

Universidade Federal do Ceará

Centro de Ciências Agrárias

**Departamento de Engenharia de Pesca**

**Uso do Sensor AVHRR/NOAA em Oceanografia**

Francisco Abraão Gomes de Oliveira Neto

Orientador Técnico: Antonio Geraldo Ferreira

Professora orientadora: Dra Patrícia Rodrigues de Carvalho Pinheiro

---

Relatório de estágio Supervisionado apresentado ao Departamento de Engenharia de pesca do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como parte das exigências para a obtenção do título de Engenheiro de Pesca

Fortaleza – Ceará – Brasil

Junho de 2000

---

Profa. Dra. Patrícia Rodrigues de Carvalho  
Professora orientadora

---

Bel. Antonio Geraldo Ferreira  
Orientador Técnico

**Comissão Examinadora:**

---

Meiry Sayuri Sakamoto, Ms

---

Prof. Mozart Marinho Junior, Ms

**Visto:**

---

Prof. Luís Pessoa Aragão, Ms  
Chefe do Departamento de Engenharia de Pesca

---

Profa. Maria Selma Ribeiro Viana, Ms  
Coordenadora do Curso de Engenharia de Pesca



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

O47u Oliveira Neto, Francisco Abraão Gomes de.  
Uso do Sensor AVHRR/NOAA em Oceanografia / Francisco Abraão Gomes de Oliveira Neto. – 2000.  
53 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 2000.

Orientação: Profa. Dra. Patricia Rodrigues de Carvalho Pinheiro.  
Orientador Técnico: Bel. Antonio Geraldo Ferreira.

1. Engenharia de Pesca. I. Título.

CDD 639.2

---

## Sumário

	Página
1. Introdução	8
2. Objetivos	9
2.1. Objetivo Geral	9
2.2. Objetivos Específicos	9
3. Radiação Solar	10
4. Satélites Meteorológicos	13
5. Recepção de Imagens	16
6. Processamento das Imagens NOAA/AVHRR	17
7. A Determinação da TSM via NOAA-14/AVHRR	20
8. A TSM e a Tecnologia Pesqueira	24
9. TSM/NOAA x CPUE: Um Exemplo de Possível Aplicação	26
10. Vantagens e Desvantagens do Uso dos Satélites em Oceanografia	29
11. Considerações Finais	31
12. Referências Bibliográficas	32
13. Anexos	34
13.1. Anexo 1 – Arquivo TBUS	35
13.2. Anexo 2 – Técnicas de Mascaramento de Nuvens	40
13.3. Anexo 3 – Partes do Programa que calcula a TSM utilizando dados NOAA/AVHRR	45
13.4. Anexo 4 – programa em Linguagem C++ que calcula a TSM semanal ou mensal	51
13.5. Anexo 5 – Mapas de TSM gerados a partir dos dados NOAA-14/AVHRR	54

## Lista de Figuras

	Página
Figura 1 Comprimento de Onda e suas Emissividades	12
Figura 2 Espectro de Absorção para Vapor d'água, Gás Carbônico, Ozônio, O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> e Atmosfera	13
Figura 3 Órbita dos Satélites Meteorológicos	14
Figura 4a Imagem Meteosat Global, no canal Infravermelho, de 20/11/1998	15
Figura 4b Imagem Meteosat Global, no canal Infravermelho, com realce de cores	15
Figura 4c Imagem Meteosat Global, no canal vapor d'água, de 20/11/1998	15
Figura 4d Imagem Meteosat Global, no canal visível, de 20/11/1998	15
Figura 5 Satélite de Órbita Polar NOAA-14	16
Figura 6 Processo Necessário à Obtenção da TSM	18
Figura 7 Interface criada para o Usuário para: Navegação, Visualização das Imagens NOAA, Mascaramento de Nuvens, Processamento e Visualização da TSM.	22
Figura 8a Imagem NOAA-14 no canal 2 (visível)	23
Figura 8b Imagem NOAA-14 no qual foi aplicada o mascaramento de nuvens	23
Figura 8c TSM diária gerada a partir do NOAA-14/AVHRR	23
Figura 8d TSM mensal gerada a partir de composite das imagens diárias NOAA-14/AVHRR	23

Figura 9	Representação esquemática da configuração do espinhel de derivas, com linha principal, secundária e anzóis utilizados na pescaria	25
Figura 10	CPUE média dos barcos artesanais e arrendados, para a pesca da albacora-laje, albacora branca, albacora bandolim e espadarte	27
Figura 11	Variação da CPUE trimestral e da temperatura superficial média no local de pesca	28
Figura 12a	TSM NOAA-14 – Trimestre 1/99	28
Figura 12b	TSM NOAA-14 – Trimestre 3/99	28

O presente relatório é parte obrigatória para conclusão do curso de graduação em Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, sendo realizado na forma de Estágio Supervisionado sob orientação técnica do Gerente do Departamento de Meteorologia da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME, Antônio Geraldo Ferreira e da Professora Doutora Patrícia Pinheiro, do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará-UFC

## Agradecimentos

Meus pais: Laeste e Cinda,  
D. Mazé do Bandolim e família,  
Natália,

Meus orientadores:

Profa. Patrícia Pinheiro e Antonio Geraldo Ferreira,  
Além de toda equipe de técnicos da FUNCEME,  
e por último mas não menos importante à  
Regina Coeli Francia Veloso.



## 1 - Introdução

Com uma produção mundial de 1,9 milhão de toneladas no ano de 1991, o bonito – listrado *Katsuwonus pelamis* é a 5ª espécie em Peso Desembarcado no mundo. No Brasil, a captura do bonito – listrado é realizada principalmente na região Sul e Sudeste com uma produção anual em torno de 25.000 toneladas, e uma receita do produto após processado em torno de R\$ 100 milhões anuais (Andrade, 1999).

Na Região Nordeste, onde 90% da produção é realizada em zona costeira e por embarcações artesanais, tem sugerido uma nova tecnologia de pesca, baseada no porto de Natal – RN, direcionada a uma nova área de atuação: a zona oceânica, explorando peixes pelágicos, inexplorado antes da introdução desta nova arte de pesca: o espinhel de deriva (Hazin, 1999).

O peixes pelágicos como atuns, agulhões e tubarões, caracterizam-se por realizarem grandes migrações segundo parâmetros físico-químicos das massas de água (Zagaglia *et al.*, 1999).

A temperatura da superfície do mar (TSM) é um dos principais fatores abióticos que influenciam a distribuição espacial dos tunídeos nos oceanos. Como exemplo temos a albacora-laje *Thunnus albacares* que se apresenta distribuída de acordo com as águas com temperatura em torno dos 27° C, sendo encontrada nas regiões tropical e sub-tropical, nas correntes equatorial, contra-corrente equatorial e corrente da Guiné (Zagaglia *et al.*, 1999).

O conhecimento da distribuição espacial do campo de TSM é de fundamental importância para a oceanografia pesqueira, podendo-se através dela identificar áreas favoráveis a ocorrência dos tunídeos na costa brasileira.

Com o avanço tecnológico alcançado nos dias atuais, o sensoriamento remoto permitiu a obtenção de dados de TSM em tempo quase real com a vantagem, ainda, de cobrir grandes áreas do globo terrestre.

A utilização da estimativa da TSM a partir de satélites surge como uma nova ferramenta tecnológica, para localização de áreas mais prováveis à concentração de cardumes, reduzindo o tempo de embarque e otimizando o esforço de pesca.

Contudo estudos mais detalhados sobre a dinâmica populacional destas espécies para a região Nordeste, e a sua correlação com a TSM, precisam ser realizados para melhor definição da distribuição do esforço de pesca.

Este trabalho portanto, visa principalmente, a familiarização com essa nova ferramenta tecnológica, o satélite, e os possíveis produtos que podem ser extraídos dos dados enviados pelo mesmo, principalmente na oceanografia pesqueira.

## **2 - OBJETIVOS**

### **2.1 - Objetivo Geral**

Realização de estágio supervisionado para tomar contato com a extração de informações a partir de dados de satélite e verificar o seu potencial uso na oceanografia pesqueira.

### **2.2 - Objetivos Específicos**

- Tomar contato com literatura específica da área de sensoriamento remoto,

- Conhecer os procedimentos operacionais relativos a recepção e processamento das imagens de satélite, recebidas diretamente pela FUNCEME,
- Conhecer os procedimentos operacionais para determinação da TSM via satélite NOAA/AVHRR,
- Apresentar relações entre a TSM e dados de captura de peixes (atuns)
- Gerar mapas de TSM.

