

## Redes Neurais no estudo da paisagem: O estudo da paisagem do Parque Nacional da Lagoa do Peixe (Brasil) utilizando classificação de imagens de satélite por redes neurais

Lucas Terres de Lima<sup>12\*</sup>, Carlos Vinicius da Cruz Weiss<sup>12</sup>, Marcelo Dutra da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Gerenciamento Costeiro. <sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Av. Itália, Km 8, Rio Grande, RS, Brasil. \*Autor correspondente: *lucasterres@gmail.com*.

### RESUMO

Nas últimas décadas, a ecologia de paisagem vem sendo usada como ferramenta para gestão ambiental e as suas aplicações vão se potencializando a medida que geotecnologias vão surgindo. Esta dinâmica abre um leque de possibilidades e por isso surge a necessidade de realizar estudos práticos para o entendimento de suas aplicações e potencialidades, portanto este trabalho tem como objetivo estudar a paisagem do Parque Nacional da Lagoa do Peixe (PARNA-LP) e seu entorno. Localizada na costa do Rio Grande do Sul (Brasil), o parque é internacionalmente considerado um dos lugares mais importantes da América do Sul para as aves migratórias, porque esta região tem condições favoráveis para alimentação e descanso. O estudo foi realizado utilizando imagens de satélite Landsat TM 5 e ferramentas para classificação de imagens, tais como Self-Organizing Map (SOM) e Segmentação e o uso do software Patch Analyst para a realização de cálculos e métricas para quantificação e interpretação da paisagem. Os resultados obtidos com as técnicas identificaram as principais características e elementos da paisagem que compõem o PARNA-LP e o seu entorno, além de destacar as pressões da atividade humana e as principais deficiências que a paisagem apresenta. Essas análises permitem a compreensão da dinâmica dos ecossistemas e da paisagem e pode ajudar como uma ferramenta de gestão para mitigação de impactos e aumentar a consciência da paisagem que é inserido o PARNA-LP, a compreensão da dinâmica destes ambientes de alta fragilidade ambiental e alto grau de importância para a biodiversidade.

**Palavras-chave:** Redes neurais, PARNA-LP, segmentação, Patch Analyst, Landsat 5.

### ABSTRACT

In recent decades, the landscape ecology has been used as a tool for environmental management and their applications increasingly is growing while geotechnology are emerging. This dynamic opens a range of possibilities, and hence there is a need to conduct empirical studies for the understanding of its applications and potential, so this work aims to study the landscape of the National Park of Lagoa do Peixe (PARNA-LP) and its surroundings. Located on the coast of Rio Grande do Sul (Brazil), the park is internationally considered one of the most important places in South America for migratory birds, because this region has favourable conditions for feeding and resting. The study was conducted using satellite images Landsat 5 TM and tools for image classification, such as Self-Organizing Map (SOM) and segmentation and using Patch Analyst software to conduct calculations, and metrics for quantifying and interpreting the landscape. The results obtained with the techniques identified the main features and landscape elements that make up the PARNA-LP and its surroundings, as well as highlight the pressures of human activity and major deficiencies of landscape have. These analyses allow to understand the dynamics of ecosystems and landscapes and can help as a management tool to mitigate impacts and increase awareness of the landscape that is inserted the PARNA-LP, understanding the dynamics of these areas of high environmental fragility and high degree of importance for biodiversity.

**Key words:** Neural networks, PARNA-LP, segmentation, Patch Analyst, Landsat 5.

### INTRODUÇÃO

O Parque Nacional da Lagoa do Peixe (PARNA-LP) foi criado em 1986 com a finalidade de proteger um dos sítios mais importantes da América do Sul para as aves migratórias. Trata-se de uma área com 34.400 ha na planície costeira do Rio Grande do Sul, composta por ambientes lagunares, matas, banhados, marismas,

campos úmidos, praias e a Lagoa do Peixe, principal corpo hídrico do parque, cujas características peculiares permitem o desenvolvimento da grande biomassa utilizada como alimento por diversas espécies de aves e para biodiversidade local.

