

## ***SUPPORTING INFORMATION I***

### CONTEXTUALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

#### **1. CONTEXTO GEOLÓGICO**

Horn Filho & Diehl (2001) dividem a geologia de Santa Catarina em cinco províncias geológicas por seus caracteres petrográficos, estruturais, sedimentares e evolutivos, são elas: o Escudo Catarinense; a Bacia do Paraná; o Planalto da Serra Geral; o Complexo Alcalino e a Província Costeira. A Província Costeira de Santa Catarina (PCSC) por sua vez, foi subdividida em oito compartimentos geológico-geomorfológicos, agrupados em três setores: Norte, Central e Sul. A PCSC é constituída de duas unidades geológicas maiores: o embasamento e as bacias sedimentares marginais de Pelotas e Santos. O embasamento aflorante em algumas regiões na forma de elevações, maciços rochosos, promontórios, pontais e ilhas continentais, representam as terras altas da PCSC, constituído por rochas das províncias geológicas do Escudo Catarinense, da Bacia do Paraná e do Planalto da Serra Geral (Horn Filho, 2003). As Bacias de Santos e Pelotas configuram a margem continental da PCSC, caracterizada como uma margem continental “deposicional”. As bacias são compostas por dois setores interdigitados, limitados pela praia: o setor submerso (plataforma continental) e o setor emerso (planície costeira). Estas bacias marginais são limitadas geograficamente pela Plataforma de Florianópolis, nas imediações do cabo de Santa Marta, que tem ao sul, a Bacia de Pelotas e ao norte, a Bacia de Santos (Horn Filho, 2003).

A área de estudo situa-se próxima ao limite geomorfológico do cabo de Santa Marta. Ao norte tem-se o início de um litoral composto por baías e praias recortadas pelo embasamento cristalino, caracterizado pela elevação paleógena do assoalho oceânico, e ao sul planícies largas e contínuas (Siegle & Asp, 2007).

Caruso Jr. (1995) caracteriza a geologia e a geomorfologia da zona costeira da área deste estudo em duas unidades principais: o Embasamento Cristalino e a Planície Costeira. O embasamento cristalino é constituído por rochas graníticas de idade Pré-Cambriana. A Planície Costeira, localizada entre o embasamento e a Plataforma Continental Atlântica, é caracterizada como um complexo sistema de depósitos de idade Cenozoica. Na porção interna da Planície Costeira podem-se identificar depósitos em forma de leques aluviais, e na porção mais externa, se tem o sistema deposicional tipo Laguna-Barreira, formado pelas oscilações do nível relativo do mar no Quaternário (Horn Filho *et al.*, 2010, 2014).

Geomorfologicamente, Giannini (1993) caracterizou a área em estudo pela justaposição de quatro sistemas deposicionais costeiros: o lagunar, o barra-barreira (Holoceno), a planície costeira (Pleistoceno e Holoceno) e o eólico (Pleistoceno e Holoceno). Vieira *et al.* (2009a) sintetizaram o modelo paleogeográfico da área de estudo em cinco estágios evolutivos: regressão do Pleistoceno inferior; transgressão do Pleistoceno superior; regressão após o máximo do Pleistoceno superior; transgressão do Holoceno; e regressão do Holoceno. Fornari (2010) e Fornari *et al.* (2012) caracterizaram a sucessão sedimentar holocênica da área como o preenchimento de uma paleobaía, formada pelas atuais lagoas do Camacho, Garopaba do Sul e Santa Marta.

Martinho (2004) afirma que o grande influxo sedimentar eólico da região ao sul do cabo de Santa Marta, onde se localiza o Balneário Camacho, não permite a formação e fixação de dunas frontais. A linha de costa apresenta direção aproximadamente longitudinal ao sentido do vento predominante (NE-SW), de modo que o campo de dunas migra paralelamente à linha de costa. Com o avanço da urbanização, o sistema de dunas transversas pode ser observado somente entre o canal artificial da Lagoa do Camacho e o Balneário Dunas do Sul, a SW (Martinho, 2004).

