

Serviços ecossistêmicos em Sítio Ramsar do sul do Brasil: utilização de ferramentas geoespaciais para a proteção da biodiversidade.

Jackson Müller¹
Pedro Gabriel Bueno César²
Leonardo Maltchik Garcia³

^{1,3} Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS
Laboratório de Ecologias e Ecossistemas Aquáticos - LECEA
Av. Unisinos, 950 - Bairro Cristo Rei - São Leopoldo/RS - CEP: 93.022-000

¹jmuller@unisinos.br

²pedrocesar06@hotmail.com

³maltchik@unisinos.br

Abstract. The concept of ecosystem services has become an important model to link the functioning of ecosystems, their components and structures to identify and understand the complex connections of functions and services in a wide variety of contexts for decision making for the conservation and protection of biodiversity. The use of geospatial tools in recent decades have led advances in the development of a wide variety of classification methods and evaluation of services provided by nature, whether in natural environments, either in built environments. In this study we present a conceptual approach to the functions and services of ecosystems associated with the Parque Nacional da Lagoa do Peixe - PNLP, Ramsar site of international importance. Our results identified 28 environmental services (production, regulation, support and habitats and cultural) provided by the eight ecosystems mapped within the PNLP, showing that it provides important ecosystem services for the protection of biodiversity.

Palavras-chave: conservation, PNLP, environmental services, conservação, serviços ambientais.

1. Introdução

Os ecossistemas são habitats fundamentais para a proteção e conservação da biodiversidade, com inúmeros benefícios para a população humana, tais como água potável, medicamentos, alimentos e recreação (PALOMO, MONTES, et al., 2014). A perda dos ecossistemas naturais tem trazido perdas inestimáveis para biodiversidade e comprometido os benefícios vitais para a população humana (MEA, 2003), com graves consequências econômicas, sociais e ambientais. Somente agora, os serviços ecossistêmicos assim como seus custos associados à degradação dos ecossistemas estão sendo quantificados em políticas setoriais (ELLIS, 2013).

A Avaliação Ecossistêmica do Milênio (2003; 2005) destacou a importância dos serviços prestados pela natureza para sustentar o bem estar humano. ARMSWORTH (2007) entenderam que qualquer benefício dos ecossistemas e usufruído pelo ser humano deve ser considerado serviço ecossistêmico. Atualmente a abordagem dos serviços dos ecossistemas é essencial para estratégias de planejamento e gestão de áreas protegidas (ARMSWORTH et al, 2007; PORTMAN, 2013). Os serviços ecossistêmicos são vistos atualmente como um componente crítico de estratégias de conservação (NG, XIE, & YU, 2013; REDFORD & ADAMS, 2009).

As áreas protegidas representam um grande esforço global para preservar a biodiversidade (PALOMO, MARTIN-LOPEZ, ALCORLO E MONTES, 2014; RANDS et al., 2010). Em diversos países, assim como no Brasil seu objetivo principal tem sido de preservar paisagens importantes, espécies ameaçadas, carismáticas, seus habitats e *hotspots* (MMA, 2007, HASLETT et al., 2010; WATSON, DUDLEY, SEGAN, & HOCKINGS, 2014).

A integração dos serviços ecossistêmicos na gestão de áreas protegidas caracteriza-se como um grande desafio para a biologia da conservação, principalmente porque essas áreas

não têm sido propostas para a preservação ou regulamentação dos serviços dos ecossistemas (KREMEN & OSTFELD, 2005), e serviços de provisão e culturais (LAURENCE et al, 2012; MARTIN-LOPEZ, GARCIA-LLORENTE, PALOMO, E MONTES, 2011; ZORRILLA-MIRAS et al., 2014). Novos progressos para a gestão de áreas protegida na manutenção e preservação dos serviços ecossistêmicos requer avanços na quantificação biofísica e mapeamento dos ecosserviços em escala de paisagem, incluindo avaliações de sinergias e *trade-offs* entre serviços ambientais (CASTRO, GARCIA-LLORENTE, MARTÍN-LOPEZ, PALOMO, E INIESTA-ARANDIA, 2013; CASTRO et al., 2014; PALOMO, MARTIN-LOPEZ et al., 2014).

As unidades de conservação brasileiras são compostas atualmente por um grupo de doze (12) categorias de manejo distintas, agrupadas e caracterizadas pela Lei Federal nº 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC (MMA, 2016). As Unidades de Conservação - UCs criadas e administradas pelo Governo Federal, Estaduais e Municipais somam 1.930 unidades, com área territorial de 1.550.855 Km², sendo 34% de Proteção Integral e 66% de Uso Sustentável. Juntas, essas unidades estão distribuídas por todos os biomas brasileiros e recobrem aproximadamente 20% do território nacional (SNUC, 2014).

Nesse sentido, definir claramente os serviços dos ecossistemas é um primeiro passo importante para sua consolidação como instrumento de gestão. As técnicas de mapeamento fornecem ferramentas para a integração de informações relacionadas aos serviços dos ecossistemas para a gestão de espaços protegidos e tomadas de decisões (BALVANERA et al., 2012, DAILY E MATSON, 2008 e SWETNAM et al., 2011; POTSCHIN E HAINES - YOUNG, 2011). Estudos de mapeamentos foram aplicados em diferentes escalas espaciais que vão desde o global (TURNER et al., 2007; NAIDOO et al., 2008; MAES et al., 2011; HAINES - YOUNG et al., 2012), nacional (EGOH et al., 2009 e SCHNEIDERS et al., 2012) e local (CHAN et al., 2006; BRYAN et al., 2011; BURKHARD et al., 2012; FAGERHOLM et al., 2012). Kroll et al. (2012) exploraram ofertas e demandas de serviços de produção, regulação ou culturais ao longo do gradiente rural-urbano. Para os autores a magnitude dos valores ecológicos pode ser mensurada através de indicadores, tais como a diversidade de espécies, raridade, integridade do ecossistema (saúde) e resiliência, que se referem, principalmente, no fornecimento de habitats/suporte e regulação dos serviços prestados pelos ecossistemas, com ênfase para as áreas úmidas. Os critérios de avaliações ecológicas incluem a representatividade e integridade do ambiente natural, diversidade, raridade, fragilidade, vulnerabilidade e capacidade de recuperação (MEA, 2005; TEEB, 2008).

A proposta do nosso estudo consiste na aplicação de métodos espaciais para delimitação dos ecossistemas, análise dos componentes e processos que atuam na prestação de serviços ambientais de um sítio Ramsar do Sul do Brasil.

2. Materiais e método

Para a geração dos mapas temáticos de ecossistemas e uso do solo do Parque Nacional da Lagoa do Peixe foram utilizadas técnicas de geoprocessamento e cartografia digital.

Através da utilização dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) integrado a técnicas de sensoriamento remoto, com o uso de imagens de satélite, pode-se realizar a integração de dados georreferenciados de diversas fontes e identificar ações antrópicas (mudança do uso do solo) ocorridas em determinadas áreas alvo do estudo, e assim possibilitando o armazenamento histórico das informações geradas sobre a área de estudo. (FLORENZANO, 2002; INPE, 2002; INPE, 2004).

