



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

## **SIMULAÇÃO DE ZONAS DE RISCO NA REGIÃO NORDESTE DEVIDO AO AUMENTO DO NÍVEL DO MAR**

Renata Fernandes Figueira Nascimento

Trabalho realizado como parte das exigências da disciplina Introdução ao  
Geoprocessamento do curso de Mestrado em Sensoriamento Remoto

São José dos Campos

2008

## RESUMO

Atualmente se fala muito de mudanças climáticas globais e aumento do nível do mar, dois assuntos relacionados entre si. Os processos que contribuem para a elevação do nível do mar são os processos oceânicos, variações nas massas de geleiras e cobertura de gelo, variações na pressão atmosférica, movimentos tectônicos, entre outros. O objetivo deste trabalho foi identificar zonas de risco para a região nordeste do Brasil a partir de simulações do aumento do nível do mar, observando as áreas mais afetadas e a população atingida caso ocorresse uma hipotética elevação do nível do mar de 1 a 6 metros. Foram utilizados dados do *Global Land One-Kilometer Base Elevation (GLOBE) digital elevation model (DEM)*, um dado raster de elevação digital que cobre o globo todo, e dados de população do *Landscan Dataset* que compreende um banco de dados de população copilado de uma grade de 30"X 30" em latitude/longitude, desenvolvido pelo *Oak Ridge National Laboratory (ORNL)* criado para estimar populações em risco. Também foram utilizadas imagens *SPOT\_Vegetation* do Banco Atlas do Spring. O software utilizado para o processamento de dados foi o Spring versão 4.3.3. Como resultado obteve-se que todos os Estados se encontrariam em zonas de alto risco, provavelmente pela baixa declividade da região, caso o nível do mar aumentasse de 1 a 6 metros.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	4
Mudanças climáticas e elevação do nível do mar .....	4
Região Nordeste .....	6
Objetivo .....	8
MATERIAIS E MÉTODOS .....	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	15
CONCLUSÕES.....	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	18

## INTRODUÇÃO

### **Mudanças climáticas e elevação do nível do mar**

Mudança no clima e no nível do mar é a regra, e não a exceção. Variações naturais no nível do mar são claramente evidentes sobre uma larga extensão de escalas temporal e espacial, desde a variação de marés diurnas até variações globais coerentes do nível do mar em um milênio. O clima varia similarmente e possui conexões casuais com processos geológico, biológico e hidrológico que afetam o nível do mar. A Terra é naturalmente um sistema dinâmico e fortemente interativo (WARRICK, 1993).

Os fatores que contribuem para mudanças no nível do mar são os processos oceânicos, como a expansão térmica que ocorre em todas as temperaturas oceânicas e é o maior contribuidor para as mudanças no nível do mar nos séculos 20 e 21; mudanças rápidas nas massas de geleiras e coberturas de gelo, capazes de produzir uma importante contribuição para a taxa de elevação do nível do mar; além da Antártica e Groenlândia que contêm água suficiente para aumentar o nível do mar em aproximadamente 70 metros, assim uma pequena mudança em seus volumes teria um efeito significativo (HOUGHTON *et al.*, 2001).

Na escala de tempo de  $10^3$  e  $10^5$  anos, os processos mais importantes que afetam o nível do mar são aqueles associados ao aumento e a diminuição das camadas de gelo através dos ciclos glaciais e inter-glaciais. Essas contribuições incluem o efeito das mudanças no volume oceânico e movimentos verticais do solo induzidos por variações na superfície de gelo e água e por redistribuição concomitante de massa na Terra e nos oceanos (HOUGHTON *et al.*, 2001).

Uma importante contribuição para o presente aumento do nível do mar pode resultar de mudanças na quantidade de água estocada no solo, na superfície de lagos e reservatórios, e por modificações nas características da superfície afetando taxas de evapotranspiração e escoamento (HOUGHTON *et al.*, 2001).

Quando movimentos tectônicos ocorrem em áreas costeiras, uma de suas consequências é a mudança na relação entre terra e superfície do mar como o avanço ou progradação da linha de costa em resposta aos movimentos verticais de terra (HOUGHTON *et al.*, 2001). De acordo com Muehe (2006), as modificações na posição da linha de costa decorrem em grande parte da falta de sedimentos, provocada pelo esgotamento da fonte, principalmente a plataforma continental. O processo se dá pela transferência de sedimentos para campos de dunas ou por efeitos decorrentes de intervenção do homem, principalmente a construção de barragens ou obras que provocam a retenção do fluxo de sedimentos ao longo da costa.

Um aumento local da pressão do ar na superfície sobre os oceanos produz uma depressão na superfície do mar de 1 cm/hPa (1 hPa = 1 mbar). Em longo prazo a tendência da pressão atmosférica pode influenciar as tendências observadas do nível do mar local (HOUGHTON *et al.*, 2001).

