Análise sinóptica da sedimentação da Baía de Paranaguá-Pr por meio de processamento digital de imagens livres: Um exercício prático

Alzir Felippe Buffara Antunes [1]
Flavia Rodrigues [1]

[1] Universidade Federal do Paraná- UFPR
Departamento de Geomática
Curitiba-Pr
felipe@ufpr.br; flavia.ufpr@gmail.com

Abstract. This paper presents how free images and remote sensing basic concepts could be useful of natural disaster analysis. The coastal zone of Parana State has suffered of landslid and flooding on March 2011 causing a sever damage to the environment. The interpretation and processing of images before and after of natural disaster could be an interesting tool. The methodology applied takes into account the use Landsat TM5 and remote sensing basics concepts to generate landuse map in order to evaluate the sedimentation process in Paranagua's Bay. During the basic course of remote sensing and Gis student should select a case of study and apply all he learned. This case of study was the sedimentation process after a flood and landslid. Using satellite imagery in combination with GIS and on-the-ground studies, it is possible to generate maps of likely occurrences of future landslides and sedimentation of rivers a bays delta. The result of this pedagogical experience is promising because applied remote sensing lesson can encourage new engineers to use those techniques in their professional life and strengthen the culture of use GIS and Remote Sensing as means of decision making.

Palavras-chave: remote sensing education, classification, sedimentation.

1. Introdução

Os alunos da disciplina SIG e Sensoriamento Remoto Aplicado ao Meio Ambiente, ofertado pelo Departamento de Geomática da UFPR ao Curso de Engenharia Ambiental, devem desenvolver sempre um trabalho prático real. Neste caso foi escolhido um pelo aluno um tema referente ao desastre natural ocorrido no Litoral do Paraná em 2011, onde houve deslizamento de terra após fortes chuvas.

O processo de sedimentação da Baía de Paranaguá vem aumentado no decorrer dos anos, como citado por Boldrini (2006), nos últimos 30 anos, assoreou seis metros. Como a baía faz parte do Complexo Estuarino de Paranaguá, o qual tem grande importância econômica por nele estarem localizados os portos de Antonina e Paranaguá, isto deveria ser de grande interesse para as autoridades portuárias pelo fato de dragagens no Porto de Antonina serem necessárias mais constantemente. Este acúmulo de sedimentos pode ainda inviabilizar outras atividades, como a pesqueira, trazendo prejuízos à população e ainda alterar a dinâmica natural da fauna e flora existentes nestas áreas.

O assoreamento em estuários ocorre de maneira natural, devido à erosão das margens da costa e ainda pelo carregamento fluvial ou marítimo de sedimentos. Mas o homem pode ter grande influência sobre essas fontes, ao mudar a cobertura vegetal da terra ou mesmo em retirar esta, ocorrendo um desequilíbrio natural que pode mudar a vazão dos cursos d'água e ainda aumentar esta taxa de sedimentação. Segundo Santos (1952), desde o início do século XX, atividades de exploração próximas às matas ciliares vêm sendo observadas, sendo desde então possíveis fontes potenciais deste assoreamento. Aliado a esta problemática houve o deslizamento de terra devido a enxurradas ocorrido em março de 2011 que acelerou o processo de sedimentação da baia.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral

Graças aos conhecimentos adquiridos na disciplina de SIG e Sensoriamento Remoto Aplicado, 90 horas semestral, almejou-se aplicar os conhecimentos adquiridos para mapear a evolução da sedimentação da baía de Paranaguá antes e depois do desastre natural de 2011.

2.2. Objetivos Específicos

- Classificar as imagens livres LANDSAT TM 5, de 2010 e 2011 com ênfase aos sedimentos;
- Quantificar as alterações ocorridas após o fenômeno natural e avaliar os resultados obtidos.;
- Verificar a aprendizagem por meio de um exercício real e pratico na área de Engenharia. Identificar causas e mapear possíveis fontes intensificadoras do assoreamento.