A identificação dos serviços ecossistêmicos foram realizados através da metodologia proposta pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005) descrita por Finlayson et al. (2005). Os estudos foram realizados durante os anos de 2013 a 2015, com visitas bimestrais

nos diversos ecossistemas do Parque. Os percursos foram realizados com veículo tracionado e caminhadas principalmente, utilizando-se GPS Map Garmin 76CSx percorrendo-se os diversos ecossistemas presentes. Para registros aéreos dos locais de estudo foram realizados sobrevoos (julho de 2013) e uso de Drone Quadricóptero DJI Phantom3 - Advanced (2015), procedendo-se filmagens e fotografias até 200 metros de altura em diferentes partes do PNLP. A caracterização da vegetação foi baseada em dados da bibliografia especializada disponível, como o Projeto RADAMBRASIL (1986), Biogeografia da América Latina, (CABRERA & WILLINK, 1973), o Manual Técnico da Vegetação Brasileira (IBGE, 1992) e o Mapa da Vegetação Brasileira (IBGE, 2004), além dos estudos contidos no Plano de Manejo do Parque Nacional da Lagoa do Peixe (ICMBio, 1999).

2.1. Área de estudo

O PNLP possui área de 36.722 hectares e caracteriza-se como um sítio RAMSAR de proteção e conservação internacional, situado nos municípios de Mostardas e Tavares no sul do Brasil (Estado do Grande do Sul), Figura 1. O Parque apresenta alta diversidade de ecossistemas e habitats - campos de dunas móveis e semimóveis, restingas, banhados, formações de matas nativas, lagoas e uma área marinha abrangendo um quilômetro de mar, em uma região com forte vocação econômica associada à agricultura, pecuária, exploração pesqueira e silvicultura com exóticas.

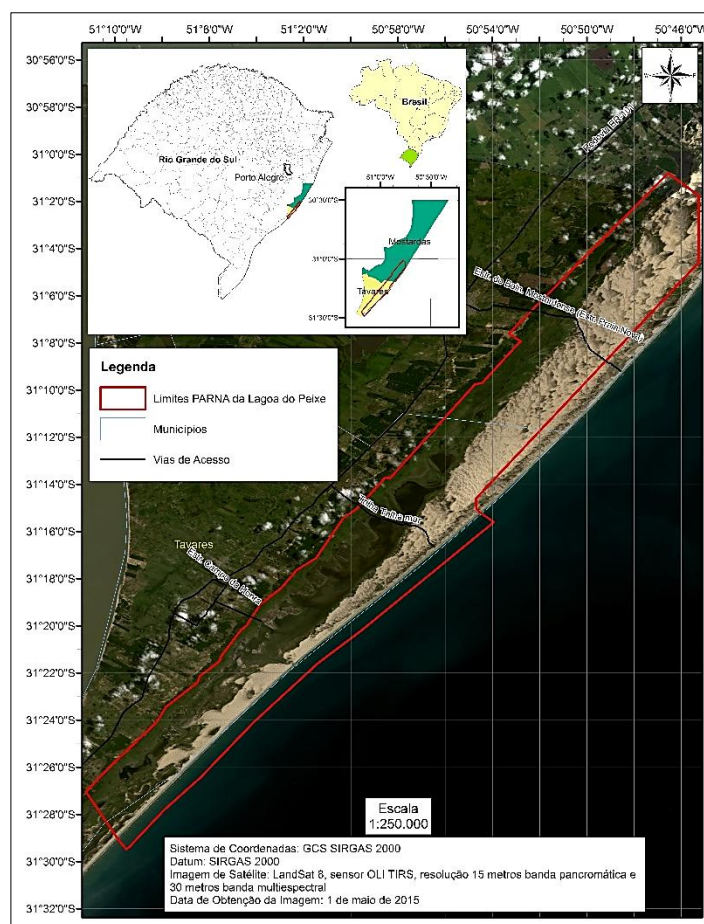


Figura 1 - Localização do PNLP.

O Plano de Manejo (ICMBio, 1999) do PNLP, criado em 1986, visava principalmente proteger amostras dos ecossistemas litorâneos da Região da Lagoa do Peixe e das aves migratórias que dela dependem. O Parque oferece condições propícias para alimentação e repouso durante migração de mais de 270 espécies de aves residentes e migratórias da Região

Ártica da América do Norte e Patagônia (SERRANO, 2010). Em junho de 1993, quando o Brasil aderiu como parte contratante da Convenção de RAMSAR, o PNL P foi incluído dentre os 10 locais designados como Zonas Úmidas de Importância Internacional. Em 1998 o Parque passou a ser considerada área piloto da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul. O Parque se encontra entre os Biomas Campos Sulinos e Mata Atlântica, apresentando uma grande diversidade de ecossistemas, com variáveis fisionomias de vegetação de restinga (Resolução CONAMA 303/2002). O Parque engloba uma faixa de mar na porção mediana-Sul, protegendo também espécies marinhas.

2.2. Materiais

Os materiais utilizados para criação dos mapas temáticos foram divididos em duas classes, onde a primeira são os dados de entrada e a segunda as ferramentas utilizadas no geoprocessamento. Os dados de entrada estão listados a seguir:

- a) Imagem de satélite, *LandSat 8*, Sensor *OLI TIRS*, obtida em 1 de maio de 2015;
- b) Mapa com os limites do PARNA Lagoa do Peixe (ICMBio, 2015?);
- c) Base cartográfica digital do RS, escala 1:250.000, no Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000) (FEPAM, 2005);
- d) Mapa municipal estatístico de Mostardas, escala 1:250.000 (IBGE, 2011a);
- e) Mapa municipal estatístico de Tavares, escala 1:250.000 (IBGE, 2011b);
- f) Resolução do Presidente do IBGE N° 1 de 2005;
- g) Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013);
- h) Norma ABNT NBR 10.068 de 1987.

Os itens supracitados foram obtidos de forma gratuita, através de diferentes sítios eletrônicos da *web*. As ferramentas utilizadas para realizar o geoprocessamento dos dados de entrada foram: *Software ArcGis 10.3*, sob licença da UNISINOS; *Software Google Earth Pro* e Banco de dados *Excel*. A partir dos dados de entrada e ferramentas utilizadas para o geoprocessamento foi construído um diagrama simplificado do processo, Figura 2.

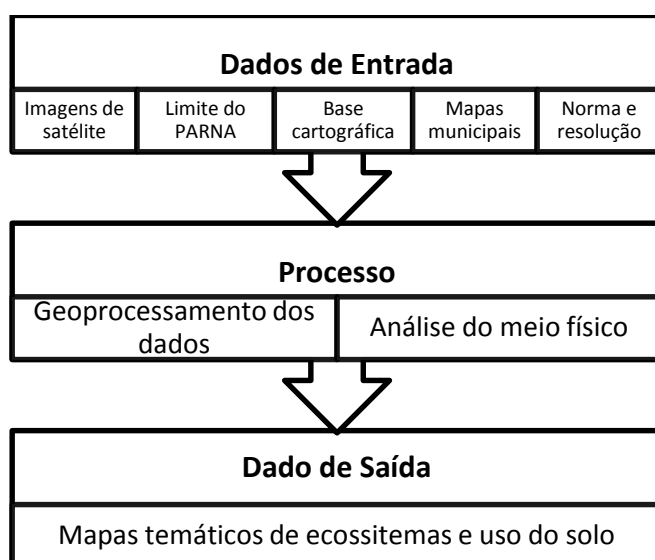


Figura 2 - Diagrama do processamento simplificado.

Os dados de entrada são arquivos em diversos formatos, nos quais estão o formato *Raster* e *Shapefile* próprios para o *Software ArcGis*, e os arquivos no formato texto, que forneceram informações necessárias aos procedimentos de processamento de imagens, isto é, composição de bandas espectrais de imagens de satélite, interpretação dos padrões gerados, criação de

layout e legenda dos mapas, denominação dos elementos físicos presentes na área de estudo, como vias, corpos hídricos e urbanizações.

