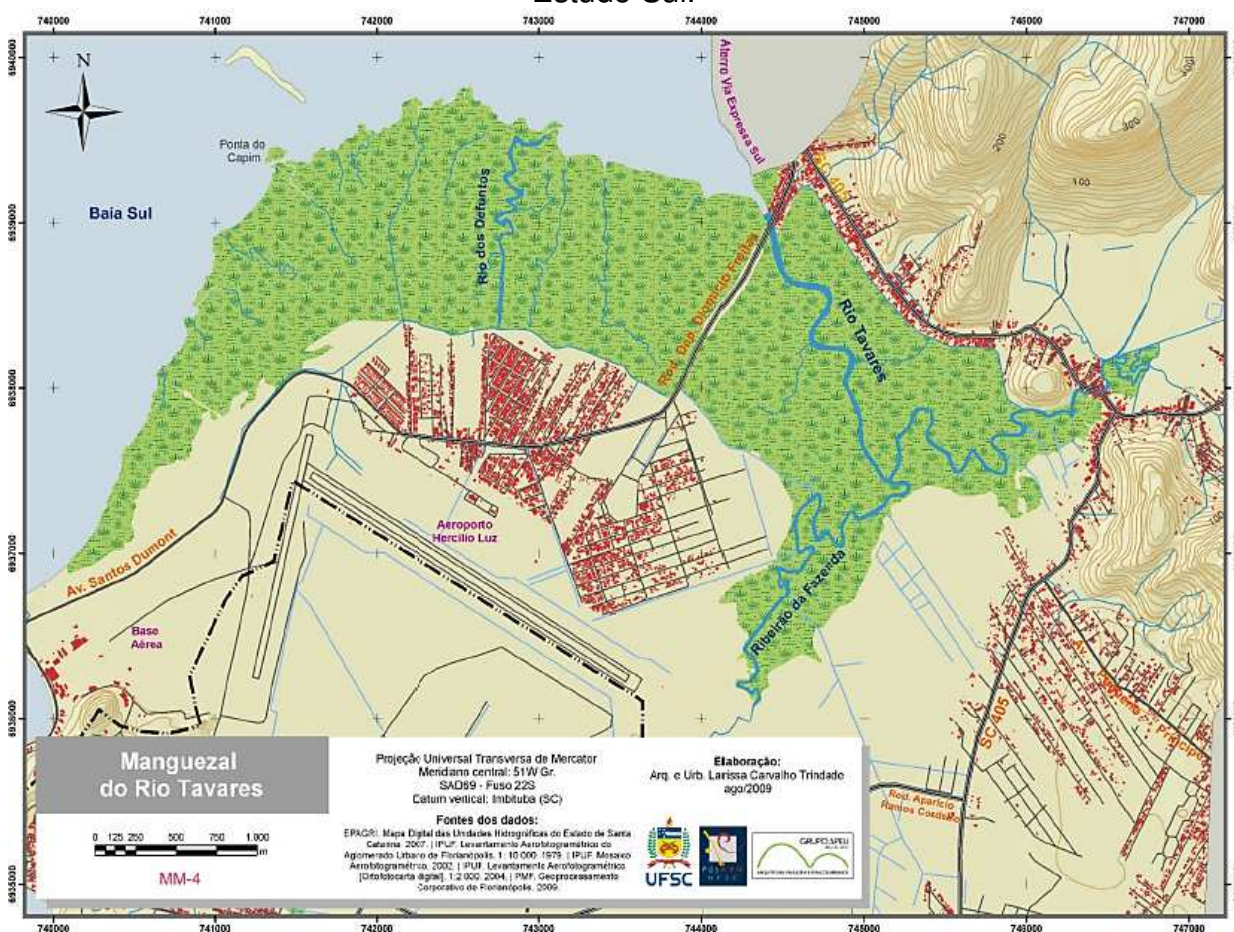
Fonte: Mapa Geológico da Ilha de Santa Catarina, modificado de Tomazzolli e Pellerin (2014).

Já a porção da Planície Entremares, que abriga a Bacia do Rio Tavares (Área de Estudo Sul) possui 48,36 km<sup>2</sup> (Araujo, 1993) e tem como rio principal, o próprio Rio Tavares, que possui 7 km de extensão, desaguando na região da costeira do Pirajubaé, baía Sul (Figura 21). O manguezal do Rio Ratoões, com 746,899 ha (Trindade, 2009), distribui-se, segundo Tomazzolli e Pellerin (2014) sobre áreas mais inundáveis próximas às margens do rio consideradas como de depósito de planície de maré, também áreas adjacentes classificadas como de depósito de baía, feição deposicional que segundo o mapa geológico da ISC recobre a maior parte da Planície



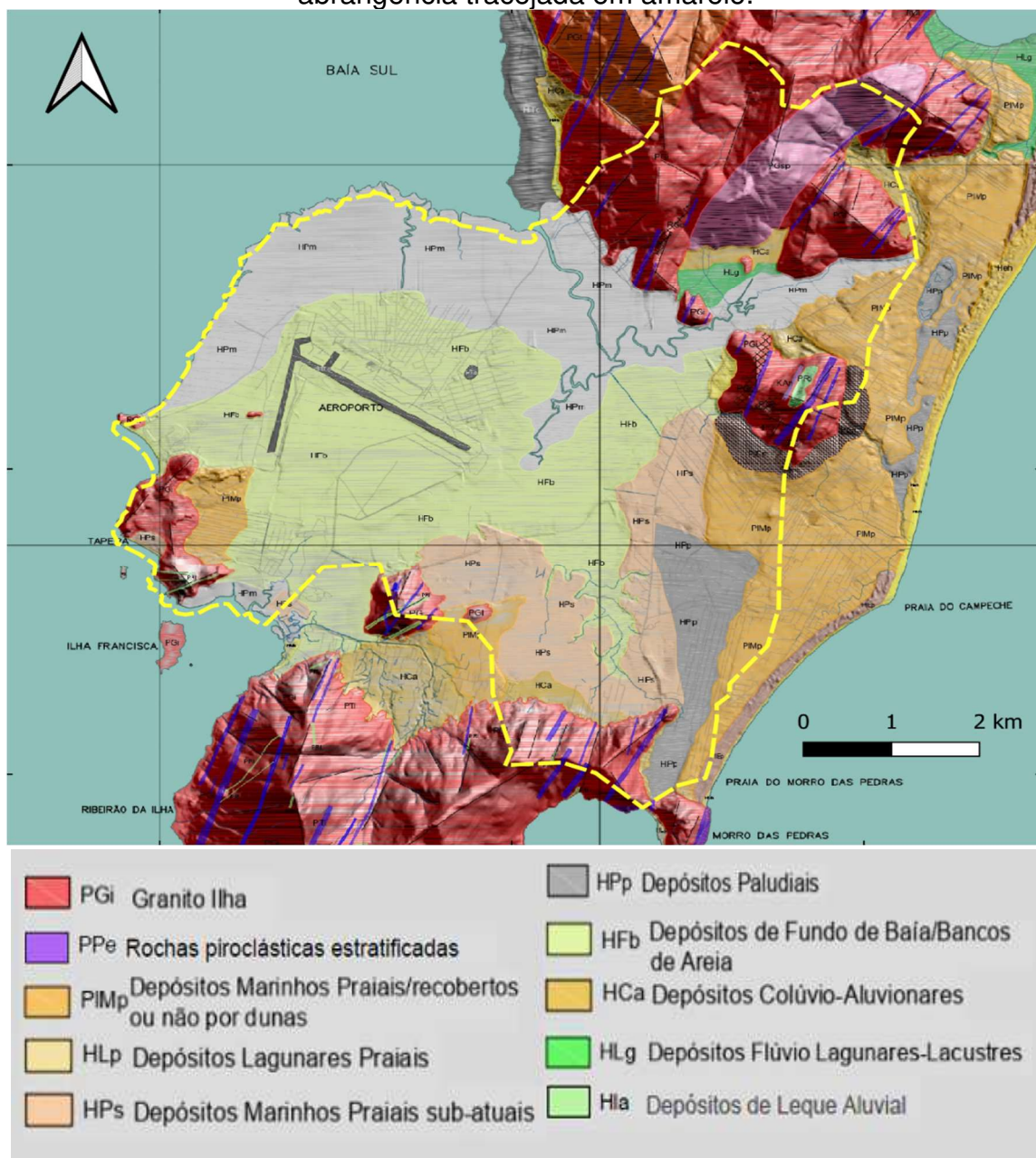
Entremares (Figura 22). O manguezal do Rio Tavares é também protegido por uma unidade de conservação, essa, de uso sustentável: Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé (RESEX PIRAJUBAÉ), criada em 1992 pelo Decreto nº 533/1992, com 1.712,08 ha, incluindo um trecho do mar da baía Sul.

Figura 19 - Manguezal do Rio Tavares com seus principais tributários. Área de Estudo Sul.



Fonte: Trindade (2009).

Figura 20 - Componentes geológicos, Segundo Tomazzolli e Pellerin (2014), da Área de Estudo Sul - planície com influência marinha, na BH do Rio Tavares, com sua abrangência tracejada em amarelo.



Fonte: Mapa Geológico da Ilha de Santa Catarina, modificado de Tomazzolli e Pellerin (2014).

## 5 CAPÍTULO 1

### FLORA DOS ECÓTONOS MANGUEZAL-RESTINGA NO SUL DO BRASIL

#### RESUMO

Ecosistemas de manguezal são importantes mitigadores de impactos consequentes da patente aumento do nível médio do mar, como a erosão e compressão costeira, graças à sua icônica plasticidade, que possibilita uma sagaz resposta ao referido fenômeno, através do deslocamento para zonas interiores dominadas por comunidades de transição. Embora no território brasileiro os manguezais sejam protegidos “em toda sua extensão”, pela Lei nº 12.651 de 2012, a realidade é que estes ambientes se encontram sob constante pressão da expansão urbana, principalmente pela falta de um senso comum na sua caracterização. Na Ilha de Santa Catarina, Florianópolis - Sul do Brasil, os remanescentes de ecótonos manguezal-restinga vêm sofrendo com esses dois vetores acima descritos: de um lado a pressão da indústria imobiliária, de outro a tendência histórica de elevação do nível médio do mar e vulnerabilidade a eventos de erosão costeira, impulsionado pela crise climática. Em vista disso, este artigo teve como objetivo central, caracterizar a flora dos ecótonos manguezal-restinga da ISC, visando subsidiar critérios técnicos que fundamentem a tutela jurídica dessas comunidades vegetais como Áreas de Preservação Permanente - APP. Os resultados do mapeamento mostram extensas áreas de ecótonos manguezal-restinga nas duas grandes planícies costeiras da Ilha de Santa Catarina, corroborando o potencial de acomodação de bosques de mangue, em caso progradação. Já o levantamento florístico reforça como a influência do ecossistema contíguo, neste caso a restinga, pode configurar os aspectos fitofisionômicos, sugerindo peculiaridades estruturais dos ecótonos, de acordo com cada bioma ou ecossistema adjacente. Finalmente, defende-se imperiosamente no presente estudo que essas diversas tonalidades florístico-fitofisionômicas são por essência, componentes do continuum hidrohalosérico abarcado pelo ecossistema manguezal, portanto sob a tutela do inciso VII, art. 4º, da Lei nº 12.651/2012, que confere o caráter de APP aos manguezais em toda sua extensão.

**Palavras-chave:** Comunidades de Transição; Vegetação Litorânea; Áreas de Preservação Permanente; Sul do Brasil.

## ABSTRACT

Mangrove ecosystems are important impact mitigators linked to the mean sea level (MSL) increase. Thanks to their iconic plasticity, they can respond to coastal erosion and compression by displacing themselves in inland areas dominated by transition communities. In Brazil, mangroves are protected by Law No. 12,651/2012; however, these environments are under constant pressure from urban expansion, mainly due to the lack of standards in their characterization. On Santa Catarina Island (SCI), Florianópolis - Southern Brazil, the remnants of mangrove-restinga ecotones have been suffering from both factors described above: pressure from the real estate industry, and the historical trend of rising MSL, which increases the vulnerability to coastal erosion events. In this context, this article aimed to map and characterize the flora of SCI's mangrove-restinga ecotones, aiming to provide technical criteria to support the legal protection of these plant communities as Permanent Preservation Areas (PPA). The mapping results show extensive areas of mangrove-restinga ecotones in the two large coastal plains of the Santa Catarina Island (SCI), allowing the accommodation of mangrove forests in progradation events. The floristic survey reinforces how the influence of the adjacent ecosystem, in this case, the restinga, can configure the phytophysognomic aspects, indicating that the structural peculiarities of the ecotones are linked to the adjacent biome or ecosystem. However, these floristic-phytophysognomic differences are, in essence, components of the hydrohaloseric *continuum* encompassed by the mangrove ecosystem and, therefore, we sustain that they are already PPA as per the existing legislation (Law No. 12,651/2012).

**Keywords:** Transitional Communities; Coastal Vegetation; Permanent Preservation Areas; Southern Brazil.

## 5.1 INTRODUÇÃO

Em resposta à elevação do nível médio do mar (NMM), decorrente das mudanças climáticas, há uma tendência de expansão dos manguezais no Sul da costa brasileira sobre áreas de marismas (Yao *et al.*, 2022), bem como de deslocamento de bosques de mangue para terrenos interiores, atualmente ocupados por comunidades de transição para a vegetação de restinga (ecótonos). i. e., ecótonos manguezal-restinga são potenciais abrigos para novas áreas de bosques de mangue, diante do patente cenário de aumento do NMM (Phan *et al.* 2015; Ward e De Lacerda, 2021; Phan e Stive, 2022).

No entanto, na Ilha de Santa Catarina - ISC (Florianópolis, Sul do Brasil), onde há tendência de elevação do NMM (CEPAL, 2016), compressão e erosão costeira e afogamento de bosques de mangue (Silveira e Bonetti, 2018), equívocos e divergências técnicas na caracterização e delimitação de ecótonos manguezal-restinga são entraves ao processo natural de progradação dos bosques de mangue rumo a estas formações vegetacionais.

O tradicional modelo de expansão urbana nas planícies costeiras da ISC já suprimiu vastas áreas de manguezal e seus ecótonos (Ferretti, 2019; Neves *at al.*, 2017; Florianópolis, 2020), mecanismo facilitado por lacunas técnico-normativas, as quais permitem a concepção dos ecótonos, aqui tratados, como comunidades vegetais isoladas do manguezal quando da elaboração de estudos e procedimentos de autorizações e licenciamento ambiental para ocupação urbana (Nogueira *et al.*, 2023), afastando, assim, a primordial leitura integrada daquele ecossistema, iconicamente complexo e dinâmico (West, 1956, 1977; Thom, 1984; Rovai *et al.*, 2018; Twilley *et al.*, 2018; Cintrón-Molero *et al.*, 2023).

Tendo em vista a insegurança técnico-jurídica frente à caracterização dos ecótonos manguezal-restinga na ISC, em meio a um cenário de emergência climática e aumento do NMM, este artigo tem como objetivo mapear, caracterizar e discutir aspectos da flora e comunidade vegetal desses espaços territoriais visando subsidiar conceituações e critérios técnicos mais precisos às suas caracterização e delimitação, baseando-se na concepção de que as referidas feições integram o *continuum* do ecossistema manguezal, portanto, sob a tutela do art. 4º, inciso VII, da Lei Federal

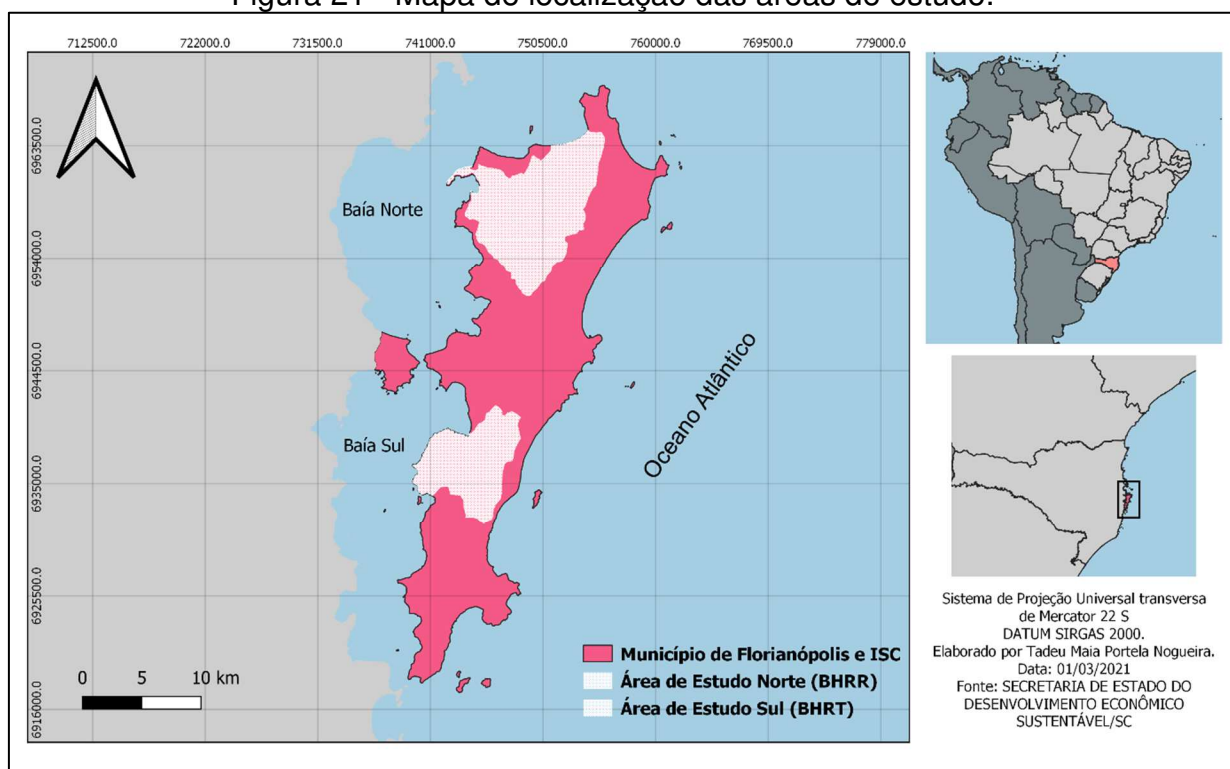


12.651/2012, que confere o caráter de área de preservação permanente – APP aos manguezais em toda sua extensão.

## 5.2 METODOLOGIA

Primeiramente realizou-se uma análise prévia, via foto-interpretação e revisão bibliográfica, visando identificar as fitofisionomias palustres halófilas típicas de ecótono manguezal-restinga, que recobrem os solos hidromórficos, com influência direta das marés, abrangidas pelas áreas das Bacias Hidrográficas do Rio Ratonés (Norte da ISC) e Rio Tavares (Sul da ISC), descritas como áreas de estudo Norte e Sul no mapa da figura 23. Tais Bacias Hidrográficas (BH) abrigam os dois maiores manguezais da ISC, os quais receberam os nomes dos rios principais daquelas respectivas BHs: Manguezal do Rio Ratonés e Manguezal do Rio Tavares.

Figura 21 - Mapa de localização das áreas de estudo.



Fonte: autor.

Tanto para a área Norte, quanto para área Sul, a identificação e localização das feições, geológicas, geomorfológicas, topomorfológicas e fitofisionômicas, características de ambientes palustres de manguezal, marismas e ecótonos

manguezal-restinga deu-se, inicialmente, por análise foto-interpretativa, via Sistema de Informação Geográfica (SIG), a partir de imagens de satélite do *google earth*, da ortofoto retificada da Ilha de Santa Catarina de 2016, com resolução de 1:1.000 (Florianópolis, 2024) e imagens de satélite CEBERS 4A (WPM L4).

Durante as análises, as imagens de satélite e ortofotos foram sobrepostas pelo Mapa Geológico da ISC (Tomazolli e Pelerin, 2014), via geoprocessamento e três arquivos vetoriais disponíveis no site oficial da Prefeitura Municipal de Florianópolis (Geoportal, Rede de Planejamento - Florianópolis, 2024): *shapefile* de altimetria (curvas de nível de 1,0 metro); áreas inundáveis (baixa, média e alta suscetibilidade a inundação); *shapefile* de terrenos de marinha e acrescidos e áreas de influência flúvio-marinha, correspondente à linha de preamar média (LMM). O mapeamento foi concluído somente após as expedições de campo, depois de realizados as delimitações espaciais das comunidades vegetais e levantamento fitossociológico.

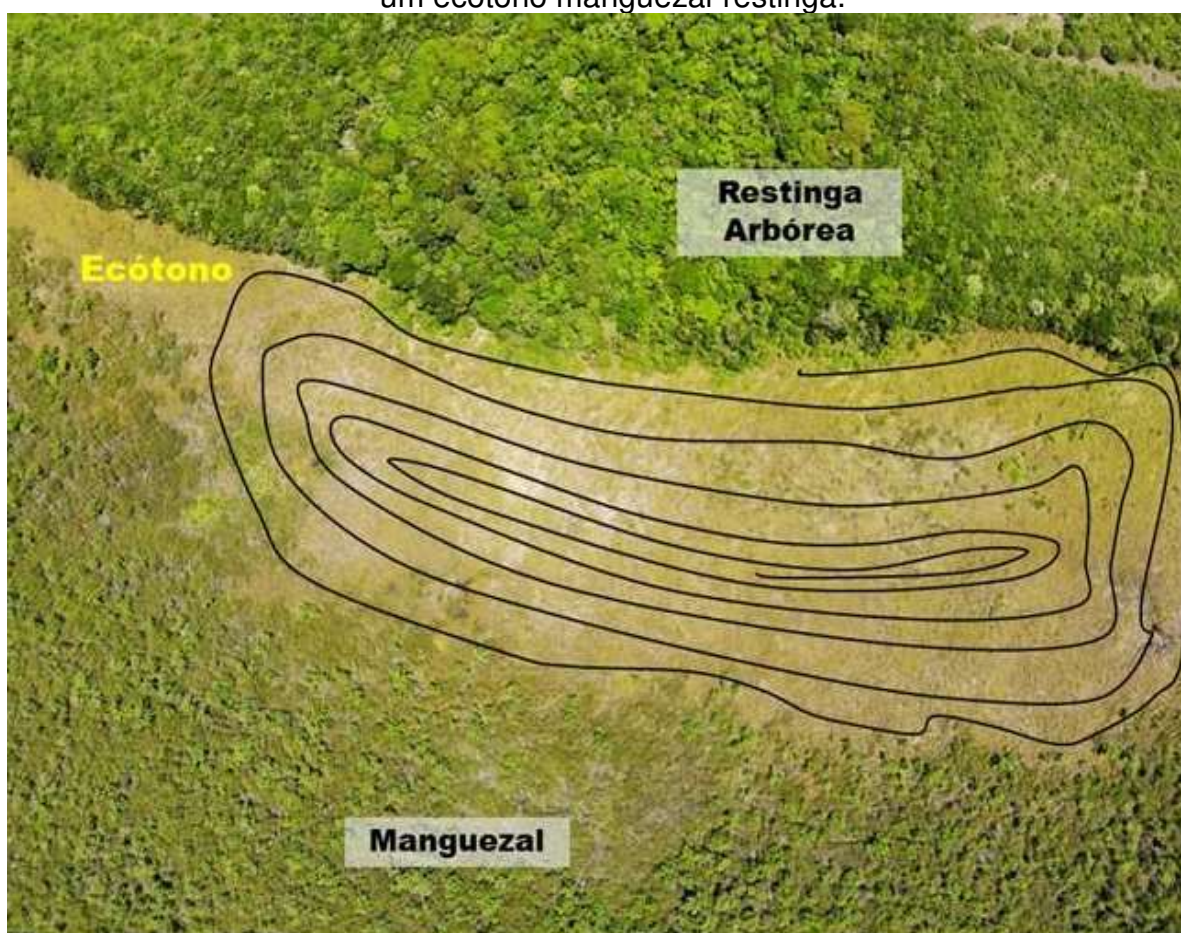
Todas as áreas com paisagem aparente de ecótonos manguezal-restinga previamente identificadas nas foto-interpretações foram integralmente percorridas, entre outubro de 2019 e fevereiro de 2023, em expedições de campo, via incursões de barco ou acessos por terra, no intuito de se fazer um levantamento qualitativo da composição e estrutura florístico-fitofisionômica e definir limites entre os ecótonos propriamente ditos (sujeitos a inundações pelas marés) e o ecossistema de restinga (pântanos de água doce ou banhados de restinga e restinga arbustivo-arbórea).

O reconhecimento das fitofisionomias e o levantamento qualiquantitativo da flora deram-se através do método expedito do caminhamento (com base em Filgueiras, 1994) e do método fitossociológico do *Relevé* (Coleção de dados) baseado em Braun-Blanquet (1979). Filgueiras (1994) ao descrever o método expedito do caminhamento, salienta o seu direcionamento para avaliações fitoecológicas com recursos limitados, sendo, portanto, simples e de fácil aplicação. Tal direcionamento vai ao encontro do fundamento do presente trabalho, que objetiva munir o profissional que irá realizar procedimentos de autorização, licenciamento, estudos, laudos, pareceres e fiscalização ambiental, de elementos técnico-conceituais que deem melhores condições de precisão quando da caracterização de ecótonos de manguezal.

Os caminhamentos expeditos, conforme Filgueiras (1996) foram realizados em todos os ecótonos de manguezal identificados por fotointerpretação e

reconhecimento de campo. Em cada ecótono procurou-se percorrer as suas áreas, partindo das bordas de intersecção com a restinga ou com os bosques de mangue, rumo ao centro do ecótono. Tal percurso (das bordas ao centro do ecótono) sempre se deu de forma circular ou elíptica, traçando-se, assim, “círculos concêntricos”, com distâncias aproximadas de 3,0 a 5,0 metros entre as “linhas” percorridas, como ilustra a figura 24, com intuito de caminhar por toda área do ecótono, verificando integralmente as espécies vegetais presentes.

Figura 22 - Representação da aplicação do método expedito do caminhamento em um ecótono manguezal-restinga.



Fonte: autor.

A aplicação do método de amostragem fitossociológica do *Relevé* (Braun-Blanquet, 1979) exige que o pesquisador tenha um conhecimento prévio da vegetação, para que seja determinada uma área mínima amostral representativa da estrutura da comunidade a ser descrita (Kent e Coker, 1992; Mueller-Dombois e Elleberg, 2002; Minhoz e Araújo, 2013). Desta forma, a aplicação do método do *Relevé* no presente trabalho foi amparada pelo método expedito do caminhamento,



que aplicado ao longo de quatro anos (entre 2019 e 2023) permitiu um conhecimento aprofundado das comunidades vegetais estudadas.

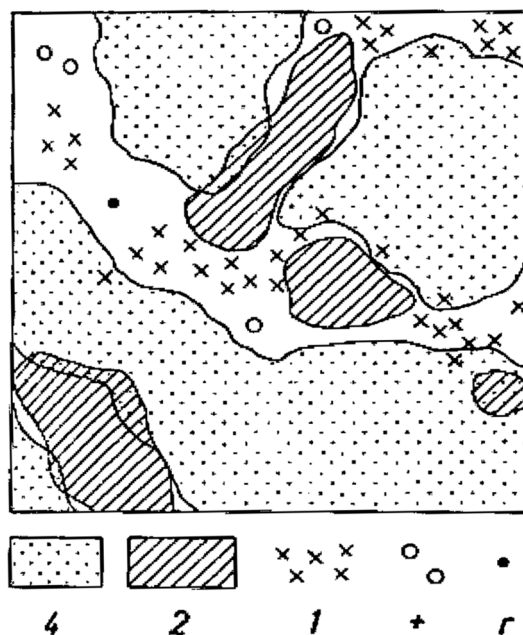
Ressalta-se que este método exige menos tempo para sua aplicação, sendo amplamente utilizado em comunidades vegetais herbáceo-arbustivas, com baixa diversidade e predomínio de manchas de agrupamentos isolados (Kent e Coker, 1992; Mueller-Dombois e Elleberg, 2002). Portanto, bastante oportuno para o levantamento das comunidades ecotonais e cumprimento do propósito deste trabalho.

Para aplicação da amostragem fitossociológica, via método do *Relevé*, foram escolhidos cinco ecótonos. Que por sua vez, foram aqueles com áreas extensas, no intuito de diminuir possíveis influências do efeito de borda, que tende a ser mais alto em fragmentos menores (Odum e Barrett, 2008).

Sendo assim, por meio de uma estimativa visual qualiquantitativa de cobertura e frequência fez-se uma lista de todas as espécies de plantas presentes na área mínima amostral.

Nas áreas mínimas amostrais de cada ecótono foram delineados os sete valores da escala de cobertura vegetal de Braun-Blanquet (1979): Classe 5 (75 a 100% de cobertura); Classe 4 (50 a 75% de cobertura); Classe 3 (25 a 50 % de cobertura); Classe 2 (5 a 25 % de cobertura); Classe 1 (1 a 5 %); Classe + (menos que 1% de cobertura); *r* (espécie rara). As duas últimas classes de valor escalas (Classe + e Classe *r*) foram estimadas pela abundância, ou seja, o número de indivíduos por espécies. Para melhor compreensão dos delineamentos de cobertura e abundância, de acordo com as escalas de Braun-Blanquet (1979), a figura 25 expõe uma apresentação esquemática do referido método.

Figura 23 - Representação esquemática do método de Braun-Blanquet (1979).



Fonte: Braun-Blanquet (1979) modificado por Mueller-Dombois e ElleMBERG, (2002).

Em todas as expedições de campo, entre outubro de 2019 e fevereiro de 2023, realizou-se a medição da salinidade intersticial, em cinco pontos aleatórios de cada ecótono manguezal-restinga, via refratômetro óptico, com a finalidade de se constatar influência direta das marés.

Alguns ecótonos, tanto da área de estudo Norte, quanto na área de estudo Sul, foram escolhidos, aleatoriamente, para descrição morfológica e coleta de amostras de solos, visando a sua classificação de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos *et al*, 2018). Também foram realizadas as leituras de condutividade elétrica e pH incubação, em laboratório.

Os solos foram descritos e coletados para análises laboratoriais através de pequenas trincheiras até 60 cm de profundidade ou até o limite do lençol freático, caso encontrado antes, e abaixo do nível de água foi utilizado um tubo de PVC a percussão. Foram realizadas as descrições morfológicas e coleta dos solos nas profundidades de 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm e 30-40 cm. Todas as amostras foram devidamente identificadas e colocadas em sacos plásticos de polietileno de alta densidade. Estes por sua vez foram imediatamente acondicionados e refrigerados em caixa térmica contendo gelo até a chegada ao laboratório, onde foram armazenados à temperatura <math><4^{\circ}\text{C}</math> até o início da preparação das amostras e ensaios nos dias seguintes.

Em laboratório, as amostras de solos acondicionados em condições de campo e refrigeradas foram, primeiramente, homogeneizadas dentro dos sacos plásticos. Posteriormente, foi preenchido 1/3 de um recipiente plástico de polietileno de 50ml, estéril, com solo, formando uma camada de aproximadamente de 10 a 15mm de espessura, para a leitura do pH incubação seguindo o procedimento descrito por Creeper, Fitzpatrick e Shand (2012).

A primeira leitura do pH na proporção solo-água  $\leq 1:1$ , ou com o menor volume de água necessário para conseguir realizar a leitura com o eletrodo específico para semissólidos foi realizada em até 24h após as coletas. Concluídas as leituras, os recipientes foram tampados e os mesmos solos foram mantidos úmidos em incubação por no mínimo 9 semanas para a realização da segunda leitura de pH, sendo que algumas amostras permaneceram até 19 semanas para uma terceira leitura (Creeper, Fitzpatrick; Shand, 2012).

O restante dos solos, contidos nos sacos plásticos, foram colocados em estufa com circulação de ar forçado a 40°C e constantemente revolvidos para secar de forma mais rápida. Após secos, os solos foram destorroados e passados em peneiras de 2mm. O ensaio da condutividade elétrica dos solos foi realizado no extrato da pasta de saturação e os sais solúveis foram obtidos pela medição dos cátions e ânions do extrato aquoso (Teixeira; Campos; Pires, 2018). As pastas de saturação foram realizadas adicionando água destilada por meio de uma bureta graduada em uma massa de solo seco, previamente determinada, até apresentar aspecto brilhante ou espelhante. O volume adicionado de água até essa condição foi anotado para o posterior cálculo dos sais solúveis e as pastas foram deixadas em repouso por uma noite. Em seguida, os extratos foram extraídos com a filtração das pastas em funil de Buckner contendo filtro de papel Whatman nº 2 e com auxílio de bomba de vácuo.

Os extratos coletados tiveram a condutividade elétrica determinada em condutímetro de bancada previamente calibrado. Os extratos foram novamente filtrados em filtros com abertura de 0,45 $\mu$ m e os ânions determinados em Cromatógrafo líquido iônico DIONEX 5000, no Laboratório Integrado de Meio Ambiente da Universidade Federal de Santa Catarina (LIMA-UFSC). Já os cátions sódio (Na) e potássio (K) foram determinados em fotômetros de chama, enquanto cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foram determinados em Espectrofotômetro de Absorção

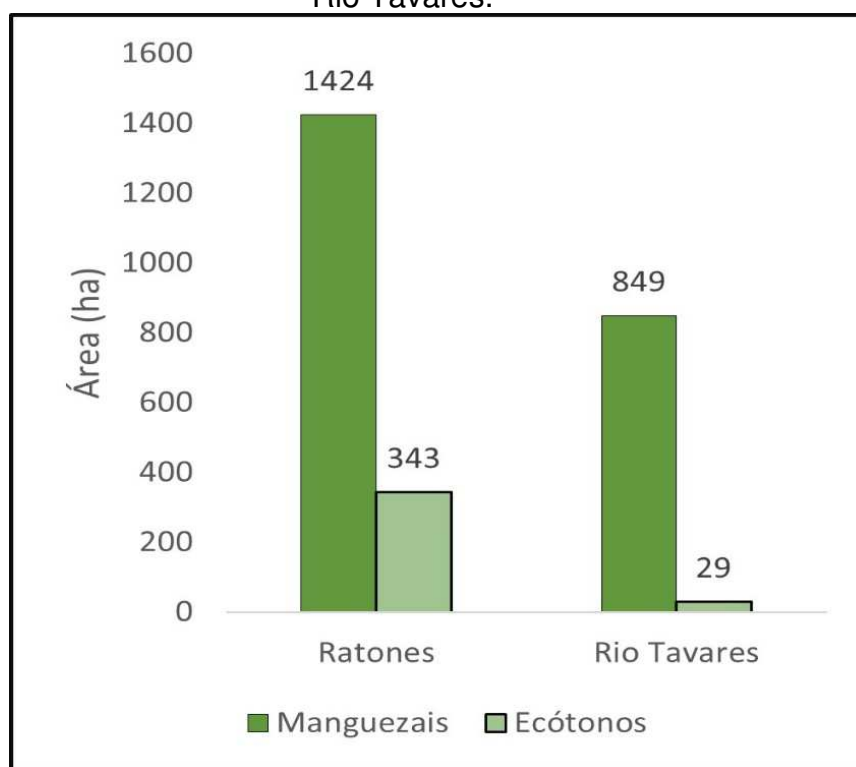
Atômica, ambos no Laboratório de Solos, Água e Tecidos Vegetais da Universidade Federal de Santa Catarina.

### 5.3 RESULTADOS

O mapeamento final mostrou que as áreas de ecótonos manguezal-restinga ocupam 372 ha da Ilha de Santa Catarina. Os ecótonos do Manguezal do Rio Ratores na área de estudo Norte somam cerca de 343 ha de área, e os ecótonos do Manguezal do Rio Tavares, área de estudo Sul, somam 29 ha, como mostram os mapas das figuras 25 e 26.

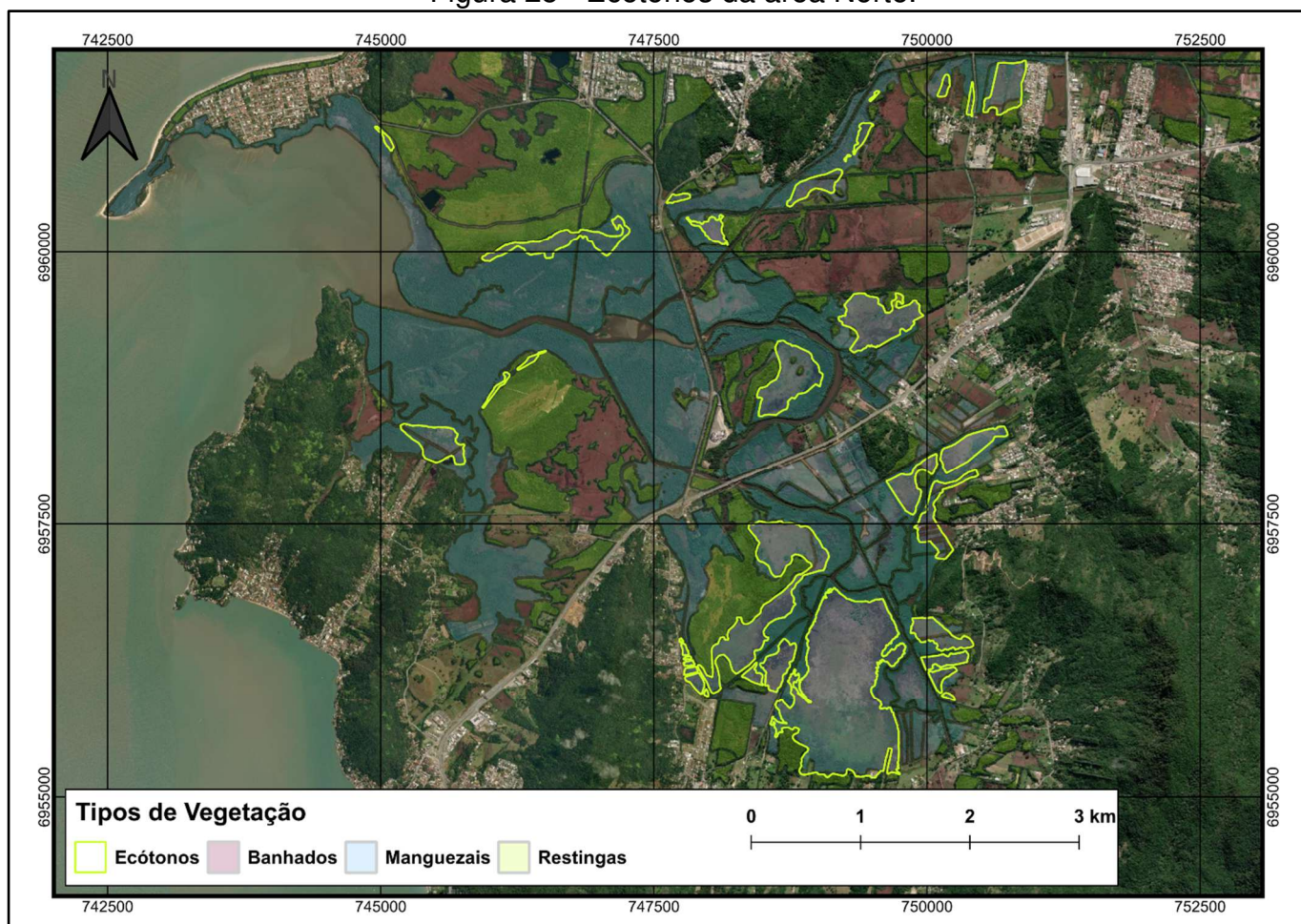
Segundo dados recentes do Plano Municipal da Mata Atlântica do Município de Florianópolis - PMMA (2020) e de Hennemann (2021), que realizaram mapeamento da cobertura vegetal de toda a Ilha de Santa Catarina, as áreas denominadas como *manguezal e associações*, não havendo distinção entre comunidades de transição (ecótono manguezal-restinga) e o manguezal *stricto sensu*, possuem 1.424 ha de área no Manguezal do Rio Ratores. Sendo assim, os ecótonos do Manguezal do Ratores representam cerca de 3,5 % da área total do Manguezal do Ratores, nominada como manguezal e associações pelo Mapeamento Oficial da Cobertura Vegetal da Ilha de Santa Catarina, realizada pelo Plano Municipal da Mata Atlântica (PMMA, 2020; Hennemann, 2021).