3. Metodologia Adotada

A metodologia baseia-se duas imagens classificadas de diferentes épocas a fim de avaliar a sedimentação ocorrida na Baia de Paranaguá no período de 2010 a 2011.

Cada tópico do conteúdo programático foi trabalhado com imagens da região e acrescentado o princípio ambiental proposto. Assim foi possível evidenciar através da classificação de imagens livres de satélite, no caso LANDSAT TM 5 disponíveis nas datas demandadas.

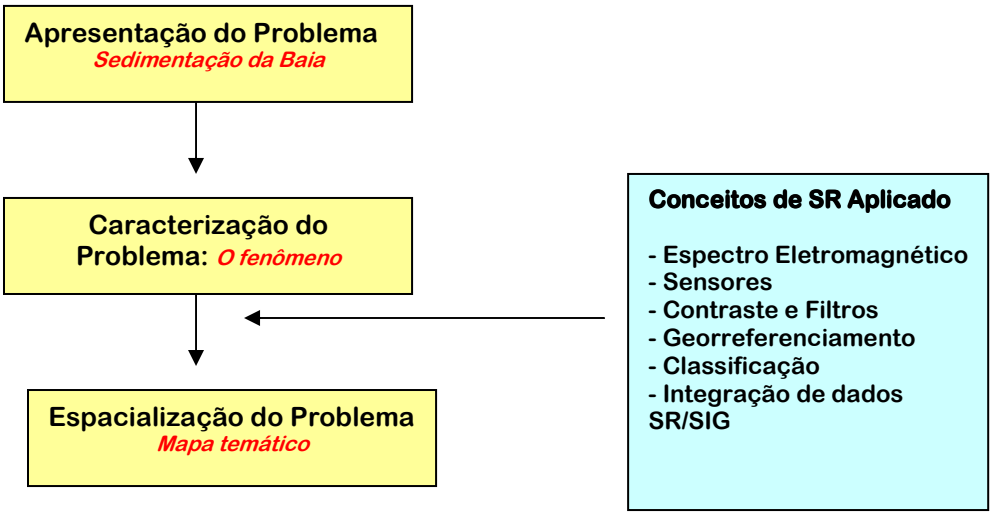


Figura 1- O fluxograma abaixo mostra de maneira simplificada a relação entre o tema escolhido para o desenvolvimento do conteúdo das disciplina (Adaptado:Antunes, 2011).

3.1. Problema e Motivação

Em todo o mundo a freqüência de desastres naturais vem aumentando consideravelmente. O crescimento populacional, a segregação espacial, a ocupação em áreas de risco e as

mudanças climáticas, estão entre os principais fatores causadores deste aumento (Marcelino et al., 2006).

O Quarto Relatório publicado pelo IPCC, menciona que no Brasil a tendência à desastres naturais como tempestades e precipitações intensas na região Sul e Sudeste continuem aumentando (IPCC, 2007). No Paraná em março do ano de 2011 as cidades litorâneas de Antonina, Morretes, Guaratuba e Paranaguá sofreram um significante desastre natural causado por um grande período de chuvas intensas. Os municípios de Antonina e Morretes foram os mais afetados, ficando em situação de emergência, cerca de 1000 pessoas ficaram desabrigadas e ocorreram algumas mortes.

Antonina a maior enchente em 39 anos, em conseqüência de tudo isto, o transporte de sedimentos que já ocorria naturalmente na Baia de Paranaguá, aumentou significativamente devido aos inúmeros deslizamentos que ocorreram na Serra do Mar, nos próprios morros urbanos e também pelos sedimentos e materiais carregados pela chuva para os rios da região, principalmente o Rio Nhundiaquara, o qual deságua na própria Baia.

Com isto resolveu-se dar ênfase neste período e estudar qual foi a incidência destes fatos para o aumento do assoreamento na Baia- ter uma visão geral do fenômeno afetou a região.

