

Uso de imagens do satélite Landsat 5, como ferramentas na determinação dos impactos geográficos causados com o Rompimento da Barragem de Algodões no município de Cocal – PI

Débora Araújo Carvalho¹

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí –IFPI
Rua Álvaro Mendes, 1597- Centro, Teresina -PI, Brasil CEP 64000-040
eng.deboracarvalho@gmail.com.br

Abstract. The rupture of the Barragem Algodões was a tragedy that shook the entire city of Cocal and the state of Piauí, where it is observed in the physical landscape, the implications of the tragedy that resulted in psychosocial nature effects, namely the feeling of loss of belonging and identity of people whose ties produced the cultural dynamics of the landscape. Because of the high rainfall of the rainy season of 2009, the water accumulation in the old dam lake reached levels above the tolerated by the bus, which resisted not producing jobs that permanently altered the demographic dynamics, biological and anthropological previously existing. Therefore, the current landscape configuration around the Barragem Algodões expresses the desolation caused by the sinister event and ratifies the population faces affected how devastating it can be an accident of this magnitude, which although will be remedied through techniques medical care and psychological mark of cruel and permanently the ties of a people and its mode of cultural production in geographic space. Through digital satellite image processing, we can identify the major impacts suffered in the disaster region; for such a proposal, the georeferencing of geographic data gives us tools so that it can be demonstrated through maps and images the changes in the geographical space of the region.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, geographic impacts, sensoriamento remoto, processamento de imagens, impactos geográficos.

1. Introdução

Para Jensen (2009, p. 132, apud TOMAZETTE, 2012), "a observação da Terra segundo uma perspectiva aérea permite aos cientistas e ao público em geral identificar objetos, padrões e as interações entre o homem e seu planeta, que poderiam nunca ser completamente compreendidas se as observações fossem limitadas a uma visada a partir da superfície terrestre".

Sensoriamento remoto é o conjunto de técnicas que possibilita a obtenção de informações sobre alvos na superfície terrestre (objetos, áreas, fenômenos), através do registro da interação da radiação eletromagnética com a superfície, realizado por sensores distantes, ou remotos. Geralmente estes sensores estão presentes em plataformas orbitais ou satélites, aviões e em nível de campo.

A interpretação visual dos dados de Sensoriamento Remoto sob a forma digital ou analógica (fotografias aéreas e imagens orbitais) busca a identificação de feições impressas nessas imagens e a determinação de seu significado. Em resultado, a interpretação de imagens consiste em um processo para a obtenção de mapas temáticos através da utilização de dados de Sensoriamento Remoto (FILHO, 2000). Nesses termos, a interpretação de imagens tem que ser vista não como um processo completo em si mesmo, mas apenas como um passo para a construção de um mapa de uma dada região, posto que a informação extraída das imagens necessita ainda de ser conferida através de verificação de campo.

As áreas de aplicação da interpretação de imagens são inúmeras, como é o caso do próprio Sensoriamento Remoto. Alguns exemplos a citar são: uso do solo, geologia, pedologia, urbanismo, vegetação, agricultura, limnologia, geomorfologia, oceanografia etc. Desse modo, a importância do Sensoriamento Remoto para o Geoprocessamento está no fato que este consiste atualmente na maior fonte de dados para os SIG's, sobretudo em locais carentes de informações cartográficas atualizadas.

Através desse estudo, tem-se o objetivo pesquisar de que forma o Rompimento da Barragem de Algodões modificou o espaço geográfico na região diretamente afetada com apoio de ferramentas de geoprocessamento.

Geoprocessamento é uma ferramenta utilizada para modelagem a partir de dados geográficos, e que nos possibilita visualizar e localizar objetos no espaço. Esta ferramenta nos será útil para determinarmos de forma clara os impactos ocasionados com o Rompimento da Barragem de Algodões.

2. Características Gerais da Área de Estudo

A Barragem de Algodões I, foi construída a cerca de 18km a leste do município de Cocal, na região nordeste do estado do Piauí.

A cidade de Cocal tem uma população de 26.044 habitantes (IBGE, 2010), sendo que 58,85% da sua população residem nas áreas rurais, sua principal fonte de renda e a prestação de serviço e pecuária.

