



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

# **ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS EM ATAQUES DE TUBARÃO NO LITORAL DE PERNAMBUCO**

Introdução ao Geoprocessamento

Discente: Jean Farhat de Araújo da Silva

# Introdução

- A presença de ataques de tubarão no litoral de Pernambuco (PE)
  - Atratividade ao turismo
  - Saúde da população.
- Ocorrências dos ataques influenciadas por fatores:
  - Ambientais
  - Antrópicos
- Principais espécies responsáveis pelos ataques são:
  - Galeocerdo cuvier (Tubarão tigre)
  - Carcharhinus leucas (Tubarão cabeça chata)

# Introdução

- Características de habitat das espécies
  - Habitam regiões tropicais
  - Temperaturas médias entre 21 e 30°C sendo ideal entre 26 e 27°C
  - Disponibilidade de alimentos.
    - *Scomberomorus cavalla* (Cavala) e *Centropomus undecimalis* (Robalo)



*Galeocerdo cuvier*

**Fonte: Divers for sharks**





*Carcharhinus leucas*

**Fonte: Divers for sharks**

# Objetivo

- Analisar a influência das variáveis ambientais clorofila e temperatura da superfície da água para o habitat destes tubarões na ocorrência de ataques.
- **Área de estudo:**
  - Litoral da região metropolitana do Recife: Ipojuca, Recife, Jaboatão dos Guararapes, Cabo Santo Agostinho e Olinda.

# Base de Dados



Fonte: Ocean Color (sensor MODIS)

**Dado: Imagens de Temperatura e Clorofila.**



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**Dado: Limites territoriais.**

