



EFEITO ESPACIAL DO PINUS NA PAISAGEM DO PARQUE NACIONAL DA LAGOA DO PEIXE, RS

SPATIAL EFFECT OF THE PINE ON THE LANDSCAPE OF THE PARQUE NACIONAL DA LAGOA DO PEIXE, RS

Marcelo Dutra da Silva

Universidade Federal do Rio Grande

dutradasilva@terra.com.br

Marcos Paulo Rodrigues Lima

Universidade Federal do Rio Grande

marcospaulo.tga@hotmail.com

RESUMO

Na região costeira do Rio Grande do Sul os impactos causados pelo cultivo e dispersão do Pinus estão cada vez mais evidentes. Na região do Parque Nacional da Lagoa do Peixe extensas áreas de cultivo de Pinus alteraram a estrutura e a dinâmica da paisagem local. O entorno da Unidade está cercado e dentro as áreas de cultivo representam uma forte ameaça. O vento distribui as sementes, que vêm de toda parte, dificultando o manejo e a proteção do sistema. O efeito espacial do Pinus é intenso e as alterações mais severas podem ser observadas na margem da Lagoa do Peixe, junto ao campo de dunas, na faixa longitudinal de Pinus, paralela ao oceano. Nessa faixa o deslocamento natural das dunas parece ter sido modificado, acumulando areia, que aos poucos está superando o obstáculo e talvez seja uma questão de tempo até que alcancem um volume perigoso, capaz de invadir a lagoa. A exclusão do Pinus, aos poucos, vem sendo realizada, porém sem um plano estratégico de erradicação e sem considerar, também, a necessidade de restaurar a paisagem e reabilitar os processos naturais, perdidos na decomposição do desenho espacial original.

Palavras-chave: Cultivo de Pinus; Paisagem Costeira; Litoral do Rio Grande do Sul.

ABSTRACT

The impacts caused by the cultivation and dispersion of pines are increasingly evident in the coastal region of Rio Grande do Sul. Currently, the region of Lagoa do Peixe National Park has been affected by extensive pine cultivation areas that changed local landscape structure and dynamics. Not only pines surround the area but also remaining cultivates inside the unit represent a threat. The wind distributes the seeds, which makes management and system protection a complicated matter. The pines spatial effect is intense and the most severe changes may be observed at the margin of the pond, next to the dunes, in the pines longitudinal range, parallel to the ocean. In this area, the dune natural movement appears to have been modified, settling the once drifting sand, which is slowly overcoming the obstacles. Maybe it is a matter of time until it reaches a dangerous volume, able to overrun the lagoon. The exclusion of pines gradually have been performed. However, it is urgent to develop a strategic plan of eradication and to consider the need to restore the landscape therefore rehabilitating natural processes lost in the decomposition of the original spatial design.

Keywords: Cultivation of Pinus; Coastal Landscapes; Coast of Rio Grande do Sul.

1 - Introdução

O Pinus está entre as exóticas mais cultivadas no Brasil, talvez um dos gêneros mais cultivados no mundo. Em 2012, a área ocupada por cultivos de árvores (Pinus e Eucalipto) totalizou 6.664.812 ha, a maior parte de Eucalipto. No RS, a área total coberta por cultivos florestais é de 449.533 ha, onde o Pinus representa 23,4% da área plantada (ABRAF, 2013).

Fonte renovável de madeira o Pinus tem sua importância revelada na indústria moveleira e na capacidade de absorver grandes quantidades de carbono. Entretanto, o Pinus também é um dos organismos exóticos mais agressivos que existe e os efeitos desencadeados da sua dispersão permanecem pouco conhecidos. Alguns trabalhos tratam da invasão biológica, outros da substituição de habitats, alterações na fisionomia e danos ao solo e o consumo da água, mas poucos remetem ao efeito espacial do Pinus, quanto a sua notável capacidade de interferir nos processos ecossistêmicos e promover mudanças profundas na paisagem — até mais significativas que sua presença e/ou dispersão de suas sementes —, que se reproduzem no longo prazo e que merecem receber maior atenção por parte da comunidade científica, dos órgãos ambientais e dos setores governamentais responsáveis por fomentar a cadeia produtiva da madeira e regular a atividade florestal.

O Pinus é considerado um dos grandes agentes transformadores da paisagem, o qual foi intitulado como a espécie exótica de maior amplitude invasora de ecossistemas naturais do globo (BECHARA *et al.*, 2014). Originárias do hemisfério Norte, algumas espécies de Pinus chegam a atravessar a faixa equatorial, espalhando-se pelo mundo (RICHARDSON *et al.*, 1994).

Diversos estudos sobre a dispersão do Pinus foram elaborados em diferentes regiões brasileiras, a maior parte voltada para a invasão biológica de ambientes protegidos. Foram identificadas contaminações biológicas na Estação Ecológica de Itirapina (ZANCHETTA e PINHEIRO, 2007), além da ameaça a fisionomia do Cerrado pela dispersão do pinus, na Estação Ecológica de Itapeva (ALMEIDA *et al.*, 2010), ambas no estado de São Paulo. No Paraná, os estudos indicaram a invasão do Pinus em campos de altitude do Parque Estadual do Pico do Paraná (FALLEIROS *et al.*, 2011) e no Parque Estadual Lago Azul (VIGILATO e ZAMPAR, 2011). Em Santa Catarina, áreas de restinga foram contaminadas no Parque Estadual do Rio Vermelho (BOURSCHEID e REIS, 2010;

BECHARA *et al.*, 2014) e no RS os efeitos espaciais e as alterações ambientais causadas pela presença de Pinus estão evidenciadas no Parque Nacional da Lagoa do Peixe (PORTZ *et al.*, 2011; BURGUEÑO *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2014), além das alterações no complexo de lagunas e dunas do distrito do Estreito, no município de São José do Norte (GIANUCA e TAGLIANI, 2012).