Segundo (Censo-2010) constava que 37,4% da população estavam abaixo da linha de indigência (completa pobreza). Em termos proporcionais, 18,8% da população está a baixo da linha de pobreza e 43,8% estão acima.

A Barragem de Algodões está localizada na cidade de Cocal ao Norte do estado do Piauí (Figura 01). A área de estudo está localizada entre as coordenadas UTM 9612000 N 2300000E a 9612000 N 2300000E, encravada na Carta Topográfica de Viçosa do estado do Ceará, mapa índice 679, folha: AS 24-Y-C-V.

A Carta Topográfica de Viçosa faz a cobertura de áreas dos estados do Piauí e Ceará por isso utilizado no estudo.



Figura. 01 - Localização da área de estudo

A Barragem de Algodões I (Figura 02), foi inaugurada em 2001 depois de 6 anos do início da sua construção, porém devido a problemas estruturais do barramento que foram agravando-se devido a fortes chuvas ocorridas no estado vizinho do Ceará; a estrutura não suportou os impactos, rompendo em 27 de maio de 2009 às 16h. A estrutura sucumbiu na zona de encontro de maciço da barragem com o canal lateral do sangradouro, localizado na ombreira direita.



Figura. 02 - Rompimento da Barragem de Algodões
Fonte: Equipe técnica Oasis Construções

O rompimento da Barragem de Algodões foi uma das maiores tragédias já ocorridas no estado do Piauí, ocasionando perdas de vidas humanas, bens materiais, da reserva hídrica, morte de animais, desequilíbrio ecológicos e agrícolas.

3. Materiais e Procedimentos Operacionais

Foram utilizadas imagens do sensor TM do satélite LANDSAT 5, cujas bandas foram adquiridas no endereço eletrônico do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, datada de 17/07/2008 e 05/08/2009, ambas correspondentes à órbita 219 ponto 62.

Nesta pesquisa foi necessário a utilização de SIG's: ArcMap 10, Qgis 2.2 e o SPRING 5.2.6, instalados em um Notebook Intel(R)Core™ i7, 8gb RAM. Além de fontes bibliográficas.

SPRING é um software SIG de Processamento de Imagens (DPI) desenvolvido pelo INPE, EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias) e pela IBM, e que conta com funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais.

4. Procedimentos Operacionais

A pesquisa foi dividida em duas etapas. A primeira etapa caracteriza-se pela busca de informações em fontes secundárias, através de uma revisão bibliográfica e teórica em literatura específica sobre o tema, bem como acesso ao campo documental e base de dados dos órgãos que dão suporte a comunidade do povoado Franco, como estudos da AVABA (Associação de Vítimas da Barragem de Algodões), sites governamentais, arquivo público, etc.

O levantamento de dados foi necessário para que se fosse criada uma base com informações que foram utilizadas para localizar as áreas afetadas, determinar o impacto sofrido na região da Barragem de Algodões e as modificações que a tragédia ocasionou.

A segunda etapa teve enfoque em coleta e manipulação dos dados. Realizada através de informações cedidas pela Oasis Construções e Consultoria Ltda empresa responsável pela análise dos impactos ambientais ocorridas na região, foi disponibilizado uma *shapefile* da delimitação da área afetada. As imagens foram registradas, tendo como base em pontos de controle coletados em campo mediante a utilização do software ArcMap 10 utilizando a ferramenta *georeferencing*. Foram utilizadas as bandas 3, 4 e 5, sobre as quais se aplicou contraste linear e posterior composição colorida 5R-4G-3B (Figura 05) e modificando o contraste das imagens, buscando uma melhor visualização dos alvos, sendo criada uma imagem sintética para cada tempo estudado/analísado (Figura 04).

Em seguida, as imagens foram recortadas para cobrirem somente a área de estudo que compreende o enfoque deste trabalho, sendo utilizada a *shapefile* como base do recorte. Sobre as imagens RGB criadas para cada "tempo", foi aplicado o processo de segmentação por crescimento de regiões no SPRING, sendo realizado o procedimento várias vezes até encontrar uma aceitável para esse trabalho.