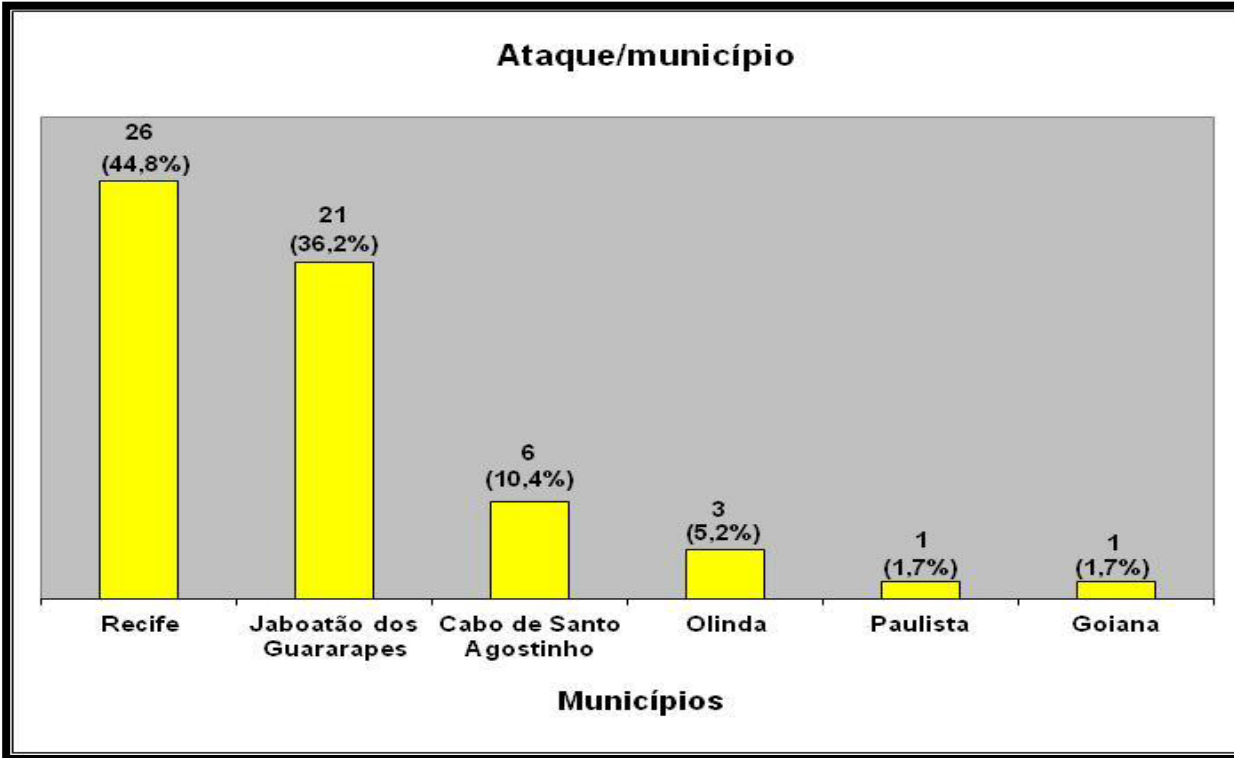


Fonte: Comitê Estadual de Monitoramento de Incidentes com Tubarões

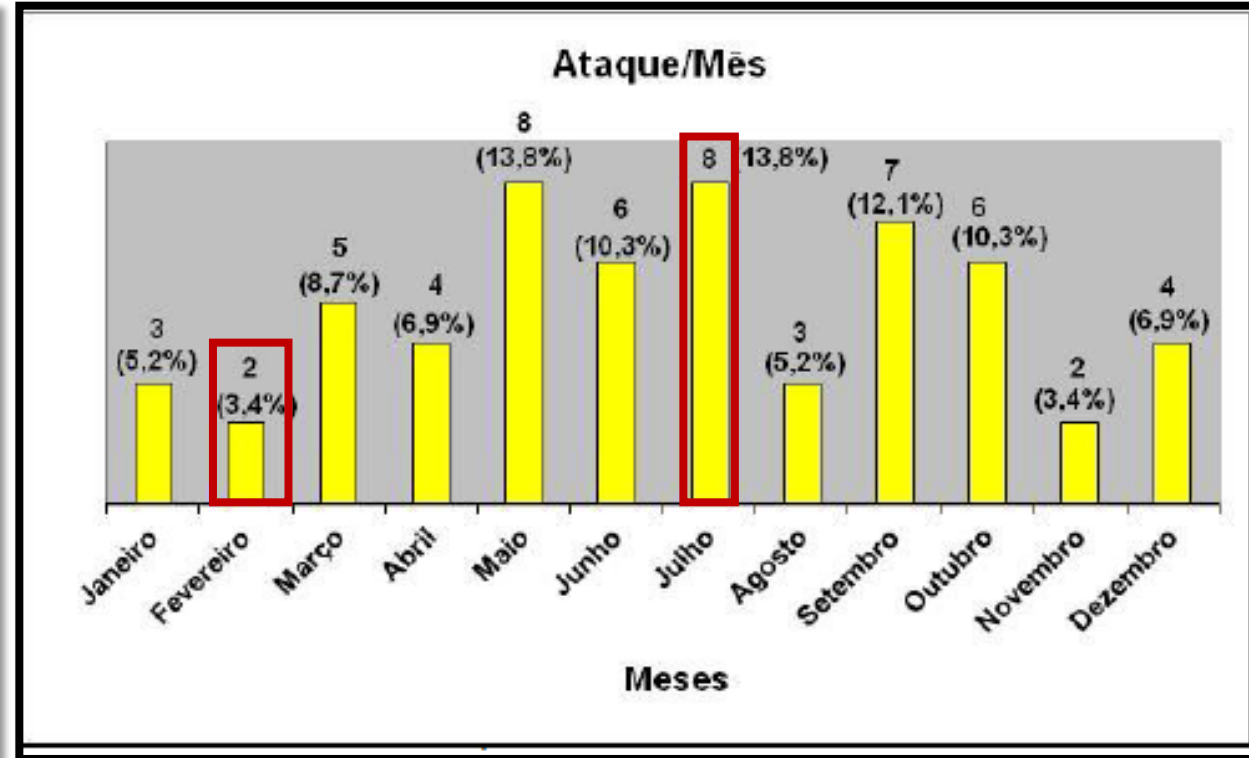
**Dado: Ataques de tubarão.**

# Ocorrência de Ataques

## Ataques por Município



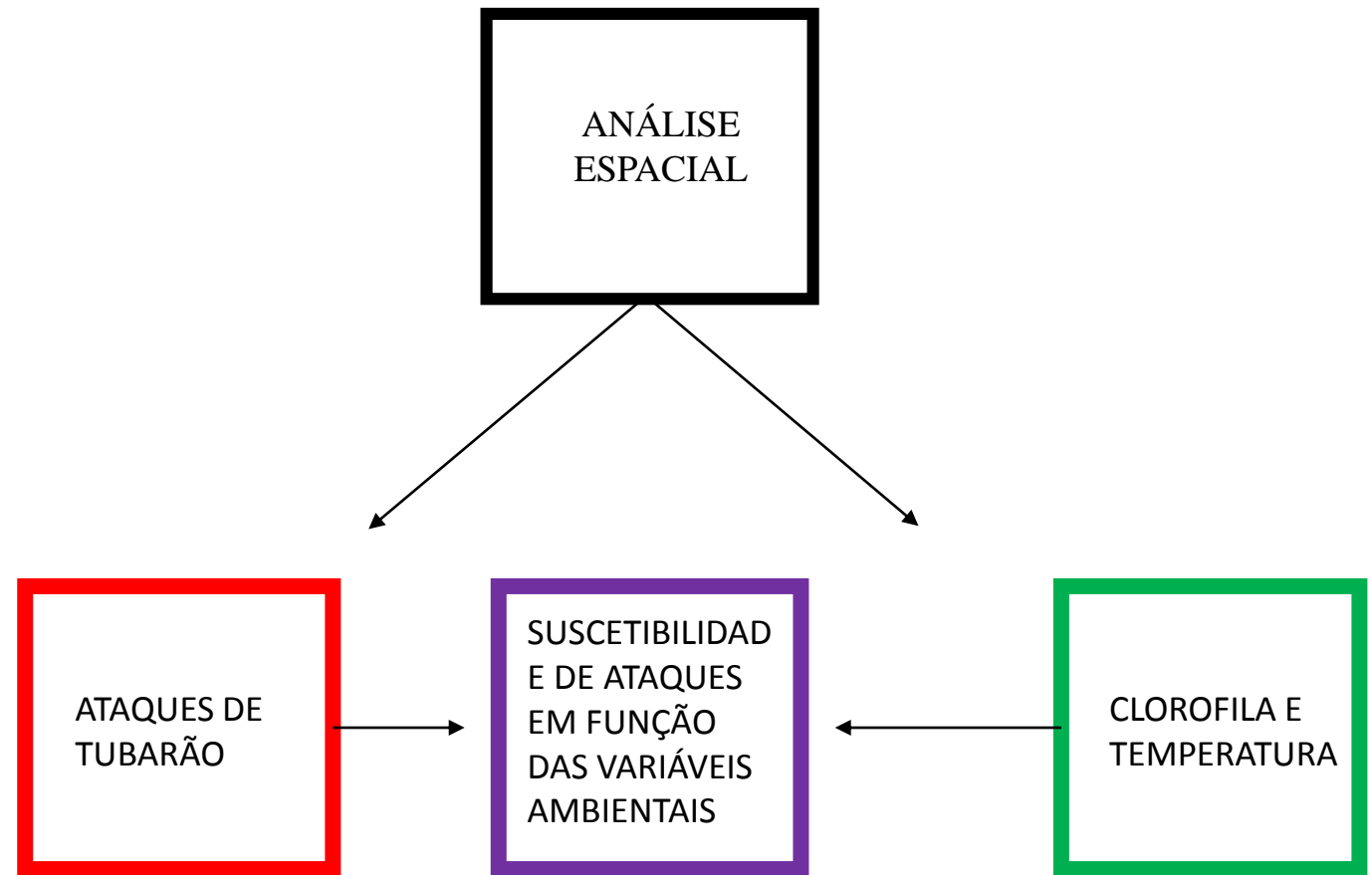
## Ataques por Mês






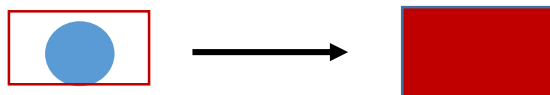
# Metodologia

- Análise espacial
  - Ataques de tubarão por meio de um **endereço impreciso**
  - Dados ambientais de clorofila e temperatura dos meses de Fevereiro e Julho (2003 – 2015)
  - Aplicação da lógica fuzzy as variáveis ambientais



# Espacialização dos ataques de tubarão

- Elaboração de uma tabela com os dados de ataques de tubarão
- Espacialização dos ataques com base em 3 distâncias para cada tipo de vítima (banhista e surfista) no Google Earth.
- Importação dos ataques ao SIG no formato vetorial de pontos (*conversion tools – KML to SHP*). 
- Produção de uma grade regular (500x500m) gerada sobre um buffer de 500m da costa (*create grid and graticulates*).
- Aplicação da álgebra de mapas em geo-objetos, verificando a topologia entre os pontos dos ataques com as células da grade (*spatial join*).



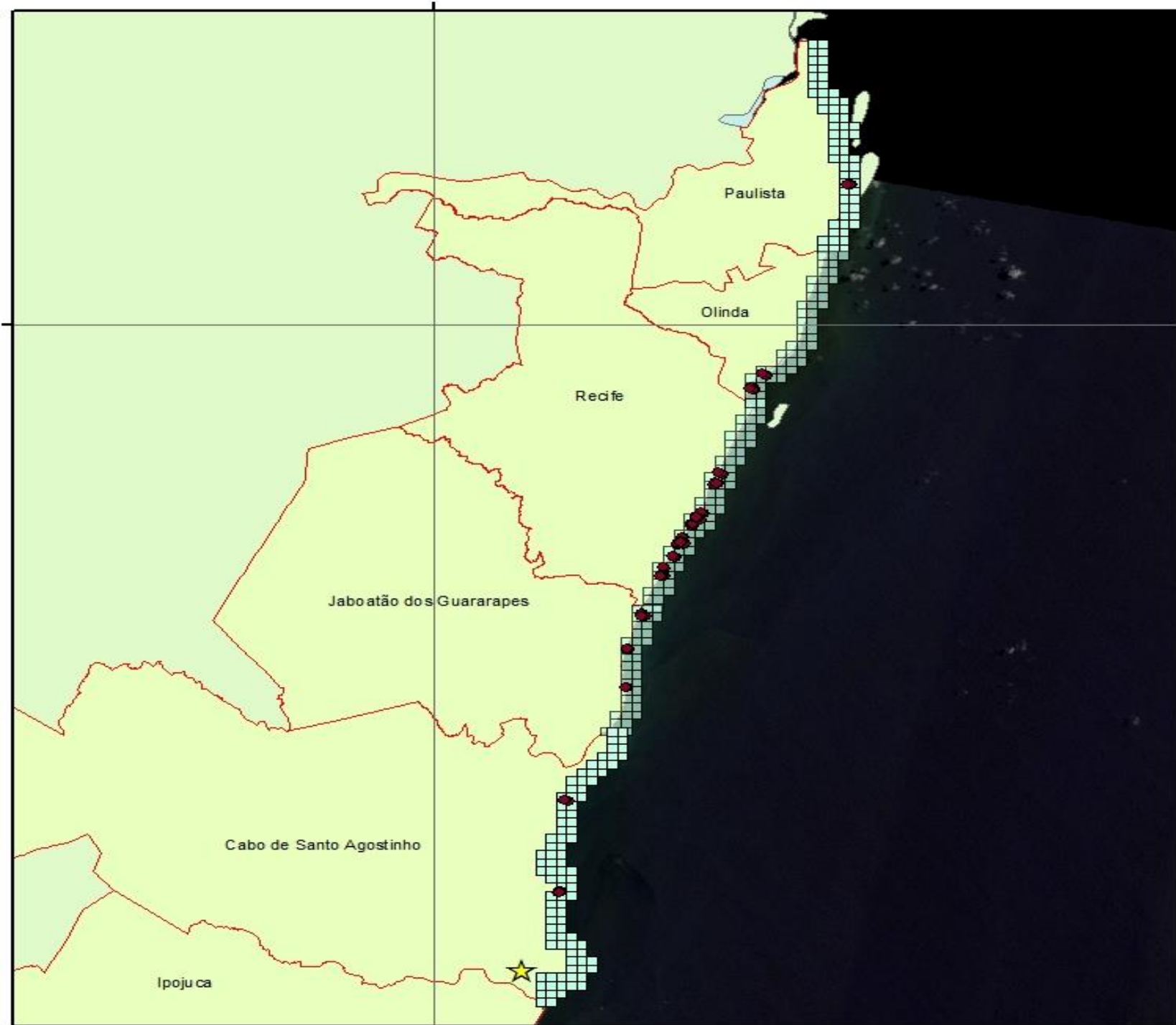
num ataque	Atividade	Praia/Município	local de referência em terra	data
23°	surfista	boa viagem / recife	restaurante costa do sol	17/mai/97
24°	surfista	paiva/cabo sto agostinho	?	02/jul/97
25°	banhista	boa viagem / recife	barraca de coco n°29	16/set/97
26°	banhista	boa viagem / recife	2° jardim	01/abr/98
27°	surfista	boa viagem / recife	ed. Vilas boas	26/jul/98
28°	surfista	boa viagem / recife	hotel atlante plaza	04/out/98
29°	surfista	boa viagem / recife	2° jardim posto 5	02/nov/98
30°	surfista	boa viagem / recife	acaiaça	01/mai/99
31°	banhista	boa viagem / recife	posto 6	26/dez/99
32°	banhista	boa viagem / recife	acaiaça	03/mar/01
33°	banhista	candeias/jaboatao guararapes	?	03/jan/02
34°	banhista	boa viagem / recife	acaiaça	24/mar/02
35°	surfista	pina/recife	brasilia teimosa	10/mai/02
36°	surfista	pedade/jaboatão guararapes	hospital aero	09/jul/02
37°	banhista	pedade/jaboatão guararapes	igreja	16/set/02
38°	banhista	pedade/jaboatão guararapes	igreja	14/out/02
39°	surfista	pau amarelo / paulista	?	23/abr/03
40°	banhista	pedade/jaboatão guararapes	igreja	29/fev/04
41°	surfista	boa viagem / recife	1° jardim	29/mar/04
42°	banhista	pedade/jaboatão guararapes	igreja	01/mai/04
43°	banhista	pedade/jaboatão guararapes	hospital aero	22/mai/04
44°	banhista	pedade/jaboatão guararapes	1 km da igreja	23/mai/04
45°	banhista	boa viagem / recife	ed. Portugal	21/ago/04
46°	banhista	pina/recife	praia de brasilia teimosa	08/set/04
47°	banhista	pedade/jaboatão guararapes	igreja	09/abr/06
48°	banhista	boa viagem / recife	2° jardim	21/mai/06
49°	surfista	del chifre/olinda	proximo a ilha do maruim	18/jun/06
50°	banhista	pontas de pedra / goiania	?	10/jul/06
51°	banhista	pedade/jaboatão guararapes	acaiaça	01/jun/08
52°	surfista	del chifre/olinda	praia del chifre	11/jun/08
53°	banhista	pedade/jaboatão guararapes	restaurante sucata perto da igreja	07/set/09
54°	surfista	pina/recife	buraco da velha em brasilia teimosa	29/jun/11
55°	surfista	del chifre/olinda	proximo a ilha do maruim	12/nov/11
56°	banhista	enseada dos corais/ cabo sto agostinho	praia enseada dos corais	26/ago/12
57°	banhista	boa viagem / recife	ed. El greco n°6500	22/set/12
58°	banhista	enseada dos corais/ cabo sto agostinho	praia enseada dos corais	25/mai/13
59°	banhista	boa viagem / recife	em frente ao ed. Anabela n°4772	22/jul/13





