

Modelo conceitual de avaliação de ameaças sobre serviços ecossistêmicos de sistemas de dunas. Estudo de caso: os campos de dunas da Ilha de Santa Catarina/SC, Brasil

Conceptual Model of Threat Assessment of Ecosystem Services on the dunes system. Case study: The Dune Fields of Santa Catarina Island/SC, Brazil

Francisco Arenhart da VEIGA LIMA^{1*}, Fabricio Basílio de ALMEIDA¹, Ricardo Perez TORRES², Martinez Eymael Garcia SCHERER¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, Brasil.

² Programa de Gestión de Conservación del Mar, Universidad de Cádiz, Cádiz, Espanha.

* E-mail de contato: franciscoveigalima@gmail.com

Artigo recebido em 5 de junho de 2016, versão final aceita em 11 de agosto de 2016.

RESUMO: Este artigo tem como objetivo o desenvolvimento de um modelo conceitual para identificação dos serviços ecossistêmicos (SE) das dunas, das ameaças incidentes, dos principais atores beneficiados e das respostas de gestão. Trata-se de um estudo de caso aplicado para três Unidades de Conservação que abrigam sistemas dunares na Ilha de Santa Catarina, Brasil. Foram utilizadas as metodologias de Gestão e Conhecimento com Base Ecossistêmica do Laboratório de Gestão Costeira Integrada/UFSC como ferramenta para a identificação e a classificação dos serviços e, para a identificação e avaliação do grau de ameaça para os campos de dunas, aplicou-se o *Threats Classification Scheme*, da IUCN. Para os sistemas de dunas, identificaram-se nove serviços predominantes, classificados em: suporte para hábitat; provisão de água doce e recurso mineral; regulação e recarga de aquífero; fluxo de sedimentos; controle de erosão; ciclagem de nutrientes e filtragem; e cultural relacionado à paisagem. Os principais atores beneficiários e impactados pelo uso destes SE são a comunidade local e o trade turístico. Quanto às ameaças que incidem sobre as dunas destacam-se, 18 vetores de pressão. As classificadas com grau “muito alto” foram: captação e uso da água subterrânea e emissão de efluentes líquidos. Com classificação “alta”, destacam-se as atividades turísticas e recreacionais, as infraestruturas residenciais e comerciais, assim como a estrutura de estradas e caminhos. Diante dos resultados apresentados, o desafio é desenvolver políticas públicas que incentivem o conhecimento sobre os SE na zona costeira, pois são de extrema importância para a gestão efetiva dos recursos naturais. A aplicação da GBE possibilita a identificação de vetores de pressão, construindo uma base de informações técnico-científica, de forma a subsidiar a tomada de decisão e o conhecimento popular, objetivando reduzir os impactos nos serviços e processos ecossistêmicos, mantendo a qualidade e o bem-estar humano para as presentes e futuras gerações.

Palavras-chave: serviços ecossistêmicos; bem-estar humano; dunas; gestão com base ecossistêmica.

ABSTRACT: This article aims to develop a conceptual framework for the identification of dunes ecosystem services (ES), its main pressure sources, the beneficiaries of those services and management responses based on the use of a framework developed by the Integrated Coastal Management Laboratory of UFSC. It refers to a case study on three protected areas with dunes systems located on Santa Catarina Island, Brazil. The methodologies used were Ecosystem Based Management and Knowledge, developed by the Integrated Costal Management Lab/UFSC as a tool for services identification and classification, and Threats Classification Scheme, from the IUCN, for the identification and evaluation of dune system threats degrees. Santa Catarina Island has 18 environmental systems supplying around 50 environmental and social needs. For dunes systems, nine prevailing services were identified, classified as: habitat support; freshwater and mineral resources supply; aquifer regulation and recharge; sediment flow; erosion control; nutrients cycling and filtering; and cultural, related to the landscape. The main beneficiaries and the actors most affected by the use and diminishing offer and quality of those ES are local communities and the whole touristic sector. As for the threats upon the dunes, 18 pressure vectors were highlighted. The classified as "very high" were: subterranean water catchment and sewage discharge. Classified as "high" are touristic and recreational activities, housing and commercial infrastructure, and roads/pathways. In the face of these results, the challenge is to develop public policies to encourage knowledge gathering on the coastal zone ES as they are central to reaching an effective management of its natural resources. The use of EBM enables the identification of pressure vectors, framing a technical and scientific information base as a way to subsidize decision making and popular knowledge aimed at diminishing impacts on ecosystem services and processes while maintaining human wellbeing for present and future generations.

Keywords: ecosystem services; human wellbeing; dunes; ecosystem-based management.

1. Introdução

As dunas costeiras representam sistemas altamente dinâmicos, que dependem do transporte de sedimentos pelo vento e do efeito combinado de maré e ondas. Porém, são ecossistemas vulneráveis às variações de qualquer um desses elementos ou processos, seja por fatores de origem natural (ressacas) ou antrópica (Muehe, 2009).

Estes sistemas ambientais funcionam como barreiras naturais de proteção, que atuam como defesa diante dos fenômenos hidrometeorológicos extremos e inundações, além de serem ecossistemas-chave para a recarga de aquíferos e para o amortecimento da intrusão salina (Seingier *et al.*, 2009; Lima *et al.*, 2015).

A elevada pressão humana, juntamente com os impactos de origem natural (ex.: ondas, inundações, erosão), provocam a exposição dos sistemas de dunas a diversas perturbações, as quais afetam diretamente ou indiretamente sua manutenção. Atualmente, a

maioria dos ecossistemas de dunas vem sofrendo degradações devido às atividades urbanísticas e turísticas mal planejadas, sendo estas as principais causas da alteração e da destruição destes ambientes (European Environmental Agency, 2006).

