

VI-149 – EFEITO DOS PLANTIOS DE *PINUS* SP. NA EVOLUÇÃO DOS CORDÕES DE DUNAS TRANSGRESSIVAS, LOCALIZADOS ÀS MARGENS DA LAGOA DO PEIXE, NOS MUNICÍPIOS DE MOSTARDAS E TAVARES, RIO GRANDE DO SUL (RS), BRASIL: ANÁLISE PRELIMINAR

Amauri Antunes Barcelos⁽¹⁾

Engenheiro Agrônomo, pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Mestre em Ciência do Solo (UFRGS) e Doutor em Saneamento e Recursos Hídricos (UFRGS).

Maurizio Silveira Quadro

Engenheiro Agrícola, pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Mestre em Agronomia (UFPel) e Doutor em Ciência do Solo, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Luís Eduardo Torma Burgueño

Engenheiro Agrícola (UFPel), Mestre em Engenharia Oceânica pela Universidade Federal de Rio Grande (FURG), Analista Ambiental, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio/MMA).

Pablo de Avila Saldo

Engenheiro da Computação (FURG), Analista Ambiental, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio/MMA).

Marcos Kolland Júnior

Graduando em Tecnologia em Geoprocessamento (UFPel).

Lucas Henrique de Souza

Graduando em Tecnologia em Geoprocessamento (UFPel).

Endereço⁽¹⁾: Agência de Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim (ALM/UFPEL). Rua Lobo da Costa, 447 - Centro - Pelotas - RS - CEP: - Brasil - Tel: (53) - e-mail:

RESUMO

O Parque Nacional da Lagoa do Peixe abriga diversos ecossistemas frágeis, com particularidades e atributos que lhes conferem grande importância em nível mundial para a proteção das zonas úmidas e da avifauna migratória. A Lagoa do Peixe constitui-se em uma das áreas mais ricas em aves aquáticas da América do Sul, contando com uma grande diversidade de espécies residentes nidificantes, invernantes de zonas mais meridionais e limnícolas do Neártico, em trânsito e invernantes. Nas últimas três décadas, ações antrópicas como a silvicultura e a pecuária proporcionaram desequilíbrio ao local. Para implantação dos talhões de *Pinus* sp., áreas úmidas foram drenadas e dunas removidas, causando tanto uma aceleração do processo de assoreamento da lagoa como a redução de áreas de vegetação nativa, pela dispersão do pinus sobre áreas adjacentes ao plantio. O uso dos campos à margem da lagoa do Peixe para o pastoreio de gado tem contribuído negativamente para a fixação das dunas pela vegetação nativa. Devido a esses fatores, estudos de medidas de precaução são necessários para promover ações de prevenção em prol da preservação da biodiversidade, tanto para a biota local, como para a avifauna migratória. O objetivo deste estudo foi avaliar a evolução dos cordões de dunas transgressivas localizadas à margem da lagoa do peixe e sua inter-relação com o desenvolvimento dos plantios de *Pinus* sp. Com base no acervo de imagens do INPE, foram selecionadas algumas cenas locais durante estes processos evolutivos para que, dentro de um *Sistema de Informações Geográficas – SIG*, esses parâmetros possam ser analisados, quantificados e posteriormente modelados para uma melhor associação destas características. Pode-se concluir que os plantios de *Pinus* sp. modificaram o ambiente provocando alterações no transporte de areia e uma aceleração no processo de assoreamento da lagoa do Peixe.

PALAVRAS-CHAVE: Geoprocessamento, Dunas Transgressivas, Plantios de *Pinus* sp., Unidade de Conservação, Sítio Ramsar.

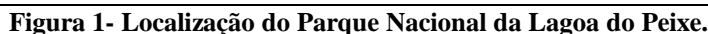
INTRODUÇÃO

O Parque Nacional da Lagoa do Peixe (PNLP) está localizado nos municípios de Mostardas e Tavares, no litoral médio do estado do Rio Grande do Sul entre a laguna dos Patos e o Oceano Atlântico (Figura 1). Esta região é parte integrante da Planície Costeira, uma grande planície aluvial formada por quatro ciclos de transgressões e regressões marinhas, condicionados pela alternância de períodos glaciais e interglaciais ocorridos no final do Cenozóico.

O PNLp foi criado o através do Decreto Nº 93.546/86, com área de 34.400 hectares, correspondendo a uma região com ecossistemas frágeis (banhados, campos de dunas, matas de restinga e lagoas de água doce e salobra). A sua criação teve como objetivo a proteção de amostra dos ecossistemas litorâneos da região da lagoa do Peixe e, particularmente, das aves migratórias, que encontram nesta região condições propícias para sua alimentação e repouso, durante seus voos anuais, assim como a preservação das áreas úmidas.