### **3 - Radiação Solar**

Para se trabalhar com extração de informações a partir de dados de satélite, alguns pré-requisitos são necessários, e um deles, de fundamental relevância, é se ter algum conhecimento básico a respeito de energia radiante, o que será visto a seguir.

A radiação solar é a energia recebida pela Terra, na forma de ondas eletromagnéticas, provenientes do Sol. Ela é a fonte primária de energia que o globo terrestre dispõe, e a sua distribuição variável é a geratriz de todos os processos atmosféricos.

O espectro da radiação solar se assemelha com aquele de um corpo negro à temperatura aproximada de 6000K. Define-se corpo negro como sendo aquele que absorve totalmente a radiação eletromagnética de todos os comprimentos de onda que incidem sobre ele.

Quanto à distribuição espectral da radiação solar, mais de 99% da energia está contida na faixa de comprimento de onda entre 0,3 e 4 micrômetros ( $\mu\text{m}$ ). Devido a esses pequenos comprimentos de onda, a radiação solar é denominada de radiação de onda curta. Três faixas são definidas no espectro: (a) radiação ultravioleta, para comprimentos de onda menores que 0,4  $\mu\text{m}$ , (b) radiação visível,

entre 0,4 e 0,7  $\mu\text{m}$  e (c) radiação infravermelha, acima de 0,7  $\mu\text{m}$ . As porcentagens aproximadas em energia nessas três faixas são 9, 41 e 50%.

A radiação solar, ao atravessar a atmosfera terrestre, é atenuada por três processos. O primeiro consiste no espalhamento pelas partículas da atmosfera, tais como moléculas de gases, cristais e impurezas. A eficiência do espalhamento é proporcional ao inverso da quarta potência do comprimento de onda da radiação. Assim, na porção visível do espectro solar, a luz azul é mais espalhada que a vermelha, pois a primeira apresenta comprimento de onda menor, causando a coloração azulada do céu.

O segundo processo de atenuação é a absorção seletiva por certos constituintes atmosféricos para determinados comprimentos de onda. Oxigênio, ozônio, gás carbônico e vapor d'água são os principais absorvedores. A radiação ultravioleta é praticamente absorvida pelo  $\text{O}_2$  e  $\text{O}_3$ , evitando os efeitos prejudiciais que essa radiação provoca sobre as plantas e os animais. O vapor d'água e o gás carbônico possuem várias faixas de absorção dentro do infravermelho (IR).

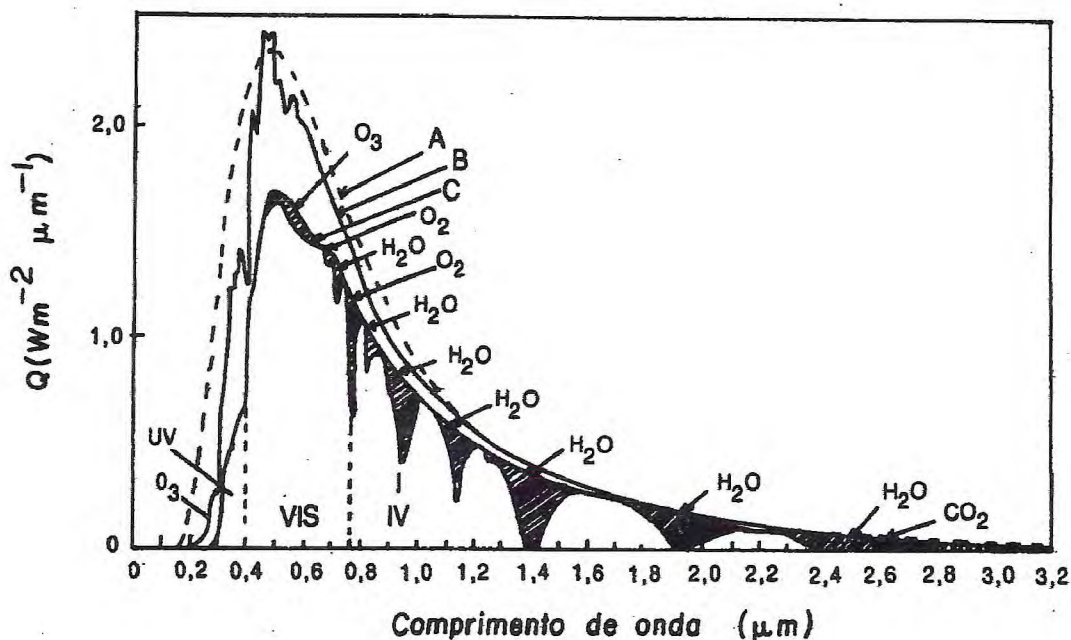
O terceiro processo é a reflexão e absorção pelas nuvens. A reflexão pelas nuvens depende principalmente da sua espessura, estrutura e constituição, podendo chegar até 90%. A absorção pelas nuvens é pequena, no máximo chegando a 7%.

Por outro lado, a superfície terrestre emite radiação na forma de ondas eletromagnéticas não visíveis, denominadas de radiação terrestre. Mais de 99% da energia emitida situa-se na faixa de 4 a 100  $\mu\text{m}$ . Noventa por cento da energia emitida é absorvida pelo vapor d'água, gás carbônico, ozônio e nuvens na atmosfera. A radiação emitida na faixa de 8,5 a 11  $\mu\text{m}$ , totalizando 10% da energia, atravessa a atmosfera sem ser absorvida, perdendo-se para o espaço sideral (Tubelis, 1980).



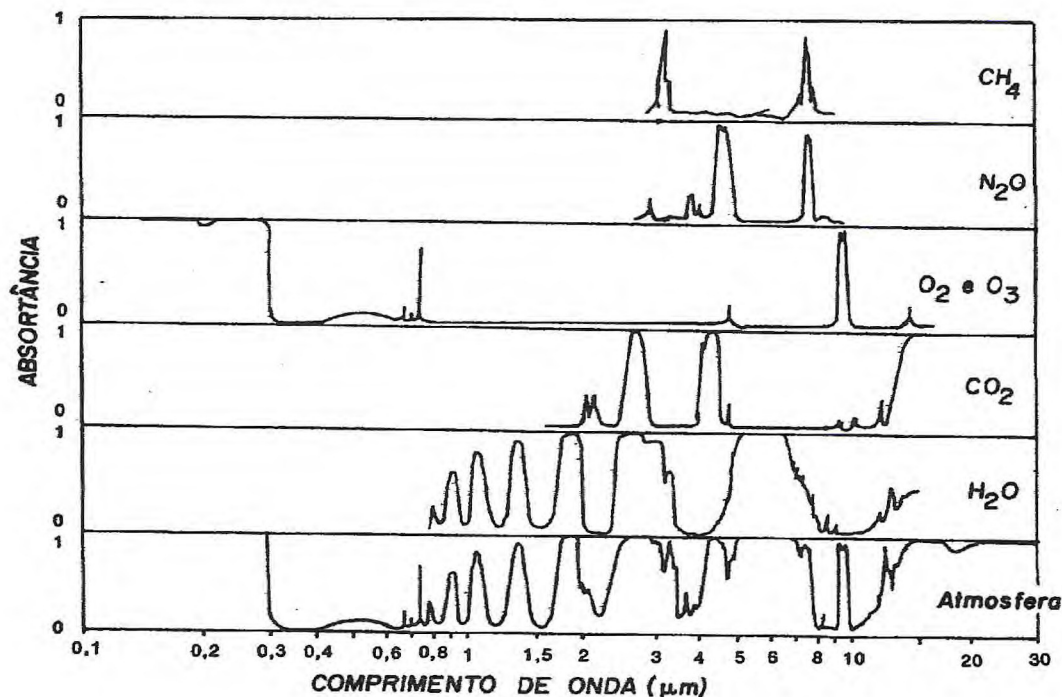
As figuras 1 e 2, mostram como se dá o espalhamento da radiação solar e os seus principais absorvedores. Como se observa claramente na figura 2, a atmosfera é praticamente transparente (absorção nula) à radiação solar na faixa de 0,3 a 0,8  $\mu\text{m}$ . Observe-se que nesta faixa encontra-se a radiação visível. Entre 8 e 12  $\mu\text{m}$  (infravermelho), a absorção atmosférica é também mínima (exceto na região próxima a 9,6  $\mu\text{m}$ , em que o ozônio absorve intensamente). Esta região do espectro é conhecida como JANELA ATMOSFÉRICA, porque, em condições de céu claro, parte da radiação emitida pela Terra nesta faixa atravessa a atmosfera, perdendo-se no espaço ( Vianello e Alves, 1991).

