

Aplicações e Princípios do Sensoriamento Remoto

Leonardo Tullio
(Organizador)



Atena
Editora

Ano 2018

LEONARDO TULLIO

(Organizador)

Aplicações e Princípios do Sensoriamento Remoto

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
A642	Aplicações e princípios do sensoriamento remoto [recurso eletrônico] / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. – (Aplicações e Princípios do sensoriamento remoto; v. 1) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-85107-54-3 DOI 10.22533/at.ed.543180210 1. Sensoriamento remoto. I. Tullio, Leonardo. CDD 621.3678
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

O conteúdo do livro e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Aplicações e princípios de Sensoriamento Remoto” aborda em seu primeiro Volume uma apresentação de 21 capítulos, no qual os autores tratam as mais recentes e inovadoras pesquisas voltadas para a área de Sensoriamento Remoto em suas diversas aplicações no meio urbano e rural.

O uso de imagens de satélite através do Sensoriamento Remoto está cada vez mais sendo utilizada para o planejamento e tomada de decisão rápida, visto que, a era tecnológica permite rapidez e confiança nos resultados. Contudo, sua utilização está na dependência de fatores de interação entre ambiente e sensor, que afetam nos produtos finais. Assim, sua qualidade depende de quatro tipos de resolução: temporal; espacial; espectral e radiométrica, que se referem a condição do satélite, isso deve ser levado em consideração no tipo de análise e o que pretende -se analisar.

Em contrapartida, a aquisição de imagens a nível terrestre já é possível com a utilização dos VANTES (Veículo Aéreo não Tripulado), porém fatores afetam seu movimento e resultam em imagens com pouca qualidade, estando diretamente na dependência do tipo de sensores acoplados. A análise por modelos e técnicas computacionais permite melhores e mais confiáveis resultados, que podem expressar a real condição. Porém, índices para comparação de variáveis ainda são desconhecidos e necessitam de trabalhos mais específicos para a geração de mapas interativos e virtuais.

Assim, o Sensoriamento Remoto é atualmente a área que mais cresce, visto a possibilidade da interação e tomada de decisão por meio de imagens e programas computacionais, tornando uma grande ferramenta em diversas áreas de atuação.

Por fim, espero que esta obra atenda a demanda por conhecimento técnico de qualidade e que novas pesquisas utilize-a de norte para traçar novos rumos para o Sensoriamento Remoto Aplicado.

Leonardo Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A DINÂMICA DE FOCOS DE CALOR NO ESTADO DO ACRE ENTRE OS ANOS DE 2004 E 2010	
<i>Juliana de Oliveira Tostes</i>	
<i>Márcio Rocha Francelino</i>	
<i>José Francisco de Oliveira Júnior</i>	
<i>Gustavo Bastos Lyra</i>	
CAPÍTULO 2	13
ADEQUAÇÃO DE BANCO DE DADOS E UTILIZAÇÃO DE ATRIBUTO DE HIERARQUIA NA GERAÇÃO DE ROTAS ÓTIMAS PARA O ESCOAMENTO DA PRODUÇÃO FLORESTAL	
<i>Júlia Vaz Tostes Miluzzi de Oliveira</i>	
<i>Pedro Sepulveda Neto</i>	
<i>Charles Marques de Souza</i>	
<i>Fausto Weimar Acerbi Junior</i>	
CAPÍTULO 3	25
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE OS MÉTODOS DE GERAÇÃO DE MDT APLICADO AO PARQUE AMBIENTAL VITÓRIO PIASSA - PR	
<i>Gabriel Roldo Gomes</i>	
<i>João Henrique Ferrarini</i>	
<i>Marcelle Luisa Calegari</i>	
<i>Danielli Batistella</i>	
<i>Priscila da Silva Victorino</i>	
CAPÍTULO 4	34
ANÁLISE DA DINÂMICA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E SUAS IMPLICAÇÕES COM O ZONEAMENTO DO SOLO URBANO NA BACIA DO RIBEIRÃO CAMBUÍ, SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP.	
<i>Paulo Roberto Belisário</i>	
<i>Maiara Resende Ribeiro</i>	
<i>Mario Valério Filho</i>	
CAPÍTULO 5	44
ANÁLISE DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA (RMG), NO PERÍODO DE 1986 A 2016	
<i>Joelson de Souza Passos</i>	
<i>Jepherson Correia Sales</i>	
<i>Gabriella Santos Arruda de Lima</i>	
CAPÍTULO 6	57
ANÁLISE ESPAÇO TEMPORAL DA ÁREA URBANA DE UM TRECHO DO RECIFE E REGIÃO METROPOLITANA ATRAVÉS DE ORTOFOTOCARTAS ANTIGAS E IMAGEM DO GOOGLE EARTH	
<i>Leonardo Carlos Barbosa</i>	
<i>Luiz Carlos Barbosa da Silva</i>	
<i>Laízy de Santana Azevedo</i>	
CAPÍTULO 7	66
ANÁLISE ESPAÇO TEMPORAL DE PARTE DE BAIRRO NOVO – OLINDA ENTRE 1986 A 2014 UTILIZANDO ORTOFOTOCARTA E ORTOFOTOS	
<i>Júlio César Albuquerque Simões Belo</i>	
<i>Mirelly de Oliveira Farias</i>	
<i>Carlos Alberto Borba Schuler</i>	