Figura 24 - Relações entre as áreas de manguezal e associações (PMMA, 2020; Hennemann, 2021) e o mapeamento dos ecótonos dos manguezais do Ratones e Rio Tavares.



Fonte: autor.

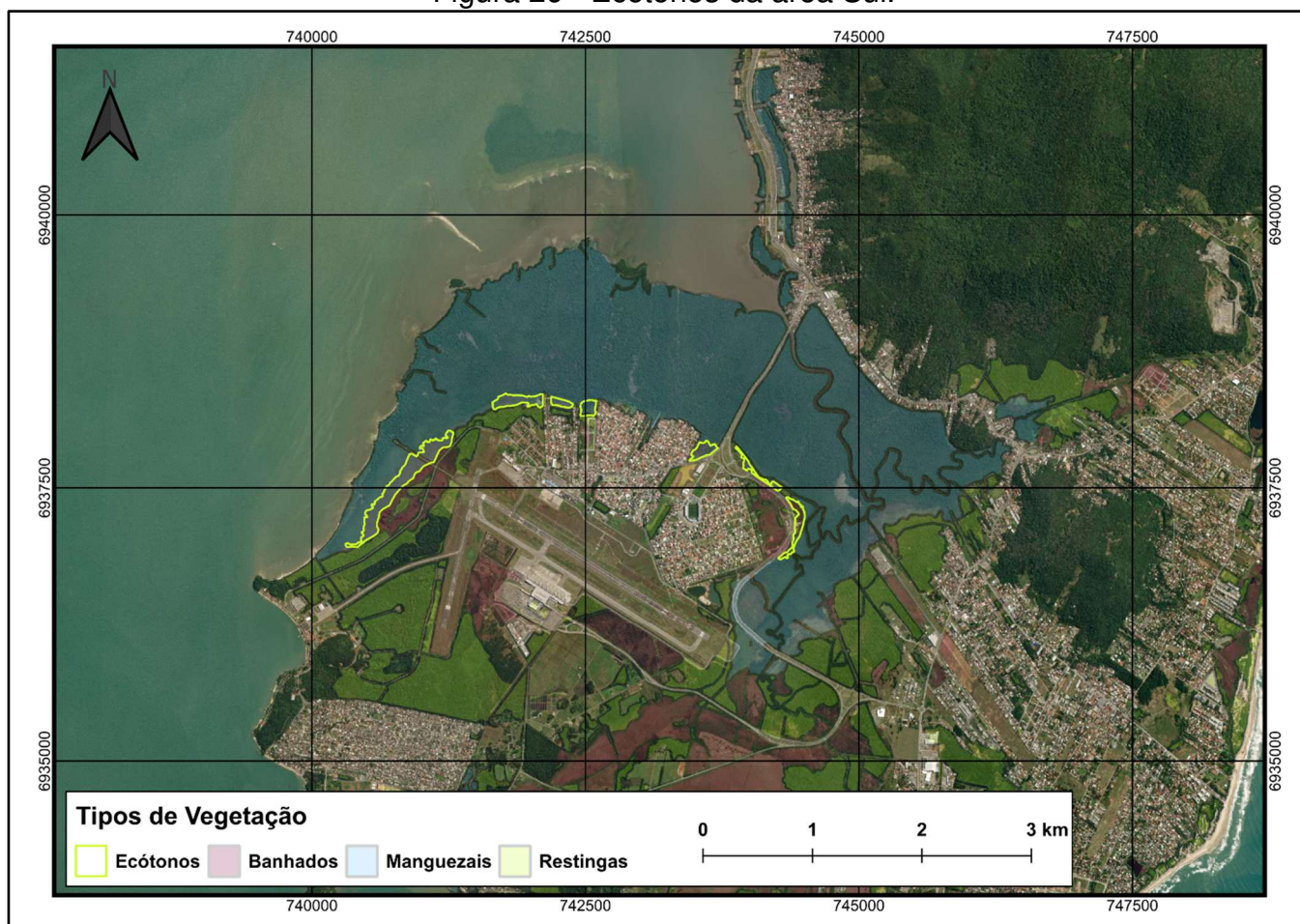
Figura 25 - Ecótonos da área Norte.



Fonte: autor.



Figura 26 - Ecótonos da área Sul.



Fonte: autor.

Os teores de salinidade intersticial aferidos ao longo dos anos, durante as expedições de campo variaram sempre entre 6 e 20 ‰, e a condutividade elétrica das amostras de solo coletado variaram entre 4,0 e 7,8 dS /m, reforçando a influência direta das marés.

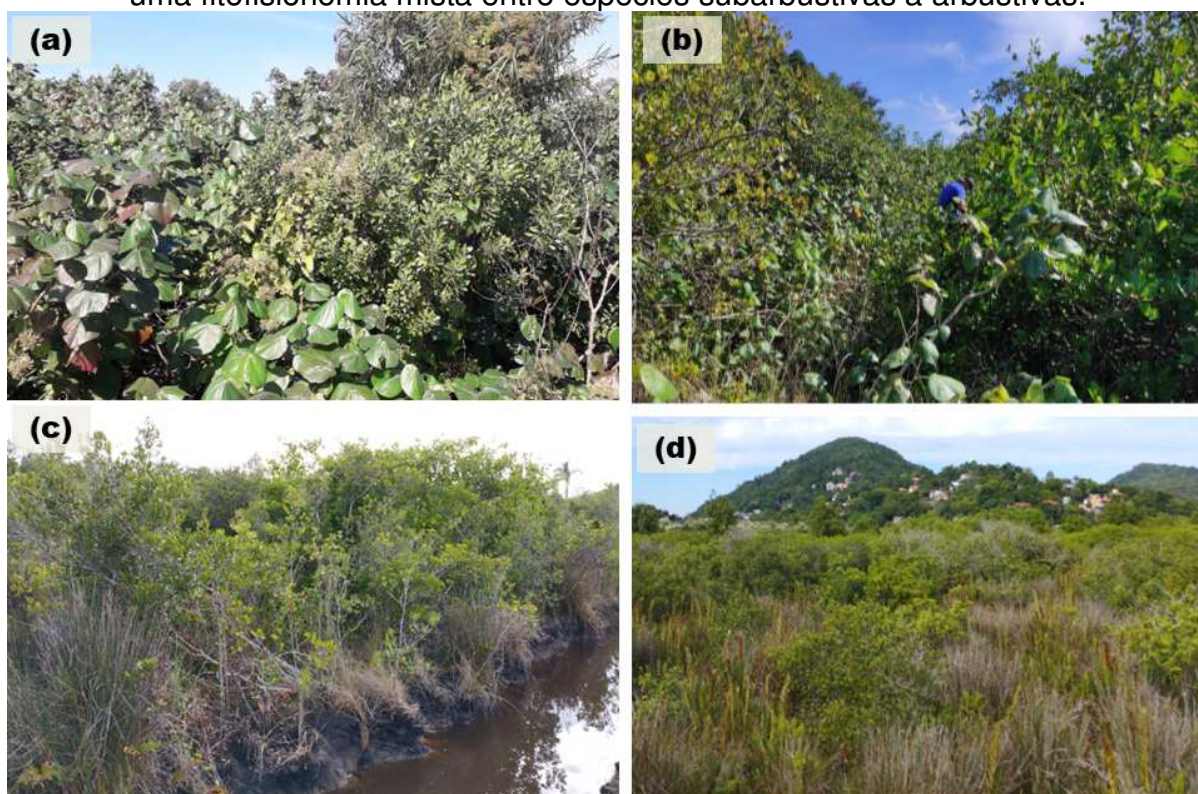
De acordo como o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (Santos *et al.*, 2018), estes apresentaram caráter halomórfico, com horizontes superficiais hísticos (Histosols) e subsuperficiais glei (Gleysols), com ocorrência de processos pedogenéticos de paludização (*paludization*), gleização (*gleization*) e tiomorfismo (*thiomorphism*), variando, portanto, de Organossolos Tiomórficos a Gleissolos Tiomórficos (equivalentes a Hypersulfidic Histosol e Gleysols).

No que diz respeito à composição florística, notou-se uma distribuição comum, em se tratando de comunidades ecotonais de fitofisionomia arbustiva: as porções mais próximas aos bosques de *mangues verdadeiros* apresentam maior cobertura de *Talipariti tiliaceum*, muitas vezes configurando uma formação vegetacional arbustiva



de domínio isolado. Ou acompanhada de outros elementos arbustivos (Figura 27), tais como, em ordem de frequência: *Acrostichum danaeifolium* (espécie associada), *Annona glabra*, *Dalbergia ecastaphyllum*, *Mimosa bimucronata* e *Laguncularia racemosa* (esta última, espécie de mangue verdadeiro).

Figura 27 - Ecótonos de manguezal na BH do Rio Ratoões, com típicas associações arbustivas entre *Talipariti tiliaceum*, *Schinus terebinthifolius* e *Dalbergia ecastaphyllum* (a;b). Em “c” forte domínio de *Myrsine parvifolia* e; em “d” associações entre *Myrsine parvifolia*, *Acrostichum daenefolium*, *Fimbristylis spadicea* e *Juncus acutus*, conferindo uma fitofisionomia mista entre espécies subarbustivas a arbustivas.

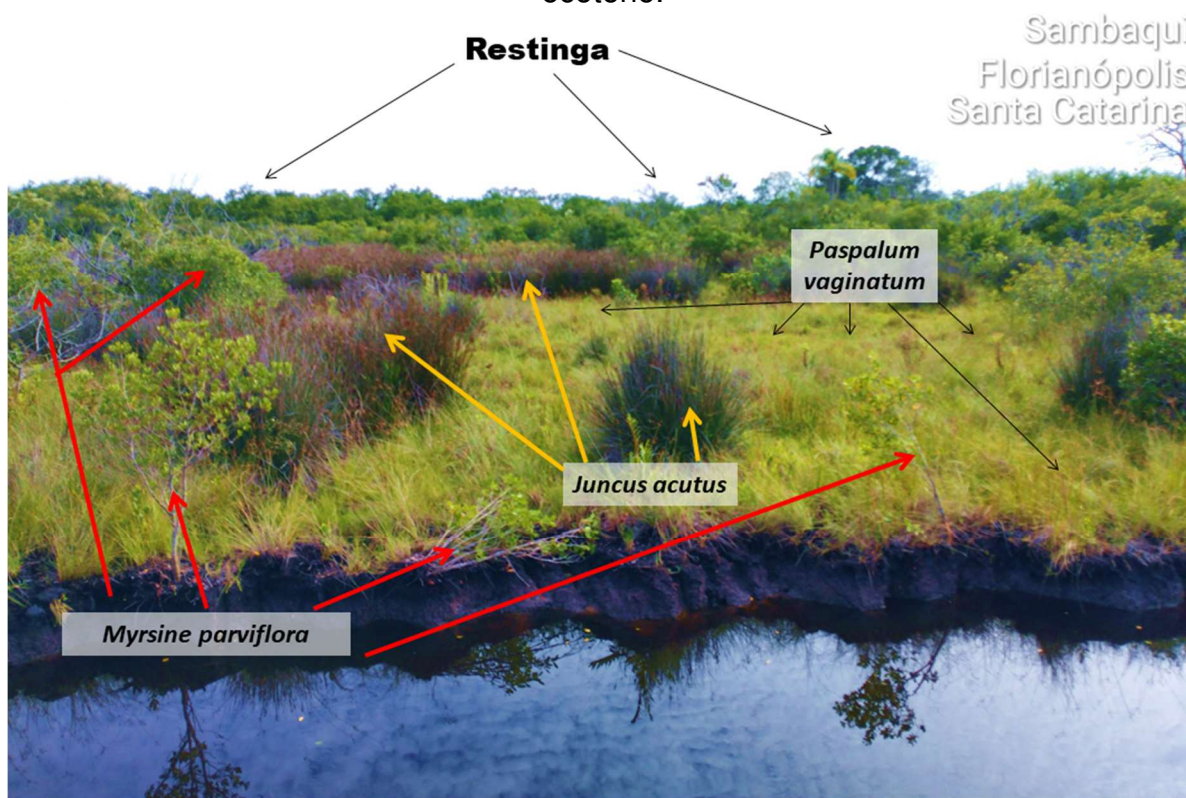


Fonte: autor.

Nos trechos dos ecótonos mais distantes dos bosques de *mangues verdadeiros* (manguezal *stricto sensu*), além de *Acrostichum danaeifolium*, ocorrem pontilhando o estrato herbáceo e/ou formando aglomerados espessos, espécies vegetais arbustivas a arborescentes típicas da restinga de terra firme, tais como, em ordem de frequência: *Annona glabra*, *Myrsine parvifolia*, *Schinus terebinthifolius*, *Guapira opposita*, conferindo aos ecótonos uma fisionomia bem distinta do manguezal *stricto sensu*, no qual os bosques apresentam clássica homogeneidade, devido à baixa diversidade específica.

Como já observado por Reitz (1961), em levantamentos botânicos no litoral de Santa Catarina e Souza Sobrinho *et al.* (1969), na própria ISC. Além das formações predominantemente arbustivo-arborescentes, são ainda mais relevantes, em área, as formações vegetacionais herbáceas, fortemente dominadas por *Paspalum vaginatum* ou *Cladium mariscus*, os quais ocorrem isolados ou mosqueados por agrupamentos de *Fimbristylis spadicea*, *Juncus acutus* ou *Schoenoplectus californicus* (Figuras 28 e 29). É prudente destacar que em muitos dos ecótonos percorridos foram observadas cotas altimétricas entre 1,0 e 1,5 metros, com relação ao NMM (datum de Imbituba), i.e., em terrenos mais elevados do que o bosque de manguezal vizinho.

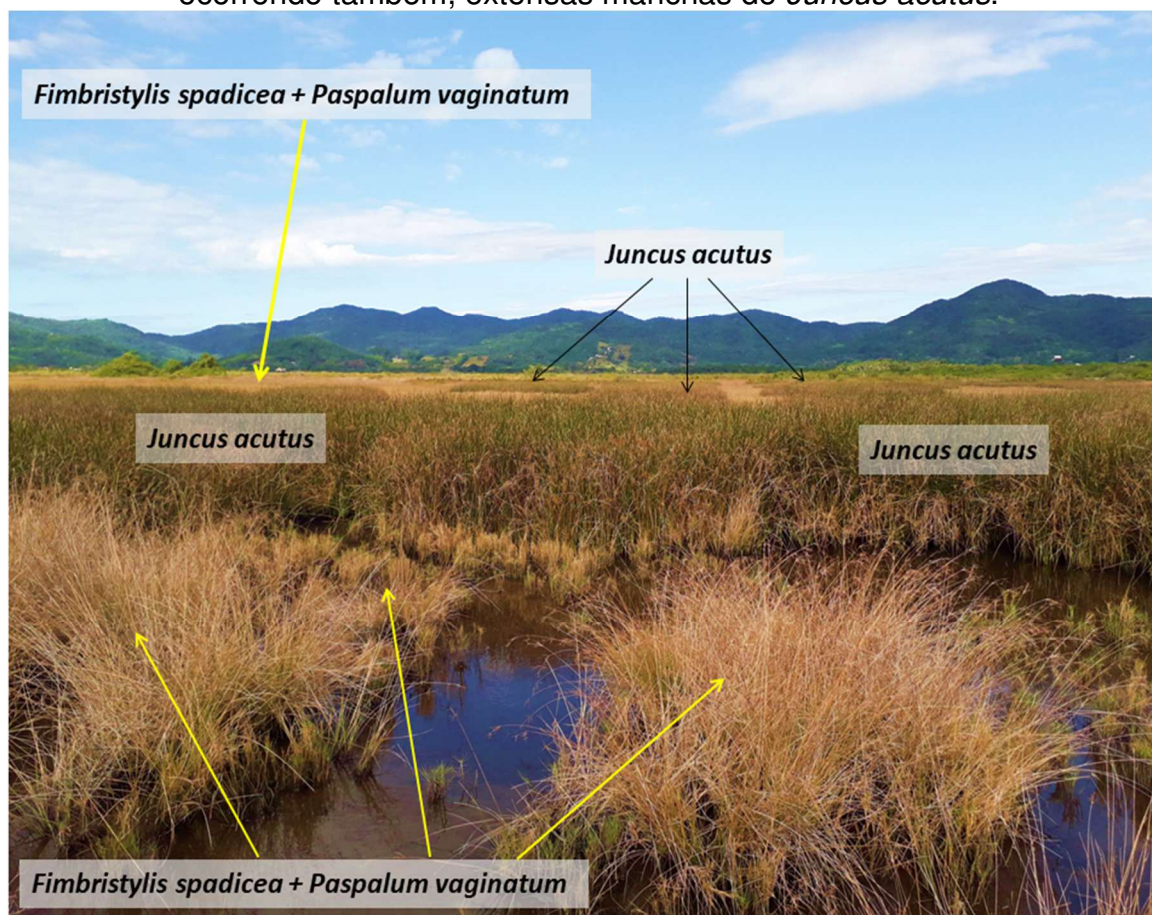
Figura 28 - Ecótono manguezal-restinga na BH do Rio Ratoões, com fitofisionomia herbácea dominada por *Paspalum vaginatum*, além de típicos aglomerados de *Juncus acutus* e *Myrsine parviflora*. Ao fundo, a vegetação de restinga contígua ao ecótono.



Fonte: autor.



Figura 29 - Ecótono manguezal-restinga na BH do Rio Ratoes, com fitofisionomia dominada por associações de *Paspalum vaginatum* e *Fimbristylis spadicea*, ocorrendo também, extensas manchas de *Juncus acutus*.



Fonte: autor.

Com bem menos frequência ocorrem parques aglomerados de *Symphotrichum squamatum*, *Baccharis singularis*, *Bacopa monnieri*, *Solanum pseudocapsicum* e *Pluchea sagittalis*.

Notou-se a presença das trepadeiras: *Rhabdadenia madida* e *Stigmaphyllon ciliatum* com razoável frequência em ecótonos arbustivos ou naqueles dominados por *Cladium mariscus* (devido ao seu porte), principalmente nas porções transitórias mais próximas às restingas.

Abaixo segue as tabelas com os dados de cobertura e abundância das espécies vegetais, apurados nas áreas mínimas amostrais dos cinco ecótonos, onde foi aplicado o método fitossociológico do *relevé* (Braun-Blanquet, 1979).

Tabela 2 - Classes de cobertura de Braun-Blanquet (1979) para o ecótono n° 1 - Daniela (Norte da ISC).

Classes de Cobertura	Pontos Médios	Espécies
4 (50 – 75%)	70%	<i>Cladium mariscus</i>
3 (25 – 50%)	10%	<i>Annona glabra</i>
1 (1 – 5%)	2%	<i>Schinus terebinthifolius</i>
	2%	<i>Laguncularia racemosa</i>
	5%	<i>Myrsine parvifolia</i>
	5%	<i>Acrostichum danaeifolium</i>
	4%	<i>Talipariti tiliaceum</i>
+ (< 1%)	0,8%	<i>Mimosa bimucronata</i>
	0,5%	<i>Dalbergia ecastaphyllum</i>
r (rara)	<< 1%	<i>Stigmaphyllon ciliatum</i>
	<< 1%	<i>Rhabdadenia madida</i>
	<< 1%	<i>Baccharis singularis</i>
	<< 1%	<i>Solanum pseudocapsicum</i>

Tabela 3 - Classes de cobertura de Braun-Blanquet (1979) para o ecótono n° 2 - Barra do Sambaqui (Norte da ISC).

Classes de Cobertura	Pontos Médios	Espécies
3 (25 – 50 %)	50%	<i>Paspalum vaginatum</i>
2 (2-25%)	20%	<i>Myrsine parvifolia</i>
1 (1 – 5 %)	10%	<i>Juncus acutus</i>
	6%	<i>Mimosa bimucronata</i>
	2%	<i>Acrostichum danaeifolium</i>
	2%	<i>Guapira opposita</i>
	1%	<i>Dalbergia ecastaphyllum</i>
	1%	<i>Talipariti tiliaceum</i>
	1%	<i>Fimbristylis spadicea</i>
	1%	<i>Symphyotrichum squamatum</i>
+ (< 1%)	0,8%	<i>Solanum pseudocapsicum</i>
	0,8%	<i>Baccharis singularis</i>
r (<< 1%)	0,2%	<i>Pluchea sagittalis</i>

Tabela 4 - Classes de cobertura de Braun-Blanquet (1979) para o ecótono nº 3 - *Vargem Pequena* (Norte da ISC).

Classes de Cobertura	Pontos Médios	Espécies
3 (25 - 50%)	50% 10%	<i>Paspalum vaginatum</i> <i>Fimbristylis spadicea</i>
1 (1 - 5 %)	4% 4% 4%	<i>Acrostichum danaeifolium</i> <i>Cladium mariscus</i> <i>Eleocharis acutângula</i>
+ (< 1%)	1% 0,3% 0,5% 0,6% 0,4% 0,4% 1% 0,5 0,8	<i>Laguncularia racemosa</i> <i>Guapira opposita</i> <i>Juncus acutus</i> <i>Solanum pseudocapsicum</i> <i>Baccharis singularis</i> <i>Pluchea sagittalis</i> <i>Schoenoplectus californicus</i> <i>Bacopa monnieri</i> <i>Symphyotrichum squamatum</i>

Tabela 5 - Classes de cobertura de Braun-Blanquet (1979) para o ecótono nº 4 - *Carianos* (Sul da ISC).

Classes de Cobertura	Pontos Médios	Espécies
3 (25-50%)	40% 20%	<i>Talipariti tiliaceum</i> <i>Acrostichum danaeifolium</i>
2 (5-25%)	10% 6%	<i>Cladium mariscus</i> <i>Paspalum vaginatum</i>
1 (1-5%)	5% 3% 4% 2% 3% 1%	<i>Myrsine parvifolia</i> <i>Annona glabra</i> <i>Mimosa bimucronata</i> <i>Dalbergia ecastaphyllum</i> <i>Schinus terebinthifolius</i> <i>Solanum pseudocapsicum</i>
+ (< 1%)	0,4% 0,2%	<i>Baccharis singularis</i> <i>Stigmaphyllon ciliatum</i>

Tabela 6 - Classes de cobertura de Braun-Blanquet (1979) para o ecótono nº 3 - *Tapera* (Sul da ISC).

Classes de Cobertura	Pontos Médios	Espécies
5 (75-100%)	78%	<i>Cladium mariscus</i>
2 (5-25%)	4%	<i>Acrostichum danaeifolium</i>
	3%	<i>Talipariti tiliaceum</i>
	2%	<i>Myrsine parvifolia</i>
	2%	<i>Juncus acutus</i>
+ (< 1%)	0,3%	<i>Solanum pseudocapsicum</i>
	0,3%	<i>Stigmaphyllon ciliatum</i>
	0,2%	<i>Baccharis singularis</i>

Na tabela abaixo seguem as coberturas relativas, frequências absolutas e frequências relativas das espécies levantadas nos cinco ecótonos manguezal-restinga.

Tabela 7 – Cobertura relativa e frequências absolutas e relativas das espécies levantadas nos ecótonos cinco ecótonos, com base no método de Braun-Blanquet (1979).

Família	Espécie	Cobertura Relativa	Frequência Absoluta	Frequência Relativa
<b>Anacardiaceae</b>	<i>Schinus terebinthifolius</i>	1,1%	40 %	3,3 %
<b>Annonaceae</b>	<i>Annona glabra</i>	2,8 %	40%	3,3 %
<b>Apocynaceae</b>	<i>Rhabdadenia madida</i>	<< 1%	20%	1,6 %
<b>Asteraceae</b>	<i>Symphyotrichum squamatum</i>	0,4%	40%	3,3 %
	<i>Baccharis singularis</i>	0,4%	100%	8,3 %
	<i>Pluchea sagittalis</i>	0,13%	40%	3,3 %
<b>Combretaceae</b>	<i>Laguncularia racemosa</i>	0,6%	40%	3,3 %
<b>Cyperaceae</b>	<i>Cladium mariscus</i>	35,5%	80%	6,6 %
	<i>Fimbristylis spadicea</i>	2,5%	40%	3,3 %
	<i>Schoenoplectus californicus</i>	0,2%	20%	1,6 %
	<i>Eleocharis acutângula</i>	0,9%	20%	1,6 %
<b>Fabaceae</b>	<i>Dalbergia ecastaphyllum</i>	0,8%	60%	5 %
	<i>Mimosa bimucronata</i>	2,4%	60%	5 %
<b>Juncaceae</b>	<i>Juncus acutus</i>	2,8%	60%	5 %
<b>Malvaceae</b>	<i>Talipariti tiliaceum</i>	10,5	80%	6,6 %
<b>Malpighiaceae</b>	<i>Stigmaphyllon ciliatum</i>	0,1%	60%	5 %
<b>Nyctaginaceae</b>	<i>Guapira opposita</i>	0,9%	40%	3,3 %
<b>Plantaginaceae</b>	<i>Bacopa monnieri</i>	0,1%	20%	1,6 %
<b>Poaceae</b>	<i>Paspalum vaginatum</i>	23,2%	60%	5 %
<b>Primulaceae</b>	<i>Myrsine parvifolia</i>	7%	80%	6,6 %
<b>Pteridaceae</b>	<i>Acrostichum danaeifolium</i>	7,7%	100%	8,3 %
<b>Solanaceae</b>	<i>Solanum pseudocapsicum</i>	0,5%	100%	8,3 %

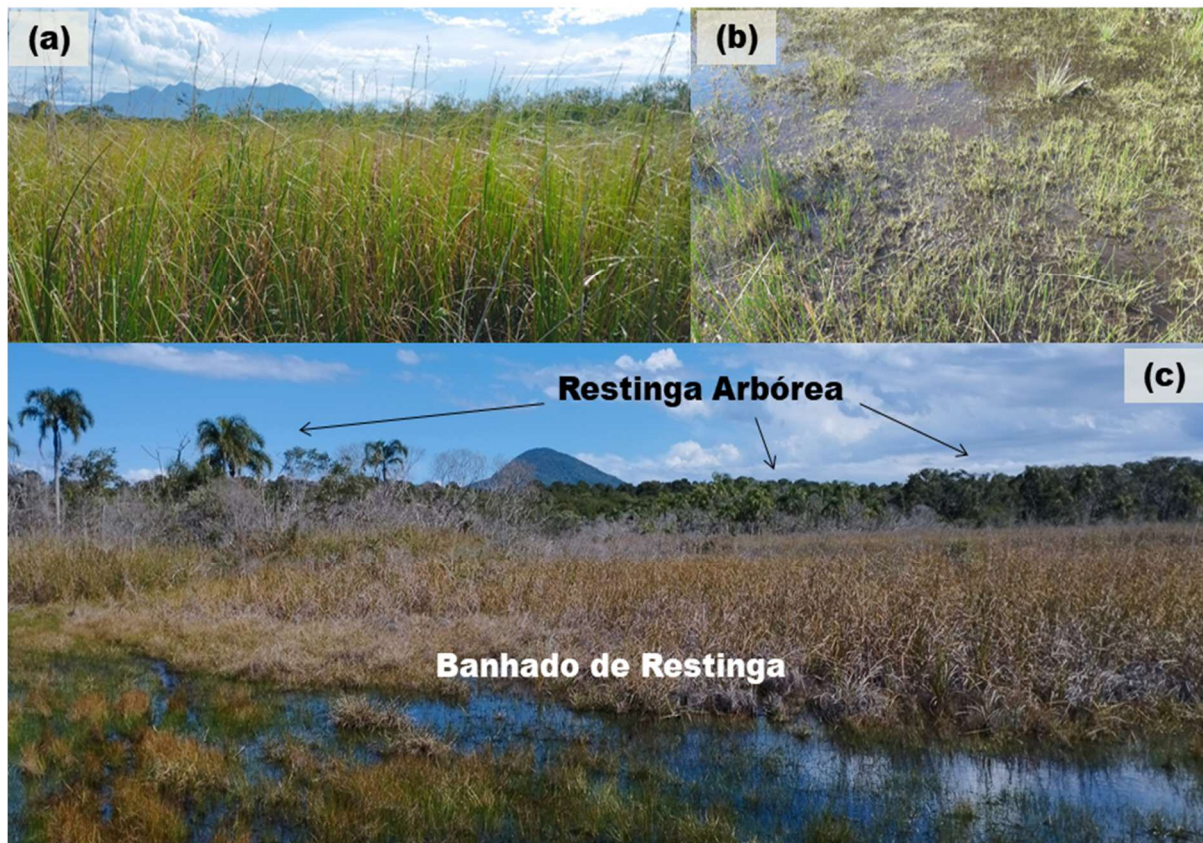
Fonte: autor.



Em alguns pântanos de restinga vizinhos aos ecótonos, mas, longe da ação das marés, foi observado o domínio de *Cladium mariscus*, nestes casos, sempre associados a espécies vegetais nunca observadas em ecótonos manguezal-restinga, como é o caso de *Fuirena robusta*, *Blechnum serrulatum*, *Ludwigia leptocarpa* e *Tibouchina urvilleana*, que possuem porte muito menor do que o *Cladium mariscus* (que chega a mais de 2,00 metros de altura), ficando encobertas no seu denso aglomerado, denominado pelos botânicos do Sul do Brasil como *Cladietum* (Figura 30).

Observa-se, também, em pântanos de restinga mais abertos e espriados a presença de vegetação rasteira representada por: *Ischaemum minus*, *Eleocharis acutangula*, *E. interstincta*, *Leiothrix flavescens*, *Xyris guaranítica* e *Utricularia* spp. Como esses pântanos de restinga (banhados) são muito comuns na ISC, ambientes ecotonais manguezal-restinga correm risco de serem caracterizados como tal, visto que a fitofisionomia dessas formações é muito semelhante.

Figura 30- Banhados de restinga contíguos a ecótono manguezal-restinga na BH do Rio Tavares, dominados por *Cladium Mariscus* em associação com *Fuirena robusta*, *Blechnum serrulatum*, *Ludwigia leptocarpa* e *Tibouchina urvilleana* (a;c). Em “b” e na parte inferior de “c” banhados de restinga, também vizinhos a ecótonos de manguezal, com domínio de *Eleocharis* spp., *Ischaemum minus*, similares a gramados de *Paspalum vaginatum* e *Fimbristylis spadicea* (Fig. 29).



Fonte: autor.

Ainda sobre a vegetação de restinga adjacente aos ecótonos e sem influência das marés, observamos como fitofisionomia predominante, as exuberantes florestas semibrejosas de restinga, geralmente arbóreas (entre 12 e 15 metros de altura), sobre cotas altimétricas em torno de 2,5 metros acima do nível do mar (Figura 32).

Nestas comunidades vegetais denominadas como Matinhas de Restinga por Souza Sobrinho *et al.* (1969), Mata de Transição das Planícies Quaternárias por Klein (1984) e Restinga Arbórea por Falkenberg (1999) é muito marcante a presença da palmeira *Syagrus romanzoffiana*, observamos também: *Ficus organensis*, *Ocotea pulchella*, *Calophyllum brasiliense*, *Matayba guianensis*, *Eugenia astringens*, *Myrcia splendens*, *Handroanthus umbellatus*, *Erythroxylum amplifolium*, *E. argentinum*, *Pera glabrata* e *Ilex* spp. Além da presença de muitos cipós, trepadeiras e epífitas.



No estrato herbáceo, além da presença de *Peperomia glabella* e *Piper solmsianum*, sobressaem extensas associações de bromélias que podem passar de 1,5 m de altura, como *Bromelia antiacantha*. Com porte menor, formando densos tapetes espinhosos observou-se *Nidularium innocentii* e *Aechmea ornata*.

Figura 31 - Restinga arbórea contígua ao ecótono do Manguezal do Rio Ratonés.



Fonte: autor.

#### 5.4 DISCUSSÃO

É clara a distinção entre as composições florísticas e fitofisionomias que ocorrem nos ecótonos de manguezal das faixas tropicais e subtropicais do planeta, quando comparados aos bosques de manguezais *stricto sensu*, os quais apresentam gêneros pantropicais (ocorrentes em toda faixa tropical do planeta) e muitos outros

com ampla distribuição regional, conferindo aos bosques de mangue uma clássica e icônica fitofisionomia (Duke, 2017; Duke e Larkum, 2019).

Nas suas bordas internas, os manguezais brasileiros são vizinhos a quatro grandes conjuntos biogeográficos distintos: Floresta Atlântica, Savanas brasileiras (Cerrado e Caatinga) e Floresta Amazônica (Almeida Jr., 2020; Souza-Filho *et al.*, 2023), configurando, assim, formações transicionais distintas entre si, já que nos ecótonos de manguezal não há ocorrência expressiva dos ditos mangues verdadeiros (espécies típicas dos bosques de mangue), havendo, portanto, o domínio de dois grupos de plantas, classificadas como: (1) associadas e, (2) de transição (Tomlinson, 2016).

As plantas associadas ou secundárias, a exemplo dos gêneros: *Acrostichum*, *Talipariti* e *Conocarpus*, possuem ampla distribuição biogeográfica, como as espécies de mangues verdadeiros (Lamberti, 1969; Medina *et al.*, 1990; Duke, 1992; Duke, 2017, 2019). Já as espécies de transição ou facultativas, objeto central desta discussão, são mais restritas a condições locais e influências da flora de ecossistemas contíguos (Duke, 1992; Ricklefs, 2006; Tomlinson, 2016), podendo esculpir fitofisionomias herbáceo-subarbusivas a arbustivas com indivíduos arborescentes (Jimenez, 1999; Charlier-Sarubo *et al.*, 2015, 2023).

As bordas das zonas internas dos manguezais apresentam condições diametralmente opostas quando localizadas em climas secos ou úmidos (Hutchings e Saenger, 1987; Jimenez 1994, 1999; Duke *et al.*, 2017 e Lovelock *et al.*, 2017). Essas diferenças destacam-se quando comparados os ecótonos de manguezal das regiões Sul-Sudeste do Brasil, com clima predominantemente úmido e altos níveis de pluviosidade (Jimenez e Soto, 1985; Coelho-Jr., 2003), com as regiões do Nordeste brasileiro e Litoral Amazônico, estas com estações secas bem-marcadas, configurando, assim, um predomínio de planícies hipersalinas (apicuns e salgados) neste setor de transição (Amaral *et al.*, 2008; Almeida Jr., 2020).

Sendo assim, notou-se grande diferença entre as composições florísticas dos ecótonos da ISC (Tabela 1) e as descrições da flora de ecótonos de manguezal do Norte e Nordeste brasileiro, bem como da América Central. No entanto, *Fimbristylis spadicea*, *Acrostichum danaeifolium*, *Laguncularia racemosa*, *Annona glabra*, *Schoenoplectus californicus* e *Talipariti tiliaceum* ocorrem em ecótonos de manguezal

de todo litoral brasileiro, bem como da América Central (Jimenez e Soto, 1985; Costa e Herrera *et al.*, 2016), sendo, portanto, fortes indicadoras desses ambientes.

Quanto a comparações entre a flora de ecótonos de manguezal das regiões Sudeste e Sul, há bastante semelhança florística. No entanto, nota-se que algumas espécies parecem ter seus limites de distribuição entre os litorais de São Paulo e Paraná, como o *Conocarpus erectus* (Coelho-Jr e Schaeffer-Novelli, 2001). O gênero *Acrostichum* está entre os poucos, dentre o grupo das plantas associadas que têm distribuição pantropical (Duke 2017, 2019). Todavia, Sehnem (1972) afirma que embora, anteriormente, alguns autores tenham relatado a presença de *Acrostichum aureum* em Santa Catarina, esta espécie não ocorre no estado. i.e., a espécie ocorrente em Santa Catarina trata-se de *Acrostichum danaeifolium*.

Os destaques em cobertura e frequência (relativas e absolutas) observados no levantamento fitossociológico, via método do *Relevé* (Braun-Blanquet, 1979), ressaltaram o protagonismo de *Cladium mariscus*, *Paspalum vaginatum*, *Talipariti tiliaceum*, *Acrostichum danaeifolium*, *Myrsine parvifolia* (nesta ordem), como espécies indicadoras destes ambientes.

Neste âmbito das regiões Sul e Sudeste do Brasil, chamou atenção no levantamento florístico via caminhamento (Filgueiras, 1996), bem como nas frequências absolutas da tabela 7 (*Relevé* - Braun-Blanquet, 1979), a presença da solanácea *Solanum pseudocapsicum* e das Asteráceas *Baccharis singularis*, *Symphotrichum squamatum* e *Pluchea sagittalis*, típicas das restingas do Litoral Catarinense, mas nunca relatadas em ecótonos manguezal-restinga, destas regiões (Reitz, 1961; Souza Sobrinho *et al.*, 1969; Bresolin, 1979; Souza *et al.*, 1991, 1992, 1994; Coelho-Jr e Schaeffer-Novelli, 2001; Coelho-Jr, 2003; Sarubo *et al.*, 2015).

O maior desafio técnico-metodológico tratou-se da delimitação entre as comunidades ecotonais manguezal-restinga de fitofisionomia herbácea e os pântanos de água doce da restinga (banhados de restinga), também estritamente herbáceos, tal delimitação define a cobertura da tutela jurídica dos ecótonos manguezal-restinga como área de preservação permanente – APP, conforme o art. 4º, Inciso VII da Lei nº 12.651/2012.

Sendo o método de levantamento botânico de caminhamento (adaptado de Filgueiras, 1994) crucial para essas determinações, já que as comunidades observadas espelham rigorosamente as condições edáficas (especialmente

salinidade), exigindo-se uma varredura integral das extensas áreas de intersecções entre as duas formações vegetacionais (*comunidades ecotonais manguezal-restinga de fitofisionomia herbácea e os pântanos de restinga*), para identificação das espécies ocorrentes, bem como interpretações com base em seus comportamentos ecológicos.

A partir dessas observações, pode-se inferir que as espécies dessa zona limítrofe, entre o ecótono propriamente dito e o pântano de restinga, podem ser excelentes indicadoras da elevação do NMM, caso sejam monitoradas alterações na sua dinâmica, visto que espécies tolerantes à baixa salinidade, como o *Cladium mariscus*, podem ocorrer nas duas formações vegetacionais, acima citadas, mas há espécies dos pântanos de restinga, como *Fuirena robusta*, *Blechnum serrulatum*, *Ludwigia leptocarpa* e *Tibouchina urvilleana*, que nunca se estabelecem em solos halomórficos, com influência das marés. Observações similares foram feitas por Coelho-Jr (2003) e Charlier-Sarubo *et al.* (2015), no Litoral Sudeste Brasileiro (Cananéia, São Paulo).

No que diz respeito à proteção legal do ecossistema manguezal é importante ressaltar que a Lei Federal nº 12.651/2012 (Código Florestal Brasileiro), ao tratar da sua tutela no território brasileiro permitiu, no seu artigo 11º - A, alterado posteriormente pela Lei nº 12.727 de 2012, a exploração, “de modo ecologicamente sustentável” em apicuns e salgados (planícies hipersalinas), por atividades de carcinicultura e extração de sal. Desconsiderando o consenso técnico-científico de que tais feições compõem o continuum hidrohalosérico do ecossistema manguezal, como debatem precisamente Schaeffer-Novelli *et al.* (2012), Albuequerque *et al.* (2015), ICMBio (2018) e Santos e Furlan (2022).