Somada a estes fatores, a falta de integração entre as informações técnico-científicas disponíveis sobre a caracterização dos serviços ecossistêmicos e as políticas públicas para a gestão e o planejamento destes recursos se destaca como uma das principais problemáticas na gestão integrada das áreas litorâneas (Scherer & Asmus, 2016). Neste sentido, a Gestão Baseada em Ecossistemas (GBE) reconhece a relevância dos bens e serviços ofertados pelos ecossistemas, enfocando na organização dos usos para o bem-estar social (UNEP, 2006; Barragán Muñoz, 2014).

A pesquisa propôs identificar e analisar, por meio da metodologia proposta por Scherer & Asmus (2016) e de trabalho desenvolvido pelo Laboratório de Gestão Costeira Integrada da Universidade

Federal de Santa Catarina – LAGECI/UFSC, os principais serviços ecossistêmicos do sistema de campo de dunas (SE), categorizados em Unidades de Conservação (UCs) na Ilha de Santa Catarina (ISC), Santa Catarina, Brasil. Avaliaram-se, a partir da aplicação do *Threats Classification Scheme* da IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources), as principais ameaças (pressões) e os impactos oriundos de fontes naturais e antrópicas, tanto no interior do sistema ambiental protegido quanto no seu entorno imediato.

1.1. Área de estudo

A Ilha de Santa Catarina está localizada na região sul do Brasil, no Estado de Santa Catarina. Possui 174,3 km de perímetro total (Horn Filho, 2006) e abrange uma rica e vasta diversidade de sistemas ambientais marinho-costeiros. Horn Filho (2006) destaca a presença de extensas áreas de praias arenosas (88 km), o que corresponde a 50,5% dos ecossistemas costeiros existentes na ilha. Sistemas de dunas, lagoas, restingas e costões somam 71,8 km, que equivalem a 41,2% do total dos ecossistemas da ilha, sendo que os manguezais e marismas somam mais 14,5 km ou 8,3%.

Grande parte destes ambientes costeiros constituem-se como Espaços Naturais Protegidos (ENP). Segundo levantamento realizado por Ferretti (2013), existem na ISC 29 ENP, o que corresponde a aproximadamente 30% da área total da ilha. Deste total, 73% estão classificadas como Unidade de Conservação, 23% como Área de Preservação Permanente (APP) e 4% como áreas que possuem características de UC, mas não estão cadastradas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (UCs diferenciadas).

A localização dos sistemas ambientais de campo de dunas na ISC está associada às caracte-

rísticas geográficas e geomorfológicas da planície costeira insular. Os sistemas de campo de dunas estão localizados em dois setores da ISC: (i) setor leste, que abriga as dunas da Lagoa da Conceição, categorizada como Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição (PMDLC); e (ii) no setor nordeste da ilha, abrangendo dois sistemas ambientais dunares. O primeiro corresponde ao campo de dunas da praia do Moçambique, que integra o Parque Estadual do Rio Vermelho (PAERVE) e o segundo, na praia do Santinho, abrangido pelo Parque Municipal da Lagoa do Jacaré das Dunas do Santinho (PMLJDS) (Figura 1).

1.2. Problemática da ocupação

A exemplo do que ocorre em muitas cidades litorâneas do Brasil e do mundo, o município de Florianópolis, localizado em quase sua totalidade na ISC, teve um crescimento populacional de aproximadamente 23%, entre os anos 2000 e 2010, passando de 341.781 habitantes para 421.240 (IBGE, 2000; 2010) dado que se constitui como um potencial fator de pressão sobre os sistemas costeiros (Barragán Muñoz, 2014). Esta pressão é evidente nos sistemas de dunas da ISC, por estarem localizados na planície costeira, área comumente mais atrativa do ponto de vista de ocupação urbana e por se constituírem requisitadas áreas de recreação e lazer pela população local e turistas. Soma-se ao cenário o fato de o município constituir um dos mais importantes destinos turísticos do Brasil (Ministério do Turismo, 2015).

Neste sentido, é fundamental que estudos técnico-científicos sejam desenvolvidos para identificar e monitorar os serviços ecossistêmicos em áreas marinho-costeiras, além de identificar e avaliar as ameaças que incidem sobre a zona cos-