3.2. Área de Estudo

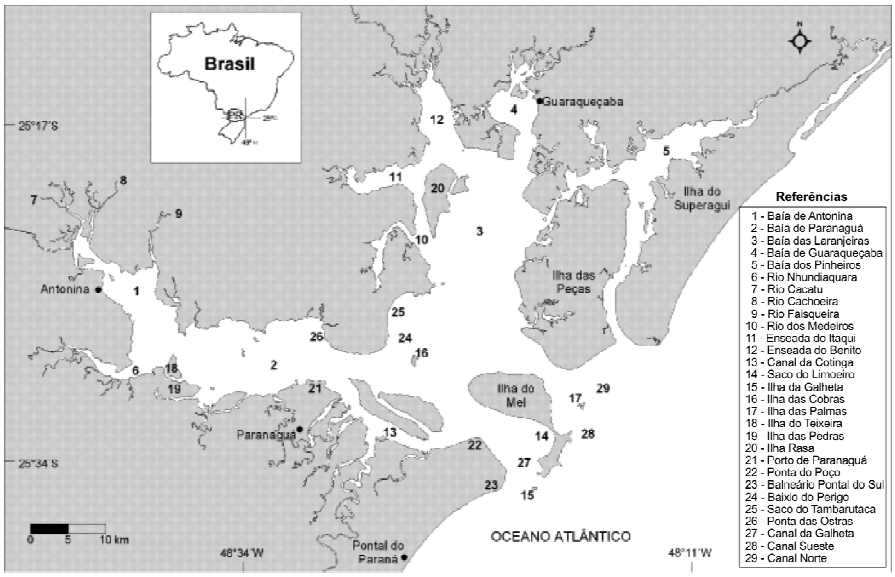
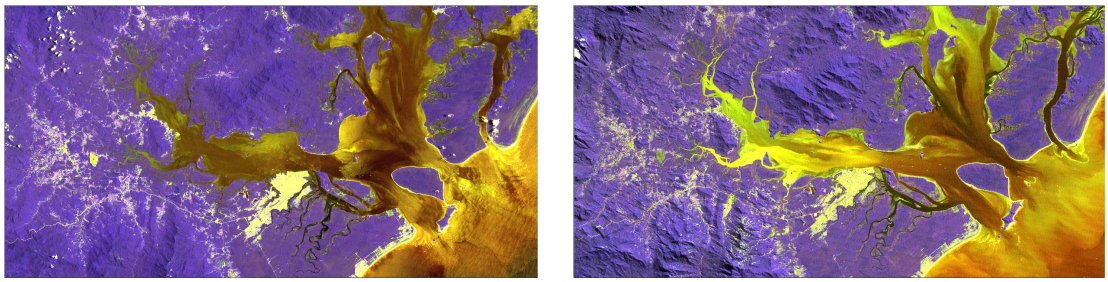


Figura 2- Complexo estuarino lagunar da Baia de Paranaguá (LAMOUR, M. R et al 2004)

A área escolhida para realizar os estudos propostos é a Baía de Antonina, a qual faz parte do complexo estuarino de Paranaguá (25° 10 - 35' S e 48° 20 - 45' W, PR, Brasil) (figura 2), o qual está situado no Litoral Paranaense e é onde se situam os principais portos do Estado, Porto de Antonina e de Paranaguá. O complexo também compreende as Baías de Paranaguá, Laranjeiras, Pinheiros e Guaraqueçaba. Este conecta com o oceano por três canais principais: o do Norte e o da Galheta, os quais são separados pela Ilha do Mel; e o canal do Superagui, localizado entre a Ilha de Superagui e a Ilha das Peças, possuindo uma área de 601 km2, somente a Baía de Antonina possui uma área de cerca de 1.000 km2, com uma área de drenagem de 1.621,5 km2.

