

## **Morfologia Matemática: Delimitar área de desastre ambiental causado por vazamento de petróleo utilizando imagem de satélite.**

Mairon Gregory Silva de Matos  
Carlos Eduardo Guerra  
Aldenize Ruela Xavier

Universidade Federal do Oeste do Pará-UFOPA  
Rua Vera Paz, Salé, Santarém-PA, Brasil  
CEP 68.035.120

mairon\_matos@hotmail.com  
guerra@ufpa.br  
aldenize@ufpa.br

**Abstract.** This study aimed to highlight the area of an oil stain to determine the extent of environmental disaster in the Gulf of Mexico. The image used as a study area this was a satellite image corresponding to the oil spill that began on April 20, 2010, caused by the explosion of an oil platform located in the Coast of the United States. The satellite image used in the work captured the conditions of oil spill related to the 26th of April 2010 and May 9, 2010. To extract the targets of interest in this work, we used existing techniques of Mathematical Morphology, one of the tools used for Digital Image Processing (DIP). The feature of the study area was subjected to handling and processing from the application of morphological operators in order to achieve an improvement in the visual aspect to detect the size of the oil slick.

**Palavras-chave:** remote sensing, image processing, sensoriamento remoto, processamento de imagens.

### **1. Introdução**

O objetivo do uso do processamento digital de imagens consiste em melhorar o aspecto visual de certas feições estruturais para o analista humano e fornecer outros subsídios para a sua interpretação, inclusive gerando produtos que possam ser posteriormente submetidos a outros processamentos [1].

A tecnologia de processamento digital de imagens vem ampliando seus domínios, que incluem as mais diversas áreas, como por exemplo: análise de recursos naturais e meteorologia por meio de imagens de satélites; transmissão digital de sinais de televisão ou facsímile; análise de imagens biomédicas, incluindo a contagem automática de células e exame de cromossomos; análise de imagens metalográficas e de fibras vegetais; obtenção de imagens médicas por ultrassom, radiação nuclear ou técnicas de tomografia computadorizada; aplicações em automação industrial envolvendo o uso de sensores visuais em robôs, etc. [1]. As imagens utilizadas nesse trabalho foram obtidas por satélite, sendo submetidas ao Processamento Digital de Imagens, para uma melhoria visual.

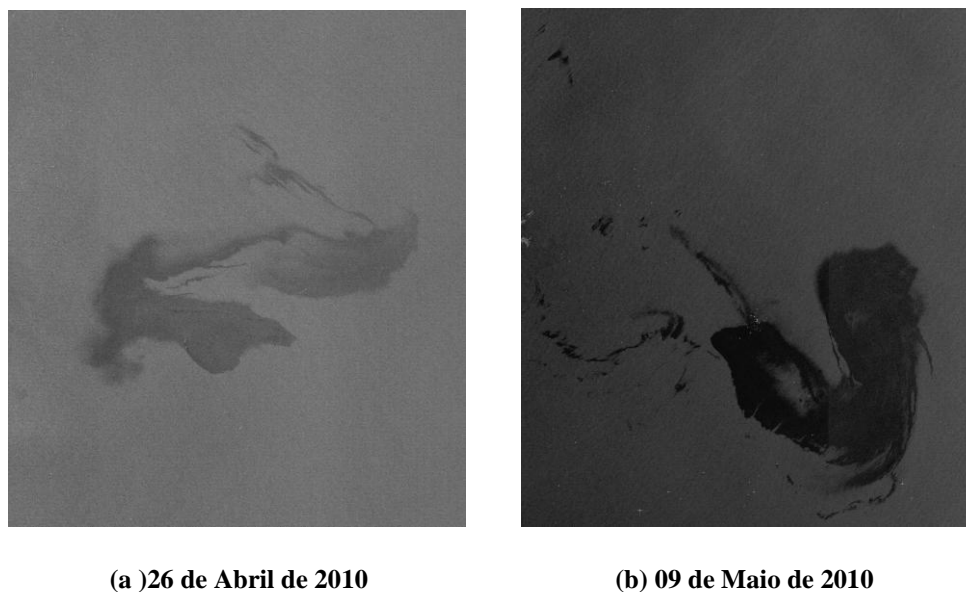
As imagens de satélite mostram as dimensões do vazamento de petróleo, em períodos diferentes, ocasionada pela explosão e naufrágio da plataforma Deepwater Horizon, operada pela BP, no dia 20 de abril de 2010 no Golfo do México.