Hoje, o canal artificial do Camacho, com aproximadamente 200 m de largura e 1,5 m de profundidade, oriundo da construção de um guia corrente na década de 1990 (Giannini, 1993; Klein *et al.*, 1998) e de constante dragagem pelo poder público municipal (pois tende ao fechamento), faz a ligação das lagoas adjacentes com o Oceano Atlântico. A manutenção do canal altera as condições naturais de escoamento fluvial na região, a qual contava somente com o Arroio Corrente e o Rio Tubarão como exutórios perenes (ao sul e ao norte, respectivamente, em relação ao Balneário Camacho), e da dinâmica sedimentar, com o “sequestro” de sedimentos pelo canal.

## 2. ASPECTOS CLIMÁTICOS E OCEANOGRÁFICOS

O clima na região é descrito como subtropical úmido mesotérmico, sem estação seca, com precipitação durante o ano todo, temperatura média de 19°C e alta umidade relativa do ar (Giannini, 1993). O Anticiclone Tropical do Atlântico Sul predomina nos meses de primavera-verão, trazendo ventos de leste a nordeste; e no outono-inverno, a área sofre a influência do Anticiclone Móvel Polar, com ventos de sul a sudoeste (Orselli, 1986). A frequência média mensal de frentes frias no litoral catarinense foi estudada por Rodrigues *et al.* (2004) que constataram a entrada de três a quatro frentes por mês, com declínio da temperatura no dia seguinte à passagem.

A área é caracterizada por um regime de micromarés, com amplitude de maré astronômica de aproximadamente 0,6 m e tendência para um regime misto de maré semi-diurna. Marés meteorológicas podem ser mais expressivas na região, com 1,5 m, causando danos na barreira costeira, principalmente quando aliada a ventos fortes (Beltrame, 2003).

Em estudo feito na costa sul catarinense por Siegle & Asp (2007), verificou-se que as ondas de S e E, que possuem alta energia e longo período (*swell*), são as controladoras da deriva litorânea de sedimentos no sentido sudoeste-nordeste; as ondas de nordeste-sudoeste (*vagas*), de baixa energia e curto período, são mais frequentes, mas menos importantes no transporte longitudinal litorâneo. Em específico para o setor onde se insere a área em estudo, os autores verificaram que a deriva litorânea efetiva é muito pequena, havendo uma inversão de direção sazonal.

## 3. CONTEXTO ECOLÓGICO

O ambiente costeiro constitui uma região de transição ecológica, compõem-se de um complexo de ecossistemas formadores de ambientes de alta complexidade e extrema relevância para a sustentação da vida no mar (MMA, 2010). As características da plataforma continental associadas às condições meteorológicas e correntes marítimas fazem do Setor Centro-sul do litoral catarinense um setor de alta produtividade primária. Em outro aspecto, é coberto originalmente por formações vegetais do Bioma Mata Atlântica, com a Floresta Ombrófila Densa entre o planalto e o mar, revestindo o embasamento e parte da planície costeira, que por sua vez abriga formações vegetais dos tipos Restinga, Marisma e Manguezal (SPG/SC, 2010). A faixa marítima deste setor tem diversos conflitos relativos ao uso desordenado do seu espaço e recursos, fomentados pela falta de planejamento municipal para as atividades pesqueira, turística e imobiliária, as quais se desenvolvem sobre ecossistemas frágeis e com funções ambientais importantes (SPG/SC, 2010).

Ressalta-se que Souza *et al.* (2008) verificaram que o termo “restinga” tem sido usado genericamente para designar a vegetação das planícies costeiras, e classificou o uso do termo nessa conotação como inadequado por duas razões: 1) a palavra restinga foi introduzida como um conceito geológico e geomorfológico, para definir feições arenosas de linha de costa atuais e instáveis, mas com o passar do tempo foi sendo generalizada, para se referir a outros tipos de depósitos de origem marinha presentes nas planícies costeiras; 2) o termo também acabou sendo extrapolado para todas as fitofisionomias presentes nas planícies costeiras que recobrem depósitos marinhos ou não.

Segundo Waechter (1985) os ecossistemas costeiros apresentam grande fragilidade, podem incluir áreas ainda naturalmente desprovidas de vegetação, como as dunas, onde a cobertura vegetal exerce um papel fundamental para a estabilização dos sedimentos e manutenção da drenagem natural, bem como para a preservação da sua fauna residente e migratória, além de contribuir para modificar as condições pedológicas locais. A vegetação de restinga pode ocorrer em mosaico, em função de gradientes locais do tipo “bem drenado - inundável - mal drenado”, ou apresentar-se com zonação no sentido oceano-continente, aumentando a riqueza de espécies, lenhosidade e altura da vegetação, com o aumento da distância ao mar e a diminuição da influência da salinidade (Waechter, 1985).