3.2- Materiais

Imagens Landsat foram baixadas do portal do INPE datadas de novembro de 2010 e agosto de 2011 (Figura 3), e o processamento digital das imagens foi realizado no software ERDAS Imagine versão 8.4, disponível no Centro Integrado de Geoprocessamento da UFPR (CIEG**).**



11/2010 **08/2011**

Figura 3- Imagem Landsat de Baia de Paranaguá. Bandas 2,3,4 (Fonte:INPE)

4. Resultados e discussões

4.1 Classificação Digital

Foi feito primeiramente uma interpretação visual da imagem e uma visita a área de estudo. As classes foram definidas visando atender o objetivo proposto, onde pudesse ser espacializar a sedimentação, suas possíveis causas e conseqüências, em função da dinâmica da área de estudo e das questões de interesse ambiental. As classes de interesse são:

a-Vegetação- Mangue e Floresta
b-Solo exposto: áreas sem cobertura vegetal e/ou desmatadas;
c-Área urbana
d-Corpos d'água: rios, mar e baía;
e-Sedimento 1: baixios, com sedimentos de diâmetro menor;
f-Sedimento 2: sedimentos em suspensão, com traços de areia, e de diâmetros variados.
g-Sedimento 3: sedimentos mais pesados com traços de argila, presença de matéria orgânica como, restos de madeira- a qual representa os novos sedimentos que apareceram, possivelmente devido aos deslizamentos.

Seguindo o conteúdo programático da disciplina as imagens foram tratadas e interpretadas e as amostras das classes citadas selecionadas dentre de certo grau de homogeneidade. Cada amostra foi avaliada estatisticamente e aquelas com alto desvio padrão descartadas. O método escolhido para a classificação final da imagem foi o da mínima distancia. As imagens disponíveis possuem inúmeros ruídos o que muitas vezes produz uma amostragem cujo histograma foge a distribuição normal, por este motivo não se optou pelo método da máxima verossimilhança. A Figura 4 mostra os resultados obtidos.