A Lagoa do Peixe tem a sua importância para o ecossistema e por consequência

originou o Parque Nacional da Lagoa do Peixe, com o âmbito de proteger as diversas espécies que encontram nesta região condições propícias para sua alimentação e repouso. As grandes questões do PARNA-LP envolvem o manejo da Unidade, a conservação da lagoa e a abertura da barra. Mas também devem ser considerados os cultivos florestais, a presença do gado, a caça ilegal, a pressão pela pesca predatória e a falta de uma política de regularização fundiária, que agravam as relações socioambientais e com frequência promovem conflitos.

O cultivo do pinus (*Pinus elliotti*) é um problema importante, pois representa uma barreira física aos fluxos naturais dos processos e a sua dispersão, sem controle, vem contaminando os ambientes, colocando em risco a finalidade maior do Parque, que é proteger as áreas úmidas e as espécies da fauna e da flora associadas a estes ambientes (Portz, 2011). Estudos voltados à preservação destes ambientes são essenciais para proteção do parque e a biodiversidade presente. A ecologia espacial ou o estudo da paisagem compreende o estudo da estrutura, função e dinâmica de áreas heterogêneas, compostas por ecossistemas interativos (Forman e Godron, 1986). Estudos de ecologia de paisagem servem como instrumentos capazes de abordar o contexto e tem como objetivo entender as modificações estruturais e funcionais causadas pelo homem em seu espaço de atuação, revelando a complexidade de suas relações com o ambiente e seus componentes, tanto naturais quanto culturais. Os estudos em ecologia de paisagem utilizam medidas quantitativas de composição da paisagem, conhecidos como métricas e ajudam a descrever padrões espaciais a partir de dados sobre o uso e ocupação do solo. Portanto, o objetivo do trabalho é estudar os principais elementos da paisagem da Lagoa do Peixe e seu entorno, entendendo como é o funcionamento da paisagem, reconhe-

cendo as pressões e impactos negativos e identificando elementos fundamentais para o equilíbrio do PARNA-LP.

## MÉTODOS

**Área de estudo:** O PARNA-LP fica localizado nos municípios de Mostardas e Tavares no estado do Rio Grande do Sul (Brasil), entre as coordenadas 31°00'S e 31°29'S e 50°54'W e 51°11'W, (Fig. 1). Para representar melhor a paisagem que compreende o PARNA-LP e o seu entorno, foi gerada uma área de abrangência (buffer) de 5 km sobre o limite do parque, portanto a área do estudo é delimitada entre o limite legal do PARNA-LP e a área de abrangência de 5 km.

**Métodos de análises:** A imagem de satélite escolhida para a realização do estudo foi a Landsat 5 sensor TM devido a sua disponibilidade, características espectrais e resolução espacial, adquirida pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) do ano de 2011. O processo de classificação do uso e cobertura do solo foi realizado no software Idrisi versão Selva 17.00 (Clark Labs, 2012) com a ferramenta denominada Mapa Auto-organizável de Kohonen (SOM - Self-Organizing Map), que consiste em um tipo de rede neural artificial baseada em aprendizado competitivo e não supervisionado (Kohonen, 1997).

O Método SOM foi escolhido, pois apresenta uma série de vantagens e potencialidades que o colocam como uma alternativa bastante diferenciada para a classificação de imagens, como a incorporação de contexto e textura, a possibilidade de descobrir agrupamentos de dados que possuem geometria complexa e variada e a classificação de maneira diferenciada de pixels situados em regiões de transição entre classes (Gonçalves, 2008). Após o resultado da classificação pelo método SOM, a imagem passa por um processo chamado segmentação que é um procedimento pelo qual os pixels são agrupados por compartilharem uma similaridade espectral homogênea e o resultado final da