Em outubro de 2013 a Secretaria Estadual do Meio Ambiente do RS publicou a PORTARIA nº 79, que reconhece a lista de espécies exóticas invasoras e também estabelece normas de controle e outras providências. Nessa lista, o gênero Pinus está classificado como espécie exótica de categoria dois, que compreende espécies que podem ser utilizadas em condições controladas, com restrições e sujeitas à regulamentação específica. A Portaria ainda prevê que é da competência do órgão licenciador estadual permitir o cultivo ou a criação de espécies exóticas invasoras constantes nessa categoria, para fins de pesquisa científica, cultivo ou criação em condições controladas, mediante autorização específica, sujeitas a análise de risco e plano de controle ambiental (RS, 2013).

A agressividade desse gênero está relacionada ao seu alto poder de dispersão e contaminação dos ambientes abertos (ZILLER e GALVÃO, 2002). Quando maduro, o pinus produz grande quantidade de sementes viáveis, que são distribuídas pelo vento na área de entorno, geralmente campestre e muitas vezes vulnerável à invasão biológica da espécie, que tem como característica o crescimento rápido e fácil adaptação aos diversos tipos de ambiente (BECHARA, 2003).

A ação invasora de espécies pode acelerar o processo de extinção, uma vez que os ambientes destruídos são os locais mais facilmente colonizados, impedindo que a sucessão secundária permita o retorno das espécies ameaçadas pela fragmentação. A segunda maior causa de extinção de espécies no mundo está relacionada com a ação de espécies invasoras, superada apenas, pela exclusão e fragmentação de habitats, sendo o gênero Pinus o maior responsável por extinções resultantes da invasão arbórea de espaços abertos (GISP, 2005).

Os ambientes mais suscetíveis à invasão por Pinus, em ordem crescente, segundo Richardson e Higgins (1998), são: solos expostos, dunas, campos naturais, vegetação arbustiva e florestas. Conforme os autores, o Pinus tem preferência natural por solos ácidos e arenosos, localizados, sobretudo, em baixadas e junto a cursos de água, bem

como, áreas com lençol freático próximo a superfície. Embora não seja tão agressivo quanto o Eucalipto, em relação à absorção de água subterrânea e quando plantado em áreas de manancial, próximo a rios, córregos, lagos e banhados, pode alterar o fluxo hídrico e as propriedades que determinam a qualidade da água (GUIMARÃES *et al.* 2008; GUIMARÃES *et al.* 2010; KOCH e HENKES, 2013).

O Pinus vem sendo cultivado no Brasil há mais de um século, inicialmente introduzido para fins ornamentais. Somente a partir dos anos 1940 é que passou a ser plantado em escala comercial, suprimindo parte da demanda por madeira, que ainda é deficiente no Brasil (ABRAF, 2013). Um aspecto positivo do cultivo do Pinus, talvez o único que mereça destaque, é sua contribuição para a redução do consumo de madeira nativa, proveniente das matas e florestas (VASQUES, 2007).

No RS o cultivo do Pinus teve início nos anos de 1960 e foi amplamente apoiado por incentivos fiscais até meados dos anos 1980, quando cultivar árvores deixou de ser um bom negócio. A cadeia produtiva da madeira no RS, especialmente na metade sul do Estado, segundo a Associação Gaúcha de Empresas Florestais (AGEFLOR), retornou com força a partir dos anos 2000, quando surgem novos incentivos ao avanço de grandes projetos de empresas do setor florestal. No entanto, a maior parte desses projetos, voltados ao cultivo de Eucalipto para produção de celulose, procurou ocupar o espaço aberto dos campos, com a distorcida justificativa de ocupar o vazio dos Pampas para combater a pobreza da metade sul, o que na prática não se reproduziu e acabou resultando em severas transformações na paisagem (SILVA, 2012).

Os efeitos da presença do Pinus são mais evidentes no litoral. A ociosidade produtiva e a baixa renda nos campos arenosos da região costeira do RS, de certa forma, favoreceram a implantação de projetos de silvicultura, por vezes instalados sobre zonas de risco e/ou prioritárias à conservação, sem qualquer previsão quanto aos possíveis prejuízos que essa prática poderia trazer à composição e a dinâmica dos sistemas e paisagens. Para Tagliani (2011), as monoculturas extensivas de arroz e florestamentos de larga escala de Pinus são os principais impactos dos sistemas costeiros gaúcho, resultando em uma homogeneização do padrão da paisagem e induzindo a uma redução da heterogeneidade espacial. A dispersão do Pinus compreende uma das transformações espaciais mais severas do momento, que está decompondo a paisagem costeira de forma silenciosa e quase sem ser percebida.

Um exemplo marcante dos efeitos negativos do cultivo de *Pinus* pode ser observado no Parque Nacional da Lagoa do Peixe, que merece atenção especial por todas as suas características naturais e ameaças, frente ao avanço e dispersão dessa espécie, que vem promovendo alterações significativas nesse espaço.

O Parque Nacional da Lagoa do Peixe (PNLP) possui 36.602,55 hectares e fica localizado entre os municípios de Mostardas e Tavares ($31^{\circ}00'S$ e $31^{\circ}29'S$ e $50^{\circ}54'W$ e $51^{\circ}11'W$), no centro da denominada Região da Restinga da Lagoa dos Patos, porção externa do litoral médio gaúcho (Figura 1). A Unidade foi criada em 1986, pelo decreto nº 93.546/86 (BRASIL, 1986), com a finalidade de preservar ambientes e proteger espécies, sobretudo aves migratórias, que encontram nesta região as condições ideais de abrigo, alimentação e repouso, durante seus voos anuais, constitui-se no único sítio RAMSAR¹ do sul do País.

Figura 1 - Localização do Parque Nacional da Lagoa do Peixe.