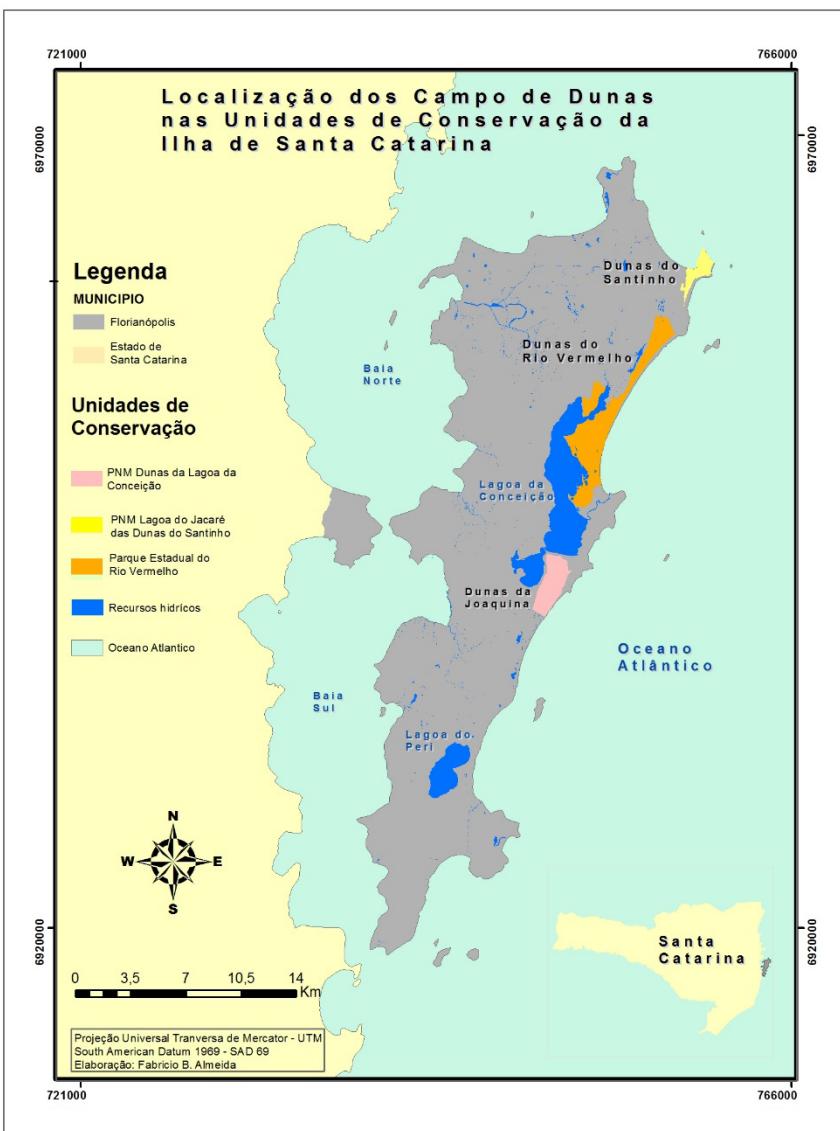


FIGURA 1 – Mapa de localização da ilha de SC, dunas estudadas e suas referidas UCs.
FONTE: Elaboração própria.

teira. A integração desse conhecimento no campo da gestão ambiental do litoral constitui-se como base para o aprofundamento da discussão sobre o manejo integrado dos espaços naturais protegidos

e sua inter-relação com a manutenção dos serviços ecossistêmicos e o bem-estar social das comunidades locais, usuários e turistas.

2. Metodologia

O processo metodológico foi desenvolvido em cinco etapas, conforme explicitado a seguir:

1. Análise documental de artigos científicos sobre os temas relacionados a sistemas de dunas e Unidades de Conservação na ISC, gestão e serviços ecossistêmicos, levantamento de teses, dissertações e aspectos legais;

2. Análise cartográfica e fotointerpretação, a partir de fotos aéreas e imagens de satélite, para o reconhecimento e a espacialização dos três sistemas dunares pesquisados. Foi realizada também análise do uso e da ocupação do solo destes sistemas. Nesta etapa, foi aplicado o mapeamento dos SE para a ISC (Scherer & Asmus, 2016), de modo a mensurar as inter-relações do sistema ambiental dos campos de dunas com outros sistemas insulares, assim como para a identificação das potenciais pressões advindas dos meios urbano e natural;

3. Reconhecimento em campo, nas três áreas de estudo, consistindo na identificação dos seguintes elementos: características físicas naturais da área, pressões antrópicas e potenciais conflitos no sistema ambiental, de modo a validar os cenários pré-identificados no levantamento cartográfico;

4. Identificação e classificação dos serviços ecossistêmicos por meio da aplicação da planilha de trabalho sugerida por Asmus *et al.* (2014) e Scherer & Asmus (2016), a qual apresenta similaridade com as metodologias propostas por De Groot *et al.* (2002), MEA (2005) e UNEP (2006). A análise possibilitou a identificação dos tipos de SE em quatro categorias: suporte, regulação, provisão e cultural, bem como identificaram-se os principais atores beneficiados pelos serviços. Foi possível identificar também a força motriz (*drivers*), pressão (*pressure*), impacto (*impacts*) e resposta (*response*) para os

três diferentes campos de dunas. Ressalta-se que este levantamento também levou em consideração os trabalhos em andamento realizados pelo grupo de pesquisadores e especialistas do Laboratório de Gestão Costeira Integrada da UFSC (LAGECI/UFSC);

5. Valoração das principais ameaças geradoras de impactos, considerando as especificidades de cada área de estudo. Foi aplicado o protocolo *Threats Classification Scheme* da IUCN (2012), versão 3.2, para cada uma das áreas de estudo. O protocolo consiste em indicadores preestabelecidos, referentes à avaliação das ameaças de origens antrópica e natural sobre os ecossistemas e a fauna em risco de extinção. O esquema de classificação de ameaças define doze indicadores gerais, divididos em subgrupos, que abrangem: desenvolvimento urbano e poluição, produção de energia, transporte, agricultura, recursos biológicos e espécies exóticas, alteração de sistemas naturais, mudanças climáticas e eventos geológicos.

Após a avaliação individual dos três parâmetros (período, escopo e gravidade da ameaça) de cada sistema de campo de dunas, aplicou-se uma média ponderada aos resultados do grau de ameaça. Esta ponderação teve como intuito representar um panorama geral de avaliação de ameaças nos serviços ecossistêmicos dos sistemas de campos de dunas da Ilha de Santa Catarina.

O protocolo, em versões anteriores, foi aplicado em publicações dirigidas pela BirdLife International (2006) para a avaliação das áreas prioritárias para a conservação das aves, identificando e valendo as ameaças de origens antrópica e natural.