segmentação consiste em uma imagem que representa melhor os limites dos territórios. Após o método de classificação SOM e a segmentação ser realizada, o resultado é importado para o software ArcGIS 10.0 (ESRI, 2010) e transformado em polígonos no formato shapefile. Este procedimento faz com que cada polígono que representa uma determinada classe seja associado um valor em uma tabela possibilitando uma correção da classe de maneira rápida e simples, apenas alterando o valor de cada polígono manualmente, este procedimento possi-

ibilitou a correção e validação de todos os componentes do parque e o seu entorno. A parte final da metodologia é a fase de realização de métricas de Ecologia de Paisagem com o software Patch Analyst, que consiste em um programa informático desenvolvido por Elkie et al. (1999). Nesse software, com o auxílio da ferramenta Spatial Statistics, é possível analisar a estrutura do mosaico permitindo identificar, por meio de métricas específicas, os diferentes componentes da paisagem em estudo.



Fig. 1. Localização da área de estudo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise apresentou características das nove classes indicadas na paisagem (Tabela 1), como o número,

tamanho médio e área total das manchas (Fig. 2), em que grandes números representam riqueza estrutural para elementos naturais, como matas nativas e

banhados e degradação para elementos de origem antrópica, como pastagem cultivada e solo exposto associado à agricultura e pecuária. A métrica Índice Médio da Forma questiona quão compactas são as manchas em comparação com uma circunferência de área igual, em que o

valor um, significa que formas circulares e valores elevados podem ser vantajosos quando forem privilegiadas formas irregulares. Logo manchas com valores maiores desempenham um papel dominante na função na paisagem (Blaschke e Lang, 2009).

Tabela 1. Resultado das análises com a ferramenta Spatial Statistics do Patch Analyst.

Classes	Número de Manchas	Área da classe (ha)	Tamanho médio das manchas (ha)	Índice médio da Forma	Densidade das bordas (%)
Lagunas e Lagos	45	7507,72	166,83	1,71	2,55
Reflorestamento	76	7586,15	99,81	1,84	3,80
Mata Nativa	90	5021,03	55,78	1,64	3,21
Areia	75	22233,76	296,45	1,50	3,52
Solo exposto associado à agricultura	133	15430,47	116,01	1,68	7,64
Banhados e campos úmidos	169	8745,52	51,74	1,51	5,0
Campos associados à agricultura e pecuária	143	10686,11	74,72	1,75	6,31
Centros Urbanos	2	272,23	136,11	2,08	0,13

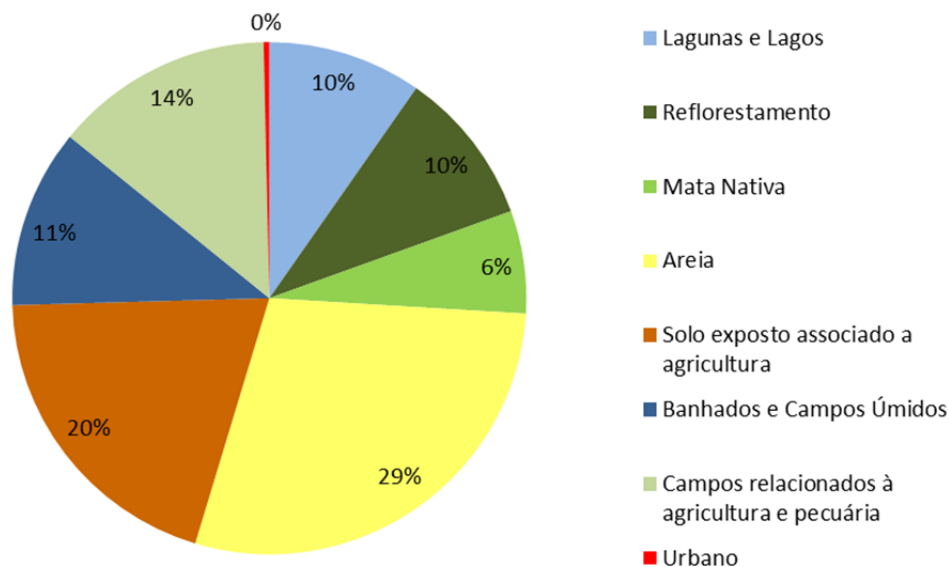


Fig. 2. Área total das classes do representadas no estudo.