Essa chamada JANELA ATMOSFÉRICA é que permite ao sensores a bordo dos satélites NOAA realizar medidas da superfície terrestre, para posterior geração de produtos, e um deles é a temperatura da superfície do mar (TSM).



**Figura 1** (A) Espectro de Emissão de um corpo negro a 6.000K;  
 (B) Irradiância Solar no topo da Atmosfera  
 (C) Irradiância Solar ao Nível do Mar (As Áreas Sombreadas Mostram as Bandas de Absorção dos Diferentes Gases Atmosféricos) (Robinson,1985)

**Fonte:** Vianello e Alves, 1991, pag. 170.



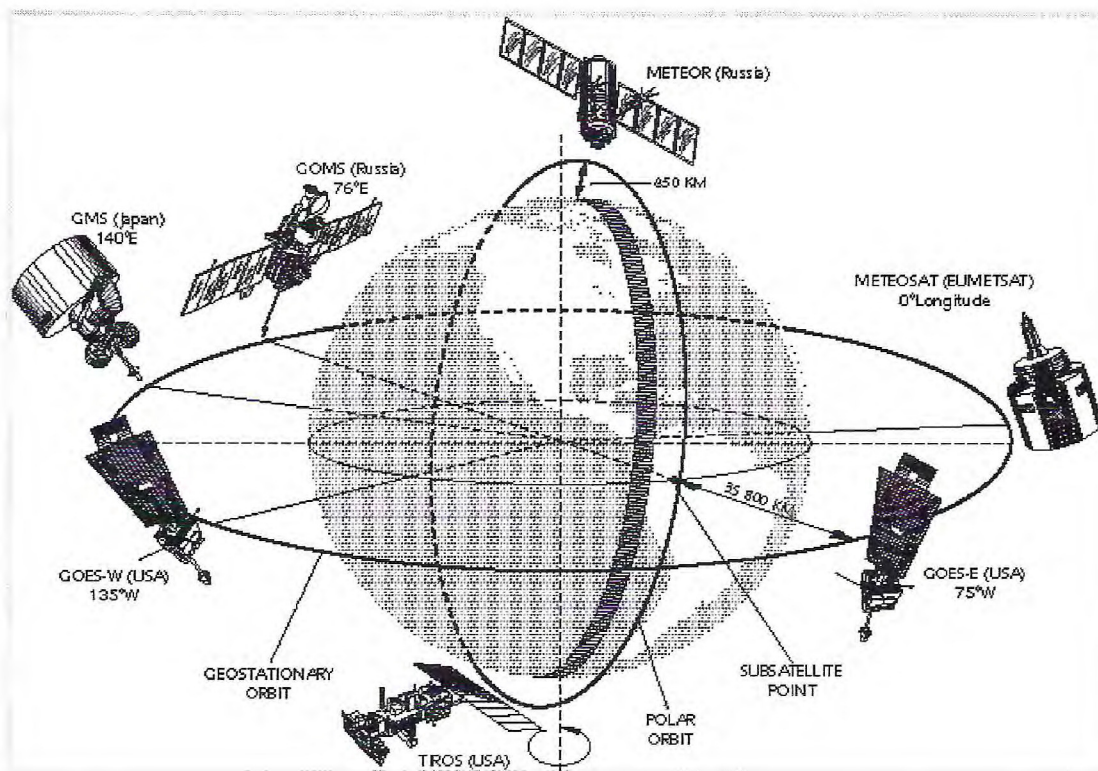
**Figura 2.** Espectros de Absorção para o Vapor d'água, Gás Carbônico, Ozônio, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> e para a Atmosfera (FLEAGLE, R. G., BUSINGER, J. A, 1980)

Fonte: Vianello e Alves, 1991, pag. 171

#### 4 - Satélites Meteorológicos

Existem essencialmente dois tipos de satélites quanto à sua órbita: os de órbita polar e os geoestacionários. Dentre os diversos instrumentos que levam a bordo, eles possuem elementos sensores de radiação e de transmissão automática de imagens. Os de órbita polar ficam orbitando entre 800 e 1.400 km de altura, enquanto que os geoestacionários encontram-se a 36.000 km. Dentre outras informações, os satélites observam as camadas de nuvens, as distribuições verticais de temperatura e umidade, as temperaturas de superfícies da terra e do mar e as regiões cobertas de gelo e neve. A figura-3 mostra, esquematicamente, o sistema mundial de satélites meteorológicos.



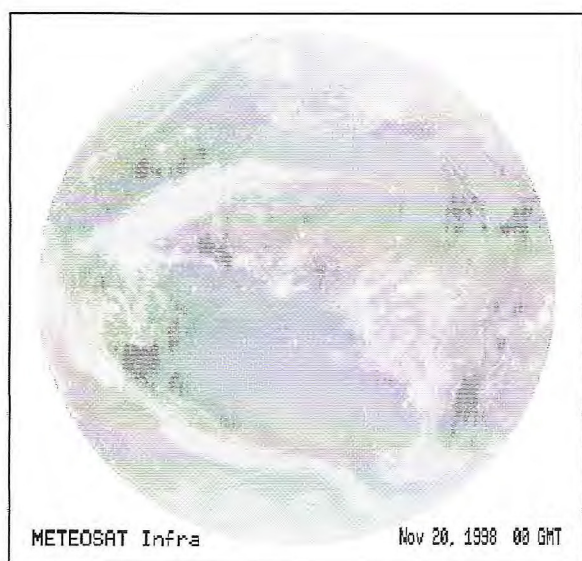


**Figura 3** – Órbitas dos Satélites Meteorológicos Geoestacionários Aproximadamente 36.000 Km de altura no Plano Equatorial da Terra e os Satélites de Órbita quase polar a 800 –900 km (para efeito de comparação, o Raio da Terra é 6.780 km). Estas famílias de satélites operacionais divulgam imagens e transmitem dados valiosos para a Meteorologia. O Brasil pode receber informações dos Satélites TIROS-N ou NOAA, GOES (75°W) e METEOSAT (0°)

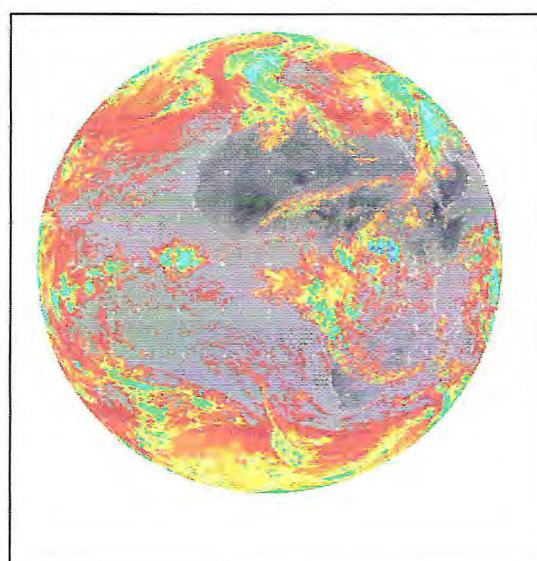
**Fonte:** Vianello e Alves, 1991, pag. 273. Modificado da Organização Mundial de Meteorologia (OMM, N° 729, 1990).

Atualmente, os satélites geoestacionários formam uma série de cinco satélites, e fornecem, uma imagem a cada 30 minutos, da face do planeta que esta sob seu ângulo de visada. Esses tipos de satélite são os mais utilizados para a previsão do tempo, por fornecerem imagens completas, com alta resolução temporal (cada meia hora), tanto na faixa do visível (durante o dia) quanto na faixa do infravermelho (dia e noite). Também fornecem imagens no canal do vapor d'água.

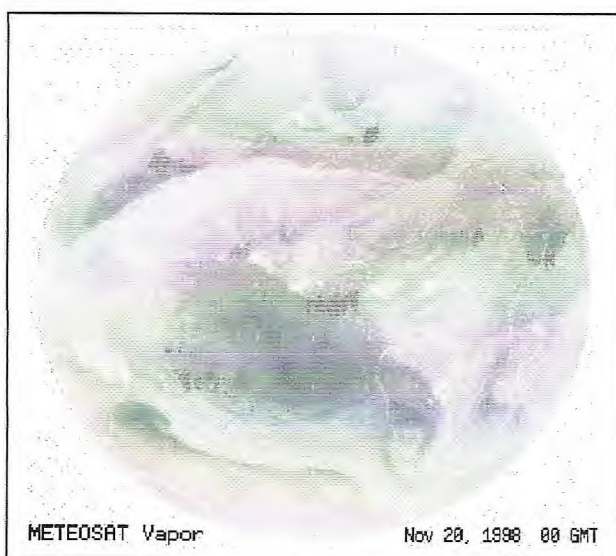
As figuras a seguir mostram algumas imagens do satélite Meteosat 7, nos canais visível, infravermelho e vapor d'água.