Para a presente pesquisa, identificou-se a necessidade de adequação dos tipos de ameaça do esquema proposto pela IUCN (2012), considerando que algumas ameaças não se aplicam à realidade local, a exemplo de produção de energia, agricultura

extensiva e eventos geológicos extremos. As pressões ambientais consideradas foram: 1) captação e uso da água subterrânea; 2) emissão de efluentes líquidos; 3) atividades turísticas e recreacionais; 4) infraestruturas residenciais e comerciais; 5) estradas e caminhos; 6) pesca (ranchos e caminhos); 7) disposição de resíduos sólidos; 8) eventos climáticos extremos (furacões e secas); 9) espécies exóticas (fauna e flora); 10) tráfego de veículos (segurança e poluição atmosférica); 11) erosão costeira (ressacas); 12) queimadas (origem antrópica); 13) extração de areia; 14) criação de gado; 15) festas irregulares; 16) linhas de energia (infraestrutura); 17) coleta/retirada ilegal de plantas; e 18) atividade madeireira.

A mensuração das ameaças (Tabela 1) conforme o esquema de classificação da IUCN (2012) baseou-se na avaliação dos seguintes parâmetros: 1) período da ameaça; 2) escopo da ameaça; e 3) gravidade da ameaça. Cabe destacar que o período e a gravidade do impacto referem-se a uma análise retrospectiva (até 10 anos antes do presente). Os valores foram atribuídos por meio do preenchimento da planilha (IUCN, 2012) e de observação em campo, análise cartográfica, fotointerpretação e discussão entre os autores.

Após a definição da pontuação dos três parâmetros de ameaças para cada um dos 18 indicadores de pressão avaliados, somou-se a pontua-

TABELA 1 – Combinação das pontuações de tempo, escopo e gravidade para valoração de ameaças do sistema de dunas e seu respectivo grau de ameaça.

Tempo da ameaça	Pontuação
Acontecendo agora	3
Provavelmente em curto prazo (dentro de 4 anos)	2
Provavelmente em longo prazo (mais de 4 anos)	1
Passado (improvável de voltar)	0
Escopo da ameaça	Pontuação
Área inteira (> 90%)	3
A maioria da área (50-89%)	2
Alguma área (11 a 49%)	1
Área pequena (menos de 10%)	0
Gravidade da ameaça	Pontuação
Deterioração rápida (> 30% em 10 anos)	3
Deterioração moderada (Entre 10-30% em 10 anos)	2
Deterioração lenta (entre 1-10% em 10 anos)	1
Deterioração imperceptível (< 1% em 10 anos)	0

FONTE: Adaptado de IUCN (2012).

ção do grau de ameaça para cada uma das UCs e posteriormente aplicou-se a média final, resultando no grau de ameaça para cada uma das diferentes pressões ambientais do sistema ambiental campo de dunas da ISC (Tabela 2), conforme a seguinte escala: Baixa = 0-2; Média = 3-5; Alta = 6-7; Muito Alta = 8-9.

3. Resultados e discussão

A ISC vem passando nas últimas décadas por um forte processo de uso e de transformação dos

TABELA 2 – Exemplo de combinação das pontuações de tempo, escopo e gravidade para valoração da pressão ambiental “Infraestruturas residenciais e comerciais” dos três sistemas de campo de dunas da ISC e o respectivo grau de ameaça geral.

Campo de dunas/UC	Pressão ambiental	Período	Escopo	Gravidade	Grau de ameaça
PMLJDS	Infraestruturas residenciais e comerciais	3	2	2	7
PAERVE	Infraestruturas residenciais e comerciais	3	1	1	5
PMDLC	Infraestruturas residenciais e comerciais	3	2	1	6
Média (Σ campo de dunas)	Infraestruturas residenciais e comerciais	9	5	4	6 (Alta)

FONTE: Elaboração própria.

ambientes litorâneos. O acentuado incremento populacional, associado à intensa atividade turística e somado a um modelo não efetivo de gestão costeira, conduz a um quadro de degradação e alteração de seus atributos e recursos naturais (Diederichsen *et al.*, 2014), bem como à potencial perda dos SE gerados.

Estudos de Scherer & Asmus (2016) e Asmus *et al.* (2014) identificaram 18 sistemas ambientais na ISC, que provêm inúmeros benefícios sociais e ambientais regionalmente. Para o sistema de campo de dunas, dentre alguns dos benefícios identificados estão: proteção da linha de costa, que, associada com a vegetação fixadora (restinga), salvaguarda tanto as infraestruturas urbanas quanto a retaguarda da ação de ressacas; a manutenção da qualidade das praias arenosas (Portz *et al.*, 2011) e dos bancos de areia para a prática de esportes aquáticos, como o surfe (Veiga Lima *et al.*, 2012).

Os campos de dunas da ISC constituem-se como espaços legalmente protegidos, classificados como área de preservação permanente (APP) pela Resolução CONAMA 303 (MMA, 2002) e como UC (MMA, 2000), categorizados como “Parques” sob administração municipal – Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição (Florianópolis, 1988) e Parque Municipal Lagoa do Jacaré das Dunas do Santinho (Florianópolis, 2016) e Estadual – (Parque Estadual do Rio Vermelho) (Santa Catarina, 2007), administrado pela Fundação de Amparo à Tecnologia e ao Meio Ambiente de Santa Catarina (FATMA).