Estimar a magnitude da mudança do nível do mar é importante por várias razões, incluindo a interpretação de possíveis efeitos da mudança climática global resultante do excesso de dióxido de carbono e outros gases traçadores na atmosfera. Uma interpretação correta das mudanças no nível do mar no passado é válida para calibração e avaliação de modelos de clima global, oceânico e geofísico da Terra. Essa interpretação pode ser alcançada usando registros relativos de medidas de maré e outros registros relativos ao nível do mar, apenas se as mudanças no nível da terra forem suficientemente distintas das mudanças atuais do nível do mar (AUDREY & EMERY, 1993).

O nível do mar aumentou por volta de dois milímetros por ano em 2007. De acordo com *The Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), o aumento médio global da elevação do oceano para 2100 será por volta de 18-38 ou de 26-59 cm dependendo do cenário de emissão (ROWLEY, 2007).

O Painel Intergovernamental de Mudanças climáticas (*International Panel on Climate Change – IPCC*) concluiu que a temperatura média da atmosfera tem aumentado em  $0,6^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  durante o século XX. Os modelos globais do IPCC têm mostrado que

entre 1900 e 2100 a temperatura global pode aquecer entre 1,4 e 5,8°C, o que representa um aquecimento mais rápido do que aquele detectado no século XX e que, aparentemente, não possui precedentes durante, pelo menos, os últimos 10.000 anos (MARENGO, 2006).

De acordo com Marengo (2006), a elevação de meio metro no nível do mar ao logo do século XXI, resultante do aquecimento global, afetará cerca de 42 milhões de brasileiros, ou 25% da população que vive em cidades litorâneas. Além disso, aumentos na temperatura e mudanças na precipitação e vazões de rios, juntamente com a elevação do nível do mar terão impactos significativos nos habitats dos manguezais e criarão novas ondas de inundação. A elevação do nível do mar poderia eliminar os manguezais em aproximadamente 1%/ano (MARENGO, 2006).

### **Região Nordeste**

A zona costeira, como um espaço de grande valor ambiental, exerce um importante papel socioeconômico na forma de enorme fonte de recursos. Entretanto, é também uma área extremamente sensível e instável pelo seu caráter de interface terra-mar. A praia é um ambiente bastante dinâmico que pode sofrer erosão, sedimentação e equilíbrio a curto prazo, através de forças naturais (onda, corrente, maré e vento), e, a longo prazo, em consequência das flutuações do nível relativo do mar (Muehe, 2006).

Modificações naturais do clima de ondas ou da altura do nível relativo do mar, constiutem outros processos que interferem na estabilidade da linha de costa. Cabe lembrar que, relativamente ao nível do mar, tem sido considerada uma elevação de pouco mais de 100m num período de 11.000 anos. Esta elevação resultou numa migração da linha de costa a uma taxa de 7 a 14 m/ano correspondente a toda a largura da atual plataforma continental. Esta, no caso brasileiro, apresenta em geral baixa declividade, principalmente nas regiões Norte e Nordeste, implicando em uma resposta à elevação do nível do mar muito ampliada, quando comparado com plataformas de maior declividade (Muehe, 2006)

Além disso, o impacto da variabilidade climática sobre os recursos hídricos no Brasil deverá ser dramático, porém no Nordeste, onde há escassez de água, já é um

problema. Atualmente, a disponibilidade hídrica *per capita* na região é insuficiente nos Estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe, sem contar as variações regionais, que tornam a situação ainda mais insustentável para oito milhões de habitantes do semi-árido (MARENGO, 2006).

A urbanização em si não provoca erosão, entretanto, a construção de edificações dentro da faixa de resposta dinâmica da praia às tempestades tende à retomada pelo mar da áreas construída. Isto revela a necessidade de implantação de normas que prevejam a manutenção de uma faixa de não edificação junto à orla, adotando, como precaução, uma largura que considere um cenário de elevação do nível do mar e a tendência de retrogradação quando identificada previamente (Muehe, 2006).

A região Nordeste é constituída pelos Estado do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. A Zona Costeira e Estuarina do Maranhão (ZCEM), apresenta um litoral diversificado, que é dividido em 3 partes: o Golfão Maranhense, bastante aberto para o Oceano Atlântico, que separa a costa NW, as “falsas rias”, bastante ativas e a costa Leste, um litoral retilíneo, sendo estes trechos fortemente controlados estruturalmente. A ZCEM sofre influência das ondas e marés, respectivamente com uma altura de 1-1,5 m e 6,65 m (macro-maré) no litoral NW e Golfão Maranhense, e 1,57 m no litoral oriental (Muehe, 2006).

O Estado do Ceará apresenta uma linha de costa de 573 Km que vem sofrendo extensivos processos erosivos (Muehe, 2006). Já a zona sedimentar costeira do Estado do Rio Grande do Norte perfaz uma extensão de 410 Km de costa, constituída predominantemente por praias arenosas (72%) e falésias ativas da Formação Barreiras (26%), sendo em geral subdividida em dois setores distintos, em função da direção preferencial da linha de costa: o Litoral Oriental, de direção Norte-Sul, eo Litoral Setentrional, de direção Esta-Oeste. Geomorfologicamente, a planície, os tabuleiros costeiros, rochas praias e campos de dunas são os elementos de relevo predominantes em todo o litoral (Muehe, 2006).