A utilização dessa imagem tem por finalidade, destacar a área que corresponde ao desastre ambiental provocado pelo vazamento de petróleo no Golfo do México. Para tanto, foi utilizada uma das diversas ferramentas de Processamento Digital de Imagens, a Morfologia Matemática, que estuda propriedades topológicas e estruturais dos objetos a partir de suas imagens e tem como objetivo descrever e analisar a forma dos mesmos, fazendo o uso de ferramentas básicas, como detectores de borda e operadores morfológicos.

### **2. Área de estudo**

A área escolhida para o estudo corresponde a duas imagens de radar capturadas pelo

satélite ENVISAT (através do instrumento ASAR-Advanced Synthetic Aperture Radar) nos dias 26 de Abril de 2010[2] e 09 de maio de 2010[3] (Figura 1), no catálogo de imagens da agência espacial europeia (ESA), correspondente ao vazamento de petróleo que teve início no dia 20 de abril de 2010, causado pela explosão de uma plataforma petrolífera localizado na Costa dos Estados Unidos.



**Figura 1: Imagens obtidas pelo radar ENVISAT**

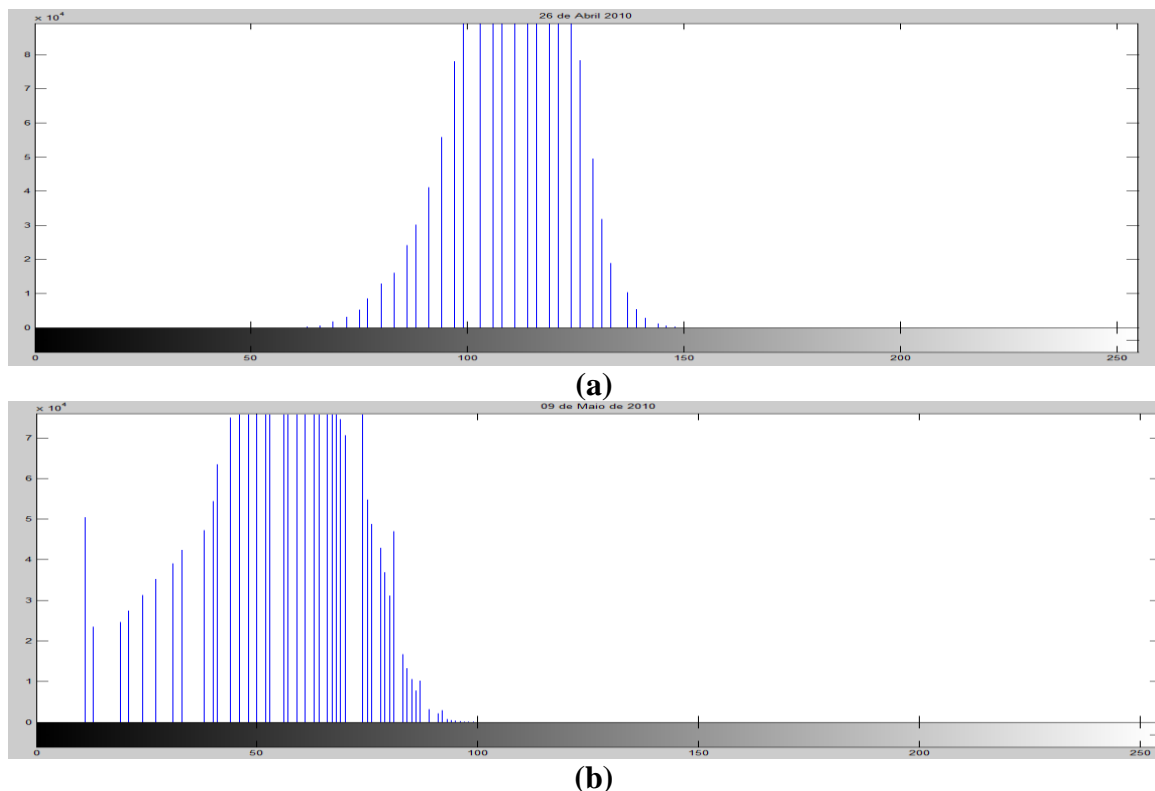
### 3. Metodologia de trabalho

O trabalho constitui-se na utilização dos operadores morfológicos para a melhoria do aspecto visual das dimensões das manchas de petróleo. Os operadores morfológicos