Distance from shore	Number of attacks on surfers	Number of attacks on bathers	
0–50 m	2	4	
51–100 m	3	4	
101–150 m	1	1	HAZIN, et. al (2008)
151–200 m	1	1	
201–250 m	1	0	
251–300 m	2	1	





1:300.000

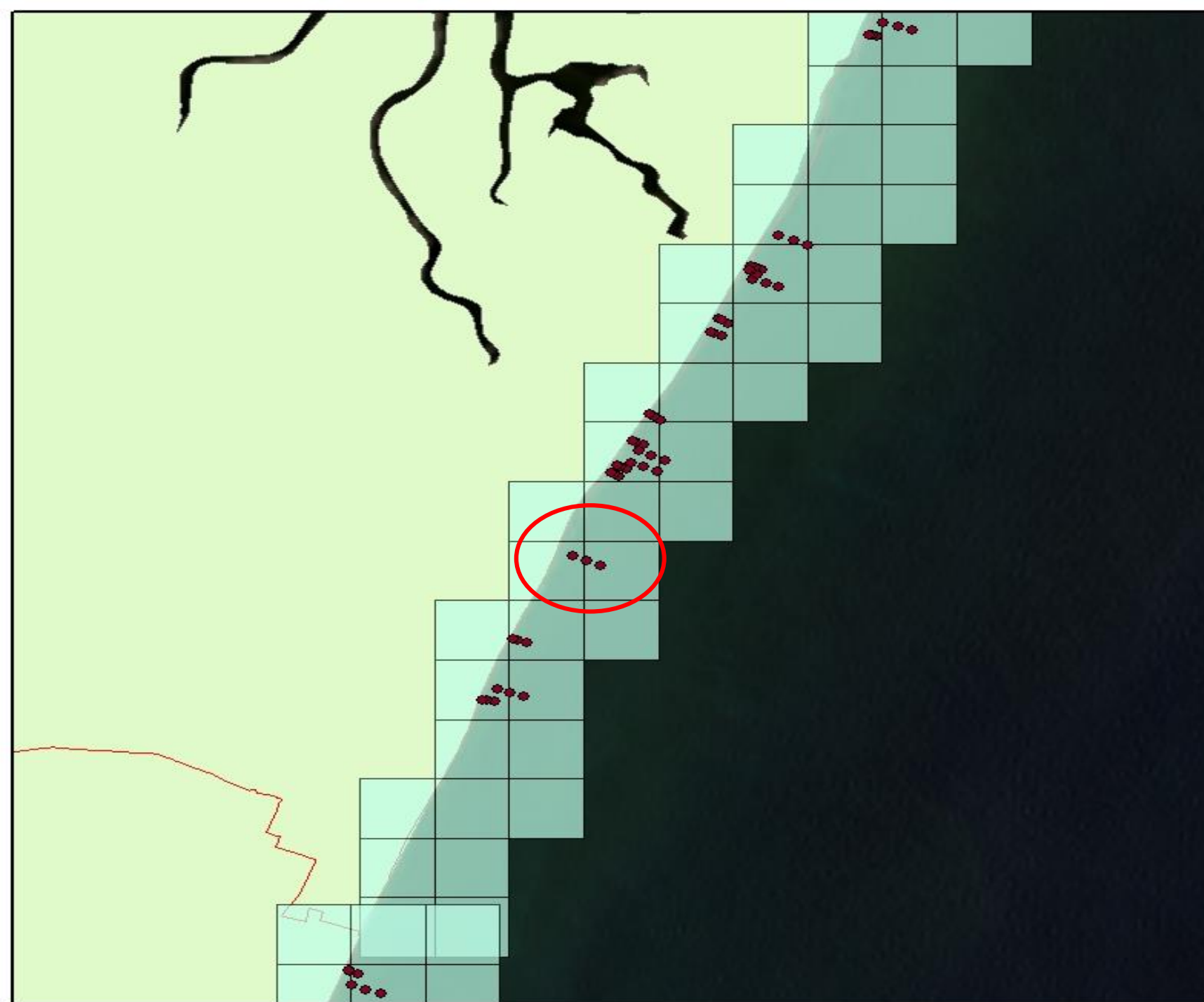


**Legenda**

- ★ Porto de suape
- Ataques de Tubarão
- Grade litorânea
- Municípios

Fonte: CEMIT; OLI (Lansat 8)

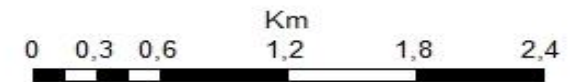
Dátum - WGS 84



Dátum - WGS 84

Fonte: CEMIT; OLI (Landsat 8)