CAPÍTULO 8 75

ANÁLISE MULTITEMPORAL DA COBERTURA DE DUNAS AO LONGO DO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DO NORTE RS VIA DADOS TM LANDSAT 5

Jean Marcel de Almeida Espinoza
Deivid Cristian Leal Alves
João Augusto de Carvalho Ferreira
Jefferson Rodrigues dos Santos
André Bilibio Westphalen
Miguel da Guia Albuquerque

CAPÍTULO 9 83

ESTIMATIVA DO ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR DA CANA-DE-AÇÚCAR A PARTIR DE IMAGENS DO SATÉLITE LANDSAT-8 (OLI)

Rodrigo Moura Pereira
Dayanna Teodoro Quirino
Derblai Casaroli
Lucas Melo Vellame
Delvio Sandri

CAPÍTULO 10 98

ESTUDO DO DESFLORESTAMENTO E QUALIDADE AMBIENTAL A PARTIR DO USO DE TECNOLOGIAS EM SENSORIAMENTO REMOTO

Roberta Monique da Silva Santos
Stiffanny Alexa Saraiva Bezerra
Álefe Lopes Viana
Nelson Felipe de Albuquerque Lins Neto
José Roselito Carmelo da Silva

CAPÍTULO 11 115

EVOLUÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO SISTEMA ESTUARINO DA BAÍA DE VITÓRIA - SEBV E IMPLICAÇÕES PARA O GRADIENTE FLÚVIO-ESTUARINO.

Fernando Jakes Teubner Junior
Gilberto Fonseca Barroso

CAPÍTULO 12 131

ÊXODO RURAL E ESTADO DA VEGETAÇÃO NATIVA: DESENVOLVIMENTO DE UM INDICADOR SOCIOECONÔMICO E VALIDAÇÃO COM IMAGENS DE SATÉLITE NO MUNICÍPIO DE CANGUÇU - RS, BRASIL

Jefferson Rodrigues dos Santos
Júlia Borges Telmo
Lucas Munhoz Caseiro
Jean Marcel de Almeida Espinosa
João Augusto de Carvalho Ferreira

CAPÍTULO 13 142

FRAGILIDADE AMBIENTAL DE UMA MICROBACIA, VISANDO O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Sérgio Campos
Marcelo Campos
Thyellenn Lopes de Souza
Mateus Campos Leme
Mikael Timóteo Rodrigues

CAPÍTULO 14 152

IMAGEM DE REFLECTÂNCIA DE SUPERFÍCIE USGS COMO REFERÊNCIA PARA COMPARAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE CORREÇÃO ATMOSFÉRICA