foram aplicados com o intuito de realizar a manipulação e tratamento das imagens para destacar, claramente, as áreas correspondentes ao vazamento de petróleo. Para testar a eficiência dos operadores morfológicos na obtenção dos resultados foi utilizada a “toolbox” referente à Morfologia Matemática acoplada ao software MATLAB, versão 7.6.0324 (R2008a).

Para melhorar a qualidade visual, as imagens foram submetidas, primeiramente, a escolha dos níveis de cinza, através da análise do histograma. Com os níveis de cinzas definidos o próximo passo foi limiarizar as imagens, que consiste em separar as regiões de uma imagem quando esta apresenta duas classes, o fundo e o objeto, utilizando um limiar definido. Com as imagens limiarizadas foi aplicado um elemento morfológico *strel*, que com auxílio dos elementos estruturantes: *imopen* (abertura, realizando uma erosão seguida de uma dilatação), *imclose* (fechamento sobre a morfologia da imagem em tons de cinza ou binário), *imerode* (realiza a erosão binária), *imdilate* (realiza a dilatação binária), *bwmorph* (com auxílio do operador *majority*) e o operador *bwboundaries* (traça os limites exteriores dos objetos), obtendo o resultado pretendido.

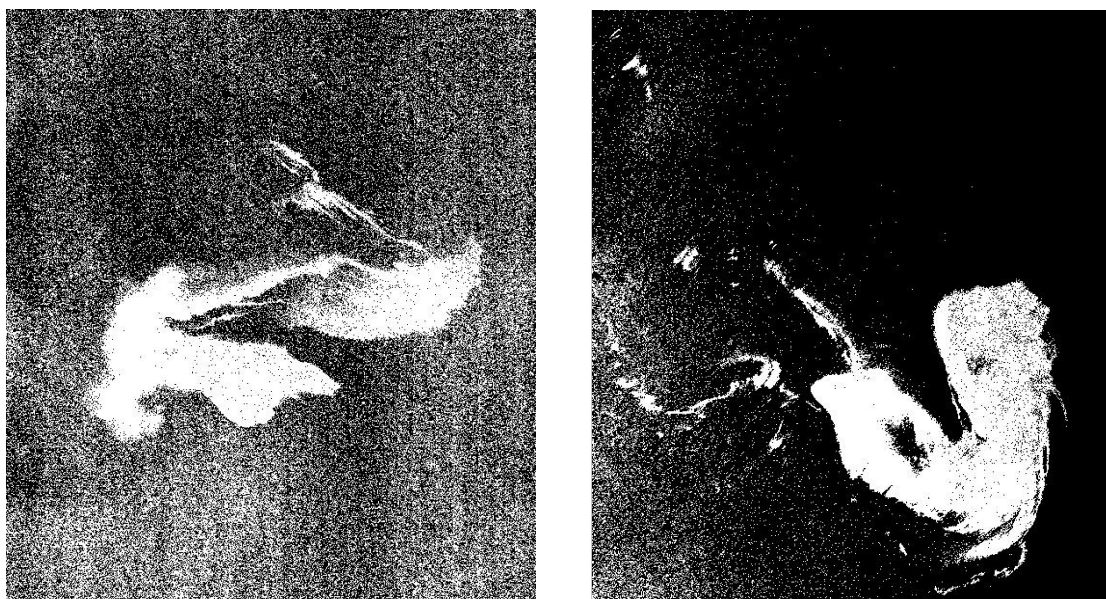
### 4. Apresentação e Análise dos Resultados