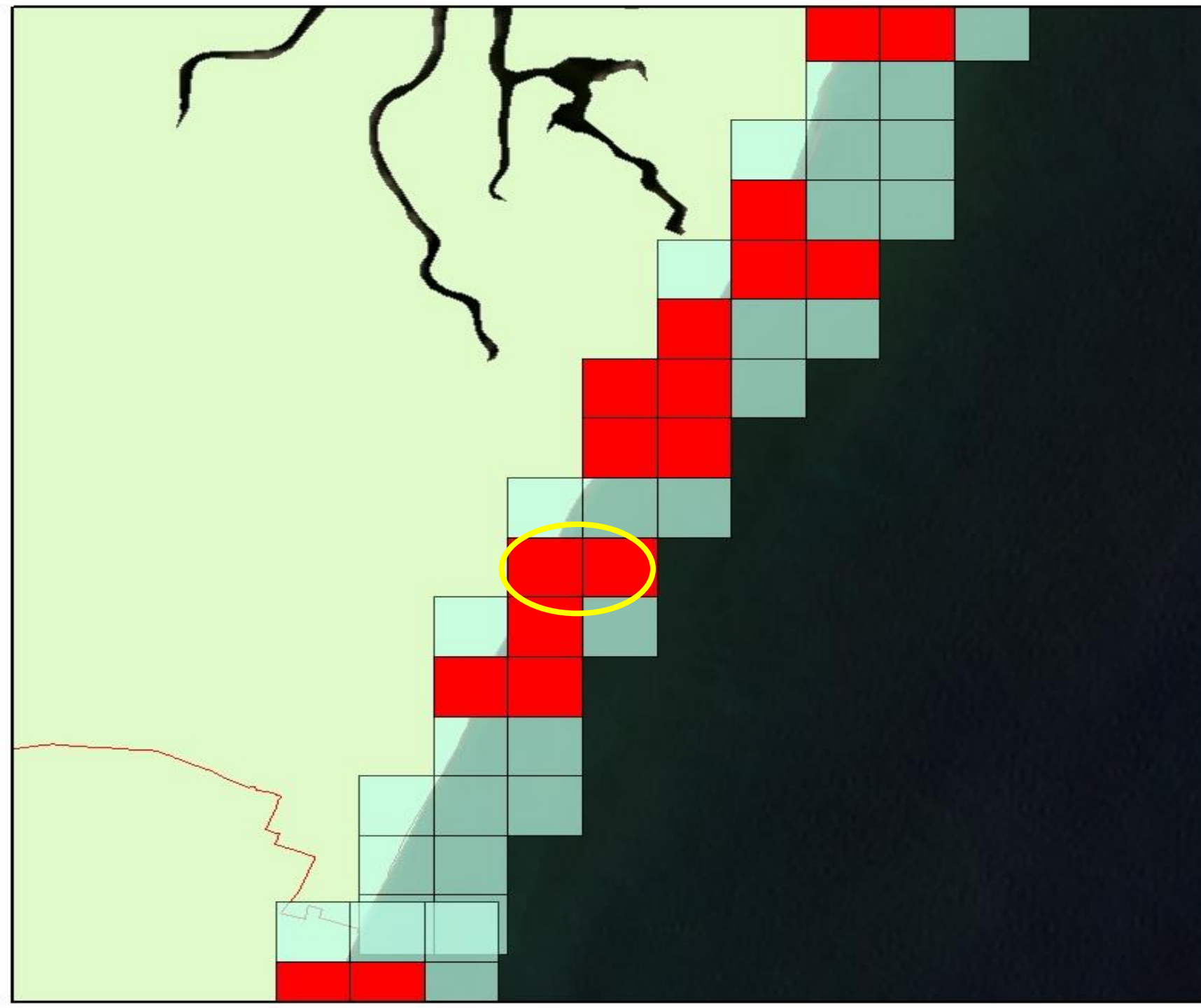
1:220.000



### Legenda

- Ataques de Tubarão
- ★ Porto de suape
- Municípios
- Estado de Pernambuco
- Brasil

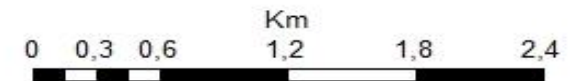





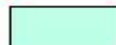
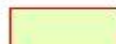
Dátum - WGS 84

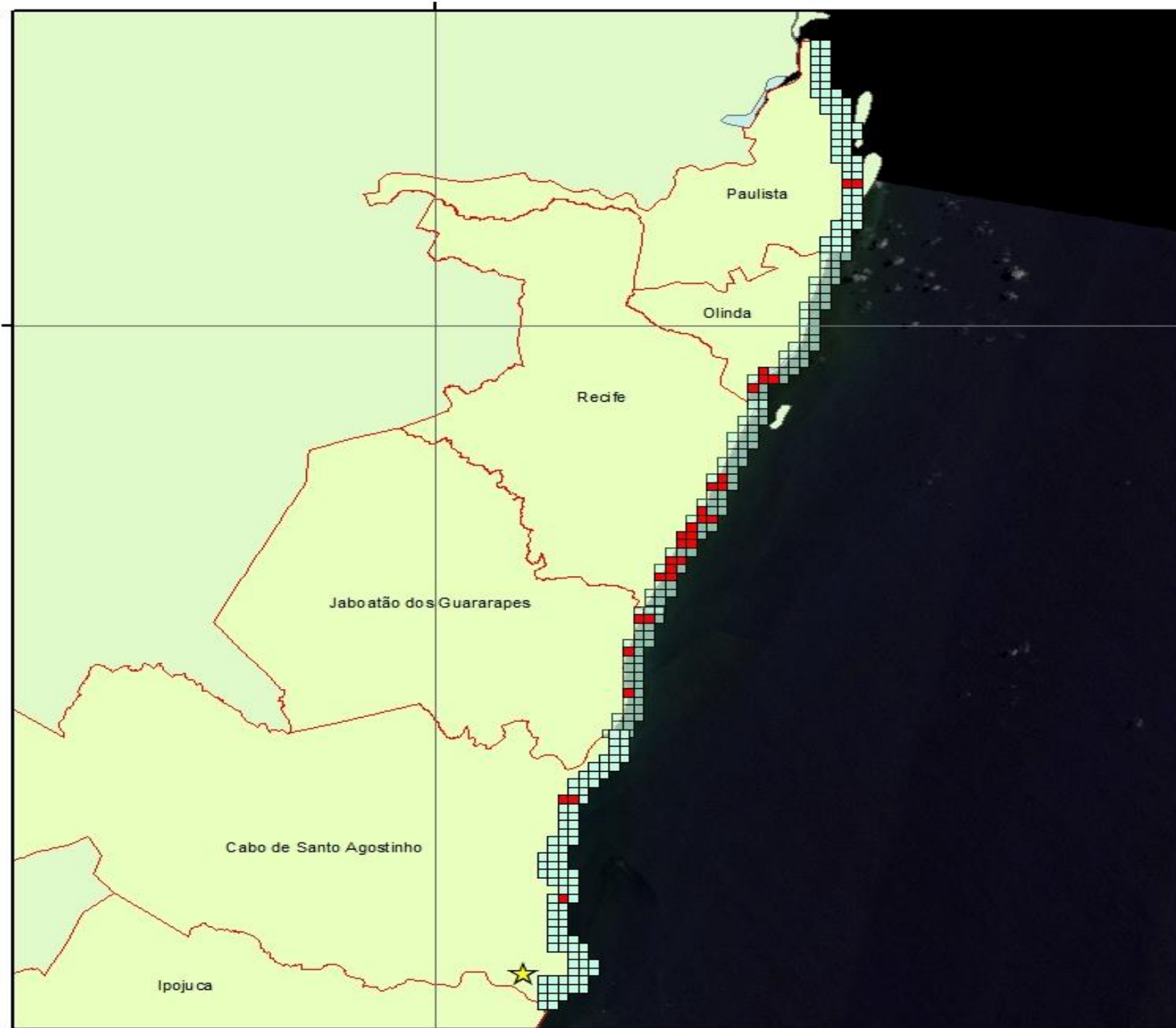
Fonte: CEMIT; OLI (Landsat 8)

1:220.000

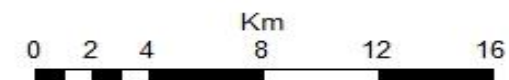


### Legenda

-  Grade com registro de ataque
-  Grade litorânea
-  Municípios



1:300.000



### Legenda

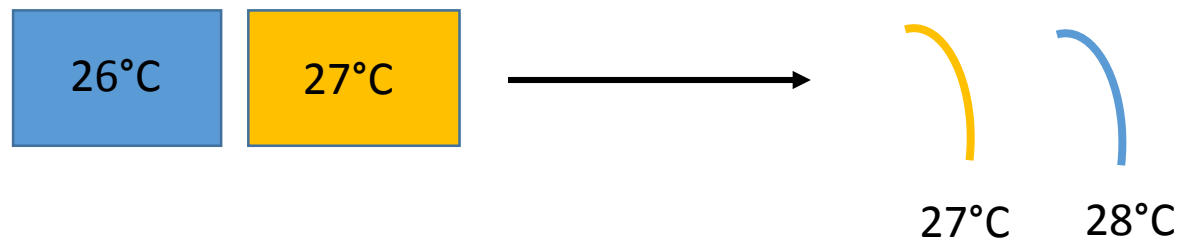
- ★ Porto de suape
- Grade com registro de ataque
- Grade litorânea
- Municípios

Fonte: CEMIT; OLI (Lansat 8)