Patricia Michele Pereira Trindade
Dejanina Luderitz Saldanha

<i>Waterloo Pereira Filho</i>	
CAPÍTULO 15	163
INFERÊNCIA DA PROFUNDIDADE DA ZONA EUFÓTICA E DO COEFICIENTE VERTICAL DE ATENUAÇÃO DE LUZ NA ÁGUA DA REPRESA MAUÁ, RIO TIBAGI/PR, A PARTIR DE IMAGENS MULTIESPECTRAIS LANDSAT-8/OLI	
<i>Adriana Castreghini de Freitas Pereira</i> <i>Paulo Henrique Marques de Castro</i>	
CAPÍTULO 16	174
MODELAGEM DE CORREDORES ÓTIMOS PARA INSTALAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS FERROVIÁRIOS COM O SOFTWARE LIVRE DINÂMICA EGO A PARTIR DE PRODUTOS GRATUITOS DE SENSORIAMENTO REMOTO	
<i>Felipe Ramos Nabuco de Araújo</i> <i>Jefferson William Lopes Almeida</i> <i>Ítalo Sousa de Sena</i> <i>Rodrigo Affonso de Albuquerque Nóbrega</i>	
CAPÍTULO 17	187
PLANEJAMENTO DE UNIDADES DE GESTÃO DIFERENCIADA EM PROJETO DE MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL NA AMAZÔNIA	
<i>Daniel de Almeida Papa</i> <i>Evandro Orfanó Figueiredo</i> <i>Alexandre Pansini Camargo</i> <i>Luiz Carlos Estraviz Rodriguez</i>	
CAPÍTULO 18	199
RELAÇÃO ENTRE RESPOSTA ESPECTRAL, BIOMASSA E ESTOQUE DE CARBONO EM OCORRÊNCIAS DE CERRADO NA PORÇÃO MINEIRA DA BACIA DO RIO PARDO: ESTUDO PRELIMINAR	
<i>Ronaldo Medeiros dos Santos</i> <i>Vinícius Orlandi Barbosa Lima</i> <i>Marcelo Rossi Vicente</i> <i>Talita Moreira Câmara</i> <i>Cecília Cristina Almeida Mendes</i> <i>Diana Marques Silva</i> <i>Gesiane Simara Barbosa</i>	
CAPÍTULO 19	209
SENSORIAMENTO REMOTO NA CULTURA DO ALGODÃO	
<i>Ziany Neiva Brandão</i> <i>João Henrique Zonta</i> <i>Luciano Shozo Shiratsuchi</i>	
CAPÍTULO 20	225
TEMPERATURA DE BRILHO POR MEIO DE IMAGENS LANDSAT-8 NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL TIETÊ NO ESTADO DE SÃO PAULO	
<i>Adriana Fantinati Conceição</i> <i>Denivaldo Ferreira de Souza</i> <i>Pedro Enrico Salamim Fonseca Spanghero</i> <i>Lindon Fonseca Matias</i>	
CAPÍTULO 21	235
UTILIZAÇÃO DE IMAGENS CCD-CBERS-2B NA ANÁLISE DOS ALINHAMENTOS GEOLÓGICOS DA PROVÍNCIA PEGMATÍTICA BORBOREMA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE	
<i>Paulo Sérgio de Rezende Nascimento</i>	
SOBRE O ORGANIZADOR	248

ANÁLISE MULTITEMPORAL DA COBERTURA DE DUNAS AO LONGO DO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DO NORTE RS VIA DADOS TM LANDSAT 5

Jean Marcel de Almeida Espinoza

Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Rio Grande do Sul
Rio Grande – RS

Deivid Cristian Leal Alves

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, PPG Geociências
Porto Alegre – RS

João Augusto de Carvalho Ferreira

Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Rio Grande do Sul
Rio Grande – RS

Jefferson Rodrigues dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Rio Grande do Sul
Rio Grande – RS

André Bilibio Westphalen

Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Rio Grande do Sul
Rio Grande – RS

Miguel da Guia Albuquerque

Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Rio Grande do Sul
Rio Grande – RS

sensor TM/LANDSAT 5 dos anos de 2005, 2006, 2009 e 2011. Com essas imagens, calculou-se o índice de neve/branco por diferença normalizada (NDSI), classificado por limiares, o que resultou em uma imagem de duna para cada data. Essas imagens foram utilizadas em conjunto com a técnica de detecção de mudanças para analisar variações na cobertura de dunas ao longo da área para os períodos de interesse. A perda na área de dunas encontrada é consequência da ocupação humana e, principalmente, das mudanças na cobertura vegetal, causadas pela inserção de espécies exóticas (pinus e eucalipto). A subtração na área do campo de dunas observada totalizou uma quantidade de cerca de 13.000 hectares. Esses dados, no entanto, ainda não são suficientes para esclarecer hipóteses sobre a dinâmica da área. As perdas nos campos de dunas totalizaram taxas médias de cerca de 2000 hectares ao ano, seguindo o padrão dos ventos de nordeste (NE).

PALAVRAS-CHAVE: Sensoriamento remoto, processamento de imagens, geologia, dunas.