Aplicou-se, inicialmente, sobre as imagens de satélite (Figura 1) um operador que exibe o histograma, número de pixels por nível de cinza. O resultado encontra-se na Figura 2.



**Figura 2: Histogramas das imagens do dia 26 de Abril (a) e 09 de Maio de 2010 (b).**

Com a ajuda do histograma foi estabelecido os seguintes níveis de cinza: para a Figura1(a) de 50 a 110 e para a Figura1(b) de 0 a 42. Na sequência, com os níveis de cinza estabelecidos, as imagens passaram pelo processo de limiarização. Os resultados obtidos estão na Figura 3.



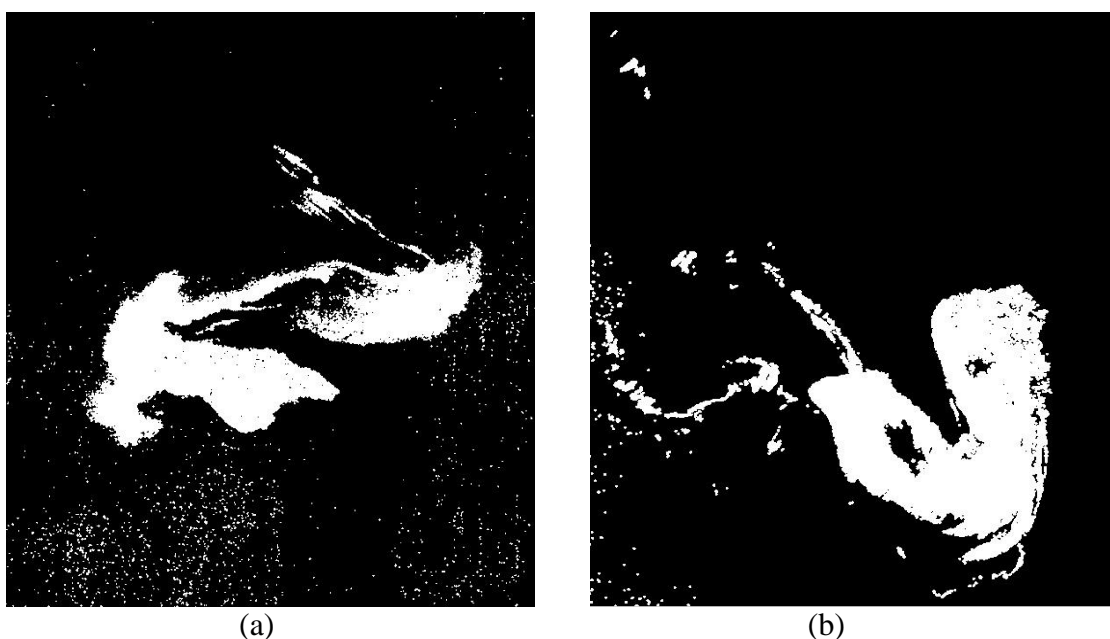
**Figura 3: Imagens Limiarizadas.**

Com as imagens limiarizadas, escolheu-se o elemento estruturante em forma de disco de raio 2, para aplicar o operador de erosão seguida de uma dilatação, responsável por limpar boa parte dos ruídos (píxeis não desejados) das imagens. Os resultados obtidos estão na figura 4.