Os ecossistemas componentes desta estreita faixa de terra entre a laguna dos Patos e o Oceano Atlântico apresentam particularidades e atributos que lhes conferem grande importância em nível mundial. O PNLp, em 1991, entrou na Rede Hemisférica de Reserva de Aves Limícolas pela *International Association of Fish Wildlife Agency* na categoria de Reserva Internacional. Em 1992 foi tombado pela Secretaria de Cultura do Estado do Rio Grande do Sul, sendo incluído na Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, na categoria de Zona de Núcleo. Este diploma é concedido pela Unesco, dentro do Programa MAB (*Man and the Biosphere*) através do Comitê Brasileiro do Programa Homem e a Biosfera e representa o reconhecimento oficial da Unesco sobre a importância deste ecossistema para a sobrevivência da vida no planeta. Em junho de 1993, quando da adesão do Brasil como parte contratante à Convenção de Ramsar relativa à conservação de ambientes aquáticos de importância internacional, o PNLp foi incluído como mais uma área sob os auspícios deste Tratado, ratificando mais uma vez sua importância. Em 1998 o PNLp passou a ser considerado área piloto da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Rio Grande do Sul e, em 1999, Posto Avançado.

A lagoa do Peixe, uma das principais feições do parque, é na verdade, uma laguna que possui cerca 35 km de extensão, largura média de 1km e profundidade reduzida de aproximadamente 30cm, com água variando de doce a salina. De acordo com a época do ano - há intrusão de água do mar, que atravessa a barra e mistura-se com a água interior. A comunicação com o mar, porém, é periódica, ocorrendo atualmente através de abertura artificial da barra, nos meses de inverno, e persistindo até o início do verão quando, pelos ventos predominantes, sua desembocadura é bloqueada pela deposição dos sedimentos marinhos. O aspecto mais marcante no PNLp é a extrema variabilidade e mobilidade do ambiente em curtos períodos de tempo, estando esta associada aos parâmetros meteorológicos e a modificação acelerada da paisagem em função do vento.



Dentre os diversos conflitos ambientais existentes na região do PNLP, o aumento das áreas de plantio e dispersão de *Pinus* sp., no interior da área do Parque e no seu entorno, vem gerando inúmeras discussões. Através dos anos, essas ações antrópicas, modificaram a paisagem e o equilíbrio destes ecossistemas. Estas alterações na biodiversidade podem reduzir severamente a capacidade dos ecossistemas de responderem, com soluções viáveis, às mudanças naturais e ao impacto humano. A partir da criação do parque (em 1986), a continuidade destas atividades gerou inúmeros conflitos entre as comunidades locais e o órgão gestor (o IBDF, até 1989, o Ibama até 2007 e atualmente o ICMBio). Estas atividades continuam ainda hoje a alterar as feições e os ambientes desta importante unidade de conservação.

Neste cenário, um fator que importa analisar e que interfere na qualidade deste ambiente é o efeito dos plantios de *Pinus* sp. no avanço dos cordões de dunas na direção da lagoa do Peixe.

ANTECEDENTES DA ATIVIDADE FLORESTAL NA REGIÃO

A atividade florestal, principalmente com *Pinus* sp, teve início nos primeiros anos da década de 1970. Foi apoiada por incentivos fiscais do governo federal, à época por intermédio do IBDF e desenvolveu-se até meados dos anos 1980.

Às margens da lagoa do Peixe, no final da década de 1970, foram implantados monocultivos de *Pinus* sp. Além dos incentivos fiscais, a implantação e localização dos plantios de *Pinus* na região foram determinados pela existência de grandes áreas ociosas consideradas pelos produtores rurais como marginais, improdutivas ou de baixa produtividade, com relativa falta de interesse e/ou dificuldades de registros da posse dos imóveis rurais e pela rusticidade do *Pinus*.

Segundo Oliveira (2006) a oportunidade de utilização recursos financeiros de incentivos fiscais minimizaram ou eliminaram os riscos dos empreendimentos com *Pinus* sp. Um dos requisitos para análise dos projetos de implantação era o reconhecimento sobre a posse da terra, não importando se fosse campo de dunas, marismas ou até mesmo dunas marítimas ou lagunares. Sendo assim as implantações foram, muitas vezes, realizadas em situações de extrema limitação de desenvolvimento das plantas, resultando em cultivos de baixíssimo rendimento com deficiências de densidade, mortalidade e diâmetro das árvores.

Os plantios de *Pinus* sp. proliferaram-se com grande facilidade nos ambientes abertos e de elevada insolação da região, independente da fertilidade do solo. À medida que se desenvolvem formam agrupamentos gradativamente mais densos que produzem, em primeira instância, o sombreamento das plantas nativas de menor porte e, a médio e longo prazo, alterações químicas no solo que podem inibir o crescimento de espécies sensíveis. Por consequência, há redução das populações de espécies nativas e o risco do seu desaparecimento nessas áreas alteradas, por vezes de grandes extensões.

Extensão dos plantios de *Pinus* sp. e impactos sobre a biota do PNLP

O Plano de Manejo (Knak, 1999) reporta que à época de criação do parque já existiam na região dos municípios de Mostardas e Tavares áreas cultivadas com *Pinus* sp., em torno de 21.000 ha, estando a maior parte concentrada em Mostardas.