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo determinar a variação da cobertura dunar ao longo da área do município de São José do Norte, RS entre os anos de 2005 e 2011. Para isso, foram empregadas imagens orbitais do

ABSTRACT: The present work was to determine the variation of the dune cover along the area of the municipality of São José do Norte, RS between the years of 2005 and 2011. For that, TM-Landsat 5 orbital images of the years 2005, 2006, 2009 and 2011. With these images, the

normalized difference snow index (NDSI), classified by thresholds, was calculated, which resulted in a dune image for each date. These images were used together with the technique of detection of changes to analyze variations in the coverage of dunes along the area. The loss on the dune area is a consequence of human occupation and, mainly, changes in vegetation cover, caused by the insertion of exotic species (pinus and eucalyptus). The subtraction in the area of the dune field observed totaled an amount of about 13000 hectares. These data, however, are not yet sufficient to clarify hypotheses about the dynamics of the area. The losses in the dune fields totaled average rates of around 2000 hectares / year, following the pattern of the north-easterly (NE) loam winds.

KEYWORDS: remote sensing, image processing, geology, dunes.

1 | INTRODUÇÃO

A cobertura de dunas é caracterizada por grandes depósitos de areias oriundas de transporte eólico, em forma de leito e com área que não exceda 125km² (Pye e Tsoar, 2009). Silva et al. (2015) e Giannini et al. (2005) ressaltam que as dunas costeiras são megaformas de areias transportadas caracterizadas como dunas eólicas simples e/ou compostas, que migram da praia rumo ao interior, sendo por isso designados campos de dunas transgressivos (i.e., transgressive dunes) e formadas por sedimentos outrora trazidos por ação das ondas até a costa.

Segundo Manso et al. (2001), dois fatores caracterizam os depósitos eólicos costeiros: o estoque de sedimentos disponíveis para o transporte eólico e o regime de ventos.

Este estudo fez uso de cenas do sensor orbital Thematic Mapper (TM – satélite LANDSAT 5) de resolução espacial e 30m, cobrindo a área do município de São José do Norte/RS para os anos de 2005, 2006, 2009 e 2011 com o objetivo de quantificar a alteração na cobertura de dunas ao longo da área do município, através da aplicação da técnica de detecção de mudanças.

O estudo das alterações sobre a cobertura de dunas local aponta indícios de alterações no uso do solo, bem como alterações sobre os ecossistemas presentes, principalmente por ação humana.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Sequencialmente, cada uma das cenas passou pelos procedimentos de pré-processamento, constituídos descritos pelo fluxograma metodológico (Fig. 1). Esses passos são discutidos em sequência.

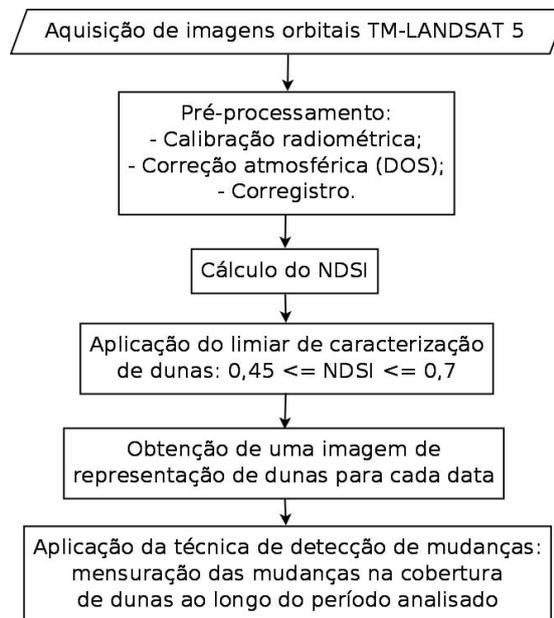


Figura 1: Fluxograma metodológico.

2.1 Aquisição dos dados

Para a análise multitemporal utilizaram-se imagens orbitais do sensor TM-LANDSAT 5 para os anos de 2005, 2006, 2009 e 2011. Obtidas no repositório eletrônico do Serviço Geológico Americano ([www://earthexplorer.gov](http://earthexplorer.gov)). As imagens foram obtidas sem custos, em formato TIFF e nível de processamento L1T (Fig. 2).