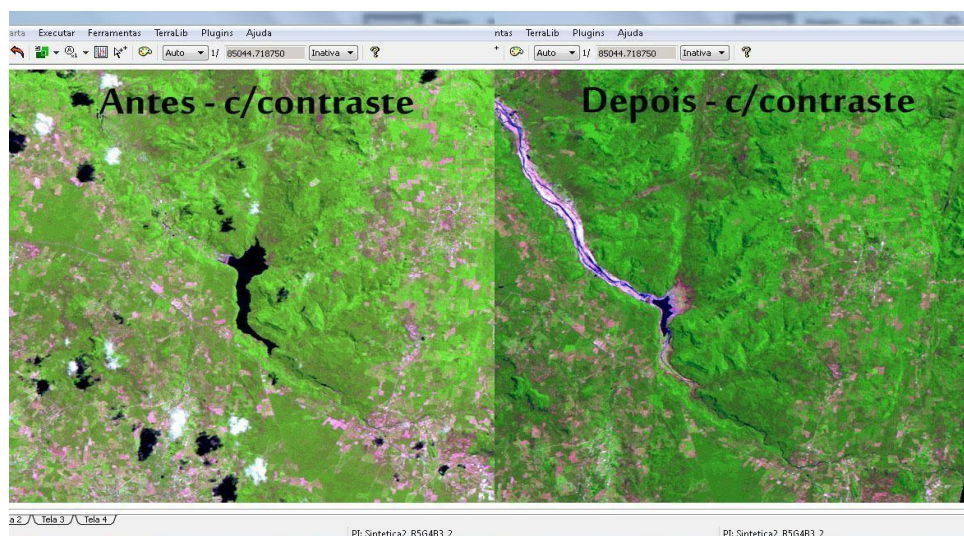
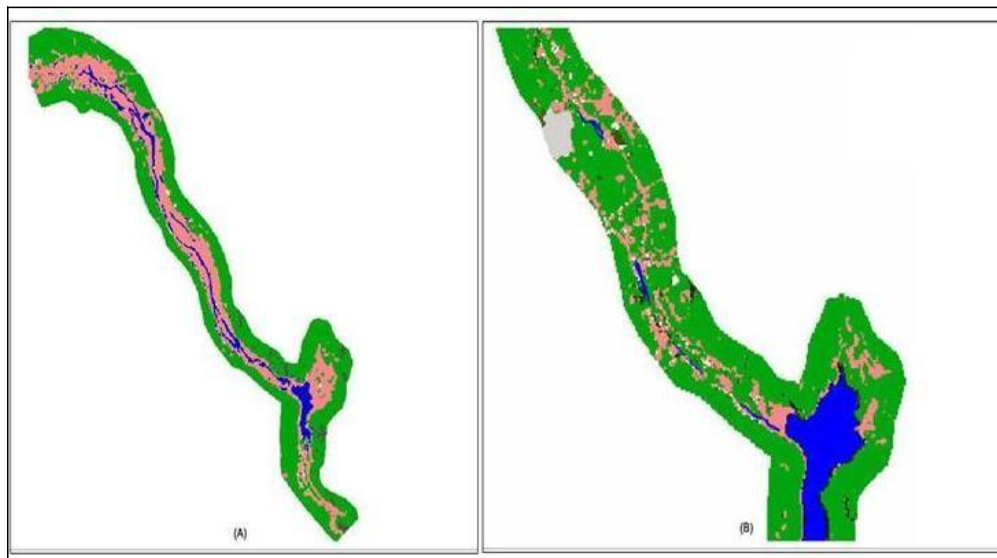


Figura. 04 – Imagem LandSat 5 da área com contraste
Fonte: INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)

Para o recorte de 17/07/2008 foi similaridade 15 e área mínima de 5 *pixels*, e para 05/08/2009 foi similaridade de 20 e área mínima de 5 *pixels* (Imagem 05), ambas com suavização de arcos. O processo de segmentação de imagens exige a definição das bandas espectrais e dos limiares de similaridade e de área.

Para a classificação das imagens contrastadas foi escolhido o método/ algoritmo da Máxima Verossimilhança (MAXVER), classificador supervisionado por pixel, onde amostras previamente selecionadas são utilizadas para o treinamento do classificador. Esta classificação considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis de cinza das classes.