Utilizando a métrica de Densidade das Bordas é possível equiparar a riqueza da estrutura, em que valores altos podem significar riqueza estrutural em elementos

naturais e pressão em casos de elementos de origem antrópica, visualmente representada no gráfico na Fig. 3. A análise visual da paisagem (Fig. 4) identificou

elementos importantes para a dinâmica e estrutura da paisagem que merecem atenção, como uma mancha de mata nativa em forma de corredor que exerce a função no fluxo gênico, abrigo de espécies e corredor ecológico além de proteção as diversas pressões exercidas sobre o PARNA-LP. Uma observação importante e negativa é a presença de uma mancha de reflorestamento de *Pinus (Pinus elliotti)*. Com aproximadamente 275 ha dentro do PARNA-LP. O cultivo de pinus no litoral do RS teve início nos anos 70 e foi

amplamente apoiado por incentivos fiscais, até meados dos anos 80. Políticas públicas favoráveis, ociosidade produtiva e a baixa renda nos campos arenosos da região costeira, geraram as condições necessárias à implantação dos projetos de silvicultura, permitindo a instalação dos empreendimentos em áreas de risco e/ou prioritárias à conservação da biodiversidade, sem prever os possíveis prejuízos que essa prática poderia trazer ao equilíbrio e dinâmica da paisagem.

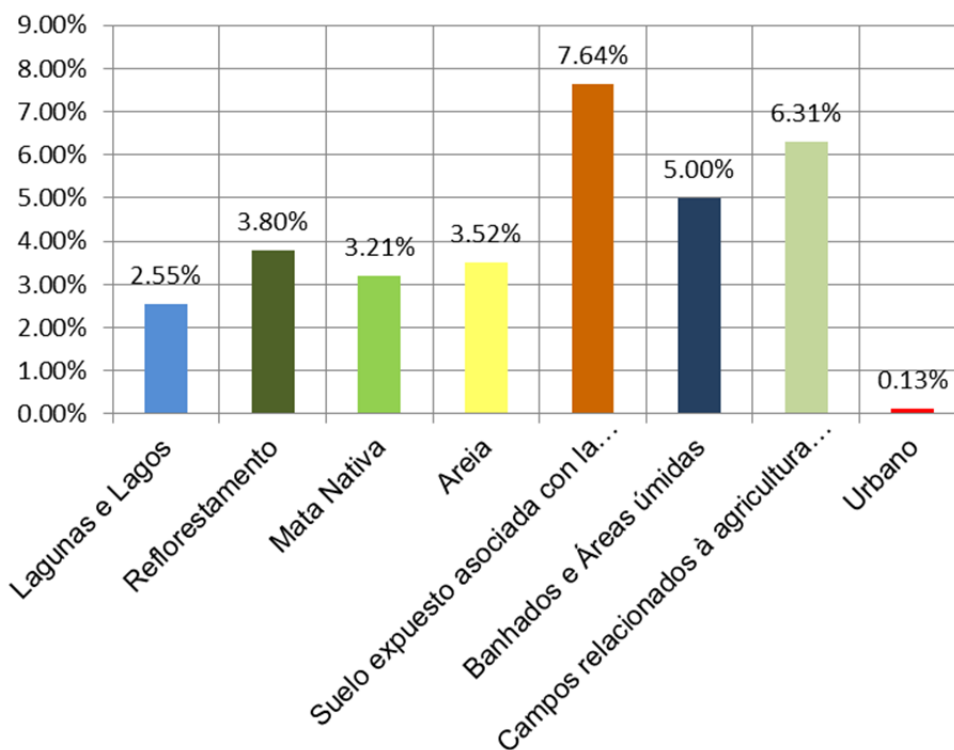


Fig. 3. Percentual de densidade das bordas das classes.