No presente estudo, o termo “restinga” será aplicado de acordo com o estabelecido na Resolução do CONAMA nº 261, de 30 de junho de 1999, que aprova o parâmetro básico para análise dos estágios sucessivos de vegetação de restinga para o Estado de Santa Catarina:

*“Entende-se por restinga um conjunto de ecossistemas que compreende comunidades vegetais florísticas e fisionomicamente distintas, situadas em terrenos predominantemente arenosos, de origens marinha, fluvial, lagunar, eólica ou combinações destas, de idade quaternária, em geral com solos pouco desenvolvidos. Estas comunidades vegetais formam um complexo vegetacional edáfico e pioneiro, que depende mais da natureza do solo que do clima, encontrando-se em praias, cordões arenosos, dunas e depressões associadas, planícies e terraços.*

*A vegetação de restinga compreende formações originalmente herbáceas, subarbustivas, arbustivas ou arbóreas, que podem ocorrer em mosaicos e também possuir áreas ainda naturalmente desprovidas de vegetação; tais formações podem ter-se mantido primárias ou passado a secundárias, como resultado de processos naturais ou de intervenções humanas. Em função da fragilidade dos ecossistemas de restinga, sua vegetação exerce papel fundamental para a estabilização dos sedimentos e a manutenção da drenagem natural, bem como para a preservação da fauna residente e migratória associada à restinga e que encontra neste ambiente a disponibilidade de alimentos e locais seguros para nidificar e proteger-se dos predadores. ”*

A formação vegetal do tipo restinga é incluída no Bioma Mata Atlântica pela Lei da Mata Atlântica, Lei 11.428 de 2006. Contudo, acredita-se que restam apenas 12% da vegetação natural do Bioma Mata Atlântica em Jaguaruna (261 ha de mata e 3.835 ha de restinga); por outro lado, no período 2011-2012, houve a supressão de 32 ha de Restinga, aproximadamente (SOSMA & INPE, 2013). A crescente subtração da cobertura vegetal observada nos municípios costeiros leva também a perda e contaminação de habitats, gerando alterações na estrutura e função dos ecossistemas, resultando em diminuição de biodiversidade (SPG/SC, 2010).

#### 4. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

O uso desordenado do solo do litoral brasileiro é consequência do crescimento do entorno das cidades litorâneas, do surgimento das segundas residências para veraneio (domicílios de uso ocasional, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE) e consolidação de novos núcleos urbanos (Bitencourt *et al.*, 2011). No litoral de Santa Catarina ocorrem conflitos decorrentes de ações antrópicas sobre o ambiente natural, entre os quais se destacam construções irregulares em praias, privatização ilegal de setores da orla, incluindo Áreas de Preservação Permanente (APP). Simultaneamente, constata-se o despejo de resíduos sólidos e esgotos sanitários, e verifica-se a insuficiência na fiscalização das áreas de preservação e de conservação ambiental. O Setor Centro-Sul do litoral catarinense foi colonizado por imigrantes luso-açorianos. Seu desenvolvimento econômico era baseado na subsistência, combinando agricultura familiar e pesca artesanal, herança cultural de seus colonizadores. No início dos anos 1970, impulsionadas pela conclusão das obras da rodovia BR – 101, cresceram as atividades relacionadas com o turismo de massa. Desde então, o aumento da demanda turística, associada à especulação imobiliária e à ocupação desordenada, comprometem a manutenção das condições “ecossanitárias” adequadas do ecossistema, bem como a qualidade de vida da população residente (Vieira *et al.*, 2009b).

O Balneário Camacho é uma das comunidades mais antigas do município de Jaguaruna, teve início em uma ocupação próxima à barra da lagoa de mesmo nome, em 1964, com posterior criação de loteamentos, entre as décadas de 1970 e 1990, abrangendo APP e da União (Delfino, 2008). Ademais, o Balneário está inserido na Área de Preservação Ambiental (APA) da Baleia Franca, definida pelo Decreto sem número, de 14 de setembro de 2000, o que acarreta em algumas condições e restrições especiais para usos da área.