Dátum - WGS 84

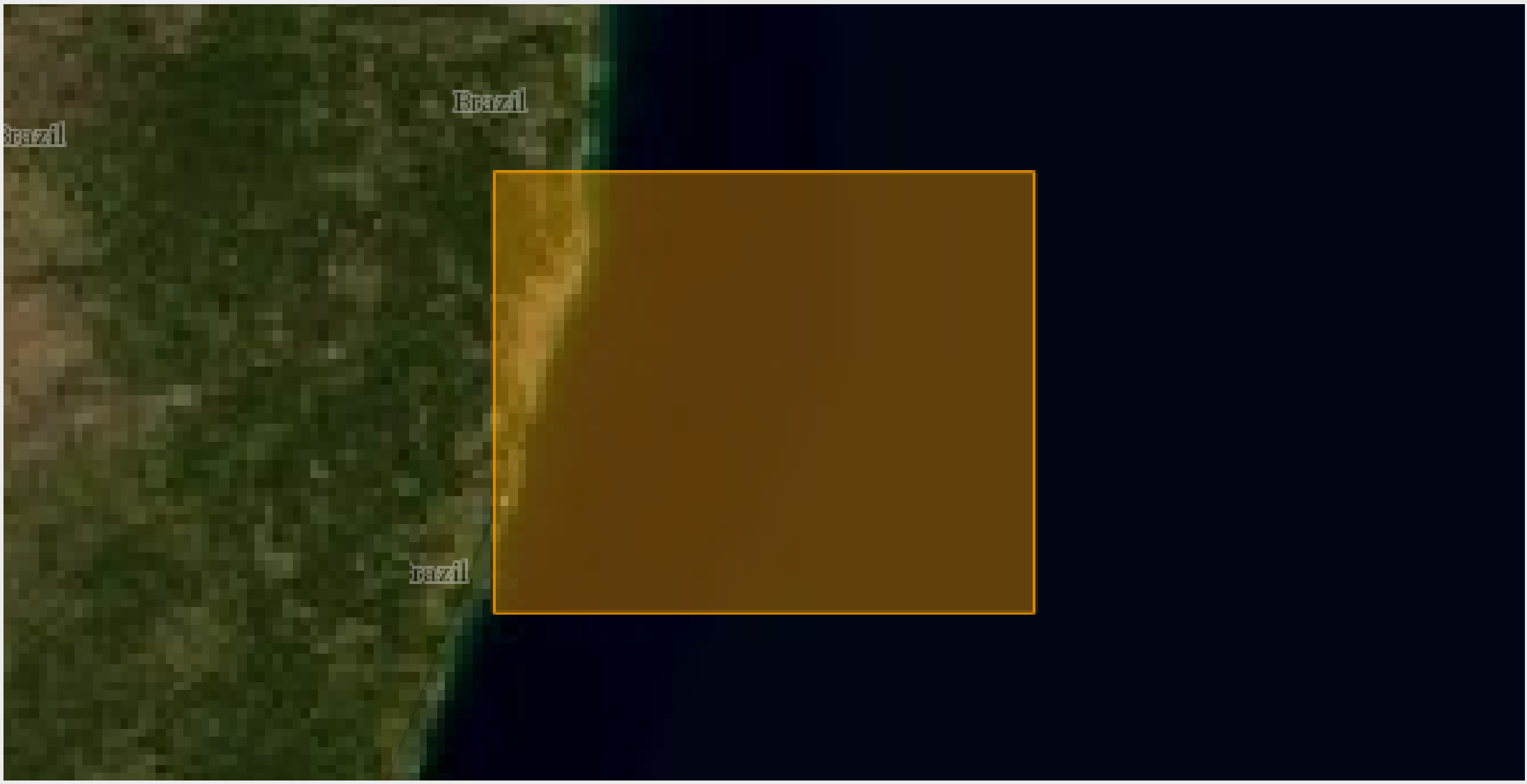
# Espacialização dos dados ambientais

- Espacialização das Imagens de clorofila de temperatura com 4km de pixel (médias de uma série temporal dos meses de Julho e Fevereiro entre 2003 a 2015)
- Extração de isolinhas em função dos níveis de cinza das imagens de temperatura (*countour*)



Cursor Coordinates: -34.79531, -8.15693

Navigation and map controls including zoom in, zoom out, pan, and a red box tool.



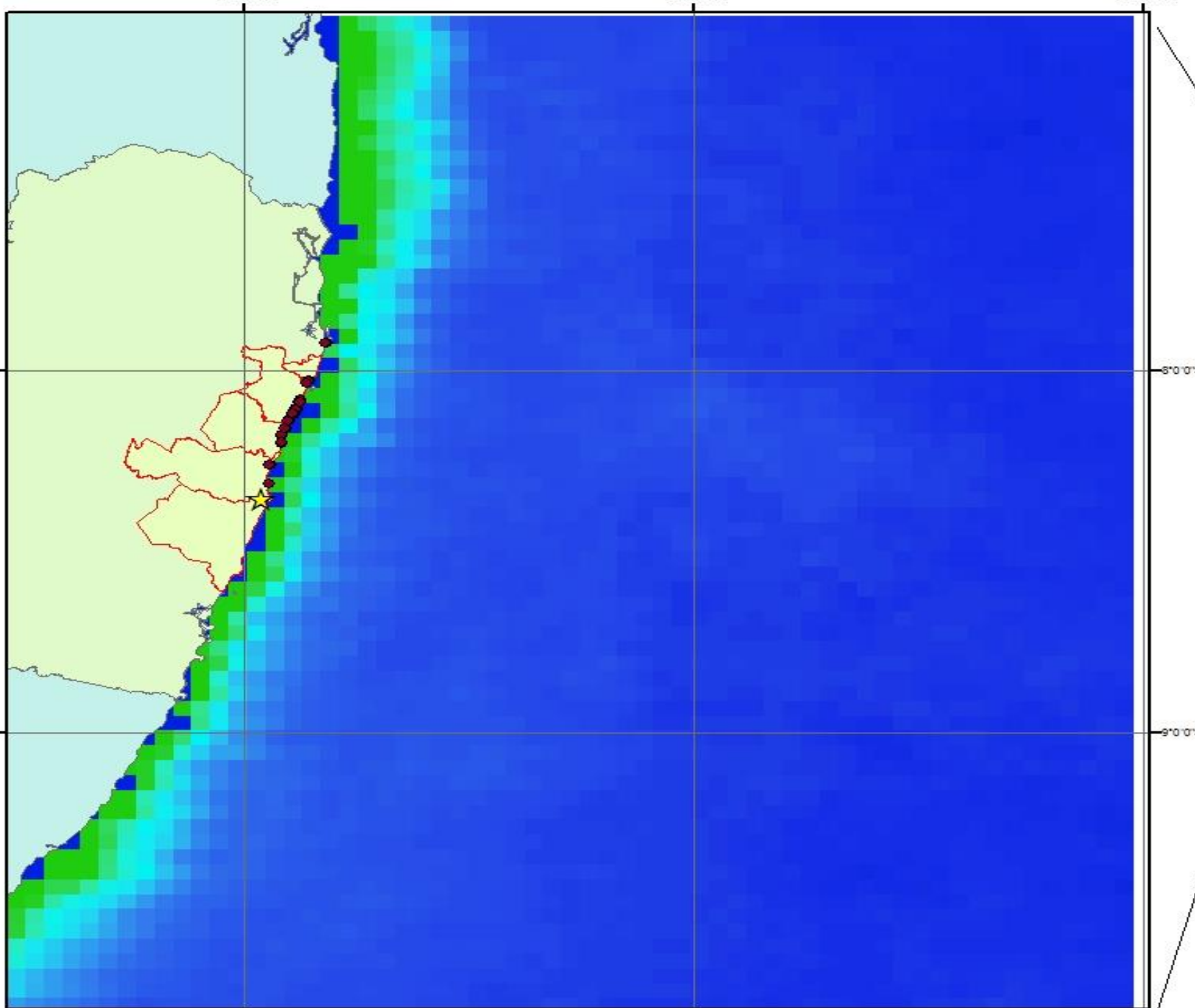
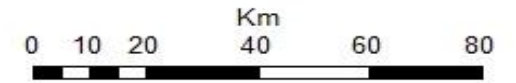
Additional map controls including a globe icon, a world map icon, a layer stack icon, and a globe icon with a red box.