Fonte: Autor (2015)

A Unidade é composta de ambientes representativos do espaço costeiro do RS e é considerado pelo Ministério de Meio Ambiente (BR) como de extrema importância biológica para a biodiversidade (MMA, 2000). O seu principal corpo d'água, a Lagoa do Peixe, — que na verdade é uma laguna —, compreende uma ligação direta e sazonal com o oceano, através de uma abertura na barra, que mistura águas doce e salgada, permitindo a formação de um sistema muito particular e de grande produtividade, que abriga

¹O termo Ramsar tem origem na convenção que definiu o tratado de cooperação internacional para a conservação de zonas úmidas e de aves aquáticas, que foi concluído na cidade de Ramsar, às margens do Mar Cáspio, no Irã, em 2 de fevereiro de 1971. O Brasil aprovou o texto da Convenção de Ramsar em 24 de fevereiro de 1993 e hoje contempla 11 sítios, distribuídos em 9 estados.

elementos específicos da fauna e da flora como: camarões, caranguejos, moluscos, algas, plânctons e pequenos peixes que atraem e alimentam as aves, répteis e alguns mamíferos (ICMBio, 2016).

As grandes questões do Parque envolvem o manejo da Unidade, a conservação da lagoa e a abertura da barra. Mas também merecem considerações, além dos impactos promovidos pelo cultivo e dispersão do Pinus, a presença do gado, a caça ilegal e a pressão exercida pela pesca predatória e a falta de uma política clara, quanto à regularização fundiária, que agrava as relações socioambientais e com frequência promove conflitos (TEIXEIRA, 2012).

O cultivo do Pinus é um problema importante, primeiro por que está presente em todo lugar, contaminando diferentes ecossistemas, que deveriam estar protegidos pela Unidade, mas que são acessados pela dispersão constante das sementes, carregadas pelo vento (PORTZ, 2011). Segundo, porque dentro da Unidade a presença do Pinus é considerável e uma extensa faixa de cultivo, disposta na linha de praia, entre a lagoa e o oceano, vem funcionando como barreira ao fluxo transportador de areia, o que fez crescer um vasto campo de dunas, paralelo a esta faixa.

O campo de dunas permanece crescendo e se deslocando em direção ao interior da lagoa, por entre as árvores da faixa de cultivo (BURGUENÑO *et al.*, 2013). Aos poucos este volume deverá chegar a um volume perigoso e superar o obstáculo ou, antes disso, ficar completamente livre, uma vez que foi determinado pela Justiça Federal a erradicação completa do Pinus do interior da Unidade, o que vem sendo cumprido desde 2006.

Portanto, este trabalho tem por objetivo contribuir com a gestão do Pinus no interior da Unidade, em particular nas decisões que vêm sendo tomadas na retirada da faixa contínua de cultivo, por meio da leitura e interpretação do arranjo espacial que forma a estrutura da paisagem compreendida pelo Parque, entre os limites.

A análise métrica da paisagem é uma ferramenta de gestão, que tem como potencial descrever o espaço e traduzir em números a sua composição. A análise métrica compreende uma avaliação horizontal, a partir das qual é possível inferir sobre as funções ecológicas e dinâmicas do ambiente (LANG e BLASCHEKE, 2009). Os descritores métricos permitem quantificar as mudanças na paisagem, particularmente o avanço das atividades antrópicas (FORMAN, 1995).

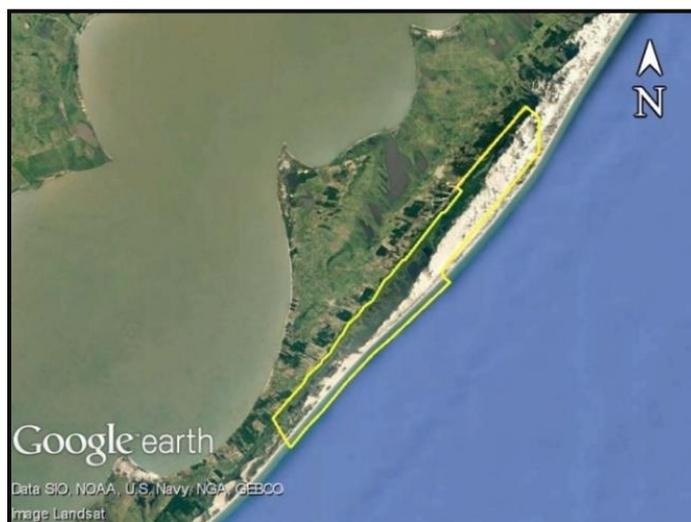
Os descritores métricos resultam de um processo sistemático de cálculo, constituído por um número determinado de operações que quantificam características específicas, aplicadas em nível de manchas, de classes ou de paisagem, que tanto podem ser aplicadas para descrever a estrutura, quanto a dinâmica do espaço (MCGARIGAL e MARKS, 1994). Valores que associados a descrição do espaço devem permitir uma melhor compreensão dos problemas, conferindo maior segurança na tomada das decisões. A gestão do espaço com base na geração de números tende a ser mais precisa e traz como vantagem a possibilidade reconhecer o efeito das escolhas e apontar, no tempo hábil, as devidas ou necessárias correções de rumo.

2 - Procedimentos Metodológicos

Aquisição das imagens

Para representar a paisagem do PNLP foram utilizadas duas cenas de satélite LandSat 8, geradas no dia 27 de janeiro de 2016, resolução espacial de 30 metros, adquirida do Serviço Geológico Norte Americano (U. S. Geological Survey), disponíveis no site <http://earthexplorer.usgs.gov/> (Figura 2).

Figura 2 - Limite do Parque Nacional da Lagoa do Peixe.



Fonte: Modificado do GOOGLE EARTH (2016).

Procedimentos realizados no QGIS

No ambiente do software Quantum GIS 2.14 as imagens (Banda 3, 4 e 5 das duas cenas) foram reprojctadas para o Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) código EPSG

31982 projeção/datum Sirgas 2000/UTM 22 S. As cenas foram reunidas em um mosaico e em seguida cortadas pela máscara, formada pelo polígono que define o limite do Parque, adquirido da base de dados do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio, instituição que administra as UCs brasileiras.