**Figura 4a** – Imagem Meteosat Global, no canal Infravermelho, de 20/11/98

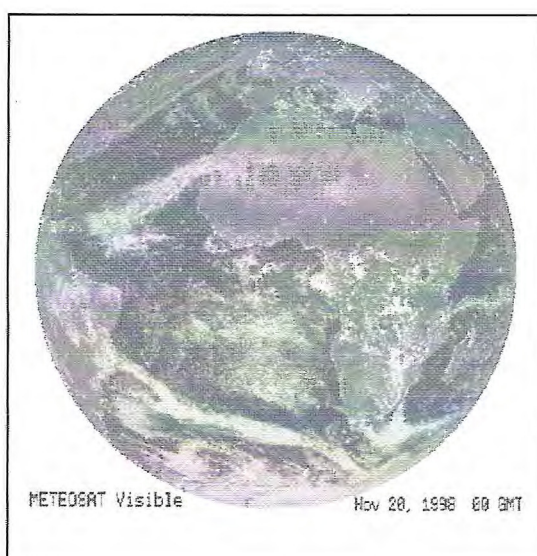


**Figura 4b**-Imagem Meteosat Global, no canal Infravermelho, com realce de cores.



**Figura 4c** –Imagem Meteosat Global, no canal vapor d'água, de 20/11/1998

**Fonte:** FUNCEME

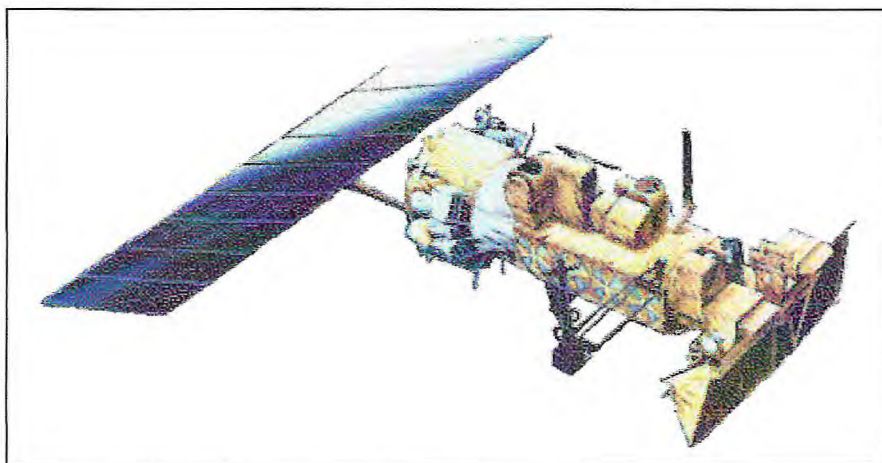


**Figura 4d.** Imagem Meteosat Global, no canal visível, de 20/11/98



Já os satélites de órbita polar, giram em torno da Terra com um período de revolução da ordem de 100 minutos, oferecem melhor resolução espacial (1 km no ponto sub-satélite), se comparados aos geoestacionários e são capazes de determinar a posição de plataforma de coletas de dados móveis, como bóias à deriva e navios.

Neste trabalho o satélite utilizado na obtenção dos dados de TSM foi o NOAA-14 (U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration) (figura –5) lançado no dia 30 de Dezembro de 1994, com órbita polar a cerca de 850 km de altitude e período de 112 minutos, enviando 4 imagens diárias com resolução aproximada de 1 km<sup>2</sup> no ponto sub-satélite, posicionamento perpendicular à Terra. Atualmente ainda estão no espaço mais dois outros satélites de órbita polar: o NOAA-10, lançado em novembro de 1986 e o NOAA-15, de maio de 1998.



**Figura –5** – Satélite de Órbita Polar NOAA-14

**Fonte:** Internet (<http://www.education.noaa.gov>)

## **5 - Recepção das Imagens**

A Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME possui um sistema de recepção de imagens dos satélites NOAA/HRPT (High Resolution Picture Transmission- Transmissão de Imagens de Alta resolução) e desenvolveu

um algoritmo que permite a determinação do campo de TSM via satélite sobre a bacia do Oceano Atlântico, na área compreendida entre as latitudes 10° N e 20°S e as longitudes 50° W e 20°W. (Ferreira, 1998)

A recepção das imagens do satélite NOAA é feita de forma automática diariamente, pela antena de recepção NOAA/HRPT, adquirida da Universidade de Dundee –UK e localizada no antigo prédio da FUNCEME, na Av. Bezerra de Menezes, 1900 ( latitude: 3°44' e longitude 38°34' ). A antena possui um software que ativa automaticamente o rastreamento do satélite, quando ele passa sobre nossa região, uma vez que semanalmente, o mesmo é alimentado com uma série de informações sobre o satélite.

Essas informações são fornecidas pelo NOAA, e são enviadas, eletronicamente (via email, num arquivo chamado TBUS) às instituições de possuem antenas NOAA, espalhadas pelo globo terrestre. Os dados enviados consistem em: Hora, Minuto e Centésimo de Segundos que o satélite cruza a linha do Equador, Longitude de Cruzamento com linha do Equador, Inclinação da Órbita, Período Orbital, Semi-eixo maior, etc. Esse arquivo possibilita o posicionamento da antena de recepção para receber os dados do satélite.

No anexo1, tem-se um exemplo de como é o arquivo TBUS enviado pela NOAA. Vale salientar que ele contém dados orbitais de todos os satélites da série NOAA., porém, antes desses dados serem ingestados no software que aciona o rastreamento da antena, seleciona-se o satélite de interesse, no nosso caso os NOAA 14 e NOAA 15.

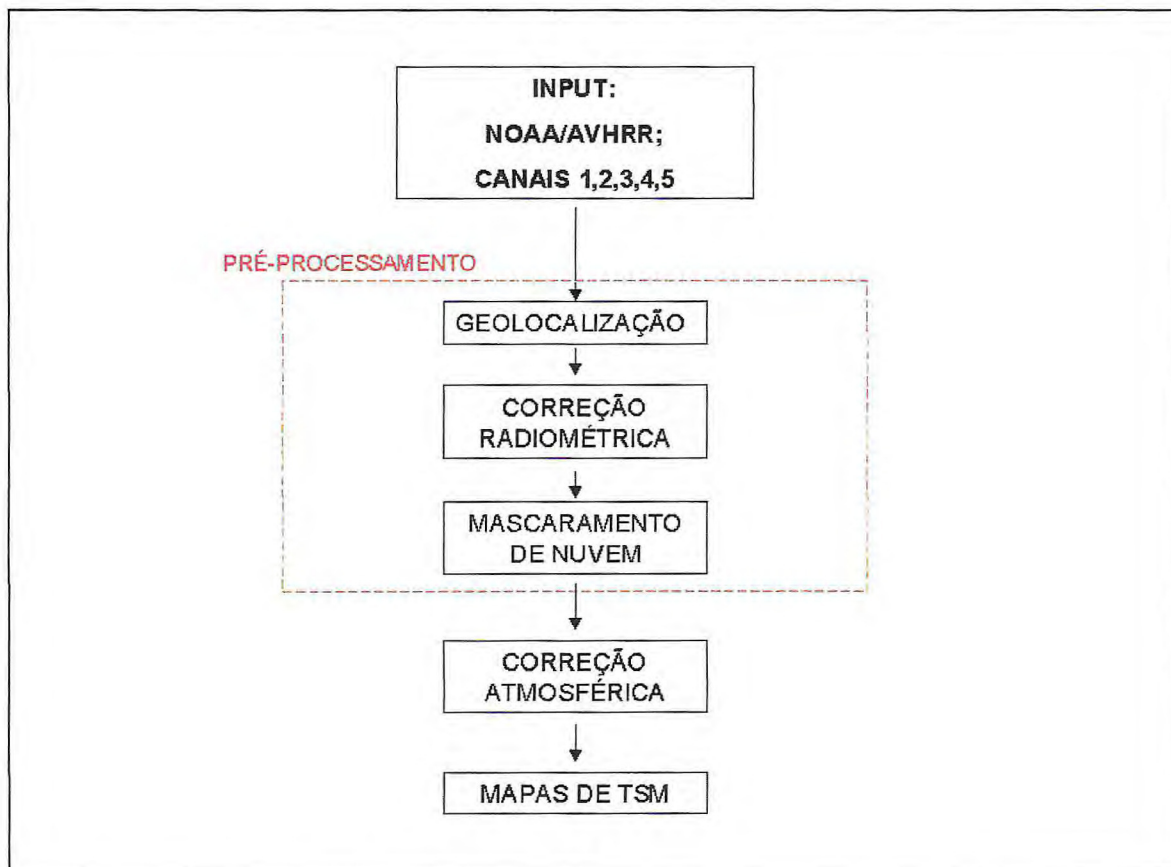
## **6 - Processamento das Imagens NOAA/AVHRR**