Durante o treinamento, foi determinada as classes de uso do solo e cobertura vegetal, sendo determinadas 5 classes, baseando-se na chave de fotointerpretação e algumas informações de campo para suavizar confusão de classes ocorrido no processo. Diversos limiares de aceitação foram testados, sendo que o de 99% apresentou bons resultados, porém foi utilizado os resultados do limiar de 99,9%, para diferenciação das classes investigadas.



Legenda






	Corpos D'água
	Solo Exposto/degradado
	Vegetação
	Sombra
	Nuvem

Figura. 05 – Imagens temática da classificação de uso do solo da área estudada (A): depois do incidente, (B) antes.

Segundo Florenzano (2007, p. 44) a cor é um elemento usado na interpretação de fotografias ou imagens coloridas, nas quais as variações das cenas fotografadas ou imageadas são representadas por diferentes cores. A forma é o elemento de interpretação tão importante que, alguns objetos, feições ou superfícies são indicados pela sua forma linear (e curvilínea). A textura refere-se ao aspecto liso (e uniforme) ou rugoso dos objetos em uma imagem (FLORENZANO, 2007, p. 44).

O objetivo do trabalho, que visou destacar o impacto nas áreas estudadas, porém, com a presença de nuvens na imagem mais recente antes do ocorrido, é necessária uma análise e

interpretação de fotos anteriores de melhor qualidade e um detalhado trabalho de edição matricial visando reclassificar inúmeros polígonos.

5. Resultados e Discussão

As Barragens segundo Teixeira Paulo da Cruz são estruturas destinadas à retenção e a acumulação de água, é a arte de projetar uma barragem está ligada a arte de controlar o fluxo de água pelo conjunto barragem-fundação.

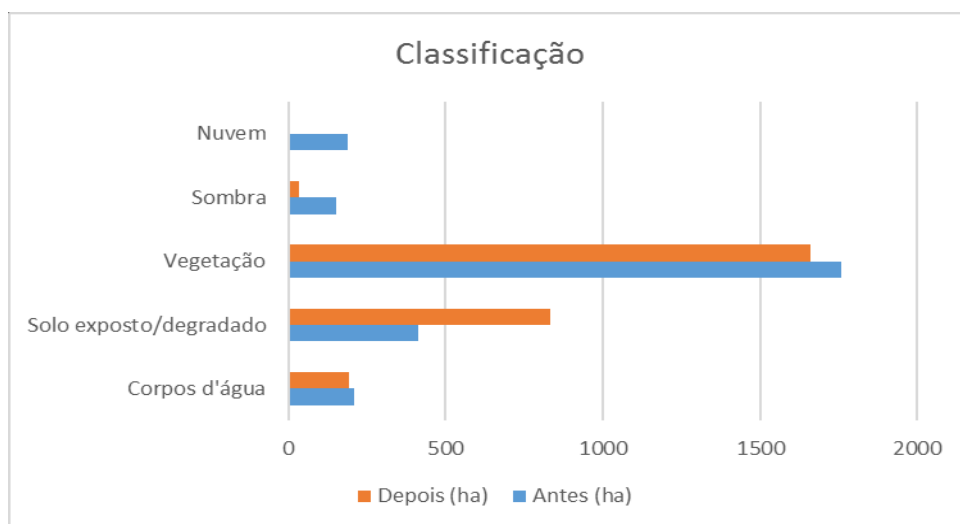
Quando se projeta uma barragem vários fatores são levados em consideração para que se evitem grandes tragédias como esta que aconteceu na cidade de Cocal no estado do Piauí, segundo o guia Básico de Seguranças de Barragens (CBGB/NRSP,1999), todas as barragens devem ser avaliadas quanto às consequências de uma ruptura em potencial, em que deve ser considerado, entre outros, os seguintes fatores: perdas de vidas humanas, danos materiais, danos ao meio ambiente e danos à infraestrutura.

A partir da análise das imagens classificadas dos diferentes tempos foi possível obter uma estatística das classes, e assim perceber a mudança do cenário em estudo (Tabela 1).