O Estado da Paraíba tem uma linha de costa que se estende por cerca de 140 Km desde o estuário do rio Guajú (ao norte) até o estuário do rio Goiana (ao sul). Inúmeras

construções recifais bordejam a linha de costa, principalmente ao sul de João Pessoa. A zona costeira é composta por 13 municípios onde vivem aproximadamente um milhão de pessoas (Muehe, 2006).

O litoral pernambucano foi delimitado e setorizado com base na sua situação geográfica e política em 21 municípios, distribuídos numa faixa de 187 Km que se estende desde o município de Goiana, ao norte, até o município de São José da Coroa Grande, ao sul. A costa pernambucana apresenta baixa altitude, chegando a atingir, em vários pontos, cotas inferiores ao nível da preamar (Muehe, 2006).

A planície costeira do Estado de Alagoas compreende uma faixa estreita alongada no sentido NE-SW, estendendo-se por cerca de 220 Km. Ao longo do litoral são identificados vários ambientes de sedimentação, incluindo terras úmidas (pântanos de água doce e mangues), depósitos fluviais, terraços marinhos holocênicos e pleistocênicos, dunas costeiras holocênicas (ativas e inativas), bancos recifais e praias atuais, cuja origem e evolução estão relacionadas com as variações do nível do mar, o clima e a deriva litorânea (Muehe, 2006). A costa do Estado de Alagoas caracteriza-se por um caráter transgressivo jovem. Com grande desenvolvimento de estuários e manguezais, plataforma continental estreita coberta por sedimentos carbonáticos e com grande desenvolvimento de recifes, além do desenvolvimento de campos de dunas restritos ao extremo sul do litoral. Tal configuração, aliada ao fraco fornecimento de sedimentos pelos rios, confere a esta costa uma alta vulnerabilidade (Muehe, 2006).

O Estado de Sergipe tem uma linha de costa que se estende por cerca de 150 Km desde a foz do rio Real, ao sul, até a foz do rio São Francisco, ao norte. A linha de costa é retilínea, com praias de areia fina a muito fina, dissipativas (Muehe, 2006). Já a Bahia apresenta uma costa de 1054 Km de extensão, com sua maior parte em equilíbrio (Muehe, 2006).

### **Objetivo**

Este trabalho tem por objetivo identificar zonas de risco para a região nordeste do Brasil a partir de simulações do aumento do nível do mar, observando as áreas mais



afetadas e a população atingida caso ocorresse uma hipotética elevação do nível do mar de 1 a 6 metros.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Para a realização deste trabalho foram utilizados dados do *Global Land One-Kilometer Base Elevation (GLOBE) digital elevation model* (<http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/topo/globe.html>), um dado raster de elevação digital que cobre o globo todo (ROWLEY, *et al.* 2007). As células do GLOBE têm uma resolução espacial de 30 arc. segundos de latitude e longitude (aproximadamente um quilômetro no equador ou 0,008333... graus), com cada célula apresentando um valor de elevação em metros (ROWLEY, *et al.* 2007). Os dados GLOBE-DEM cobrem toda a Terra, de 180° oeste a 180° leste de longitude e de 90° norte a 90° sul de latitude. Suas coordenadas estão para latitude e longitude e projeção *World Geodetic System 84* (WGS84). As informações do DEM do Brasil obtidas pelo GLOBE têm como fonte o IBGE a partir da Carta Internacional do Mundo, ao Milionésimo. Também foram utilizados dados de população do *Landscan Dataset* (<http://www.ornl.gov/sci/landscan/>) que compreende um banco de dados de população copilado de uma grade de 30"X 30" em latitude/longitude, criado para estimar populações em risco. Esse banco de dados foi desenvolvido pelo *Oak Ridge National Laboratory* (ORNL) e faz parte do *ORNL's Global Population Project* (DOBSON *et al.*, 2000). O Landscan coletou as melhores contagens dos censos para cada país, calculou coeficientes de probabilidade para cada célula, e aplicou esses coeficientes para as contagens dos censos que são aplicados como controle para áreas apropriadas. Os coeficientes de probabilidade são baseados no declive, na proximidade com estradas, cobertura do solo, presença de luzes noturnas e fator de densidade urbano (DOBSON *et al.*, 2000).

Um sistema de informação geográfica (SIG) é essencial para o tratamento de diversas variáveis, como o cálculo de coeficientes de probabilidade e a distribuição de população em células. Sensoriamento remoto é uma fonte essencial de duas variáveis (cobertura do solo e luzes noturnas) e de um banco de dados de alta resolução de

imagens pancromáticas, usado para verificação e validação do modelo de população, resultando assim no banco de dados Landscan (DOBSON *et al.*, 2000).