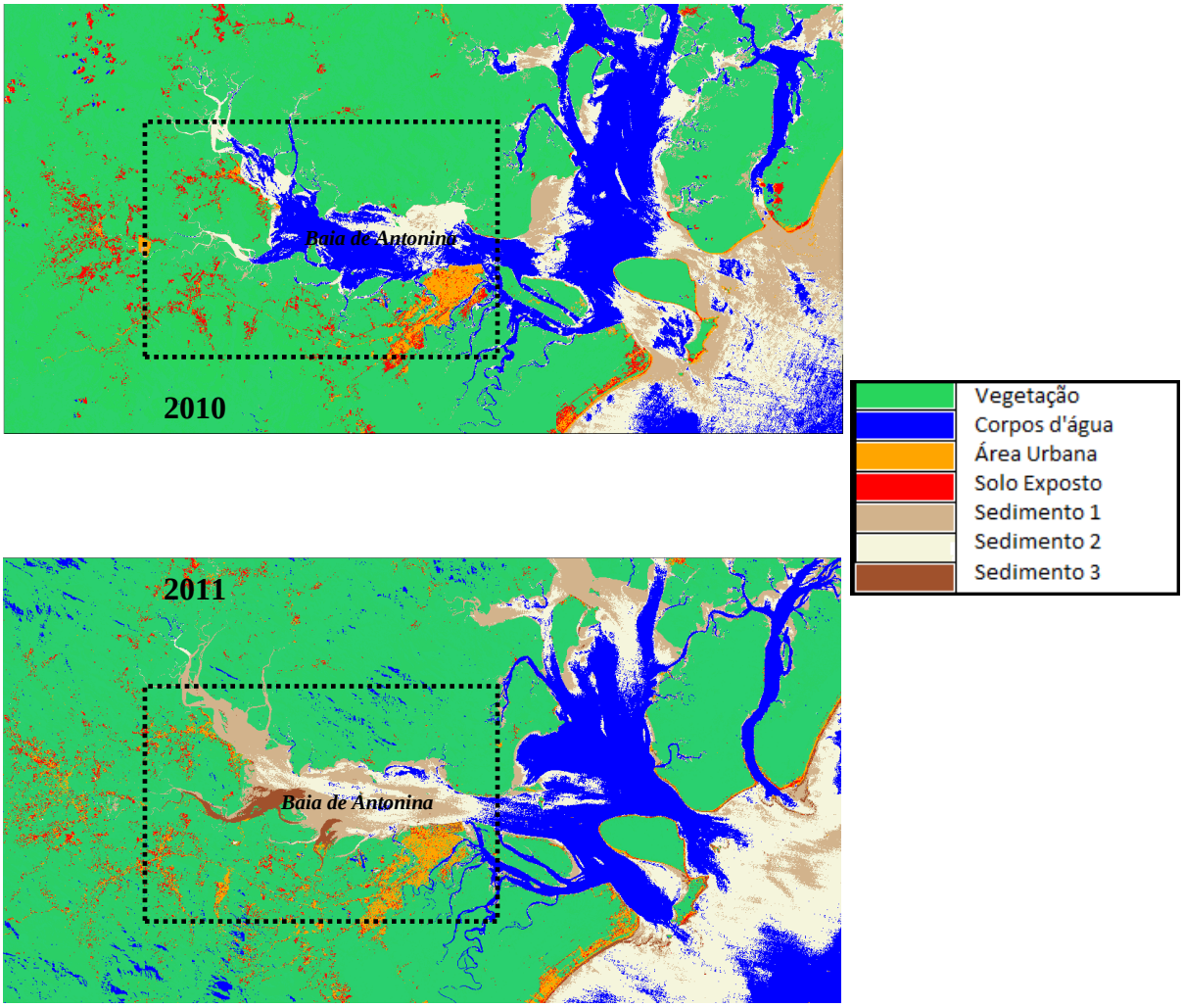


Figura 4- Imagens classificadas em evidência a Baia de Antonina

4.2 Discussão dos resultados

Uma primeira análise pode ser feita visualmente sobre as duas imagens, visto que as diferenças são expressivas, figura 4.

Pode se observar que a quantidade de sedimentos aumentou expressivamente na região da Baía de Antonina e um novo tipo de sedimento pode ser notado, o qual provavelmente é decorrente dos deslizamentos e se encontra depositado ao fundo, nas desembocaduras, e ao longo do Rio Nhundiaquara (figura 2).

Deve-se levar em consideração que na segunda imagem a maré está bem mais baixa, tendo cerca de meio metro a menos de coluna d'água, mas mesmo com esta diferença, as áreas rasas e os sedimentos em suspensão estão muito mais evidentes, considerando que a imagem é de cinco meses após a ocorrência do evento.

Uma segunda análise pode ser feita com o auxílio dos histogramas de cada imagem, onde essas diferenças podem ser quantificadas. A tabela 1 mostra a variação das classes em diferentes épocas.

Tabela 1. Valores quantitativos dos histogramas por classes.

Classes	Ano de 2010 (km2)	Ano de 2011 (km2)	Diferença (%)
Vegetação	20,24238	20,09255	-0,74
Corpos d'água	4,12089	3,78725	-8,10
Área urbana	0,47405	0,69621	+46,86
Solo exposto	0,68848	0,54541	-20,80
Sedimento 1	1,84179	1,93033	**+4,81**
Sedimento 2	3,19177	3,24334	**+1,62**
Sedimento 3	-	0,26427	**+100**

Analisando os valores da tabela 1, pode-se notar que houve variações em todas as classes, em algumas negativas e em outras positivas. Considera-se que alguns erros podem existir devido à amostragem.

Para as classes de sedimentos, a diferença foi positiva, ou seja, ao longo deste período o número de sedimentos encontrados em todo o estuário e, mais precisamente na Baía de Antonina, aumentou e ainda um novo tipo de sedimento apareceu, é classe de sedimento 3, é provavelmente oriundo dos deslizamentos. O aumento das áreas rasas também mostrou-se significativo na imagem classificada de 2011. Observa-se também a diminuição da área das classes de Vegetação e Corpos d'água.

Para as classes de Área Urbana e Solo Exposto, mostrou-se um aumento da primeira e diminuição da segunda, no geral deve-se considerar que as duas cresceram. Há uma certa confusão espectral entre estas classes,o que acarreta erros de classificação.