Oliveira (*op. cit.*) estimou, por meio de imagens TM-LandSat 5, para o interior e no entorno (de 10 km) do PNLP, uma área cultivada de cerca de 17.000 mil hectares de plantios efetivos e 3.700 ha de dispersões. No interior do parque existiam na época 1.452 ha e na área de entorno (10 km) 11.693 ha. As áreas remanescentes são florestamentos contíguos à faixa de 10 km de entorno do parque, existentes às margens da laguna dos Patos.

A silvicultura representa, atualmente, significativo elemento socioambiental e econômico na região do PNLP, ocupando mais de 10% do uso do solo nos municípios de Mostardas e Tavares (Figura 2). Desde a criação do PNLP, a área total de *Pinus* sp. na região quase que dobrou e, na área em estudo (entorno da lagoa do Peixe), a ampliação foi da ordem de 4 vezes, no mesmo período de tempo (Tabela 1).

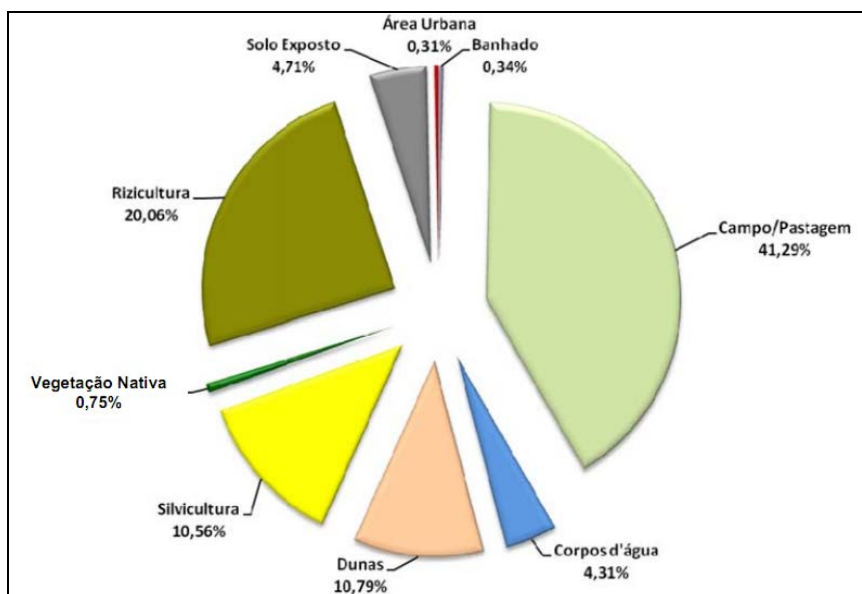


Figura 2 - Uso do solo na região do PNLP

Fonte: Moraes, 2009

Tabela 1 – Expansão da presença de *Pinus sp* na região do PNLP

Ano	1986	2009	Crescimento
Região			
Interior e entorno do PNLP	9.315 ha	17.000 ha	182%
Entorno da lagoa do peixe	61 ha	252 ha	413%

Fonte: Portz *et al.* (2011)

Segundo Guadagnin (2008), os plantios localizados às margens da lagoa do Peixe ocupavam uma área de aproximadamente 243 ha, numa extensão aproximada de 10,5 Km e largura média de 230 metros. Nesta mesma extensão, a lagoa ocupava uma área de cerca de 2.000 ha, com largura média de 2 Km e o campo de dunas frontal ao maciço uma área de 1.000 ha, com largura média de 1 Km. As dunas formadas pelo totapeamento de areia pelo maciço de *Pinus sp* ocupavam, no mesmo setor, uma área de 83 hectares, com largura média de 80m.

Estudos recentes realizados por Portz *et al.* (*op. cit.*) avaliaram a evolução da área cultivada com *Pinus sp.*, no interior e entorno, entre os anos de 1986 e 2009, utilizando imagens Landsat 5. Foi observado que a expansão dos polígonos isolados foi pouco expressiva, porém houve uma expansão lateral das áreas de plantio já existentes. A expansão ocorre de duas formas: i) pelo aumento de polígonos próximos ocasionando a conexão dos mesmos e ii) pela dispersão espontânea da espécie. Estas observações são confirmadas por Ibama (2012), onde foram contabilizados mais de um terço do pinus presente na região como sendo originado por dispersão (Figura 3).