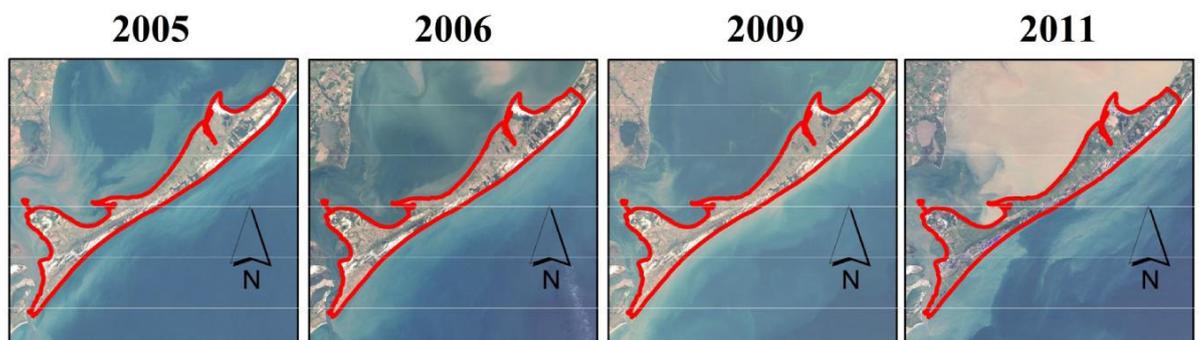


Figura 2: Cenas TM-LANDSAT 5 utilizadas

2.2. Pré-processamento

1º passo de pré-processamento: Calibração

A correção radiométrica dos dados consiste na transformação dos valores pictóricos da imagem de contadores digitais (CD) para valores de radiância espectral. Para a calibração radiométrica foi utilizado o software ENVI, empregando o algoritmo de calibração proposto por Jensen (2012) – equação:

$$L = a \cdot CD_{i,j} + b$$

Onde,

- a: Coeficiente linear de relação entre os níveis de radiância e os níveis de representação dos contadores digitais de cada pixel. Também chamado de ganho do sensor;

- b: Menor valor de radiância registrado pelo sensor em condição de ausência de exposição. Também chamado de Offset;

- $CD_{i,j}$: representa o valor de intensidade do pixel em contadores digitais, referente a um pixel na posição (i, j);

Com o emprego desta equação sobre os valores dos contadores digitais de uma imagem aplica-se a transformação dos valores de cada unidade pictórica da cena para uma escala de radiância. Essa transformação dos valores dos pixels de contador digital (CD) para valores de radiância é realizada empregando os fatores de calibração presentes nos metadados da imagem.

2º passo de pré-processamento: Correção atmosférica

A correção atmosférica foi empregada com o intuito de reduzir os efeitos de dispersão atmosférica, bem como aprimorar o contraste e reduzir os erros sobre os dados-imagem utilizados. Para tanto, foi empregada a técnica de subtração do pixel negro (Dark Object Subtract - DOS). No DOS a interferência atmosférica é estimada diretamente a partir dos contadores digitais (CD) da imagem. Para a aplicação desta técnica não há a necessidade de se obter dados sobre as condições atmosféricas na data de obtenção das imagens .

O DOS assume que existem alvos (pixels) negros nas imagens (e. g. sombras e água profunda), onde os valores se aproximariam ao máximo do CD (contador digital referente ao pixel da imagem) mais baixo na imagem, equivalente a cerca de 1% de refletância. Porém, os valores desses pixels representam valores de CD superiores aos esperados, consequência do espalhamento atmosférico, e por isso esses pixels escuros servem de referência para a correção do espalhamento atmosférico.

Portanto, para vias de correção executou-se a determinação estimada dos valores para um alvo de referencia (pixel negro) e, então, subtraiu-se cada banda espectral pelo respectivo valor de referência. Como resultado, obteve-se uma cena reduzida dos efeitos atmosféricos.

3º passo de pré-processamento: Corregistro

A correção geométrica das cenas visou a representação espacial dos dados em um sistema de coordenadas geográficas padrão, garantindo a coincidência espacial.