**Figura 4: Resultado obtido com erosão seguida de uma dilatação**

Através do operador de abertura obtivemos um ótimo resultado na retirada de ruídos. Observando a figura 4 percebemos que houve percas de píxels nas áreas correspondente ao vazamento de petróleo, para melhorar essas imagens foram utilizados dois elementos estruturantes, um de abertura seguida de um fechamento figura 5(a) e um de dilatação figura 5(b), escolheu-se o elemento estruturante em forma de disco de raio 2. O resultado consta na Figura 5.

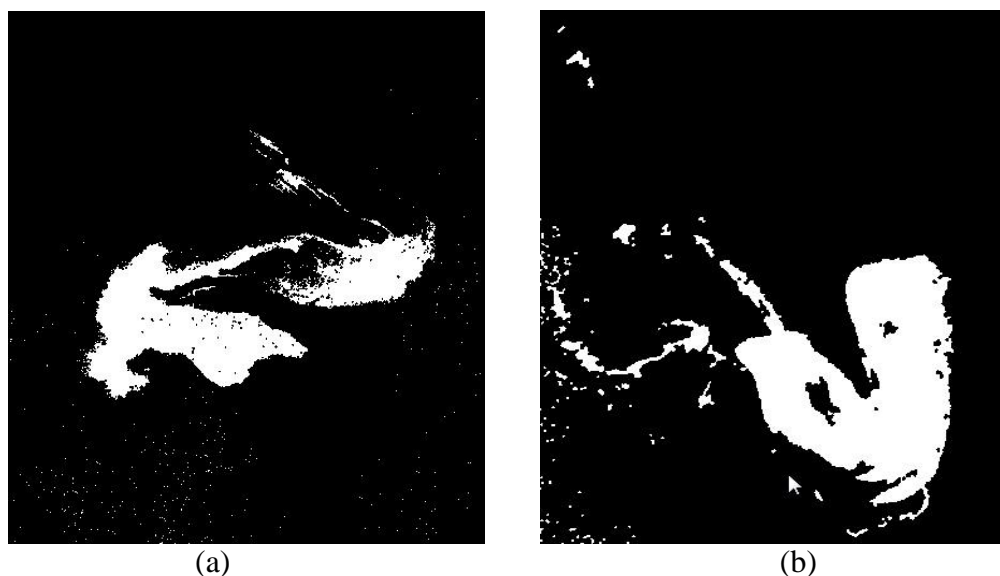


**Figura 5: Imagens obtidas com operadores de abertura seguida de um fechamento (a) e de dilatação (b).**

Analisando as figuras 5, a partir da figura 4, percebe-se como agem os operadores de abertura seguida de um fechamento e de dilatação. Na figura 5(a), o operador de abertura