Tais imprecisões, contradições e lacunas técnico-normativas do aparato legal de tutela aos ecossistemas litorâneos brasileiros (dunas, manguezais e restingas), há muito, vem sendo motivo de preocupação no meio técnico-científico-jurídico (Metzger, 2010; Pinheiro *et al.*, 2013; Souza *et al.* 2020; Santos e Furlan, 2021, 2022), por isso a insistência na realização de diagnósticos minuciosos das comunidades de transição de manguezal (ecótonos), as quais podem ser interpretadas, equivocadamente, como formações de Mata Atlântica (Floresta Ombrófila Densa) alteradas e/ou em estágio inicial de regeneração, portanto, passíveis de licença para supressão, de acordo com a Lei Federal nº 11.428/2006 (Lei da Mata Atlântica).



Como observado nas inspeções de campo, as análises e classificação dos solos coletados sob três ecótonos manguezal-restinga (nas áreas de estudo Norte e Sul) mostraram que estes variam de Organossolos Tiomórficos a Gleissolos Tiomórficos, típicos dos manguezais brasileiros, segundo Vidal-Torrado *et al.* (2010) e Ferreira *et al.* (2023). Os processos pedogenéticos que configuram estas categorias de solo, seja tiomorfismo, seja gleização, têm como característica fundamental as interações biogeoquímicas entre o enxofre e o ferro, e microrganismos anaeróbicos ou a condições aeróbicas quando há drenagem dos materiais sulfídricos, resultando na redução do sulfato a sulfeto e condições extremamente ácidas. (Vidal-Torrado *et al.*, 2010, Ferreira *et al.*, 2023).

Estas evidências corroboram para o entendimento de que os ecótonos manguezal-restinga, aqui estudados, são feições componentes do ecossistema manguezal, tais como as planícies hipersalinas (apicuns e salgados), compartilhando processos pedogenéticos e cumprindo funções ecológico-ambientais integradas (Santos e Furlam, 2022; Rosolem *et al.*, 2023; Nogueira *et al.*, 2023).

Ou seja, tanto a presença da flora halófila, quanto às características pedológicas e de salinidade fortalecem a concepção de que os referidos ecótonos são parte do ecossistema manguezal estando, portanto, sob a tutela do art. 4º, inciso VII, da Lei Federal nº 12.651/2012, i. e., são áreas de preservação permanente (APP), mesmo em situações em que a sua vegetação original esteja descaracterizada, alterada ou suprimida, como garante o artigo 3º da própria Lei:

II - Área de Preservação Permanente: área protegida nos termos dos arts. 2º e 3º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Art. 3º da Lei nº 12.651/2012.

Na esfera Municipal O Plano Diretor Municipal de Florianópolis, Lei Complementar (LC) nº 482/2014, com alterações dadas pela LC nº 739/2023, definiu, em seu Zoneamento, como Áreas de Preservação Permanente, os banhados naturais e a vegetação de transição de manguezal (ecótonos), quando em cota altimétrica inferior a um metro:

Art. 47. (...)

§ 1º São Áreas de Preservação Permanente os seguintes ecossistemas e espaços naturais:

IV - banhados naturais, sem antropização;

V - áreas adjacentes a manguezais, em cota inferior a um metro, e que possuam influência salina das marés e/ou vegetação característica de transição entre manguezais e solos mais enxutos (Florianópolis 2014, 2023).

Sendo assim, a depender da configuração microtopográfica do ecótono manguezal-restinga, as categorias de APP por Zoneamento poderão tutelá-lo parcial ou integralmente. Fala-se, aqui, em tutela parcial, justamente porque algumas dessas feições transicionais, como é o caso dos banhados salinos, apresentam fitofisionomia típica dos banhados naturais de que trata o inciso IV. i.e., dominadas por vegetação herbácea-subarbusciva, semi-aquática, que recobre solos hidromórficos. Entretanto, como observado em campo, corroborando observações pretéritas, em Santa Catarina (Reitz, 1961; Souza Sobrinho *et al.*, 1969; Bresolin, 1979), os ecótonos manguezal-restinga apresentam-se, também, com exuberantes associações arbustivas a arborescentes, conceitualmente muito distintas do que se concebe como banhados ou baixadas úmidas litorâneas (Junk *et al.*, 2014; Simioni *et al.*, 2017).

Tutela parcial ou integral é, também, conferida as comunidades de transição de manguezal, pelo inciso V, do art. 47, do Plano Diretor Municipal de Florianópolis, o qual restringiu a sua proteção legal a cotas altimétricas inferiores a 1,0 metro, em relação ao NMM. Todavia, como observado em campo, muitos ecótonos espraiam-se entre as cotas de 1,0 e 1,5 metros, com relação ao NMM (datum de Imbituba), tendo em vista que, além das influências dos fluxos subsuperficiais, as marés meteorológicas mais elevadas chegam a 1,8 m na ISC (EPAGRI, 2023).

Mesmo considerando uma flora característica das transições de manguezal, o Plano Diretor de Florianópolis ignora as variações físico-químicas e topomorfológicas desses ambientes (assinatura energética), como a ação das marés e influência do fluxo subsuperficial, que impacta diretamente na forma de ocorrência dessas comunidades. De maneira mais precisa, o inciso VII, do art. 4º, da Lei Federal nº 12.651/2012, demonstra clara intenção de se proteger as várias feições que somente ocorrem na natureza quando associadas, ou melhor, integradas ao ecossistema manguezal tutelando-o como APP, “em toda a sua extensão” (Pulner, 2007; Schaeffer-Novelli *et al.*, 2012 ICMBio, 2018). Não se ocultando, aqui, que os

apicuns ou salgados sofreram concessões para exploração por carcinicultura e salinas com aval da Lei Federal nº 12.727/2012 e do art. 11-A da Lei Federal nº 12.651/2012.

Apesar das suas incongruências, inconsistências e imprecisões quanto a critérios delimitadores das áreas de preservação permanente (Metzger, 2010; Souza *et al.*, 2020; Santos e Furlan, 2021, 2022) para a tutela integral dos ecótonos de manguezal na ISC, a Lei Federal nº 12.651/2012 deverá ser a referência, por apresentar maior precisão técnico-jurídica, nestes casos, além da magnitude de ser uma Lei geral nacional.

## 5.5 CONCLUSÕES

Visando futuras caracterizações das comunidades vegetais objeto de estudo deste artigo, seja no âmbito da fiscalização, perícia ou licenciamento ambiental é fundamental que sejam considerados os seguintes critérios técnicos: (1) *Annona glabra* e *Fimbristylis spadiacea* são típicas das formações vegetacionais das restingas do Sul e Sudeste brasileiro, enquadrando-se como espécies de transição/facultativas de ambientes de manguezal. Para além dessa categoria, a sua ocorrência em ecótonos de manguezal de toda América Tropical eleva o seu protagonismo como indicadores desses ambientes, tal como as espécies associadas/secundárias como: *Acrostichum danaeifolium*, *A. aureum*, *Conocarpus erectus*, *Schoenoplectus californicus* e *Talipariti tiliaceu*; (2) É pertinente ressaltar que *Conocarpus erectus* e *Acrostichum aureum*, espécies características desses ambientes ecotonais e de ampla distribuição continental não ocorrem no Litoral de Santa Catarina; (3) Merecem atenção às espécies: *Solanum pseudocapsicum*, *Baccharis singularis*, *Symphotrichum squamatum*, não raras nos ecótonos manguezal-restinga da Ilha de Santa Catarina, todavia, sem registros em estudos pretéritos realizados em ecótonos de manguezal das Regiões Sul e Sudeste do litoral brasileiro (4); A presença das trepadeiras *Rhabdadenia madida* e *Stigmaphyllon ciliatum* em ecótonos dominados por *Cladium mariscus* poderá confundir o analista, podendo esses ecótonos ser interpretados, equivocadamente, como *pântanos de restinga*, já que domínios isolados de *Cladium mariscus*, com presença marcante de trepadeiras, costumam ocorrer em banhados sem influência de maré, bem como em áreas de restingas alteradas e/ou em regeneração; (5) Ecótonos manguezal-restinga dominados por

gramados de *Paspalum vaginatum* e *Fimbristylis spadicea*, podem ser, equivocadamente, classificados como *Banhados de restinga*, dominados por *Eleocharis* spp., *Ischaemum minus* e *Fuirena robusta*, já que estes são muito comuns na ISC e ocorrerem contíguos a ecótonos ou manguezais.

Podendo o analista constatar aspectos edafo-físico-químicos como: influência das marés (baixa salinidade), solos halomórficos com horizontes superficiais hísticos e subsuperficiais glei, processos pedogenéticos de paludização, gleização e tiomorfismo, a caracterização do ecótono de manguezal será assertiva.

A proposta de mapeamento dos ecótonos manguezal-restinga reforça a dificuldade de delimitação entre fitofisionomias de áreas úmidas costeiras (Schaeffer-Novelli *et al.*, 2002; Junck *et al.*, 2014; Berhane, 2018 e Belloni *et al.*, 2022). Principalmente quando há intersecção entre a formação vegetacional herbácea halófila, com influência das marés, e as formações de *banhados ou pântanos de água doce da restinga*, ambas essencialmente edáficas e pioneiras, de fitofisionomias semelhantes, compartilhando, também, espécies vegetais (Cintron-Molero *et al.*, 2023; Nogueira, *et al.*, 2023).

Nesta zona de intersecção, espécies vegetais que não toleram a salinidade, como: *Fuirena robusta*, *Blechnum serrulatum*, *Ludwigia leptocarpa* e *Tibouchina urvilleana*, caso passem a ser substituídas por espécies típicas da transição poderão indicar ações da elevação do NMM na planície costeira, o que sugere futuros projetos de monitoramento através da implantação de parcelas fixas nessas zonas. Sobretudo quando se consideram as mudanças ambientais que estão por vir, e já estão a acontecer, nessas porções de limite austral de distribuição dos manguezais (Ward e De Lacerda, 2021; Mckee *et al.*, 2021; Yao *et al.*, 2022).

Considerando, especialmente, as limitações de tempo, corpo técnico e equipamentos, quando dos procedimentos de autorização, fiscalização e licenciamento ambiental nos diversos municípios costeiros do Brasil, o método expedito do caminharmento (Filgueiras, 1994) é perfeitamente apropriado para levantamentos botânicos nestas condições, nas quais o olhar qualitativo é um princípio para a delimitação espacial das APPs aqui tratadas.

Por fim, à luz do que estabelece a LC nº 95/1998, sobre a elaboração, redação, alteração e consolidação das Leis: “o âmbito de aplicação da lei será estabelecido de forma tão específica quanto o possibilite o conhecimento técnico ou

*científico da área respectiva*” (art. 7º, inciso III da LC nº 95/1998), parece aceitável que a aplicação técnico-normativa a partir da perspectiva da caracterização fitoecológico-edáfica de ecótonos manguezal-restinga na ISC pode e deve se estender aos manguezais de toda costa brasileira, sugerindo que os ecótonos (transições) entre manguezais e quaisquer, ecossistema ou bioma, mesmo com domínio destas formações vegetais adjacentes, estarão sob a tutela do artigo 4º, inciso VII, da Lei Federal nº 12.651/2012, que confere o caráter de área de preservação permanente aos “manguezais em toda a sua extensão”.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A. G. B. M.; FERREIRA, T. O.; CABRAL, R. L.; NÓBREGA, G. N.; ROMERO, R.E.; MEIRELES, A.J.A.; OTERO, X.L.; *et al.* Hypersaline tidal flats (apicum ecosystems): the weak link in the tropical wetlands chain. **Environmental Reviews**, v. 22, n. 2, p. 99–109, 2014.
- ALBUQUERQUE, A. G. B. M.; FREITAS, E.; MOURA-FÉ, M. M. M. et al. A Proteção do Ecossistema Manguezal pela Legislação Ambiental Brasileira. **GEOgraphia**, v. 17, n. 33, p. 126, 2015.
- ALMEIDA JR., E.B., CORREIA, B.E.F., SANTOS-FILHO, F.S. Diversity and structure of the woody component of a restinga in Alcântara, Maranhão State, Brazil. **Acta Brasiliensis** 4(2), 85-90, 2020. <http://dx.doi.org/10.22571/2526-4338261>.
- AMARAL, D.; PROST, M.; BASTOS, M. DE N.; COSTA NETO, S.; SANTOS, J. U. Restingas do litoral amazônico, estados do Pará e Amapá, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, v. 3, n. 1, p. 35-67, 28 abr. 2008.
- BALL MC. 1996. Comparative Ecophysiology of Mangrove Forest and Tropical Lowland Moist Rainforest. In **Tropical Forest Plant Ecophysiology**, ED. SS MULKEY, RLCHAZDON,APSMITH, PP. 461–96. NEWYORK: CHAPMAN & HALL
- BELLOLI, T. F.; GUASSELLI, L. A.; KUPLICH, T.; RUIZ, L. F. C.; SIMIONI, J. P. D. Classificação Baseada em Objeto de Tipologias de Cobertura Vegetal em Área Úmida Integrando Imagens Ópticas e SAR. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 74, n. 1, 67-83, 2022. DOI: <https://doi.org/10.14393/rbcv74n1-61277>.
- BERHANE, T.M.; LANE, C.R.; WU, Q.; AUTREY, B.C.; ANENKHONOV, O.A.; CHEPINOGA, V.V.; LIU, H. Decision-Tree, Rule-Based, and Random Forest Classification of High-Resolution Multispectral Imagery for Wetland Mapping and Inventory. **Remote Sensing**, v. 10, n. 4, p. 1-26, 2018. DOI. 10.3390/rs10040580.

BRASIL (2012a). Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e da outras providencias. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 mai. 2012. ISSN 1677-7042. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm)>. Acesso em: 25 abr. 2020.

BRASIL. (2012b). Lei Federal nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. Dispõe sobre alterações no Código Florestal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 18 de out. 2012. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm). Acesso em: 10 jun. 2021.

BRESOLIN, A. **Flora da restinga da Ilha de Santa Catarina**. Trabalho submetido à Universidade Federal de Santa Catarina para provimento do cargo de Professor Titular. Florianópolis: 1979.

CECCA, Centro de Estudos da Cultura e Cidadania. **Unidades de Conservação e Áreas Protegidas da Ilha de Santa Catarina: caracterização e legislação**. Florianópolis: Insular, 1997. 160p.

CEPAL. Comisión Económica Para América Latina. **Generación e integración de bases de datos climáticas históricas y de proyecciones de cambio climático para la gestión de riesgos costeros en el estado de Santa Catarina, Brasil**. Santiago. 2016. Disponível em: [file:///C:/Users/boaav/Downloads/S1600971\\_es.pdf](file:///C:/Users/boaav/Downloads/S1600971_es.pdf). Acesso em: jun. 2023.

CHARLIER-SARUBO, S. C.; LIGNON, M. C.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Monitoramento dos Ecótonos entre Manguezal e Marisma e Entre Manguezal e Vegetação de Restinga. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. **Scielo Books**. São Paulo: P. 108-115, 2015.

CHARLIER-SARUBO, S.; CUNHA-LIGNON, M.; SORIANO-SIERRA, E. J. Environmental and Biotic Factors Driving Distributional Patterns in Mangrove and Salt Marsh Ecosystems. In: **Brazilian Mangroves and Salt Marshes**. Cham: Springer International Publishing, p. 27–42, 2023.

CINTRÓN-MOLERO, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; ROVAI, A. S.; ABUCHAHLA, G. M. O. SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; ABUCHAHLA, G. M. O.; CINTRÓN-MOLERO, G. **Brazilian Mangroves and Salt Marshes**. [s.l.]: Springer Nature, p. 365-380, 2023. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-21329-8\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-031-21329-8_3).



CINTRÓN-MOLERO, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; ROVAI, A. S.; ABUCHAHLA, G. M. O. SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; ABUCHAHLA, G. M. O.; CINTRÓN-MOLERO, G. **Brazilian Mangroves and Salt Marshes**. [s.l.]: Springer Nature, p. 365-380, 2023. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-21329-8\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-031-21329-8_3).

COELHO-JR, C. & Y. SCHAEFFER-NOVELLI. Caracterização do ecótono de transição entre o ecossistema manguezal e mata de restinga, Cananéia, São Paulo, Brasil. **CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA**, 52., 2001, João Pessoa. Resumos. pp 145-146, 2001.

COELHO-JR, C. **Ecologia de manguezais: zonação e dinâmica da cobertura vegetal em gradientes ambientais, Cananéia, São Paulo, Brasil**. 2003, 166 p. Tese (doutorado em Oceanografia) Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.

COSTA, C. S. B.; HERRERA, O. B. Halophytic life in Brazilian salt flats: Biodiversity, uses and threats. In: Khan, M. A.; Boër, B.; Ozturk, M.; Clüsener-Godt, M.; Gul, B.; Breckle, S.-W. (ed.) **Sabkha Ecosystem V** : The Americas. Berlin: Springer, p.11-27. 2016.

CREEPER, N.; FITZPATRICK, R.; SHAND, P. A simplified incubation method using chip-trays as incubation vessels to identify sulphidic materials in acid sulphate soils. **Soil Use And Management**, [s.l.], v. 28, n. 3, p.401-408, 10 jul. 2012. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-2743.2012.00422.x>.

DUKE, N. C. Mangrove floristics and biogeography. In: **Tropical Mangrove Ecosystems**. Robertson, A.I. Alongi, D.M. (orgs.). Washington: American Geophysical Union, p. 63-100, 1992. DOI: <http://dx.doi.org/10.1029/ce041p0063>.

DUKE, N.C.; LARKUM, A.W.D. Mangroves and seagrasses. In: Hutchings, Pat, Kingsford, Michael, and Hoegh-Guldberg, Ove, (eds.) *The Great Barrier Reef: biology, environment and management*. CSIRO, Melbourne, VIC, Australia, pp. 219-228, 2019.

DUKE, Norman C. Mangrove Floristics and Biogeography Revisited: Further Deductions from Biodiversity Hot Spots, Ancestral Discontinuities, and Common Evolutionary Processes. In: **Mangrove Ecosystems: A Global Biogeographic Perspective**. Cham: Springer International Publishing, 2017, p. 17–53. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-62206-4\\_2](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-62206-4_2)>. Acesso em: 3 Mar. 2024.

ELLISON, A.M. E E.J. FARNSWORTH,: Anthropogenic Disturbance of Caribbean Mangrove Ecosystems: Past Impacts, Present Trends, And Future Predictions. **Biotropica**, 549-565, 1996.

EPAGRI/CIRAM. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri). Litoral on-line. 2023. **Dados da Estação Maregráfica 2951 - Florianópolis (Sul da Ilha)**. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/litoral-online/>. Acesso em: 21 jul. 2023.

ESPINOZA, H. D. C. F. **Evolução temporal da cobertura vegetal do manguezal do Rio Tavares (Florianópolis-SC) empregando Sensoriamento Remoto e SIG**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade do Vale do Itajaí, 2008.

FALKENBERG, D. B. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. **Insula**, n. 28, p. 1-30, 1999.

FERREIRA, T. O. ; OTERO, X. L.; NÓBREGA, G. N. Mangroves Along the Brazilian Coast. In: **The soils of Brazil**. [s.l.] Springer Nature, 2023.

FERRETTI, O. E. Áreas protegidas na Ilha de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. **ACTA Geográfica**, Boa Vista: v. 13, n. 31, 2019.

FERREIRA, T. O. ; OTERO, X. L.; NÓBREGA, G. N. Mangroves Along the Brazilian Coast. In: **The soils of Brazil**. [s.l.] Springer Nature, 2023.

FILGUEIRAS, T. S. *et al.* Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. **Cadernos de Geociências**, v. 12, n. 1, p. 39-43, 1994.

FLORIANÓPOLIS. Geoportal da Prefeitura Municipal de Florianópolis, 2022. Disponível em: <<https://geoportal.pmf.sc.gov.br/>>. Acesso em 29 de setembro de 2022.

FLORIANÓPOLIS. **Lei Complementar nº 482, de 17 de janeiro de 2014**. Plano Diretor do Município de Florianópolis. Disponível em: <http://leismunicipa.is/nmtr>. Acesso em: 24 jul. 2023.

FLORIANÓPOLIS. **Lei complementar nº 739, de 04 de maio de 2023**. Altera a lei complementar nº 482, de 2014 (Plano Diretor de Florianópolis) e consolida seu processo de revisão. Disponível em: <http://leismunicipa.is/0j7w8>. Acesso em: 24 jul. 2023.

HENNEMANN, M. C. **Mapeamento, Regeneração e Proteção da Cobertura Vegetal da Ilha de Santa Catarina – Florianópolis/SC**. 2021, 155 p. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/229784>. Acesso em: 30 mar. 2022.

HUTCHINGS, P. A. & SAENGER, P. **Ecology of mangroves**. University of Brisbane , Queensland Press, 388 p, 1987.

ICMBIO, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Rosário, R. P. G.; Abuchahla, G. M. O. Arcabouço legal de proteção aos manguezais. In: **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília: ICMBio, p. 75-84, 2018.

JIMÉNEZ, J. A. & SOTO, R. S. Patrones regionales en la estructura y composición florística de los manglares de la Costa Pacífica de Costa Rica. **Revta. Biol. Trop.**, 33(1): 25-37, 1985.

JIMENEZ, J. A. 1994. Los manglares del Pacífico de Centroamérica. Heredia, EFUNA. 352 p.

JIMÉNEZ, J. A. 1999. Ambiente, distribución y características estructurales en los manglares del Pacífico de Centro América: contrastes climáticos. In: YAÑES-ARANCIBIA, A & A. L. LARA-DOMINGUEZ, A L. (orgs.) Ecosistemas de Manglar en America Tropica. Xalapa, Instituto de Ecología, UICN/ORMA, p. 51-72.

JUNK, W. J. *et al.* Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**. v. 24, n. 1, p. 5–22, 2014.

KLEIN, Roberto Miguel, Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil. **Sellowia N. 36** – Anais Botânicos do Herbário “Barbosa Rodrigues”. Itajaí, 1984.

LAMBERTI, A. 1969. Contribuição ao conhecimento da ecologia das plantas de manguezal de Itanhaém. Bolm. Faculd. Filos., Ciênc. Let., USP, (317), Bot. (23): 1-317 p.

LINDSEY, R.; LUMPKIN, R.; JOHNSON, G.; THOMPSON, P.; SWEET, W. **Climate Change: Global Sea Level**. 2022. Eua: Climate.gov. Science & information for a climate smart-nation. Disponível em: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-sea-level>. Acesso em: jun. 2023.

LOVELOCK, Catherine E.; FELLER, Ilka C.; REEF, Ruth; *et al.* Mangrove dieback during fluctuating sea levels. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, 2017.

LOVELOCK, Catherine E.; FELLER, Ilka C.; REEF, Ruth; *et al.* Mangrove dieback during fluctuating sea levels. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, 2017.

MCIVOR, A.L.; Spencer, T.; Moller, I.; Spalding. M. The response of mangrove soil surface elevation to sea level rise. **The Nature Conservancy and Wetlands International**, n. 42, 59 p., 2013.

MCKEE K.L.; KRAUSS K.W.; CAHOON D.R. Does geomorphology determine vulnerability of mangrove coasts to sea-level rise? In: SIDIK F, FRIESS D.A. (eds)

**Dynamic sedimentary environments of mangrove coasts.** Amsterdam: Elsevier, p. 255-272, 2021.

MEDINA, E.; CUEVAS, E.; POPP, M.; *et al.* Soil Salinity, Sun Exposure, and Growth of *Acrostichum aureum*, the Mangrove Fern. **Botanical Gazette**, v. 151, n. 1, p. 41-49, 1990.

MENÉNDEZ, P.; LOSADA, I. J. TORRES-ORTEGA, S; NARAYAN, S.BECK, M. W. The Global Flood Protection Benefits of Mangroves. **Scientific Reports**. V. 10, 2020. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-61136-6>. Acesso em: 05 fev. 2020.

METZGER, J. O Código Florestal tem base científica? **Conservação e Natureza**, Curitiba: v.8, n.1, p. 92-99, 2010.

NEVES, J. **Uso da Terra e Urbanização dos Ambientes Costeiros na Ilha De Santa Catarina, SC, Brasil.** 364 p. Tese (doutorado em geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

NOGUEIRA, Tadeu Maia Portela; HENNEMANN, Mariana Coutinho; DE SOUZA, Kleber Isaac Silva; *et al.* Ecótonos de Manguezal na Ilha de Santa Catarina. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, v. 21, n. 11, p. 21760–21777, 2023.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de ecologia.** São Paulo: Cengage Learning, 2008. (Tradução da 5ª ed. Norte-americana).

PHAN, Linh K.; VAN THIEL DE VRIES, Jaap S.M.; STIVE, Marcel J.F. Coastal Mangrove Squeeze in the Mekong Delta. **Journal of Coastal Research**, v. 300, p. 233–243, 2015.

PHAN, Manh Hung; STIVE, Marcel J.F. Managing mangroves and coastal land cover in the Mekong Delta. **Ocean & Coastal Management**, v. 219, p. 106013, 2022.

PINHEIRO, M. V. DE A.; MOURA-FÉ, M. M.; FREITAS, E. M. DE N. OS ECOSISTEMAS DUNARES E A LEGISLAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA. **Geo UERJ**, v. 2, n. 24, 2013.

**Plano Municipal De Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Florianópolis.** Publicação digitalizada – pdf. Disponível em: <https://www.pmf.sc.gov.br/sistemas/pmma>. 2020.

REITZ, P. Q. Vegetação da Zona Marítima de Santa Catarina. **Sellowia**, v. 13, p. 17-115, 1961.

RICKLEFS, R. E.; SCHWARZBACH, Andrea E.; RENNER, S. S. Rate of Lineage Origin Explains the Diversity Anomaly in the World's Mangrove Vegetation. **The American Naturalist**, v. 168, n. 6, p. 805-810, 2006.

ROSOLEM, G. P. N.; NOGUEIRA, T. M. P. DA COSTA, L. C.; MOREIRA, A. R.; JUNIOR, G. J. V. B.; HEBERLE, D. A.; LOSS, A. Relações Edafoambientais de uma Hidrossequência em Ecótono de Manguezal na Ilha de Santa Catarina. **XXIII Congresso Latino-americano de Ciência do Solo (CLACS) e XXXVIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo (CBCS)**. Florianópolis, 2023.

ROVAI, André S.; TWILLEY, Robert R.; CASTAÑEDA-MOYA, Edward; *et al.* Global controls on carbon storage in mangrove soils. **Nature Climate Change**, v. 8, n. 6, p. 534–538, 2018.

SANTOS, A. L. G.; FURLAN, S. A. Quem ganha e quem perde com a falta de proteção aos manguezais? Aspectos da Resolução Conama nº303/2002. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 41, p. 1-16, 2021.

SANTOS, A. L. G.; FURLAN, S. A. A Importância do Apicum e sua Ocorrência em Barreirinhas – Ma. **Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Rio de Janeiro, 2022.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5.ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356p.

SARUBO, S. C.; LIGNON, M. C.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Monitoramento dos ecótonos entre manguezal e marisma e entre manguezal e vegetação de restinga. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. **Scielo books**. São Paulo: p. 108-115, 2015.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRON-MOLERO, G.; SOARES, M. L. G. Mangroves as indicators of sea level change in the muddy coasts of the world. In: **Proceedings in Marine Science**. [s.l.] Elsevier. p. 245–262, 2002.

SEHNEM, A. Pteridáceas. In: **Flora Ilustrada Catarinense**, Itajaí: 244p., 1972.

SILVEIRA, Y. G.; BONETTI, J. Assessment of the physical vulnerability to erosion and flooding in a sheltered coastal sector: florianópolis bay, **brazil**. **Journal of coastal conservation**, v. 23, n. 2, p. 303-314, 2018. Disponível em: <https://ppgoceano.paginas.ufsc.br/files/2017/08/silveira-bonetti.-2018.->

physicalvulnerability-of-a-sheltered-coastal-sector-min.pdf. Acesso em: 26 maio 2020.

SIMIONI, J. P. D.; GUASSELLI, L. A. Banhados: abordagem conceitual. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, n. 30, p. 33-47, 2017. Disponível em: <https://revistas.dee.spgg.rs.gov.br/index.php/boletim-geografico-rs/article/view/4009>. Acesso em 17 de jul de 2020.

SOUZA SOBRINHO, R.I. BRESOLIN A. KLEIN R.M. Os manguezais na Ilha de Santa Catarina. **Insula**, v.2, p. 1-21, 1969.

SOUZA, K. I. S. DE; CHAFFE, P. L. B.; PINTO, C. R. S. C. DE. Cartografia para análises ambientais: definição de áreas de preservação permanente de corpos hídricos naturais. In: LEITE, J. R. M.; BORATTI, L. V.; CAVEDON-CAPDEVILLE, F. S. (Org.). **Direito ambiental e geografia: relação entre geoinformação, marcos legais, políticas públicas e processos decisórios**, Rio de Janeiro: Lumen Juris, p. 151–199, 2020. Disponível em: <https://bdjur.stj.jus.br/jspui/handle/2011/155745>. Acesso em: 6 jun. 2023.

SOUZA, M.L.E.R.; FALKENBERG, D.B.; AMARAL, L.G.; FRONZA, M.; ARAUJO, A.C.; Sá, M.R. Vegetação do Pontal de Daniela, Florianópolis, SC, Brasil. I. Levantamento florístico e mapa fitogeográfico. **Insula**, v. 21, p. 87-117, 1992.

SOUZA, M.L.E.R.; FALKENBERG, D.B.; AMARAL, L.G.; FRONZA, M.; ARAUJO, A.C.; Sá, M.R. Vegetação do Pontal de Daniela, Florianópolis, SC, Brasil. I. Levantamento florístico e mapa fitogeográfico. **Insula**, v. 21, p. 87-117, 1991, 1992.

SOUZA, M. L. D.; FALKENBERG, D. de B.; AMARAL L. da G.; FRONZA M. Fitiosociologia do Manguezal do Rio Tavares (Ilha de Santa Catarina, Florianópolis-Brasil). **INSULA**. Florianópolis, n. 23, p. 99-119, 1994.

TEIXEIRA; P. C.; CAMPOS, D. V. B.; Pires, L. O. B. Sais Solúveis. In: TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G.. **Manual de métodos de análise de solo**. 3ª edição revista e ampliada. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 574p. p. 299-323.

THOM, B. G. Mangrove Ecology – A geomorphological perspective. In: **Mangrove ecosystems in Australia**: Structure, function and management. B. F. Clough (ed). Australian national University Press. Australia, p. 3-17, 1982.

TOMAZZOLI, E. R.; PELLERIN (IN MEMORIAM), J. Robert G. M.; HORN FILHO, Norberlo Olmiro. GEOLOGIA DA ILHA DE SANTA CATARINA, SANTA CATARINA, BRASIL. **Geosciences = Geociências**, v. 37, n. 4, p. 715–731, 2018.



TOMAZZOLI, E. R.; PELLERIN, J. R. G. M. **Mapa eológico da Ilha de Santa Catarina**. Universidade federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Departamento de Geociências, 2014. Disponível em: [https://lmo.ufsc.br/files/2014/08/geolog\\_ilha7.pdf](https://lmo.ufsc.br/files/2014/08/geolog_ilha7.pdf). Acesso em: 17 de jul. 2020.

TOMLINSON, P. Barry. **The Botany of Mangroves**. [s.l.]: Cambridge University Press, 2016.

TRINDADE, L. C. T. **Os manguezais da Ilha de Santa Catarina frente à antropização da paisagem**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós- Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 223p, 2009.

TWILLEY, Robert R; ROVAI, André S; RIUL, Pablo. Coastal morphology explains global blue carbon distributions. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 16, n. 9, p. 503–508, 2018.

VIDAL-TORRADO, P.; FERREIRA, T.O.; OTERO, X.L. *et al.* Pedogenetic processes in mangrove soils. In: , p. 27–56, 2010. **Biogeochemistry and pedogenetic process in saltmarsh and mangrove systems**.

WALTER, H. **Vegetation of the earth and ecological systems of the gosphere**. Springer, Berlin. 1973.

WARD, R. D.; DE LACERDA, L. D. Responses of mangrove ecosystems to sea level change. In: **Dynamic sedimentary environments of mangrove coasts**. [s.l.]: elsevier, p. 235-253, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-816437-2.00002-1>. Acesso em: 14 jul. 2023.

WEST, R. C. Tidal salt marsh and mangal formations of middle and South America. In: Chapman VJ (ed) **Ecosystems of the world**. Elsevier Scientific Publication, Amsterdam, pp 193–213, 1977.

West R.C. Mangrove swamps of the Pacific Coast of Colombia. **Ann Assoc Am Geogr** 46(1): 98–121, 1956.

YAO, Q.; COHEN. M.; LIU, K.; FAN, D.; *et al.* Mangrove expansion at poleward range limits in north and south america: late-holocene climate variability or anthropocene global warming? **Catena**, v. 216, 2022.

Doi:<https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106413>.



## 6 CAPÍTULO 2

### RELAÇÕES EDAFO-FLORÍSTICAS EM UM CONTINUUM MANGUEZAL-RESTINGA

#### RESUMO

Manguezais e áreas adjacentes fornecem importantes serviços ecossistêmicos às comunidades costeiras, sobretudo considerando as tendências atuais de mudanças climáticas e aumento do nível médio do mar. Contudo, mesmo com tal relevância ecológica sendo reconhecida pela legislação brasileira, esta vegetação litorânea tem sofrido com o avanço da urbanização, poluição e especulação imobiliária. Buscando fornecer subsídios técnico-científicos para uma efetiva delimitação e proteção desses ecossistemas, o presente trabalho realizou a caracterização fito-pedológica de um gradiente (hidrossequência): restinga, ecótono, manguezal, a fim de auxiliar circunstâncias de aplicação da tutela de Áreas de Preservação Permanente (Lei nº 12.651/2012). Para tanto, foi observada a transição lateral dos solos e da flora ao longo desta hidrossequência, em um ecótono localizado nas bordas internas do Manguezal do Rio Ratoles, à margem da Estação Ecológica de Carijós, na Ilha de Santa Catarina, Florianópolis-SC. Foram escolhidos quatro pontos para a descrição fitofisionômico-florística, bem como da morfologia e características dos solos: CJ-1 - ombro de cordão litorâneo sob vegetação de restinga arbórea primária bem drenada; CJ-2 - sopé de cordão litorâneo no limite da restinga arbórea primária inundável; CJ-3 - relevo plano ao meio da faixa de ecótono manguezal-restinga dominada por *Cladium mariscus*; e CJ-4 - relevo plano de bosque de mangue. Ao longo da hidrossequência, verificou-se uma mudança abrupta da classe de drenagem com a geomorfologia, passando de excessivamente drenado do ponto CJ-1, para muito mal drenado do ponto CJ-2 em diante. Isto se refletiu na mudança de horizonte superficial A fraco e subsuperficial com caráter espódico para horizontes superficiais hísticos com espessuras  $\geq 20\text{cm}$  e subsuperficiais gleis com profundidade variando em função do microrrelevo e/ou material de origem. Em laboratório, foi possível corroborar a mudança de vegetação no relevo plano com um aumento da salinidade e presença de material sulfídrico nos estratos superficiais dos solos no sentido CJ-1 para CJ-4. Deste modo, verificou-se que o ecótono manguezal-restinga, embora comumente recoberto por vegetação típica da restinga adjacente tolerante às condições geoquímicas daquele ambiente, integra o ecossistema manguezal, o que é corroborado pelos processos pedogenéticos e características físico-químicas do solo, enquadrando, portanto, os ecótonos de manguezal nos termos do inciso VII, do art. 4º, da Lei nº 12.651/2012, i.e., como Áreas de Preservação Permanente.

**Palavras-chave:** Pedologia; Ecótono; Vegetação Litorânea; Área de Preservação Permanente.

## ABSTRACT

Mangroves and adjacent areas provide important ecosystem services to coastal communities, especially considering the current trends of climate change and rising sea levels. However, even with such ecological relevance being recognized by Brazilian legislation, this coastal vegetation has suffered from the advance of urbanization, pollution and real estate speculation. Seeking to provide technical-scientific support for the effective delimitation and protection of these ecosystems, this study carried out a phyto-pedological characterization of a gradient (hydrosequence): restinga, ecotone, mangrove, in order to aid the circumstances in which the protection of Permanent Preservation Areas (Law No. 12.651/2012) is applied. To this end, the lateral transition of soils and flora was observed along this hydrosequence, in an ecotone located on the inner edges of the Ratonés River Mangrove, on the edge of the Carijós Ecological Station, on the island of Santa Catarina, Florianópolis-SC. Four points were chosen for the phytophysiognomic-floristic description, as well as the morphology and characteristics of the soils: CJ-1 - shoulder of the coastal cordon under well-drained primary arboreal restinga vegetation; CJ-2 - foot of the coastal cordon on the edge of the flooded primary arboreal restinga; CJ-3 - flat relief in the middle of the mangrove-restinga ecotone strip dominated by *Cladium mariscus*; and CJ-4 - flat relief of the mangrove forest. Throughout the hydrosequence, there was an abrupt change in drainage class with geomorphology, from excessively drained at point CJ-1 to very poorly drained from point CJ-2 onwards. This was reflected in the change from a weak superficial A horizon and subsurface horizons with a spodic character to hystic superficial horizons with thicknesses  $\geq 20$ cm and gley subsurface horizons with depths varying depending on the micro-relief and/or source material. In the laboratory, it was possible to corroborate the change in vegetation on the flat terrain with an increase in salinity and the presence of hydrogen sulphide in the surface strata of the soils from CJ-1 to CJ-4. In this way, it was found that the mangrove-restinga ecotone, although commonly covered by vegetation typical of the adjacent restinga that is tolerant of the geochemical conditions of that environment, is part of the mangrove ecosystem, which is corroborated by the pedogenetic processes and physical-chemical characteristics of the soil, thus fitting the mangrove ecotones under the terms of item VII of art. 4 of Law No. 12,651/2012, i.e. as Permanent Preservation Areas.

**Keywords:** Pedology; Ecotone; Restinga; Mangrove; Permanent Preservation Area.



## 6.1 INTRODUÇÃO

As Zona Costeiras (ZC), ocupadas pela maior parte da população do planeta e com tendência permanente ao adensamento populacional (Neumann, 2015), estão entre os territórios mais vulneráveis aos efeitos das Mudanças Climáticas (MC), tais como o aumento do nível médio do mar - NMM (Lindsay *et al.*, 2022).

Ecossistemas de manguezal resistem bravamente a esses efeitos, seja via sequestro e armazenamento de carbono (Rovai *et al.*, 2022), seja como “barreira física” frente à erosão costeira (Schaeffer- Novelli *et al.*, 2016; Ménedez, 2020), ou pela sua plasticidade em resposta ao aumento do NMM através de progradações dos bosques de mangue para faixas que atualmente correspondem ao supralitoral (Ellison, 1996; Ball, 1996; Mckee *et al.*, 2021).

Tais progradações rumo às feições de transição (ecótonos) entre os bosques de mangue e ecossistemas adjacentes ao manguezal são uma tendência para as próximas décadas no Sul do Brasil (Ward e De Lacerda, 2021; Yao *et al.*, 2022). Ecótonos de manguezal são, portanto, potenciais abrigos para novas áreas de bosques de mangue frente ao aumento do NMM (Schaeffer-Novelli *et al.*, 1999; Woodroffe *et al.*, 2016).