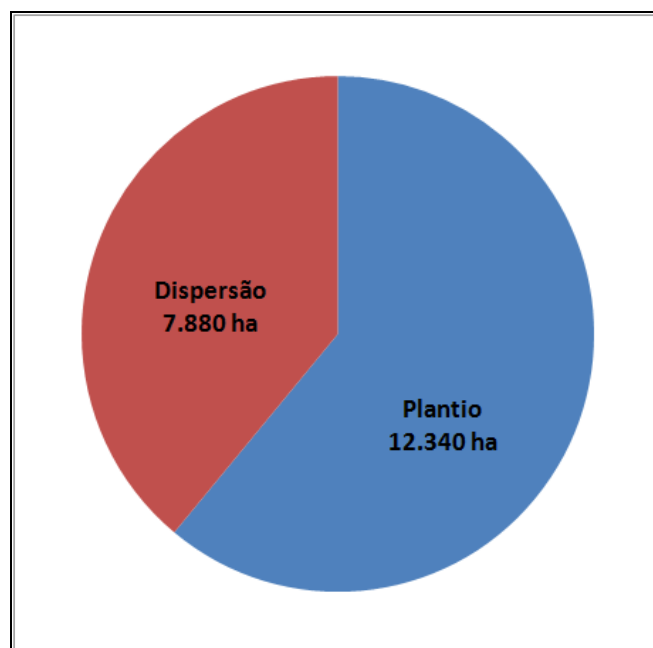


Figura 3 - Contabilização da presença de *Pinus sp* na região do PNLP

Fonte: Ibama, 2012

Diversos estudos foram conduzidos na região do PNLP de forma a avaliar os impactos ambientais dos plantios de *Pinus sp.*. Ambientes naturais foram comparados com aqueles com plantios e dispersões de *Pinus sp.*, no que concerne a riqueza e diversidade de espécies existentes no local. As invasões de *Pinus sp.* em ambientes lacustres tem efeitos negativos sobre, por exemplo, as comunidades de anuros (Machado *et al.*, 2012), macrófitas (Rolon *et al.*, 2011) e macroinvertebrados (Sternert *et al.*, 2012). Em todos estes estudos as diferenças no hidroperíodo é um dos principais fatores que contribuem na baixa riqueza e abundância das espécies em ambientes junto aos plantios de *Pinus sp.* Isto porque o hidroperíodo interfere em outras variáveis abióticas (oxigênio dissolvido, pH, nutrientes, etc) e em variáveis bióticas (produção primária, predação, competição, etc.), fatores que interferem na composição da fauna e da flora em áreas úmidas. A alta taxa de evapotranspiração, característica das espécies de pinus, reduz a disponibilidade hídrica no solo, acelerando os processos de drenagem de áreas úmidas.

O sucesso das espécies de pinus no processo de invasão nas áreas do PNLP e de seu entorno, é resultado de sua habilidade de colonizar habitats marginais e pobres em nutrientes como os da região. O crescimento rápido, alta competitividade em relação às gramíneas e aos arbustos lenhosos e o grande reservatório de sementes advindos das áreas plantadas nas décadas de 1970 e 1980 podem explicar a extensão da invasão. Na área ao longo da lagoa do Peixe o *Pinus sp.* encontra terreno fértil e tem sua colonização facilitada nas áreas baixas interdunas.

Procedimentos para a erradicação dos plantios de *Pinus sp.* do interior do PNLP.

Com o fito de modificar este cenário, o Ministério Público Federal – MPF ajuizou, em 2006, a Ação Civil Pública – ACP Nº 2006.71.00.013259-2/RS, contra o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, exigindo a adoção de medidas de proteção do ecossistema representado pelo PNLP, sobretudo quanto à presença de vegetação exótica no interior e entorno da unidade de conservação.

As primeiras colheitas efetivas dos plantios localizados às margens da lagoa do Peixe iniciaram-se em Abril de 2006. A empresa proprietária do plantio aprovou junto ao IBAMA/RS, o plano de corte da área. A colheita foi por diversas vezes interrompida e paralisada no início de 2008, em função de inúmeras dificuldades impostas

pelas condições de acesso aos plantios, condições atuais do ambiente e problemas relativos ao monitoramento da atividade. À época foram colhidos cerca de 40 hectares.

O ICMBio, com o intuito de retomar a colheita dos plantios do interior do parque e dar cumprimento às exigências da ACP, assinou, em julho de 2011, dois Termos de Compromisso Ambiental com três empresas da região, proprietárias de plantios no interior e em áreas contíguas ao PNLP, para erradicação desta espécie. A colheita das áreas, junto à lagoa do Peixe, iniciou em novembro de 2011 e vem sendo monitorada por servidores lotados no PNLP.

O objetivo deste trabalho é verificar a interferência do plantio de *Pinus* sp., na movimentação média das dunas localizadas junto à lagoa do Peixe e sua influência no assoreamento da laguna.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho é parte dos resultados preliminares do projeto *Avaliação da Qualidade da Água da Lagoa do Peixe e sua Interface com a Evolução do Cordão de Dunas Costeiras*, desenvolvido pelo PNLP/ICMBio e a Agência de Desenvolvimento da Bacia da Lagoa Mirim (ALM/UFPEL). O projeto teve, dentre outros objetivos mapear o cordão de dunas arenosas localizadas à margem da lagoa do peixe e avaliar os seus padrões de movimentação ao longo dos anos.