Tabela. 01 – Estatística das Classes

Classes	Antes (ha)	Depois (ha)
Corpos d'água	207,1529	190,1700
Solo exposto/degradado	412,3853	831,4900
Vegetação	1759,3826	1662,8800
Sombra	151,8207	33,9400
Nuvem	187,5808	0
Total	2718,3223	2718,480000

Gráfico. 01 – Estatística das classes



Ainda nesta pesquisa foi possível adquirir resultados que identifique que a área diretamente afetada com o rompimento da Barragem de algodões sofreu impactos em todos os seus aspectos geográficos como: ambientais com retirada da camada vegetal do trecho por onde a água escorreu quando o barramento rompeu, o desmoronamento das casas da região, a modificação da topografia devido à grande enxurrada, o modificação da hidrografia da região devido a quantidade de solo que assoreou o rio Piranji e diversos outras consequências que ponderaram ser identificada com o estudo mais aprofundado da região.

6. Conclusões

O presente trabalho mostra que o sensoriamento remoto e as ferramentas que o auxiliam, são de grande utilidade na análise temporal e real de determinadas regiões a serem estudadas, podendo assim essas informações posteriormente serem usadas para auxiliar na avaliação de danos físicos e ambientais das áreas afetadas por catástrofes como essas ocorrida na cidade de Cocal no Estado do Piauí.

Com análise das imagens do satélite Landsat 5, foi possível determinar que o rompimento da Barragem de Algodões ocasionou vários impactos para a região afetada como: perdas de parte das reservas hídricas, assoreamento e degradação e diminuição da área verde da região.

Mas, mesmo com a utilização de imagens de satélites são necessários os trabalhos de campo, tanto para auxiliar no levantamento de áreas de treinamento que servem para extração de padrões amostrais e definição de chaves de interpretação, como também para corrigir, aperfeiçoar e validar os mapas obtidos da interpretação visual.

Assim, como vantagens do Sensoriamento Remoto, podendo-se citar então que através da interpretação de seus produtos que são obtidos os mapas de regiões remotas, de difícil acesso, e, sobretudo a um menor custo, permitindo também a detecção de objetos e fenômenos não perceptíveis pela visão humana, através da utilização de outras faixas de radiação eletromagnética além do visível, como o infravermelho, e ainda possibilitando ter visão global - sintética ou sinótica - sobre uma região ou fenômeno estudado, através da utilização de imagens de satélite de cobertura regional.

7. Agradecimentos

Agradeço ao professor Daniel Veras ao tempo dedicado a orientação deste trabalho, a equipe Oasis que cedeu subsídios como fontes de pesquisa, ao professor Lineardo e ao mestre Filipe Porto e a todos os colegas que durante todos esses meses contribuíram com a concepção deste trabalho.

8. Referências

- CAMARA, G.; SOUZA, R.C.M.; FREITAS, U.M.; GARRIDO, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996.
- CARRIJO, B.R.; BACCARO, C.A.D. Análise sobre a erosão hídrica na área urbana de Uberlândia (MG). **Rev. Caminhos de Geografia**, Uberlândia, EDUFU, v.1, n 2, p. 70-80, 2000.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. **Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro**. Rio de Janeiro, 1982.
- FILHO, B. S. Soares. **Interpretação de Imagem da Terra**. UFMG, 2000. FITZ, P.R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo. Oficina de Textos, 2008.
- FLORENZANO, T.G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- FLORENZANO, T.G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.
- GARCIA, G. J. **Sensoriamento remoto: princípios e interpretação de imagens**. São Paulo: Nabel, 1982.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Cartas Topográficas. Viçosa do estado do Ceará, mapa índice 679, folha: AS 24-Y-C-V.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Cartas Topográficas. Folhas: SE-22- Z-B-V; SE-22-Z-B-VI; SE-22-Z-D-III; SE-23-Y-C- I; SE-23-Y-A-IV. Brasília: IBGE, 1984. (Escala1:100.000).

JENSEN, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 604 p.

LIMA, S. C.; ROSA, R.; FELTRAN FILHO, A. **Mapeamento do uso do solo no município de Uberlândia– MG**, através de imagens TM/LANDSAT. **Rev. Sociedade e Natureza**. Uberlândia: EDUFU, v.1, n.2, p.127-145, 1989.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto**: Princípios e Aplicações. 2 ed., São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1998, 308p.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 5 ed., Uberlândia: EDUFU, 2006, 228p.