Em contrapartida, o tradicional modelo de expansão urbana nas planícies costeiras brasileiras poderá ser um fator limitante à acomodação dos referidos bosques em ambientes ecotonais, contribuindo para a compressão costeira e afogamento dos manguezais (Phan *et al.*, 2015; Phan e Stive, 2022). Vulnerabilidade esta já observada nas planícies costeiras da Ilha de Santa Catarina (ISC), em Florianópolis, Sul do Brasil (Ferretti, 2019; Neves, 2017), as quais vêm sofrendo com intenso processo especulativo urbano-imobiliário e ocupações em áreas de ecótonos manguezal-restinga (CECCA, 1997; Espinoza, 2008; Trindade\_2009), favorecidos, por sua vez, por lacunas técnico-normativas, mapeamentos e estudos insuficientes e diagnósticos ecológico-ambientais equivocados (Nogueira *et al.*, 2023).

Tendo em vista a pressão urbano-imobiliária sobre os ecótonos manguezal-restinga na ISC, bem como as projeções de aumento do NMM (CEPAL, 2016) e vulnerabilidade da região à erosão costeira (Silveira e Bonetti, 2018), este trabalho teve como objetivo realizar a caracterização fito-pedológica de um gradiente (hidrossequência): restinga; ecótono manguezal-restinga; bosque de mangue, a fim

de auxiliar no debate técnico-jurídico que discute a aplicação da tutela de Áreas de Preservação Permanente a ecótonos manguezal-restinga, de acordo com inciso VII, do art. 4º, da Lei nº 12.651/2012.

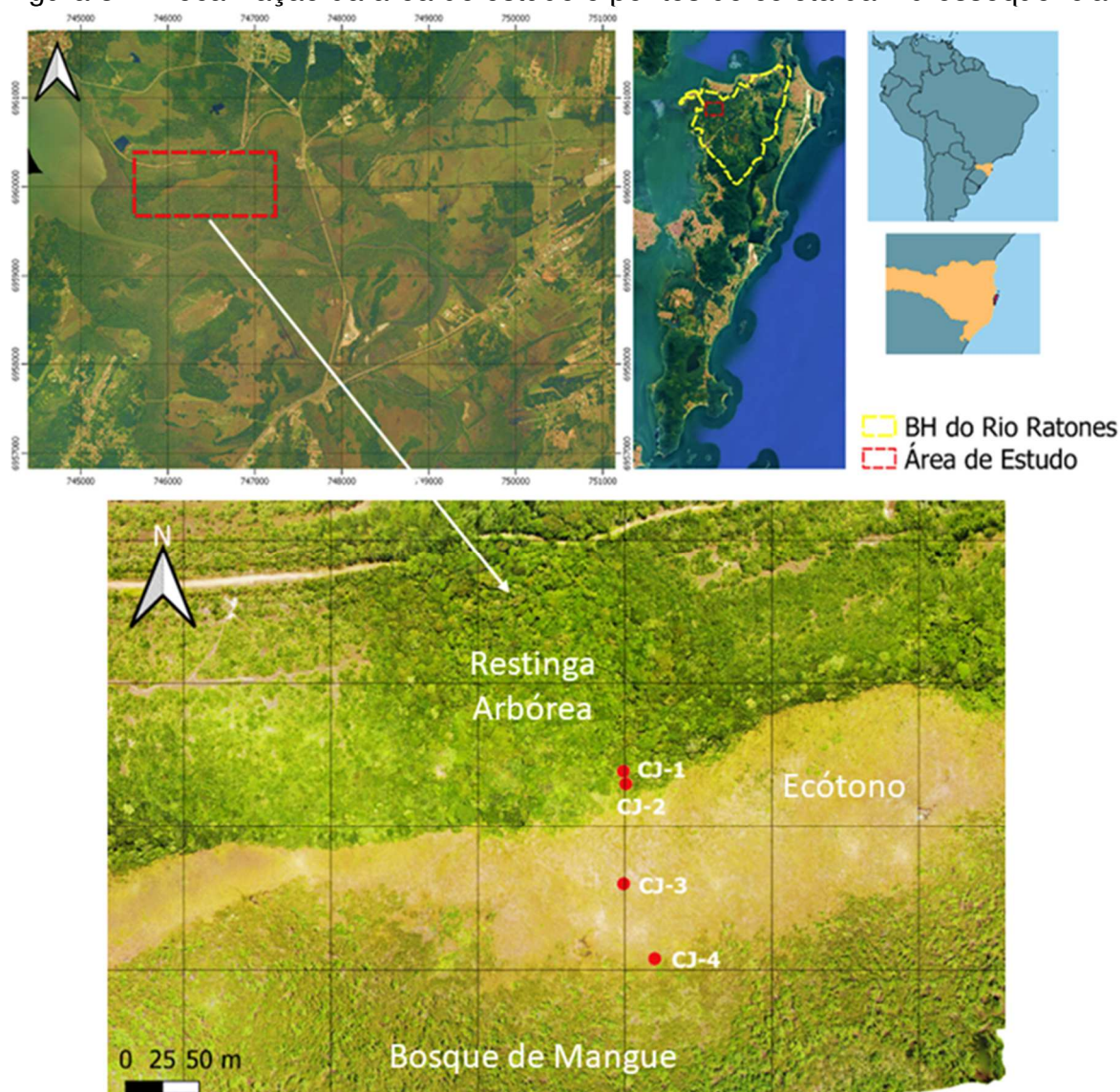
## 6.2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 6.2.1 Área de estudo

Após análise ambiental da paisagem, via fotointerpretação, bem como diversas visitas de campo a ecótonos de manguezal-restinga na ISC, entre outubro de 2019 e janeiro de 2022, a área de ecótono manguezal-restinga para estudo do gradiente fitoecológico-edáfico foi escolhida. O principal motivo foi a constatação de que, tanto a restinga arbórea, adjacente ao ecótono, quanto o ecótono e manguezal objetos de estudo, trata-se de ambientes pouquíssimos alterados por atividade antrópica, mantendo a integridade de seus aspectos e condições ecológico-ambientais, sendo a restinga de fisionomia arbórea ou Mata de Restinga (Falkenberg, 1999) da área em questão, certamente, um dos poucos remanescentes primários das planícies costeiras do Sul do Brasil.

A área de estudo do gradiente fitoecológico-edáfico está localizada na porção Norte da ISC, na Bacia Hidrográfica do Rio Ratonés, Planície de Jurerê, entre os limites Sul da Estação Ecológica de Carijós e a Estrada Antiga da Daniela (Figura 34).

Figura 32 - Localização da área de estudo e pontos de coleta da hidrossequência



Fonte: autor.

## 6.2.2 Coleta e análise de solos

Com base em fotointerpretações e avaliações em campo das fitofisionomias e comunidade florística, definiu-se uma hidrossequência com cerca de 180m entre a Restinga Arbórea da Daniela e o Manguezal do Rio Ratores, determinando-se quatro pontos para descrições morfológicas e coletas de solo, estes nominados, respectivamente, pela abreviatura de Carijós (CJ). Sendo assim, os pontos CJ-1, CJ-2, CJ-3 e CJ-4, representam, nesta ordem, as fitofisionomias e tipos topográficos que os dominam: Mata de Restinga não inundável sobre ombro de cordão litorâneo; Mata

de Restinga inundável sobre sopé de cordão litorâneo; Ecótono Manguezal-Restinga e Bosque de Mangue, os dois últimos em relevo plano e inundados.

Os solos foram descritos e coletados para análises laboratoriais através de trincheiras com até 60 cm de profundidade ou até o limite do lençol freático, se encontrado antes, e abaixo do nível de água foi utilizado um tubo de PVC a percussão. Em cada ponto foram coletadas as coordenadas, características da unidade de paisagem (fitofisionomia), além das descrições morfológicas e coleta dos solos nas profundidades de 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm e 30-40 cm. Todas as amostras foram devidamente identificadas e colocadas em sacos plásticos de polietileno de alta densidade. Estes por sua vez foram imediatamente acondicionados refrigerados em caixa térmica contendo gelo, até a chegada ao laboratório, onde as amostras permaneceram armazenadas à temperatura  $<4^{\circ}\text{C}$  até o início da preparação das amostras e ensaios no dia seguinte.

Em laboratório, as amostras foram primeiramente homogeneizadas dentro dos sacos plásticos. Posteriormente, foi preenchido 1/3 de um recipiente plástico de polietileno de 50ml, estéril, com solo, formando uma camada de aproximadamente de 10 a 15mm de espessura, para a leitura do pH incubação, seguindo o procedimento descrito por Creeper, Fitzpatrick e Shand (2012).

A primeira leitura do pH na proporção solo-água  $\leq 1:1$ , ou com o menor volume de água necessário para conseguir realizá-la com o eletrodo específico para semissólidos, foi feita em até 24h após a coleta. Após a leitura, os recipientes foram tampados e os mesmos solos foram mantidos úmidos em incubação por no mínimo nove semanas para a realização da segunda leitura de pH, sendo que algumas amostras permaneceram até 19 semanas para uma terceira leitura (Creeper e Fitzpatrick; Shand, 2012).

O restante dos solos contidos nos sacos plásticos foi à estufa com circulação de ar forçado a  $40^{\circ}\text{C}$ . Após secos, os solos foram destorroados e passados em peneiras de 2mm. O ensaio da condutividade elétrica dos solos foi realizado no extrato da pasta de saturação e os sais solúveis foram obtidos pela medição dos cátions e ânions do extrato aquoso (Teixeira; Campos; Pires, 2018).

As pastas de saturação foram feitas adicionando água destilada por meio de uma bureta graduada em uma massa de solo seco, previamente determinada, até apresentar aspecto brilhante ou espelhante. O volume adicionado de água até essa

condição foi anotado para o posterior cálculo dos sais solúveis e as pastas foram deixadas em repouso por uma noite. Os extratos foram extraídos na manhã seguinte com a filtração das pastas em funil de Buckner contendo filtro de papel Whatman nº2 e com auxílio de bomba de vácuo.

Os extratos coletados tiveram a condutividade elétrica determinada em condutivímetro de bancada previamente calibrado. Os extratos foram novamente filtrados em filtros com abertura de 0,45µm e os ânions determinados em cromatógrafo líquido iônico DIONEX 5000, no Laboratório Integrado de Meio Ambiente da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Já os cátions sódio (Na) e potássio (K) foram determinados em fotômetros de chama, enquanto cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foram determinados em Espectrofotômetro de Absorção Atômica, ambos no Laboratório de Solos, Água e Tecidos Vegetais da UFSC.

Os solos foram classificados sempre que possível até o nível de sub-grupo do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos *et al.*, 2018), com base nas descrições morfológicas de campo e os resultados das análises de pH, condutividade elétrica e sais solúveis. A partir da análise integrada dos dados, foi construído o modelo conceitual descritivo da relação solo-paisagem para ilustrar a distribuição espacial das principais camadas e/ou horizontes, materiais dos solos ácidos sulfatados, nível d'água e demais características dos solos e da paisagem (Fritsch; Fitzpatrick, 1994; Fitzpatrick; Shand; Mosley, 2017).

### **6.2.3 Levantamento e análise da cobertura vegetal**

O levantamento florístico de cada fitofisionomia foi realizado através do método expedito do caminhamento (Filgueiras, 1994), utilizando-se leituras qualitativas para o levantamento das espécies vegetais. Todas as áreas com paisagem aparente de ecótonos manguezal-restinga previamente identificadas nas foto-interpretações foram integralmente percorridas, entre outubro de 2019 e fevereiro de 2023, em expedições de campo, via incursões de barco ou acessos por terra, no intuito de se fazer um levantamento qualitativo da composição florística e definir os limites entre os ecótonos manguezal-restinga, sujeitos a inundações pelas marés, os bosques de mangue e as formações vegetacionais de restinga: pântanos de água doce (banhados de restinga), restinga arbustivo-arbórea.

De acordo com Filgueiras (1994), o método expedito do caminhamento é direcionado a avaliações fitoecológicas com recursos limitados, sendo, portanto, simples e de fácil aplicação. Tal direcionamento vai ao encontro do fundamento do presente trabalho, que objetiva munir o profissional que irá realizar procedimentos de autorização, licenciamento, estudos, laudos, pareceres e fiscalização, de elementos técnico-conceituais que dêem melhores condições de precisão quando da caracterização de ecótonos de manguezal.

### 6.3 RESULTADOS

#### **6.3.1 CJ-1 – Neossolo Quartzarênico Órtico espodossólico – Mata de Restinga não Inundável**

Os solos no ombro dos cordões litorâneos são de textura areia ao longo de todo o perfil. O horizonte superficial possui cores claras, com alto valor e baixo croma, espessura reduzida e estrutura predominante em grão simples. Isso permite inferir um baixo conteúdo de carbono orgânico, que conjuntamente com a espessura e a cor, caracteriza-o como um horizonte superficial A fraco, com transição ondulada e clara. Neste mesmo horizonte, foram verificadas duas conchas de moluscos bivalves, no processo de peneiração para se obter a terra fina seca ao ar.

O horizonte subsuperficial, imediatamente abaixo do A, possui textura areia e cores escuras, com baixo valor e croma, compatíveis com diagnóstico de horizonte B espódico humilúvico. Contudo, devido à ausência de um horizonte E acima, bem como de investigações mais profundas nos cordões litorâneos sequentes e análises laboratoriais mais específicas, não é possível afirmar como um processo de iluviação e transformação de matéria orgânica com alumínio. Deste modo, caracterizou-se este horizonte como C com caráter espódico e transição ondulada e clara, embora se admita, devido à posição na paisagem, que esse caráter espódico esteja ocorrendo devido ao fluxo lateral de água no *pedon*.

O horizonte C em sequência possui textura areia e cores bruno amareladas, com valores e cromas mais elevados, sem nenhuma evidência de feição redoximórfica. A diferença de cota entre a superfície no ombro do cordão e o lençol freático no sopé permite afirmar que não há influência do lençol freático diretamente



e restrições na drenagem, de forma que os solos são excessivamente drenados. Com base nessas características, os solos são classificados como Neossolo Quartzarênico Órtico espodossólico.

Quanto aos aspectos químicos das camadas analisadas, o solo apresenta baixa condutividade elétrica em todas as camadas e, conseqüentemente, baixo teor de cátions e ânions solúveis. Observou-se maiores valores da condutividade elétrica nas camadas superficiais com tendência de diminuição em profundidade, que se reflete no mesmo comportamento em relação aos íons solúveis, como mostra a tabela 3, a seguir.

Tabela 8 - Relação do pH, condutividade elétrica na pasta saturada e a concentração dos sais solúveis para as camadas do Neossolo Quartzarênico Órtico espodossólico sob Mata de Restinga Não Inundável.

Prof. (cm)	T	pH <1:1		C.E (dS/m)	Cátions solúveis (cmol.c . L <sup>-1</sup> )					Ânions solúveis (cmol. c . L <sup>-1</sup> )				
		t <sub>0</sub>	t <sub>9,19</sub>		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	RAS	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-2</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>
0 - 5	A	5,06	4,92	0,61	0,04	0,04	0,04	0,04	0,13	0,06	0,00	0,00	0,01	0,00
5 - 10	A	4,84	3,70	0,56	0,13	0,13	0,13	0,13	0,07	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00
10 - 20	A	4,62	3,50	0,39	0,01	0,01	0,01	0,01	0,14	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00
20 - 30	A	5,76	5,36	0,24	0,01	0,01	0,01	0,01	0,10	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
30 - 40	A	7,28	5,80	0,13	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Prof.: profundidade; C.E: condutividade elétrica; T: Textura tátil; A: areia; RAS: relação de adsorção de sódio.

Fonte: autor.

Este comportamento pode estar relacionado a dois fatores: a maior concentração de matéria orgânica nos horizontes superiores, que possui maior capacidade de adsorção dos íons que a matriz quartzosa; e deposição de sais do spray marinho juntamente com a frente de infiltração de água. A concentração de sais solúveis neste ambiente foi a menor de toda a hidrossequência. Como pode ser observado na Tabela 1, a maior concentração de cátion foi de sódio, na camada de 5 a 10 cm, com  $0,13 \text{ cmol.c.L}^{-1}$ , enquanto a maior concentração de ânion foi de cloreto, na camada de 0 a 5 cm, com  $0,06 \text{ cmol.c.L}^{-1}$ . A relação de adsorção de sódio (RAS) em relação a cálcio e magnésio é baixa, sendo menor que 0,15 em todas as camadas analisadas.

Quanto ao pH, os valores medidos antes da incubação indicam que as camadas mais superficiais entre 0 a 20 cm apresentam maior acidez que as inferiores. As camadas com maior acidez ativa são coincidentes com os horizontes A e C com caráter espódico, os quais apresentam provável maior teor de matéria orgânica. Os valores pós-incubação não obtiveram variação significativa, com exceção das camadas de 5 – 10; 10 – 20 e 30 – 40 cm, que tiveram decréscimo de mais de uma unidade de pH, não estando, portanto, associadas a um regime de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos *et al.*, 2018), o qual somente admite presença significativa de material sulfídrico quando se constata  $\text{pH} < 4$  em incubação.

Assim, por não estarem associados a um regime redutor, esta redução do pH não deve estar atrelada a oxidação de minerais contendo enxofre inorgânico reduzido. A hipótese mais provável é que a medição do pH inicial antes da incubação tenha sido realizada com excesso de água, uma vez que os valores de pH final, muito ácidos, são compatíveis com horizontes espódicos e horizontes superficiais de outras Mata de Restinga Não Inundável na Ilha de Santa Catarina (Rosolem, 2024; Heberle, 2012).

Quanto à flora e a fitofisionomia associada a este solo, observou-se no estrato arbóreo o domínio de *Handroanthus pulcherrimus*, *Pera glabrata*, *Ficus organensis*, *Calophyllum brasiliense*, *Syagrus romanzoffiana*, *Ficus guaratinica*, *Ocotea pulchella*, *Matayba guianensis*, *Miconia pusilliflora*, *Abarema langsdorfii*, *Ilex theezans*.

No sub-bosque ocorre com destacada frequência e dominância *Geonoma schottiana*, mas também se observou: *Ilex theezans*, *Cyathea atrovirens*, *Byrsonima ligustrifolia*, *Alchornea triplinervia*, *Psidium cattleianum*, *Erythroxylum amplifolium*,

*Myrcia splendens*, *M. multiflora*, *Eugenia astringens*, *Myrciaria floribunda*, *Myrsine coriacea*, *Clusia criuva*.

Já no denso estrato herbáceo foram observadas as seguintes espécies: *Blechnum brasiliense*, *Rumohra adiantiformis*, *Heliconia velloziana*, *Peperomia glabella*. Além de extensos tapetes espinhosos de *Aechmea ornata*, *Bromelia antiacantha*, *Nidularium innocentii*.

### **6.3.2 CJ-2 – Neossolo Quartzarênico Hidromórfico organossólico – Mata De Restinga Inundável**

No sopé do cordão litorâneo, as condições de umidade mudam bruscamente juntamente com o relevo, com os solos apresentando uma sequência de horizontes do tipo H – C. Neste ponto, o lençol freático foi observado em 17cm de profundidade. Os horizontes superficiais dos solos são do tipo orgânicos, formados por horizonte hístico em superfície com textura fíbrica, coloração bruno muito escura, mudando em profundidade para textura hêmica, coloração preta, ambos ligeiramente plásticos e ligeiramente pegajosos. A formação de horizontes orgânicos está associada ao regime muito mal drenado, no qual a constância do lençol freático torna o ambiente anóxico.

Na ausência de oxigênio, a mineralização da matéria orgânica passa a ser realizada por microrganismos anaeróbicos facultativos e estritos. Essa via metabólica não é tão eficiente energeticamente e a taxa de decomposição nessa condição passa ser mais lenta, quando comparada a condições óxidas e aeróbicas. Assim, a taxa de deposição de material orgânico pode ser maior que a taxa de mineralização, e o material parcialmente decomposto passa a acumular.

Seguido aos horizontes hísticos, tem-se horizonte mineral CA com textura areia, de coloração predominante brunada, porém sem estrutura (grão simples). A nomeação deste horizonte como transicional se deu pela coloração, elevada atividade radicular e provável teor de matéria orgânica. Neste horizonte ainda se observam mesclas de áreas com maior teor de matéria orgânica, em função da própria atividade radicular, contudo ainda permanecendo como mineral. Subsequente ao horizonte CA, tem-se um horizonte C de coloração bruno amarelada clara, textura areia, grão simples, e muito similar ao horizonte C<sub>2</sub> do ombro do cordão.

Em relação aos aspectos químicos das camadas superiores (Tabela 4), observa-se que, com exceção da camada 0 – 5cm, todas as camadas possuem pH maior ou igual 6,5. Estes valores próximos à neutralidade são comuns para solos fortemente reduzidos. Estes mesmos horizontes tiveram decréscimos de 0,5 a 1,2 unidades de pH, porém nenhum atingiu valores de pH menores que 4,0. Tais características, juntamente com a posição na paisagem e os processos pedogenéticos, indicam que estes solos podem estar expostos a agentes redutores, que permitem caracterizar estas camadas como hiposulfídricas.

Tabela 9 - Relação do pH, condutividade elétrica na pasta saturada e a concentração dos sais solúveis para as camadas do Neossolo Quartzarênico Hidromórfico organossólico sob Mata de Restinga Inundável.

Prof. (cm)	T	pH <1:1		C.E (dS/m)	Cátions solúveis (cmol.c . L <sup>-1</sup> )					Ânions solúveis (cmol.c . L <sup>-1</sup> )				
		t <sub>0</sub>	t <sub>9-19</sub>		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	RAS	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-2</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>
0 - 5	O	4,05	3,73	1,81	2,85	0,02	0,96	0,30	0,80	0,78	0,00	0,00	0,33	1,53
5 - 10	O	6,52	5,36	1,09	1,96	0,01	0,34	0,09	0,34	0,49	0,01	0,00	0,17	0,09
10 - 20	O	6,46	5,92	1,23	0,47	0,01	0,20	0,04	0,41	0,37	0,00	0,00	0,10	0,01
20 - 30	O	6,82	6,27	0,92	0,50	0,01	0,11	0,02	0,22	0,25	0,00	0,00	0,14	0,00
30 - 40	A	7,03	5,87	0,87	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,09	0,00

Prof.: profundidade; C.E: condutividade elétrica; T: Textura tátil; O: orgânica; A: areia; RAS: relação de adsorção de sódio

Fonte: autor.

Quanto à condutividade elétrica, observa-se que os valores apresentam uma tendência de aumento em profundidade – comportamento oposto ao observado nas Mata de Restinga Inundável e Não Inundável. Com exceção da camada 5 – 10, que é muito pouco salina, todas as demais são consideradas ligeiramente salinas (SOIL SURVEY STAFF. 1993), apresentando valores entre 4,7 a 7,24 dS/m. Ainda, as camadas 5-10, 10-20 e 20-30 cm possuem caráter salino, enquanto a camada 30-40 cm, caráter sálico.

A concentração dos sais solúveis apresentou uma tendência inversamente proporcional ao valor da condutividade elétrica, sendo maior nos horizontes com menor valor de condutividade. Ao mesmo tempo, a concentração dos sais foi proporcional à porcentagem de saturação para obter o extrato. Estes fatos estão associados a maior retenção de água pelos horizontes orgânicos em relação aos horizontes minerais e sua elevada capacidade de troca catiônica. Isto faz com que seja necessário um maior volume de água para a obtenção da pasta de saturação e que conseqüentemente consegue solubilizar maior quantidade de íons que estejam

adsorvidos a estas partículas sólidas orgânicas. Já a tendência de diminuição da concentração de sais mesmo no caso de todas as camadas serem orgânicas estão associadas ao incremento da proporção mineral e diminuição do teor de carbono orgânico em profundidade.

Neste perfil, observa-se que a concentração dos cátions solúveis são altos e apresentam tendência de diminuição em profundidade. Em todas as camadas o cálcio possui a maior concentração entre os cátions, com o maior valor  $24,7 \text{ cmol.c.L}^{-1}$  e menor de  $6,1 \text{ cmol.c.L}^{-1}$ , na camada de 5 – 10 cm e 30 – 40 cm, respectivamente. Já os valores de sódio são altos quando comparados com a Mata de Restinga Inundável, com valores entre 2,45 a  $7,54 \text{ cmol.c.L}^{-1}$ , mas ainda são menores que os valores de cálcio. A relação de adsorção de sódio tem um incremento em relação aos pontos anteriores da hidrossequência com valores de 1,39 a 2,03. Em consequência do aumento da RAS, houve um incremento na saturação por sódio com os valores entre 2,4 a 3,4%, mas insuficiente para serem diagnósticos de caráter solódico.

Com relação aos ânions, o cloreto apresenta a maior concentração entre todos analisados. Observa-se que o cloreto possui concentração e tendência similar à do cátion sódio, tendo sua concentração em uma proporção próxima a 1:1 nas camadas de 0-5 e 5-10 cm, contudo, em profundidade sua concentração começa a ser levemente inferior.

Por outro lado, o sulfato solúvel possui valores mais altos que nas Matas de Restinga, porém não apresenta tendência clara de comportamento em profundidade. Este comportamento errático pode estar relacionado à maior complexidade do ciclo biogeoquímico do enxofre em ambientes anóxicos por ser um dos aceptores de elétrons no metabolismo anaeróbico estrito. Isto é corroborado pelo fato destas camadas serem hiper e hiposulfídricas.

### **6.3.3 CJ-3 – Organossolo Tiomórfico Fíbrico Salino – Ecótono Manguezal-Restinga**

Do sopé do cordão em direção ao centro do ecótono manguezal-restinga, a variação de relevo é muito sutil, sendo percebida apenas pelo aumento do nível de água. No centro da hidrossequência já se observa um espelho d'água de cerca de 7 centímetros. Neste local, o desenvolvimento de vegetação herbácea e subarborescente

gera um aporte rápido e elevado de material orgânico ao solo, que associadas às condições muito mal drenadas, são favoráveis para formação de solos orgânicos. Isso se refletiu na classificação de Organossolo Tiomórfico Fíbrico Salino no ponto CJ-3.

Este solo apresentou uma sequência de horizontes hísticos que alternavam a quantidade de fibras em função da alta densidade de raízes, totalizando uma profundidade de 55 cm. Contudo, cabe destacar que em função de ter sido coletado com um tubo a percussão, pode ter havido compressão do material orgânico e a profundidade ser superior. A coloração destes horizontes variou de bruno muito escura a bruno escura, com maior incremento de material mineral em profundidade.

Abaixo dos horizontes orgânicos, se verificou sequência de horizontes CA - C, ambos de estrutura maciça, muito plásticos e muito pegajosos, de textura média a argilosa. O horizonte CA possui coloração bruno acinzentado, enquanto os demais horizontes C, cinzentos. Nos horizontes C ocorrem pequenas variações de textura, porém sem mudanças significativas de cores. Todos os horizontes minerais são fortemente reduzidos e diagnósticos para horizontes glei.

No aspecto químico, todas as camadas possuem pH inicial próximo da neutralidade, variando entre 6,12 a 7,24, compatíveis com solos fortemente reduzidos. Após o período de incubação, as camadas 10 – 20 e 20-30 apresentaram pH menor que 4,0, condições diagnósticas para materiais sulfídricos (SANTOS *et al.*, 2018) e hipersulfídricos. Mesmo que não tenham atingido valores de pH após incubação suficiente para diagnóstico de material sulfídrico no SIBCS (SANTOS *et al.*, 2018), as demais camadas tiveram decréscimos de 1,5 a 3,0 unidades de pH, principalmente a camada 30 – 40, o que permitem classificá-las ao menos como hiposulfídricas (ISBELL; NCST, 2021).



Tabela 10 - Relação do pH, condutividade elétrica na pasta saturada e a concentração dos sais solúveis para as camadas do Organossolo Tiomórfico Fíbrico salino sob Ecótono Manguezal-Restinga.

Prof. (cm)	T	pH <sub>&lt;1:1</sub>		C.E (dS/m)	Cátions solúveis (cmol.c . L <sup>-1</sup> )					Ânions solúveis (cmol.c . L <sup>-1</sup> )				
		t <sub>0</sub>	t <sub>9-19</sub>		Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	RAS	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-2</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>
0 - 5	O	6,79	4,78	4,27	17,6	2,02	5,36	0,18	1,71	5,65	0,01	0,05	3,64	0,19
5 - 10	O	6,12	4,63	3,40	24,7	2,84	7,54	0,18	2,03	7,20	0,00	0,01	2,57	0,07
10 - 20	O	6,97	3,20	6,50	11,6	1,33	4,23	0,17	1,67	2,87	0,00	0,01	5,33	0,00
20 - 30	O	6,47	3,82	6,69	8,64	0,99	3,15	0,15	1,44	2,49	0,00	0,00	3,96	0,00
30 - 40	O	7,24	4,13	7,23	6,11	0,07	2,45	0,11	1,39	1,67	0,00	0,01	2,93	0,00

Prof.: profundidade; C.E: condutividade elétrica; T: Textura tátil; O: orgânica; RAS: relação de adsorção de sódio

Fonte: autor.

Quanto à condutividade elétrica, observa-se que os valores apresentam uma tendência de aumento em profundidade – comportamento oposto aos observados nas Mata de Restinga Inundável e Não Inundável. Com exceção da camada 5 – 10, que é muito pouco salina, todas as demais são consideradas ligeiramente salinas (SOIL SURVEY STAFF, 1993), apresentando valores entre 4,7 a 7,24 dS/m. Ainda, as camadas 5-10, 10-20 e 20-30 possuem caráter salino, enquanto a camada 30-40, caráter sálico.

A concentração dos sais solúveis apresentou uma tendência inversamente proporcional ao valor da condutividade elétrica, sendo maior nos horizontes com menor valor de condutividade. Ao mesmo tempo, a concentração dos sais foi proporcional à porcentagem de saturação para obter o extrato. Estes fatos estão associados a maior retenção de água pelos horizontes orgânicos em relação aos horizontes minerais e sua elevada capacidade de troca catiônica. Isto faz com que seja necessário um maior volume de água para a obtenção da pasta de saturação e que conseqüentemente consegue solubilizar maior quantidade de íons que estejam adsorvidos a estas partículas sólidas orgânicas. Já a tendência de diminuição da concentração de sais mesmo no caso de todas as camadas serem orgânicas está associada ao incremento da proporção mineral e diminuição do teor de carbono orgânico em profundidade.

Neste perfil (Tabela 5), observa-se que a concentração dos cátions solúveis são altos e apresentam tendência de diminuição em profundidade. Em todas as camadas o cálcio possui a maior concentração entre os cátions, com o maior valor 24,7 cmol.c L<sup>-1</sup> e menor de 6,1 cmol.c.L<sup>-1</sup>, na camada de 5 – 10cm e 30 – 40cm,

respectivamente. Já os valores de sódio são altos quando comparados com a Mata de Restinga Inundável, com valores entre 2,45 a 7,54 cmol.c. . L-1, mas ainda são menores que os valores de cálcio. A relação de adsorção de sódio tem um incremento em relação aos pontos anteriores da hidrossequencia com valores de 1,39 a 2,03. Em consequência do aumento da RAS, houve um incremento na saturação por sódio com os valores entre 2,4 a 3,4%, mas insuficiente para serem diagnósticos de caráter solódico.

Com relação aos ânions, o cloreto apresenta a maior concentração entre todos analisados. Observa-se que o cloreto possui concentração e tendência similar a do cátion sódio, tendo sua concentração em uma proporção próxima a 1:1 nas camadas de 0-5 e 5-10, contudo em profundidade sua concentração começa a ser levemente inferior.

Por outro lado, o sulfato solúvel possui valores mais altos que nas Matas de Restinga, porém não apresenta tendência clara de comportamento em profundidade. Este comportamento errático pode estar relacionado à maior complexidade do ciclo biogeoquímico do enxofre em ambientes anóxicos por ser um dos aceptores de elétrons no metabolismo anaeróbico estrito. Isto é corroborado pelo fato destas camadas serem hiper e hiposulfídricas.

#### **6.3.4 CJ-4 – Gleissolo Tiomórfico Hístico sódico – Bosque de Mangue**

A partir do centro do ecótono a franja interna do bosque de mangue, verifica-se que as condições de drenagem melhoram sutilmente com pequeno aumento de cota entre os dois pontos. No bosque de mangue (CJ-4), fortemente dominado por *Laguncularia racemosa*, além da presença mais esparsa de *Acrostichum danaeifolium*, *Annona glabra* e aglomerados de *Spartina densiflora*, as condições de drenagem ainda são muito mal drenadas e o lençol freático foi verificado a 5 cm de profundidade. Estas condições ainda permitem o desenvolvimento de horizontes superficiais hísticos (orgânicos), porém com espessuras reduzidas e insuficientes para serem diagnósticas de solos orgânicos. Verificou-se uma sequência de horizontes H – CA – C, muito similar ao centro do ecótono, diferenciando pela menor espessura dos horizontes orgânicos e horizontes minerais com textura mais grossa.

Os horizontes hísticos apresentam textura fíbrica, coloração bruno muito escura, com maior incremento de material mineral em profundidade e transição abrupta. Já o horizonte CA apresenta textura franco arenosa, estrutura maciça, bruno escuro, com aparente elevado teor de matéria orgânica, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso, com transição abrupta. O horizonte C subsequente apresenta textura areia franca, cor bruno acinzentado, estrutura com aparência de maciça, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso e transição clara. Por fim, o último horizonte C observado é cinzento, estrutura maciça, textura média (franco arenosa ou mais fina), plástico e pegajoso.

Os horizontes minerais C são fortemente reduzidos e diagnósticos para horizonte glei, com exceção do horizonte CA que em função do conteúdo mais elevado de matéria orgânica a coloração não atende os critérios. Cabe destacar que em todos os horizontes se observam abundante atividade radicular, mas nos horizontes minerais as raízes são predominantemente finas a muito finas. Em função do horizonte hístico com espessura de 20cm, horizonte mineral com textura média e material sulfídrico, este ponto foi classificado como Gleissolo Tiomórfico Hístico sódico.

No aspecto químico, todas as camadas analisadas são fortemente salinas com condutividade elétrica entre 24 a 37 dS.m<sup>-1</sup>, possuindo caráter sálico. Assim como no ponto CJ-3, a condutividade elétrica possui uma tendência de aumento em profundidade, que também se refletiu em um comportamento análogo pelos sais solúveis. Diferentemente dos pontos anteriores, o sódio é o cátion com maior concentração, superior até mesmo que o cálcio em todas as camadas.

As concentrações de sódio solúvel foram muito elevadas com valores entre 32 a 38 cmol.c.L<sup>-1</sup> nos horizontes orgânicos e 9 a 15 cmol.c.L<sup>-1</sup>, nos horizontes minerais. A maior concentração também resultou em valores da relação de adsorção de sódio (RAS) muito superiores aos demais pontos, com valores entre 4 a 12. Por consequência, os valores estimados para saturação por sódio (PSS) foram de 8 a 20,5% e assim as camadas de 5 – 10 e 10 – 20 cm foram diagnósticas para caráter sódico e as demais para caráter solódico. Observa-se que os valores de magnésio nas camadas orgânicas são levemente inferiores as mesmas profundidades no ponto CJ-3 ao passo que os valores de potássio e cálcio são superiores.

Em relação aos ânions, os valores de cloreto são muito altos nas camadas orgânicas, com valores entre 45 a 47  $\text{cmol.c.L}^{-1}$ , apresentando tendência de diminuição em profundidade. A proporção sódio para cloreto solúvel é menor que 0,85 em todas as camadas. Por outro lado, o sulfato continua sendo o segundo ânion com maior concentração, porém diferentemente do cloreto não apresenta aumento significativo em relação ao ponto CJ-3. Observa-se também que não existe uma relação de comportamento claro entre a concentração do sulfato com a profundidade.

No que se refere ao pH, assim como no CJ-3, todas as camadas possuem pH inicial próximo da neutralidade, variando entre 6,0 a 7,0, compatíveis com solos fortemente reduzidos. Após o período de incubação, somente a camada 30-40 cm apresentou pH menor que 4,0, logo diagnóstico de materiais sulfídricos. As demais camadas tiveram decréscimos de 1,0 a 2,1 unidades de pH, principalmente a camada 10 – 20 e 20 – 30 cm que atingiram valores de pH entre 4 e 5 (Tabela 6). Desta forma, estas últimas podem ser classificá-las ao menos como hiposulfídricas (ISBELL; NCST, 2021).

Tabela 11- Relação do pH, condutividade elétrica na pasta saturada e a concentração dos sais solúveis para as camadas do Organossolo Tiomórfico Fíbrico Salino sob bosque de mangue.

Prof. (cm)	T	pH $<1:1$		C.E (dS/m)	Cátions solúveis ( $\text{cmol.c} \cdot \text{L}^{-1}$ )					Ânions solúveis ( $\text{cmol.c} \cdot \text{L}^{-1}$ )				
		$t_0$	$t_{9-19}$		$\text{Ca}^{+2}$	$\text{Mg}^{+2}$	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	RAS	$\text{Cl}^-$	$\text{NO}_2^{-2}$	$\text{NO}_3^{-2}$	$\text{SO}_4^{-2}$	$\text{PO}_4^{-3}$
0 - 5	O	6,34	5,31	24,08	29,2	1,84	32,2	1,15	8,18	47,4	0,05	0,02	4,20	0,05
5 - 10	O	6,01	5,33	24,15	25,1	1,59	32,8	0,79	8,97	45,2	0,03	0,01	4,19	0,02
10 - 20	O	6,02	4,85	29,88	18,8	1,19	38,4	0,67	12,1	47,3	0,05	0,01	5,56	0,00
20 - 30	FA	6,67	4,55	33,44	5,94	0,37	14,9	0,26	8,39	17,5	0,02	0,00	2,09	0,00
30 - 40	AF	7,01	2,83	36,93	6,62	0,21	8,85	0,13	4,79	11,4	0,01	0,00	1,17	0,00

Prof.: profundidade; C.E: condutividade elétrica; T: Textura tátil; O: orgânica; FA: franco arenosa; AF: areia franca  
RAS: relação de adsorção de sódio

Fonte: autor.

A tabela 7 correlaciona a flora e fitofisionomias dos quatro pontos com as respectivas classificações dos solos. CJ-1 (Mata de Restinga não Inundável) e CJ-2 (Mata de Restinga Inundável) apresentam estratificações semelhantes (estrato arbóreo, sub-bosque e estrado herbáceo), tendo em CJ-1 maior diversidade de espécies.

Tabela 12 - Relações entre as classificações do solo e as fitofisionomias e florística dos pontos de coleta.