Dados

- Levantamento Aerofotogramétrico:

Foram utilizadas 165 fotografias aéreas em formato analógico com data de 2001, correspondendo a 5 faixas de voo da área de interesse. A digitalização foi realizada em Scanner métrico, com resolução estimada em 21 microns, gerando assim 165 imagens em formato digital. O “Certificado de Calibração da Câmara”, no qual constam todas as informações necessárias para que as imagens sejam utilizadas nos processos seguintes foi fornecido pelo Departamento Autônomo de Estradas e Rodagem (DAER, 2007).

Tabela 2 – Dados básicos das fotografias aéreas

Escala Nominal	1: 10.000
Câmara Aérea Utilizada	ZEISS RMK 15/23
Distância Focal Calibrada	152.706 mm
Ponto Principal de Auto Colimação	X= -0.026 mm Y=0.011 mm

- Imagens orbitais

Satélite CBERS 2b:

O satélite CBERS possui um conjunto de sensores ou instrumentos – WFI (Câmera de Amplo Campo de Visada), CCD (Câmera Imageadora de Alta Resolução), IRMSS (Imageador por Varredura de Média Resolução), e HRC (Câmera Pancromática de Alta Resolução) – a com alto potencial de atender a múltiplos requisitos de aplicações (INPE, 2013). Porém, cada um desses sensores tem características próprias que os tornam mais adequados a certas categorias de aplicações. Neste estudo, foram selecionadas imagens HRC, por ter banda espectral compatível e resolução espacial adequada à realização das análises desejadas.

Tabela 3 – Características da Câmara Pancromática de Alta Resolução - HRC

Banda espectral	0,50 - 0,80 μ m (pancromática)
Resolução espacial	2,7 x 2,7 m
Largura da faixa imageada	27 km (nadir)
Resolução temporal	130 dias na operação proposta

Programa LANDSAT-2

Lançado em 1975, ano em que o programa ERTS (Tecnologia em Satélites de Recursos Terrestres, em inglês) da NASA passou a se chamar LANDSAT. Foi substituído em 1982. Possuía dois sensores a bordo, o *Return Vidicon Beam* e *Multispectral Scanner System* (Retorno de Irradiação VIDICOM e Sistema de Scanner Multiespectral, respectivamente, em português.). Em cada sensor são captadas 4 bandas espectrais, correspondendo ao intervalos de 0.52–0.60 μ m na banda 1, 0.63–0.69 μ m na banda 2, 0.76–0.90 μ m na banda 3 e 0.95–1.3 μ m na banda 4. As dimensões de cada pixel é de 68 x 83m, sendo usualmente reamostrada em 60 x 60m (NASA 2013).

Programa LANDSAT-5:

Lançado em 1985, capta 7 bandas, sendo TM1 até TM5 (vermelho 0.45-0.52 μ m; verde 0.52-0.60 μ m; azul 0.63-0.69 μ m; infra-vermelho próximo 0.76-0.90 μ m; infra-vermelho médio 1.55-1.75 μ m), TM6 infra-vermelho thermal 10.4-12.5 μ m e TM7 2.08-2.35 μ m. Todas as TM têm as dimensões dos pixels dadas por 30 x 30m (NASA 2013).

Programa LANDSAT-7:

Lançado em 1999, tendo como inovação o sensor Enhanced Thematic Mapper Plus (Mapeador Temático Aprimorado Plus), identifica em 8 bandas diferentes, sendo a 8ª banda correspondente ao espectro pancromático (0.52-0.9 μ m). O pixel do ETM+1 até ETM+5 e ETM+7 tem dimensão de 30mx30m, ETM+6 de 60 x 60m, ETM+8 de 15 x 15m (NASA 2013).

Ferramentas e Softwares utilizados

O Software *GlobalMapper*® (GlobalMapper, 2013) foi responsável pela geração do mosaico ortorretificado nos parâmetros das imagens geradas à partir do aerolevantamento.

No Sistema de Informações Geográficas *ArcGis10*® (ARCGIS10, 2013) foram realizadas as etapas de georreferenciamento tanto quanto a parte da vetorização dos respectivos cordões de dunas para o cálculos dos avanços espaciais correlacionados aos temporais.

Seleção de documentos digitais

A pesquisa constituiu-se das seguintes etapas: I- garimpo de imagens; II- georreferenciamento das imagens das diversas datas; III- classificação manual por meio da vetorização das linhas de avanço dos cordões de dunas; IV- saída de campo e V- análise quali-quantitativa dos dados.

Para análise da evolução temporal dos cordões de dunas foi realizado um garimpo de imagens, buscando evidências das características do ambiente, anteriores e posteriores à implantação dos cultivos de *Pinus* na região, iniciadas no final da década de 1970. Foram utilizadas imagens multiespectrais do sensor TM do satélite Landsat 5 e CEBRS, adquiridas em diferentes datas, visando identificar a localização e a extensão dos cordões de dunas costeiras ao longo da lagoa do Peixe.