O processamento envolveu a utilização dos *softwares* citados para a análise do meio físico e o cruzamento dos dados de entrada.

Os dados de saída são os diferentes mapas temáticos, e a partir da análise dos dados gerados foram elaboradas planilhas eletrônica com as estimativas de superfície ocupada pelos diferentes elementos físicos e a taxa de contribuição de cada um destes elementos sobre a área total.

2.3. Metodologia do Processamento de Dados

Os dados e informações de entrada foram processados seguindo as etapas apresentadas na Figura 3.

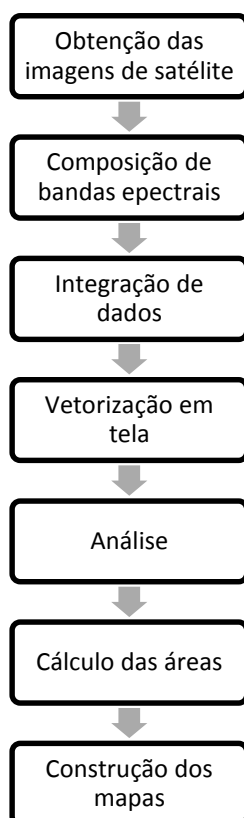


Figura 3 - Fluxograma do geoprocessamento. Fonte: Adaptado de Eger (2012, p. 58).

O item obtenção das imagens de satélite foi realizado através de pesquisas em dois sítios eletrônicos que disponibilizam este tipo de imagens, de forma gratuita e de diversos satélites e sensores, as imagens utilizadas no estudo são datadas do ano de 2015, obtidas através do sítio eletrônico da *United States Geological Survey (USGS)*. Na obtenção das imagens fez-se necessário escolher as imagens com menor índice de cobertura por nuvens dentro da área de estudo, pois dificultariam a análise e interpretação dos dados obtidos, e com menor nível de ruído. Conforme Moraes (1999) ruído nas imagens se apresentam como distorções, borramentos e outros tipos de imperfeições.

A composição de bandas espectrais, realizado a partir da ferramenta *Composite Bands*, utilizou prioritariamente as bandas 3, 4 e 5. A metodologia de composição de bandas, técnica bastante difundida para imagens do satélite *LandSat*, trabalha com a sobreposição de até três bandas diferentes com o objetivo de diferenciar os alvos da área de estudo. A composição R5, G4, B3 é frequentemente utilizada, conhecida como falsa cor natural, por apresentar uma fácil diferenciação do uso do solo. Para a identificação de vegetação e presença de água a

composição *R3, G5, B4* apresenta boa eficiência. (ROSA, ALVES, SANCHES, 2011; IBGE, 2013; FERREIRA, 2015; MACIEL, VINHAS CÂMARA, 2015; BRASIL, 2009).

Para a identificação de corpos hídricos, locais com presença de água e diferenciação de formações de vegetação utilizou-se a composição *R3, G5, B4*, Figura 4.

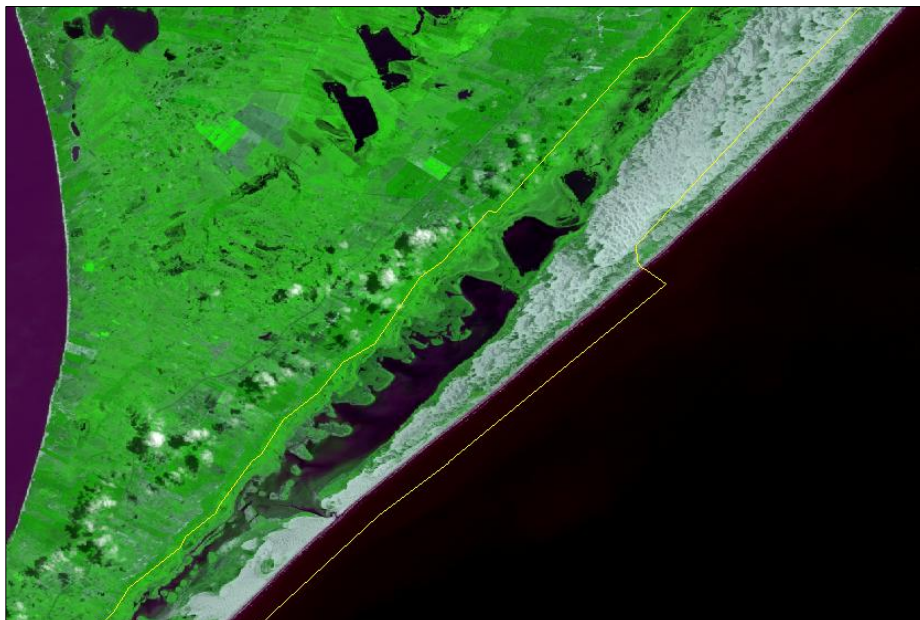


Figura 4 - Padrão composição água.

Observa-se que a composição *R3, G5, B4* possibilitou realizar a diferenciação de distintos alvos, tanto na presença de água quanto de vegetação encontrado no local.

A identificação de vegetação, seus diferentes tipos, e locais com edificações, aglomerados urbanos, foi possível a partir da utilização da composição *R5, G4, B3*, Figura 5.

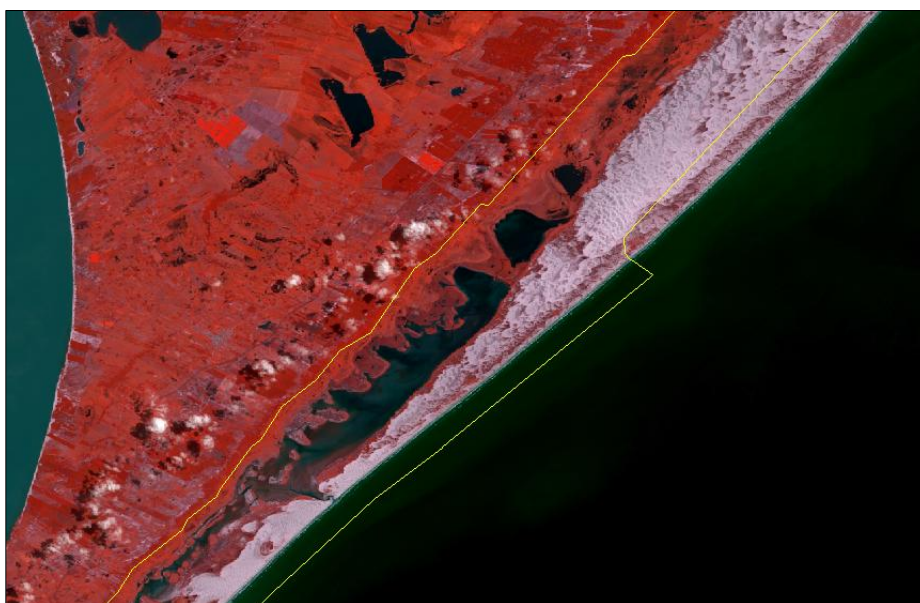


Figura 5 - Padrão composição falsa cor natural.

O processo de vetorização em tela, método utilizado para realizar a identificação de cada elemento físico presente na área de interesse, consiste em realizar interpretação visual nas diferentes composições de imagem e com isto analisar fatores característicos como

tonalidade, cor, textura, forma, localização e padrão para assim limitar a feição desejada com uma série de pontos que posteriormente serão unidos por uma linha reta, assim formando a representação gráfica do elemento. (EGER, 2012; FERREIRA, 2015).