<b>Pontos de Coleta</b>	<b>Cj-1</b>	<b>Cj-2</b>	<b>Cj-3</b>	<b>Cj- 4</b>
<b>Classificação do Solo</b>	Neossolo Quartzarênico Órtico Espodossólico	Neossolo Quartzerenico Hidromórfico Organossólico	Organossolo Tiomórfico Fíbrico Salino	Gleissolo Tiomórfico Hístico Sódico
<b>Fitofisionomia</b>	Mata de Restinga Não Inundável	Mata de Restinga Inundável	Ecótono	Bosque de Mangue
<i>Cladium mariscus</i>	-	-	✓	-
<i>Acrostichum danaeifolium</i>	-	✓	-	✓
<i>Spartina densiflora</i>	-	-	✓	✓
<i>Laguncularia racemosa</i>	-	-	✓	✓
<i>Bacharis Singularis</i>	-	✓	✓	✓
<i>Solanum pseudocapsicum</i>	-	-	✓	-
<i>Dalbergia ecastaphyllum</i>	-	✓	✓	-
<i>Myrsine coriacea</i>	✓	✓	✓	✓
<i>Annona glabra</i>	-	-	✓	✓
<i>Myrsine parvifolia</i>	-	✓	✓	✓
<i>Clusia parviflora</i>	✓	✓	-	-
<i>Schinus terebinthifolius</i>	-	✓	✓	-
<i>Mimosa bimucronata</i>	-	✓	✓	✓
<i>Abarema langsdorffii</i>	✓	-	✓	✓
<i>Byrsonima ligustrifolia</i>	✓	-	-	-
<i>Alchornea triplinervia</i>	✓	-	-	-
<i>Handroanthus</i>	✓	✓	-	-
<i>Geonoma schottiana</i>	✓	-	-	-
<i>Cyathea atrovirens</i>	✓	-	-	-
<i>Ilex theezans</i>	✓	-	-	-
<i>Aechmea ornata</i>	✓	✓	-	-
<i>Bromelia atiacantha</i>	✓	✓	-	-
<i>Erythroxylum amplifolium</i>	✓	-	-	-
<i>Eugenia astringens</i>	✓	✓	-	-
<i>Ficus guaratinica</i>	✓	-	-	-
<i>Calophyllum brasiliense</i>	✓	✓	-	-
<i>Matayba guianensis</i>	✓	-	-	-
<i>Miconia pusilliflora</i>	✓	✓	-	-
<i>Psidium cattleianum</i>	✓	✓	-	-
<i>Myrcia splendens</i>	✓	✓	-	-
<i>Myrcia multiflora</i>	✓	✓	-	-
<i>Myrciaria floribunda</i>	✓	✓	-	-
<i>Heliconia velloziana</i>	✓	✓	-	-
<i>Blechnum brasiliense</i>	✓	✓	-	-
<i>Rumohra adiantiformis</i>	✓	✓	-	-
<i>Nidularium innocentii</i>	✓	✓	-	-
<i>Ocotea Puchella</i>	✓	-	-	-
<i>Ficus organensis</i>	✓	✓	-	-
<i>Pera glabrata</i>	✓	✓	-	-
<i>Peperomia glabella</i>	✓	✓	-	-
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	✓	✓	-	-

Fonte: autor

## 6.4 DISCUSSÃO

A partir da hidrossequência descrita na figura 35, verifica-se que as condições de drenagem estão associadas às variações de relevo, que por sua vez, parece ser definitiva para o aumento da condutividade elétrica e concentração dos sais solúveis de CJ-1 para CJ-4.

É marcante a mudança abrupta nos primeiros 20 metros do gradiente, entre os pontos CJ-1 e CJ-2, onde as classes de drenagem passam, respectivamente, de excessivamente drenado para muito mal drenado, por conta da assinatura geomorfológica (Figura 35). Do ponto CJ-2 até o final do transecto, toda a hidrossequência é composta por solos muito mal drenados, porém, variações de microrrelevo condicionam a posição e a percepção do nível freático, bem como a frequência de inundação pelas preamares.

O aumento da salinidade no solo, bem como da concentração de sais solúveis entre os pontos CJ-1 e CJ-4, além de demonstrar a gradação de influência marinha, fortemente representada pelas espécies de bosque de mangue em CJ-4 e espécies vegetais de transição tolerantes a baixa salinidade em CJ-3, parece corroborar o entrelaçamento hidrogeoquímico (transferência de matéria e energia) da Mata de Restinga Inundável (Twilley *et al.*, 1996; Chaves *et al.*, 2009; Lewis *et al.*, 2016), dominante em CJ-2 e as formações ecotonais ou bosques de mangue adjacentes.

Além disso, a condutividade elétrica, que diminui em profundidade em CJ-2, contudo, e é sutilmente mais alta em CJ-1, pode assim se manifestar não somente devido ao maior teor de matéria orgânica no solo inundado de CJ-2, mas também por incursão esporádica de água salobra em superfície por ação das marés, como já observado neste mesmo trecho de Mata de Restinga Inundável durante outras inspeções de campo, onde se aferiu 10 % de salinidade intersticial, o que parece estar corroborado pela presença esparsa de algumas espécies típicas do ecótono manguezal-restinga tolerantes à baixa salinidade em meio a Mata de Restinga Inundável, tais como: *Acrostichum danaeifolium*; *Mimosa bimucronata*, *Schinus terebinthifolius* e *Dalbergia ecastaphyllum*.

A Mata de Restinga não Inundável (CJ-1) e a Mata de Restinga Inundável (CJ-2) compartilham grande parte das espécies, como já observado por Klein (1984),



Britez (2005), Ruivo *et al.* (2005), Guedes (2006) e Maganago *et al.* (2010), em diferentes estudos que tratam das variações das comunidades vegetais influenciadas pelo microrrelevo, nível do lençol freático e sal marinho.

Em CJ-2, trecho de Mata de Restinga Inundável, ocorrem espécies também encontradas na Mata de Restinga não Inundável (CJ-1), contudo, tais espécies parecem ter maior tolerância e adaptações ao ambiente palustre, com maior presença de sais solúveis, do que as outras espécies da restinga arbórea que se restringem ao substrato arenoso excessivamente drenado (Klein, 1984; Guedes *et al.*, 2006; Maganago *et al.*, 2010; Vidal-Torrado *et al.*, 2023).

Segundo Vidal-Torrado *et al.* (2023), os solos de Restinga incluem Espodosolos, Neossolos Quartzarênicos, Organossolos e Gleissolos. Sendo, portanto, os Arenossolos e solos de caráter espódico verificados em CJ-1 e CJ-2, corroborados pela literatura científica de estudos edafo-florísticos em formações de restingas do litoral Sul e Sudeste brasileiro, como é o caso de Britez *et al.* (1997), Bigarella, (2001), Guedes *et al.* (2006), Martinez *et al.* (2018), Vidal-Torrado *et al.* (2023).

Como já amplamente descrito por Semeniuk *et al.* (1983), Wolanski (1992), Wolanski *et al.* (1992), Twilley *et al.*, (1996), Chaves *et al.* (2009), Lewis *et al.* (2016), estas comunidades vegetais de terra firme contíguas a manguezais são responsáveis pela provisão de recursos substanciais à manutenção, proteção e produtividade do ecossistema manguezal, atenuando, também, os efeitos erosivos das preamares mais extremas sobre o talude da restinga (Schaeffer-Novelli, 1999; Coelho-Jr, 2003 *apud* Charlier-Sarubo *et al.*, 2015), que, se afetados, tendem a repercutir nas funções hidrogeoquímicas e conseqüentemente na estabilidade das condições e recursos ecológicos do bosque de mangue adjacente (Semeniuk *et al.*, 1983; Chaves *et al.*, 2009; Lewis *et al.*, 2016).

Ao tratar-se desta função ecológico-ambiental das restingas perante os manguezais (provisão de recursos - matéria e energia) e conseqüente estabilização, chega-se, aqui, a outro ponto de controvérsias científico-jurídicas fruto das imprecisões conceituais e de parâmetros técnico-normativos definidores das APPs na legislação ambiental brasileira (Metzger, 2010; Benjamin, 2014; Souza *et al.*, 2020), pouco discutidas, tanto na literatura científica, quanto no meio jurídico (Hennemman, 2021). Esta categoria de APP diz respeito às *Restingas Estabilizadoras de Mangue*,

instituídas no Código Florestal de 1965 (Lei nº 4.771/1965, alínea f, art. 2º), que à época não receberam conceito normativo, da mesma forma que os mangues.

Seguindo a interpretação de Pulner (2007), a partir de um raciocínio teleológico, que diz respeito ao intento finalístico, princípio ou fundamento das regras legais (Guimarães, 2023), entende-se que o Código Florestal de 1965, ao proteger as *Restingas Estabilizadoras de Mangue* considerou, pelo só efeito da Lei, os manguezais como de preservação permanente, por ser este o objeto de intento finalístico da restrição.

Com o advento da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA nº 4/1985, a qual definiu os conceitos normativos para restinga e manguezal, da promulgação da Medida Provisória nº 1.956, 50ª edição (2000), que clarificou o entendimento de natureza espacial, ambiental e ecológico das APPs, e mais recentemente, da publicação do Código Florestal de 2012 (Lei nº 12.651/2012), exaustivamente debatido pelas casas legislativas brasileiras (Souza, 2021), e que trouxe um dispositivo específico e incontestado à tutela dos *manguezais em toda a sua extensão*, no inciso VII do seu artigo 4º. Isso também permitiu uma concepção mais precisa de que as tais formações vegetacionais de *Restingas Estabilizadoras de Mangue* correspondem a espaços territoriais, ambientes ou ecossistemas distintos dos manguezais, visto que o referido diploma legal manteve, no inciso VI do art. 4º, a tutela das *Restingas Estabilizadoras de Mangue* como APP.

Sendo assim, o trecho correspondente a CJ-2, e o talude de CJ-1 (ombro do cordão arenoso) parecem corresponder às “matinhas de restinga” adjacentes a manguezais, descritas por Reitz (1961) e Souza Sobrinho *et al.* (1969), e aqui entendidas como as *Restingas Estabilizadoras de Mangue*, a que se refere o inciso VI, art. 4º da Lei Federal nº 12.651/2012, como também as definiu Henneman (2021), quando do último levantamento da Cobertura Vegetal da Ilha de Santa Catarina. Esta concepção, entretanto, não desconsidera a dificuldade de aplicação de um critério que defina um limite de abrangência para essa APP na planície costeira, como questionaram Souza *et al.* (2008), já que tais delimitações não foram definidas no arcabouço de proteção legal à vegetação litorânea.

Os pontos de coleta CJ-3 e CJ-4, em relevo plano sob vegetação inundável, caracterizam-se pela presença de material sulfídrico e salinidade, ocorrência de horizontes superficiais hísticos com espessuras  $\geq 20$  cm e subsuperficiais gleis, com

profundidade variando em função do microrrelevo e/ou material de origem. Sendo CJ-3 classificado como Organossolo Tiomórfico Fíbrico salino e CJ-4 como Gleissolo Tiomórfico Hístico sálico.

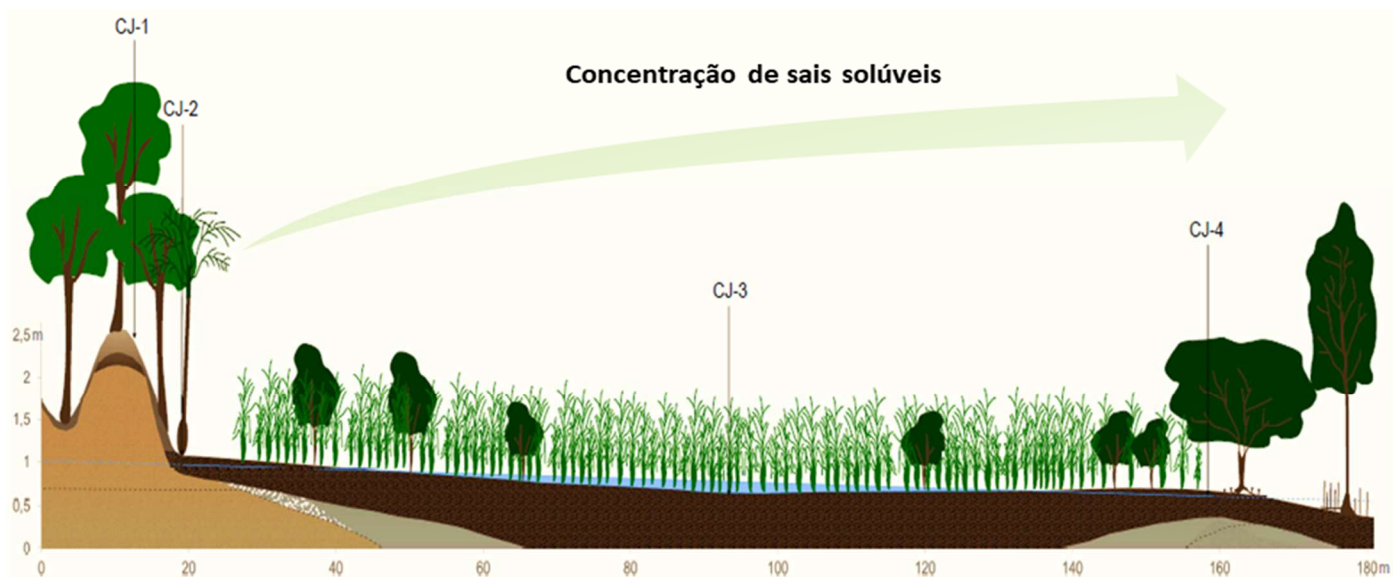
Os processos pedogenéticos de paludização, gleização e sulfidização têm como característica fundamental ambientes fortemente reduzidos. Em específico, a sulfidização necessita de quatro fatores fundamentais para a formação: suprimento de sulfato; suprimento de ferro; suprimentos de matéria orgânica metabolizável; condições fortemente redutoras (Rabenhorst; Fanning; Burch, 2017).

Ambientes litorâneos comumente provêm todas estas condições, são eles os marinhos e estuarinos, cursos d'água salobros, solos inundados por água salobra, corpos hídricos como drenos e áreas úmidas afetadas pela salinidade (Sullivan; Bush; Burton, 2013). Contudo, pode ocorrer em locais em que as condições de água doce seguiram de condições salobras e os materiais sulfídricos do solo podem ter sido enterrados por outros depósitos desprovido deles (Diemont; Pons; Dent, 1993), por exemplo, material orgânico.












Os solos de CJ-3 e CJ-4 são típicos de ambientes de manguezais e marismas, formações vegetacionais, que segundo Horn Filho *et al.* (2014) e Tomazzoli, Pellerin, Horn Filho (2018) são também indicadores geológicas para depósitos paludiais, enquadrados geomorfologicamente como planícies de maré, formados por ações lênticas do remanso resultante das interações entre os rios e a atuação das marés.

Considera-se, então, que o ecótono manguezal-restinga investigado nesta hidrossequência, apesar de abrigar espécies vegetais da restinga adaptadas à significativa acidez e salinidade, é pedologicamente muito mais próximo, e até indissociável, do bosque de mangue, corroborando análises pedológicas pretéritas realizadas em outros ecótonos manguezal-restinga da ISC, tanto nas bordas internas do Manguezal do Rio Ratonas, quanto nas bordas internas do Manguezal do Rio Tavares (Nogueira *et al.*, 2023). Sendo assim, considera-se coerente, a partir dessas informações, o entendimento de que ecótonos entre bosques de mangue e formações vegetais adjacentes de terra firme, tais como as transições manguezal-restinga, são feições componentes do ecossistema manguezal.

Figura 33 - Perfil esquemático da hidrosequência a partir da Mata de Restinga (CJ-1 e CJ-2), passando pelo ecótono (CJ-3) até o manguezal (CJ-4), indicando o aumento gradual da concentração de sais solúveis do Bosque de Mangue à Mata de Restinga.



### Legenda:

 Horizontes A	 Horizonte C glei, textura areno-franco argilosa a argilosa
 Horizonte espódico ou com caráter espódico	 Horizonte C glei, textura areia a francoarenosa
 horizonte C, origem marinha/eólica	 Nivel d'água
 Horizonte/camada com textura areia	 Nivel d'água inferido
 Horizontes hísticos	 contato e horizonte/camada inferior inferidos
 horizontes C com conchas (inteiras e fragmentadas)	

Fonte: autor.

## 6.5 CONCLUSÕES

Em síntese, a análise da hidrossequência mostrou diferentes classes de solo em cada uma das fitofisionomias avaliadas. No início do transecto, no ombro dos cordões litorâneos, observou-se a presença de Neossolos Quartzarênicos Órticos espodossólicos, excessivamente drenados sob Mata de Restinga Não Inundável, sem influência marinha e do lençol freático diretamente. Na sequência do gradiente, a transição do relevo do cordão para a planície inundável é estreita, onde na base do cordão já se observa a presença do lençol freático próximo à superfície. No sopé do cordão, tem-se Neossolo Quartzarênico Hidromórfico organossólico, muito mal drenado, sob Mata de Restinga Inundável, com influência marinha eventual.

Já na porção central da hidrossequência, verificou-se presença de espelho de água e influência marinha esporádica. O solo presente foi classificado como Organossolo Tiomórfico Fíbrico salino, muito mal drenado, sob o ecótono manguezal-restinga. Por fim, na porção distal da hidrossequência, tem-se influência marinha constante e o nível freático afetado pela dinâmica das marés. No local foi identificado Gleissolo Hístico sólico, sob bosque de mangue.

Retomando os primeiros estudos sobre a paisagem do litoral catarinense, Retiz (1961) destacou em seu trabalho intitulado *Vegetação da Zona Marítima de Santa Catarina* a importância dos agentes geológicos sobre a constituição da vegetação litorânea (manguezais e restingas). No presente trabalho, além da influência geológica, destaca-se a dialética fito-pedológica, onde o solo configurado pela ação da vegetação é também responsável por distribuí-la seletivamente.

No âmbito da tutela jurídica da vegetação litorânea, objeto central deste estudo, a hidrossequência analisada mostra a relevância e contundência científico-jurídica de uma perspectiva integrada dos ecossistemas que as compõe. Pode-se edificar, portanto, um caminho rumo ao que se entende por *Restingas Estabilizadoras de Mangue* (inciso VI, art. 4º, da Lei Federal nº 12.651/2012), representadas pela Mata de Restinga Inundável (CJ-2) e o talude de CJ-1 da Mata de Restinga não Inundável. Muito embora este entendimento mereça ainda discussões aprofundadas a respeito de critérios definidores de um limite de abrangência desta APP, imprecisões estas, já

características dos Códigos Florestais de 1965 e 2012, bem como das suas resoluções regulamentadoras (Metzger, 2010; Benjamin, 2014; Souza *et al.*, 2020).

As corroborações em laboratório a respeito das mudanças das comunidades vegetacionais e dos caracteres físico-químicos ao longo da hidrossequência estudada, especialmente a partir do ecótono manguezal-restinga (CJ-3), onde houve aumento acentuado da salinidade e de materiais sulfídricos, indicam certa indissociabilidade entre o bosque de mangue e o referido ecótono, sugerindo que estas duas feições integrem um único ecossistema, os manguezais. Portanto, entende-se que ambas as áreas estão sob a tutela do inciso VII, do art. 4º, da Lei nº 12.651/2012, a qual confere o caráter de área de preservação permanente aos manguezais em toda a sua extensão.

## REFERÊNCIAS

- BALL MC. 1996. Comparative Ecophysiology of Mangrove Forest and Tropical Lowland Moist Rainforest. In **Tropical Forest Plant Ecophysiology**, ED. SS MULKEY, RLCHAZDON, APSMITH, PP. 461–96. NEWYORK: CHAPMAN & HALL
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as leis no 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a medida provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e da outras providencias. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 mai. 2012. ISSN 1677- 7042. 20.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 4, de 18 de setembro de 1985**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre>. Acesso em: 6 jul. 2020
- Britez, R.M. Solos. Pp.49-84. In: Marques, M.C.M. & Britez, R.M (orgs.). **História natural e conservação da Ilha do Mel, Paraná**. Curitiba, Editora da Universidade Federal do Paraná-UFPR. 2005.
- Britez, R.M.; Santos Filho, A.; Reissmann, C.B.; Silva, S.M; Athayde, S.F.; Lima, R.X. & Quadros, R.M.B. Nutrientes no solo de duas florestas da planície litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá, PR. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 21(4): 625-634, 1997.
- CECCA, Centro de Estudos da Cultura e Cidadania. **Unidades de Conservação e Áreas Protegidas da Ilha de Santa Catarina: caracterização e legislação**. Florianópolis: Insular, 160p, 1997.
- CEPAL. Comisión Económica Para América Latina. **Generación e integración de bases de datos climáticas históricas y de proyecciones de cambio climático para la gestión de riesgos costeros en el estado de Santa Catarina, Brasil**. Santiago. 2016. Disponível em: file:///C:/Users/boaav/Downloads/S1600971\_es.pdf. Acesso em: jun. 2023.
- COELHO-JR, C. **Ecologia de manguezais: zonação e dinâmica da cobertura vegetal em gradientes ambientais, Cananéia, São Paulo, Brasil**. 2003, 166 p. Tese (doutorado em Oceanografia) Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.



CREEPER, N.; FITZPATRICK, R.; SHAND, P.. A simplified incubation method using chip-trays as incubation vessels to identify sulphidic materials in acid sulphate soils. **Soil Use And Management**, [s.l.], v. 28, n. 3, p.401-408, 10 jul. 2012. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-2743.2012.00422.x>.

DIEMONT, W.H., PONS, L. J. ; DENT, D. L. Standard profile of acid sulfate soils, p. 51–60. In: DENT, D. L; VAN MENSVOORT; M.E.F. (eds.). **Selected papers of the Ho Chi Minh City symposium on acid sulphate soils**. Wageningen, the Netherlands: International Institute for Land Reclamation and Improvement, 1993. p.51-60.

ELLISON, A.M. E E.J. FARNSWORTH,; Anthropogenic Disturbance of Caribbean Mangrove Ecosystems: Past Impacts, Present Trends, And Future Predictions. **Biotropica**, 549-565, 1996.

EPAGRI/CIRAM. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri). Litoral on-line. 2023. **Dados da Estação Maregráfica 2951 - Florianópolis (Sul da Ilha)**. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/litoral-online/>. Acesso em: 21 jul. 2023.

ESPINOZA, H. D. C. F. **Evolução temporal da cobertura vegetal do manguezal do Rio Tavares (Florianópolis-SC) empregando Sensoriamento Remoto e SIG**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade do Vale do Itajaí, 2008.

FALKENBERG. D. B. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. **Insula**, n. 28, p. 1-30, 1999.

FERRETTI, O. E. Áreas protegidas na Ilha de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. **ACTA Geográfica**, Boa Vista: v. 13, n. 31, 2019.

FILGUEIRAS, Tarciso S. *et al.* Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. **Cadernos de Geociências**, v. 12, n. 1, p. 39-43, 1994.

FITZPATRICK, R.W.; SHAND, P.; MOSLEY, L.M.. Acid sulfate soil evolution models and pedogenic pathways during drought and reflooding cycles in irrigated areas and adjacent natural wetlands. **Geoderma**, [S.L.], v. 308, p. 270-290, dez. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.08.016>.

FRITSCH, E.; FITZPATRICK, Robert W. Interpretation of soil features produced by ancient and modern processes in degraded landscapes. 1. A new method for constructing conceptual soil-water-landscape models. **Soil Research**, v. 32, n. 5, p. 889-907, 1994.

GHARAIBEH, Mamoun A.; ALBALASMEH, Ammar A.; PRATT, Christopher; HANANDEH, Ali El. Estimation of exchangeable sodium percentage from sodium adsorption ratio of salt-affected soils using traditional and dilution extracts, saturation percentage, electrical conductivity, and generalized regression neural networks.

**Catena**, [S.L.], v. 205, p. 105466, out. 2021. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2021.105466>

Guedes, D.; Barbosa, L.M. & Martins, S.E. Composição florística e estrutura fitossociológica de dois fragmentos de floresta de Restinga no Município de Bertiooga, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**. 20(2): 299-311, 2006.

GUIMARÃES, D. T. **Dicionário Jurídico**. 27<sup>a</sup> Ed.. Ridel, 2023.

HEBERLE, D. A. **Heterogeneidade ambiental do Parque Estadual do Rio Vermelho, Florianópolis - SC**. 2012. 131p. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Humanas e da Educação, Mestrado Profissional em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental, Florianópolis, 2012.

HENNEMANN, M. C. **Mapeamento, Regeneração e Proteção da Cobertura Vegetal da Ilha de Santa Catarina – Florianópolis/SC**. 2021, 155 p. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/229784>. Acesso em: 30 mar. 2022.

ISELL, R.F.; NATIONAL COMMITTEE ON SOILS AND TERRAIN (NCST). **The Australian Soil Classification**. 2 ed. Clayton, Victoria, Australia: CSIRO Publishing, Clayton, 2016.

KLEIN, Roberto Miguel, Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil. **Sellowia** N. 36 – Anais Botânicos do Herbário “Barbosa Rodrigues”. Itajaí, 1984.

LEWIS, R. R., III; MILBRANDT, E. C.; BROWN, B.; *et al.* Stress in mangrove forests: Early detection and preemptive rehabilitation are essential for future successful worldwide mangrove forest management. **Marine Pollution Bulletin**, v. 109, n. 2, p. 764–771, 2016.

LINDSEY, R.; LUMPKIN, R.; JOHNSON, G.; THOMPSON, P.; SWEET, W. **Climate Change: Global Sea Level**. 2022. Eua: Climate.gov. Science & information for a climate smart-nation. Disponível em: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-sea-level>. Acesso em: jun. 2023.

MAGNAGO, Luiz Fernando Silva; MARTINS, Sebastião Venâncio; SCHAEFER, Carlos Ernesto G. R; *et al.* Gradiente fitofisionômico-edáfico em formações florestais de Restinga no sudeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n. 3, p. 734–746, 2010.

MARTINEZ, Pedro; BUURMAN, Peter; LOPES-MAZZETTO, Josiane Millani; *et al.* Geomorphological control on podzolisation – An example from a tropical barrier island. **Geomorphology**, v. 309, p. 86–97, 2018.

MCKEE K.L.; KRAUSS K.W.; CAHOON D.R. Does geomorphology determine vulnerability of mangrove coasts to sea-level rise? In: SIDIK F, FRIESS D.A. (eds) **Dynamic sedimentary environments of mangrove coasts**. Amsterdam: Elsevier, p. 255-272, 2021.

MCKEE K.L.; KRAUSS K.W.; CAHOON D.R. Does geomorphology determine vulnerability of mangrove coasts to sea-level rise? In: SIDIK F, FRIESS D.A. (eds) **Dynamic sedimentary environments of mangrove coasts**. Amsterdam: Elsevier, p. 255-272, 2021.

MENÉNDEZ, P.; LOSADA, I. J. TORRES-ORTEGA, S; NARAYAN, S.BECK, M. W. The Global Flood Protection Benefits of Mangroves. **Scientific Reports**. V. 10, 2020. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-61136-6>. Acesso em: 05 fev. 2020.

NEUMANN, B. VAFEIDIS A. T. ZIMMERMANN J. NICHOLLS, R. J. Future Coastal Population Growth and Exposure to Sea-Level Rise and Coastal Flooding - A Global Assessment. **Plos One**, 2015.

NEVES, J. **Uso da Terra e Urbanização dos Ambientes Costeiros na Ilha De Santa Catarina, SC, Brasil**. 364 p. Tese (doutorado em geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

NOGUEIRA, Tadeu Maia Portela; HENNEMANN, Mariana Coutinho; DE SOUZA, Kleber Isaac Silva; *et al.* Ecótonos de Manguezal na Ilha de Santa Catarina. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, v. 21, n. 11, p. 21760–21777, 2023.

PHAN, Linh K.; VAN THIEL DE VRIES, Jaap S.M.; STIVE, Marcel J.F. Coastal Mangrove Squeeze in the Mekong Delta. **Journal of Coastal Research**, v. 300, p. 233–243, 2015.

PHAN, Manh Hung; STIVE, Marcel J.F. Managing mangroves and coastal land cover in the Mekong Delta. **Ocean & Coastal Management**, v. 219, 2022.

**Plant Ecophysiology**, ed. SS Mulkey, RLChazdon, APSmith, p. 461–96, 1996.

PULNER, R. DE. C. L. **Análise crítica da cientificidade da legislação relativa a manguezais**. Curitiba: Sesqui centenário, 2007.

RABENHORST, M. C.; FANNING, D. S.; BURCH, S. N. Acid Sulfate Soils: formation. In: LAL, R. (ed) **Encyclopedia Of Soil Science**. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2017, p. 26-31. <http://dx.doi.org/10.1081/e-ess3-120042625>.

REITZ, P. Q. Vegetação da Zona Marítima de Santa Catarina. *Sellowia*, v. 13, p. 17-115, 1961.

ROSOLEM, G. P. N. **A pedologia como ferramenta de gestão territorial em planícies costeiras da ilha de Santa Catarina**. 2024. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Doutorado em Agroecossistemas, Florianópolis, 2024. (no prelo)

ROVAI, A. S.; TWILLEY, R. R.; CHRISTENSEN, A.; *et al.* Biomass allocation of tidal freshwater marsh species in response to natural and manipulated hydroperiod in coastal deltaic floodplains. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. v. 268, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2022.107784>. Acesso em: 6 jun. 2023.  
Ruivo, M.L.P.; Amaral, I.G.; Faro, M.P.S.; Ribeiro, E.L.C.; Guedes, A.L.S.; Santos, M.M.L.S. Caracterização química da manta orgânica e da matéria orgânica leve em diferentes tipos de solo em uma toposseqüência na ilha de Algodual/Maiandeuá, PA. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Ciências Naturais 1(1)**: 227-234, 2005.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBREERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5.ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356p.

SARUBO, S. C.; LIGNON, M. C.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Monitoramento dos ecótonos entre manguezal e marisma e entre manguezal e vegetação de restinga. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. **Scielo Books**. São Paulo: p. 108-115, 2015.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Grupo de ecossistemas: manguezal, marisma e apicum. Programa Nacional da Diversidade Biológica – Pronabio. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – Probio. Subprojeto Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Zona Costeira e Marinha**. São Paulo., 119 p. 1999.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRON-MOLERO, G.; SOARES, M. L. G. Mangroves as indicators of sea level change in the muddy coasts of the world. In: **Proceedings in Marine Science**. [s.l.] Elsevier. p. 245–262, 2002.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y; SORIANO-SIERRA, E. J; CÂMARA DO VALE, C; BERNINI, E. Climate changes in mangrove swamps/forests and salt marshes. **ReBentos**. 2016.

SEMENIUK, V. Mangrove distribution in northwestern Australia in relationship to regional and freshwater drainage. **Vegetatio**, v. 53, p. 11-31, 1983.

SERRANO, O., ALMAHASHEER, H; DUARTE, C. M.; IRIGOIEN, X. Carbon stocks and accumulation rates in Red Sea seagrass meadows. **Scientific Reports**. 2018.

SILVEIRA, Y. G.; BONETTI, J. Assessment of the physical vulnerability to erosion and flooding in a sheltered coastal sector: Florianópolis Bay, **Brazil**. **Journal of Coastal Conservation**, v. 23, n. 2, p. 303-314, 2018.

SOIL SURVEY DIVISION STAFF. **Soil survey manual**. Handbook. N°. 18. Washington, DC: USDA, 1993.

SOUZA SOBRINHO, R.I. BRESOLIN A. KLEIN R.M. Os manguezais na Ilha de Santa Catarina. **Insula**, v.2, p. 1-21, 1969.

SOUZA, Célia Regina de Gouveia et al. “**Restinga**” **Conceitos e empregos do termo no Brasil e Implicações na legislação ambiental**. São Paulo: Instituto Geológico, 2008.

SOUZA, K. I. S. DE; CHAFFE, P. L. B.; PINTO, C. R. S. C. DE. Cartografia para análises ambientais: definição de áreas de preservação permanente de corpos hídricos naturais. In: LEITE, J. R. M.; BORATTI, L. V.; CAVEDON-CAPDEVILLE, F. S. (Org.). **Direito ambiental e geografia: relação entre geoinformação, marcos legais, políticas públicas e processos decisórios**, Rio de Janeiro: Lumen Juris, p. 151–199, 2020. Disponível em: <https://bdjur.stj.jus.br/jspui/handle/2011/155745>. Acesso em: 6 jun. 2023.

SOUZA, K. I. S. S. **Definição de áreas de preservação permanente com função de proteção aos recursos hídricos naturais**. 2021. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Doutorado em Engenharia Ambiental, Florianópolis, 2024.

SULLIVAN, L. A.; BUSH, R. T.; BURTON, E. D. Acid sulfate soils: identification, assessment and management. In: Jorgensen, S. E. (ed). **Encyclopedia of Environmental Management**. [S.L]: Taylor and Francis, 2013. p. 36-55.

TEIXEIRA; P. C.; CAMPOS, D. V. B.; Pires, L. O. B. Sais Solúveis. In: TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G.. **Manual de métodos de**

**análise de solo**. 3ª edição revista e ampliada. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 574p. p. 299-323.

TOMLINSON, P. Barry. **The Botany of Mangroves**. [s.l.]: Cambridge University Press, 2016.

VIDAL-TORRADO, Pablo; BUURMAN, Peter; MARTINEZ, Pedro; *et al.* Soils of Restingas. In: **World Soils Book Series**. Cham: Springer International Publishing, p. 393–410, 2023. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-19949-3\\_14](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-19949-3_14)>. Acesso em: 3 Mar. 2024.

WARD, R. D.; DE LACERDA, L. D. Responses of mangrove ecosystems to sea level change. In: **Dynamic Sedimentary Environments of Mangrove Coasts**. [s.l.]: Elsevier, p. 235-253, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-816437-2.00002-1>. Acesso em: 14 Jul. 2023.

WARD, R. D.; DE LACERDA, L. D. Responses of mangrove ecosystems to sea level change. In: **Dynamic sedimentary environments of mangrove coasts**. [s.l.]: elsevier, p. 235-253, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-816437-2.00002-1>. Acesso em: 14 jul. 2023.

WOLANSKI, E. Hydrodynamics of mangrove swamps and their coastal waters. **Hydrobiologia**, v. 247, n. 1–3, p. 141-161, 1992.

WOLANSKI, E.; MAZDA, Y. and RIDD, R.. Mangrove hydrodynamics. In: A.I. Robertson and D.M. Alongi (eds), Coastal and Estuarine Studies 41, Tropical Mangrove Ecosystems. **American Geophysical Union**, Washington, DC, USA, p. 43–62, 1992.

YAO, Q.; COHEN. M.; LIU, K.; FAN, D.; *et al.* Mangrove expansion at poleward range limits in north and south america: late-holocene climate variability or anthropocene global warming? **Catena**, v. 216, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.catea.2022.106413>.

## 7 CAPÍTULO 3

### PROTEÇÃO LEGAL DE ECÓTONOS E RESTINGAS CONTÍGUAS A MANGUEZAIS NA ILHA DE SANTA CATARINA

#### RESUMO

Devido à tendência de aumento do nível médio do mar, a Ilha de Santa Catarina, Sul do Brasil, está vulnerável ao afogamento dos bosques de mangue e compressão costeira. Esta última potencializada pelas forças da expansão urbano-imobiliária, favorecidas por conflitos de interpretações técnico-normativas acerca da tutela jurídica de ecótonos e restingas contíguas a manguezais, feições que tendem a acomodar novos bosques de mangue no futuro próximo. Em vista disso, este artigo teve como objetivo discutir concepções jurídico-científicas que clarifiquem as circunstâncias em que estes dois ambientes são considerados como áreas de preservação permanente (APP). Quanto aos ecótonos manguezal-restinga, estes são parcialmente tutelados como APP pelas Leis Complementares Municipais nº 482/2014 e nº 739/2023, dependendo das suas expressões florístico-topográficas, portanto, a sua proteção só é integral quando aplicado em conjunto com o inciso VII, do art. 4º, da Lei nº 12.651/2012, o qual tutela os “*manguezais em toda a sua extensão*”. Este mesmo dispositivo permitiu a interpretação de que a categoria de APP: “*restingas estabilizadoras de mangue*” (art. 4º, inciso VII) pode não tratar somente da proteção do manguezal propriamente dito, e sim, de formações de restinga contíguas e associadas a aquele ecossistema.

**Palavras-chave:** Áreas de Preservação Permanente; Lacunas Técnico-Normativas; Vegetação Litorânea.



### ABSTRACT

Due to the sea level rise tendency, the Island of Santa Catarina, South of Brazil, is vulnerable to the drowning of mangroves and coastal squeeze. The latter is boosted by the forces of urban-real estate expansion, favored by conflicts of technical-normative interpretations regarding the legal protection of ecotones and restingas contiguous to mangroves, features that tend to accommodate new mangrove forests in the near future. In view of this, this article aimed to discuss legal-scientific conceptions that clarify circumstances of application of the APP character to these two environments. As for the mangrove-restinga ecotones, these are partially protected as APP by Municipal Complementary Laws nº 482/2014 and nº 739/2023, depending on their floristic-topographical expressions, therefore, their protection is only complete when the item VII, of article 4, of the Law is applied nº 12.651/2012, which protects “mangroves in all their extension”. This same item allowed the interpretation that the APP category: “mangrove stabilizing restingas” (item VII, article 4) may not only deal with the protection of the mangrove itself, but rather with adjacent restinga formations associated with this ecosystem.

**Keywords:** Permanent Preservation Areas; Technical-Normative Gaps; Coastal Vegetation.

## 7.1 INTRODUÇÃO

As Zonas Costeiras (ZC), ocupadas pela maior parte da população do planeta e com crescente tendência ao adensamento urbano, estão entre os espaços territoriais mais vulneráveis aos efeitos decorrentes das Mudanças Climáticas (MC), como o aumento do nível médio do mar (NMM), previsto para as próximas décadas e já observado em diversas áreas do globo (Menéndez *et al.*, 2020; Lindsay *et al.*, 2022). Paradoxalmente, ecossistemas de manguezais apresentam-se como importantes mitigadores de tais efeitos, via armazenamento de carbono (Rovai *et al.*, 2022), barreira frente à erosão costeira (De Dominicis *et al.*, 2023) ou deslocamento dos bosques de mangue (Mckee *et al.*, 2021).

Em resposta a condições de clima mais quente e aumento do NMM, este último fator (plasticidade) vem impulsionando a expansão de manguezais no Sul da América do Sul - Santa Catarina (Yao *et al.*, 2022), bem como em faixas de transição (ecótonos) entre manguezais e ecossistemas de terra firme (Ward e De Lacerda, 2021).

Na Ilha de Santa Catarina (ISC), município de Florianópolis, Sul do Brasil, a tendência histórica de elevação do NMM (CEPAL, 2016) indica vulnerabilidade moderada à erosão nas planícies costeiras (Silveira e Bonetti, 2018), onde a vegetação litorânea resiste arduamente frente ao predatório e desordenado avanço urbano-imobiliário (Ferretti, 2019).

Fenômeno que é favorecido pelo conflito entre concepções de aplicabilidade das normas pertinentes à tutela de ecótonos manguezal-restinga e restingas contíguas a manguezais como Áreas de Preservação Permanente (APP), de acordo com dispositivos da Lei nº 12.651/2012, a qual carece de conceitos e critérios técnico-normativos definidores de componentes das APPs (Souza *et al.*, 2020) e da Lei Complementar (LC) Municipal nº 482 de 2014, com alterações da LC nº 739/2023 (Plano Diretor Municipal de Florianópolis).

Considerando a patente crise climática e a contrapartida mitigadora dos manguezais frente a seus impactos na ZC, somada ao deleite da indústria imobiliária sobre as lacunas técnico-normativas e imprecisões de tutela dos ambientes supracitados, este artigo pretende trazer concepções jurídico-científicas que clarifiquem as circunstâncias para a caracterização dos ecótonos manguezal-restinga

e as restingas adjacentes a manguezais na ISC como Áreas de Preservação Permanente.

## 7.2 MANGUEZAIS: FEIÇÕES E INTERAÇÕES COM ECOSISTEMAS ADJACENTES

De acordo com Woodroffe *et al.* (2016) a combinação de processos geofísicos em ambientes costeiros, tais como: pluviosidade, descarga fluvial, amplitude das marés e potência e turbidez das ondas, são grandes responsáveis por moldar a assinatura energética que espelha as características ecológicas dos ecossistemas de manguezal (Twilley *et al.*, 1996). Essa complexa dinâmica irá configurar feições, setores ou zonas consolidadas na literatura científica brasileira, e.g., lavados, bosques de mangue e apicuns ou salgados (planícies hipersalinas) e formações de transição para a terra firme (Cintrón-Molero *et al.*, 2023).

Lavados são feições de substrato comumente lamoso, onde não ocorre vegetação vascularizada, expostos frequentemente às inundações, com importante função de estabilizar a feição subsequente, o bosque de mangue (ICMBio, 2018). Apicuns, salgados, areais ou planícies hipersalinas, mais comuns em regiões de clima seco bem definido, são feições encontradas nas bordas (apicum de borda) ou em porções mais internas do manguezal (apicum incluso), apresentando condições áridas e hipersalinas, por conta da baixa frequência de inundação e consequente acúmulo de salinidade intersticial, o que muitas vezes impossibilita o estabelecimento de vegetação. Quando estas áreas passam a ser inundadas com maior frequência, a salinidade intersticial, retida no sedimento, tende a diminuir permitindo o estabelecimento de comunidades herbáceas e/ou colonização por espécies típicas de mangue. Portanto, os apicuns e salgados são ambientes sucessionais dos bosques de manguezal (Nascimento *et al.*, 2022).