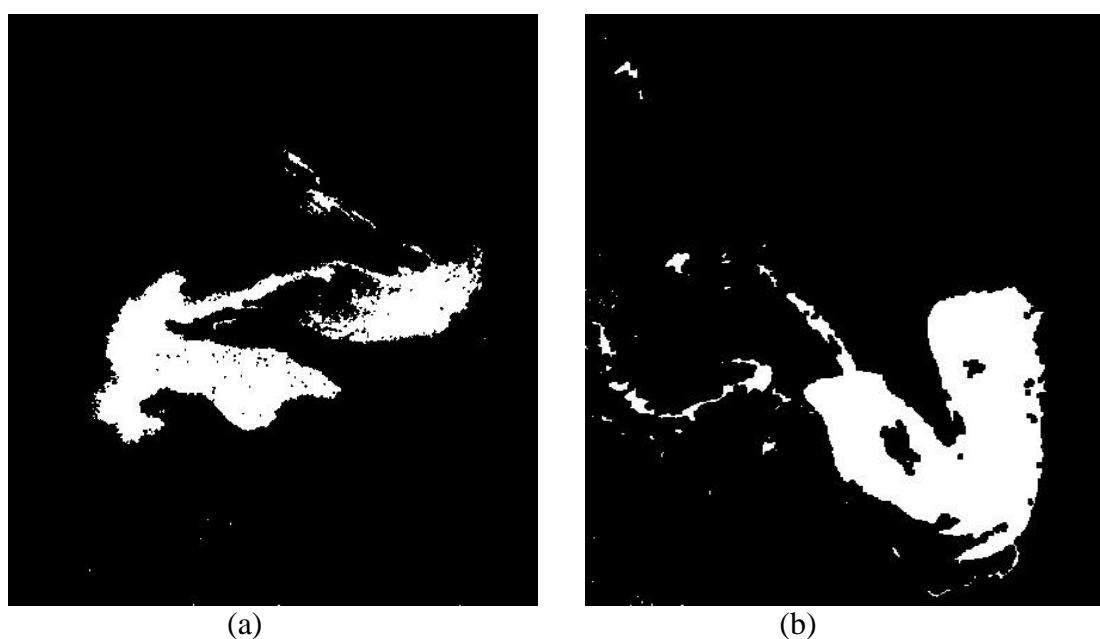
seguida de um fechamento fechou os píxeis binários (0 pretos, que se encontravam na área correspondente ao vazamento de petróleo), melhorando a visualização da mancha de petróleo. Na figura 5(b), o operador de dilatação dilatou os tons em branco (1), preenchendo os píxeis pretos (0), havendo uma melhora na visualização da mancha de petróleo.

Com o aperfeiçoamento das imagens, ainda existem ruídos (píxeis). No entanto para eliminar uma parte desses ruídos (píxeis), foram utilizados os operadores erosão e novamente operador de abertura seguida de um fechamento, ambos operados com estruturante em forma de disco de raio 2, Figura 6(a) e 5, Figura 6(b). O resultado consta na Figura 6.



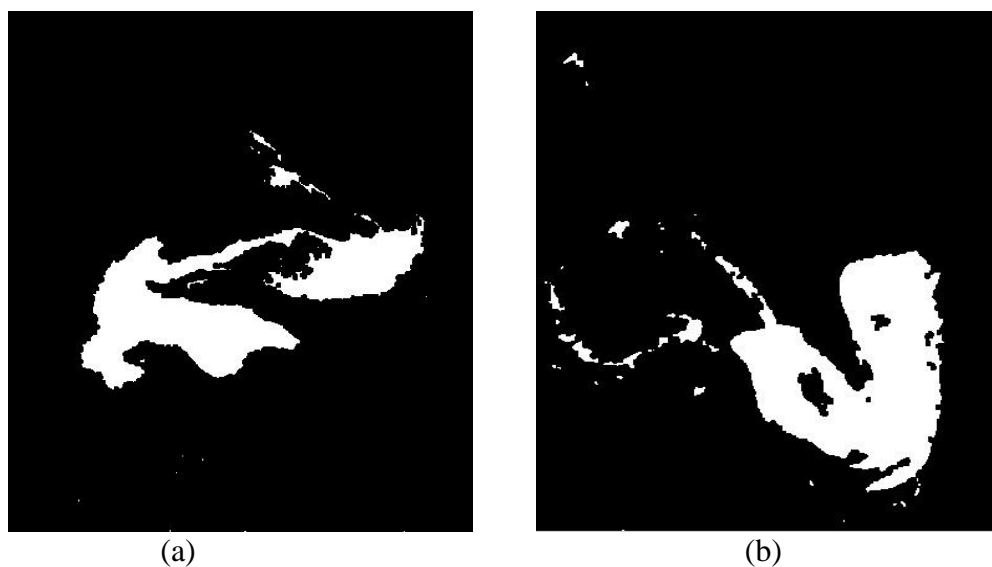
**Figura 6: Imagens obtidas com operadores de erosão (a) e de abertura seguido fechamento**

Utilizando as imagens anteriores (Figura 6), foi utilizado um operador de erosão seguida de uma dilatação e um de erosão, ambos com elementos estruturantes em forma de quadrado, com largura 3 e largura 6 (Figura 7). Os resultados constam na Figura 7.