Area of Interest: West:  North:  South:  East:

Fonte: Ocean Color

# FEVEREIRO

1:1.300.000



## Legenda

- Ataques de Tubarão
- ★ Porto de Suape
- Municípios
- Estado de Pernambuco

## Valores de Clorofila-a

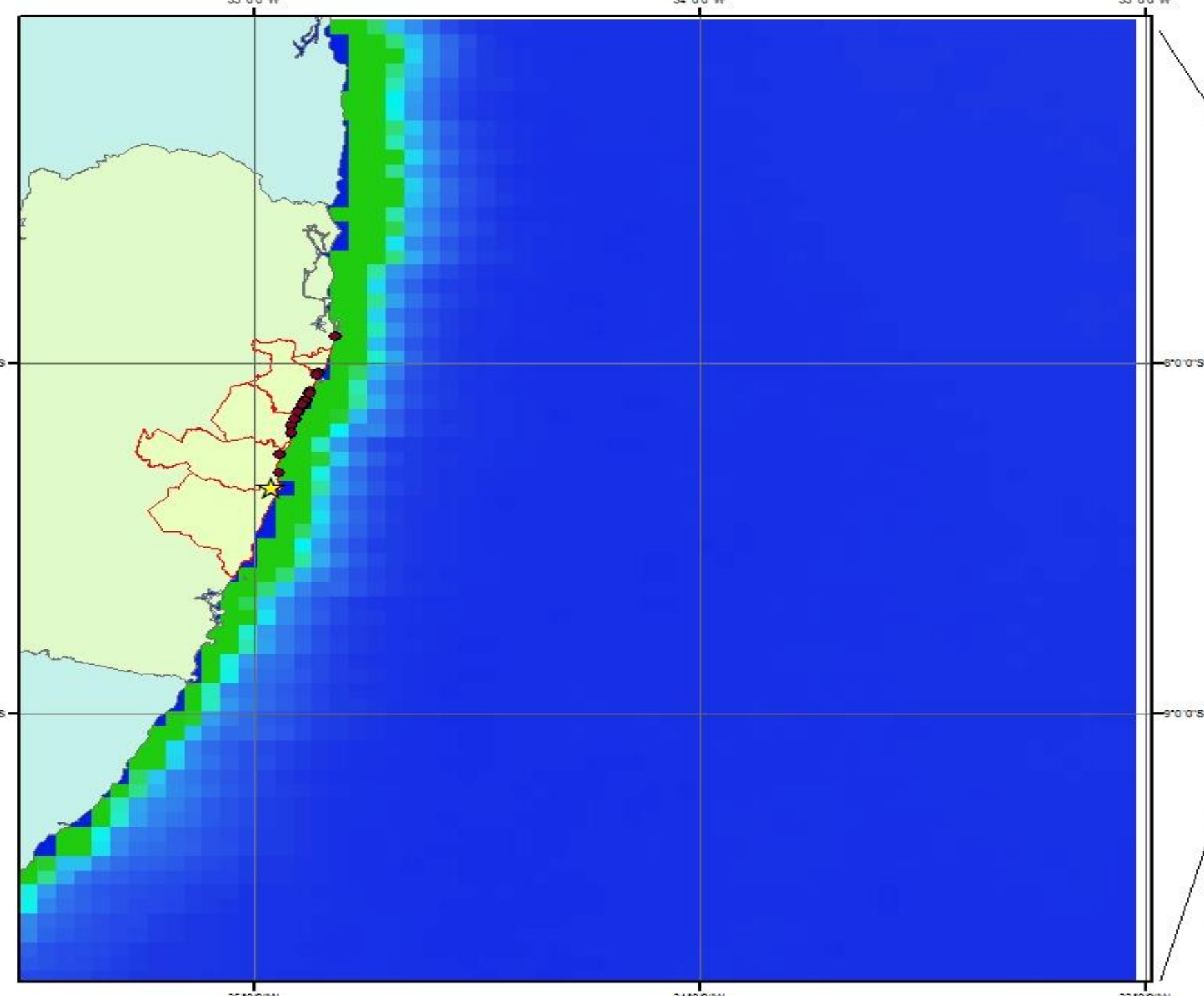
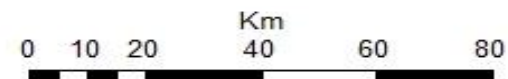
- Alto : 4
- Baixo : 0,03

Fonte: Nasa; MODIS  
Dátum - WGS 84



# JULHO

1:1.300.000



## Legenda

- Ataques de Tubarão
- ★ Porto de Suape
- Municípios
- Estado de Pernambuco

## Valores de Clorofila-a

- Alto : 4
- Baixo : 0,03

Fonte: Nasa; MODIS  
Dátum - WGS 84



# FEVEREIRO



1:1.300.000



8°0'0"S

8°0'0"S

## Legenda

● Ataques de Tubarão

★ Porto de Suape

□ Municípios

□ Estado de Pernambuco

### Temperatura da água

■ Máxima : 29°C

■ Mínima : 28°C

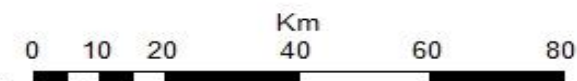
Fonte: Nasa;MODIS

Dátum - WGS 84

# JULHO



1:1.300.000



8°0'0"S

8°0'0"S

## Legenda

● Ataques de Tubarão

★ Porto de Suape

□ Municípios

□ Estado de Pernambuco

### Temperatura da água

■ Máxima : 27,5°C

■ Mínima : 26°C

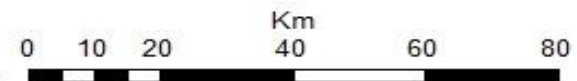
Fonte: Nasa;MODIS

Dátum - WGS 84



# FEVEREIRO

1:1.300.000

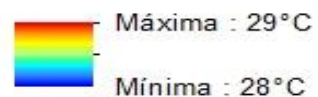


## Legenda

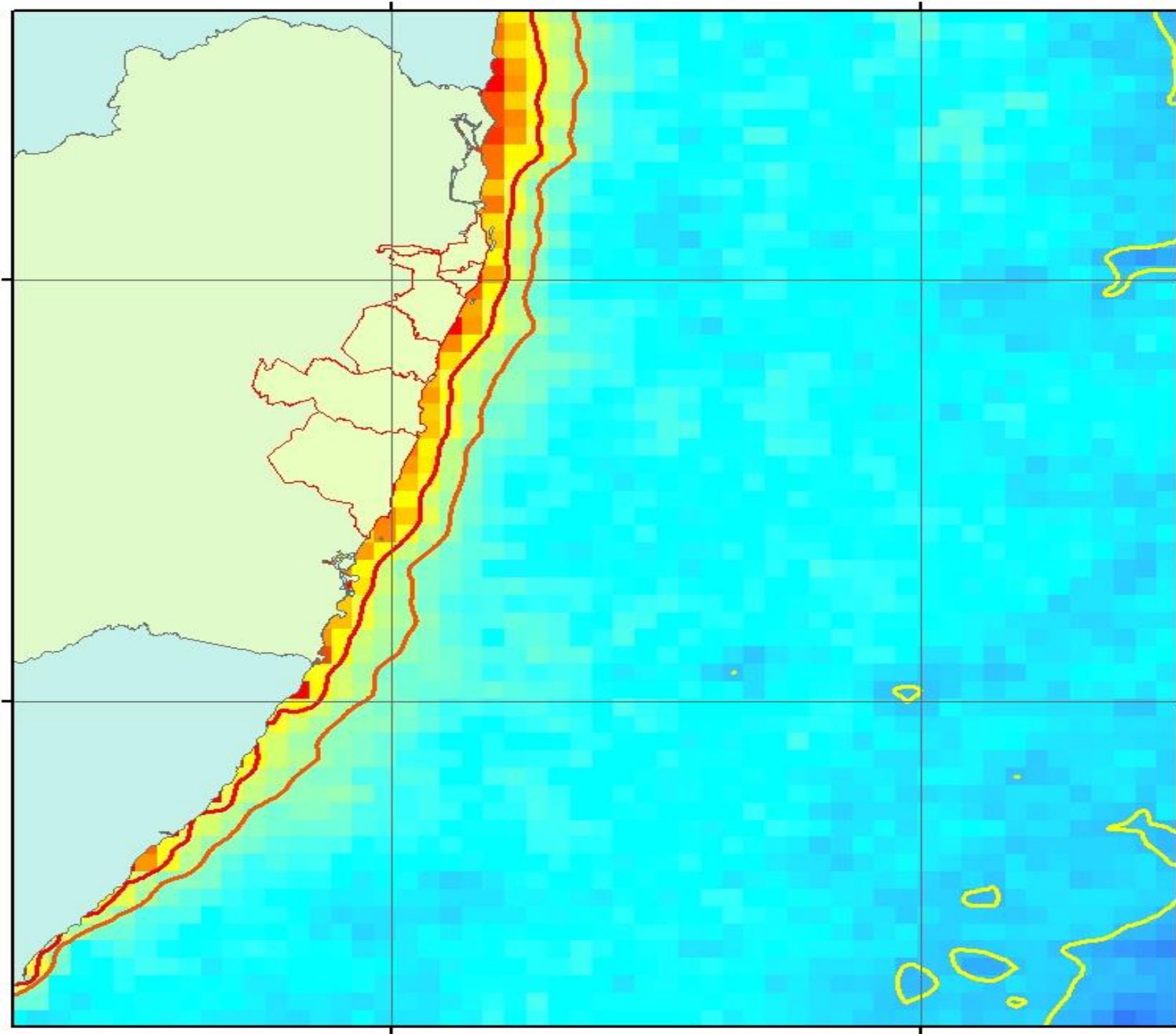
- Municípios
- Estado de Pernambuco

## Temperatura da água

- 28
- 28,5
- 29



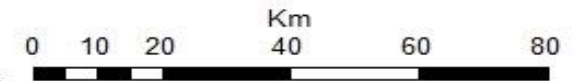
Fonte: Nasa;MODIS  
Dátum - WGS 84



# JULHO



1:1.300.000



3°0'0"S

3°0'0"S

## Legenda



Fonte: Nasa;MODIS  
Dátum - WGS 84

# Aplicação da Lógica Fuzzy

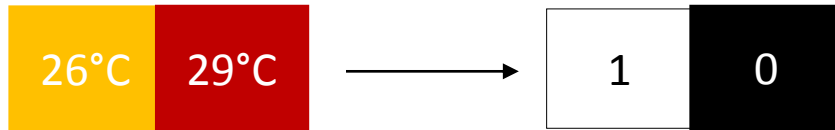
- Normalização dos dados ambientais

Condições de normalização

*fuzzy membership*

Temperatura tida como favorável foi de 26°C e desfavorável 29°C

Clorofila tida como favorável foi de 4mg/m<sup>3</sup> e desfavorável 0,03mg/m<sup>3</sup>