A flora dos manguezais tem ampla distribuição, sendo constituídas por alguns gêneros pantrópicos, como é o caso de: *Acrostichum*, *Avicennia* e *Rhizophora*, que ocorrem em todo o planeta (Smith III, 1992; Duke, 1992). No entanto, devem ser levadas em conta algumas classificações, como a adotada neste artigo, descrita por Tomlinson (2016). O autor classificou os vegetais superiores característicos de manguezais como: mangues verdadeiros, espécies associadas ou secundárias e

espécies facultativas ou de transição.

Quanto aos manguezais brasileiros, de acordo com Cintrón-Molero e Schaeffer-Novelli (1981,1983), os gêneros classificados como mangues verdadeiros são: *Laguncularia*, *Avicennia* e *Rhizophora*. As espécies associadas ou secundárias, a exemplo dos gêneros: *Acrostichum*, *Hibiscus* e *Conocarpus*, possuem ampla distribuição biogeográfica, tais como espécies de mangues verdadeiros (Lamberti, 1969; Medina *et al.*, 1990; Duke, 1992).

Diferentemente dos mangues verdadeiros ou das espécies vegetais associadas, a ocorrência e diversidade das espécies de transição ou facultativas (Tomlinson, 2016) são mais restritas a condições regionais e proximidade com ecossistemas adjacentes, podendo esculpir diferentes fisionomias nas feições transicionais entre manguezais e ecossistemas de terra firme (Duke, 1992; Ricklefs, 2006).

### 7.3 ECÓTONOS MANGUEZAL-RESTINGA NO SUL DO BRASIL

Ao tratar das feições úmidas, com influência flúvio-marinha, inundadas somente pelas marés mais altas, em terrenos contíguos a manguezais na ISC, Souza Sobrinho *et al.* (1969, p. 9) relatam sobre “uma vegetação típica de transição” para a vegetação de terra firme adjacente. Determinada, segundo Baltzer e Lafond (1971); Lugo (1980); Hutchings e Saenger (1987); Osland *et al.* (2014), pelo alto índice de pluviosidade, o que contribui para a diluição e drenagem dos sais, ali presentes, para o bosque de mangue. Os ecótonos de manguezal atuam também como zonas tampão, atenuando ações erosivas das preamares extremas sobre a restinga adjacente (Coelho-Jr., 2003).

Essa condição de baixa salinidade intersticial, chegando até cerca de 15 ‰ (Coelho-Jr. 2003; Charlier-Sarubo *et al.*, 2013), permite a ocorrência de comunidades halófitas herbáceo-arbustivas que comumente colonizam aqueles terrenos, configurando-os fitofisionomicamente consoante a frequência de inundações, drenagem e descargas terrestres.

É prudente destacar que algumas dessas formações poderiam levar a uma falsa interpretação de que esses ambientes se tratam de apicuns, que, diferentemente dos ecótonos de manguezal, estão submetidos a condições de maior aridez,

drenagem e evaporação, as quais esculpem as típicas planícies hipersalinas, com salinidade intersticial sempre acima de 40 ‰, muitas vezes chegando a mais de 150 ‰ (Albuquerque, 2014; Medeiros *et al.*, 2018). Muito embora seja fundamental a perspectiva integrada sobre o complexo ecossistêmico formado pelo continuum de bosques de mangue, apicuns, marismas, banhados de restinga e ecótonos (Cintrón-Molero *et al.*, 2023), para fins de proteção legal ainda é necessário se ater às peculiaridades teórico-conceituais das feições aqui tratadas.

Reitz (1961), ao descrever o comportamento ecológico de comunidades halófitas da ZC de Santa Catarina considerou as formações de transição (ecótonos) como um setor pertencente ao manguezal, contudo, já em interação direta com a restinga de terra firme, evidenciada pela presença de vegetais típicos deste ecossistema.

Sem deixar de mencionar as típicas associações entre os elementos arbustivos e herbáceos, daquele setor, o autor apartou, de maneira evidente, os estratos arbustivos, dos extensos estratos herbáceos, denominados também como banhados salinos (Figuras 36 e 37). Tais banhados não são restritos às zonas de transição entre o manguezal e vegetação de terra firme, podendo ocorrer em outros ambientes palustres costeiros, com influência marinha, integrando-se, inclusive, as marismas, configurando, portanto, o continuum de formações vegetais úmidas costeiras (Cintrón-Molero *et al.*, 2023).

Como bem discute Souza *et al.* (1991/1992, p. 92), em termos de nomenclatura, as expressões: banhados salgados (Souza Sobrinho *et al.*, 1969; Bresolin, 1979), prados, banhados e brejos salinos (Waechter, 1985), bem como marismas (Soriano-Sierra, 1990) “são utilizadas no Sul do Brasil, para comunidades halófitas herbáceas de regiões úmidas”, por conta das semelhanças florísticas, fitofisionômicas e edáficas.

Arrematando a presente discussão, compreende-se que, para a ISC, tanto nas descrições dadas à vegetação de banhados salgados (Bresolin, 1979), quanto à vegetação de marismas (Soriano-Sierra, 1990), nota-se a caracterização de um domínio herbáceo de fisionomia graminóide, associado a componentes arbustivos pouquíssimo expressivos. No entanto, ao tratar-se dos ecótonos de manguezal, as formações vegetacionais podem apresentar-se ora com domínio herbáceo, ora com domínio arbustivo expressivo (Souza Sobrinho *et al.*, 1969), a depender das condições

edafo-topográficas e de inundação flúvio-marinha.

Tendo em vista as peculiaridades apresentadas nas discussões acima, no que diz respeito à ISC, este trabalho considera como ecótonos manguezal-restinga as comunidades halófitas de domínio herbáceo-arbustivo, com elementos florísticos típicos desses dois ecossistemas, os quais recobrem um substrato areno-lodoso com baixa salinidade intersticial, eventualmente inundados pelas preamares.

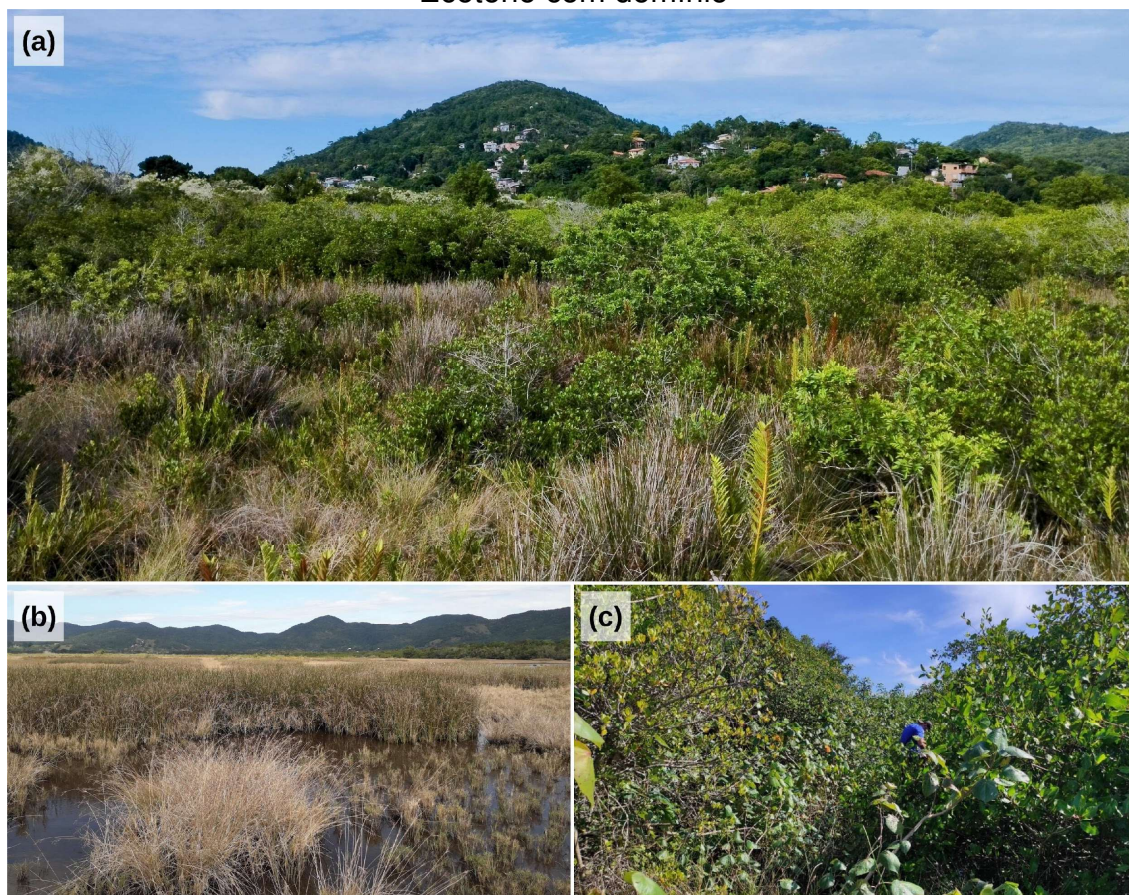
Figura 34 - Típico ecótono manguezal-restinga no Norte da ISC.



Fonte: autor.



Figura 35 - a) Associações entre os elementos arbustivos e herbáceos em ecótono manguezal-restinga. b) Ecótono com domínio arbustivo composto por *Myrsine parvifolia*, *Talipariti tiliaceum*, *Schinus terebinthifolius* e *Dalbergia ecastaphyllum*. c) Ecótono com domínio



Fonte: autor.

#### 7.4 RESTINGAS CONTÍGUAS A MANGUEZAIS NO SUL DO BRASIL

Quanto à formação vegetal de terra firme, contígua aos ecótonos ou manguezais, nota-se que os autores Reitz (1961), Souza Sobrinho *et al.* (1969) e Bresolin (1979) fazem menção às *matinhas de restinga*, que se apresentam com fitofisionomia arbustiva e/ou arbórea, nas planícies costeiras da ISC, recobrando terrenos mais interiorizados, predominantemente arenosos, nunca inundados pelas preamares, ocorrendo logo após as formações ecotonais mangue-restinga ou imediatamente após os limites dos manguezais (Figura 38). Essas comunidades podem apresentar-se, também, como verdadeiras “ilhas” de Mata de Restinga paludosa, povoando terrenos mais altos e arenosos, em solos mais enxutos, no interior dos manguezais ou contornando os ecótonos e banhados de restinga, dando forma ao verdadeiro mosaico dinâmico que são essas formações.



Figura 36 - Restinga adjacente ao bosque de mangue (Manguezal do rio Ratonés - ISC).

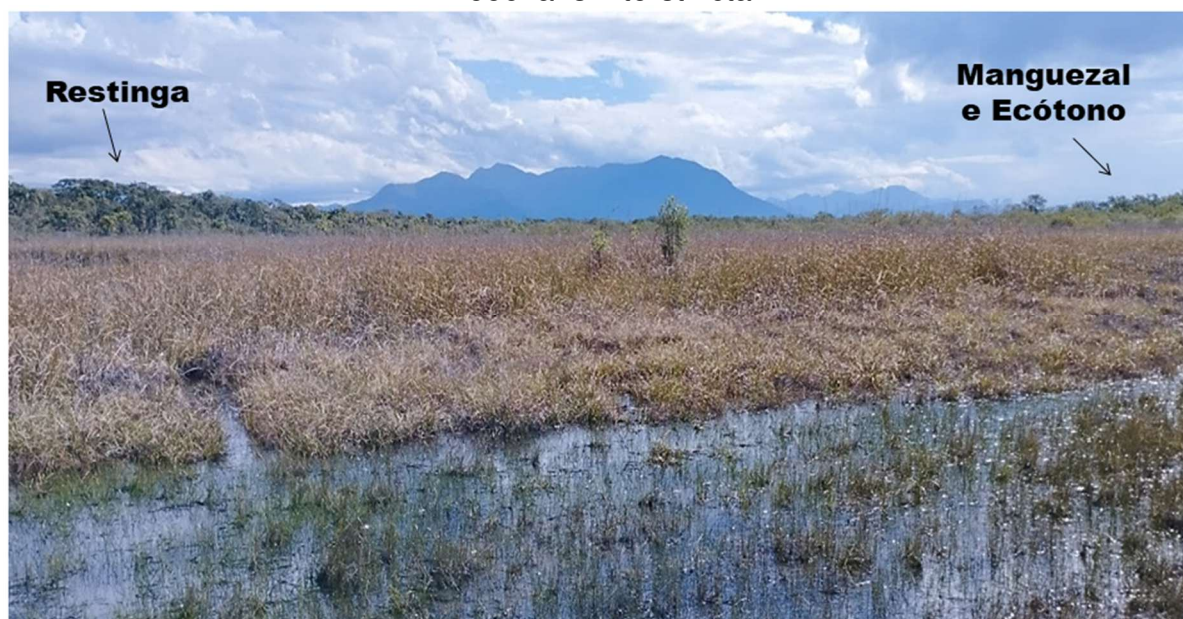


Fonte: ICMBIO - Núcleo de Gestão Integrada, Florianópolis.

É comum que a formação vegetal de restinga vizinha aos ecótonos seja representada por feições úmidas, muitas vezes paleolagunares, denominadas de diferentes formas por botânicos e naturalistas que estudaram estes ambientes no Sul do Brasil. Como é o caso dos termos: *zona dos olhos-d'água* (Rambo, 1942), *banhados* (Waechter, 1985), *banhados e baixadas* (Falkenberg, 1999), este fortemente consolidado, cujos trabalhos serviram para regulamentação do conceito e parâmetros para definição dos estágios sucessionais de vegetação de restinga para o Estado de Santa Catarina por meio da Resolução do CONAMA nº 261/1999.

Nos ambientes citados acima, como mostra a figura 39, tanto a fitofisionomia, quanto à própria florística, podem ser semelhantes às dos ecótonos manguezal-restinga, quando predominantemente herbáceos a subarbustivos), no entanto, há, destacadamente, maior riqueza específica (Reitz, 1961), além de que, o domínio do estrato herbáceo-subarbustivo é controlado pela baixa drenagem terrestre, ascensão do lençol freático ou por olhos d'água, não havendo influência de marés (Belloni *et al.*, 2022).

Figura 37 - Banhado de restinga, fitofisionomicamente muito similar ao ecótono manguezal-restinga, vizinho. Dominado por *Fuirena robusta*, *Cladium mariscus* e *Eleocharis interstincta*.

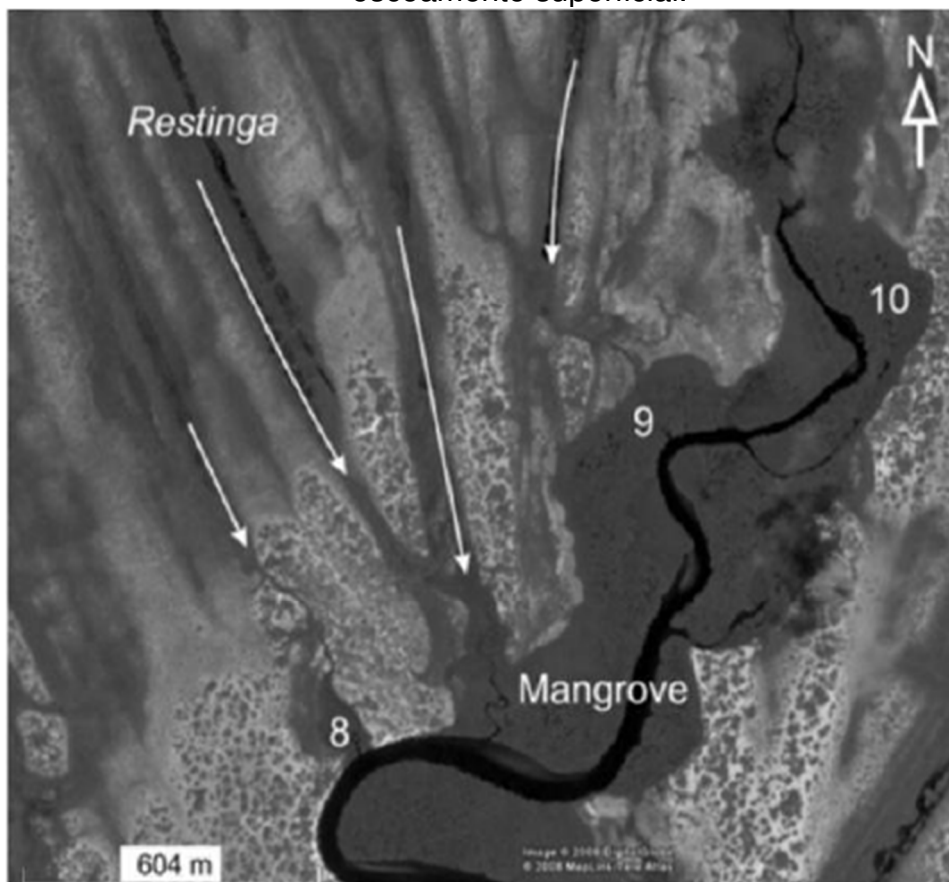


Fonte: autor.

No que diz respeito às interações com os ambientes adjacentes, entende-se que há um mecanismo de equilíbrio de processos hidrogeoquímicos complexos e particularmente dinâmicos, que têm como fatores centrais a regulação de aporte de sedimentos e descarga hídrica, bem como, a provisão de recursos mantenedores da estrutura e produtividade daquele ecossistema adjacente, assim o protegendo, regulando e estabilizando (Lugo e Snedaker, 1974; Twilley *et al.*, 1996; Lewis, 2016).

De acordo com os autores citados, a presença da vegetação de terra firme, adjacente ao manguezal, regula o aporte de recursos carreados destas áreas, sutilmente mais elevadas, rumo ao manguezal vizinho, via descarga fluvial ou escoamento superficial decorrente das chuvas, como mostra a figura 40. Garantem assim, a provisão de água doce e de elementos orgânicos e minerais essenciais à constituição dos solos dos manguezais, bem como os teores ideais de salinidade, através do equilíbrio entre a influência marinha e a entrada (*input*) de água doce.

Figura 38 - Provisão de recursos das restingas ao manguezal via descarga hídrica e escoamento superficial.



Fonte: Chaves *et al.* (2009).

## 7.5 TUTELA JURÍDICA DA VEGETAÇÃO LITORÂNEA NO BRASIL E ISC

A proteção ambiental dos ecossistemas de manguezais e restingas pode variar, conforme a caracterização do ecossistema, que pode ser considerado como área de preservação permanente, vegetação remanescente do bioma Mata Atlântica, bens de interesse público da Zona Costeira e, em alguns casos, espaço afetado por uma Unidade de Conservação. Todas as modalidades de proteção são independentes entre si, podendo ocorrer em sobreposição.

Historicamente, o Decreto nº 4.421/1921 previa a criação de florestas protetoras pela União, a fim de beneficiar a saúde pública, garantir a qualidade e disponibilidade hídrica de mananciais, evitar processos erosivos fluviais e marinhos, entre outras funções. Entretanto, sua eficácia dependia de desapropriação ou requerimento dos Estados, Municípios ou particulares, após análise do Serviço Florestal do Brasil.

O primeiro Código Florestal definiu como florestas protetoras, aquelas destinadas a conservar o regime das águas e evitar a erosão pela ação dos agentes naturais, fixar duna, assegurar condições de salubridade pública, proteger sítios cênicos, auxiliar na defesa de fronteiras e abrigar espécies raras da fauna nativa, sujeitando-as à conservação perene (arts. 3º, 4º e 8º, do Decreto nº 23.793/1934).

As florestas protetoras foram de certa forma, precursoras das áreas de preservação permanente, tendo grande importância para construção das bases do que se entende, hoje, como espaços territoriais ambientalmente protegidos. Contudo, por falta de regulamentação, neste período a proteção dos manguezais ainda se dava prioritariamente por aspectos dominiais (bem da União) e a proteção ambiental abrangia, pelo menos, a vegetação de restinga quando fixadora de dunas.

A partir de 14 de janeiro de 1966, com o início da vigência do novo Código Florestal de 1965 (2º, alínea “f”)., foram consideradas como de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação natural “nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues”. Note-se que os manguezais não foram declarados como APP, permanecendo a proteção ambiental, principalmente, pelos aspectos dominiais. Contudo, o novo Código Florestal não definiu os conceitos legais de área de preservação permanente, vegetação de restinga, mangue ou manguezal, tampouco o que se entendia por restinga fixadora de dunas ou estabilizadoras de mangues.

O conceito normativo de Área de Preservação Permanente somente foi definido a partir da Medida Provisória nº 1.956, 50ª edição (2000), as alterações legislativas introduzidas no final da década de 1990 ao Código Florestal de 1965 deixaram explícito que a tutela jurídica não se dirigia apenas às “florestas e demais formas de vegetação natural”, mas à *área protegida, coberta ou não por vegetação nativa*, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. O conceito de APP permaneceu o mesmo na atual Lei de proteção da vegetação nativa (Lei nº 12.651/2012), que sucedeu a Lei nº 4.771/1965 e ficou conhecida como Código Florestal de 2012.

O próximo marco legal, após o Código Florestal de 1965, foi a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981) que criou as *reservas ecológicas* (art.

18), as quais incorporaram as APPs previstas no Código Florestal, sendo o poder regulamentar atribuído ao CONAMA (art. 8º, VII). O CONAMA regulamentou as reservas ecológicas por meio da Resolução nº 4/1985, incorporando, ampliando e criando novos espaços territoriais ambientalmente protegidos, em especial: os manguezais em toda sua extensão e a faixa de até 300 m nas restingas, a partir da linha de preamar máximo, independentemente de ter função estabilizadora de mangue ou fixadora de dunas.

A referida Resolução procurou evitar divergências de interpretação, unificando a proteção ambiental de toda uma faixa costeira que incorporava o manguezal e a restinga até uma faixa de 300m, mesmo quando não tivesse função fixadora de dunas ou estabilizadora de mangues. Conseqüentemente, a transição (ecótono) entre os dois ecossistemas também estava protegida, pois a faixa da APP de restinga inicia exatamente ao final da preamar máxima, onde é esperado o final do biótipo do manguezal. E, para não haver dúvidas na sua aplicação, a Resolução do CONAMA nº 4/1985 definiu os conceitos normativos para restinga e manguezal:

m. Restinga - Acumulação arenosa litorânea, paralela à linha de costa, de forma geralmente alongada, produzida por sedimentos transportados pelo mar, onde se encontram associações vegetais mistas características, comumente conhecidas como “vegetação de restingas”;

n. Manguezal - Ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos sujeitos à ação das marés localizadas em áreas relativamente abrigadas e formado por vasas lodosas recentes as quais se associam comunidades vegetais características. (BRASIL, 1985, art. 2º, alíneas “m” e “n”).

Posteriormente, a Lei nº 7.661/1988 instituiu o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, no qual as *florestas litorâneas, os manguezais e as restingas* foram considerados como bens de interesse público que integram o patrimônio da Zona Costeira (art. 3º, I), cuja degradação configura dano ambiental passível de responsabilização (art. 7º).

No mesmo ano, foi promulgada a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 que considerou a Zona Costeira e a Mata Atlântica como Patrimônios Nacionais, cuja utilização é sujeita a regulamentação legal que estabeleça condições



que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais (CRFB, art. 225, § 4º).

O regime de proteção do bioma Mata Atlântica originalmente foi regulamentado pelo Decreto nº 99.547/1990, que proibiu a exploração da vegetação nativa da Mata Atlântica, posteriormente sucedido pelo Decreto nº 750/1993, o qual definiu os manguezais e restingas como ecossistemas associados às formações florestais daquele bioma (art. 3º). O CONAMA, por meio do poder regulatório que lhe foi atribuído, editou diversas Resoluções para regulamentar o licenciamento ambiental e o uso racional dos recursos ambientais no referido bioma, cabendo destacar a Resolução nº 10/1993, que aprimorou os conceitos legais de manguezal e restinga.

Por meio da Resolução nº 4/1994, o CONAMA iniciou a regulamentação dos estágios sucessionais da Mata Atlântica em Santa Catarina, contudo, os manguezais e restingas foram deixados para regulamentação específica futura.

Somente a partir da Resolução do CONAMA nº 261/1999 foram definidos os conceitos e parâmetros especiais para a classificação da vegetação de restinga e seus estágios sucessionais no Estado de Santa Catarina. A referida Resolução descreveu minuciosamente as expressões e ocorrências deste complexo vegetacional, apresentando, além da sua distribuição na planície costeira, composição florística, fitofisionomias e estágios sucessionais, os ambientes costeiros não arenosos como costões e afloramentos rochosos, os quais comumente encontram-se recobertos por tais formações, integrando desta forma, o complexo vegetacional de restingas.

Ainda na década de 1990, o ordenamento jurídico brasileiro foi contemplado por mais dois instrumentos jurídicos que auxiliam na proteção dos manguezais: o Decreto nº 1.905/1996, que promulgou a Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, especialmente como Habitat de Aves Aquáticas, conhecida como Convenção de Ramsar (1971), e a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.608/1998), que passou a considerar a supressão de manguezais e da vegetação nativa especialmente protegida como crime, tornando mais rígida a penalização de condutas que antes eram consideradas meras contravenções.

Assim, no final da década de 1990, os ecossistemas de manguezais e restingas eram protegidos como APP (restinga fixadora de dunas e estabilizadoras de mangues), reservas ecológicas (manguezais, faixa litorânea de 300 m nas restingas

e àquelas consideradas APP), remanescentes do bioma Mata Atlântica (independente da função ou localização) e bens de interesse público da Zona Costeira (florestas litorâneas, os manguezais e as restingas).

Contudo, em 19.07.2000 foi publicada a Lei nº 9.985/2000, que criou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) e extinguiu as reservas ecológicas (art. 60). O efeito imediato foi a ab-rogação da Resolução do CONAMA nº 4/1985. Consequentemente, as APPs de manguezais e da faixa de 300 m nas restingas perderam eficácia, permanecendo os referidos ecossistemas protegidos por outras normas ainda vigentes e de aplicação sobreposta.

O CONAMA então editou a Resolução nº 303/2002, regulamentando o Código Florestal de 1965, e restabeleceu a APP nas restingas em faixa mínima de 300 m, medidos a partir da linha de preamar máxima, e em manguezal, em toda a sua extensão, bem como definiu novos conceitos gerais para os ecossistemas de manguezal e restinga.

Os conceitos gerais de manguezal e restinga estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 303/2002 permaneceram perenes até os dias atuais, pois foram incorporados ao Código Florestal de 2012 (art. 3º, XIII e XVI, da Lei nº 12.651/2012).

Contudo, para o Estado de Santa Catarina, que está totalmente incluso no bioma Mata Atlântica, os conceitos aplicáveis são os especiais, definidos pelo CONAMA, pois tanto o Decreto nº 750/1993, quanto a Lei da Mata Atlântica (Lei nº 11.428/2006), atribuíram ao CONAMA o poder regulatório para definição de formações florestais e ecossistemas associados àquele bioma.

### **7.5.1 Caráter especial das normas regulamentadoras de manguezais e restingas para o Estado de Santa Catarina**

Para a proteção legal da vegetação litorânea (restingas e manguezais), é necessária a adoção de um conceito normativo que melhor abranja o ambiente a ser tutelado.

Em 2006, com a promulgação da Lei da Mata Atlântica, o poder regulatório do CONAMA para definir estágios sucessionais da vegetação de Mata Atlântica foi mantido pelo art. 4º desta Lei, em substituição ao art. 6º, do Decreto nº 750/1993,



sendo recepcionadas todas as resoluções anteriores não conflitantes, as quais, para não haver dúvida, foram expressamente convalidadas pela Resolução nº 388/2007.

Para os ecossistemas de restinga no Estado de Santa Catarina, a Resolução do CONAMA nº 261/1999 permaneceu como norma especial. Com relação aos manguezais, não há norma específica para Santa Catarina, sendo então adotado o conceito definido na Resolução do CONAMA nº 10/1993, que é específico para o referido bioma.

Contudo, na prática, muitos conflitos têm sido suscitados entre os dispositivos previstos no Código Florestal de 2012 e aqueles definidos na Lei da Mata Atlântica ou no seu microssistema regulatório atribuído ao CONAMA.

A técnica tradicionalmente adotada para solução de conflitos aparentes entre normas considera os seguintes critérios: hierarquia, especialidade e cronologia, nesta ordem (Mascaro, 2021). A norma nova de natureza geral não revoga, nem modifica, a norma anterior de natureza geral, quando forem da mesma hierarquia, conforme disciplina a Lei de Introdução às normas do Direito Brasileiro (cf. art. 2º, do Decreto-Lei nº 4.657/1942).

Uma vez que a Lei da Mata Atlântica e o Código Florestal são normas de mesma hierarquia, prevalece o critério da especialidade. Então, eventual conflito entre as normas do sistema regulatório especial da Lei da Mata Atlântica de 2006 e o sistema geral alicerçado no Código Florestal de 2012, prevalecerá sempre a norma especial e mais restritiva (protetiva) ao meio ambiente. Na prática, os conceitos e normas definidos na Lei nº 12.651/2012 são aplicáveis à vegetação litorânea não abrangida pelo bioma Mata Atlântica, i.e., litoral amazônico e nordestino setentrional (Almeida Jr., 2020), conforme mapa oficial publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE (cf. art. 2º, da Lei nº 11.428/2006).

Mesmo existindo diferenças entre os conceitos gerais e especiais de restinga e manguezais, não se observam contradições, mas especificação dos dispositivos gerais pelos especiais para atendimento de peculiaridades locais no bioma.

No caso do conceito de restinga definido na Resolução do CONAMA nº 261/1999, quando comparado com a previsão geral do inciso XVI, art. 3º, do Código Florestal de 2012, o que se observa é que a Resolução faz o detalhamento do complexo vegetacional de restinga, clarificando minuciosamente, quais tipologias vegetacionais integram ou não integram aquele complexo. Ao tratar da intersecção

entre a vegetação de restinga e ecossistemas adjacentes, a referida Resolução considerou os ecótonos entre a vegetação de restinga e o manguezal como uma feição integrante do próprio manguezal e não do complexo vegetacional de restinga

O enquadramento de formações ecotonais em conceitos e critérios técnico-normativos é presumivelmente complexo, já que tais formações irão apresentar elementos característicos dos ecossistemas que se mesclam. Desta forma, a Resolução aqui tratada parece considerar um predomínio, mesmo que sutil, de características fito-geopedológicas de um ambiente sobre o outro.

No caso das formações vegetais de transição entre a restinga e o manguezal, o fato de se ter influência das marés e salinidade, substrato hidromórfico comumente lodoso, baixa disponibilidade de oxigênio e presença da fauna característica de manguezais, demonstra um predomínio das características de manguezal nestes ambientes (Duke, 1992; Tomlinson, 2016).

Quanto ao Código Florestal de 2012, observa-se que a norma manteve imprecisões no âmbito da consolidação de conceitos e critérios técnico-normativos que dizem respeito à função e delimitação da área a ser protegida como APP (Souza, 2020). Tal fato pode ser observado ao dissociar apicuns ou salgados do ecossistema manguezal.

Incertezas também permanecem em face das categorias de APP de “restingas estabilizadoras de mangue” e “manguezal em toda a sua extensão”, que no art. 4º, VI e VII, da Lei nº 12.651/2012, não receberam conceituações técnico-científicas que as diferenciam, tampouco, que as unifiquem, não ficando claro se são ou não dois ambientes distintos objeto de tutela.

São muito pouco discutidas no âmbito jurídico-científico as concepções a respeito do contraste entre *restingas estabilizadoras de mangue* e *manguezais propriamente ditos* (Hennemann, 2021), cuja tipificação legal divergente remonta à Resolução do CONAMA nº 4/1985. Todavia, para a proteção legal de faixas transicionais entre o manguezal e a restinga de terra firme, especialmente no território da ISC, onde o Plano Diretor Municipal confere tutela de APP para parte dessas formações, considera-se pertinente a exposição de interpretações que configurem possíveis situações de APP, as quais serão apresentadas a seguir.

### 7.5.2 Tutela de APP aos ecótonos manguezal-restinga na ISC

Na ISC, os ecótonos de manguezal com vegetação característica descrita no início do presente artigo poderão estar submetidos a três categorias de APP definidas por dispositivos legais diferentes, exercendo, portanto, funções ecológico-ambientais distintas. As duas primeiras categorias de APP correspondem à tutela do art. 43, do Plano Diretor Municipal de Florianópolis (Florianópolis, 2014, 2023). Enquanto a terceira enquadra-se no inciso VII, do art. 4º, da Lei nº 12.651/2012, o qual é expressamente referendado pelos parágrafos 1º (inciso IV) e 4º, do artigo 43º do Plano Diretor Municipal de Florianópolis:

§ 1º São Áreas de Preservação Permanente os seguintes ecossistemas e espaços naturais:

VI - Os manguezais, em toda a sua extensão.

§ 4º As Áreas de Preservação Permanente (APP) decorrentes de legislação federal, estadual ou municipal estão integralmente protegidas pelo Município, ainda que não delimitadas nos mapas de zoneamento.

O Plano Diretor Municipal de Florianópolis, Lei Complementar (LC) nº 482/2014, com alterações da LC nº 739/2023, declara, também, como Áreas de Preservação Permanente, parte das áreas de transição de manguezal (ecótonos), nos incisos IV e V do seu art. 43º:

§ 1º São Áreas de Preservação Permanente os seguintes ecossistemas e espaços naturais:

IV - banhados naturais, sem antropização;

V - áreas adjacentes a manguezais, em cota inferior a um metro, e que possuam influência salina das marés e/ou vegetação característica de transição entre manguezais e solos mais enxutos (Florianópolis, 2014, 2023).

Ou seja, a depender da configuração florístico-topográfica do ecótono manguezal-restinga, as categorias de APP poderão tutelá-lo parcial ou integralmente.

Fala-se, aqui, em tutela parcial, porque decerto, algumas dessas feições transicionais, como é o caso dos banhados salinos, apresentam fitofisionomia típica dos banhados naturais de que trata o inciso IV. Portanto, dominadas por vegetação herbácea-subarbusciva semi-aquática sobre solos hidromórficos. Entretanto, os ecótonos manguezal-restinga consistem, muitas vezes, de um vasto e denso estrato arbustivo (Reitz, 1961; Souza Sobrinho *et al.*, 1969; Bresolin, 1979), o que traria dissonâncias conceituais frente às descrições de banhados e baixadas úmidas litorâneas da região Sul do Brasil (Waechter, 1985; Falkenberg, 1999; Belloni *et al.*, 2022).

De modo assemelhado, a proteção de áreas adjacentes aos manguezais, estabelecida no inciso V, do art. 47, do Plano Diretor, que parece apartada do inciso IV supracitado, se restringe a cotas altimétricas inferiores a 1,0 metro, porém, os ecótonos manguezal-restinga são comumente encontrados entre as cotas de 1,0 e 2,0 metros, com relação ao NMM (datum de Imbituba), tendo em vista que, além das influências do fluxos subsuperficiais, as marés meteorológicas mais elevadas chegam a 1,8 m na ISC em relação ao referencial do marégrafo (EPAGRI, 2023).

Como já apresentado, as formações ecotonais manguezal-restinga recobrem um substrato com condições geomórficas típicas dos manguezais. Por outro lado, dependendo da configuração florístico-topográfica, é comum a presença ou domínio das espécies ditas facultativas ou de transição (Tomlinson, 2016), representadas por espécies vegetais típicas da restinga, as quais estão, seguramente, provendo recursos hidrogeoquímicos substanciais à manutenção da estrutura e produtividade do manguezal vizinho (Semeniuk, 1983; Mazda *et al.*, 1990; Wolanski, 1992; Chaves *et al.* 2009; Lewis *et al.* 2016), portanto, estabilizando-o de acordo com o art. 4º, VI, da Lei nº 12.651/2012.

Ao submeter os referidos ecótonos ao dispositivo supracitado, é impreterível semanticamente enquadrá-los em um conceito de restinga. Quanto ao conceito de restinga da Lei nº 12.651/2012 (artigo 3º, XVI), há total ressonância. Todavia, o texto introdutório da Resolução do CONAMA nº 261/1999, ao conceituar o conjunto de comunidades florísticas típicas da restinga de Santa Catarina, notadamente, não considera as formações de transição manguezal-restinga como componentes daquelas comunidades, mas sim, como componentes do manguezal. Como a referida Resolução é a norma especial definidora do conceito de restinga para o Estado de Santa Catarina, prevalece o entendimento de que as feições vegetacionais de

transição manguezal-restinga não se enquadram na categoria de APP tipificada no art. 4º, inciso VI, da Lei Federal nº 12.651/2012: “restingas estabilizadoras de mangue”.

Paralelamente, esses mesmos ecótonos manguezal-restinga poderão facilmente ser considerados como uma feição componente do manguezal propriamente dito, devido aos atributos bio-morfodinâmicos (Xie *et al.*, 2020), especialmente, a plasticidade, característica fundamental à acomodação de bosques de mangue em progradação (Ward e De Lacerda, 2021; Mckee *et al.*, 2021). Isso vai ao encontro da definição conceitual da Resolução do CONAMA nº 261/1999, que considera estes ambientes como manguezais, cabendo, portanto, a tutela de APP de acordo com art. 4º, inciso VII, da Lei Federal nº 12.651/2012. Ampliando a análise para além do Estado de Santa Catarina e concluindo a análise técnico-normativa, entende-se que os ecótonos entre manguezais e quaisquer formações vegetais, ecossistema ou bioma adjacente (Mata Atlântica, Caatinga ou Amazônia) estará tutelado pelo artigo 4º, inciso VII, da Lei Federal nº 12.651/2012, com respaldo dos componentes bio-morfodinâmicos, de elasticidade e plasticidade.

### **7.5.3 Tutela de APP às restingas contíguas a manguezais na ISC**

Quanto à tutela jurídica da restinga de terra firme adjacente ao manguezal, há aqui duas vias interpretativas que um mesmo dispositivo pode assumir. Trata-se, portanto, do inciso VI, do art. 4º, da Lei nº 12.651/2012, que define como APP as Restingas Estabilizadoras de Mangue.

A primeira interpretação é de que as *restingas estabilizadoras de mangue* seriam representadas pela própria vegetação característica dos manguezais, e que por terem suas estruturas anatômicas e morfo-fisiológicas adaptadas àquele ambiente conseguem fixar o substrato lodoso e, assim, cumprir esta função de reter e, conseqüentemente, estabilizar aquele solo (ICMBio, 2018). Entende-se, portanto, que a estabilização do ecossistema manguezal é uma consequência da manutenção da vegetação.

Quanto ao termo *restinga*, disposto no art. 2º, alínea “f”, do Código Florestal de 1965, pode-se conceber que este foi utilizado de forma genérica na sua redação original, não se limitando, portanto, ao complexo vegetacional de restinga

propriamente dito, mas sim, abrangendo todas as formações da vegetação litorânea e suas peculiaridades, seja de fixar dunas ou de estabilizar mangues.

Não obstante, o termo *restinga* já se distinguia das formações de manguezais, no âmbito científico, muitos anos antes do Código Florestal de 1965. A exemplo de Ule (1901), Bigarella (1946) e Dansereau (1947), que, ao descreverem as formações vegetais do litoral brasileiro, distinguiram os ambientes quaternários arenosos das formações sobre substratos lamosos. Não olvidando, também, de que a Resolução do CONAMA nº 4/1985, ao regulamentar as reservas ecológicas (Lei nº 6.938/1981), conceituou os manguezais e restingas, diferenciando expressamente estes ecossistemas.