As imagens de satélite selecionadas foram extraídas do catálogo de imagens do INPE, referente aos anos 1980 (Landsat 2); 1990, 2005, 2010 e 2011 (Landsat 5) , 2000 (Landsat 7) e 2009 (CEBERS). Estas datas foram escolhidas tendo em vista a execução de mosaico que abrange toda área de estudo além da inexistência de nuvens nestes períodos.

A partir de fotos aéreas geradas de uma restituição aerofotogramétrica realizada em 2001 (DAER,2007), foi gerado um mosaico de alta resolução, projetado no Datum WGS84 entre as coordenadas 31° 00'S e 31° 29'S e 50° 54'W e 51° 11'W. A partir deste mosaico as outras cenas referidas foram georeferenciadas ao mesmo sistema cartográfico através do processo de co-registro, ou registro de imagem para imagem. A interpretação visual permitiu a definição de polígonos nas áreas de movimentação dos cordões de dunas.

Uma saída de campo foi realizada em setembro de 2012 para reconhecimento do local.

Georreferenciamento e Vetorização

Após a criação do mosaico e ajustes, se iniciou o trabalho no *Sistema de Informações Geográficas* ArcGIS 10. As imagens LANDSAT TM e CBERS foram georreferenciadas buscando referenciais de fácil localização e criando pontos de controle homogêneos para sobrepor as imagens, com Raiz Média Quadrática (RMS, em inglês) dos pontos de controle menores que 5, para uma melhor precisão. A interpretação visual das dunas permitiu a definição e vetorização das linhas frontais das dunas em todas as imagens. Adotou-se como referência para o fechamento dos polígonos a delimitação estabelecida pelo DAER (2007) para a linha do mar.

Para facilitar a interpretação das fotos foram utilizadas composições coloridas falsas, sendo para sensores TM R4G5B3 (espectro do infra-vermelho próximo no filtro vermelho, espectro do infra-vermelho médio no filtro verde e o espectro azul no filtro azul) e sensores MSS R4G2B3 (espectro do infra-vermelho próximo no filtro vermelho, espectro do vermelho no filtro verde e a do espectro azul no filtro azul).

O procedimento de delimitação das áreas identificadas como frente de avanço dos cordões de dunas foi realizado por meio de vetorização manual. Esse método demanda maior tempo, posto que cada polígono deve ser trabalhado individualmente além de exigir uma maior capacidade de interpretação das feições de avanço das dunas. Entretanto, acredita-se que os resultados são mais confiáveis, posto que as classificações automáticas e semi-automáticas incorrem frequentemente em erros.

RESULTADOS

A Figura 4 apresenta a comparação da imagem de 1980 com a imagem de 2011. A imagem de 1980 evidencia a larga faixa alagada, à margem da lagoa do Peixe, próximo da sua desembocadura. Atualmente esta área encontra-se ocupada pelos plantios de *Pinus sp.* (imagem de 2011 e no detalhe da imagem de 2001).