As informações dos limites da região nordeste e seus municípios foram adquiridos através de uma malha digital que representa as divisas estaduais, municipais, distritais e de setores censitários urbanos e rurais da página do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com projeção Policônica, SAD69. Além disso, foram adquiridas imagens da satélite SPOT, sensor *Vegetation*, da região através do Banco de Dados Atlas do Software Spring. O software utilizado para processamento dos dados foi SPRING versão 4.3.3 executável em ambiente Windows (Figura 1).

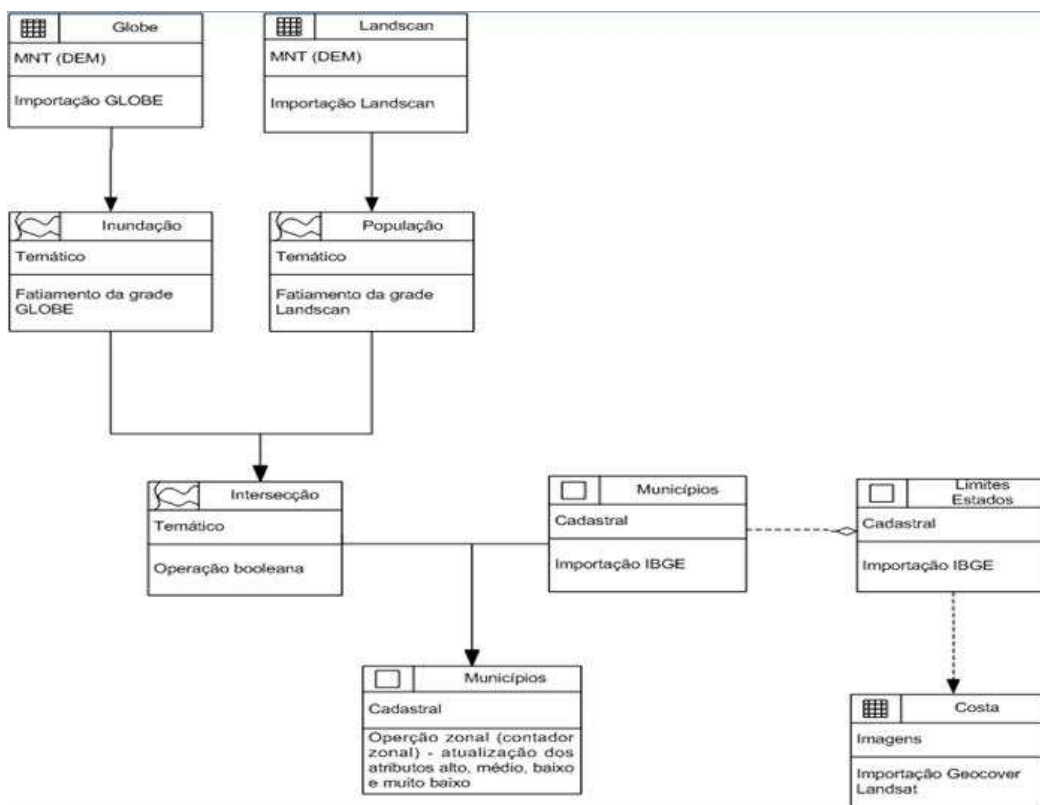


Figura 1 – OMT-G do trabalho

No software Spring foi realizado o fatiamento da grade do GLOBE, obtendo um mapa temático com as seguintes classes: 0-1m, 1-2m, 2-3m, 3-4m, 4-5m e 5-6m, simulando o aumento do nível do mar (Figura 2); e o fatiamento da grade de população obtendo um mapa com as seguintes classes: 1-40, 40-100, 100-500, 500-1000, >1000 (Figura 3).