A segunda interpretação segue o raciocínio teleológico, que denota o intento finalístico, princípio ou fundamento das regras legais (Guimarães, 2023). Desta forma, entende-se que o referido dispositivo tutelou as restingas (propriamente ditas) estabilizadoras de manguezais como de preservação permanente, por estas terem como um dos fundamentos e função ecológico-ambiental, a estabilização de manguezais vizinhos, via provisão de recursos.

Sendo assim, teleologicamente, segundo Pulner (2007), o Código Florestal de 1965 ao proteger as restingas estabilizadoras de mangue, considerou pelo só efeito da Lei, os manguezais como de preservação permanente, por ser este, o objeto de intento finalístico da restrição.

Neste caso, a concepção dos ambientes a serem protegidos vai ao encontro do conceito de APP, o qual prioriza a função ecológico-ambiental da área ou, ambiente ou ecossistema tutelado e não preferencialmente as espécies vegetais ou florestas, ali presentes. Por isso, quando tratamos a respeito da função ecológica de estabilizar o manguezal, considera-se que a supressão dessa vegetação de restinga adjacente, de terra firme, acarretaria desequilíbrio dos processos que mantêm o funcionamento sadio do manguezal vizinho.

Há decisões judiciais que reconheceram a vegetação de restinga adjacente ao manguezal como APP, pela função estabilizadora de mangue. No entanto, ao se adotar essa concepção, a grande lacuna para aplicação do critério técnico-normativo é quanto à definição de um limite de abrangência dessa APP na planície costeira, o que nunca foi definido pelas Resoluções do CONAMA, nem pelo Código Florestal de 2012 (Hennemann, 2021).

Tal situação abarca a carência de conceitos e parâmetros técnico-normativos definidores das APPs na legislação ambiental brasileira (Metzger, 2010; Benjamin, 2014; Souza *et al.* (2020). Contudo, Benjamin (2014, p. 172) ao tratar da “recente inovação da jurisprudência ambiental do Superior Tribunal de Justiça (STJ)”, faz referência ao princípio *in dubio pro natura* como ferramenta da hermenêutica jurídico-ambiental atual. Os princípios norteadores do Direito Ambiental auxiliam na interpretação, integração e na ponderação de conflitos normativos e, diante de lacunas ou da pluralidade de métodos científicos, a solução a ser adotada deve ser aquela que melhor promove a proteção do bem ambiental (Benjamin, 2014; Souza *et al.*, 2020).

## 7.6 CONCLUSÕES

Mesmo com lacunas técnico-normativas e redação por vezes confusa e imprecisa da legislação ambiental, a proteção legal dos ecótonos manguezal-restinga e das formações vegetais de restinga contíguas a manguezais tornaram-se mais exequíveis com o advento da Resolução do CONAMA nº 4/1985, sucedida pela Resolução nº 303/2002 e, atualmente, prevista no inciso VII, do art. 4º, da Lei nº 12.651/2012, o qual considera como APP “*os manguezais em toda a sua extensão*”. Independente do entendimento adotado, se a “*restinga estabilizadora de mangues*” (art. 4º, inciso VI) integra os manguezais ou se são uma feição independente, observa-se que a intenção da legislação é a mesma: a proteção dos manguezais, em toda a sua extensão.

Em âmbito local, a definição técnico-normativa prevista no inciso VI, do art. 43, do Plano Diretor de Florianópolis, reproduz a tutela de APP garantida pelo inciso VII, do art. 4º, da Lei nº 12.651/2012. No entanto, o inciso V da referida Lei é um tanto deficiente para a tutela de APP aos ecótonos manguezal-restinga. Ou seja, mesmo citando as formações vegetais de transição e considerando uma flora característica, o dispositivo impede a proteção integral daquelas comunidades vegetais ao restringir a incidência de APP a cotas altimétricas inferiores a 1,0 metro, com relação ao NMM, desconsiderando a ação das marés mais elevadas na ISC, que chegam até 1,8m, bem como a influência do fluxo subsuperficial, que impactam na distribuição espacial dessas formações.



As análises técnico-normativas desenvolvidas ao longo do presente trabalho, além de clarificarem a abrangência de aplicabilidade dessas categorias de APPs, são ferramentas hermenêuticas que apreciam as interações e integração entre comunidades da vegetação litorânea, componente mais alterado do já tão degradado bioma Mata Atlântica.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A. G. B. M.; FERREIRA, T. O.; CABRAL, R. L.; NÓBREGA, G. N.; ROMERO, R.E.; MEIRELES, A.J.A.; OTERO, X.L.; *et al.* Hypersaline tidal flats (apicum ecosystems): the weak link in the tropical wetlands chain. **Environmental Reviews**, v. 22, n. 2, p. 99–109, 2014.
- ALMEIDA JÚNIOR, E. B.; CORREIA, B. E. F.; SANTOS-FILHO, F. S. Diversity and structure of the woody component of a restinga in Alcântara, Maranhão State, Brazil. **Acta Brasiliensis**, v. 4, n. 2, p. 85, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22571/2526-4338261>.
- BALTZER, F; L. R LAFOND. Marais maritimes tropicaux. **Revue de géographie physique et de géologie dynamique**. Paris, n. 13, v. 2 p. 173-196, 1971.
- BELLOLI, T. F.; GUASSELLI, L. A.; KUPLICH, T.; RUIZ, L. F. C.; SIMIONI, J. P. D. Classificação Baseada em Objeto de Tipologias de Cobertura Vegetal em Área Úmida Integrando Imagens Ópticas e SAR. **Revista Brasileira de Cartografia**, v 74, n. 1, 67-83, 2022. DOI: <https://doi.org/10.14393/rbcv74n1-61277>.
- BENJAMIN, A. H.. Hermenêutica do novo Código Florestal. In: **Doutrina: edição comemorativa, 25 anos. Brasília: Superior Tribunal de Justiça**. p. 161-174, 2014.. Disponível em: <https://ww2.stj.jus.br/publicacaoinstitutional/index.php/Dout25anos/issue/view/30/showToc>. Acesso em: 29 jul. 2020.
- BIGARELLA, J, J. Contribuição ao Estudo da Planície Litorânea do Estado do Paraná. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 1, p. 75-111, 1946.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução nº 4, de 18 de setembro de 1985**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre>. Acesso em: 6 jul. 2020.
- BRASIL. Secretaria do Patrimônio Da União. Ministério do Planejamento e Orçamento. **Legislação imobiliária da União**: anotações e comentários às leis básicas. Brasília: MPog, 2002c.
- BRESOLIN, A. **Flora da restinga da Ilha de Santa Catarina**. Trabalho submetido à Universidade Federal de Santa Catarina para provimento do cargo de Professor Titular. Florianópolis: 1979.
- CEPAL. Comision Economica Para America Latina. **Generación e integración de bases de datos climáticas históricas y de proyecciones de cambio climático para la gestión de riesgos costeros en el estado de Santa Catarina, Brasil. Santiago**. 2016. Disponível em: file:///C:/Users/boaav/Downloads/S1600971\_es.pdf. Acesso em: jun. 2023.

CHAVES, F. O.; SOARES, M. L. G.; ESTRADA, G. C. D.; CAVALCANTI, V. F. Maintenance of Mangrove Forests through the Conservation of Coastal Ecosystems. **Journal of Coastal Research**, v. 56, 395-399, 2009.

CINTRÓN-MOLERO, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Los manglares de la costa brasileña: revisión preliminar de la literatura**. Montevidéo: ROSTLAC/UNESCO, 1981.

CINTRÓN-MOLERO, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Introducción a la ecología del manglar**. Montevidéo: ROSTLAC/UNESCO, 1983.

CINTRÓN-MOLERO, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; ROVAI, A. S.; ABUCHAHLA, G. M. O. SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; ABUCHAHLA, G. M. O.; CINTRÓN-MOLERO, G. **Brazilian Mangroves and Salt Marshes**. [s.l.]: Springer Nature, p. 365-380, 2023. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-21329-8\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-031-21329-8_3).

COELHO-JR, C. **Ecologia de manguezais: zonação e dinâmica da cobertura vegetal em gradientes ambientais, Cananéia, São Paulo, Brasil**. 2003, 166 p. Tese (doutorado em Oceanografia) Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.

DANSEREAU, P. Zonation et succession sur la restinga de Rio de Janeiro. I. Halosére. **Revue Canadienne de Biologie**, v. 6, n.3, p. 448-477, 1947.

DE DOMINICIS, M. Mangrove forests can be an effective coastal defence in the Pearl River Delta, China. **Communications Earth & Environment**. v. 4, n. 13, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00672-7>.

DUKE, N. C. Mangrove floristics and biogeography. In: **Tropical Mangrove Ecosystems**. Robertson, A.I. Alongi, D.M. (orgs.). Washington: American Geophysical Union, p. 63-100, 1992. DOI: <http://dx.doi.org/10.1029/ce041p0063>.

EPAGRI/CIRAM. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri). Litoral on-line. 2023. **Dados da Estação Maregráfica 2951 - Florianópolis (Sul da Ilha)**. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/litoral-online/>. Acesso em: 21 jul. 2023.

FALKENBERG, D. B. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. **Insula**, n. 28, p. 1-30, 1999.

FERRETTI, O. E. Áreas protegidas na Ilha de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. **ACTA Geográfica**, Boa Vista: v. 13, n. 31, 2019.

FLORIANÓPOLIS. **Lei Complementar nº 482, de 17 de janeiro de 2014**. Plano Diretor do Município de Florianópolis. Disponível em: <http://leismunicipa.is/nmtr>. Acesso em: 24 jul. 2023.

FLORIANÓPOLIS. **Lei complementar nº 739, de 04 de maio de 2023**. Altera a lei complementar nº 482, de 2014 (Plano Diretor de Florianópolis) e consolida seu processo de revisão. Disponível em: <http://leismunicipa.is/0j7w8>. Acesso em: 24 jul.

2023.

GUIMARÃES, D. T. **Dicionário Jurídico**. 27<sup>a</sup> Ed.. Ridel, 2023.

HENNEMANN, M. C. **Mapeamento, Regeneração e Proteção da Cobertura Vegetal da Ilha de Santa Catarina – Florianópolis/SC**. 2021, 155 p. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/229784>. Acesso em: 30 mar. 2022.

HUTCHINGS, P. A.; SAENGER, P. **Ecology of Mangroves**. [s.l.]: University of Queensland Press(Australia), 1987.

ICMBIO, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. ROSÁRIO, R. P. G.; ABUCHAHLA, G. M. O. Arcabouço legal de proteção aos manguezais. In: **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília: ICMBio, p. 75-84, 2018.

ICMBIO, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. SCHAEFFER-NOVELLI, Y. A diversidade do ecossistema manguezal. In: **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília: ICMBio, p. 23-36, 2018.

LAMBERTI, A. **Contribuição ao conhecimento da ecologia das plantas do manguezal de Itanhaém**. Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras: São Paulo, n. 23, 1969.

LEWIS, R. R., III; MILBRANDT, E. C.; BROWN, B.; *et al.* Stress in mangrove forests: Early detection and preemptive rehabilitation are essential for future successful worldwide mangrove forest management. **Marine Pollution Bulletin**, v. 109, n. 2, p. 764–771, 2016.

LINDSEY, R.; LUMPKIN, R.; JOHNSON, G.; THOMPSON, P.; SWEET, W. **Climate Change: Global Sea Level**. 2022. Eua: Climate.gov. Science & information for a climate smart-nation. Disponível em: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-sea-level>. Acesso em: jun. 2023.

LOVELOCK C.E.; FELLER I.C. Photosynthetic performance and resource utilization of two mangrove species coexisting in a hypersaline scrub forest. **Oecologia**. v. 134, n. 4, p. 455-462, 2003.

LUGO, A. E. Mangrove Ecosystems: Successional or Steady State? **Biotropica**, v. 12, n. 2, p. 65,1980.

LUGO, A. E.; SNEDAKER, S. C. The ecology of mangroves. **A Rev. Ecol. Syst.**, v. 5, p. 39-64, 1974.

MASCARO, A. L. **Introdução ao Estudo do Direito**. Atlas Editora, 2021.

MAZDA, Y.; SATO, Y.; SAWAMOTO, S.; YOKOCHI, H. and WOLANSKI, E. Links between physical, chemical and biological processes in Bashita-minato, a mangrove swamp in Japan. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 31, n. 6, p. 817–833, 1990.

MCIVOR, A.L.; Spencer, T.; Moller, I.; Spalding, M. The response of mangrove soil surface elevation to sea level rise. **The Nature Conservancy and Wetlands International**, n. 42, 59 p., 2013.

MCKEE K.L.; KRAUSS K.W.; CAHOON D.R. Does geomorphology determine vulnerability of mangrove coasts to sea-level rise? In: SIDIK F, FRIESS D.A. (eds) **Dynamic sedimentary environments of mangrove coasts**. Amsterdam: Elsevier, p. 255-272, 2021.

MEDEIROS, D. H. M.; CAVALCANTE, A. A.; PINHEIRO, L. S.; DE MEDEIROS R. R. Variação longitudinal da salinidade do estuário hipersalino do Rio Apodi/Mossoró (Rio Grande do Norte, Brasil). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 03, p. 850-863, 2018.

MEDINA, E.; CUEVAS, E.; POPP, M.; *et al.* Soil Salinity, Sun Exposure, and Growth of *Acrostichum aureum*, the Mangrove Fern. **Botanical Gazette**, v. 151, n. 1, p. 41-49, 1990.

MENÉNDEZ, P.; LOSADA, I. J. TORRES-ORTEGA, S; NARAYAN, S.BECK, M. W. The Global Flood Protection Benefits of Mangroves. **Scientific Reports**. V. 10, 2020. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-61136-6>. Acesso em: 05 fev. 2020.

METZGER, J. O Código Florestal tem base científica? **Conservação e Natureza**, Curitiba: v.8, n.1, p. 92-99, 2010.

NASCIMENTO, D. V.; HADLICH, G. M.; MENDONÇA, L. F. F.; *et al.* Evolução espacial de apicuns: fatores antrópicos e naturais na Baía de Todos os Santos, costa Nordeste do Brasil. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 53, p. 116-138, 2022.

OSLAND, M. J.; ENWRIGHT, N.; STAGG, C. L. Freshwater availability and coastal wetland foundation species: ecological transitions along a rainfall gradient. **Ecology**, v. 95, n. 10, p. 2789-2802, 2014.

PULNER, R. DE. C. L. **Análise crítica da cientificidade da legislação relativa a manguezais**. Curitiba: Sesqui centenário, 2007.

RAMBO, B. A Fisionomia do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Imprensa Oficial, 1942.

REITZ, P. Q. Vegetação da Zona Marítima de Santa Catarina. **Sellowia**, v. 13, p. 17-115, 1961.

RICKLEFS, R. E.; SCHWARZBACH, Andrea E.; RENNER, S. S. Rate of Lineage Origin Explains the Diversity Anomaly in the World's Mangrove Vegetation. **The American Naturalist**, v. 168, n. 6, p. 805-810, 2006.

ROVAI, A. S.; TWILLEY, R. R.; CHRISTENSEN, A.; *et al.* Biomass allocation of tidal

freshwater marsh species in response to natural and manipulated hydroperiod in coastal deltaic floodplains. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. v. 268, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2022.107784>. Acesso em: 6 jun. 2023.

SARUBO, S. C.; LIGNON, M. C.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Monitoramento dos ecótonos entre manguezal e marisma e entre manguezal e vegetação de restinga. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. **Scielo Books**. São Paulo: p. 108-115, 2015.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y; Soriano-Sierra, E. J; Câmara do Vale, C; BERNINI, E. Climate changes in mangrove swamps/forests and salt marshes. **ReBentos**. 2016.

SEMENIUK, V. Mangrove distribution in northwestern Australia in relationship to regional and freshwater drainage. **Vegetatio**, v. 53, p. 11-31, 1983.

SERRANO, O., ALMAHASHEER, H; DUARTE, C. M.; IRIGOIEN, X. Carbon stocks and accumulation rates in Red Sea seagrass meadows. **Scientific Reports**. 2018.

SILVEIRA, Y. G.; BONETTI, J. Assessment of the physical vulnerability to erosion and flooding in a sheltered coastal sector: Florianópolis Bay, **Brazil**. **Journal of Coastal Conservation**, v. 23, n. 2, p. 303-314, 2018.

SMITH III, T. J. Forest structure. In: ROBERTSON, A. I. AND ALONGI, D. M. (eds): **Tropical Mangrove Ecosystem**. Washington, American Geophysical Union, p. 101-136, 1992.

SORIANO-SIERRA, E.J. Ecosistemas de marismas, II . A Fitocenosis. In: **II Simpósio de Ecosistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira**. ACIESP: São Paulo. v.2, p.142-9, 1990.

SOUZA SOBRINHO, R.I. BRESOLIN A. KLEIN R.M. Os manguezais na Ilha de Santa Catarina. **Insula**, v.2, p. 1-21, 1969.

SOUZA, K. I. S. DE; CHAFFE, P. L. B.; PINTO, C. R. S. C. DE. Cartografia para análises ambientais: definição de áreas de preservação permanente de corpos hídricos naturais. In: LEITE, J. R. M.; BORATTI, L. V.; CAVEDON-CAPDEVILLE, F. S. (Org.). **Direito ambiental e geografia: relação entre geoinformação, marcos legais, políticas públicas e processos decisórios**, Rio de Janeiro: Lumen Juris, p. 151–199, 2020. Disponível em: <https://bdjur.stj.jus.br/jspui/handle/2011/155745>. Acesso em: 6 jun. 2023.

SOUZA, M.L.E.R.; FALKENBERG, D.B.; AMARAL, L.G.; FRONZA, M.; ARAUJO, A.C.; Sá, M.R. Vegetação do Pontal de Daniela, Florianópolis, SC, Brasil. I. Levantamento florístico e mapa fitogeográfico. **Insula**, v. 21, p. 87-117, 1992.

STEWART, G. A., TWIDALE, C. R., BRADLEY, J. Geomorphology of the North Kimberley área, W.A. CSIRO **Land Research Surveys**. n 4, p. 26-32, 1960.

TOMLINSON, P. Barry. **The Botany of Mangroves**. [s.l.]: Cambridge University Press, 2016.

TWILLEY, R. R.; SNEDAKER, S. C.; YÁÑES-ARANCIBIA, A.; MEDINA, E. **Biodiversity and ecosystem processes on tropical estuaries: perspectives of mangrove ecosystems.** In: MOONEY, H. A ; CUSHMAN, J. H. e MEDINA, E. et. al. (eds): *Functional Roles Biodiversity: A Global Perspective*, p.327-370, 1996.

ULE, E. Die Vegetation von Cabo Frio an der Küste von Brasilien. **Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie**, v. 28, p. 511-28, 1901.

WAECHTER, J.L. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS (Série Botânica)**, n. 33 p. 49-68, 1985.

WARD, R. D.; DE LACERDA, L. D. Responses of mangrove ecosystems to sea level change. In: **Dynamic Sedimentary Environments of Mangrove Coasts.** [s.l.]: Elsevier, p. 235-253, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-816437-2.00002-1>. Acesso em: 14 Jul. 2023.

WOLANSKI, E. Hydrodynamics of mangrove swamps and their coastal waters. **Hydrobiologia**, v. 247, n. 1–3, p. 141-161, 1992.

WOODROFFE, C.D; ROGERS K., McKee K.L.; et al. Mangrove sedimentation and response to relative sea-level rise. **Annu Rev Mar Sci**, v. 8, p. 243-266, 2016.

XIE, D.; SCHWARZ, C.; BRÜCKNER, M. Z. M.; *et al.* Mangrove diversity loss under sea-level rise triggered by bio morphodynamic feedbacks and anthropogenic pressures. **Environmental Research Letters**, v. 15, n. 11, 2020. DOI:: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/abc12>.

YAO, Q.; COHEN. M.; LIU, K.; FAN, D.; *et al.* Mangrove expansion at poleward range limits in North and South America: Late-Holocene climate variability or anthropocene global warming? **CATENA**, v. 216, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106413>.

TWILLEY, R. R.; SNEDAKER, S. C.; YÁÑES-ARANCIBIA, A.; MEDINA, E. **Biodiversity and ecosystem processes on tropical estuaries: perspectives of mangrove ecosystems.** In: MOONEY, H. A ; CUSHMAN, J. H. e MEDINA, E. et. al. (eds): *Functional Roles Biodiversity: A Global Perspective*, p.327-370, 1996.



## 8 CONCLUSÃO GERAL

Considerando a necessidade de subsídios qualitativos em procedimentos de análise ambiental e as limitações técnicas e operacionais presentes nos órgãos e secretarias de meio ambiente dos Estados e Municípios costeiros do Brasil, concluiu-se que a aplicação do método expedito do caminhamento (Filgueiras, 1994) mostrou-se eficaz na delimitação espacial das áreas de preservação permanente discutidas no presente trabalho, especialmente, na determinação de intersecções entre formações vegetacionais herbáceas halófilas, com influência das marés, e as formações de banhados ou pântanos de água doce da restinga, ambas essencialmente edáficas e pioneiras, com fitofisionomia semelhante à dos ecótonos, compartilhando, também, espécies vegetais (Cintron-Molero et al., 2023; Nogueira, et al., 2023).

O levantamento florístico das áreas de ecótono, associado a constatações pedológicas e de influência das marés (baixa salinidade) clarifica o entendimento de que as comunidades transicionais integram o ecossistema manguezal estando, assim, sob a tutela do inciso VII, do art. 4<sup>º</sup>, da Lei Federal 12.651 de 2012, sendo de fundamental importância a aplicação dos critérios técnicos estabelecidos. Como o papel das espécies de transição/facultativas: *Annona glabra* e *Fimbristylis spadiacea* como fortes indicadoras dos ecótonos aqui tratados, o destaque para a frequência de *Solanum pseudocapsicum*, *Baccharis singularis*, *Symphyotrichum squamatum*, apesar de pouco se destacarem em cobertura e não serem citadas em levantamentos anteriores, nestes ambientes ecotonais, a presença das trepadeiras *Rhabdadenia madida* e *Stigmaphyllon ciliatum*, mais esperadas nas formações de restinga e Mata Atlântica, além da possibilidade de diagnósticos equivocados quando da análise ambiental de formações estritamente herbáceas de *Paspalum vaginatum* e *Fimbristylis spadiacea*, que podem ser “confundidas” com banhados dominados por *Eleocharis spp.*, *Ischaemum minus* e *Fuirena robusta*, que muito comumente ocorrerem contíguos a ecótonos ou manguezais.

As análises dos caracteres físico-químicos realizadas em laboratório ao longo da hidrossequência estudada, especialmente a partir do ecótono (CJ-3), onde houve aumento acentuado da salinidade e de materiais sulfídricos, reafirmam a indissociabilidade entre o bosque de mangue e o referido ecótono. i.e., estas duas feições integrem um único ecossistema, os manguezais.

No que diz respeito às lacunas técnico-normativas que rondam o sistema de proteção legal da vegetação litorânea, desde o Código Florestal (Lei nº 4.771/1965) até o Código Florestal de 2012 (Lei nº 12.651/2012 - Lei de proteção da vegetação nativa) conclui-se que a aplicação técnico-normativa a partir da perspectiva da caracterização fitoecológico-edáfica de ecótonos de manguezal deve se estender aos manguezais de toda costa brasileira, consumando que os ecótonos (transições) entre manguezais e quaisquer ecossistema adjacente estarão sob a tutela do artigo 4º, inciso VII, da Lei Federal nº 12.651/2012, que confere o caráter de área de preservação permanente aos “manguezais em toda a sua extensão”.

Firma-se aqui, também, outra interpretação pouco discutida na seara científico-jurídica brasileira, a qual concebe que a Mata de Restinga Inundável e a Mata de Restinga não Inundável, contíguas a manguezais podem ser entendidas como as *Restingas Estabilizadoras de Mangue* de que trata o Inciso VI, art. 4º, da Lei Federal nº 12.651/2012).

## REFERÊNCIAS GERAIS

ALBUQUERQUE, A. G. B. M.; FERREIRA, T. O.; CABRAL, R. L.; NÓBREGA, G. N.; ROMERO, R.E.; MEIRELES, A.J.A.; OTERO, X.L.; *et al.* Hypersaline tidal flats (apicum ecosystems): the weak link in the tropical wetlands chain. **Environmental Reviews**, v. 22, n. 2, p. 99–109, 2014.

ALBUQUERQUE, A. G. B. M.; FREITAS, E.; MOURA-FÉ, M. M. M. et al. A Proteção do Ecossistema Manguezal pela Legislação Ambiental Brasileira. **GEOgraphia**, v. 17, n. 33, p. 126, 2015.

ALMEIDA JR., E.B., CORREIA, B.E.F., SANTOS-FILHO, F.S. Diversity and structure of the woody component of a restinga in Alcântara, Maranhão State, Brazil. **Acta Brasiliensis** 4(2), 85-90, 2020. <http://dx.doi.org/10.22571/2526-4338261>.

ALMEIDA JÚNIOR, E. B.; CORREIA, B. E. F.; SANTOS-FILHO, F. S. Diversity and structure of the woody component of a restinga in Alcântara, Maranhão State, Brazil. **Acta Brasiliensis**, v. 4, n. 2, p. 85, 2020. DOI: <https://doi.org/10.22571/2526-4338261>.

ALONGI, Daniel M. Climate Change and Mangroves. In: Mangroves: Biodiversity, Livelihoods and Conservation. **Springer Nature**. p. 175–198, Singapore, 2022. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1007/978-981-19-0519-3\\_8](http://dx.doi.org/10.1007/978-981-19-0519-3_8)>. Acesso em: 1 Mar. 2024.

ALVES, R.J.V.; CARDIN, L.; KROPF, M.S. Angiosperm disjunction “Campos rupestres-restingas”: a re-evaluation. **Acta Botanica Brasilica**, v 21, n.3, p. 675-685, 2007.

AMARAL, D.; PROST, M.; BASTOS, M. DE N.; COSTA NETO, S.; SANTOS, J. U. Restingas do litoral amazônico, estados do Pará e Amapá, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, v. 3, n. 1, p. 35-67, 28 abr. 2008.

ARAUJO, D.S.D. & L.D. LACERDA. A natureza das restingas. **Ciência Hoje**, v. 6, n. 33, p. 42-8, 1987.

ARAUJO, D.S.D. Restingas: síntese dos conhecimentos para a costa sul-sudeste brasileira. **Anais do Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira: síntese dos conhecimentos**, ACIESP. v. I, p.33-47, 1987.

ARAUJO, D.S.D. Restingas: síntese dos conhecimentos para a costa sul-sudeste brasileira. **Anais do Simpósio sobre ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira: síntese dos conhecimentos**, ACIESP. v. I, p.33-47, 1987.

ARAUJO, D.S.D. Vegetation types of sandy coastal plains of tropical Brazil: a first 23 approximation. In U. Seeliger ed., Coastal plant communities of Latin America. **Academic Press**, p.337-47, 1992.

ARAUJO, N. B. **Contribuição ao estudo da qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Rio Tavares: poluição orgânica, Florianópolis, Santa Catarina**. 1993. 125 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma Brasileira NBR 6484: 2001. **Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio**.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma Brasileira NBR 7181: 2016. **Estabelece o método para análise granulométrica de solos, realizada por peneiramento ou por uma combinação de sedimentação e peneiramento**.

AZEVEDO, R. E. S.; OLIVEIRA, V. Pinto V. Reflexos do novo Código Florestal nas Áreas de Preservação Permanente – APPs – urbanas. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 29, 2014.

AZEVEDO-SANTOS, Valter M. et al. Removing the abyss between conservation science and policy decisions in Brazil. **Biodiversity and Conservation**, Springer Science e Business Media LLC, v. 26, n. 7, p. 1745–1752, fev. 2017. ISSN 1572-9710. DOI: 10.1007/s10531-017-1316-x.

BALL MC. Comparative ecophysiology of mangrove forest and tropical lowland moist rainforest. In **Tropical Forest Plant Ecophysiology**, ed. SS Mulkey, RLChazdon, APSmith, pp. 461–96, 1996.

BALTZER, F; L. R LAFOND. Marais maritimes tropicaux. **Revue de géographie physique et de géologie dynamique**. Paris, n. 13, v. 2 p. 173-196, 1971.

BELLOLI, T. F.; GUASSELLI, L. A.; KUPLICH, T.; RUIZ, L. F. C.; SIMIONI, J. P. D. Classificação Baseada em Objeto de Tipologias de Cobertura Vegetal em Área Úmida Integrando Imagens Ópticas e SAR. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 74, n. 1, 67-83, 2022. DOI: <https://doi.org/10.14393/rbcv74n1-61277>.

BENJAMIN, A. H.. Hermenêutica do novo Código Florestal. In: **Doutrina: edição comemorativa, 25 anos. Brasília: Superior Tribunal de Justiça**. p. 161-174, 2014.

BERHANE, T.M.; LANE, C.R.; WU, Q.; AUTREY, B.C.; ANENKHONOV, O.A.; CHEPINOGA, V.V.; LIU, H. Decision-Tree, Rule-Based, and Random Forest Classification of High-Resolution Multispectral Imagery for Wetland Mapping and Inventory. **Remote Sensing**, v. 10, n. 4, p. 1-26, 2018. DOI. 10.3390/rs10040580.

BIGARELLA, J, J. Contribuição ao Estudo da Planície Litorânea do Estado do Paraná. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 1, p. 75-111, 1946.

BINFARÉ, R.W. **Guia ilustrado da flora da restinga de Santa Catarina**. Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais Ambientais, Florianópolis, 2016.

BORGES, L. A. C.; REZENDE, J. L. P.; COELHO JÚNIOR, L. M. Aspectos Técnicos e Legais que Fundamentam o Estabelecimento das APP nas Zonas Costeiras – Restingas, Dunas e Manguezais. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 9, n. 1, p. 39–56, 2009.

BORGES, L. A. C; DE REZENDE, J. L. P.; PEREIRA, J. A. A.; COELHO JÚNIOR, L. M.; BARROS, D. A. Áreas de preservação permanente na legislação ambiental

brasileira. **Ciência Rural**, v.41, n.7, p.1202-1210, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782011000700016](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782011000700016)>. Acesso em: 9 jul. 2017.

BRANDÃO, J.C.L. Aspectos jurídicos das florestas de preservação permanente e das reservas legais: propriedade e meio ambiente. **Revista de Direito Ambiental**, 22:114-146, São Paulo - SP, Brasil, 2001.

BRASIL (2012a). Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 mai. 2012. ISSN 1677-7042. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm)>. Acesso em: 25 abr. 2020.

BRASIL. (2012b). Lei Federal nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. Dispõe sobre alterações no Código Florestal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 18 de out. 2012. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm). Acesso em: 10 jun. 2021.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil (1988a). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 5 out. 1988. ISSN 1677-7042. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)>. Acesso em: 25 abr. 2020.

BRASIL. Decreto nº 23.793, de 23 de janeiro de 1934. Aprova o Código Florestal que com esta baixa. **Diário Oficial [da] República dos Estados Unidos do Brasil**, Rio de Janeiro, RJ, 21 mar. 1934. ISSN 1677-7042. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1930-1949/D23793impressao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D23793impressao.htm)>. Acesso em: 25 abr. 2020.

BRASIL. Decreto nº 750, de 10 de fevereiro de 1993. Dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio

de regeneração da Mata Atlântica, e dá outras providencias. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 11 fev. 1993. ISSN 1677- 5 7042. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1990-1994/D750impressao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D750impressao.htm)>. Acesso em: 20 set. 2017.

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. **Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providencias**. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11428.htm). Acesso em: 13 jun. 2023.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. **Diário Oficial [da] República dos Estados Unidos do Brasil**, Brasília, DF, 16 set. 1965. ISSN 1677-7042.

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 providencias. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2 set. 1981. ISSN 1677-7042. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L6938compilada.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938compilada.htm)>. Acesso em: 24 fev. 2017.

BRASIL. (1988b). Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providencias. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 mai. 1988. ISSN 1677-7042. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L7661.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7661.htm)>. Acesso em: 19 abr. 2020.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providencias. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 19 jul. 2000.

BRASIL. Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001. Altera os arts. 1º, 4º, 14, 16 e 44, e acresce dispositivos à Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal, bem como altera o art. 10 da Lei nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, que dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**,



Brasília, DF, 25 ago. 2001. ISSN 1677-7042. Disponível em:  
<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/MPV/2166-67.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/MPV/2166-67.htm)>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 10, de 1º de outubro de 1993. Estabelece os parâmetros básicos para análise dos estágios de sucessão de Mata Atlântica. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, p. 16497–16498, 3 nov. 1993. ISSN 1677-7042. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=135>>. Acesso em: 5 jul. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 261, de 30 de junho de 1999. Aprova parâmetro básico para análise dos estágios sucessivos de vegetação de restinga para o Estado de Santa Catarina. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, p. 29–31, 2 ago. 1999. ISSN 1677-7042. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port./Conama/legiabre.cfm?codlegi=260>>. Acesso em: 6 jul. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. 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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, p. 68, 13 mai. 2002. ISSN 1677-7042. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA\\_RES\\_CONS\\_2002\\_303.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2002_303.pdf)>. Acesso em: 24 fev. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 388, de 23 de fevereiro de 2007. Dispõe sobre a convalidação das resoluções que definem a vegetação primária e secundária. nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica para fins do disposto no art. 4º § 1º da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, p. 63, 26 fev. 2007. ISSN 1677-7042. Disponível em:<<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=529>>. Acesso em: 6 jul. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 4, de 18 de setembro de 1985. **Diário Oficial [da]**

**República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, p. 1095–1096, 20 jan. 1986. ISSN 1677-7042. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre>>.

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre>>. Acesso em: 6 jul. 2020

BRASIL. Secretaria do Patrimônio Da União. Ministério do Planejamento e Orçamento. **Legislação imobiliária da União**: anotações e comentários às leis básicas. Brasília: MPog, 2002c.

BRESOLIN, A. **Flora da restinga da Ilha de Santa Catarina**. Trabalho submetido à Universidade Federal de Santa Catarina para provimento do cargo de Professor Titular. Florianópolis, 1979.

BRITEZ, R.M. Solos. Marques, M.C.M. & Britez, R.M (orgs.). **História natural e conservação da Ilha do Mel, Paraná**. Curitiba, Editora da Universidade Federal do Paraná-UFPR. p.49-84, 2005.

BRITEZ, R.M.; Santos Filho, A.; Reissmann, C.B.; Silva, S.M; Athayde, S.F.; Lima, R.X. & Quadros, R.M.B. Nutrientes no solo de duas florestas da planície litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá, PR. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 21(4): 625-634, 1997.

CARDONA-OLARTE, Pablo; TWILLEY, Robert R.; KRAUSS, Ken W.; *et al.* Responses of neotropical mangrove seedlings grown in monoculture and mixed culture under treatments of hydroperiod and salinity. **Hydrobiologia**, v. 569, n. 1, p. 325–341, 2006.

CARUSO, M. M. L. **O desmatamento na Ilha de Santa Catarina**: de 1500 aos dias atuais. 2ª Ed. UFSC, Florianópolis, 1990.

CASTELLANI, Tânia Tarabini; FOLCHINI, Rosângela; SCHERER, Karla Zanenga. Variação temporal da vegetação em um trecho de baixada, úmida entre dunas, Praia da Joaquina, Florianópolis, SC. **INSULA Revista de Botânica**, v. 24, p. 37, 1995. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/insula/article/view/22025>. Acesso em 17 jul. 2020.

CECCA, Centro de Estudos da Cultura e Cidadania. **Unidades de Conservação e Áreas Protegidas da Ilha de Santa Catarina: caracterização e legislação.**

Florianópolis: Insular, 160p, 1997.

CEPAL. Comisión Económica Para América Latina. **Generación e integración de bases de datos climáticas históricas y de proyecciones de cambio climático para la gestión de riesgos costeros en el estado de Santa Catarina, Brasil.**

Santiago. 2016. Disponível em: [file:///C:/Users/boaav/Downloads/S1600971\\_es.pdf](file:///C:/Users/boaav/Downloads/S1600971_es.pdf).

Acesso em: jun. 2023.

CHAPMAN, V.J. 1960. **Salt marshes and salt deserts of the world.** Leonard Hill, London.

CHARLIER-SARUBO, S. C.; LIGNON, M. C.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y.

Monitoramento dos Ecótonos entre Manguezal e Marisma e Entre Manguezal e Vegetação de Restinga. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.

**Scielo Books.** São Paulo: P. 108-115, 2015.

CHARLIER-SARUBO, S.; CUNHA-LIGNON, M.; SORIANO-SIERRA, E. J.

Environmental and Biotic Factors Driving Distributional Patterns in Mangrove and Salt Marsh Ecosystems. In: **Brazilian Mangroves and Salt Marshes.** Cham:

Springer International Publishing, p. 27–42, 2023.

CHAVES, F. O.; SOARES, M. L. G.; ESTRADA, G. C. D.; CAVALCANTI, V. F.

Maintenance of Mangrove Forests through the Conservation of Coastal Ecosystems.

**Journal of Coastal Research**, v. 56, 395-399, 2009.

CINTRÓN, G.; C. GOENAGA; A. E. LUGO. Observaciones sobre el desarrollo del manglar en costas áridas. In: **Memorias del seminario sobre el estudio científico e impacto humano en el ecosistema de manglares.** UNESCO. p. 18-32, 1980.

CINTRON, G.; LUGO, A.E.; MARTINEZ, R. "Structural and functional properties of mangrove forests", pp. 53-66. In: W.G. D'Arcy; M.D.A. Correa (eds.) **The botany and natural history of Panama.** Saint Louis, Missouri: Missouri Botanical Garden. 1985.

CINTRÓN, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Introducción a la ecología del manglar.** Montevideo: ROSTLAC/UNESCO, v 1. P. 109, 1983.

CINTRÓN, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Los manglares de la costa brasileña: revisión preliminar de la literatura**. Montevidéo: ROSTLAC/UNESCO, p. 67. 1981.

CINTRON, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Methods for studying mangrove structure” pp. 91-113. In: Snedaker, S.C.; Snedaker, J.G. (Eds.). **The mangrove ecosystem: research methods, UNESCO, Monographs on Oceanographic Methodology**, 8, p. 251, 1984.

CINTRÓN-MOLERO, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; ROVAI, A. S.; ABUCHAHLA, G. M. O. SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; ABUCHAHLA, G. M. O.; CINTRÓN-MOLERO, G. **Brazilian Mangroves and Salt Marshes**. [s.l.]: Springer Nature, p. 365-380, 2023. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-21329-8\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-031-21329-8_3).

COELHO-JR, C. & Y. SCHAEFFER-NOVELLI. Caracterização do ecótono de transição entre o ecossistema manguezal e mata de restinga, Cananéia, São Paulo, Brasil. **CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA**. João Pessoa. Resumos. 145-146, 2001.

COELHO-JR, C. **Ecologia de manguezais: zonação e dinâmica da cobertura vegetal em gradientes ambientais, Cananéia, São Paulo, Brasil**. 166 p. 2003. Tese (doutorado em Oceanografia) Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.

CORDAZZO, C. V.; SEELIGER, U. Composição e distribuição da vegetação nas dunas costeiras ao sul de Rio Grande (RS). **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 321-324, 1987.

COSTA, C. S. B.; HERRERA, O. B. Halophytic life in Brazilian salt flats: Biodiversity, uses and threats. In: Khan, M. A.; Boër, B.; Ozturk, M.; Clüsener-Godt, M.; Gul, B.; Breckle, S.-W. (ed.) **Sabkha Ecosystem V : The Americas**. Berlin: Springer, p.11-27. 2016.