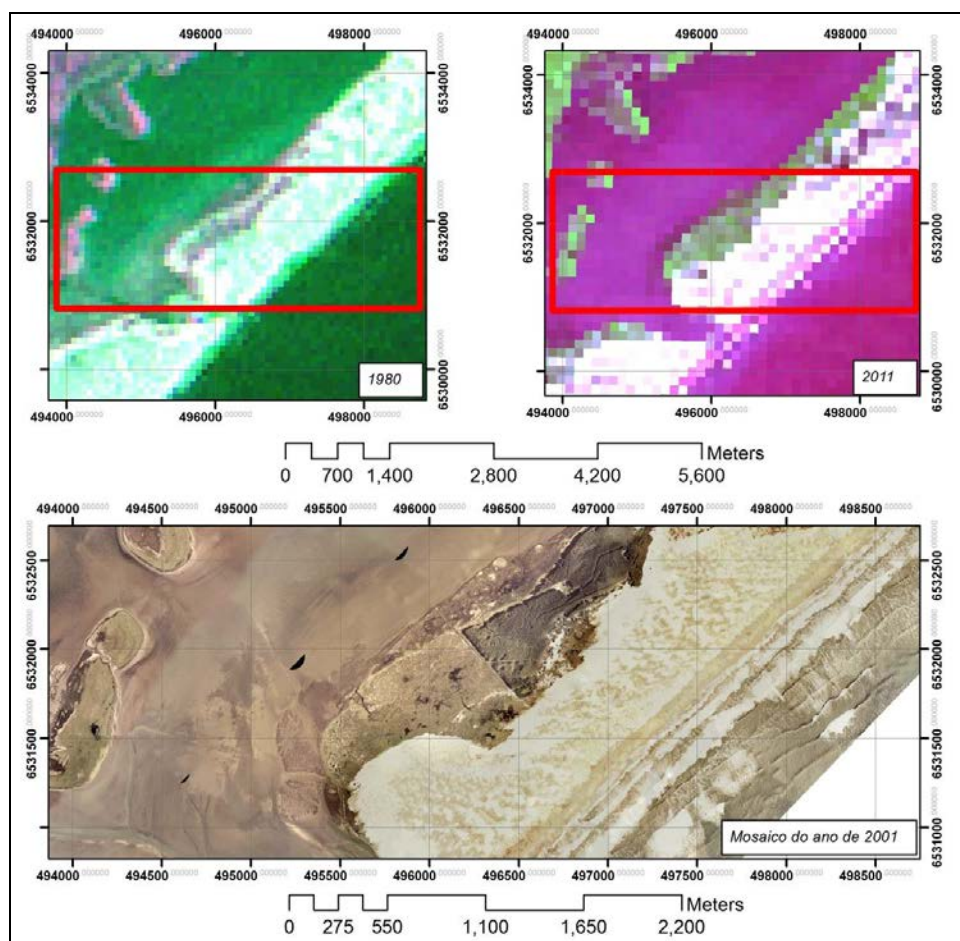


Figura 4 – Evidências da substituição de área alagada no entorno da lagoa do Peixe por plantios de *Pinus sp*

Para implantação dos talhões de *Pinus* foram abertos diversos canais para drenagem das áreas úmidas e lagos pluviais existentes em meio aos cordões de dunas. Estes canais podem ser facilmente observados na imagem de 2001. Este procedimento que objetivava a constituição de uma área propícia ao desenvolvimento desta cultivar provocou uma forte aceleração nos processos de assoreamento da lagoa do Peixe. A Figura 5 demonstra a comparação entre as frentes de dunas dos anos de 2001 e 2008 e evidencia a deposição de areia em áreas marginais aos plantios de *Pinus sp*, anteriormente ocupadas por campos nativos, ainda presentes na região. As Figuras 6 e 7 são fotos tiradas *in loco* das áreas mostradas na Figura 5, para comprovação do avanço dos sedimentos pelos valos de drenagem tanto como do avanço das dunas entre os plantios.

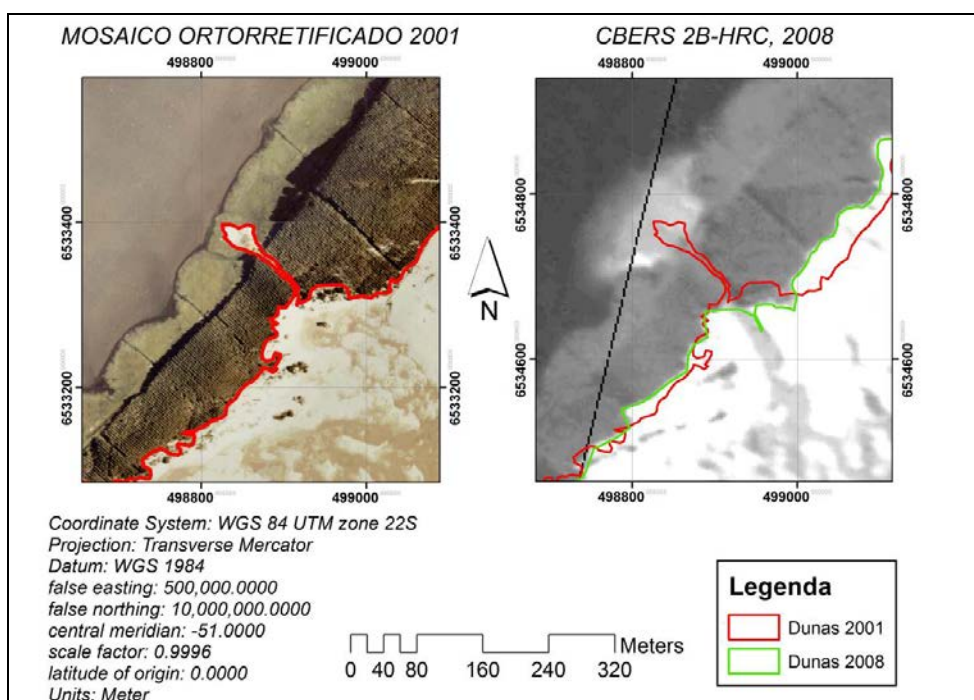


Figura 5 – Avanço de dunas pelos canais de drenagem existentes nas áreas de plantio.



Figura 6 – Crista de sedimentos formando uma pequena praia na margem da lagoa.



Figura 7 – Grande duna que já ultrapassa a linha dos plantios.

CONCLUSÕES

A análise da imagem de satélite de 1980 permitiu verificar a existência de cordões de dunas localizados junto à margem da lagoa do Peixe. Acredita-se que para o estabelecimento dos plantios junto à lagoa do Peixe estes cordões de dunas foram removidos, no todo ou parcialmente e drenadas as áreas de banhados e lagos existentes entre as dunas.