A caracterização da área de estudo mapeou e quantificou os seguintes ecossistemas e componentes: Banhados, Dunas, Massa D'água, Mata Arenícola, Mata Palustre, Mata de Restinga, Oceano, Silvicultura, Urbanização e Vegetação sobre Dunas.

A Figura 6 apresenta os padrões utilizados para a identificação dos elementos caracterizados na área de estudo, PARNA Lagoa do Peixe.

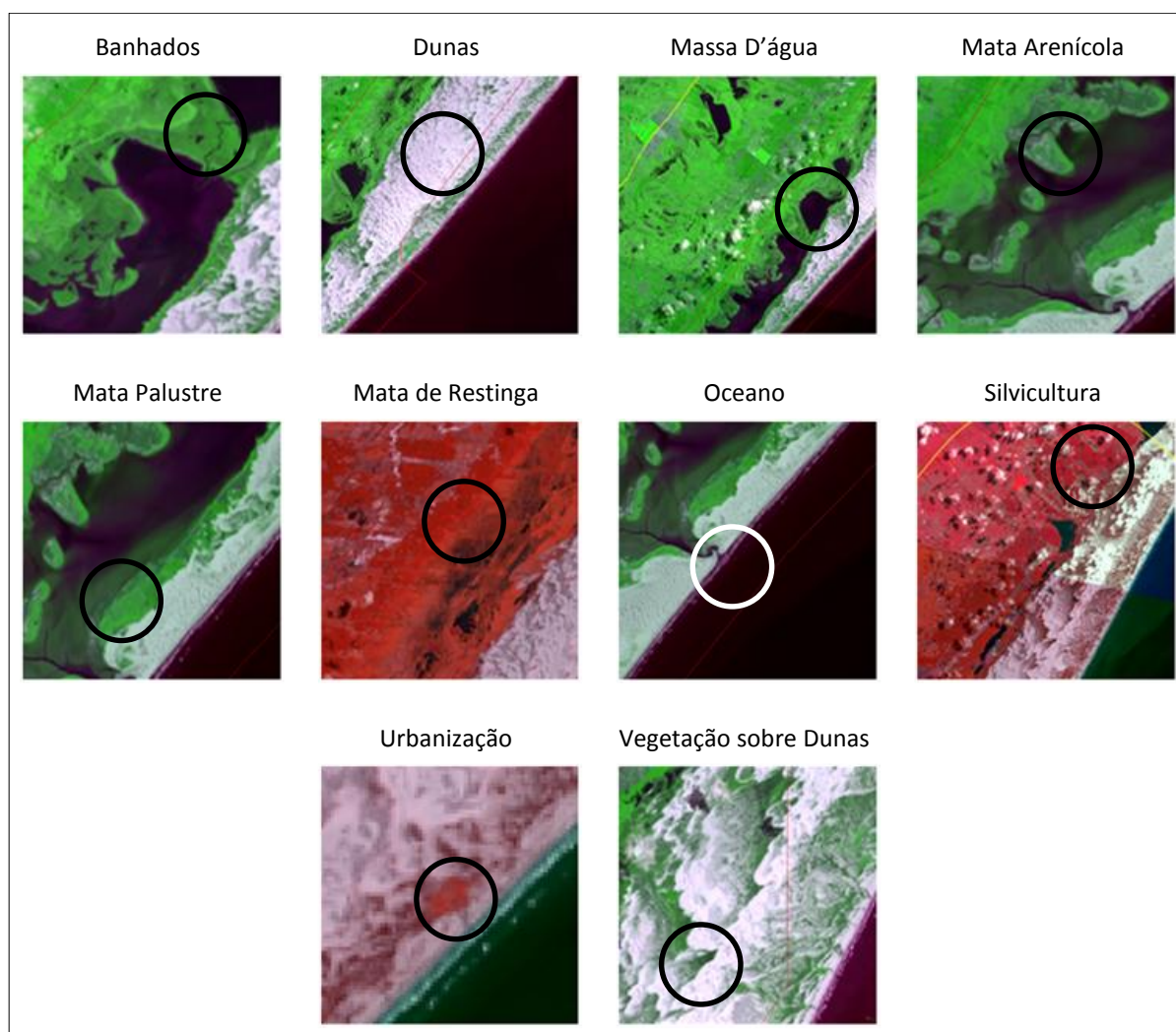


Figura 6 - Padrões de identificação dos elementos caracterizados.

O cálculo das áreas caracterizadas foi realizado utilizando primeiramente o *Software ArcGis 10.3*, em que na tabela de atributos criou-se um campo denominado “Area_m2”, em seguida fez-se o uso do comando *Calculate Geometry*, utilizando a opção *Square meters* para o cálculo, após este procedimento se exportou esta tabela para planilha eletrônica do *Excel*. Utilizando o *Excel* criou-se uma planilha geral das áreas em m², onde se compilou todas as informações e a partir disto calculou-se a porcentagem de contribuição de cada elemento sobre a área total (Equação 1):

$$\text{Percentual de Ocupação} = \frac{\text{área do elemento físico(m}^2\text{)}}{\text{área total do PARNA(m}^2\text{)}} \times 100 \quad (1)$$

O último item do geoprocessamento foi a construção dos mapas temáticos, realizado na aba *Layout* do *ArcGis*, onde fez-se a sobreposição dos itens mapeados, criou-se o *layout* padrão para os mapas, legenda e selo de identificação.

3. Resultados e discussão

Através do geoprocessamento identificamos 10 unidades de paisagem distribuídas no interior do parque com o seu correspondente mapeamento em 8 tipos de ecossistemas, ecossistema de banhados (marismas e banhados oligohalinos), ecossistemas de dunas (dunas sem cobertura vegetal), massa d'água interior (área da Lagoa do Peixe e lagoas Veiana e Pai João), ecossistema de mata arenícola, ecossistema de mata palustre, área oceânica (praias e áreas costeiras), plantios silviculturais (florestamentos de exóticas), áreas urbanas, vegetação sobre dunas e ecossistemas de mata de restinga (arbustiva e arbórea), conforme ilustra a Tabela 1 e Figura 7.

Tabela 1 - Quantitativos dos componentes de uso e ocupação do solo.

Elementos Físicos	Área (ha)	(%)
Parna	36695,0	100,00
Mostardas	198095,9	-
Tavares	60428,8	-
Parna (Mostardas)	12947,4	35,30
Parna (Tavares)	23741,5	64,70
Ecossistema de Banhado	4358,5	11,88
Ecossistemas de Dunas	12706,1	34,63
Massa D'água	4468,9	12,18
Ecossistemas de Mata Arenícola	6160,6	16,79
Ecossistemas de Mata Palustre	492,4	1,34
Oceano Atlântico	4130,0	11,25
Silvicultura	461,6	1,26
Urbanização	5,1	0,01
Vegetação sobre Dunas	3484,6	9,50
Ecossistemas de Mata de Restinga	550,3	1,50

O PNLP tem sua menor porção no município de Mostardas, correspondendo a 35,30%. Já a maior porção do Parque encontra-se no município de Tavares, com 64,70% da área total. O PNLP apresenta expressivas quantidades de água superficial (12,18%), de banhados e áreas úmidas (11,88%) e pela porção oceânica (11,25%), totalizando 35,31% da superfície do PNLP. As formações vegetais naturais totalizam 29,13%, contemplando os ecossistemas de matas arenícolas (16,79%), ecossistemas de matas palustres (1,34%), ecossistemas de matas

de restinga (1,50%) e vegetação sobre dunas (9,50%). Os ecossistemas de dunas sem cobertura vegetal compõem a maior porção do Parque, totalizando 34,63% da área total.