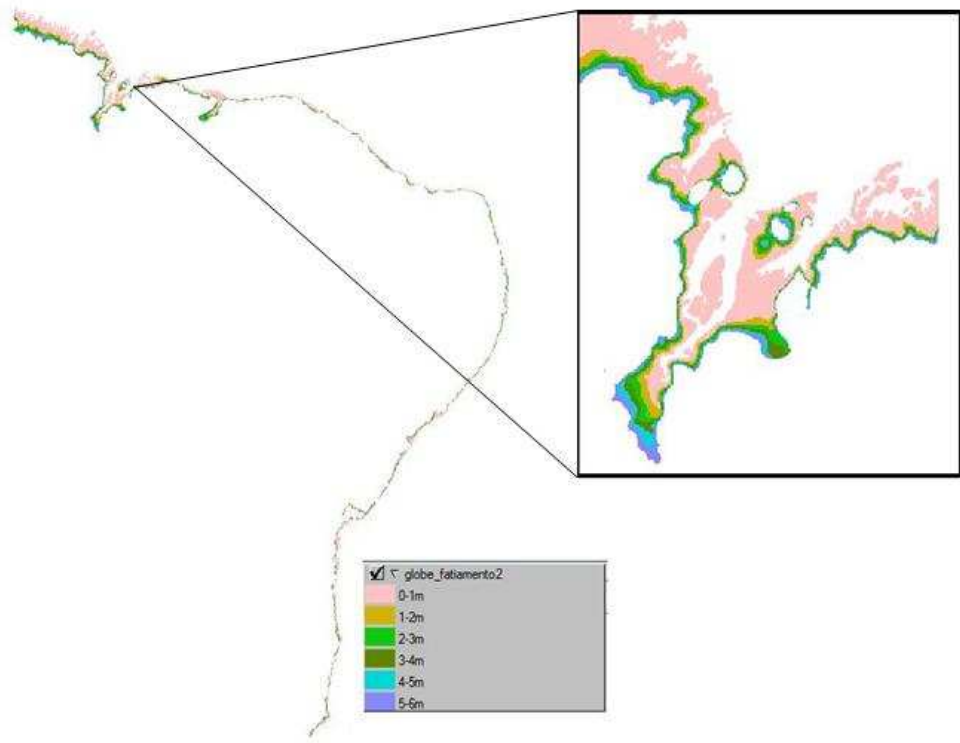


Figura 2 – Fatiamento da grade GLOBE.

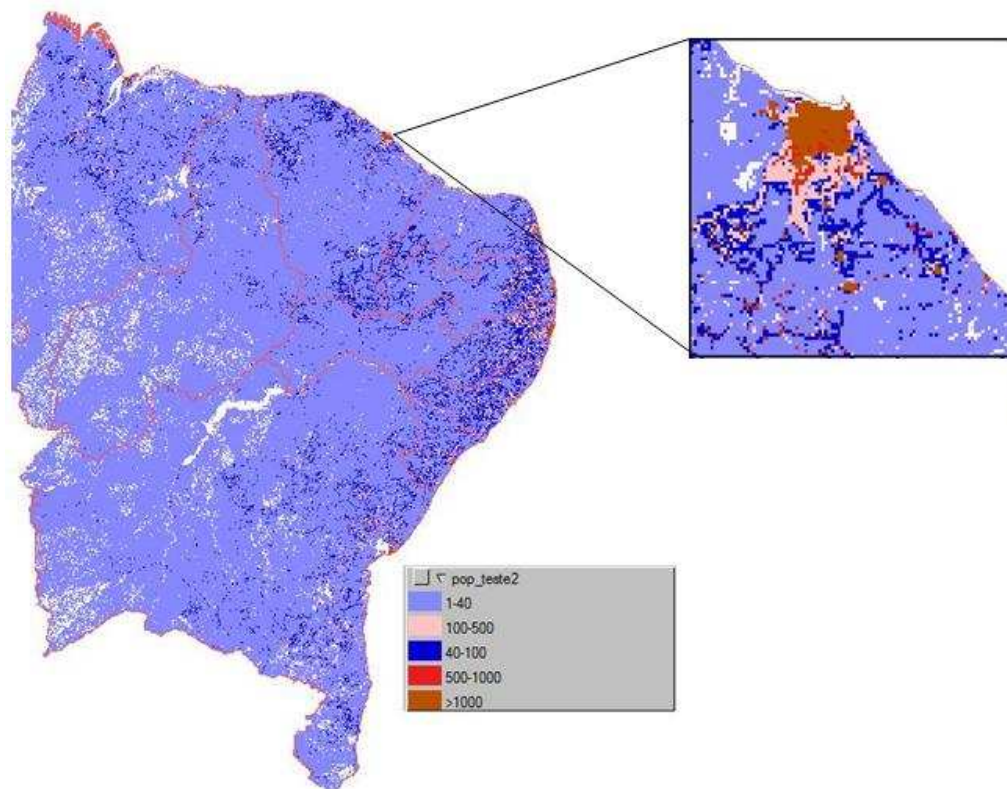


Figura 3 – Fatiamento da grade de população (Landscan).

O cruzamento desses dois mapas foi realizado através de uma operação booleana, utilizando a linguagem LEGAL (Figura 4). A operação booleana é uma operação utilizada em análise espacial qualitativa gerando um temático a partir de regras aplicadas a geo-campos. As classes de intersecção (Alto, Médio, Baixo e Muito Baixo risco) foram estabelecidas após a análise da tabulação cruzada realizada anteriormente, onde as intersecções com número de pixels entre 877 e 3218 foram classificadas com alto, as com número entre 258 e 533 como médio, as com número entre 108 e 180 como baixo e as com número entre 23 e 83 como muito baixo (Figura 5).