Os dados digitais HRPT (High Resolution Picture Transmission) provenientes do satélite são recebidos e gravados em 10 bits pela estação de Recepção da FUNCEME. O arquivo HRPT gerado é disponibilizado automaticamente ao usuário

via rede, e a partir daí é utilizado pelo modelo de estimativa de temperatura da superfície do mar.

Cada imagem NOAA armazena 110 megabytes de informação e possui 5000 linhas. Portanto necessita de máquinas poderosas para processá-las e também com grande capacidade de disco para armazenamento.

O processamento das Imagens de TSM é realizado em cinco etapas: Recepção de Dados, Geolocalização, Correção Radiométrica, Mascaramento de Nuvens, Correção Atmosférica e Mapas de TSM, conforme pode ser visto no esquema a seguir.



**Figura 6:** Processos Necessários à obtenção da TSM

**Fonte:** Ferreira, 1997



Uma vez que a imagem está disponível para processamento, separa-se na mesma, os 5 canais AVHRR (Advanced High Resolution Picutre Transmission), que são discriminados na tabela a seguir.

**TABELA –1 – Canais Espectrais do Sensor AVHRR**

<b>Canal Espectral</b>	<b>Comprimento de Onda (µm)</b>	<b>Observação</b>
1	0,58 a 0,68	Visível
2	0,72 a 1,1	Infra-vermelho próximo
3	3,55 a 3,93	Infravermelho
4	10,3 a 11,3	Infravermelho
5	11,5 a 12,5	Infravermelho

A **Correção radiométrica** é a responsável pela transformação dos valores digitais gravados pelos sensores em unidades de radiação (W/m<sup>2</sup>).

A **Correção Geométrica**, ou **Geolocalização** é o processo de registro das coordenadas da imagem com as coordenadas geográficas do local observado.

**Mascaramento de Nuvens** é um dos maiores problemas, junto com o vapor d'água, correspondente a correção atmosférica, na estimativa da TSM. O campo de observação da TSM é analisado estatisticamente para determinar a presença de nuvens e para corrigir atenuações atmosféricas. Cada pixel da imagem é testado para determinar a presença de nuvens, pixels contaminados são rejeitados. O produto final, ou seja, o mapa de TSM contém uma mistura de nuvens e observações de TSM.

O algoritmo que foi implantado na FUNCEME para obtenção da TSM, utiliza cinco técnicas de mascaramento de nuvens, a Gross Threshold Technique, Q Technique, New Coherence Technique, Coherence Technique e T<sub>b5</sub> - T<sub>b4</sub> Technique (França e Cracknell, 1994). O algoritmo que calcula a TSM aplica os cinco testes para dizer se



da imagem está ou não contaminado por nuvens, ou seja, um pixel só é considerado livre de contaminação por nuvens se todas as condições impostas pelas cinco técnicas forem satisfeitas.

As 5 técnicas de Mascaramento de nuvens utilizadas e que identificam e separam pixels contaminados por nuvens daqueles não contaminados, nas imagens NOAA/AVHRR, foram implementadas e calibrados conforme proposto por França e Cracknell(1995) sobre a região tropical/equatorial, conforme pode ser visto no anexo 2.

As técnicas de mascaramento de nuvens, como por exemplo, as citadas anteriormente devem ser parte integrante dos modelos que estimam a TSM, visto que pixels contaminados por nuvens não podem ser utilizados para determinação desses parâmetros. Dentro desses modelos, os algoritmos que possibilitam a obtenção da TSM, devem apresentar um bom grau de precisão, sendo que esta precisão está associada ao método utilizado na obtenção desses campos.

## **7 - A Determinação da TSM via NOAA-14/AVHRR**

No ano de 1981 a NOAA/NESDIS(National Environmental Satellite Data and Information Service) passou a fornecer medidas de TSM operacionalmente, utilizando dados do sensor AVHRR/2, a bordo do NOAA\_7, quando a técnica split window foi introduzida. A partir desta data, a NOAA começou a utilizar de forma operacional, para correção atmosférica, a técnica multicanal MCSST(Multi-Channel Sea Surface Temperature), que segundo McClain et al. (1985) apresenta algumas vantagens sobre a técnica AVHRR/HIRS(High-resolution Infrared Radiation Sounder), até então utilizada. Esta nova técnica permite a obtenção de resolução espacial dos dados de TSM de forma mais acurada, visto que aperfeiçoa a correção atmosférica, pois são realizadas medidas em várias janelas atmosféricas, além de

melhorar a detecção de nuvens durante o dia, através dos dados coletados nas bandas do visível e do infra vermelho refletido.

Um outro aspecto que tem sido levado em consideração nestes algoritmos é a dependência angular na medida da temperatura de brilho, feito pelo satélite. Huang et al., 1990, usando o algoritmo MCSST (Multi Channel Sea Surface Temperature),  $TSM = a_0(\theta) + a_1(\theta) T_4 + a_2(\theta) T_5$ , proposto por Llewlyn-Jones et al., 1984 determinaram os coeficientes desta equação para modelos de atmosferas típicas do Atlântico Norte, e mostraram que existe uma variação linear entre os mesmos e ângulos zenitais específicos do satélite.

Pela técnica MCSST, todas as variações locais nas condições atmosféricas são eliminadas numa base pixel-a-pixel, sendo que a justificativa para o uso desta técnica deve ser vista à luz da Equação de Transferência Radiativa, visto que esta equação descreve, matematicamente, a maneira pela qual um feixe de radiação se modifica (por meio de intensificação ou atenuação) ao atravessar um meio onde se verificam processos de absorção, espalhamento e emissão.

Atualmente, a equação utilizada pela NOAA, para obtenção da TSM via NOAA\_14, lançado ao espaço em 30/12/94, possui a seguinte forma:

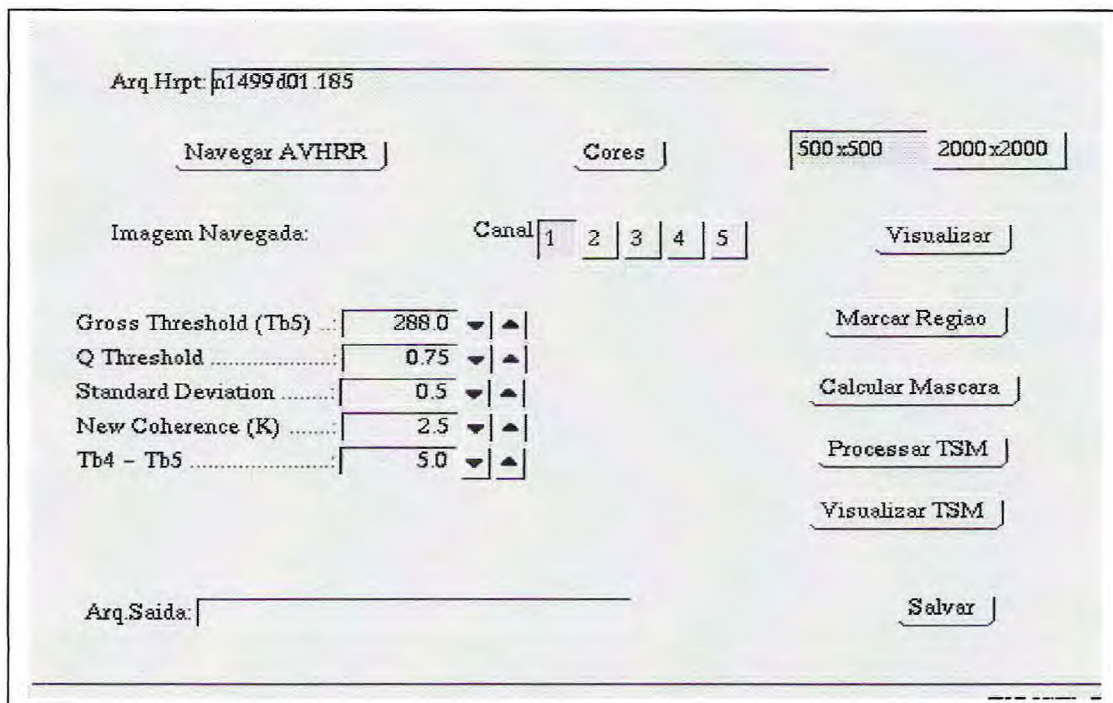
$$TSM = a_0 * tb4 + a_1 * (tb4 - tb5) + a_2 * (tb4 - tb5) * (1.0/\cos(\theta - 1)) - a_3$$

onde  $a_0$ ,  $a_1$ ,  $a_2$  e  $a_3$  são valores fornecidos pela NOAA e podem variar ao longo do tempo.  $Tb4$  e  $Tb5$  são as temperaturas de brilho nos canais 4 e 5 respectivamente e  $\theta$  é o ângulo zenital do satélite.