Procedimentos realizados no SPRING

No ambiente do software SPRING 5.4.2 os recortes das imagens originais, com 30 metros de resolução, foram restaurados para uma resolução espacial de 15 metros, com o propósito de melhorar a qualidade visual da imagem (FLORENZANO, 2011). Em seguida a imagem de trabalho foi segmentada por regiões, etapa auxiliar da classificação, que permite considerar as características do meio e não dos valores de cada pixel. A classificação foi executada a partir de amostras e resultou num mapa temático de oito classes. Após a classificação os erros de geração do mapa temático foram corrigidos na edição matricial, o que permitiu dar maior refinamento ao produto final da classificação.

Procedimentos realizados no ARCGIS

No ambiente do software ArcGIS 10.1 o mapa de uso e ocupação do solo, gerado na classificação, foi submetido plug-in Patch Analyst 5.1 (ELKIE *et al.*, 1999), no qual foram extraídos valores do plano de classes, por meio de descritores métricos de DENSIDADE [Número de mancha – Number of Patches (NumP)], TAMANHO [Área da Classe – Class Area (AC); Tamanho Médio das Manchas – Median Patch Size (MPS)], BORDA [Extensão de Borda – Total Edge (TE); Densidade de Borda – Edge Density (DE)] e FORMA [Índice Médio das Formas – (MSI)]. Conforme MCGarigal e Marks (1994) cada expressão ou valor traz o seu significado: O Número de Manchas (**NumP**) pode influenciar numa grande variedade de processos ecológicos, por exemplo, na distribuição espacial dos organismos e das populações; O tamanho médio das manchas (**MPS**) é o aspecto mais notável da paisagem. Está relacionado com a presença de habitats viáveis, no caso dos elementos naturais, pois grandes manchas aumentam a probabilidade de abrigar mais habitats e mais espécies; O total de borda (**TE**) busca apresentar o valor total do perímetro expresso pelo conjunto de manchas, ou seja, a extensão da margem dos elementos que formam a classe ou a paisagem. Quanto maior a divisão do espaço, o número de manchas e a complexidade espacial dos elementos, maior será o valor de margem ou borda; A Densidade de Borda (**DE**) busca representar a relação entre a

extensão de borda dos elementos e a área total da paisagem. Na análise de densidade é possível reconhecer o retalhamento espacial e que classe ou conjunto de elementos da paisagem expressa maior divisão ou contém maior extensão de borda; O Índice Médio da Forma (**MSI**) baseia-se na relação entre o perímetro e a área das manchas, em comparação a uma forma de uma figura Euclidiana simples, quadrada ou redonda, que representa um mínimo de complexidade. Um círculo perfeito apresenta MSI igual a um, enquanto que formas complexas vão apresentar valores diferentes, superiores a um. A forma de um elemento tem forte participação nos processos, pois elementos naturais com MSI próximo de um, representam estruturas com maior eficiência na proteção da área central, ou seja, dos habitats internos.

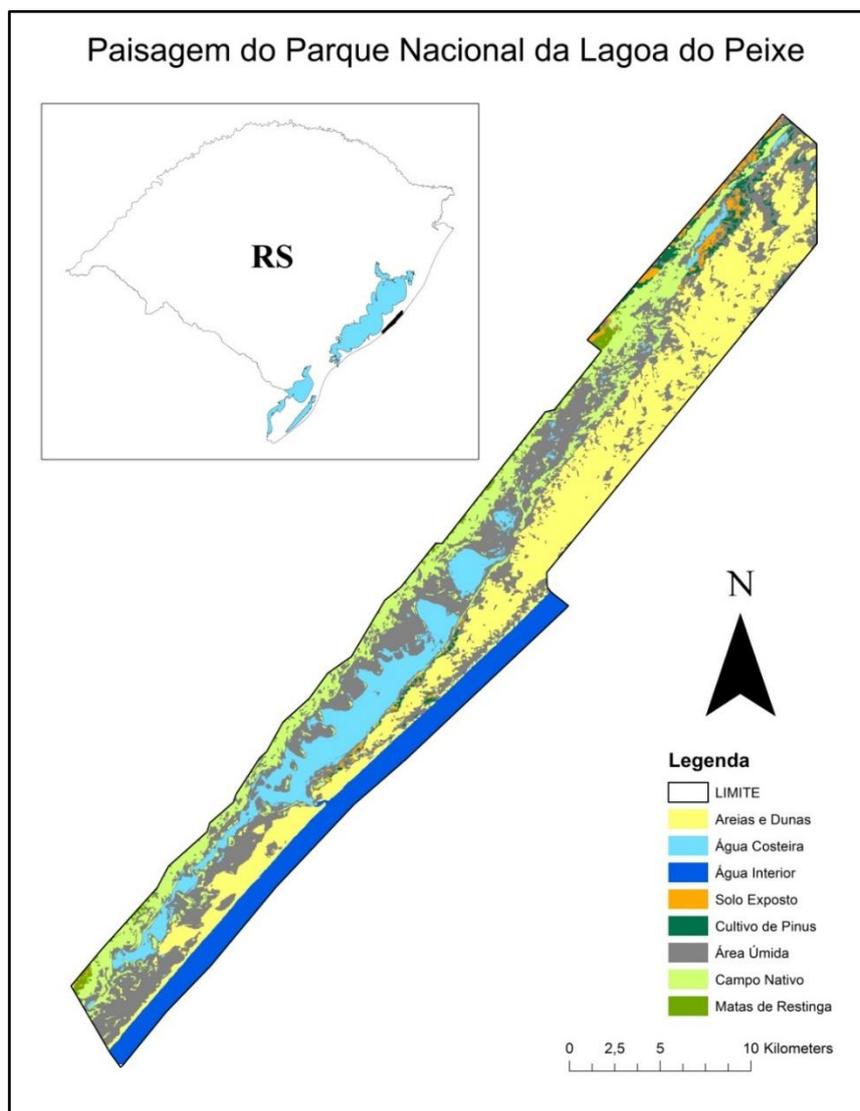
3–Resultados e Discussão

A análise espacial revelou que o PNLP possui um mosaico heterogêneo, composto por uma variada coleção de elementos espaciais ou manchas, distribuídos em oito classes de paisagem — Areias e Dunas, Água Interior, Água Costeira, Solo Exposto, Cultivo Florestal, Áreas Úmidas, Campo Nativo e Matas de Restinga (Figura 3).