Como era esperado a vegetação teve um decréscimo, devido provavelmente à expansão da área urbana e de novas áreas de solo exposto.

5- Conclusão

Com o estudo feito por meio de um exercício pratico, se pode observar que a evolução do processo de sedimentação. Os deltas de baías possuem uma dinâmica bastante complexa no que se refere ao transporte de sedimentos. No caso é relevante a deposição de sedimentos da baia transportados pelo Rio Nhundiaquara após a enchente.

Nota-se também nos mapas temáticos a degradação da vegetação e a expansão de áreas de solo exposto.

Os desastres naturais são capazes de aumentar significativamente a ocorrência e transporte de sedimentos para os corpos d'água, como pode ser observado no estudo, trazendo novos tipos de sedimentos para os corpos d'água, ocasionando aumento de sedimentos em suspensão e também de áreas rasas anteriormente inexistentes devido ao depósito desses sedimentos em regiões diferentes.

Em adição, se pode observar também que a causa desse grande aumento de sedimentação de um ano para o outro, foi notadamente o desastre natural, com sedimentos argilosos. Observando imagens de outras épocas disponíveis não se observou tamanha mudança em tão pouco espaço de tempo.

Mesmo sem dados de taxa de sedimentação e dados batimétricos deduz-se deste exercício prático um aumento significativo de sedimentos neste período acarretando um aumento de turbidez e outras propriedades da água, e possivelmente, influenciando no ciclo de vida dos animais e até mesmo das plantas.

Sugere-se que essas taxas de sedimentação sejam medidas e monitoradas periodicamente a fim de se ter maior confiabilidade em estudos futuros quantos aos impactos ambientais deste tipo de fenômeno.

Este exercício pedagógico baseado em estudo de caso trouxe aos estudantes o interesse pela a disciplina de Sensoriamento Remoto bem como a gestão territorial. Suscitou no estudante o interesse de aplicar os conhecimentos adquiridos de forma consolidada na sua vida profissional.

De acordo com Antunes (2011) graças ao interesse despertado o ensino de Sensoriamento Remoto, esta disciplina, colabora ao entendimento da problemática ambiental, servindo também de ferramenta de gestão. Exercícios como o apresentado pode instigar estudos posteriores e mais aprofundados a fim de mapear as áreas de risco, também para o monitoramento e mitigação das taxas de sedimentação e suas conseqüências.

Segundo Antunes (2011) esta estratégia pedagógica apesar de tomar maior tempo da preparação dos conteúdos é muito importante para a disseminação da cultura de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas junto à comunidade. .

Referencias Bibliográficas

Antunes, A.F.B. Ensino de Fundamentos de Sensoriamento Remoto Baseado em Estudo de Caso: Uso de Imagens Livres como Apoio ao Gerenciamento Costeiro. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12., 2011, Curitiba. **Anais**... São José dos Campos: INPE, 2011 . Disponível em: <http://urlib.net/ltid.inpe.br.

Bigarella, et al. A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná. Curitiba, Secretaria do Estado do Planejamento, Governo do Paraná.1978

Boldrini B.; et al Contaminantes, Assoreamento, Dragagem e Biota Aquática da Baía de Antonina. Relatório Técnico. Antonina: Terminais Portuários da Ponta do Félix. 2005.

Fundamentos de Sensoriamento Remoto em Ambiente de Geoprocessamento. Disponível em: <http://ufpr.br/~felipe>. Acesso em: abril 2012.

Lamour, M. R., Soares C. R., Carrilho J. C.Mapa de Parâmetros Texturais de Sedimentos de Fundo do Complexo Estuarino de Paranaguá – PR. Boletim Paranaense de Geociências, n. 55, p. 77-82. Editora UFPR.2004.

Santos, A. V. Memória histórica chronológica e descritiva da cidade de Paranaguá e seu município: 1850. Curitiba, Museu Paranaense, 70p.1952