COSTA, C.S.B.; DAVY, A.J. Coastal Saltmarsh Communities of Latin America. In: **Coastal Plant Communities of Latin America**. [s.l.]: Elsevier, 1992, p. 179–199.

CREEPER, N.; FITZPATRICK, R.; SHAND, P.. A simplified incubation method using chip-trays as incubation vessels to identify sulphidic materials in acid sulphate soils. **Soil Use And Management**, [s.l.], v. 28, n. 3, p.401-408, 10 jul. 2012. Wiley.

<http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-2743.2012.00422.>

CRUZ, O. **A Ilha de Santa Catarina e o continente próximo**: um estudo da geomorfologia costeira. Florianópolis: Editora da UFSC, 1998.

DANILEVICZ, E.; H. JANKE & L.H.S. PANKOWSKI. Florística e estrutura da comunidade herbácea e arbustiva da Praia do Ferrugem, Garopaba - SC . **Acta Botanica Brasilica**, n. 4, v. 2, p. 21-34, 1990.

DANSEREAU, P. Zonation et succession sur la restinga de Rio de Janeiro. I. Halosére. **Revue Canadienne de Biologie**, v. 6, n.3, p. 448-477, 1947.

DE DOMINICIS, M. Mangrove forests can be an effective coastal defence in the Pearl River Delta, China. **Communications Earth & Environment**. v. 4, n. 13, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00672-7>.

DIEMONT, W.H., PONS, L. J. ; DENT, D. L. Standard profile of acid sulfate soils, p. 51–60. In: DENT, D. L; VAN MENSVOORT; M.E.F. (eds.). **Selected papers of the Ho Chi Minh City symposium on acid sulphate soils**. Wageningen, the Netherlands: International Institute for Land Reclamation and Improvement, p.51-60, 1993. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2022.107784>. Acesso em: 6 jun. 2023.

DUKE, N. C. Mangrove floristics and biogeography. In: **Tropical Mangrove Ecosystems**. Robertson, A.I. Alongi, D.M. (orgs.). Washington: American Geophysical Union, p. 63-100, 1992. DOI: <http://dx.doi.org/10.1029/ce041p0063>.

DUKE, N.C.; LARKUM, A.W.D. Mangroves and seagrasses. In: Hutchings, Pat, Kingsford, Michael, and Hoegh-Guldberg, Ove, (eds.) **The Great Barrier Reef: biology, environment and management**. CSIRO, Melbourne, VIC, Australia, pp. 219-228, 2019.

DUKE, Norman C. Mangrove Floristics and Biogeography Revisited: Further Deductions from Biodiversity Hot Spots, Ancestral Discontinuities, and Common Evolutionary Processes. *In: Mangrove Ecosystems: A Global Biogeographic Perspective*. Cham: Springer International Publishing. p. 17-53, 2017, Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-62206-4\\_2](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-62206-4_2)>. Acesso em: 3 Mar. 2024.

ELLISON, A.M. E E.J. FARNSWORTH,; Anthropogenic Disturbance of Caribbean Mangrove Ecosystems: Past Impacts, Present Trends, And Future Predictions. *Biotropica*, 549-565, 1996.

EPAGRI/CIRAM. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri). Litoral on-line. 2023. **Dados da Estação Maregráfica 2951 - Florianópolis (Sul da Ilha)**. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/litoral-online/>. Acesso em: 21 jul. 2023.

ESPINOZA, H. D. C. F. **Evolução temporal da cobertura vegetal do manguezal do Rio Tavares (Florianópolis-SC) empregando Sensoriamento Remoto e SIG**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade do Vale do Itajaí, 2008.

FALKENBERG. D. B. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. *Insula*, n. 28, p. 1-30, 1999.

FERDINAND, Malcom. **Uma ecologia decolonial: pensar a partir do mundo caribenho**. [s.l.]: Ubu Editora, 2022.

FERNANDEZ, Guilherme Borges; DA ROCHA, Thais Baptista; BARBOZA, Eduardo Guimarães; et al. Natural Landscapes Along Brazilian Coastline. *In: The Physical Geography of Brazil*. Cham: Springer International Publishing, p. 199–218, 2019.

FERREIRA, T. O.; OTERO, X. L.; NÓBREGA, G. N. Mangroves Along the Brazilian Coast. *In: The soils of Brazil*. [s.l.] Springer Nature, 2023.

FERRETTI, O. E. Áreas protegidas na ilha de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. *ACTA Geográfica, Boa Vista*. v.13, n.31, 2019

FILGUEIRAS, T. S. *et al.* Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. **Cadernos de Geociências**, v. 12, n. 1, p. 39-43, 1994.

FITZPATRICK, R.W.; SHAND, P.; MOSLEY, L.M. Acid sulfate soil evolution models and pedogenic pathways during drought and reflooding cycles in irrigated areas and adjacent natural wetlands. **Geoderma**, [S.L.], v. 308, p. 270-290, dez. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.08.016>.

FLORIANÓPOLIS. Geoportal da Prefeitura Municipal de Florianópolis, 2022. Disponível em: <<https://geoportal.pmf.sc.gov.br/>>. Acesso em 29 de setembro de 2022.

FLORIANÓPOLIS. **Lei Complementar nº 482, de 17 de janeiro de 2014**. Plano Diretor do Município de Florianópolis. Disponível em: <http://leismunicipa.is/nmtr>. Acesso em: 24 jul. 2023.

FLORIANÓPOLIS. **Lei complementar nº 739, de 04 de maio de 2023**. Altera a lei complementar nº 482, de 2014 (Plano Diretor de Florianópolis) e consolida seu processo de revisão. Disponível em: <http://leismunicipa.is/0j7w8>. Acesso em: 24 jul. 2023.

FRITSCH, E.; FITZPATRICK, Robert W. Interpretation of soil features produced by ancient and modern processes in degraded landscapes. 1. A new method for constructing conceptual soil-water-landscape models. **Soil Research**, v. 32, n. 5, p. 889-907, 1994.

GERLAND, P. RAFTERY, A.E. SEVCÍKOVÁ, H. LI, N. GU, D. SPOORENBERG, T. *et al.* World population stabilization unlikely this century. **Science**, v. 346, p. 234–237, 2014.

GESTAO. SECRETARIA DO PATRIMONIO DA UNIAO – SPU BRASIL. MINISTERIO DO PLANEJAMENTO, Orçamento e. **Legislação imobiliária da União**: anotações e comentários às leis básicas. Brasília: MPog, 2002.

GHARAIBEH, Mamoun A.; ALBALASMEH, Ammar A.; PRATT, Christopher; hanandeh, Ali El. Estimation of exchangeable sodium percentage from sodium



adsorption ratio of salt-affected soils using traditional and dilution extracts, saturation percentage, electrical conductivity, and generalized regression neural networks.

**Catena**, [S.L.], v. 205, p. 105466, out. 2021. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.catena.2021.105466>

GONÇALVES, C. W. P. A globalização da natureza e a natureza da globalização. [s.l.]: Editora Record, 2006.

GRAVES, R.; WANG D.; HOGAN, M.C. “Ecotone”. In: Cleveland, C.J. (Ed.)

**Encyclopedia of Earth. Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment.** Washington, D.C.: 2010.

GUEDES, D.; BARBOSA, L.M. & MARTINS, S.E. Composição florística e estrutura fitossociológica de dois fragmentos de floresta de Restinga no Município de Bertioga, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**. 20(2): 299-311, 2006.

GUIMARÃES, D. T. **Dicionário Jurídico**. 27ª Ed.. Ridel, 2023.

HADLICH, G. M., CELINO, J. J., UCHA, J. M. Diferenciação físico-química entre apicuns, manguezais e encostas na Baía de Todos os Santos, nordeste do Brasil. **Geociências** (São Paulo. Online), v.29, p.633 - 641, 2010.

HADLICH, G.M., UCHA, J.M., OLIVEIRA, T.L. Distribuição de apicuns e de manguezais na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. In **XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil**, pp. 4607-4614, 2009.

HADLICH, G.M.; UCHA, J.M.; CELINO, J.J. Apicuns na Baía de Todos os Santos: distribuição espacial, descrição e caracterização física e química. In: QUEIROZ, A.F. DE S. & CELINO, J.J. (Coords.). **Avaliação de ambientes na Baía de Todos os Santos: aspectos geoquímicos, geofísicos e biológicos**. Salvador: UFBA, p. 59-72, 2008.

HE, Binyuan; LAI, Tinghe; FAN, Hangqing; *et al.* Comparison of flooding-tolerance in four mangrove species in a diurnal tidal zone in the Beibu Gulf. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 74, n. 1–2, p. 254–262, 2007.

HEAD, Martin J.; PILLANS, Brad; ZALASIEWICZ, Jan A. Formal ratification of subseries for the Pleistocene Series of the Quaternary System. **Episodes**, v. 44, n. 3, p. 241–247, 2021.

HEBERLE, D. A. **Heterogeneidade ambiental do Parque Estadual do Rio Vermelho, Florianópolis - SC**. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Humanas e da Educação, Mestrado Profissional em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental, Florianópolis, 131 p. 2012.

HENNEMANN, M. C. **Mapeamento, Regeneração e Proteção da Cobertura Vegetal da Ilha de Santa Catarina – Florianópolis/SC**. 155 p, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/229784>. Acesso em: 30 mar. 2022.

HORN FILHO, N. O. e LIVI, N. S. Mapa geoevolutivo da planície costeira da ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. In: HORN FILHO, N. O. (Org.); LEAL, P. C.; OLIVEIRA, J. S. de. **Atlas geológico das praias arenosas da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil**. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Departamento de Geociências, Programa de Pós-graduação em Geografia. Florianópolis, 228 p. 2013.

HORN FILHO, N. O. et al. Estudo geológico dos depósitos clásticos quaternários superficiais da planície costeira de Santa Catarina, Brasil. **Gravel**, v. 12, n. 1, p. 41-107, 2014.

HUTCHINGS, P. A.; SAENGER, P. **Ecology of Mangroves**. [s.l.]: University of Queensland Press (Australia), 1987.

ICMBIO, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. ROSÁRIO, R. P. G.; ABUCHAHLA, G. M. O. Arcabouço legal de proteção aos manguezais. In: **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília: ICMBio, p. 75-84, 2018.

ICMBIO, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. SCHAEFFER-NOVELLI, Y. A diversidade do ecossistema manguezal. In: **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília: ICMBio, p. 23-36, 2018.

ICMBIO, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. ROSÁRIO, R.

P. G.; ABUCHAHLA, G. M. O. Arcabouço legal de proteção aos manguezais. In: **Atlas dos Manguezais do Brasil**. Brasília: ICMBio, p. 75-84, 2018.

ISELL, R.F.; NATIONAL COMMITTEE ON SOILS AND TERRAIN (NCST). **The Australian Soil Classification**. 2 ed. Clayton, Victoria, Australia: CSIRO Publishing, Clayton, 2016.

JIMÉNEZ, J. A. & SOTO, R. S. Patrones regionales en la estructura y composición florística de los manglares de la Costa Pacífica de Costa Rica. **Revta. Biol. Trop.**, 33(1): 25-37, 1985.

JIMÉNEZ, J. A. Los manglares del Pacífico centroamericano. Editorial Fundación UNA 336 p. 1994.

JIMÉNEZ, J. A. Ambiente, distribución y características estructurales en los manglares del Pacífico de Centro América: contrastes climáticos. In: YAÑES-ARANCIBIA, A & A. L. LARA-DOMINGUEZ, A L. (orgs.) **Ecosistemas de Manglar en America Tropical**. Xalapa, Instituto de Ecología, UICN/ORMA, p. 51-72, 1999.

JÚNIOR J. C. F. de M.; BOEGER M. R. T. Riqueza, estrutura e interações edáficas em um gradiente de restinga do Parque Estadual do Acaraí, Estado de Santa Catarina, Brasil. **Hoehnea**, v. 42, n. 2, p. 207-232, 2015.

JUNK, W. J. *et al.* Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**. v. 24, n. 1, p. 5–22, 2014.

KARAM-GEMAEL, Manoela et al. Poor alignment of priorities between scientists and policymakers highlights the need for evidence-informed conservation in Brazil. **Perspectives in Ecology and Conservation**, Elsevier BV, v. 16, n. 3, p. 125–132, jul. 2018.

KARK, S. Ecotones and Ecological Gradients. In: Encyclopedia of Sustainability Science and Technology. **Springer, New York**, 2013

KARK, S.; VAN RENSBURG, B.J. "Ecotones: marginal or central area of transition?" **Israel Journal of Ecology and Evolution**, v. 52, n. 1, p. 29-53, 2006.

KLEIN, Roberto Miguel, Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil. **Sellowia** n. 36 – Anais Botânicos do Herbário "Barbosa Rodrigues". Itajaí, 1984.

KORTE, A.; GASPER A. L. de.; KRUGER A.; SEVEGGNANI, L. Composição florística e estrutura das restingas em Santa Catarina. In: Vibrans, A.C.; Sevegnani, L.; Gasper, A.L. de; Lingner, D.V. (eds.). Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, Vol. IV, Floresta Ombrófila Densa. Edifurb, Blumenau, v. 4, p. 285-309, 2013.

LAMBERTI, A. **Contribuição ao conhecimento da ecologia das plantas do manguezal de Itanhaém**. Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras: São Paulo, n. 23, 1969.

LAUDARES, S. S. A. **Atividades de baixo impacto e uso antrópico consolidado previstos no novo código florestal brasileiro (Lei nº 12.651/12)**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Lavras (UFLA), 2014.

LAUDARES, S. S. de A.; BORGES, L. A. C.; REZENDE, J. L. P.; *et al.* New Contours of the Native Vegetation Protection Law of 2012. **Floresta e Ambiente**, v. 26, n. 4, 2019.

LEBIGRE, J.M. 2007. Les marais a` mangrove et lês tannes [online]. **Futura**. Available from [http://www.futura-sciences.com/fr/doc/t/geographie/d/les-marais-amangrove-et-les-tannes\\_683/c3/221/p1/#xtor=AL-40](http://www.futura-sciences.com/fr/doc/t/geographie/d/les-marais-amangrove-et-les-tannes_683/c3/221/p1/#xtor=AL-40)

LEWIS, R. R., III; MILBRANDT, E. C.; BROWN, B.; *et al.* Stress in mangrove forests: Early detection and preemptive rehabilitation are essential for future successful worldwide mangrove forest management. **Marine Pollution Bulletin**, v. 109, n. 2, p. 764–771, 2016.

LINDSEY, R.; LUMPKIN, R.; JOHNSON, G.; THOMPSON, P.; SWEET, W. **Climate Change: Global Sea Level**. 2022. Eua: Climate.gov. Science & information for a climate smart-nation. Disponível em:<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-sea-level>. Acesso em: jun. 2023.

LOVELOCK C.E.; Feller I.C. Photosynthetic performance and resource utilization of two mangrove species coexisting in a hypersaline scrub forest. **Oecologia**. v. 134, n. 4, p. 455-462, 2003.

LOVELOCK, Catherine E.; FELLER, Ilka C.; REEF, Ruth; *et al.* Mangrove dieback during fluctuating sea levels. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, 2017.

LOWE, J. John; WALKER, Michael. **Reconstructing Quaternary Environments**. [s.l.]: Routledge, 2014.

LUGO, A. E. Mangrove Ecosystems: Successional or Steady State? **Biotropica**, v. 12, n. 2, p. 65, 1980.

LUGO, A. E.; SNEDAKER, S. C. The ecology of mangroves. **A Rev. Ecol. Syst.**, v.

LUIZ, E. L. Relevo do município de Florianópolis. In: INSTITUTO DE PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS - IPUF. **Atlas do município de Florianópolis**. Florianópolis, p. 25-29, 2004.

MAGNAGO, Luiz Fernando Silva; MARTINS, Sebastião Venâncio; SCHAEFER, Carlos Ernesto G. R; *et al.* Gradiente fitofisionômico-edáfico em formações florestais de Restinga no sudeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, n. 3, p. 734–746, 2010.

MARTINEZ, Pedro; BUURMAN, Peter; LOPES-MAZZETTO, Josiane Millani; *et al.* Geomorphological control on podzolisation – An example from a tropical barrier island. **Geomorphology**, v. 309, p. 86-97, 2018.

MASCARO, A. L. **Introdução ao Estudo do Direito**. Atlas Editora, 2021.

MAZDA, Y.; SATO, Y.; SAWAMOTO, S.; YOKOCHI, H. and WOLANSKI, E. Links between physical, chemical and biological processes in Bashita-minato, a mangrove swamp in Japan. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 31, n. 6, p. 817–833, 1990.

MCIVOR, A.L.; SPENCER, T.; MOLLER, I.; SPALDING. M. The response of mangrove soil surface elevation to sea level rise. **The Nature Conservancy and Wetlands International**, n. 42, 59 p., 2013.

MCKEE K.L.; KRAUSS K.W.; CAHOON D.R. Does geomorphology determine vulnerability of mangrove coasts to sea-level rise? In: SIDIK F, FRIESS D.A. (eds) **Dynamic sedimentary environments of mangrove coasts**. Amsterdam: Elsevier, p. 255-272, 2021.

MEDEIROS, D. H. M.; CAVALCANTE, A. A.; PINHEIRO, L. S.; DE MEDEIROS R. R. Variação longitudinal da salinidade do estuário hipersalino do Rio Apodi/Mossoró (Rio Grande do Norte, Brasil). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 03, p. 850-863, 2018.

MEDINA, E.; CUEVAS, E.; POPP, M.; *et al.* Soil Salinity, Sun Exposure, and Growth of *Acrostichum aureum*, the Mangrove Fern. **Botanical Gazette**, v. 151, n. 1, p. 41-49, 1990.

MEIRELES, A.J.A., CASSOLA, R.S., TUPINAMBÁ, S.V., AND QUEIROZ, L.S. Impactos ambientais decorrentes das atividades da carcinicultura ao longo do litoral cearense, nordeste do Brasil. **Mercator**, v. 6, n. 12, 83-106, 2007.

MENÉNDEZ, P.; LOSADA, I. J. TORRES-ORTEGA, S; NARAYAN, S.BECK, M. W. The Global Flood Protection Benefits of Mangroves. **Scientific Reports**. V. 10, 2020. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-61136-6>. Acesso em: 05

fev. 2020.

METZGER, J. O Código Florestal tem base científica? **Conservação e Natureza**, Curitiba: v.8, n.1, p. 92-99, 2010.

MURRAY-WALLACE, C.V.; WOODROFFE, CD Sea-level changes: the emergence of a Quaternary perspective. In: Quaternary Sea-Level Changes. [s.l.]: Cambridge University Press, 2014, p. 1–40, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1017/cbo9781139024440.002>>. Acesso em: 1 Mar. 2024.

NASCIMENTO, D. V.; HADLICH, G. M.; MENDONÇA, L. F. F.; *et al.* Evolução espacial de apicuns: fatores antrópicos e naturais na Baía de Todos os Santos, costa Nordeste do Brasil. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 53, p. 116-138, 2022.

NEUMANN, B. VAFEIDIS A. T. ZIMMERMANN J. NICHOLLS, R. J. Future Coastal Population Growth and Exposure to Sea-Level Rise and Coastal Flooding - A Global Assessment. **Plos One**, 2015.

NEVES, J. **Uso da Terra e Urbanização dos Ambientes Costeiros na Ilha De Santa Catarina, SC, Brasil**. 364 p. Tese (doutorado em geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

NEVES, J. **Uso da Terra e Urbanização dos Ambientes Costeiros na Ilha De Santa Catarina, SC, Brasil**. 364 p. Tese (doutorado em geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

NOGUEIRA, Tadeu Maia Portela; HENNEMANN, Mariana Coutinho; DE SOUZA, Kleber Isaac Silva; *et al.* Ecótonos de Manguezal na Ilha de Santa Catarina. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, v. 21, n. 11, p. 21760-21777, 2023.

OSLAND, M. J.; ENWRIGHT, N.; STAGG, C. L. Freshwater availability and coastal wetland foundation species: ecological transitions along a rainfall gradient. **Ecology**,



v. 95, n. 10, p. 2789-2802, 2014.

PHAN, Linh K.; VAN THIEL DE VRIES, Jaap S.M.; STIVE, Marcel J.F. Coastal Mangrove Squeeze in the Mekong Delta. **Journal of Coastal Research**, v. 300, p. 233–243, 2015.

PHAN, Manh Hung; STIVE, Marcel J.F. Managing mangroves and coastal land cover in the Mekong Delta. **Ocean & Coastal Management**, v. 219, p. 106013, 2022.

PINHEIRO, M. V. DE A.; MOURA-FÉ, M. M.; FREITAS, E. M. DE N. OS Ecossistemas Dunares e a Legislação Ambiental Brasileira. **Geo UERJ**, v. 2, n. 24, 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. **Plano Municipal da Mata Atlântica** (FLORIANÓPOLIS, SANTA CATARINA. Florianópolis, v. 1, 2020.

PULNER, R.C.L. 2007. **Análise crítica da cientificidade da legislação relativa a manguezais**. Editora Imprensa Oficial, Curitiba. 180p, 2007.

RABENHORST, M. C.; FANNING, D. S.; BURCH, S. N. Acid Sulfate Soils: formation. In: LAL, R. (ed) **Encyclopedia Of Soil Science**. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2017, p. 26-31. <http://dx.doi.org/10.1081/e-ess3-120042625>.

REITZ, P. Q. Vegetação da Zona Marítima de Santa Catarina. **Sellowia**, v. 13, p. 17-115, 1961.

RICKLEFS, R. E.; SCHWARZBACH, Andrea E.; RENNER, S. S. Rate of Lineage Origin Explains the Diversity Anomaly in the World's Mangrove Vegetation. **The American Naturalist**, v. 168, n. 6, p. 805-810, 2006.

ROGALSKI, L.D.; Araújo, A.C. Flórua da Ilha de moleques do sul, Santa Catarina, Brasil. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 9, p. 45-48, 2005.

ROSÁRIO, R. P. G.; ABUCHAHLA, G. M. DE O. Arcabouço legal de proteção aos manguezais. In: **Atlas dos Manguezais do Brasil**. 2018.

ROSOLEM, G. P. N. **A pedologia como ferramenta de gestão territorial em planícies costeiras da ilha de Santa Catarina**. 2024. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Doutorado em Agroecossistemas, Florianópolis, 2024.

ROSOLEM, G. P. N.; NOGUEIRA, T. M. P. DA COSTA, L. C.; MOREIRA, A. R.; JUNIOR, G. J. V. B.; HEBERLE, D. A.; LOSS, A. Relações Edafoambientais de uma Hidrossequência em Ecótono de Manguezal na Ilha de Santa Catarina. **XXIII Congresso Latino-americano de Ciência do Solo (CLACS) e XXXVIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo (CBCS)**. Florianópolis, 2023.

ROVAI, A. S.; TWILLEY, R. R.; CHRISTENSEN, A.; *et al.* Biomass allocation of tidal freshwater marsh species in response to natural and manipulated hydroperiod in coastal deltaic floodplains. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. v. 268, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2022.107784>. Acesso em: 6 jun. 2023.

ROVAI, André S.; TWILLEY, Robert R.; CASTAÑEDA-MOYA, Edward; *et al.* Global controls on carbon storage in mangrove soils. **Nature Climate Change**, v. 8, n. 6, p. 534–538, 2018.

RUIVO, M.L.P.; AMARAL, I.G.; FARO, M.P.S.; RIBEIRO, E.L.C.; GUEDES, A.L.S.; SANTOS, M.M.L.S. Caracterização química da manta orgânica e da matéria orgânica leve em diferentes tipos de solo em uma topossequência na ilha de Algodual/Maiandeuá, PA. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Ciências Naturais 1(1)**: 227-234, 2005.

SANTOS, A. L. G.; FURLAN, S. A. A Importância do Apicum e sua Ocorrência em Barreirinhas – Ma. **Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Rio de Janeiro, 2022.

SANTOS, A. L. G.; FURLAN, S. A. Quem ganha e quem perde com a falta de proteção aos manguezais? Aspectos da Resolução Conama nº303/2002. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 41, p. 1-16, 2021.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5.ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 356p. 2018.

SANTOS, M.C.F.V.; ARAOJO, D.S.D. 1987. Primeiras considerações sobre os pântanos herbáceos salinos do complexo estuarino-lagunar de Laguna, Santa Catarina, Brasil. In: **Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Síntese dos Conhecimentos**. ACIESP, São Paulo. v.2, p. 150. (Publicação ACIESP, 54-II).

SARUBO, S. C.; LIGNON, M. C.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Monitoramento dos ecótonos entre manguezal e marisma e entre manguezal e vegetação de restinga. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. **Scielo Books**. São Paulo: p. 108-115, 2015.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; ROVAI, A. S.; COELHO-JUNIOR, C.; MENGHINI, R. P.; ALMEIDA, R. Alguns impactos do PL 30/2011 sobre os manguezais brasileiros. In: SOUZA, G.; JUCÁ, K.; WATHELY, M. (Org.) **Código Florestal e a Ciência: o que nossos legisladores ainda precisam saber**. Brasília –DF: Comitê Brasil. p. 18-27, 2012.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Grupo de ecossistemas: manguezal, marisma e apicum**. Programa Nacional da Diversidade Biológica – Pronabio. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira – Probio. Subprojeto Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade da Zona Costeira e Marinha. São Paulo., 119 p. 1999.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar**. Caribbean Ecological Research. São Paulo, 64 p., 1995.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN, G.; ADAIME, R.R.; CAMARGO, T.M. Variability of mangrove ecosystem along the Brazilian coast. **Estuaries**, v. 13, n.2, p. 204-218, 1990.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; Cintrón-Molero, G.. Brazilian mangroves: a historical ecology. *Ciência e Cultura*, **Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science**. p. 274-286, 1999.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRON-MOLERO, G.; SOARES, M. L. G. Mangroves as indicators of sea level change in the muddy coasts of the world. In: **Proceedings in Marine Science**. [s.l.] Elsevier. p. 245–262, 2002.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; SORIANO-SIERRA, E. J; CÂMARA DO VALE, C; BERNINI, E. Climate changes in mangrove swamps/forests and salt marshes. **ReBentos**. 2016.

SCHETTINI, C. A. F.; PEREIRA, F., SPILLERE, L. Caracterização Oceanográfica e Biogeoquímica dos Estuários dos Rios Tavares e Defuntos – RESEX Pirajubaé, Florianópolis, SC. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, Itajaí, p. 11-28, 2000.

SCHMID, K ; Martín-López, B.; M. Phillips Julius, E.; Makan, N ; Walz, A. Key landscape features in the provision of ecosystem services: Insights for management . **Land Use Policy**. V. 82, 2019.

SEHNEM, A. Pteridáceas. In: **Flora Ilustrada Catarinense**, Itajaí: 244p.,1972.

SEMENIUK, V. Mangrove distribution in northwestern Australia in relationship to regional and freshwater drainage. **Vegetatio**, v. 53, p. 11-31, 1983.

SERRANO, O., ALMAHASHEER, H; DUARTE, C. M.; IRIGOIEN, X. Carbon stocks and accumulation rates in Red Sea seagrass meadows. **Scientific Reports**. 2018.

SILVA, A. D. *et al.* **Estudo geo-estrutural do manguezal de Ratoes na ilha de Santa Catarina: município de Florianópolis-SC**. 1990.

SILVEIRA, J.D. Morfologia do Litoral. In: Azevedo, A. (Ed.) Brasil: **A Terra e o Homem**. Cia. Editora Nacional, São Paulo, p. 253-305, 1964.

SILVEIRA, Y. G.; BONETTI, J. Assessment of the physical vulnerability to erosion and flooding in a sheltered coastal sector: Florianópolis Bay, **Brazil. Journal of Coastal Conservation**, v. 23, n. 2, p. 303-314, 2018. Disponível em: <https://ppgoceano.paginas.ufsc.br/files/2017/08/Silveira-Bonetti.-2018.-Physicalvulnerabililty-of-a-shletered-coastal-sector-min.pdf>. Acesso em: 26 maio 2020.

SILVEIRA, Y. G.; BONETTI, J. Assessment of the physical vulnerability to erosion and flooding in a sheltered coastal sector: florianópolis bay, **brazil. Journal of coastal conservation**, v. 23, n. 2, p. 303-314, 2018. Disponível em: <https://ppgoceano.paginas.ufsc.br/files/2017/08/silveira-bonetti.-2018.-physicalvulnerabililty-of-a-shletered-coastal-sector-min.pdf>. Acesso em: 26 maio 2020.

SIMIONI, J. P. D.; GUASSELLI, L. A. Banhados: abordagem conceitual. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, n. 30, p. 33-47, 2017. Disponível em: <https://revistas.dee.spgg.rs.gov.br/index.php/boletim-geografico-rs/article/view/4009>. Acesso em 17 de jul de 2020.

SMITH III, T. J. Forest structure. In: ROBERTSON, A. I. AND ALONGI, D. M. (eds): **Tropical Mangrove Ecosystem**. Washington, Americian Geophysical Union, p. 101-136, 1992.

SOIL SURVEY DIVISION STAFF. **Soil survey manual**. Handbook. Nº. 18. Washington, DC: USDA, 1993.

SORIANO-SIERRA, E.J. Ecosistemas de marismas, II . A Fitocenosis. In: **II Simpósio de Ecosistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira**. ACIESP: São Paulo. v.2, p.142-9, 1990.

SORIANO-SIERRA, Eduardo Juan; SCHAEFFER-NOVELLI, Yara; ROVAI, André Scarlate; *et al.* Monitoramento da estrutura de pradarias de marismas. In: **Protocolos para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros - Rede de**

**Monitoramento de Habitat Bentônicos Costeiros - ReBentos.** [s.l.]: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, p. 116–121, 2015.

SOUZA SOBRINHO, R.I. BRESOLIN A. KLEIN R.M. Os manguezais na Ilha de Santa Catarina. **Insula**, v.2, p. 1-21, 1969.

SOUZA, C.R. de G.; SOUZA FILHO, P.W.M.; ESTEVES, S.L; VITAL, H.; DILLENBURG, S.R.; PATCHINEELAM, S.M.; ADDAD, J.E. Praias Arenosas e Erosão Costeira. *In*: SOUZA, C.R.G. *et al.* (EDS.). **Quaternário do Brasil**. Holos Editora, Ribeirão Preto, p. 130-152, 2005.

SOUZA, Célia Regina de Gouveia et al. **“Restinga” Conceitos e empregos do termo no Brasil e Implicações na legislação ambiental**. São Paulo: Instituto Geológico, 2008.

SOUZA, K. I. S. DE; CHAFFE, P. L. B.; PINTO, C. R. S. C. DE. Cartografia para análises ambientais: definição de áreas de preservação permanente de corpos hídricos naturais. *In*: LEITE, J. R. M.; BORATTI, L. V.; CAVEDON-CAPDEVILLE, F. S. (Org.). **Direito ambiental e geografia: relação entre geoinformação, marcos legais, políticas públicas e processos decisórios**, Rio de Janeiro: Lumen Juris, p. 151–199, 2020. Disponível em: <https://bdjur.stj.jus.br/jspui/handle/2011/155745>. Acesso em: 6 jun. 2023.

SOUZA, K. I. S. S. **Definição de áreas de preservação permanente com função de proteção aos recursos hídricos naturais**. 2021. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Doutorado em Engenharia Ambiental, Florianópolis, 2024.

SOUZA, K. I. S. S. **Definição de áreas de preservação permanente com função de proteção aos recursos hídricos naturais**. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Doutorado em Engenharia Ambiental, Florianópolis, 2021.

SOUZA, Kleber Isaac Silva de; CHAFFE, Pedro Luiz Borges; PINTO, Cátia Regina Silva Carvalho de; NOGUEIRA, Tadeu Maia Portela. Proteção ambiental de nascentes e afloramentos de água subterrânea no Brasil: histórico e lacunas

técnicas atuais. **Águas Subterrâneas**, v. 33, n. 1, p. 76–86, mar. 2019. DOI: 10.14295/ras.v33i1.29254.

SOUZA, M. L. D.; FALKENBERG, D. de B.; AMARAL L. da G.; FRONZA M. Fitiossologia do Manguezalo do Rio Tavares (Ilha de Santa Catarina, Florianópolis-Brasil). **Insula**. Florianópolis, n. 23, p. 99-119, 1994.

SOUZA, M.L.D.R.; FALKENBERG, D. B.; FILHO, S. F. Nota prévia sobre o levantamento florístico da restinga da Praia Grande (São João do Rio Vermelho, Florianópolis - SC). **Anais** do XXXVII Congresso Nacional de Botânica, p.513-20, 1993.

SOUZA, M.L.E.R.; FALKENBERG, D.B.; AMARAL, L.G.; FRONZA, M.; ARAUJO, A.C.; Sá, M.R. Vegetação do Pontal de Daniela, Florianópolis, SC, Brasil. I. Levantamento florístico e mapa fitogeográfico. **Insula**, v. 21, p. 87-117, 1991, 1992.

STEWART, G. A., TWIDALE, C. R., BRADLEY, J. Geomorphology of the North Kimberley área, W.A. CSIRO **Land Research Surveys**. n 4, p. 26-32, 1960.

SUGUIO, Kenitiro *et al.* **Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira**. Revista Brasileira de Geociências, v. 15, n. 4, p. 273-286, 1985 Disponível em: <http://www.ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/12026/11570>. Acesso em: 17 de jul. 2020.

SUGUIO, Kenitiro et al. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário Superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 15, n. 4, p. 273-286, 1985.

SULLIVAN, L. A.; BUSH, R. T.; BURTON, E. D. Acid sulfate soils: identification, assessment and management. In: Jorgensen, S. E. (ed). **Encyclopedia of Environmental Management**. [S.L]: Taylor and Francis, 2013. p. 36-55.

TEIXEIRA; P. C.; CAMPOS, D. V. B.; Pires, L. O. B. Sais Solúveis. In: TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G.. **Manual de métodos de**



**análise de solo.** 3ª edição revista e ampliada. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 574p. p. 299-323.

TEIXEIRA; P. C.; CAMPOS, D. V. B.; Pires, L. O. B. Sais Solúveis. In: TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G.. **Manual de métodos de análise de solo.** 3ª edição revista e ampliada. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 574p. p. 299-323.

THOM B.G. **The Mangrove ecosystem: research methods.** Department of Geography, University of New South Wales, Duntroon, 1984.

THOM, B. G. Mangrove Ecology – A geomorphological perspective. In: **Mangrove ecosystems in Australia:** Structure, function and management. B. F. Clough (ed). Australian national University Press. Australia, p. 3-17, 1982.

TOMAZELLI, L. J.; VILLWOCK, J. A. **Mapeamento geológico de planícies costeiras: o exemplo da costa do Rio Grande do Sul.** Gravel, v. 3, n. 1, 2005. Disponível em: [https://www.ufrgs.br/gravel/3/Gravel\\_3\\_11.pdf](https://www.ufrgs.br/gravel/3/Gravel_3_11.pdf). Acesso em 17 de jul. 2020.

TOMAZZOLI, E. R.; PELLERIN (IN MEMORIAM), J. Robert G. M.; HORN FILHO, Norberlo Olmiro. GEOLOGIA DA ILHA DE SANTA CATARINA, SANTA CATARINA, BRASIL. **Geociências**, v. 37, n. 4, p. 715–731, 2018.

TOMAZZOLI, E. R.; PELLERIN, J. R. G. M. **Mapa ecológico da Ilha de Santa Catarina.** Universidade federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Departamento de Geociências, 2014. Disponível em: [https://lmo.ufsc.br/files/2014/08/geolog\\_ilha7.pdf](https://lmo.ufsc.br/files/2014/08/geolog_ilha7.pdf). Acesso em: 17 de jul. 2020.

TOMLINSON, P. Barry. **The Botany of Mangroves.** [s.l.]: Cambridge University Press, 2016.

TRINDADE, L. C. T. **Os manguezais da Ilha de Santa Catarina frente à antropização da paisagem.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós- Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 223p, 2009.

TWILLEY, R. R.; SNEDAKER, S. C.; YÁÑES-ARANCIBIA, A.; MEDINA, E.

**Biodiversity and ecosystem processes on tropical estuaries: perspectives of mangrove ecosystems.** In: MOONEY, H. A ; CUSHMAN, J. H. e MEDINA, E. et. al. (eds): *Functional Roles Biodiversity: A Global Perspective*, p.327-370, 1996.

TWILLEY, Robert R; ROVAI, André S; RIUL, Pablo. Coastal morphology explains global blue carbon distributions. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 16, n. 9, p. 503–508, 2018.

ULE, E. Die Vegetation von Cabo Frio an der Küste von Brasilien. **Botanische Jahrbücher für Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographie**, v. 28, p. 511-28, 1901.

VIDAL-TORRADO, P.; FERREIRA, T.O.; OTERO, X.L. *et al.* Pedogenetic processes in mangrove soils. In:., p. 27–56, 2010. **Biogeochemistry and pedogenetic process in saltmarsh and mangrove systems.**

VIDAL-TORRADO, Pablo; BUURMAN, Peter; MARTINEZ, Pedro; *et al.* Soils of Restingas. In: **World Soils Book Series**. Cham: Springer International Publishing, p. 393–410, 2023. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-19949-3\\_14](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-19949-3_14)>. Acesso em: 3 Mar. 2024.

VILLWOCK, J. A.. 1994. **A costa brasileira: geologia e evolução**. Notas Técnicas.

WAECHTER, J.L. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS (Série Botânica)**, n. 33 p. 49-68, 1985.

WAECHTER, J.L. Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS (Série Botânica)**, n. 33 p. 49-68, 1985.

WALKER, M. J. C.; GIBBARD, P. L.; BERKELHAMMER, M.; et al. Formal

Subdivision of the Holocene Series/Epoch. In: Springer Geology. **Cham: Springer International Publishing**, p. 983–987. 2014. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-04364-7\\_186](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-04364-7_186)>. Acesso em: 1 Mar. 2024.

WALTER, H. **Vegetation of the earth and ecological systems of the biosphere**. Springer, Berlin. 1973.

WARD, R. D.; DE LACERDA, L. D. Responses of mangrove ecosystems to sea level change. In: **Dynamic Sedimentary Environments of Mangrove Coasts**. [s.l.]: Elsevier, p. 235-253, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-816437-2.00002-1>. Acesso em: 14 Jul. 2023.

West R C. Tidal salt marsh and mangal formations of middle and South America. In: Chapman VJ (ed) **Ecosystems of the world. Elsevier Scientific Publication**, Amsterdam, p. 193-213, 1977.

West R.C. Mangrove swamps of the Pacific Coast of Colombia. **Ann Assoc Am Geogr** 46(1): 98–121, 1956.

WOLANSKI, E. Hydrodynamics of mangrove swamps and their coastal waters. **Hydrobiologia**, v. 247, n. 1-3, p. 141-161, 1992.

WOLANSKI, E.; MAZDA, Y. and RIDD, R.. Mangrove hydrodynamics. In: A.I. Robertson and D.M. Alongi (eds), **Coastal and Estuarine Studies 41, Tropical Mangrove Ecosystems. American Geophysical Union**, Washington, DC, USA, p. 43–62, 1992.

WOODROFFE, C.D; ROGERS K., McKee K.L.; et al. Mangrove sedimentation and response to relative sea-level rise. **Annu Rev Mar Sci**, v. 8, p. 243-266, 2016.

XIE, D.; SCHWARZ, C.; BRÜCKNER, M. Z. M.; *et al.* Mangrove diversity loss under sea-level rise triggered by bio morphodynamic feedbacks and anthropogenic pressures. **Environmental Research Letters**, v. 15, n. 11, 2020. DOI:: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/abc12>.

YAO, Q.; COHEN, M.; LIU, K.; FAN, D.; *et al.* Mangrove expansion at poleward range limits in North and South America: Late-Holocene climate variability or anthropocene global warming? **CATENA**, v. 216, 2022. DOI:

<https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106413>.