A porção urbanizada e com plantios silviculturais ocupa ainda 1,27% da área do Parque. Assim, as características peculiares dessa Unidade de Conservação caracterizam-se pela grande oferta de ambientes aquáticos e vegetação diversificada, possibilitando a formação de variedade de habitats e oferta de serviços ecossistêmicos para abrigar grande biodiversidade, notadamente de aves residentes e migratórias.

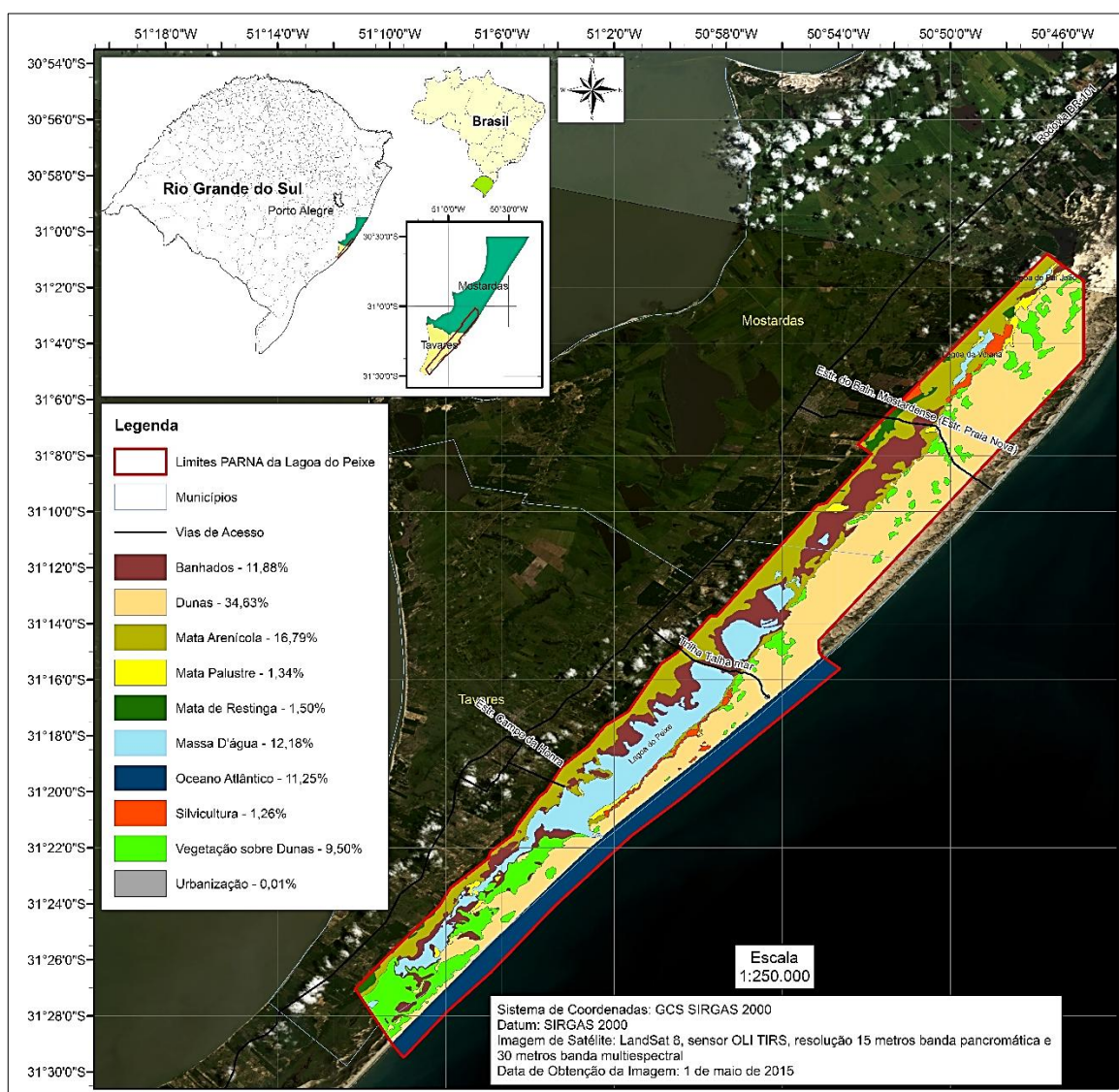


Figura 7 - Mapeamento dos ecossistemas do PNL.

Os ecossistemas associados ao PNL prestam diversos serviços ambientais, fundamentais para a manutenção da biodiversidade biológica presente, devido às associações ecológicas entre os ecossistemas marinhos, banhados, áreas úmidas, matas e lagoas, constituindo diversos habitats onde singular biodiversidade encontra condições para abrigo, reprodução e forrageamento, notadamente de aves residentes e migratórias.

A base de sustentação e habitats para essa grande e importante biodiversidade encontra-se estruturada nos serviços de produção/provisão e se associam ao desenvolvimento de organismos bentônicos, entre poliquetas, anelídeos, moluscos e crustáceos, que formam a base da cadeia alimentar da Lagoa do Peixe. Os serviços ecossistêmicos identificados no interior do PNL encontram-se descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Funções e serviços ecossistêmicos presentes no PNLP.

Funções	Serviços ecossistêmicos	Informações e exemplos
Produção Provisão	Alimento para biodiversidade e seres humanos	Produção de algas, invertebrados, anfíbios, répteis e peixes
	Água doce	Estoque e retenção de água, provisão de água para nível freático/irrigação/abastecimento público
	Produtos bioquímicos	Extração de materiais da biota
	Material genético	Material medicinal, genes para resistência de plantas a patógenos; espécies ornamentais
Regulação	Fornecimento de matéria prima/adubos	Madeira, resina, fertilizantes naturais
	Regulação do regime hidrológico	Recarga e descarga do aquífero subterrâneo e superficial; estoque de água para agricultura e abastecimento público (poços)
	Controle da poluição e desintoxicação	Retenção, recuperação e remoção de excesso de nutrientes e poluentes
	Regulação climática	Fixação de gases do efeito estufa, regulação temperatura; controle de precipitações e outros processos climáticos; regulação da composição atmosférica
	Proteção contra erosão	Retenção de solos e sedimentos; prevenção para mudanças estruturais (morfologia costeira, bancos de areia, entre outros)
	Controle de riscos naturais e proteção contra tempestades	Controle de enchentes; proteção contra tempestades e temporais
	Controle biológico	Controle de vetores e insetos; interações e relações ecológicas de diferentes níveis tróficos, cadeia alimentar; prevenção de pragas, preservação da diversidade funcional e interações
Informações culturais	Conservação da biodiversidade	Preservação da diversidade funcional e interações ecológicas
	Valor de existência	Diversidade biológica
	Patrimônio científico	Publicações, filmes, livros, quadros e músicas
	Conhecimento tradicional	Número de visitantes, pesca artesanal, quilombos, sítios arqueológicos, sambaquis, arquitetura histórica (centros históricos, calçadão) e artesanato
	Contemplação da paisagem	Número de visitantes, mirantes, barra da lagoa, pontal
	Ecoturismo	Número de visitantes, sítios arqueológicos, sambaquis, <i>birdwatching</i> , trilhas ecológicas, áreas barra da lagoa e pontal, praias e balneários
Suporte Habitat	Valores educacionais (cognitivos)	Número de visitantes, praças, trilhas ecológicas
	Biodiversidade	Habitats e refúgio para espécies residentes e migratórias, forrageamento
	Formação de solos	Retenção de sedimentos e acúmulo de materiais orgânicos
	Ciclagem de nutrientes	Armazenamento, reciclagem, processamento e fixação de nutrientes
	Polinização	Suporte para espécies polinizadoras e dispersoras de sementes