- Operador lógico utilizado AND

- Saída controlada pelo menor valor de pertinência
- *Fuzzy overlay* (sobreposição das imagens fuzzy)
- Fatiamento das imagens se suscetibilidade

# RESULTADOS

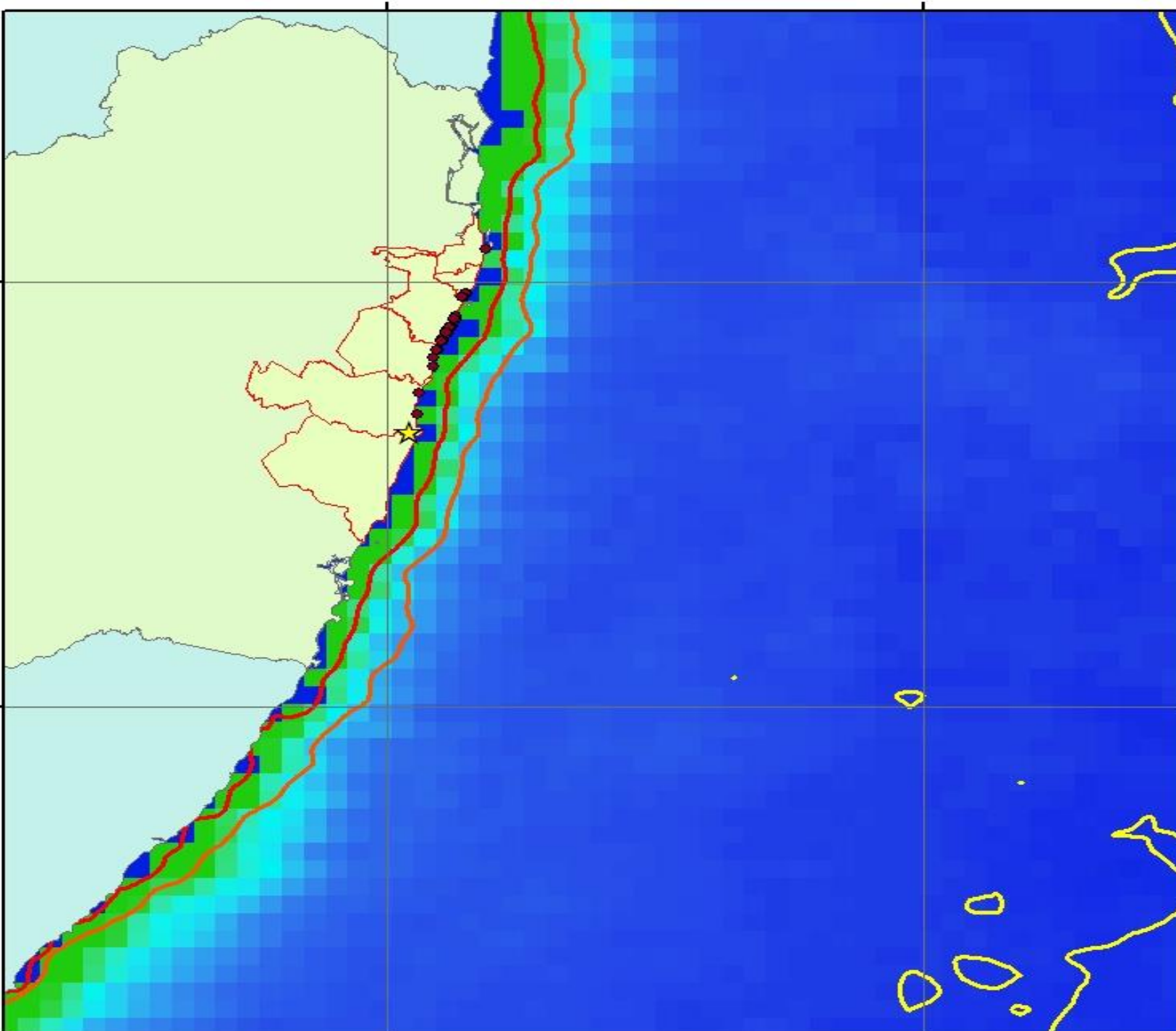
- Análise das imagens sobrepostas de clorofila e temperatura dos meses de Fevereiro e Julho.
- Análise da área com maior suscetibilidade ambiental a ocorrência de ataques de tubarão.



# FEVEREIRO



1:1.300.000



## Legenda

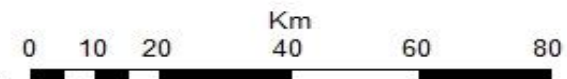
- Ataques de Tubarão
- ★ Porto de Suape
- Municípios
- Estado de Pernambuco
- Temperatura da água**
  - 28
  - 28,5
  - 29
- Valores de Clorofila-a**
  - Alto : 4
  - Baixo : 0,03