A partir da aplicação da planilha de trabalho sugerida por Scherer & Asmus (2016) e com base na metodologia de análise DPSIR (*Driving forces, Pressures, States, Impacts e Responses*) (Tabela 3), pode-se observar uma predominância da oferta de serviços classificados como de regulação e provi-

TABELA 3 – Classificação de serviços ecossistêmicos dos sistemas de dunas para a Ilha de Santa Catarina.

Classificação	Serviços ecossistêmicos	Usos e benefícios	Atores beneficiados	Força motriz/ Vetores de pressão
Suporte	* Hábitat	Sem usos e benefícios diretos ao ser humano	Sem atores diretamente afetados	Infraestrutura e construções urbanas; emissão de efluentes; utilização de veículos automotores; introdução de espécies invasoras; turismo e comércio de sol e praia
Provisão	Água doce; recurso mineral	Abastecimento de água potável; areia para a construção civil	Comunidade local	Emissão de efluentes; infraestrutura e construções urbanas; captação de água; introdução de espécies invasoras
Regulação	Recarga de aquífero; fluxo de sedimentos; controle de erosão; ciclagem de nutrientes; filtragem	Área de recepção de efluentes tratados; manutenção linha de costa	Comunidade local	Emissão de efluentes; infraestrutura e construções urbanas; introdução de espécies invasoras; alteração da cobertura vegetal
Cultural	Paisagem	Lazer; turismo; educação ambiental	Comunidade local; <i>trade</i> turístico	Infraestrutura e construções urbanas; conflitos de atividades; introdução de espécies invasoras

FONTE: Adaptado de Scherer & Asmus (2016) e LAGECI/USFC.

* O serviço de “Hábitat” não possui benefício direto para a sociedade, no entanto, está intrinsecamente ligado à qualidade e à manutenção dos demais SE.

são, devido ao fato de os campos de dunas constituírem ambientes mantidos por complexa dinâmica litorânea (Muehe, 2009). Por sua vez, atuam na proteção da linha de costa, protegendo infraestruturas urbanas frente à erosão costeira e a eventos climáticos extremos (Portz *et al.*, 2011; Lima *et al.*, 2015). Também cabe destacar a importância do serviço cultural fornecido pelo ecossistema de dunas, sobretudo pelo valor paisagístico e beleza cênica atribuída (Veiga Lima *et al.*, 2012). Por se tratar de uma ilha costeira de elevada importância turística, este serviço reforça a necessidade de proteção e de conservação mais efetivas destes ambientes.

Nos campos de dunas da ISC, foram identificados seis principais usos e benefícios diretos para o uso e o bem-estar da sociedade, os quais estão de acordo com a legislação pertinente, salvo a extração de sedimento para construção civil (Brasil, 2012): I e II - abastecimento de água potável e área de recepção de efluentes tratados (Westarb, 2004); III - manutenção da linha de costa (dinâmica sedimentar) (Portz *et al.*, 2011); IV e V - áreas de lazer e turismo (comunidade local e visitantes) (Veiga Lima *et al.*, 2012); VI - áreas para realização de atividades de educação ambiental e pesquisa científica (Almeida & Muller, 2015).

Os principais atores beneficiários e impactados pelo uso e pela diminuição da oferta e da qualidade dos SE oferecidos para os campos de dunas da ISC, segundo observações *in situ*, são, sobretudo, os usuários da comunidade local e o conjunto de atores relacionados ao *trade* turístico (pousadas, hotéis, restaurantes e empresas de ecoturismo). Os atores dependem direta e indiretamente da qualidade dos ambientes naturais (UNESCO, 2011; Asmus *et al.*, 2013), seja pelo serviço cultural de beleza cênica, recreação e turismo, seja pelas dunas atuando como barreira de proteção na linha de costa, salvaguardando infraestruturas urbanas da ação das

ondas, além de servirem como áreas de recarga de água potável para abastecimento hídrico (Scherer & Asmus, 2016).

As principais fontes de pressão sobre os SE gerados (Tabela 4) são consequências do desenvolvimento não planejado, da falta de fiscalização das atividades antrópicas e do distanciamento/desconhecimento da comunidade local sobre os bens físico-naturais da área, seja no interior do ambiente de dunas, seja no entorno imediato. A partir da classificação de ameaças sugerida por IUCN (2012), adaptadas para a presente pesquisa, pode-se mensurar o grau de ameaça, classificado em: muito alto, alto, médio e baixo.

A exemplo de valoração dos três parâmetros de ameaça avaliados, expõe-se em caráter de exemplo a pressão ambiental “Captação e uso da água subterrânea”: período da ameaça = XX; escopo da ameaça = XX; e gravidade da ameaça = X. A soma total dos parâmetros é 8, o que remete a um *status*.

No total da ISC, foram identificados 39 diferentes vetores de pressão, sendo que os campos de dunas totalizaram 18 ameaças, equivalentes a 46% de todas as ameaças da Ilha. Destas, 16 são de origem antrópica e duas são provenientes de fenômenos naturais (Quadro 3). As ameaças que foram classificadas com grau “Muito Alta” (duas) equivalem a 12% do total; com grau “Alta” (três) e somam 18%; com grau “Média” (seis), gerando 35%, e com grau “Baixa” (seis), também com 35% do total das ameaças identificadas para as dunas da ISC.

As duas ameaças classificadas com nível “Muito alta” estão relacionadas à manutenção e à qualidade dos recursos hídricos subterrâneos, refletindo a importância das dunas como área de recarga de aquífero e abastecimento de água para a comunidade local. Tais serviços são afetados pela captação excessiva de água subterrânea (Zanatta

TABELA 4 – Síntese da identificação das ameaças sobre os campos de dunas da ISC.