Atualmente os valores dos parâmetros são:  $a_0 = 2.139588$ ,  $a_1 = 1.017342$ ,  $a_2 = 0.779706$  e  $a_3 = 278.43$ .  $Tb_4$  e  $Tb_5$  são as temperaturas de brilho nos canais 4 e 5 respectivamente e  $\theta$ , o ângulo zenital do satélite (Ferreira *et al*, 1996).

Esse algoritmo é calibrado com medidas "in-situ" tomadas por bóias de profundidade média de 1 m, realizando a leitura da temperatura do mar simultaneamente à passagem do satélite. Geralmente, quando comparadas as duas medidas, existe uma pequena variação de 1K entre elas.

Os algoritmos que compõem o modelo que gera TSM foram implementados em linguagem C++ e usam a biblioteca de ferramentas Xclasses, desenvolvidas na FUNCEME (figura 7), o que permite uma apresentação gráfica de excelente qualidade e um ambiente amigável de interação com o usuário (Ferreira *et al*, 1996).



**Figura - 7:** Interface criada para o usuário para: Navegação, Visualização das imagens NOAA, Mascaramento de Nuvens, Processamento e Visualização da TSM.

**Fonte:** FUNCEME



A seguir mostra-se, através de imagens, como se dá o processamento da TSM, ou seja, primeiro obtém-se a imagem no canal visível, depois realiza-se o mascaramento de nuvens e então gera-se as TSM's diária e mensal(figuras 8 a-d).

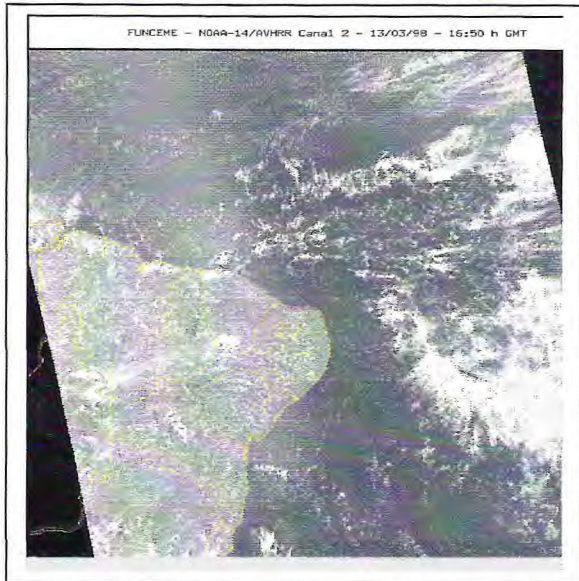


Figura 8 a – Imagem NOAA-14 no canal 2 (visível)

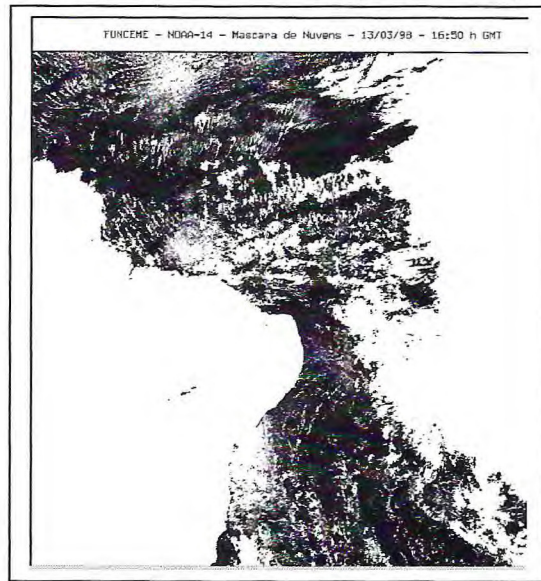


Figura 8 b.- Imagem NOAA-14 sobre a qual foi aplicado o mascaramento de nuvens

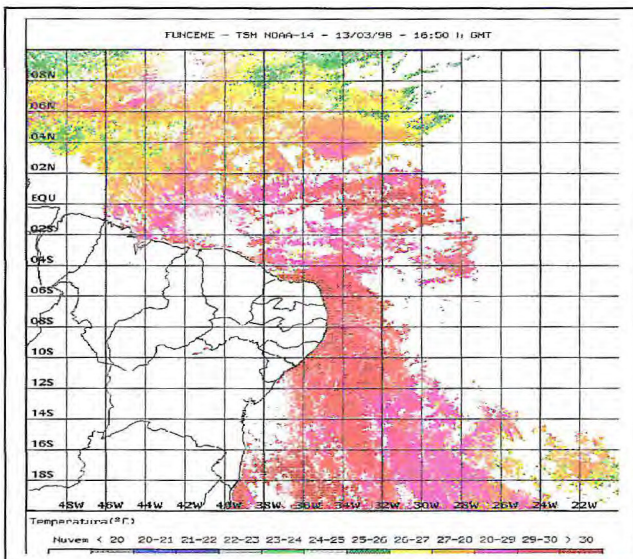


Figura 8 c- TSM diária gerada a partir das NOAA/14-AVHRR.

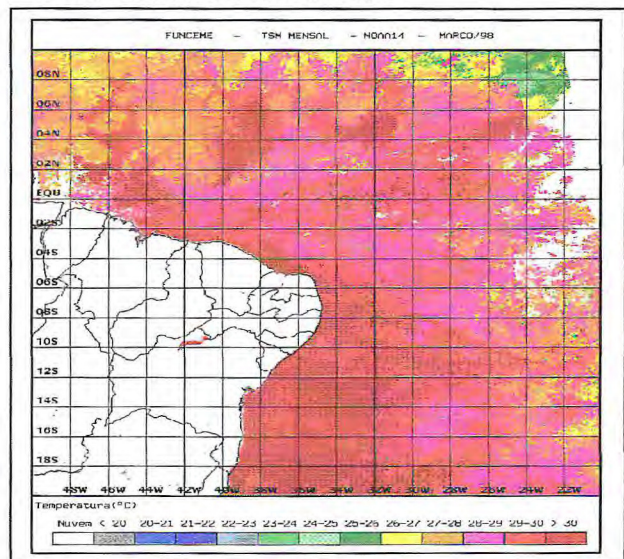


Figura 8 d – TSM mensal gerada a partir do composite da imagens diárias NOAA/14-AVHRR

Fonte: FUNCEME

## 8 - A TSM e a Tecnologia Pesqueira

Desde 1967, com incentivos governamentais a produção pesqueira nacional cresceu de 435.000 toneladas para 750.000 toneladas anuais em 1973. No início da década de 80, a produção pesqueira atingiu valores próximos a um milhão de toneladas, declinando a partir daí até cerca de 700.000 toneladas em 1994 (Andrade, 1999).