No estudo de Portz (2011) utilizando uma imagem Landsat 5 TM de 2009 a área de reflorestamento possuía 252 ha o que sugere um pequeno aumento desta mancha entre 2009 e 2011, provavelmente causado pela dispersão natural do *Pinus (Pinus elliotti)*. Esta mancha provavelmente seja prejudicial para a dinâmica das dunas costeiras e de acordo com Portz (2011) a retirada é aconselhada a fim de preservar as espécies nativas da região,

bem como a diversidade biológica a ela associada. O problema principal da dispersão natural de *Pinus (Pinus elliotti)* é encontrado na margem da lagoa principal do Parque. Esta lagoa é margeada por banhados e por *Pinus (Pinus elliotti)* cuja dispersão espontânea está competindo com o crescimento da vegetação natural e alterando o cenário típico da região (Portz, 2011).

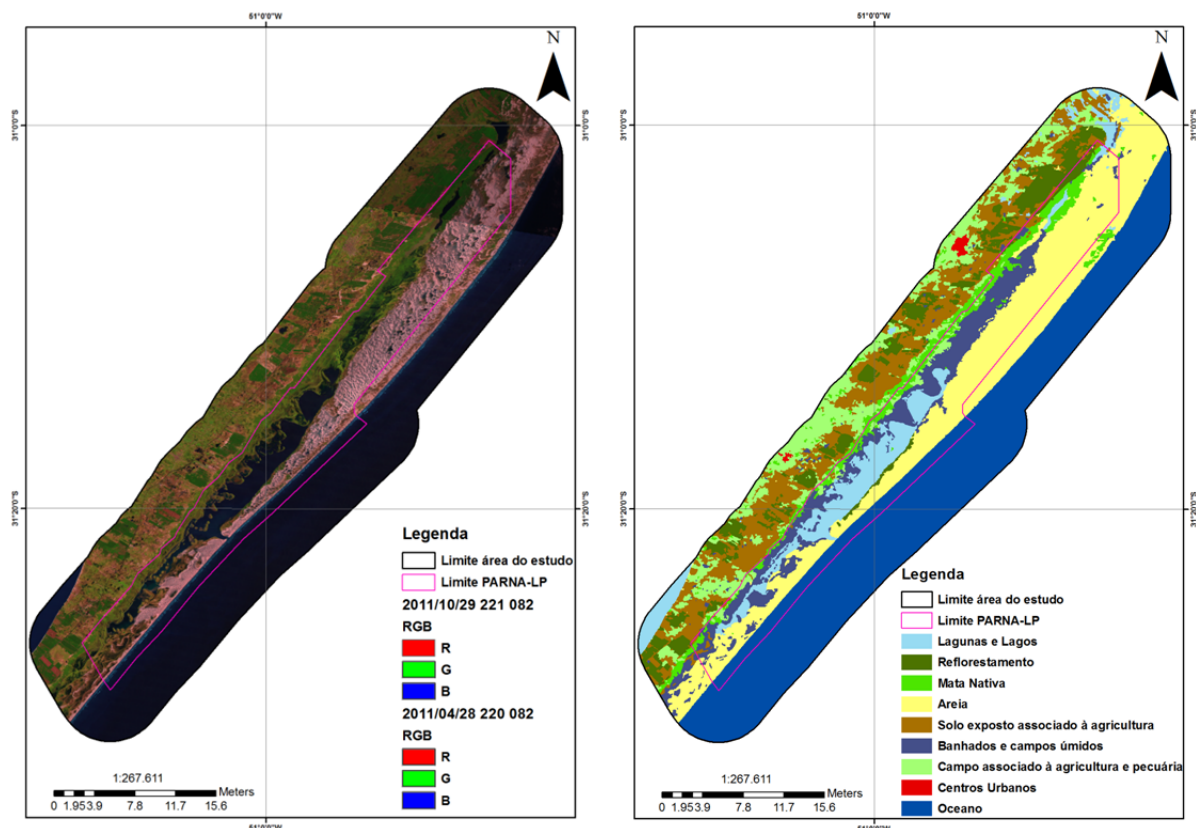


Fig. 4. Resultado da classificação a direita e imagem Landsat 5/TM não classificada a esquerda.

## CONCLUSÃO

A paisagem estudada apresenta uma matriz de manchas de uso antrópico que exerce uma influencia negativa frente aos ambientes naturais e ao PARNA-LP. Esta informação indica que banhados, campos úmidos e matas nativas são remanescentes da paisagem. As manchas de solo exposto e campos associados à agricultura e pecuária possuem os maiores valores no cálculo de densidade de bordas, ou seja, são os elementos com mais influência na dinâmica da paisagem e que exercem grande impacto às manchas vizinhas de caráter natural, onde o ideal seria a situação contrária. Outro impacto observado são as manchas de reforestamento, onde é indiscutível que a silvicultura, principalmente o plantio de *Pinus* (*Pinus elliotti*), alterou a fisionomia da região de Mostardas/Tavares em relação à paisagem original, tão grande é sua presença que se