Pressão ambiental	G.A	Local.	Impacto potencial	Serviços afetados
Captação e uso da água subterrânea	8	E	Alteração no estoque de recursos hídricos subterrâneos	Abastecimento de água potável
Emissão de efluentes líquidos*	8	E	Contaminação dos recursos hídricos subterrâneos e material sedimentar	Abastecimento de água potável
Atividades turísticas e recreacionais	6	I	Pisoteamento de mata nativa e dunas; abertura de novas trilhas e caminhos; disposição de resíduos sólidos	Hábitat; fluxo de sedimentos; controle de erosão
Infraestruturas residenciais e comerciais	6	E	Pressão física sobre os limites do parque	Área de filtragem; recarga do aquífero; paisagem
Estradas e caminhos	6	I	Pisoteamento e trânsito sobre mata nativa, dunas e córregos/lagoas; abertura de novas trilhas e caminhos; disposição de resíduos sólidos.	Paisagem; fluxo de sedimentos; controle de erosão
Pesca (ranchos e caminhos)	5	I	Pisoteamento de mata nativa e dunas; abertura de novas trilhas e caminhos; disposição de resíduos sólidos	Hábitat; fluxo da distribuição de sedimentos; controle de erosão; paisagem
Disposição de resíduos sólidos	5	I	Alteração da paisagem; risco à saúde pública e fauna local; contaminação de recursos hídricos subterrâneos	Paisagem; hábitat
Eventos climáticos extremos (furacões e secas)	5	I	Alteração da morfologia das dunas; intrusão salina; salinização de recursos hídricos subterrâneos; derrubada de vegetação arbustiva; alteração da paisagem.	Paisagem; fluxo de sedimentos; controle de erosão; estoque sedimentar
Espécies exóticas (fauna e flora)**	4	I	Alteração da biodiversidade local; alteração da paisagem; alteração de recursos hídricos subterrâneos (grande demanda de água por parte da vegetação de <i>Pinus</i> e contaminação por resina)	Abastecimento de água subterrânea; filtragem** (Rio Vermelho); paisagem; hábitat;
Tráfego de veículos (segurança e poluição atmosférica)	4	I e E	Alteração da qualidade do ar, risco à saúde humana	Ócio e lazer
Erosão costeira (ressacas)	3	I	Alteração da morfologia das dunas; intrusão salina; salinização de recursos hídricos subterrâneos	Paisagem; fluxo de sedimentos; controle de erosão; estoque sedimentar
Queimadas (origem antrópica)	2	I	Alteração de mata nativa; perda de biodiversidade; alteração da paisagem; alteração da qualidade do ar e risco à saúde humana	Hábitat; paisagem; controle de erosão
Extração de areia	2	I	Alteração da morfologia das dunas; alteração da paisagem	Estoque sedimentar; fluxo de sedimentos; paisagem
Criação de gado	2	I	Pisoteamento sobre mata nativa, dunas e córregos/ lagoas; abertura de novas trilhas e caminhos; contaminação por resíduos orgânicos	Paisagem; fluxo de sedimentos; controle de erosão
Festas irregulares	2	I	Pisoteamento sobre mata nativa, dunas, córregos/ lagoas; abertura de novas trilhas e caminhos; disposição de resíduos sólidos e orgânicos, contaminação por resíduos orgânicos; poluição sonora	Paisagem
Linhas de energia (infraestrutura)	2	I	Alteração de paisagem.	Paisagem
Coleta/retirada ilegal de plantas	2	I	Alteração da biodiversidade	Hábitat; controle de erosão
Atividade madeireira	1	I	Alteração da paisagem; ecossistema	Hábitat; paisagem

FONTE: Elaboração própria.

G.A: Grau de ameaça: em vermelho: muito alta; em laranja: alta; em amarelo, média; em verde, baixa. Localização das ameaças nas UCs: (I) interno ou (E) externo.

* Para o PMDLC, a captação de recursos hídricos subterrâneos e a emissão de efluentes urbanos (tratados) ocorrem dentro dos limites da UC, pela estação de tratamento da CASAN.

** Ocorrência de cultivo planejado de *Pinus elliotii* no interior do PAERVE.

et al., 2014) e pela emissão de efluentes líquidos não tratados sob as dunas (Santa Catarina, 2010), constituindo um fator de risco à saúde pública.

Classificadas com grau de ameaça “Alta”, as atividades turísticas e recreacionais ocorrem durante todo o ano, com aumento significativo durante a estação de verão (dezembro a março). Constitui-se num uso direto sobre os sistemas de dunas, pelo tráfego de pessoas e veículos, formando caminhos e trilhas, pela prática de esportes (*sandboard* e *trecking*) e como área de convivência e contemplação da natureza.

As infraestruturas urbanas adjacentes às UCs, também classificadas com grau “Alto”, fragmentam, degradam e suprimem setores importantes do ecossistema, sem compatibilizar áreas de transição ou zonas de amortecimento ambiental. Tais ações se refletem no estabelecimento de vetores de pressão sobre os limites das UCs, conferindo potenciais perdas de serviços de provisão, regulação e cultural.

Por último, cabe ressaltar uma tipologia de ameaça peculiar para duas das UCs estudadas, o PA-ERVE e o PMDLC. No Parque do Rio Vermelho, a ameaça é derivada da introdução e da disseminação de espécies exóticas vegetais (*Pinus* e *Eucalyptus*, principalmente) coordenadas e planejadas pelo Estado de Santa Catarina, na década de 1960, com o

objetivo de realizar testes biológicos da espécie na área, até então não delimitada como UC (Ferreira, 2010). A fácil dispersão dessas espécies afetou diretamente outros espaços naturais da ISC, como as dunas da Lagoa da Conceição, comprometendo a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos e a composição da paisagem local, especialmente no PAERVE, ao formar um pujante bosque dentro e no entorno dos campos de dunas desta UC, o que contribuiu também para a alteração dos processos naturais sobre a biodiversidade local.