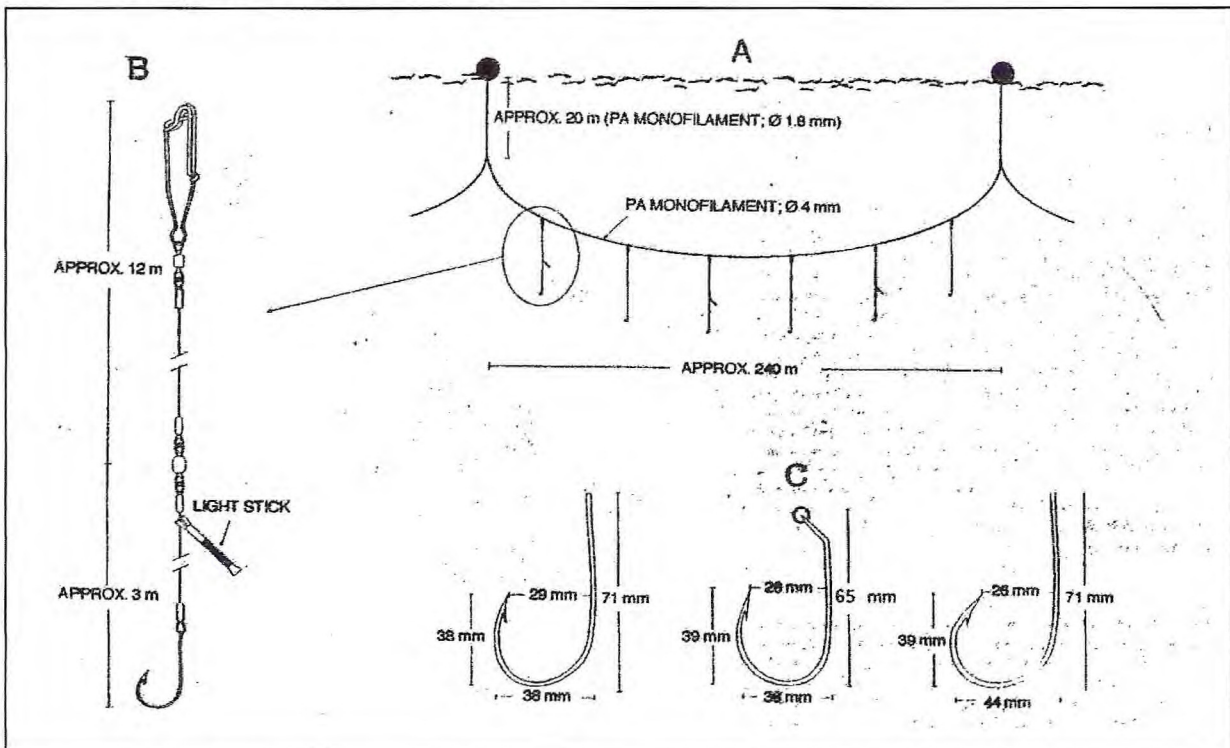
Da produção nacional de pescado, 75% é proveniente da pesca marítima, sendo esta produção distribuída eqüitativamente entre a pesca artesanal e industrial. Já na região Nordeste, quase 90% do pescado capturado é proveniente da pesca artesanal, realizada em zonas próximas à costa, com um limite de até 200 milhas, caracterizada por um estoque limitado, baixa densidade, alta diversidade e elevado valor comercial, o que dificulta uma exploração industrial em larga escala. As pescarias concentram-se sobre espécies de alta dependência dos ecossistemas costeiros, estando a sua maioria em estágio de declínio acelerado e até de colapso (Zagaglia et al, 1999).

O desenvolvimento da pesca oceânica constitui uma alternativa extremamente promissora para o desenvolvimento do setor pesqueiro na região, com a exploração de recursos oceânicos, como atuns, tubarões e agulhões, diversificando a atividade pesqueira além de diminuir o esforço aplicado sobre os ecossistemas costeiros já tão esgotados. (Hazin, 1999).

Os grandes peixes pelágicos caracterizam-se, em sua maioria, por efetuarem grandes migrações, possuindo ciclo de vida e padrão de distribuição estreitamente relacionados às características físico-químicas das massas de água. Dentre os parâmetros oceanográficos, a temperatura da água do mar é um dos que exercem maior influência sobre a fisiologia e distribuição dos atuns e afins, constituindo a observação da mesma um instrumento bastante útil na pesca destas espécies. (Zagaglia et al, 1999).



A partir de 1996, pescarias experimentais vêm sendo realizadas utilizando barcos artesanais e arrendados, adaptados à pesca oceânica na região próximo a Natal-RN. Empregando como arte de pesca o espinhel de deriva (figura-9), composto de linha-mestra, linha secundária, anzóis, cabos de bóias, além de atratores artificiais luminosos (light-stick) e lulas como isca.



**Figura-9** - Representação esquemática de (A) configuração do espinhel, (B) linha secundária e (C) anzóis utilizados na pescaria.

**Fonte:** Hazin, 1998, pag 136.

Como índice de abundância relativa é utilizada a captura por unidade de esforço (CPUE), em termos de número de indivíduos capturados por 100 anzóis por dia e do peso, desembarcados em quilograma por 100 anzóis por dia (Zagaglia et al, 1999).

Dentre as espécies capturadas por esta arte de pesca, os agulhões apresentam-se mais abundantes, com índice de captura de 78,35 kg/100 anzóis.dia ou 2,46 indivíduos capturados/ 100 anzóis.dia, representando 56,4% do total capturado,



com destaque para o espadarte, participando com 45,9% do total dos peixes, ocorrendo principalmente em águas mais frias ( Zagaglia *et al*, 1999).

As albacoras, representaram 27,3% dos indivíduos capturados, com CPUE's iguais a 49,87 kg/ 100 anzóis/dia ou 1,19 indivíduos/100 anzóis/dia.

Zagaglia, 1999 constatou maiores CPUE's para a albacora laje na região do Atlântico Sudoeste Equatorial, particularmente ao Norte de 5° S, caindo abruptamente ao Sul de 10° S, ocorrendo CPUE's mais elevadas próximas aos Penedos de São Pedro e São Paulo. As maiores capturas ocorreram principalmente no primeiro trimestre do ano (verão) quando a isoterma de 27°C desce para regiões abaixo da linha do equador, próximo a zona de atuação da frota brasileira.

A albacora bandolim, *Thunnus obesus*, é outra espécie que apresenta mesmo padrão de distribuição da albacora laje, encontrando-se mais ao norte de 5° S e decrescendo a partir dos 10° S. A Albacora bandolim apresentou maiores CPUE's em áreas com temperaturas médias igual a 28,4°C.

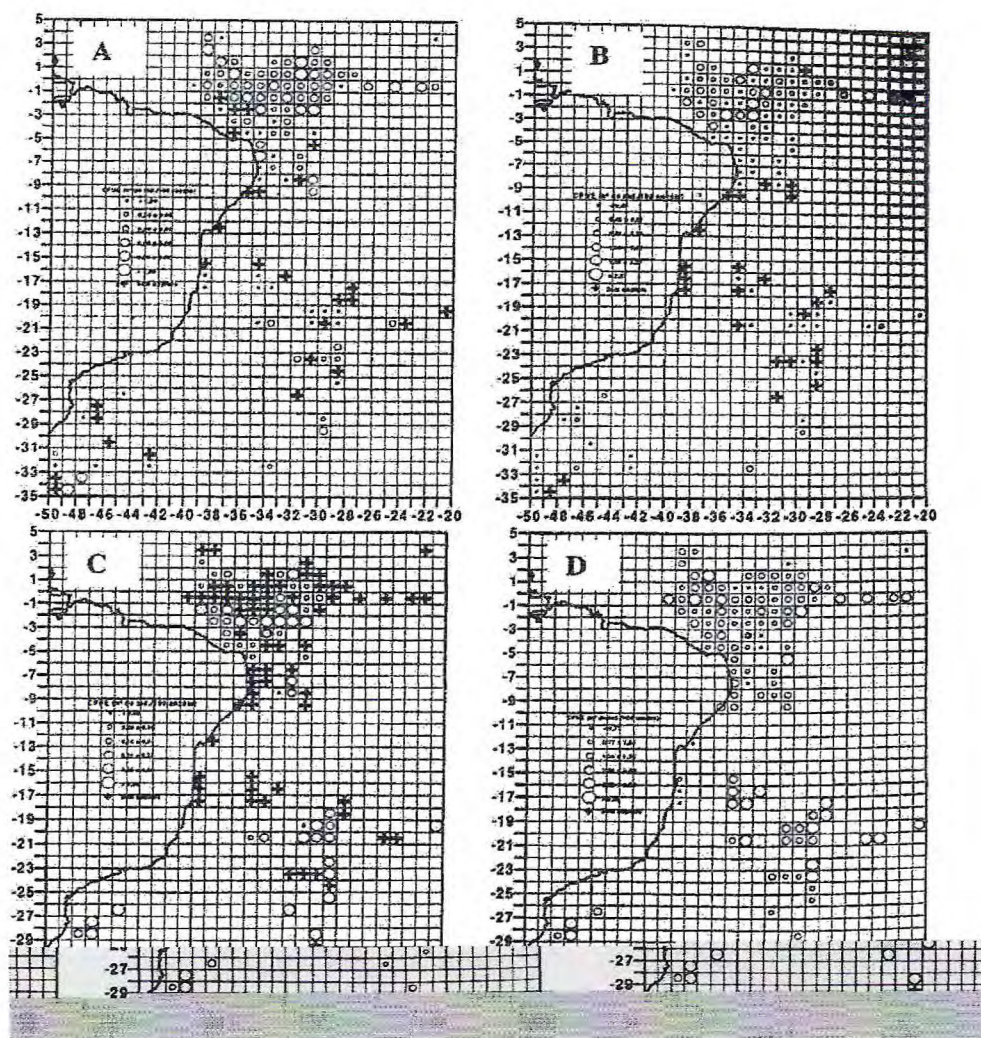
Portanto, o acompanhamento da TSM via satélite indicaria locais onde a pesca dos tunídeos fosse mais proveitosa, aumentando a captura por unidade de esforço (CPUE), reduzindo custos e tempo gasto na localização desses cardumes, visto que com a carta de TSM, que é georreferenciada, poder-se-ia localizar facilmente as isotermas citadas anteriormente.