A restinga é formada por uma coleção contínua de extensas manchas de mata nativa, posicionada no limite do Parque, que além de permitir o fluxo linear dos processos e o deslocamento de espécies, exerce a função de filtro, conferindo proteção ao interior da Unidade, que é composto por um complexo de lagoas, banhados e áreas úmidas, além da vasta cobertura de dunas, entre a lagoa e o oceano.

Entre os elementos introduzidos, o que mais chama atenção no cenário é a distribuição de inúmeras manchas de cultivo de Pinus, com destaque para a faixa de cultivo junto ao campo de dunas, na margem da Lagoa do Peixe, que apesar da sua baixa representatividade espacial parece ter conferido mudanças significativas na paisagem.

Figura 3 - Mapa de classes de paisagem do Parque Nacional da Lagoa do Peixe



Fonte: AUTOR (2016).

A partir da descrição métrica observou-se que a classe formada por banhados e áreas úmidas representa o maior número de manchas da paisagem (447), seguida pelas manchas de campo nativo (203) e areias e dunas. As áreas úmidas também formam a classe natural terrestre com maior área ou cobertura do espaço (1,14 ha), seguida da classe areias e dunas (1,07 ha), que também apresenta o maior tamanho médio das manchas, entre as classes que formam a paisagem (117,84 m²). Dado o retalhamento espacial as maiores densidades de borda estão concentradas nas classes Áreas Úmidas (49,70), Campo Nativo (22,47) e Areias e Dunas (19,26). As classes Água Interior (2,00) e Areias e Dunas (2,04) apresentam os melhores índices de forma da paisagem, enquanto os Campos Nativos

(2,33) e as Matas de Restinga (2,25) apresentam os piores índices, entre as classes do ambiente terrestre (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores da análise métrica da paisagem

Grid	Classes	NumP	Área		Borda		Forma
			CA (ha)	MPS (m ²)	TE (m)	ED (m/m ²)	MSI
1	Areias e Dunas	91	1,07	117,84	704910	19,26	2,04
2	Água Interior	79	0,39	48,79	280950	7,68	2,00
3	Água Costeira	1	0,41	4098,98	107130	2,93	4,72
4	Solo Exposto	83	0,05	5,83	146220	3,99	2,16
5	Cultivo Florestal	88	0,06	6,42	176130	4,81	2,33
6	Áreas Úmidas	447	1,14	25,59	1819230	49,70	2,11
7	Campo Nativo	203	0,51	25,13	822330	22,47	2,23
8	Matas de Restinga	76	0,03	4,43	113100	3,09	2,25

Fonte: AUTOR (2016)

O cultivo florestal representa 1,54% da cobertura total da paisagem. No entanto, a sua presença trouxe transformações significativas para a Unidade, particularmente na faixa dos cultivos antigos, posicionada entre a lagoa e o oceano, junto ao campo de dunas.

Essa faixa de cultivo foi instalada há bastante tempo, antes da instalação do Parque. Ela parece ter contido o processo de deslocamento natural do campo de dunas, elevando sua cota, que agora, aos poucos, começa a superar esse obstáculo (Figura 4). E talvez seja uma questão de tempo até que essas dunas alcancem um volume perigoso, capaz de invadir a lagoa e comprometer o seu funcionamento.

Figura 4 - Efeito barreira da faixa de pinus, na margem da Lagoa do Peixe.



Fonte: AUTOR (2014)

Uma possibilidade é a retirada total da faixa de pinus. Nesse caso, talvez, o campo de dunas avance com maior velocidade em direção ao ambiente da lagoa, visto que nada estará impedindo o seu deslocamento. Algo assim está acontecendo, desde 2006, por efeito da Ação Civil Pública N. ° 2006.71.00.013259-2/RS² que visou erradicar, por completo, o Pinus do interior da Unidade, incluindo a faixa que promoveu o efeito barreira sobre as dunas.

De outra parte, a “simples” retirada dessa faixa de cultivo chega a ser um paradoxo e uma decisão “perigosa”, pois implica em mudanças que podem comprometer o funcionamento do sistema lagunar, se o corte não for planejado e acabar acelerando o avanço da areia acumulada, em direção ao interior da lagoa. Em 2006, diante da determinação legal, a administração do Parque iniciou a primeira fase do corte, incluindo a faixa longitudinal da lagoa. As consequências da ação passaram a ser observadas em pouco tempo, com a invasão da areia nos pontos em que o desbaste foi maior, reforçando a hipótese de que retirar essa barreira, sem um plano de contenção da massa de areia, representa um grande perigo (Figura 5).

Figura 5 - Avanço da areia em ponto de supressão da faixa de pinus.



Fonte: AUTOR (2014)

² Frente à expansão dos cultivos florestais e diante da ameaça ao patrimônio natural, o Ministério Público Federal do Rio Grande do Sul entrou na Justiça Federal com ação civil pública N. ° 2006.71.00.013259-2/RS, com o objetivo de evitar que essas espécies tomem conta do Parque Nacional da Lagoa do Peixe. Assinada pelos procuradores da República Carolina da Silveira Medeiros e Carlos Eduardo Copetti Leite, a inicial da ação determina que o IBAMA realize um diagnóstico completo das áreas de plantações de exóticas no interior e entorno do Parque, visando sua completa erradicação.

Portanto, a retirada do Pinus deve ser executada com controle e monitoramento, de maneira que o comportamento do campo de dunas possa ser observado de perto. Isso porque não basta, apenas, retirar as manchas de cultivo, é preciso garantir que a movimentação do campo de dunas permaneça estável, a partir da reabilitação das estruturas originais da paisagem e fixação das dunas.