Segundo os dados do Censo Populacional de 2010 (IBGE, 2010), 725 pessoas residem na região da área de estudo em 296 domicílios, ou seja, dos 1.855 domicílios recenseados na área, 1.559 são de uso ocasional (84%); por outro lado, praticamente nenhum domicílio conta com sistema de esgotamento sanitário adequado e/ou com coleta e tratamento de efluentes (esgoto). A ocupação desordenada do território continua aumentando rapidamente no litoral brasileiro, consequência do crescimento no entorno das cidades litorâneas, da manutenção da proposta urbano-imobiliária das segundas residências para veraneio e da consolidação de novos núcleos urbanos (Bitencourt *et al.*, 2011).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angulo, R.J., Lessa, G.C.; Souza, M.C. (2006). A critical review of the mid- to late Holocene sea-level fluctuations on the eastern Brazilian coastline. *Quaternary Science Reviews*, 25: 486-506. DOI: 10.1016/j.quascirev.2005.03.008
- Beltrame, E. (2003). *Seleção de Sítios e Planejamento da Atividade de Cultivo de Camarões Marinhos com Base em Geotecnologias*. 197 p., Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. Não publicado. Disponível on-line em <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/85110>.
- Bitencourt, N.L.R.; Centenaro, K.S.; Marimon, M.P.C. (2011). A percepção ambiental como instrumento de análise da qualidade ambiental: estudo de caso no litoral sul de Santa Catarina, Brasil. *Revista Geográfica de América Central*, (ISSN: 2215-2563), II(47E):1-15, Heredia, Costa Rica. Disponível on-line em <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2674>
- Caruso Jr., F. (1995). *Mapa Geológico e de Recursos Naturais do Sudeste de Santa Catarina*. 52p., DNPM, Brasília, DF, Brasil.

Samanta da Costa Cristiano *et al.* (2017), Caracterização da costa marinha do balneário camacho (Santa Catarina, Brasil) como subsídio à gestão, *Journal of Integrated Coastal Zone Management / Revista de Gestão Costeira Integrada*, 17(1):33-59.

[Supporting Information I]

- CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente (1999). Resolução nº 261, de 30 de junho de 1999. Define os parâmetros básicos para análise dos estágios sucessionais de vegetação de restinga para o Estado de Santa Catarina. Disponível on-line em <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res99/res26199.html>.
- Delfino, D.S. (2008). *Desenvolvimento e planejamento urbano na cidade de Jaguaruna/SC: representação e atuação dos atores locais*. 162 p., Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. Disponível on-line em <http://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/90847/264449.pdf?sequence=1>.
- Fornari, M. (2010). *Evolução sedimentar holocênica da retrobarreira na região de Jaguaruna-Laguna, Santa Catarina, Brasil*. 263 p., Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. Disponível on-line em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44141/tde-24012011-114334/pt-br.php>
- Fornari, M.; Giannini, P.C.F.; Nascimento, D.R. (2012). Facies associations and controls on the evolution from a coastal bay to a lagoon system, Santa Catarina Coast, Brazil. *Marine Geology*, 323-325: 56-68. DOI: 10.1016/j.margeo.2012.07.010
- Giannini, P. C. F. (1993). *Sistemas Depositionais no Quaternário Costeiro entre Jaguaruna e Imbituba, Santa Catarina*. São Paulo, 439 p. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. Não publicado.
- Horn Filho, N. O.; Diehl, F.L. (2001). Geologia da planície costeira de Santa Catarina, Brasil. In: Congresso do Quaternário de Países de Línguas Ibéricas, 1., Lisboa, 2001. *Anais...* Lisboa: GTPEQ, AEQUA, SGP.
- Horn Filho, N. O. (2003). Setorização da Província Costeira de Santa Catarina em base aos aspectos geológicos, geomorfológicos e geográficos. *Geosul* (ISSN: 0103-3964), 18 (35): 71-98, Florianópolis, SC, Brasil. Disponível on-line em <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/viewFile/13603/12470A>
- Horn Filho, N.O.; Felix, A., Vieira, C.V.; Batista, E.M.C. (2010) – Geologia da planície costeira das folhas de Jaguaruna e Garopaba do Sul, SC, Brasil. *Revista Discente Expressões Geográficas*, 6: 90-110.
- Horn Filho, N.O.; Schmidt, A.D.; Benedet, C.; Neves, J.; Pimenta, L.H.F.; Paquette, M.; Alencar, R.; Silva, W.B.; Villela, E.; Genovez, R.; Santos, C.G. (2014) – Estudo Geológico dos Depósitos Clásticos Quaternários Superficiais da Planície Costeira de Santa Catarina, Brasil. *Gravel*, 12 (1): 41-107.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010). *Censo Demográfico*. Disponível on-line em <http://www.censo2010.ibge.gov.br>
- Klein, A. H. F.; Schettini, C. C. F.; Carvalho, J. L. B.; Diehl, F. P. (1998). Implications of inlet stabilization on the Camacho Lagoon, Southern Brazil. *Journal of Coastal Research* (ISSN: 1551-5036), 26, 150-155, Coconut Creek, FL, USA.
- Martinho, T. C. (2004). *Morfodinâmica e sedimentologia de campos de dunas transgressivos da região de Jaguaruna-Imbituba, Santa Catarina*. 108 p., Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. Não publicado.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. (2010). *Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil*. 152 p., MMA, Brasília, DF, Brasil. Disponível on-line em [http://www.mma.gov.br/estruturas/205/\\_publicacao/205\\_publicacao03022011100749.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/205/_publicacao/205_publicacao03022011100749.pdf).
- Orsell, L. (1986). Climatologia. In: GAPLAN – SC. *Atlas de Santa Catarina*. p. 38-39, Aerofoto Cruzeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Rodrigues, M.L.G.; Franco, G.; Sugahara, S. (2004). Climatologia de frentes frias no litoral de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Geofísica*, 22(2): 135-151. DOI: 10.1590/S0102-261X2004000200004.
- Siegle, E.; Asp, N.E. (2007). Wave refraction and longshore transport patterns along the Southern Santa Catarina coast. *Brazilian Journal of Oceanography*, 55(2): 109-120. DOI: 10.1590/S1679-87592007000200004.
- SOSMA – Fundação SOS Mata Atlântica; INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2013). *Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica período 2011-2012*. (Relatório técnico). 61p., INPE, São Paulo, SP, Brasil. Disponível on-li em [http://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2013/06/atlas\\_2011-2012\\_relatorio\\_tecnico\\_2013final.pdf](http://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2013/06/atlas_2011-2012_relatorio_tecnico_2013final.pdf)
- Souza, C.R.G.; Hiruma, S.T.; Sallun, A.E.M.; Ribeiro, R.R.; Azevedo Sobrinho, J.M. (2008). “Restinga”: *Conceitos e Empregos do Termo no Brasil e Implicações na Legislação Ambiental*. 104p., Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. Disponível on-line em <http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/restinga.pdf>
- SPG/SC – Secretaria do Planejamento e Gestão do Estado de Santa Catarina. (2010). *Implantação do Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro, Fase I, Diagnóstico Sócio Ambiental, Setor Centro-Sul*. 493p., SPG/DDC, Florianópolis, SC, Brasil. Disponível on-line em <http://www.spg.sc.gov.br/index.php/visualizar-biblioteca/acoes/gerco/diagnostico-socio-ambiental/35-gerco-setor-4-site/file>
- Vieira, C. V.; Felix, A.; Baptista, E. M. C.; Horn Filho, N. O. (2009a). Paleogeografia da planície costeira das folhas Jaguaruna e Lagoa de Garopaba do Sul, setor Meridional do litoral de Santa Catarina, Brasil. *Geosul* (ISSN: 0103-3964), 24: 91-112, Florianópolis, SC, Brasil. Disponível on-line em <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/viewFile/2177-5230.2009v24n47p91/11939>
- Vieira, P. F.; Cazella, A. A.; Cerdan, C.; Andion, C. (2009b). Potencialidades e obstáculos à construção de territórios sustentáveis no estado de Santa Catarina. *Política e Sociedade*, 8(14): 335-380. DOI: 10.5007/2175-7984.2009v8n14p335
- Villwock, J. A. (1984). Geology of the coastal province of Rio Grande do Sul, Southern Brazil – A Synthesis. *Pesquisas em Geociências* (ISSN 1518-2398), 16: 5-49, Porto Alegre, RS, Brasil.
- Waechter, J.L. (1985). Aspectos ecológicos da vegetação de restinga no Rio Grande do Sul, Brasil. *Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS, Série Botânica* (ISSN: 0102-6976), (33): 49-68, Porto Alegre, RS, Brasil.