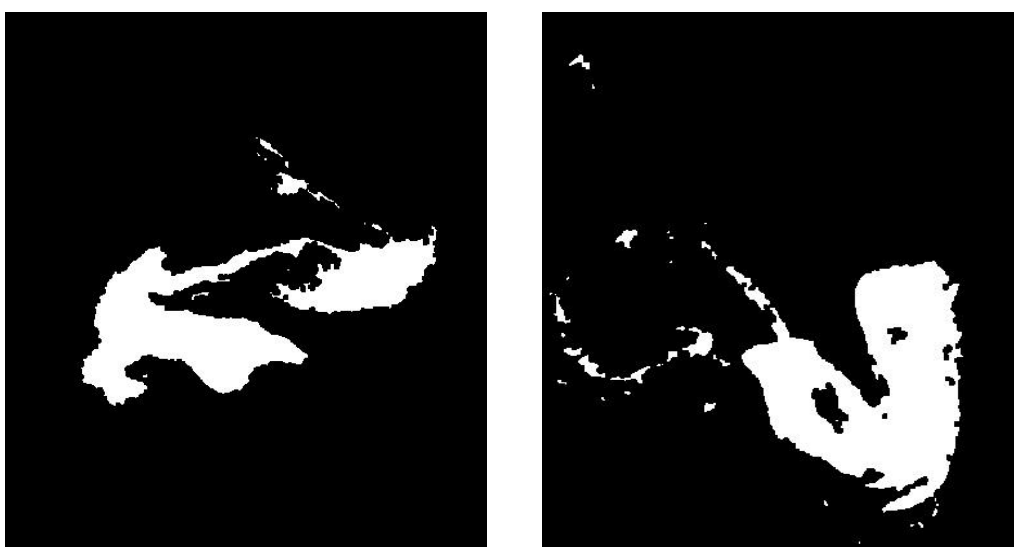
**Figura 7: Imagens obtidas com operadores de erosão seguida de uma dilatação (a) e de erosão(b).**

Agora as imagens possuem poucos ruídos, mas ainda não é um resultado satisfatório, para podermos melhorar as imagens foi utilizado um operador de abertura seguida de um fechamento e um operador erosão seguida de uma dilatação ambos com elementos estruturantes em forma de disco, com raio 7, Figura 8(a) e raio 3, Figura 8(b).O resultado consta na Figura 8.



**Figura 8: Imagens obtidas com operadores de abertura seguida de um fechamento (a) e erosão (b).**

Com a aplicação do operador de abertura seguida de um fechamento e um operador de erosão seguida de uma dilatação, já é possível observarmos que as manchas de petróleo estão totalmente visíveis, mas existem pixels fora da mancha que precisam ser processados, onde foi utilizada uma operação que é repetida até que a imagem não mude mais. O resultado consta na figura 9.