Na percepção de diferentes especialistas, conforme as comunicações abaixo, o Pinus representa o mais complexo dos problemas, que precisa ser enfrentado com prudência e muito cuidado pela administra da Unidade:

- Para o Prof. Dr. Demétrio Guadagnin, pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), na área de conservação e manejo de vida silvestre, com ênfase no manejo de invasões biológicas, que acompanhou o primeiro ciclo de corte da faixa de cultivo, em 2006, os problemas associados a invasão do Pinus englobam vários aspectos: Primeiro, o Parque sempre relutou discutir técnicas alternativas de controle, como fogo e venenos, que podem ser eficientes e adequadas em algumas situações; Segundo, serão necessárias varias operações de controle, pois fazer um corte e não definir uma estratégia permanente de controle pode, apenas, estimular a regeneração e ficar pior do que era; Terceiro, é preciso estudar mais para entender o efeito que a remoção do Pinus vai ter na circulação da areia e decidir se este efeito é desejável ou não. Segundo ele, o corte do Pinus é uma ação essencial, mas isoladamente corre o risco de não dar certo. E seja qual for a técnica empregada para o controle da invasão, a chance de sucesso aumenta se ela fizer parte de uma estratégia abrangente;
- Para o Prof. Paulo Roberto Tagliani, pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Gerenciamento Costeiro, da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), na área da gestão costeira, com ênfase no planejamento territorial de zonas costeiras, a migração de areia para dentro da lagoa é um processo natural. Em condições naturais parte da areia que ingressa é retransportada para o oceano, via barra, mas duas estradas que cortam a lagoa reduziram a capacidade de transporte de sedimentos e diminuíram a velocidade das águas. Paralelamente, os Pinus nas margens retiveram a areia (isso parece obvio) e agora, quando retirarem, subitamente, a faixa de cultivo, o volume de areia contido no campo dunas vai ser despejado na lagoa, que já está com baixa capacidade de transporte, podendo gerar um assoreamento importante;
- Para o analista do IBAMA Eduardo Burgueño, que já foi gestor da Unidade, a questão que envolve os plantios de Pinus no interior do Parque é complexa e de difícil solução. Para ele, a decisão de retirar a faixa de cultivo pode levar ao completo soterramento da lagoa, num período aproximado de 20 anos, ou menos. A implantação destes talhões, junto ao ambiente de margem da lagoa, alterou o transporte de areia. Vários canais de drenagem foram abertos para implantar os talhões, com a finalidade de propiciar o desenvolvimento do cultivo do Pinus no local. Estes canais propiciaram vias fáceis de movimentação hídrica da areia transportada pelo vento e depositada junto aos talhões

em desenvolvimento, alterando a escala de assoreamento de séculos para décadas. Com isso, todo aquele ecossistema foi alterado, muitas espécies que antes eram pescadas e que são comuns em todos os relatos dos pescadores tradicionais da lagoa, simplesmente, desapareceram do local. A retirada dos talhões, ainda que tomadas todas as precauções possíveis, não impedirá que a taxa de transporte de sedimentos sejam acelerada e a partir disso qualquer ação terá pouca ou nenhuma efetividade na contenção do avanço das dunas, decretando, assim, a morte do mais importante sítio de preservação de áreas úmidas e aves migratórias do sul da América;

- Para o atual chefe da Unidade, Fernando Weber o problema do Pinus precisa ser enfrentado com inteligência. Atualmente foram retirados cerca de 40% da faixa de cultivo. E para promover a erradicação completa do Pinus, bem como o controle da sua dispersão no interior da Unidade a equipe do Parque está trabalhando em diferentes frentes: foram firmados TCA's com as madeireiras e leilões; autorização direta com proprietários; e contratação de empresas para realizar o corte. Até 2021 o problema do Pinus deverá estar resolvido e o Parque livre de sua presença e efeitos, incluindo uma faixa de entorno de 300 metros, conforme foi determinado na ação.

Assim, a questão do Pinus deve ser observada dentro de uma hierarquia de ações, incluindo uma comunicação mais ativa da Unidade com organizações preocupadas com o problema da invasão biológica, como o Instituto Hórus, por exemplo, que tem como missão desenvolver alternativas de conservação ambiental e integrá-las aos processos de desenvolvimento econômico e social.

Há poucas opções de manejo para a completa erradicação do Pinus, particularmente quando as mudanças são bastante severas. Para o efeito barreira gerado no campo de dunas ainda não existe uma solução desenhada, mas é necessário traçar alguma alternativa ao corte absoluto da faixa Pinus, para evitar o rápido transporte da areia acumulada para o interior da lagoa, o que já está acontecendo, mesmo que de forma lenta (BURGUEÑO *et. al.*, 2013).

Entre as alternativas pensadas, o rebaixamento do campo de dunas não parece ser a mais viável, apesar de lógica, pois é onerosa e de difícil logística. Além disso, é preciso considerar os impactos dessa retirada, pois existe uma comunidade biótica estabelecida. Também seria necessário pensar na enorme quantidade de material, impactos associados ao transporte e sua destinação final. Talvez, o melhor a fazer seja estabilizar os taludes, amenizar a força transportadora do vento e reduzir o pacote de areia que ingressa no litoral oceânico. Nesse caso, a faixa de Pinus deve permanecer, pelo menos, as manchas de cultivo mais próximas das dunas. As manchas mais afastadas devem ser removidas e as áreas com infestação tratadas. Os canais de drenagem, localizados entre o talude e a lagoa

devem ser fechados e o terreno nivelado, reestabelecendo a permanência do encharcamento, por um período de tempo maior. Para estabilizar o talude os troncos devem ser mantidos e o movimento da areia controlado. Para o controle do ingresso e deslocamento da areia devem ser utilizados blocos de contenção, com ou sem cortina vegetal, os quais precisam ser testados, até que se encontre o modelo com melhor resultado.