Posteriormente foi realizada uma operação zonal para a atualização dos atributos alto, médio, baixo e muito baixo (Figura 6) no mapa cadastral das divisões dos municípios da região de estudo, que utiliza a geometria de cada objeto como restrição espacial e um operador, no caso o contador zonal, que gera o valor do atributo para o objeto. De acordo com essa operação, foram estabelecidos quais municípios apresentam maior risco à elevação do nível do mar.

```

tematico globe("globe_imagem"), populacao("população"), saida("interseccao");

globe = Recuperar (Nome = "globe_fatiamento2");
populacao = Recuperar (Nome = "pop_teste2");

saida = Novo (Nome="resultado", ResX=0.0083333338, ResY=0.0083333338, Escala=1855325);

saida = Atribua(CategoriaFim="interseccao")
{
  "Alto": (populacao.Classe == "1-40" && globe.Classe == "0-1m") || (populacao.Classe == "40-100" && globe.Classe == "0-1m") ||
  (populacao.Classe == "100-500" && globe.Classe == "0-1m") || (populacao.Classe == "1-40" && globe.Classe == "1-2m") ||
  (populacao.Classe == "1-40" && globe.Classe == "2-3m") || (populacao.Classe == "1-40" && globe.Classe == "3-4m") ||
  (populacao.Classe == "1-40" && globe.Classe == "4-5m") || (populacao.Classe == "1-40" && globe.Classe == "5-6m"),
  "Medio": (populacao.Classe == ">1000" && globe.Classe == "0-1m") || (populacao.Classe == "100-500" && globe.Classe == "1-2m") ||
  (populacao.Classe == "40-100" && globe.Classe == "1-2m") || (populacao.Classe == "40-100" && globe.Classe == "2-3m") ||
  (populacao.Classe == "40-100" && globe.Classe == "3-4m") || (populacao.Classe == "40-100" && globe.Classe == "4-5m") ||
  (populacao.Classe == "40-100" && globe.Classe == "5-6m"),
  "Baixo": (populacao.Classe == "100-500" && globe.Classe == "2-3m") || (populacao.Classe == "500-1000" && globe.Classe == "1-2m") ||
  (populacao.Classe == ">1000" && globe.Classe == "1-2m") || (populacao.Classe == "100-500" && globe.Classe == "3-4m") ||
  (populacao.Classe == "100-500" && globe.Classe == "4-5m") || (populacao.Classe == "100-500" && globe.Classe == "5-6m"),
  "Muito baixo": (populacao.Classe == "500-1000" && globe.Classe == "1-2m") || (populacao.Classe == "500-1000" && globe.Classe == "2-3m") ||
  (populacao.Classe == "500-1000" && globe.Classe == "3-4m") || (populacao.Classe == "500-1000" && globe.Classe == "4-5m") ||
  (populacao.Classe == "500-1000" && globe.Classe == "5-6m") || (populacao.Classe == ">1000" && globe.Classe == "2-3m") ||
  (populacao.Classe == ">1000" && globe.Classe == "3-4m") || (populacao.Classe == ">1000" && globe.Classe == "4-5m") ||
  (populacao.Classe == ">1000" && globe.Classe == "5-6m")
};
}

```

Figura 4 – Operação booleana em LEGAL

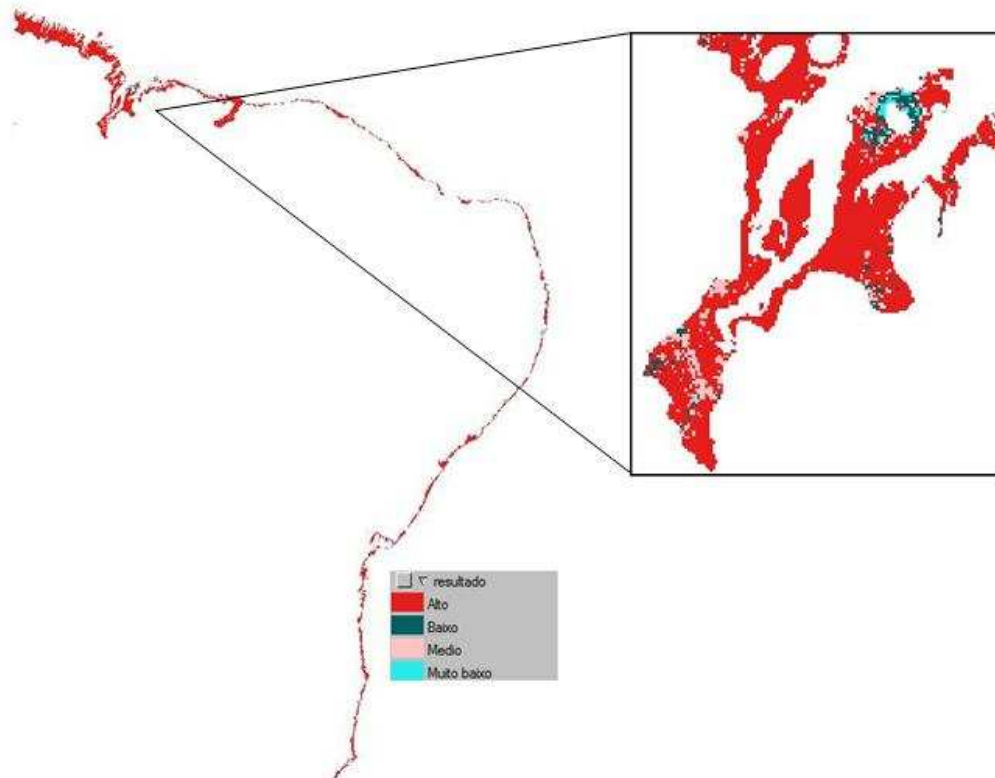


Figura 5 – Mapa da intersecção entre as classes de elevação do nível do mar e população.

```

{
Objeto   obj ("MUN_NE_pol_0");
Cadastral   mapcad ("municipios");
Temático   mapatem ("interseccao");

//Instanciação
mapcad = Recuperar (Nome = "limites");
mapatem = Recuperar (Nome = "resultado");

//Operacao
obj."ALTO" = Atualizar (mapatem=="Alto", obj OnMap mapcad, Contex);
}

```

Figura 6 – Operação zonal para atualização do atributo Alto.