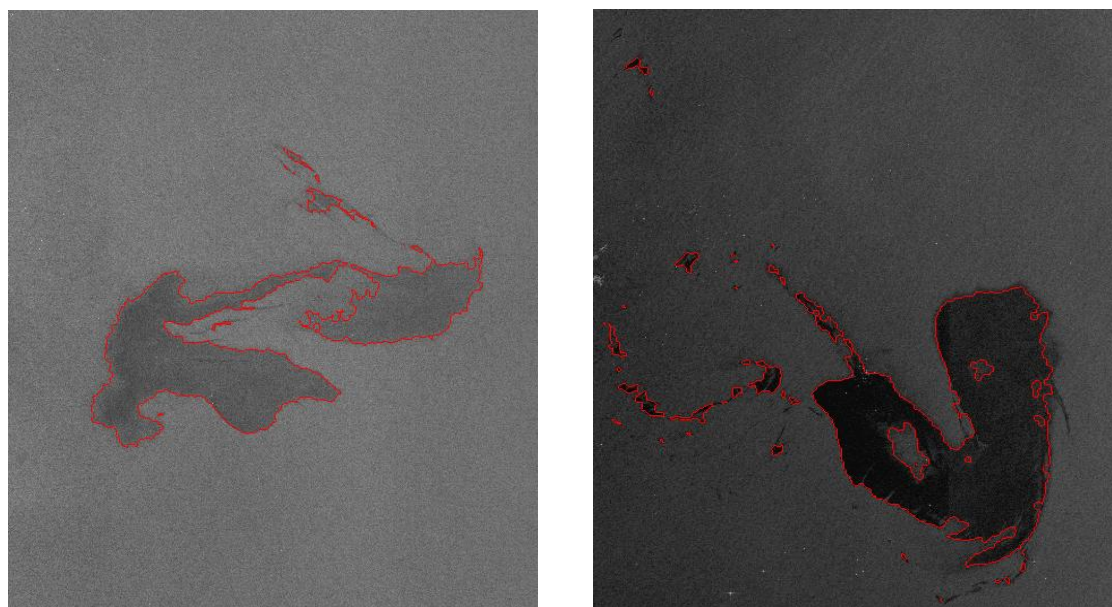


**Figura 9: Imagens sem ruídos.**

Com as imagens prontas foi utilizado um operador que traça os limites exteriores dos



objetos, bem como limites de buracos no interior desses objetos. Em seguida sobreposamos as imagens, utilizando a Figura 9 para contorno da área e a Figura 1 (a e b) mostrando esses contornos nas imagens originais. O resultado consta na figura 16.



**Figura10: Resultado final, imagens contornadas**

## 5. Conclusão

As imagens originais mostram que a mancha de petróleo não está concentrada em um único ponto, está fragmentada em um ponto maior e de vários pontos pequenos. Para tentar detectar a dimensão do vazamento necessitaria de ferramentas específicas para auxiliar no tratamento das características da área de estudo. A Morfologia Matemática confirma seu potencial no processamento de imagens digitais obtidas por satélites dando suporte para manipulação para melhoria da qualidade visual de imagens. A obtenção de bons resultados utilizando dessa técnica, está ligada a escolha adequada dos operadores morfológicos no processamento das imagens, nos limiares adotados no processo de limiarização e o elemento estruturante escolhido. Com a metodologia apresentada nota-se que foi possível detectar uma grande parte dos pontos correspondentes a mancha de petróleo na imagem. Embora, o produto final desse trabalho necessite de um aprimoramento superior, a relevância dessa pesquisa é evidente, uma vez que a imagem original exhibe a dimensão de um desastre ambiental, em uma escala que não corresponde as verdadeiras proporções do vazamento.

## Agradecimento

Agradeço ao professor D.SC Carlos Eduardo Guerra, por ter me orientado, a professora M.SC Aldenize Ruela Xavier pela co-orientação neste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- [1] BASTOS, Vanessa. Técnicas de segmentação de imagens para a recuperação de informações visuais - Universidade Católica de Pelotas-UCPEC. Disponível em <<http://paginas.ucpel.tche.br/vbastos/pi.htm#1>>. Acesso em 22 de Junho de 2010.
- [2]<[http://earth.eo.esa.int/cgi-bin/satimgsql.pl?show\\_url=2033&startframe=0](http://earth.eo.esa.int/cgi-bin/satimgsql.pl?show_url=2033&startframe=0)>. Acesso no dia

22 de julho de 2010

[3]< [http://earth.eo.esa.int/cgi-bin/satimgsql.pl?show\\_url=2037&startframe=0](http://earth.eo.esa.int/cgi-bin/satimgsql.pl?show_url=2037&startframe=0) >. Acesso no dia 22 de julho de 2010