4 - Conclusões

A análise métrica da paisagem mostrou-se extremamente útil para o reconhecimento das características espaciais do PNLP. Por meio das métricas foi possível quantificar cada uma das classes que compõem a paisagem da Unidade. Foi possível verificar, também, que o Parque é um espaço privilegiado de áreas úmidas, que cercam grandes corpos d'água, o que justamente reforça sua importância para a conservação, sobretudo de aves migratórias, que fazem uso desse sistema para o repouso e alimentação. De outra parte, observou-se que o Pinus exerce um importante papel na transformação do espaço e que o seu efeito espacial é um problema de difícil solução. E diante das dificuldades a administração do Parque deveria aproveitar a oportunidade para ampliar a inserção do problema na comunidade local, por meio de apresentações em reuniões públicas e seminários, que também podem contar com a participação da academia e outras esferas da gestão pública, com interesse na conservação da biodiversidade. As áreas alteradas com Pinus devem servir de alerta aos perigos da invasão biológica desse gênero, que apesar da sua importância comercial, a sua presença vem promovendo severos prejuízos à paisagem e ao ambiente de conservação. É preciso sensibilizar as pessoas quanto à importância de manter a integridade dos recursos e dos ambientes protegidos, que o cultivo árvores para fins comerciais é uma necessidade, pois sem o cultivo do Pinus e de outras exóticas conhecidas, a demanda por madeira recairia sobre espécies nativas; que o cultivo de árvores pode trazer severas transformações e prejuízos, pois os talhões de cultivo podem modificar os processos, mexer na configuração da paisagem e comportam-se como borrachas, que apagam partes do contínuo natural aberto, deslocam a fauna para áreas vizinhas, elevando, em hipótese, a competição entre as espécies da fauna, seja por espaço ou por alimento, acentuando o declínio das populações.

Agradecimentos

Agradecemos a colaboração da chefia do Parque Nacional da Lagoa do Peixe pelo apoio e conjunto de informações prestadas durante a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABRAF - Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. Anuário estatístico 2013. Disponível em: < <http://www.ipef.br/estatisticas/relatorios/anuario-ABRAF13-BR.pdf>>. Acesso em: 5 de setembro de 2016.

AGEFLOR - Associação Gaúcha de Empresas Florestais. Desenvolvimento dos empreendimentos florestais no sul do Rio Grande do Sul. Disponível em <<http://www.ageflor.com.br/>>. Acesso: 15 de setembro de 2016.

ALMEIDA, R. S.; CIELO-FILHO, R.; SOUZA, S. C. P. M.; AGUIAR, O. T.; BAITELLO, J. B.; PASTORE, J. A.; KANASHIRO, M. M.; MATTOS, I. F. A.; FRANCO, G. A. D. C.; LIMA, C. R. **Campo sujo úmido: Fisionomia de cerrado ameaçada pela contaminação de *Pinus elliottii* Engelm, na Estação Ecológica de Itapeva, Estado de São Paulo**. Revista do Instituto Florestal. São Paulo, SP, v. 22, n. 1, 71-91, 2010.

BECHARA, F. C. **Restauração ecológica de restingas contaminadas por Pinus, no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC**. 125f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal), Universidade Federal de Sta. Catarina, Florianópolis, SC. 2003.

BECHARA, F. C.; REIS, A.; TRENTIN, B. E. **Invasão biológica de *Pinus elliottii* var. *elliottii* no Parque Estadual do Rio Vermelho, Florianópolis, SC**. Floresta, Curitiba, PR, v. 44, n. 1, 63-72, 2014.

BOURSCHEID, K.; REIS, A. **Dinâmica da invasão de *Pinus elliottii* Engelm em restinga sob processo de restauração ambiental no Parque Florestal do Rio Vermelho, Florianópolis, SC**. Revista Biotemas, Florianópolis, SC, v. 23, n. 2, 24-30, 2010.

BRASIL. Decreto nº 93.546, de 6 de novembro de 1986. Cria a Unidade de Conservação Federal Parque Nacional da Lagoa do Peixe. Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-93546-6-novembro-1986-443749-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 20 de setembro de 2016.

BRANDÃO, S. L.; LIMA, S. C. **pH e condutividade elétrica em solução do solo, em áreas de *Pinus* e Cerrado na Chapada, em Uberlândia (MG)**. Revista Caminhos de Geografia, Uberlândia, MG, v. 3, n. 6, 46-56, 2002.

BROQUEN, P.; CANDAN, F.; FALBO, G.; GIRARDIN, J. L.; PELLEGRINI, V. **Impacto del *Pinus ponderosa* sobre la acidificación de los suelos de la transición bosque-estepa, SO del Neuquén, Argentina**. Revista Bosque, Chile, v. 26, n. 3. 63-74, 2005.

BURGUEÑO, L. E. T.; QUADRO, M. S.; BARCELOS, A. A.; SALGADO, P. A.; WEBER, F. S.; KOLLAND JR., M.; SOUZA, L. H. **Impactos Ambientais de Plantios de Pinus sp. em Zonas Úmidas: O Caso do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, RS, Brasil.** Biodiversidade Brasileira: ICMBio, Brasília, DF, v. 3, n. 2, 192-206, 2013.

CARVALHO, A. M. X.; VALE, H. M. M.; FERREIRA, E. M.; CORDERO, A. F. P.; BARROS, N. F.; COSTA, M. D. **Atividade microbiana de solo e serapilheira em áreas povoadas com *Pinus elliottii* e *Terminalia ivorensis*.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v. 32, 2709-2716, 2008.

COPATTI, C. E.; DAUDT, C. R. **Diversidade de artrópodes na serapilheira em fragmentos de mata nativa e *Pinus elliottii* (Engelm. Var. *elliottii*).** Revista Ciência e Natura, UFSM, Sta. Maria, RS, v. 31, n. 1, 95-113, 2009.

CÓRDOVA, M.; CHAVES, C. L.; MANFREDI-COIMBRA, S. **Fauna do solo X vegetação: estudo comparativo da diversidade edáfica em áreas de vegetação nativa e povoamentos de *Pinus sp.*** Revista Geoambiente, Jataí, GO, n.12, 30-41, 2009.

FALLEIROS, R. M.; ZENNI, R. D.; ZILLER, S. R. **Invasão e manejo de *Pinus taeda* em campos de altitude do Parque Estadual do Pico Paraná, Paraná, Brasil.** Revista Floresta, Curitiba, PR, v. 41, n. 1, 123-134, 2011.

FLORENZANO, T. G. Iniciação em Sensoriamento Remoto. 3. ed. São Paulo. Oficina de Textos, 2011. 128.