As imagens *SPOT\_Vegetation* foram exportadas do Banco Atlas, e importadas em formato GeoTIFF para o Banco Geoprocessamento, banco de dados criado para o presente trabalho. A projeção das imagens foi alterada de polícônica para geográfica (LAT/LONG), e o Datum de SAD69 para WGS84. Após a importação foi realizada uma sobreposição dos limites dos estados da região nordeste e dos municípios costeiros nas imagens importadas (Figura 7).

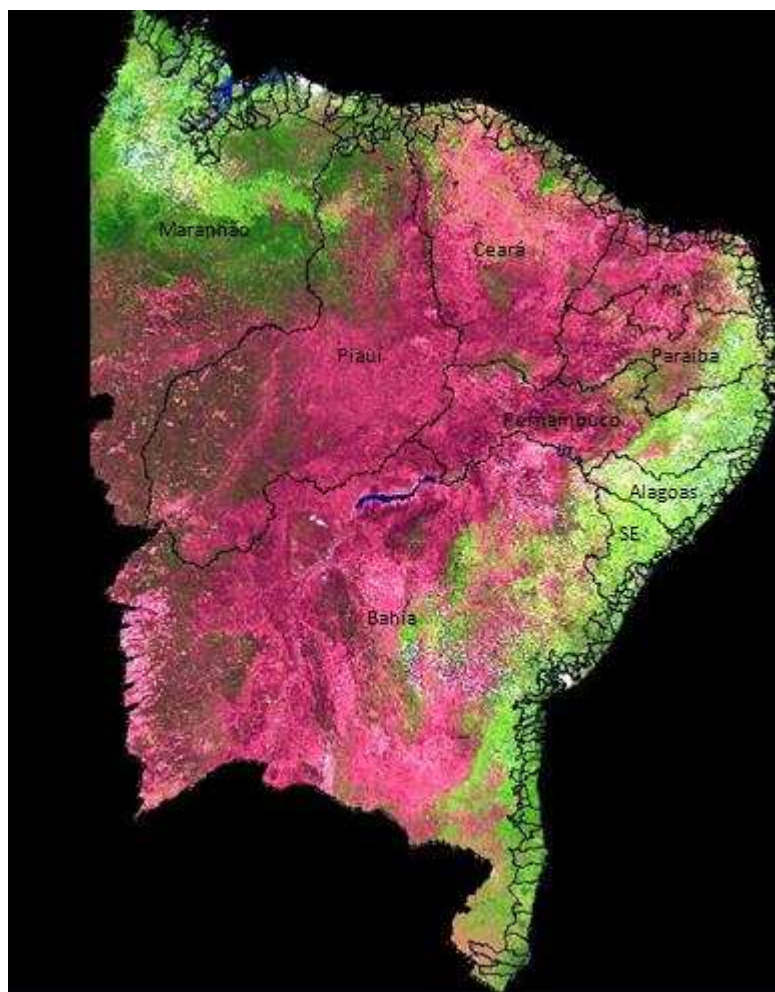


Figura 7 – Sobreposição das Imagens SPOT e dos limites dos Estados e municípios.

## RESULTADOS E DICUSSÃO

Com o cenário gerado a partir das grades DEM, verificou-se quais municípios se apresentam nas zonas de alto, médio, baixo e muito baixo risco (Figura 8). Esse cenário também demonstrou que, caso o nível do mar aumentasse 6 metros, 212 municípios dos 334 municípios costeiros da região nordeste do Brasil estariam em zonas de alto risco, provavelmente devido à baixa declividade da região. Além disso, verificou-se que o Estado do Maranhão apresentaria maior número de municípios em zonas de alto risco (Tabela 1).

Tabela 1 – Zonas de risco predominantes nos Estados.