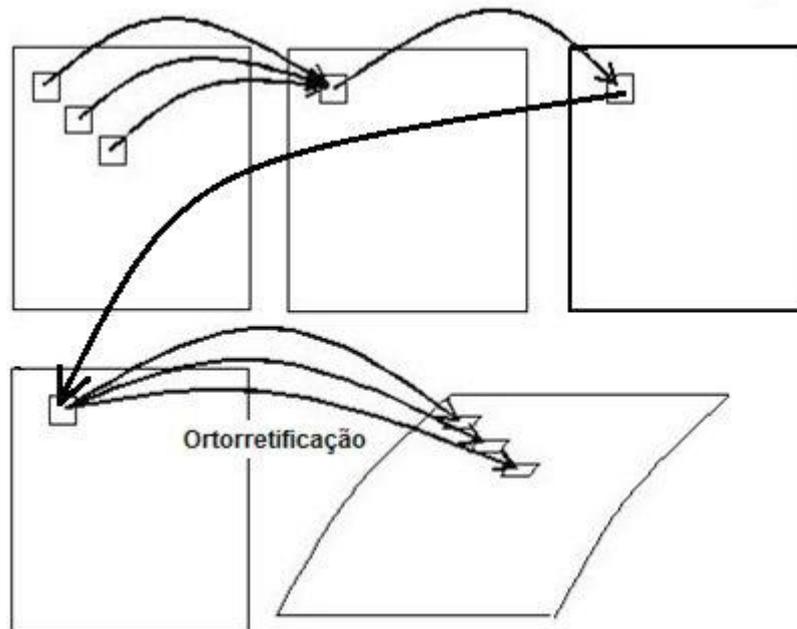


Figura 3: Representação do processo de correção de registro

O correção dos dados foi realizado junto ao software ENVI que aplica os seguintes passos de processamento sobre as imagens:

1. Aquisição de pontos de controle homólogos entre as cenas;
2. Cálculo da matriz de transformação espacial para a imagem ajustada em relação a imagem-base;
3. Correção da cena.

Com este processo, cada cena utilizada foi representada em um sistema de coordenadas geográficas padrão, permitindo correlacioná-las espacialmente (i.e., UTM-WGS84- 17S). O processo constituiu a última etapa de pré-processamento imposta aos dados

2.3. Processamento

2.3.1 Cálculo do NDSI

Para determinação das áreas de duna, foi executado o cálculo do índice de neve ou branco (NDSI – Normalized-Difference Snow Index) para cada cena, a partir do que propôs Hall et. al (1995). Para o sensor TM, o cálculo é feito através da expressão:

$$\text{NDSI} = (\text{B2} - \text{B5}) / (\text{B2} + \text{B5})$$

Os valores de NDSI determinados ficaram compreendidos entre -1 e +1. A aplicação de limiares entre 0,45 e 0,7 foi adotado como o intervalo correspondente à área de dunas de interesse para todas as cenas. A partir daí foi determinada a área de

dunas para cada cena. .

2.3.2 Detecção de mudanças na cobertura de dunas

O cálculo do ganho e/ou perda de dunas consistiu a relação aritmética simples de variação de área (ΔA), indicada na equação seguinte, onde quando ΔA é positivo tem-se que a região sofreu ganho, quando negativo a região sofreu perda.

$$\Delta A = A_f - A_i$$

Onde, **A_f** equivale à área na data final do levantamento e **A_i** corresponde à área na data inicial do levantamento. Com isso, foi gerada uma imagem de mudanças para a cobertura de dunas em cada intervalo analisado.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Atualmente, o campo de dunas móveis da área de estudo apresenta cerca de 47,34 km². Essa área atual é decorrência de forte redução na cobertura de dunas, de modo que é possível identificar que, ao longo dos anos, há perda das células sedimentares que gradativamente reduziram o campo de dunas, interiorizando os sedimentos no campo de dunas transgressivas. Atualmente, esta dinâmica natural encontra-se comprometida devido a implantação de vegetação exótica (pinus).

Quanto a morfologia desses conjuntos de dunas, é possível afirmar que as subáreas ocorrem dunas que progridem para o interior do continente no sentido NE, denotando assim que os ventos que sopram no quadrante NE são os de maior competência no transporte eólico (75% dos dias do ano para a região).

Em 6 anos de observação, há resultante negativa sedimentos nos campos de dunas, deste modo pode-se dizer que para os intervalos de 2005-2006, 2006-2009 e 2009-2011 houve constante perda de área de dunas. Os dados de mudança na cobertura de dunas estão presentes nas Figuras 4 e 5.