Nossos estudos revelaram que os ecossistemas do PNLP fornecem 22 serviços distribuídos nas funções de produção/provisão, regulação, culturais e suporte/habitats. Um total de 5 serviços de produção/provisão foram observados no PNLP (produção de algas, invertebrados, anfíbios, répteis e peixes; estoque e retenção de água, provisão de água para nível freático/irrigação/abastecimento público; extração de materiais da biota; material medicinal, genes para resistência de plantas a patógenos; espécies ornamentais e madeira, resina e fertilizantes naturais). Outros 7 serviços de regulação (recarga e descarga do aquífero subterrâneo e superficial; estoque de água para agricultura e abastecimento público; retenção, recuperação e remoção de excesso de nutrientes e poluentes; fixação de gases do efeito estufa,

regulação temperatura; controle de precipitações e outros processos climáticos; regulação da composição atmosférica; retenção de solos e sedimentos; prevenção para mudanças estruturais (morfologia costeira, bancos de areia, entre outros); controle de enchentes; proteção contra tempestades e temporais; controle de vetores e insetos; interações e relações ecológicas de diferentes níveis tróficos, cadeia alimentar; prevenção de pragas, preservação da diversidade funcional e interações; preservação da diversidade funcional e interações ecológicas) encontram-se descritos na Tabela 2. Da mesma forma identificamos 6 serviços culturais (diversidade biológica; publicações, filmes, livros, quadros e músicas; número de visitantes, pesca artesanal, quilombos, sítios arqueológicos, sambaquis, arquitetura histórica (centros históricos, calçadão), artesanato; mirantes, barra da lagoa, pontal; *birdwatching*, trilhas ecológicas, praias e balneários; praças) e 4 serviços de suporte/habitats (habitats e refúgio para espécies residentes e migratórias, forrageamento; retenção de sedimentos e acúmulo de materiais orgânicos; armazenamento, reciclagem, processamento e fixação de nutrientes; suporte para espécies polinizadoras e dispersoras de sementes).

4. Conclusões

O Parque Nacional da Lagoa do Peixe se constitui num singular e importante sítio RAMSAR de interesse internacional para a proteção da biodiversidade, contendo ecossistemas de rara beleza e diversidade que oferecem importantes funções e serviços ambientais, constituindo componentes e estruturas que abrigam diversas espécies residentes e migratórias com inúmeros benefícios para a sociedade humana, local, regional e planetária.

Através do uso do geoprocessamento foi possível identificar e quantificar os 8 principais ecossistemas em 10 unidades de paisagem. Nossa pesquisa corrobora com os resultados encontrados os estudos de Palomo et al. (2012), Montes (2010), Martin-Lopes et al. (2014) onde a crescente ênfase dos serviços ecológicos permite inserir nas ferramentas de gestão de unidades de conservação as potencialidade e fragilidades no fornecimento de serviços ambientais para minimizar as ameaças ou riscos para a continuidade do fornecimento desses ecosserviços.

Os objetivos do planejamento ambiental de cenários futuros utilizando a ênfase nos serviços ecossistêmicos para o PNLP possibilita considerar uma variedade de componentes ecológicos, econômicos, sociais e culturais refletindo as diversas incertezas associadas (aspectos fundiários, por exemplo). A utilização dos serviços ecossistêmicos na construção de cenários futuros possibilitará previsões, projeções ou revisões de políticas e formas de organização administrativa e institucional.

Nossos resultados identificaram 22 serviços ambientais (produção, regulação, de suporte e habitats) e 6 culturais prestados pelos oito ecossistemas mapeados no interior do PNLP, unidade de conservação de interesse internacional, demonstrando que a mesma fornece quantidades consideráveis de serviços ecossistêmicos, em particular de regulação e habitats que fornecem provisionamento para grande biodiversidade, em especial de aves residentes e migratórias. Nossa pesquisa demonstrou ainda a importância da integração da caracterização dos ecossistemas na prestação de serviços ambientais da Zona de Amortecimento e das repercussões no interior do Parque, demonstrando que a análise sistemática integrada do mapeamento dos serviços dos ecossistemas preenche importantes lacunas no planejamento de áreas protegidas, contribuindo substancialmente para a proteção e conservação da biodiversidade e na biologia da conservação.

Referencias

BALVANERA, P. ET AL. Ecosystem services research in Latin America: The state of the art. *Ecosystem Services* 2, 56–70, 2012.
BALVANERA, P., DAILY, G.C., EHRLICH, P.R., TAYLOR, H.R., BAILEY, S., KARK, S., KREMEN, C., PEREIRA, H., Conserving biodiversity and ecosystem services. *Science* 291, 2047, 2001.