Com a abertura de inúmeros valos de drenagem, grandes quantidades de areia foram transportadas por via hídrica ao corpo lagunar. Estas medidas provavelmente aceleraram o processo de assoreamento da lagoa do Peixe.

Com o desenvolvimento destes plantios, criou-se um efeito de barreira o que alterou o transporte eólico de areia na camada limite. Este fato associado a drenagem das áreas úmidas teria modificado a evolução e o comportamento dos cordões de dunas, alterando a morfologia destas feições.

Desenvolver estudos que mensurem o transporte eólico de areia e a evolução dos cordões de dunas, bem como desenvolver modelos matemáticos que possam prognosticar as tendências futuras deste ambiente, a partir da colheita final destes plantios é de suma importância. Com isso pode-se adotar medidas que mitiguem os impactos que a retirada dos plantios acarretará ao ambiente da lagoa do Peixe.

Certamente a implantação dos plantios de *Pinus* sp. na região, causou sérios impactos ao ambiente natural, em particular à lagoa do Peixe. A erradicação destes plantios deverá ser realizada com a precaução necessária para garantir minimamente a fixação destas dunas e a sobrevivência da lagoa do Peixe e das espécies que dela dependem.

A erradicação destes plantios, do entorno da lagoa do Peixe, são oportunidades de realizar pesquisas que aprofundem e ampliem o conhecimento sobre os impactos que o monocultivo de *Pinus* sp. provoca em ambientes úmidos e espécies da fauna e da flora associadas. Tanto a mensuração de variáveis ambientais (hidroperíodo, riqueza e abundância de espécies indicadoras, níveis freáticos, transporte eólico de areia, análise multitemporal da progradação dos cordões de dunas, etc.) quanto a adoção de unidades demonstrativas para desenvolver técnicas para a substituição destes plantios pela vegetação de restinga original e de planos de monitoramento das áreas sob exploração poderão contribuir significativamente para o manejo desta cultura em outras áreas na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGENS. DAER/RS Demarcação física da poligonal limite do Parque Nacional da Lagoa do Peixe e levantamento cadastral das propriedades dentro desta poligonal. Relatório Final. 2007.
2. GUADAGNIN, D. L. Monitoramento ambiental do plano de corte de florestamentos de *Pinus* no Parque Nacional da Lagoa do Peixe. 3º Parecer Técnico. 2008.
3. IBAMA. Mapas dos Florestamentos no Entorno do Parque Nacional da Lagoa do Peixe. Porto Alegre: SIGMA/IBAMA-RS. 2012.
4. INPE. Satélite sino-brasileiro de recursos terrestres. Disponível em: http://cbers.inpe.br/sobre_satelite/cameras_imageadoras_cbers1e2e2b.php. Acessado em: 27/02/2013.
5. KNAK, R. B. (Coordenadora). Plano de Manejo do Parque Nacional da Lagoa do Peixe. IBAMA/FNMA/FURG/NEMA/UFPel. Brasília. 6 encartes, Unidade de Conservação e Zona de Transição Projeto Plano de Manejo PARNA Lagoa do Peixe, 1999.
6. LINO, C.F., ALBUQUERQUE, J.L.R., DIAS, H., SCHAFFER, W.B., PROCHNOW, M., LIMA, P.F. Anuário Mata Atlântica 2012. Panorama do cumprimento das Metas de Aichi – CDB 2020 na Mata Atlântica: Avanços, oportunidades e desafios. São Paulo: RBMA, 88p. 2012.
7. MACHADO, I. F., MOREIRA, L. F. B., MALTCHIK, L., 2012. Effects of pine invasion on annurans assemblage in southern Brazil coastal ponds. *Amphibia-Reptilia*. 33: 227-237.
8. MORAES, V. L. Uso do solo e conservação ambiental no Parque Nacional da Lagoa do Peixe e entorno (RS). Porto Alegre: 2009. Dissertação de mestrado - Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, 2009.

9. NASA. Landsat science – Technical Information. Disponível em: <http://landsat.gsfc.nasa.gov/about/technical.html>. Acessado em 13/03/2013.
10. OLIVEIRA, A. L. Levantamento das empresas florestadoras e tecnologia de produção nas áreas do Parque Nacional da Lagoa do Peixe, entorno e amortecimento. PNUD/IBAMA. Contrato 2004/002548, 51p. 2006.
11. 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. 01: 033-044. 2011.
12. ROLON, A. S., ROCHA, O., MALTCHIK, L. Does pine occurrence influence the macrophyte assemblage in Southern Brazil ponds? Hydrobiologia. 675: 157-165. 2011.
13. STERNET, C., BACCA, R. C., MORAES, A. B., ÁVILA, A. C., MALTCHIK, L. Negative effects of exotic pine invasion on macroinvertebrate communities in southern Brazil coastal ponds. Marine and Freshwater Research. 68: 283-292. 2012.
14. VILLWOCK, J. A. Geology of the coastal province of Rio Grande do Sul, Southern Brazil. A Synthesis. Pesquisas, 16:5-49. 1984.