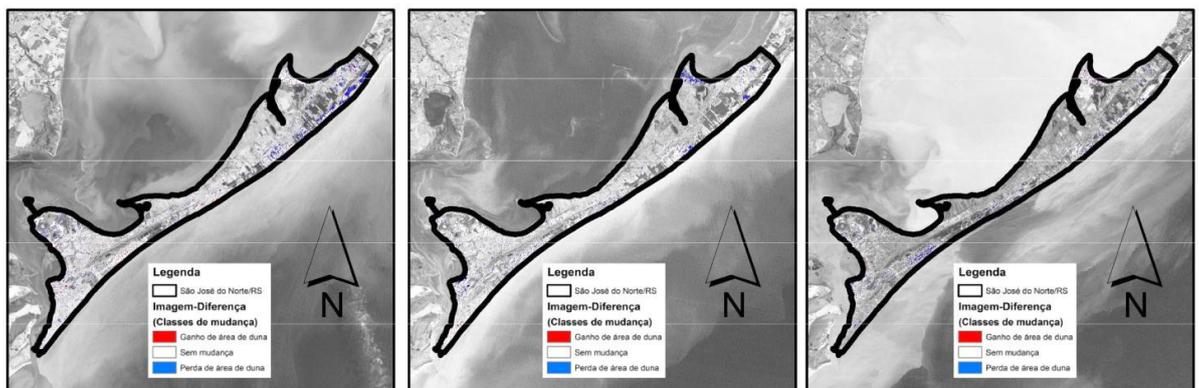


Figura 4: Áreas de duna entre os anos de 2005-2006, 2006-2009 e 2009-2011.

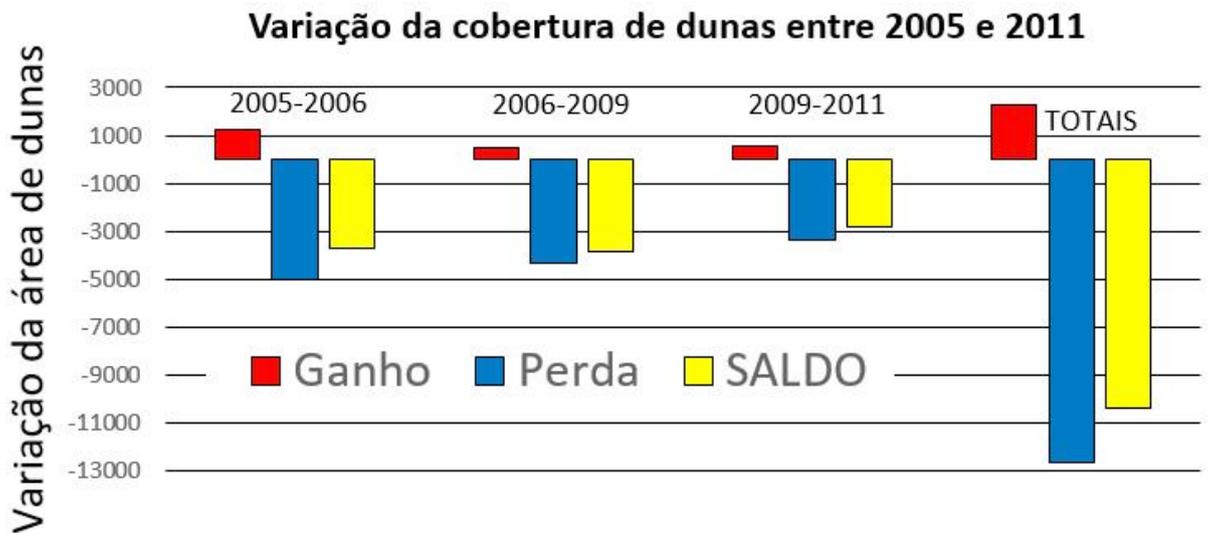


Figura 5: Gráfico de representação da variação de área de dunas

A subtração na área do campo de dunas é observada de maneira evidente para todo o período, totalizando um montante de cerca de 13000 hectares. Esses dados, contudo, não são ainda suficientes para esclarecer as hipóteses sobre a dinâmica da área. As áreas de perda dos campos de dunas totalizaram taxas médias da ordem de 2000 hectares/ano.