- BRASIL - MMA - Ministério do Meio Ambiente. Plano de Manejo do Parque Nacional da Lagoa do Peixe. Brasília, 2013. Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgsunidades-conservacao/par_na_lagoa-do-peixe.pdf>. Acesso em: 10 maio 2015a.
- BRASIL - MMA - Ministério do Meio Ambiente. Sítios Ramsar Brasileiros. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-aquatica/zonas-umidas-convencao-de-ramsar/s%C3%A9rie-ramsar-brasileiros>>. Acesso em: 10 set. 2015b.
- BRASIL, Lei Federal 9985/2000. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm. Acesso em 15/05/2016.
- BRASIL, Resolução CONAMA 303/2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30302.html>>. Acesso em: 16 maio 2016.
- BRASIL, Resolução CONAMA 428/2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=641>>. Acesso em: 15 de maio 2016.
- BRASIL. DECRETO Lei Nº 4.340, DE 22 DE AGOSTO DE 2002. Regulamenta artigos da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4340.htm>. Acesso em: 10 set. 2015.
- BRASIL. DECRETO Lei Nº 93.546, DE 6 DE NOVEMBRO DE 1986. Cria o Parque Nacional da Lagoa do Peixe. Diário Oficial da União - Seção 1 - 7/11/1986, Página 16686. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Decretos/1986/dec_93546_1986_parquenacional lagoapeixe_rs.pdf>. Acesso em: 10 maio 2015.
- 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 providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm>. Acesso em: 15 set. de 2015.
- BRASIL; Ministério do Meio Ambiente. A unidade de conservação e o território: Reconhecendo o contexto socioambiental e geopolítico. Série educação ambiental e comunicação em unidades de conservação: Brasília, v. 1, 2015c.
- BURGER, M. I. Situação e ações prioritárias para conservação de banhados e áreas úmidas da Zona Costeira, 2000. Disponível em: <<http://www.unisinos.br/nupe/arquivos/banhados.pdf>>. Acesso em: 01 maio 2013.
- BURKHARD, B., DE GROOT, R., COSTANZA, R., SEPPELT, R., JORGENSENE, S.E., POTSCHIN, M., Solutions for sustaining natural capital and ecosystem services. Ecological Indicators 21, 1–6, 2012b.
- BURKHARD, B., KROLL, F., NEDKOV, S., MULLER, F. Mapping ecosystem service - supply, demand and budgets. Ecological Indicators 21, 17–29, 2012a.
- CHAN, K.M.A, SHAW, M.R., CAMERON, D.R., UNDERWOOD, E.C., DAILY, G.C. Conservation planning for ecosystem services. PLoS Biology 4 (11), 2006.
- CONVENÇÃO DE RAMSAR, 1971. Disponível em: <<http://www.RAMSAR.org>>. Acesso em: 01 maio 2013.
- COWLING, R.M., EGOH, B., KNIGHT, A.T., O'FARRELL, P.J., REYERS, B., ROUGET, M., ROUX, D.J., et al. An operational model for mainstreaming ecosystem services for implementation. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 105 (28), 9483–9488, 2008.
- DAILY, G.C., MATSON, P.A. Ecosystem services: from theory to implementation. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 105 (28), 9455–9456, 2008.
- EGOH, B., DRAKOU, E.G., DUNBAR, M.B., MAES, J., WILLEMEN, L. Indicators for mapping ecosystem services: a review. Report EUR 25456 EN. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2012.
- EGOH, B., REYERS, B., ROUGET, M., BODE, M., RICHARDSON, D.M., 2009. Spatial congruence between biodiversity and ecosystem services in South Africa. Biological Conservation 142 (3), 553–562, 2011.
- EIGENBROD, F., ANDERSON, B.J., ARMSWORTH, P.R., HEINEMEYER, A., GILLINGS, S., ROY, D.B., THOMAS, C.D., GASTON, K.J. Representation of ecosystem services by tiered conservation strategies. Conservation Letters 3, 184–191.
- FLORENZANO, T. G. Iniciação em sensoriamento remoto. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- GAMBI, M. A. et al. Depth an sazonal distribution of some groups of the vagile fauna at the Posidonia oceanica leaf stratum: and trophic analysis. Marine Ecology, 13:17-33, 1992.
- GARCÍA-LLORENTE, M., MARTÍN-LOPEZ, B., NUNES, P. A. L. D., CASTRO, A. J., & MONTES, C. A choice experiment study for land use scenarios in semi-arid watersheds environments. Journal of Arid Environments, 87, 219e230, 2012.
- GARCIA-LLORENTE, M., MARTIN-LOPEZ, B., DIAZ, S., MONTES, C. Can ecosystem properties be fully translated into service values? An economic valuation of aquatic plants services. Ecological Applications 21, 3083–3103, 2011a.
- GARCIA-LLORENTE, M., MARTIN-LOPEZ, B., MONTES, C. Exploring the motivations of protesters in contingent valuation: insights for conservation policies. Environmental Science & Policy 14 (1), 76–88, 2012.

- GARCIA-NIETO, A. P., GARCIA-LLORENTE, M., INIESTA-ARANDIA, I., & MARTIN-L OPEZ, B. Mapping forest ecosystem services: from providing units to beneficiaries. *Ecosystem Services*, 4, 126e138, 2013.
- GARCIA-NOVO, F., MARIN, C., 2005. Donana. Water and biosphere. Donana Confederacion Hidrografica del Guadalquivir, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, Spain, 2005.
- GOMEZ-BAGGETHUN, E., MINGORRIA, S., REYES-GARCIA, V., CALVET, L., MONTES, C. Traditional ecological knowledge trends in the transition to a market economy: empirical study in the Don'ana natural areas. *Conservation Biology* 24 (3), 721–729, 2010.
- HAINES-YOUNG, R., POTSCHIN, M., KIENAST, F. Indicators of ecosystem service potential at European scales: mapping marginal changes and trade-offs. *Ecological Indicators* 21, 39–53, 2012.
- IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE. Plano de manejo do Parque Nacional da Lagoa do Peixe. Brasília: IBAMA, 2004.
- IBAMA/DAER. Demarcação Física da Poligonal dos Limites do Parque da Lagoa do Peixe e Levantamento Cadastral das Propriedades nos Municípios de Tavares e Mostardas, 2010.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mapas físicos estaduais. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/fisico/unidades_federacao/rs_fisico.pdf>. Acesso em: 20 Set. 2015c.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Mostardas, Código municipal: 4312500. Disponível em <http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=32495>. Acesso em: 10 jul. 2015a.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Tavares, Código municipal: 4321352. Disponível em <http://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=32568>. Acesso em: 15 jul. 2015b.
- IBGE. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro: IBGE. 92p, 1991.
- ICMBio, 1999. Plano de Manejo do Parque Nacional da Lagoa do Peixe - Fase 2, 1999
- ICMBio. Comunicação pessoal, 2016.
- ICMBio. Mapa da vegetação do Brasil- Escala 1:5.000.000. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Secretaria de Planejamento, Orçamento e Coordenação da Presidência da República. Diretoria de Geociências, 1993.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Aplicações Urbanas de SIG. São José dos Campos. 2004d. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap2-conceitos.pdf>. Acesso em: 30 out. 2014
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica. São José dos Campos. 2004b. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd /cap3-arquitetura.pdf>. Acesso em: 30 out. 2015.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Conceitos Básicos em Geoprocessamento. São José dos Campos. 2004c. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap2-conceitos .pdf>. Acesso em: 30 out. 2015.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Fundamentos de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos. 2002. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/1068769/introducao_senso_remoto_inpe?utm_source=web-share&utm_medium=email&utm_campaign=arquivo>. Acesso em: 28 out. 2015.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Geoprocessamento: Teoria e Aplicações. São José dos Campos. 2004a. Disponível em: <http://www.dpi .inpe.br/gilberto/livro/introd/cap1-introducao.pdf >. Acesso em: 28 out. 2015.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Geoprocessamento para Projetos Ambientais. São José dos Campos. 2004e. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap10-aplicacoes ambientais.pdf>. Acesso em: 30 out. 2015.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Modelagem Numérica de Terreno. São José dos Campos. 2004f. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap7-mnt.pdf>. Acesso em: 30 out. 2015.
- LOPEZ-HOFFMAN, L., VARADY, R.G., FLESSA, K.W., BALVANERA, P. Ecosystem services across borders: a framework for transboundary conservation policy. *Frontiers in Ecology and the Environment* 8 (2), 84–91, 2010.
- LUCK, G.W., DAILY, G.C., EHRLICH, P.R. Population diversity and ecosystem services. *Trends in Ecology and Evolution* 18, 331–336, 2003.
- LUCK, G.W., HARRINGTON, R., HARRISON, P.A., KREMEN, C., ET AL. Quantifying the contribution of organisms to the provision of ecosystem services. *BioScience* 59 (3), 223–235, 2009.
- MAES, J., PARACCHINI, M.L., ZULIAN G. European assessment of the provision of ecosystem services: towards an atlas of ecosystem services. Luxembourg: Publications Office of the European Union. EUR 24654 EN – Joint Research Centre – Institute for Environment and Sustainability. ISBN 978- 92-79-19663-8, 2012.