FORMAN, R; GODRON, M. **Landscape Ecology**, John Wiley and Sons. New York, NY. 1986. 620.

GUIMARÃES, R. Z.; GONÇALVES, M. L.; MEDEIROS, S. W. **A silvicultura e os recursos hídricos superficiais.** Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, PR, n.56, 79-85, 2008.

GUIMARÃES, R. Z.; OLIVEIRA, F. A.; GONÇALVES, M. L. **Avaliação dos impactos da atividade de silvicultura sobre a qualidade dos recursos hídricos superficiais.** Scientia Forestalis, Piracicaba, SP, v. 38, n. 87, p.377-390, 2010.

GIANUCA, K.; TAGLIANI, C. R. A. **Análise em um Sistema de Informação Geográfica (SIG) das alterações na paisagem em ambientes adjacentes a plantios de *Pinus* no Distrito do Estreito, município de São José do Norte, Brasil.** Revista de Gestão Costeira Integrada, Portugal, v. 12, n.1, 43-55, 2012.

GISP - Global Invasive Species Programme (Programa Global de Espécies Invasoras). Disponível em: <<http://www.institutohorus.org.br/download/gispSAmericapo.pdf>>. Acesso em: 12 de setembro de 2013.

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/parna-da-lagoa-do-peixe>>. Acesso em: 28 de setembro de 2016.

INSTITUTO HORUS de desenvolvimento e conservação ambiental. Disponível em: <<http://www.institutohorus.org.br/index.php>>. Acesso em: 10 de setembro de 2016.

KOCH, M. M.; HENKES, J. A. A interferência das plantações de *Pinus spp* nos ecossistemas dos campos de Cima da Serra, RS. *Gestão & Sustentabilidade Ambiental - Estudo de Caso*, Florianópolis, SC, v. 2, n.1, 64-91, 2013.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da Paisagem com SIG**. São Paulo. Oficina de Texto, 2009. 424.

LANGDON, B. F. **Invasión de coníferas: ejemplos del Sur de Chile**. Boletín de la red latinoamericana para el estudio de plantas invasoras. Chile, v.1, n.1, 18-22, 2011.

LIMA, L. T.; WEISS, C. V. C.; SILVA, M. D. **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**. Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes (RASADEP), Argentina, v. 4, n. 2, 219-225, 2013.

MAGARIGAL, K.; MARKS, B. J.. **Fragtats – Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. Colorado, 1994.

MELO, J. T.; RESCK, D. V. S. **Efeito do reflorestamento com diferentes espécies sobre os atributos químicos em solos do Cerrado**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa Cerrados. Brasília, DF. n. 164. 2006. 19.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. MMA/SBF. Brasília, DF. 2000. 40.

PILLAR, V. P.; VELEZ, E. **Extinção dos Campos Sulinos em Unidades de Conservação: um Fenômeno Natural ou um Problema Ético?** *Natureza & Conservação*, Rio de Janeiro, RJ, v. 8, n. 1. 84-86. 2010.

PORTZ, L.; MANZOLLI, R. P.; SALDANHA, D L.; Correa, I. C. S. **Dispersão de espécie exótica no Parque Nacional da Lagoa do Peixe e seu entorno**. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Pelotas, RS, v.1, 33-44, 2011.

RICHARDSON, D.M.; WILLIAMS, P. A.; HOBBS, R. J. **Pine Invasions in the Southern Hemisphere: Determinants of Spread and Invasibility**. *Journal of Biogeography*, v. 21, n. 5, 511-527, 1994.

RS. Portaria SEMA nº 79, de 31 de outubro de 2013. Lista de espécies exóticas invasoras do Rio Grande do Sul e demais classificações, normas de controle e outras providências. Porto Alegre, RS, 2013.

SILVA, M. D. **Os cultivos florestais do pampa, no sul do Rio Grande do Sul: desafios, perdas e perspectivas frente ao avanço de novas fronteiras agrícolas**. *Revista Floresta*, Curitiba, RS, v. 42, n.1, 215-226, 2012.

TAGLIANI, P. R. Estratégia de Planificação Ambiental para o Sistema Ecológico da Restinga da Lagoa dos Patos, Planície Costeira do Rio Grande do Sul. 282f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais), Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, SP. 1995.

TEIXEIRA, P. R.; LANZER, R. Parque Nacional da Lagoa do Peixe e desenvolvimento local: a visão da comunidade de Mostardas/RS e Tavares/RS. Revista Hospitalidade, São Paulo, SP, v. 9, n. 2, 218–234, 2012.

VASQUES, A. G.; NOGUEIRA, A. S.; KIRCHNER, F. F.; BERGER, R. Uma Síntese da contribuição do gênero *Pinus* para o desenvolvimento sustentável no sul do Brasil. Revista Floresta, Curitiba, PR, v. 37, n. 3, 445-450, 2007.

VIGILATO, G. R.; ZAMPAR, R. Susceptibilidade das zonas de recuperação de uma unidade de conservação à invasão biológica por espécies arbóreas exóticas. Revista Saúde e Biologia, Campo Mourão, PR, v. 6, n. 3, 25-37, 2011.

ZILLER, S. R.; GALVÃO, F. A degradação da estepe gramíneo-lenhosa no Paraná por contaminação biológica de *Pinus elliottii* e *P. taeda*. Revista Floresta, Curitiba, PR, v. 32, n. 1, 41-47, 2002.

ZANCHETTA, D.; DINIZ, F. Estudo da contaminação biológica por *Pinus spp.* Em três diferentes áreas da estação ecológica Itirapina (SP, Brasil). Revista do Instituto Florestal, São Paulo, SP, v. 18, n. 1, 1-14, 2006.

ZANCHETTA, D.; PINHEIRO, L. S. Análise biofísica dos processos envolvidos na invasão biológica de sementes de *Pinus elliottii* na Estação Ecológica de Itirapina – SP e alternativas de manejo. Revista Climatologia e Estudos da Paisagem. Rio Claro, SP, v. 2, n. 1, 72-90, 2007.