Essa avaliação também permitiu espacializar as áreas onde predominam as perdas de área de dunas. Como esperado, as maiores perdas concentraram-se no principal barlavento destes campos de dunas (a NE), ao passo que os maiores ganho concentram-se no seu principal sotavento (a SW) (Figura 4)

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante os 6 anos de observação, pode-se afirmar que as dunas eólicas do município de São José do Norte/RS são megaformas em constante processo de expansão rumo a Lagoa dos Patos, muito embora ocorram episódios de perda de sedimento ao longo desse período. A ocorrência de perdas ao longo da área apresenta-se como o maior responsável pela manutenção do quadro de redução observado.

Essas informações, contudo, ainda insuficientes para estabelecer a compreensão definitiva das causas das modificações ocorridas, o que definiria a evolução da área de estudo. Estudos futuros devem acompanhar essa evolução em diferentes escalas temporais, longo e curto prazo, de modo a integrar com os dados meteorológicos, observando-se os efeitos da sazonalidade e de eventos climáticos regionais e globais sobre o padrão evolutivo dessas megaformas.

REFERÊNCIAS

AMARO, V. E. ; GOMES, L. R. S. ; LIMA, F. G. F. ; SCUDELARI, A. C. ; NEVES, C. F. ; BUSMAN, D. V. ; SANTOS, A. L. S. . **Multitemporal Analysis of Coastal Erosion Based on Multisource Satellite Images, Ponta Negra Beach, Natal City, Northeastern Brazil**. Marine Geodesy, v. 00, p. 01-25, 2014.

ARAÚJO, V.D. **Caracterização Geológica Tridimensional e Monitoramento de Dunas no Litoral Oriental do Rio Grande do Norte**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica – PPGG), UFRN. Natal, RN, dezembro de 2006.

CASTRO, A. F. ; AMARO, V. E. ; SOUTO, M.V.S. ; GRIGIO, A. M. ; FREITAS, C.C.M. . **Modeling and development of a computational system for evaluation of the coastal dynamics of Macau area, Rio Grande do Norte State, Brazil**. Journal of Coastal Research, v. 1, p. 1648-1652, 2011.

FRANCO, C. G. M. ; AMARO, V. E. ; SOUTO, M. V. S. . **Prognóstico da erosão costeira no litoral setentrional no Rio Grande do Norte para os anos de 2020, 2030 e 2040**. Revista de Geologia (Fortaleza), v. 25, p. 37-37, 2012.

GIANNINI, P.C.F. ; ASSINE, M.L. ; BARBOSA, L.M. ; BARRETO, A.M.F.; CARVALHO, A.M. ; CLAUDINO-SALES, V. ; MAIA, L.P. ; MARTINHO, C.T; PEULVAST, J-P.; SAWAKUCHI, A.O; TOMAZELLI, L.J. **Dunas e Paleodunas** Eólicas Costeiras e Interiores. Quaternário do Brasil. Holos, Editora. Ribeirão Preto, 2005. 235-257.

FERNANDES, L.R.; AMARAL, R.F. **Paisagem costeira do litoral oriental do estado do Rio Grande do Norte (Brasil): evolução temporal e padrões espaciais dos campos de dunas móveis**. Revista da Gestão Costeira Integrada. Portugal, 2013.

FERREIRA, A.T.S. **Geoprocessamento de dados meteo-oceanográficos (cor do oceano e temperatura da superfície do mar) aplicado ao monitoramento ambiental na costa setentrional do Rio Grande do Norte**. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica – PPGG), UFRN. Natal, RN, setembro de 2009, p. 6-7.

MUEHE, D. 2005. **Aspectos gerais da erosão costeira no Brasil**. Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 04, número 07, 2005.

PYE, K. ; TSOAR, H. **Eolian Sand and Sand Dunes**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Berlin, 2009
SOUZA, C. R. G. (Org.) ; SUGUIO, K. (Org.) ; OLIVEIRA, P. E. (Org.) ; Oliveira, A. M. S. dos (Org.)
. **Quaternário do Brasil. 1. ed.** Ribeirão Preto: Holos Editora Ltda, 2005. v. 01. 378p .

SOBRE O ORGANIZADOR

Leonardo Tullio Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais-CESCAGE/2009), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR/2016). Atualmente, é professor colaborador do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, também é professor efetivo do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE. Tem experiência na área de Agronomia – Geotecnologias, com ênfase em Topografia, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. E-mail para contato: leonardo.tullio@outlook.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-85107-54-3



9 788585 107543