	Alto	Médio	Baixo	Muito Baixo
Maranhão	67	1	1	0
Piauí	8	0	0	0
Ceará	20	1	1	1
Rio Grande do Norte	23	1	2	0
Paraíba	12	2	0	0
Pernambuco	13	3	0	0
Alagoas	17	2	0	0
Sergipe	13	1	0	0
Bahia	41	0	0	0

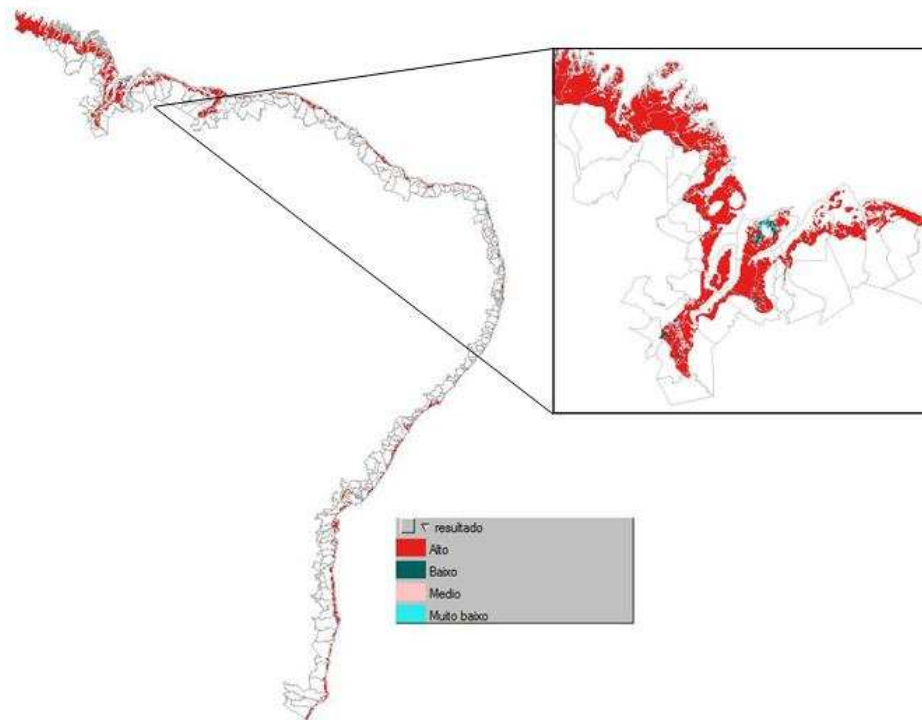


Figura 8 – Cruzamento entre as zonas de risco e os limites dos municípios



## **CONCLUSÕES**

Este trabalho identificou os municípios localizados em zonas de alto risco, caso o nível do mar aumentasse de 1 a 6 metros, na região nordeste do Brasil. Por ser uma região de baixa declividade, a maior parte dos municípios se encontra em zonas de alto risco. Para trabalhos futuros, é necessário avaliar os critérios de escolhas das zonas de risco, e aplicar a metodologia a outras regiões do Brasil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUDREY, D. G.; EMERY, K. O. 1993. Recent Global Sea Levels and Land Levels. In BARROW, E. M.; WARRICK, R. A.; WIGLEY, T. M. L. (Ed.). **CLIMATE AND SEA LEVEL CHANGE: OBSERVATIONS, PROJECTIONS AND IMPLICATIONS**. CAMBRIDGE, ENGLAND: CAMBRIDGE UNIVERSITY, 1993. 424 p.

DOBSON, J. E.; BRIGHT, E. A.; COLEMAN, P. R.; DURFFE, R. C.; WORLEY, B. A. 2000. Landsat: A Global Population Database for Estimating Populations at Risk. *Int. Archives Photogramm. Remote Sens.*, 66 (7), 849-857.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE WORKING GROUP I. THIRD ASSESSMENT REPORT; HOUGHTON, J. T.; DING, Y.; GRIGGS, D. J.; MOGUER, M.; VAN DER LINDEN, P, J.; DAI, X. MASKELL, K. JOHNSON, C. A. **CLIMATE CHANGE 2001 : THE SCIENTIFIC BASIS**. -. CAMBRIDGE, ENGLAND: CAMBRIDGE UNIVERSITY, 2001. 881 p.

MARENGO, J. A.; BRASIL. MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE. **MUDANCAS CLIMATICAS GLOBAIS E SEUS EFEITOS SOBRE A BIODIVERSIDADE: CARACTERIZACAO DO CLIMA ATUAL E DEFINICAO DAS ALTERACOES CLIMATICAS PARA O TERRITORIO BRASILEIRO AO LONGO DO SECULO XXI**. BRASILIA, DF: MMA, 2006. 212 p. (SERIE BIODIVERSIDADE, 26).

MUEHE, D. (org) 2006. Erosão e progradação no litoral brasileiro. Brasília: MMA. 476p.

ROWLEY, R.J.; KOSTELNICK, J.C.; BRAATEN D. 2007. Risk of Rising Sea Level to Population and Land Area. *EOS*, v.88(9)105,107pp.

WARRICK, R. A. 1993. Climate and Sea Level Change: a synthesis. In BARROW, E. M.; WARRICK, R. A.; WIGLEY, T. M. L. (Ed.). **CLIMATE AND SEA LEVEL CHANGE: OBSERVATIONS, PROJECTIONS AND IMPLICATIONS**. CAMBRIDGE, ENGLAND: CAMBRIDGE UNIVERSITY, 1993. 424 p.