faz presente até mesmo dentro dos limites do PARNA-LP. Por fim, os resultados apresentados descreveram a paisagem de uma maneira simples porém pratica e sem a necessidade de ir a campo, este entendimento simplificado pode servir para entender previamente a situação de uma paisagem antes de tomar qualquer decisão. Além disso, o trabalho foi importante para avaliar a aplicação das ferramentas utilizadas, mostrando um ótimo potencial de esta metodologia ser aplicada para outros trabalhos e estudos futuros.

## REFERÊNCIAS

- Blaschke, T; Lang, S. 2009. Análise da paisagem com SIG; tradução Hermann Kux, Oficina de Textos, São Paulo, Brasil.
- Duarte, L. 2010. Avaliação dos efeitos de escala e contexto em métricas de

- paisagem. Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, Universidade de Évora, Núcleo da Mitra, Évora. Caderno de Geografia - Coimbra, Portugal v26/27 – 2007/08. 269-286 pp.
- Elkie, P., R. Rempel, A. Carr. 1999. Patch Analyst User's Manual. Ont. Min. Natur. Resour. Northwest sci. & Technol. Thunder Bay, Ontario, EUA, TM-002. 16 pp \_ Append.
- Forman, R., M. Godron. 1986. Landscape ecology. John Wiley and Sons. New York, USA. 620 pp.
- Gonçalves, M.L., M.L. Netto, J. Zullo Jr., J.A.F. Costa. 2008. Classificação não-supervisionada de imagens de sensores remotos utilizando redes neurais auto-organizáveis e Métodos de agrupamentos hierárquicos, Revista Brasileira de Cartografia, Campinas, n. XX/YY, p. 1-13.
- Kohonen, T. 1987. Self-Organizing maps. Springer Verlag, Berlin, Germany.
- Portz, L., R. Manzolli, D. Saldanha, I. Correa. 2011. Dispersão de espécie exótica no Parque Nacional da Lagoa do Peixe e seu entorno. Revista Brasileira de Geografia Física 1: 33-44.
- IDRISI. 2012. Versão 17.00. Clark Labs, Clark University. 950 Main Street, Worcester MA 01610-1477, USA.
- ESRI ArcMap. 2010. Versão 10.0. 380 New York Street Redlands, CA 92373-8100 909-793-2853, USA.
- Patch Analyst and Patch Grid 2008. Versão 5.1. Ontario Ministry of Natural Resources. Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Thunder Bay, Ontario, Canada.