Fonte: Nasa;MODIS  
Dátum - WGS 84

# JULHO



1:1.300.000



8°0'0"S

9°0'0"S

## Legenda

● Ataques de Tubarão

★ Porto de Suape

▭ Municípios

▭ Estado de Pernambuco

### Temperatura da água

— 26°C

— 26,5°C

— 26,75°C

— 27°C

— 27,5°C

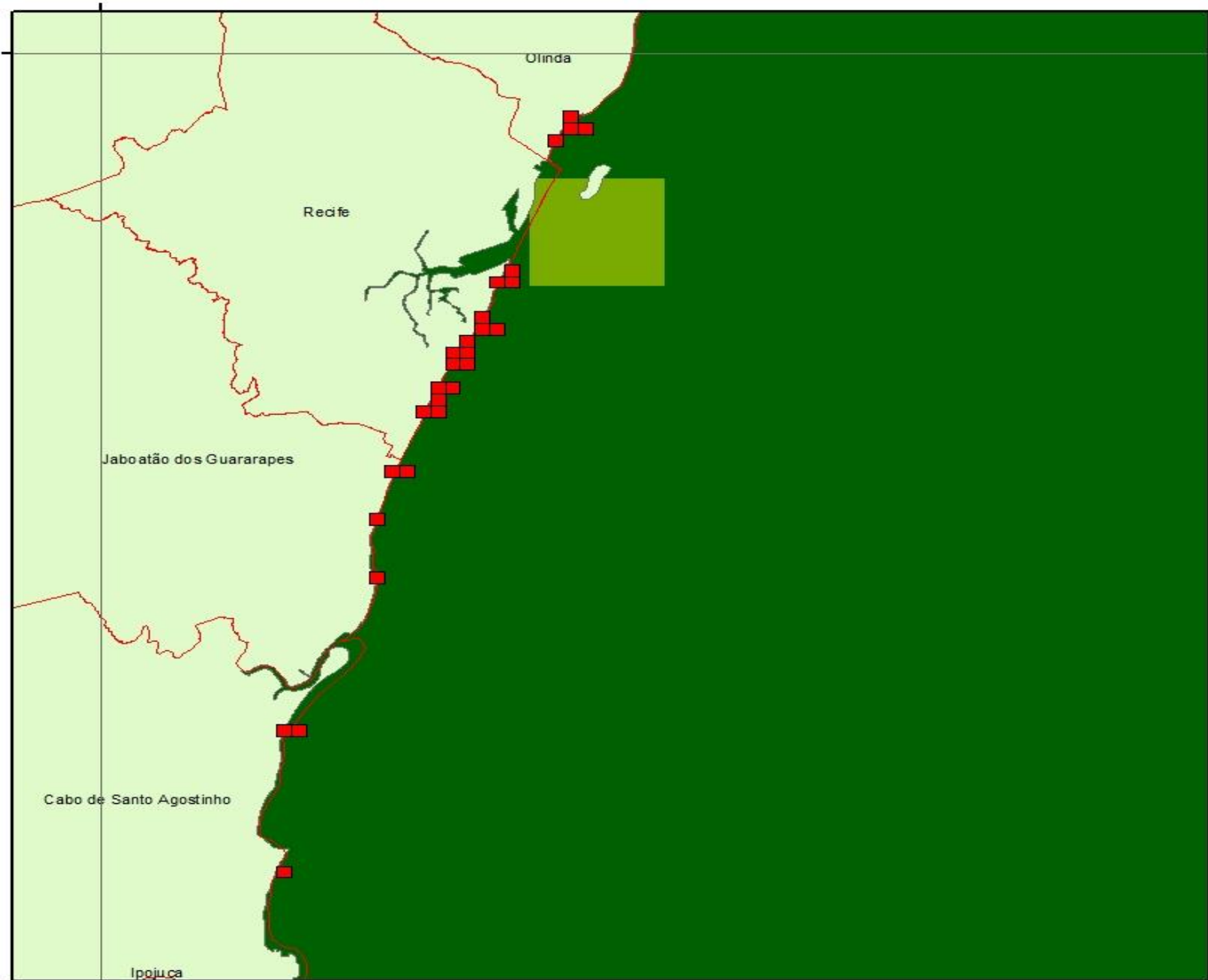
### Valores de Clorofila-a

Alto : 4

Baixo : 0,03

Fonte: Nasa;MODIS

Dátum - WGS 84



8°0'0"S

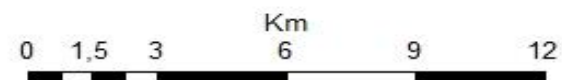
## MAPA DE SUSCETIBILIDADE A OCORRÊNCIA DE ATAQUES NO MES DE FEVEREIRO



Dátum - WGS 84

Fonte: CEMIT; Nasa-MODIS; IBGE

1:200.000



### Legenda

 Grade com registro de ataque

 Municípios

### Classes

 Muito Baixo

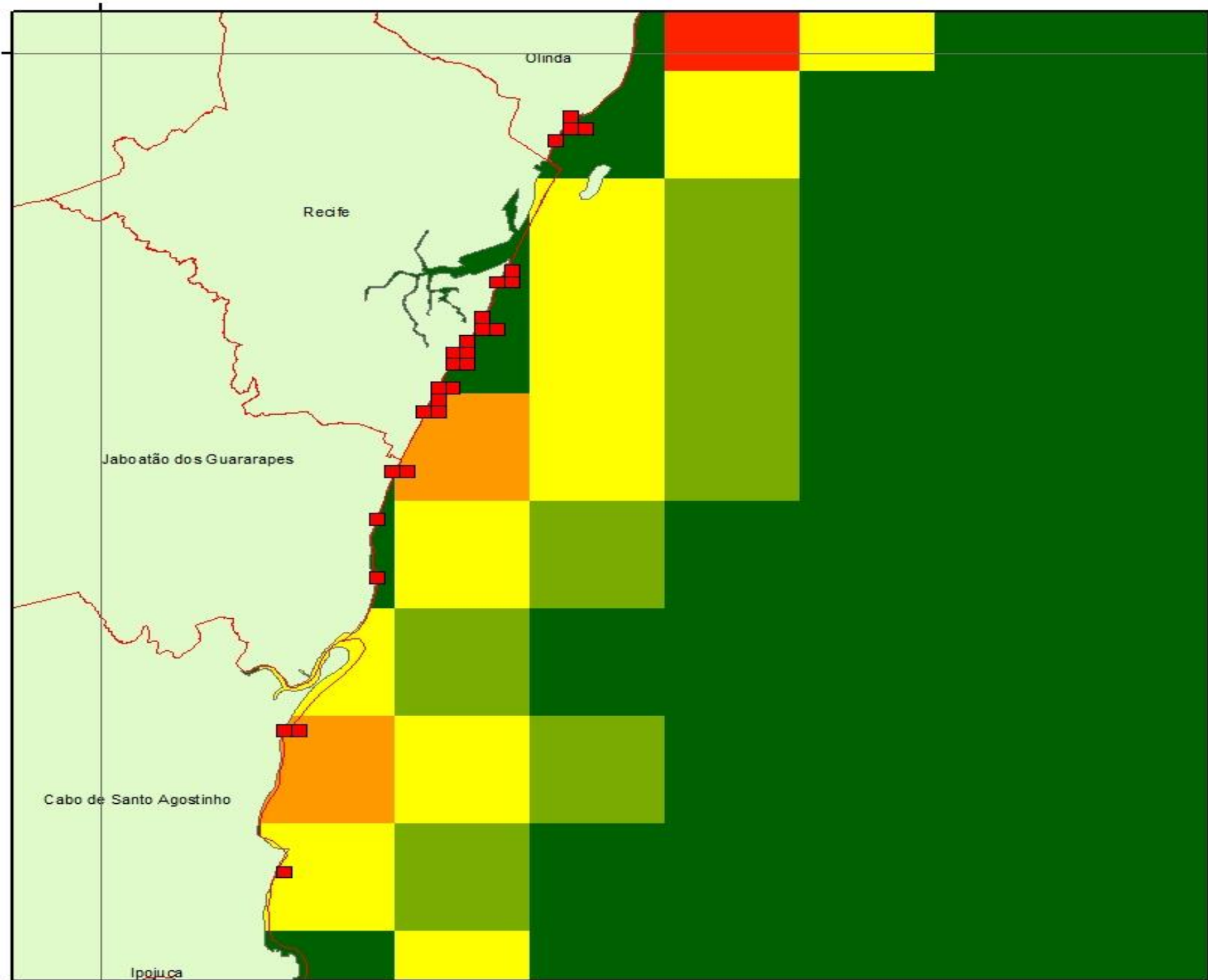
 Baixo

 Moderado

 Alto

 Muito alto





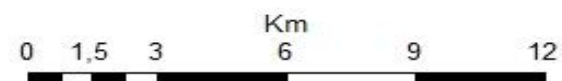
## MAPA DE SUSCETIBILIDADE A OCORRÊNCIA DE ATAQUES NO MES DE JULHO



Dátum - WGS 84

Fonte: CEMIT; Nasa-MODIS; IBGE

1:200.000



### Legenda

 Grade com registro de ataque

 Municípios


### Classes

 Muito Baixo

 Baixo

 Moderado

 Alto

 Muito alto

# Conclusão

Pode-se concluir que o litoral dos municípios do Estado de Pernambuco estudados apresentam condições ambientais favoráveis a habitação das espécies de tubarões analisadas em determinadas épocas do ano, sendo os municípios de Recife, Jaboatão dos Guararapes, Cabo do Santo Agostinho e Olinda dotados de maiores registros de ocorrência de ataques.

É importante destacar que os resultados produzidos neste trabalho possuem uma incerteza associada, pelo fato de apresentarem uma aproximação da realidade por meio dos dados obtidos.

# Agradecimentos

- Milton Kampel
- Antônio Miguel
- Claudio Clemente
- Nelson Gouveia
- Anderson Reis
- Gabriel Moulatlet
- André Bertoncini
- Vitor Martins
- Daniel Schaffer
- Helena Boscolo
- Lucas Ferreira
- João Felipe



# Referências

- Baldrige. H. **Shark Attack: A Program of Data Reduction and Analysis**. Flórida, 1974.
- Hazin. F, Burgues. G, Carvalho. Felipe. A Shark Attack Outbreak off Recife, Pernambuco, Brazil : 1992–2006. **BULLETIN OF MARINE SCIENCE**, 82(2): 199–212, 2008
- Neumann, V. H., C. Medeiros, L. Parente, S. Neumann-Leitao, and M. L. Koenig. 1998. Hydrodynamism, sedimentology, geomorphology and plankton changes at Suape area (Pernambuco- Brasil) after a port complex implantation. **An. Acad. Bras. Ci.** 70: 313–326.
- McPherson, G. 1994. Shark control operations, Mogadishu, Somalia. Overseas trip report UNOSOM (United Nations Operation Somalia). **Northern Fisheries Centre**. Cairns, Australia. 16 p.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
- Comitê Estadual de Monitoramento de Incidentes com Tubarões - CEMIT
- <http://oceanofk.org/tag/Tagmigrate/ddisttemp.html>
- <http://diversforsharks.com.br/index.php/os-tubaroes/>
- [http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance\\_id=ocean\\_month](http://gdata1.sci.gsfc.nasa.gov/daac-bin/G3/gui.cgi?instance_id=ocean_month)
- <http://diversforsharks.com.br/index.php/os-tubaroes/>

**PERIGO**

**ÁREA SUJEITA  
A ATAQUE  
DE TUBARÃO**



**DANGER**

**BATHERS IN THIS AREA  
ARE AT A GREATER  
THAN AVERAGE RISK  
OF SHARK ATTACK**

Obrigado.