3.1. Recomendações adicionais

Diante dos resultados alcançados por este trabalho, apresentam-se algumas necessidades identificadas para contribuir com a efetiva manutenção dos serviços ecossistêmicos prestados pelas dunas nas UCs da Ilha de Santa Catarina e na redução de ameaças que afetam o funcionamento deste sistema ambiental (Figura 2):

- 1) Elaborar plano de manejo das UCs para minimizar as pressões externas e internas;
- 2) Promover um programa para melhorar o tratamento dos resíduos sólidos existentes nos limites das UCs, principalmente no PMLJDS e no PAERVE;



FIGURA 2 – Registros fotográficos dos campos de dunas nas UCs da ISC, realizados ao longo das campanhas de campo. (a) Parque Natural Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição; (b) Parque Natural Municipal Lagoa do Jacaré das Dunas do Santinho; (c) Parque Estadual do Rio Vermelho.

FONTE: Fabricio Basílio Almeida (2016).

3) Criar e executar um programa para tratamento e retirada das espécies exóticas invasoras, principalmente no PAERVE e no PMDLC;

4) Elaborar e divulgar informações sobre a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos dentro dos limites das UCs;

5) Monitorar e coibir a poluição provocada pela emissão de efluentes líquidos, principalmente no PMDLC, por apresentar estação de tratamento de esgoto dentro dos seus limites;

6) Melhorar a comunicação das UCs frente aos serviços prestados por ela para a comunidade local e turistas;

7) Criar estruturas que promovam o adequado uso para o ecoturismo;

8) Efetuar a recuperação da vegetação fixadora de dunas nos limites das UCs, principalmente no PMLJDS;

9) Coibir atividades impactantes sobre as dunas (circulação de automotores, retirada de espécies nativas), principalmente no PMLJDS e no PAERVE.

4. Considerações finais

O conhecimento sobre os SE gerados é de extrema importância para a gestão das pressões sobre os recursos naturais do litoral. A aplicação da GBE possibilita a identificação destes vetores de pressão, construindo uma base de informações

técnico-científicas, de forma a subsidiar a tomada de decisão e o conhecimento popular, objetivando reduzir ou minimizar os impactos nos serviços e nos processos ecossistêmicos, mantendo a qualidade e o bem-estar humano.

A partir da classificação e da valoração dos principais impactos/ameaças sobre os SE das dunas, observou-se a necessidade de uma efetiva GBE para promover a conservação e/ou mitigação sobre os efeitos dos impactos sofridos.

Por fim, gerou-se uma base de informações que podem ser utilizadas como diretrizes para a gestão das UCs, a exemplo: regulação do uso e da ocupação do solo no entorno das UCs; gestão compartilhada/participativa com a comunidade; aprofundamento científico sobre os efeitos das ameaças nos SE; e identificação das áreas prioritárias para gestão.

Agradecimentos

Para a elaboração desta pesquisa, agradecemos aos professores e membros do Laboratório de Gestão Costeira Integrada (LAGECI), do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Catarina. Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina, ao Programa de Gestión de Conservación del Mar da Universidad de Cádiz e à CAPES como fonte financiadora de pesquisa dos autores.

Referências

Almeida, F. B.; Muller, F. B. Criando unidades de conservação para conciliar desenvolvimento econômico e preservação ambiental: o caso do Parque do Santinho, Florianópolis/SC. In: Portanova, R. S.; Leite, A. O.; Figueiredo, M. F. (Org.). *Anais do II Congresso de Direito*

Ambiental das Áreas Protegidas, São Paulo/SP. São Paulo: Ixtlan, dezembro de 2015.

Asmus, M. L.; Conde, D.; Pollete, M. Vulnerabilidade costeira e a necessária nova gestão ecossistêmica. In: *Anais*