- MARTINEZ-HARMS, M. J., BALVANERA, P. Methods for mapping ecosystem service supply: a review. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* 8,17–25, 2012.
- MARTIN-LOPEZ, B., GARCIA-LLORENTE, M., PALOMO, I., MONTES, C. The conservation against development paradigm in protected areas: valuation of ecosystem services in the DonAna social—ecological system (southwestern Spain). *Ecological Economics* 70 (8), 1481–1491, 2011.
- MARTIN-LOPEZ, B., INIESTA-ARANDIA, I., GARCIA-LLORENTE, M., PALOMO, I., CASADO ARZUAGA, I., GARCIA
- MARTIN-LOPEZ, B., MONTES, C., BENAYAS, J. Influence of user characteristics on valuation of ecosystem services in Donana natural protected area (south-west Spain). *Environmental Conservation* 34 (03), 215–224, 2007.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MA) experience. *Philosophical transactions of the Royal Society of London Series B: Biological Sciences* 360 (1454), 425–441, 2008.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT AND HUMAN WELL-BEING: a report of the conceptual framework working group of the millennium ecosystem assessment. Washington: Island Press, 266p, 2003.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington D.C, 2005.
- MONTES, C., ARENAS, J.M., BORJA, F., 2003. CIENCIA Y RESTAURACION DEL RIO GUADIAMAR. CONSEJERIA DE MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE ANDALUCIA. NAIDOO, R., BALMFORD, A, COSTANZA, R., FISHER, B., GREEN, R.E., LEHNER, B., MALCOLM, T.R., ET AL. Global mapping of ecosystem services and conservation priorities. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 105 (28), 9495–9500, 2008.
- MONTES, C., BORJA, J.A., BRAVO, M.A., MOREIRA, J.M. Reconocimiento biofísico de espacios naturales protegidos. Donana: Una aproximacion ecosistemica, Junta de Andalucia, Sevilla, 1998.
- NASCIMENTO, I. L. S. As aves do Parque Nacional da Lagoa do Peixe. IBAMA, Brasília, 41p, 1995.
- NEDKOV, S., BURKHARD, B. Flood regulating ecosystem services—mapping supply and demand, in the Etropole municipality, Bulgaria. *Ecological Indicators* 21, 67–79, 2012.
- NICHOLSON, E., MACE, G.M., ARMSWORTH, P.R., ATKINSON, G., BUCKLE, S., CLEMENTS, T., EWERS, R.M., FA, J.E., GARDNER, T.A., GIBBONS, J., GRENYER, R., METCALFE, R., MOURATO, S., MUU[^]LS, M., OSBORN, D., REUMAN, D.C., WATSON, C., MILNER-GULLAND, E.J. Priority research areas for ecosystem services in a changing world. *Journal of Applied Ecology* 46, 1139–1144, 2009.
- Official documents of the Convention Collaborative international management of adjacent RAMSAR Sites. 1982/87 Disponível em: http://www.RAMSAR.org/cda/en/RAMSAR-documents-trss/main/RAMSAR/1-31-119_4000_0_. Acesso em: 01 maio 2013.
- PAETZOLD, A., WARREN, P.H., MALTBY, L.L. A framework for assessing ecological quality based on ecosystem services. *Ecological Complexity* (3), 273–281, 2010.
- PALOMO, I. ET AL. *Ecosystem Services* 4 (2013) 104–116 115, 2012.
- PALOMO, I., MARTIN-LOPEZ, B., ALCORLO, P., & MONTES, C. Limitations of protected areas zoning in Mediterranean cultural landscapes under the ecosystem services approach. *Ecosystems*, 17, 1202 e 1215, 2014.
- PALOMO, I., MARTIN-LOPEZ, B., LOPEZ-SANTIAGO, C., MONTES, C. Participatory scenario planning for protected areas management under the ecosystem services framework: the Donana social-ecological system in Southwestern Spain. *Ecology and Society* 16 (1), 23, 2011.
- PALOMO, I., MARTIN-LOPEZ, B., POTSCHIN, M., HAINES-YOUNG, R., & MONTES, C. National Parks, buffer zones and surrounding lands: mapping ecosystem service flows. *Ecosystem Services*, 4, 104e116, 2013.
- PALOMO, I., MONTES, C., MARTIN-LOPEZ, B., GONZALEZ, J. A., GARCIA-LLORENTE, M., ALCORLO, P., et al. Incorporating the socialecological approach in protected areas in the Anthropocene. *Bioscience*, 64, 181e191, 2014.
- PORTMAN, M. E. Ecosystem services in practice: challenges to real world implementation of ecosystem services across multiple landscapes e a critical review. *Applied Geography*, 45, 185e192, 2013.
- POTSCHIN, M., HAINES-YOUNG, R. Ecosystem services: exploring a geographical perspective. *Progress in Physical Geography* 35 (5), 575–594. Pyke, C.R. The implications of global priorities for biodiversity and ecosystem services associated with protected areas. *Ecology and Society* 12 (1) - 4, 2007.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE MOSTARDAS. Disponível em: < <http://www.mostardas.tur.br/portal/html/modules/sections/index.php?op=viewarticle&artid=6>>. Acesso em: 15 set. 2015.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE TAVARES. Disponível em: <http://www.tavares.rs.gov.br/novo_site/index.php?nivel=1&exibir=secoes&ID=1>. Acesso em: 15 set. 2015.
- ROLON, A. N.; MALTCHIK, L. Áreas palustres: classificar para proteger. *Ciência Hoje*, 38(228):66-70, 2006.
- SANT HILAIRE, A. D. Voyage a Rio Grande do Sul. Orleans: H. Herlison. 644 p, 1887.
- SCHÄFER, ALOIS (org); LANZER, Rosane (org); PEREIRA, Renata (org), Atlas Socioambiental dos Municípios de Mostardas, Tavares, São José do Norte, Santa Vitória do Palmar. 1. ed. Caxias do Sul: EDUCS, 372 p., 2009.

- SCHÄFER, ALOIS et al. Fundamentos Ecológicos para Educação Ambiental – Municípios de Mostardas, Tavares, São José do Norte e Santa Vitória do Palmar. Projeto Lagoas Costeiras. 1. ed. Caxias do Sul: EDUCS, 167p., 2009.
- SCHMITZ, P. I. Sítios de pesca lacustre em Rio Grande - RS- Brasil. São Leopoldo: Instituto Anchieta de Pesquisas. 231p. (Tese de Livre-Docência), 1976.
- SCHNEIDERS, A., VAN DAELE, T., VAN LANDUYT, W., VAN REETH, W. Biodiversity and ecosystem services: complementary approaches for ecosystem management? Ecological Indicators 21, 123–133, 2011.
- TAGLIANI, C. R. et al. Geologia e geomorfologia da Porção Sul do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, RS, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, SBG / SP, São Paulo. Boletim de Resumos Expandidos, 2:292-293, 1992.
- TAGLIANI, P. R. A. Estratégia de planificação ambiental para o sistema ecológico da Restinga da Lagoa dos Patos-Planície Costeira do Rio Grande do Sul. São Carlos: Universidade de São Carlos. (Tese de Doutorado), 1988.
- TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity for National and International Policy Makers), 2009. Available online at www.teebweb.org, accessed 2 March 2013.
- TEEB (The economics of ecosystems and biodiversity). Interim Report, European Commission, Brussels, 2008.
- TEEB (The economics of ecosystems and biodiversity). The economics of ecosystems and biodiversity — mainstreaming the economics of nature. (Available from www.teebweb.org) UNEP, 2010. (accessed April 2014).
- TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity: An Interim report), 2008. Available online at www.teebweb.org, accessed 10 March 2014.
- TURNER, W.R., BRANDON, K., BROOKS, T.M., COSTANZA, R., DA FONSECA, G.A.B., PORTELA, R. Global conservation of biodiversity and ecosystem services. BioScience 57, 868–873, BioOne, 2007.