- do XV Congresso Latino-Americano de Ciencias del Mar.* Punta del Este, Uruguay, 2013.
- Asmus, M. L.; Scherer, M. E. G., Oliveira, T. C. R. *Gestão com Base Ecossistêmica (GBE) de Sistemas Marinhas e Costeiros.* XXVI Semana Nacional de Oceanografia. Ubatuba, PR, 2014.
- Barragán Muñoz, J. *Política, Gestión y Litoral:* una nueva visión de la gestión integrada de áreas litorales. Madrid, Espanha: Editor Tébar Flores, 2014. 685p.
- Birdlife International. Monitoring Important Bird Areas: a global framework. Version 1.2. In: Bennun, L.; Burfield, I.; Fishpool L.; Nagy, S.; Stattersfield, A. (Comps.). *BirdLife International.* Cambridge, United Kingdom. 2006.
- Brasil. *Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.* Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília, 25 de maio de 2012.
- De Groot, R. S.; Wilson, M. A.; Boumans, R. M. J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 41, 393-408, 2002.
- Diederichsen, S. D.; Gemael, M. K.; Hernandez, A. O.; Oliveira, A. O.; Paquette, M.-L.; Schmidt, A. D.; Silva, P. G., Silva, M. S.; Scherer, M. E. G. Gestão costeira no município de Florianópolis, SC, Brasil: um diagnóstico. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 13(4), 499-512, 2013. Disponível em: <http://www.aprh.pt/raci/pdf/raci-425_Diederichsen.pdf>
- European Environmental Agency. *The changing faces of Europe's coastal areas.* EEA Report N. 6, 2006.
- Ferreira, F. A. C. (Org.). *Projeto Parque Estadual do Rio Vermelho. Subsídios ao plano de manejo.* 1. ed. v. 1. Florianópolis: Insular, 2010. 200p.
- Ferretti, O. E. *Os espaços de natureza protegida na Ilha de Santa Catarina, Brasil.* 349 p. Florianópolis, Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, 2013.
- Florianópolis. *Decreto nº 231/1988.* Dispõe sobre a criação da Unidade de Conservação Parque Municipal das Dunas da Lagoa da Conceição.
- Florianópolis. *Lei nº 9.948, de 07 de janeiro de 2016.* Dispõe sobre a criação da Unidade de Conservação Parque Natural Municipal Lagoa do Jacaré das dunas do Santinho.
- Florianópolis. Prefeitura Municipal de Florianópolis. Fundação de Meio Ambiente – Floram. *Unidades de Conservação.* Disponível em: <<http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/floram/index.php?cms=unidades+de+conservacao>>. Acesso em: abr. 2016.
- Horn Filho, N. O. Estágios de desenvolvimento costeiro no litoral da Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil. *Revista Discente Expressões Geográficas*, 2, 70-83, 2006.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Demográfico 2000.* Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/>>. Acesso em: jun. 2016.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Demográfico 2010.* Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: jun. 2016.
- IUCN - International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. *Threats classification scheme.* (Version 3.2). 2012. Disponível em: <http://s3.amazonaws.com/iucnredlist-newcms/staging/public/attachments/3116/dec_2012_guidance_threats_classification_scheme.pdf>. Acesso em: jun. 2016.
- Lima, R. S.; Pinheiro, L. S.; Morais, J. O. Vulnerabilidade das dunas frontais aos regimes de espraiamento, colisão e overwash na praia da Caponga – Cascavel Ceará. In: De Paula, D. P.; Dias, J. A. (Org.). *Ressacas do mar: temporais e gestão costeira.* Seção IV, Capítulo 1. Fortaleza: Premius, 2015. 448p.
- MEA - Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well Being: Synthesis.* Washington, DC: Island Press, 2005.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. *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 providências. Brasília, DF, 2000.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. *Resolução Conama nº 303, de 20 de março de 2002.* Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Brasília, DF, 2002.
- Ministério do Turismo. Índice de Competitividade do Turismo Nacional. Relatório Brasil 2015. Luiz Gustavo Medeiros Barbosa (Coord.) Brasília, DF, 92 p. 2015.

-
- Muehe, D. Geomorfologia costeira. In: Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. (Org.). *Geomorfologia costeira: uma atualização de bases e conceitos*. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.
- Portz, L.; Manzolli, R. P.; Correa, I. C. S. Ferramentas de gestão ambiental aplicadas na Zona Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 11(4), 459-470, 2011.
- Santa Catarina. Decreto nº 308, de 24 de maio de 2007. Define o Parque Florestal do Rio Vermelho como Parque Estadual do Rio Vermelho. Florianópolis, 2007.
- Santa Catarina. Tribunal de Contas do Estado de Santa Catarina – TCE/SC. Diretoria de Atividades Especiais. Processo: PMO-09/00551445 - Relatório: DAE - 71/2010. Disponível em: <http://www.tce.sc.gov.br/sites/default/files/Relatorio_Primeiro_Monitoramento_Ete_Lagoa_1.pdf>. Acesso em: jul. 2016.
- Scherer, M. E. G.; Asmus, M. L. Ecosystem-Based Knowledge and Management as a tool for Integrated Coastal and Ocean Management: A Brazilian Initiative. In: Vila-Concejo, A.; Bruce, E.; Kennedy, D. M.; McCarroll, R. J. (Eds.). *Proceedings of the 14th International Coastal Symposium (Sydney, Australia)*. *Journal of Coastal Research*, Special Issue, 75(1), 690-694, 2016. Coconut Creek (Florida), ISSN 0749-0208. No prelo.
- Seingier, G.; Espejel, I.; Almada, J. L. F. Cobertura vegetal y marginación en la costa mexicana. *Investigación Ambiental*, 1(1), 54-69. 2009.
- UNEP - United Nations Environment Programm. *Marine and coastal ecosystems and human well-being: A synthesis report bases of the findings of The millennium Ecosystem Assesment*. UNEP, 2006. 76 p.
- UNESCO. *Planejamento Espacial Marinho*: passo a passo em direção ecossistêmica (resumo). Representação da Unesco no Brasil – Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI), 2011. 11p.
- Veiga Lima, F. A.; Hernandez-Calvento, L.; Scherer, M. E. G. Análisis de parámetros para la creación de una Reserva Mundial de Surf en la playa de Joaquina - Isla de Santa Catarina, SC, Brasil. In: *Anais del I Congreso Iberoamericano de Gestión Integrada de Áreas Litorales: mirando a Iberoamerica*, Cádiz. Libro de comunicaciones y posters. Grupo de Investigación Gestión Integrada de Áreas Litorales, Universidad de Cádiz. v.1. 2012. p. 602-611.
- Westarb, E. F. A. *Sistema aquífero sedimentar freático Ingleses. Depósitos costeiros que te mantêm... ocupação que te degrada*. Florianópolis, Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.
- Zanatta, L. C.; Pereira, A. P. S.; Abdalla, A. Utilização de águas subterrâneas para o abastecimento público no norte da Ilha de Santa Catarina. *Anais do XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas*. Belo Horizonte, MG, 2014. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/23663/15739>>