## **9 – TSM NOAA/AVHRR x CPUE: Um exemplo de Possível Aplicação**

Zagaglia (1999), apresentou resultados relativos a captura de albacora laje, para ano de 1996, e observaram que as maiores capturas ocorreram no primeiro trimestre desse ano (verão do Hemisfério Sul) e as mais baixas no terceiro

trimestre (inverno no Hemisfério Sul), quando a isoterma de 27°C estava localizada mais ao norte , provocando o deslocamento do estoque para fora da zona de atuação da frota brasileira, limitando assim sua captura, e os valores mais elevados durante o verão, pela razão inversa.

A seguir apresenta-se os gráficos relativos à CPUE média dos barcos artesanais e arrendados para a albacora laje, albacora branca, albacora bandolin e espadarte, bem como a variação da CPUE com a temperatura superficial média nos locais de pesca.



**Figura 10** – CPUE média dos barcos artesanais, onde (A) albacora laje, (B) albacora branca, (C) albacora bandolin e (D) espadarte

**Fonte:** Zagaglia *et al.*, 1999, pag 489.



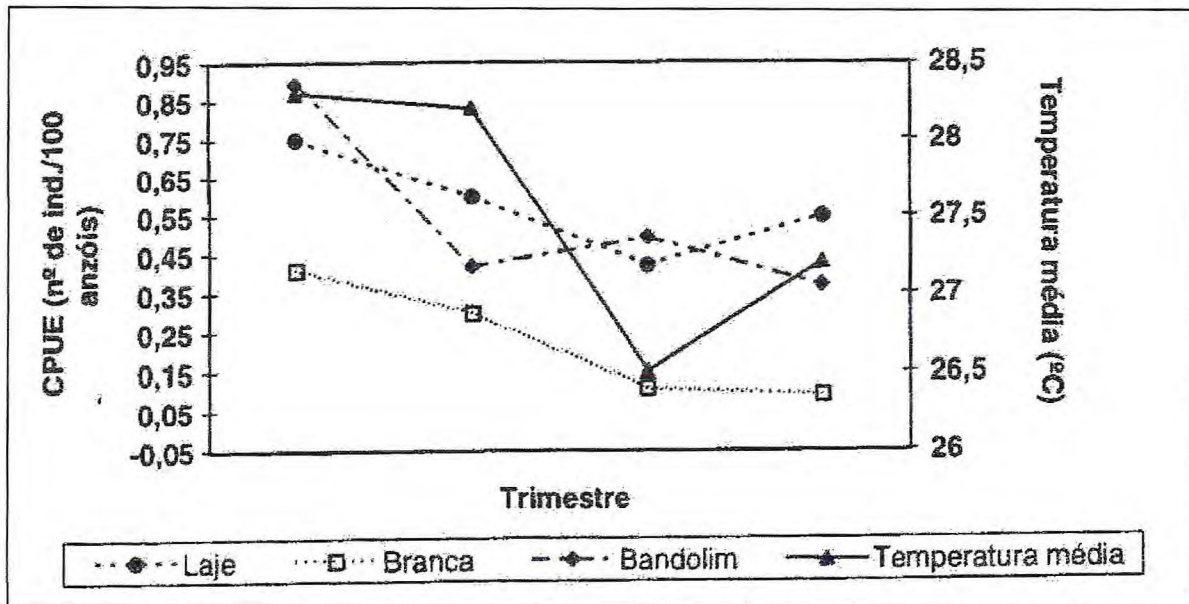


Figura 11 – Variação da CPUE trimestral e da temperatura superficial média no local de pesca, ao norte de 15° S, para os atuns capturados no Atlântico Sudoeste Equatorial.

Fonte: Zagaglia *et al.*, 1999, pag 489.

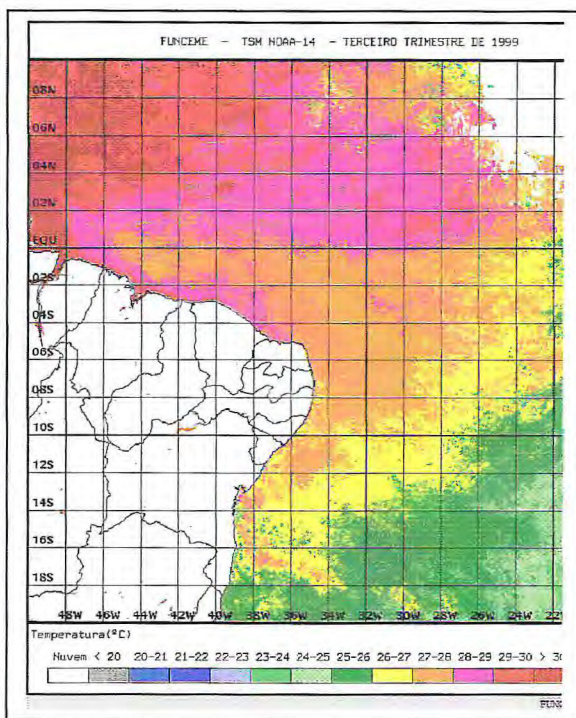
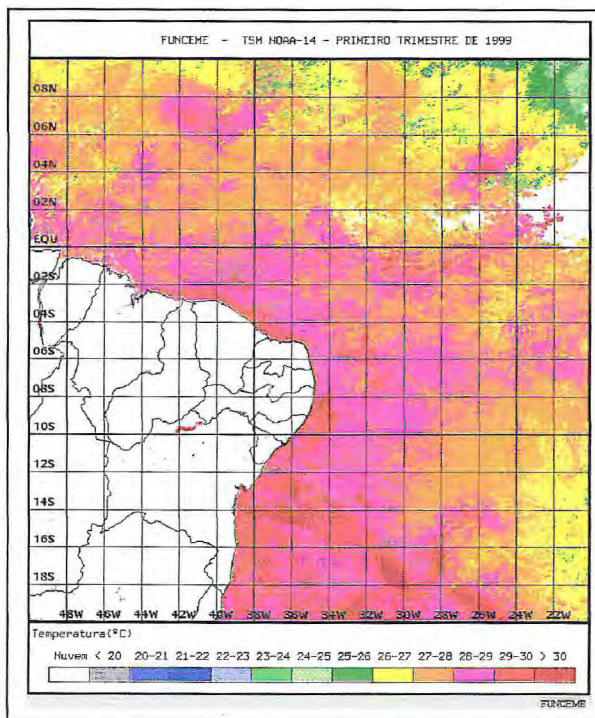


Figura 12a –TSM NOAA/14-Trimestre 1/99

Figura 12b-TSM NOAA/14-Trimestre 3/99

Fonte: FUNCEME

Verifica-se através das figuras 12a e 12b, que no ano de 1999, na média do trimestre, a isoterma de 27° C ficou abaixo da linha do equador, no terceiro trimestre, ao contrário do que ocorreu em 1996 (ver Zagaglia *et al.*, 1999). Infelizmente não temos imagens NOAA-14/AVHRR para o ano de 1996, para gerar os mapas de TSM e realizar melhores comparações. Neste caso a TSM diária, gerada pelo satélite NOAA, poderia ser utilizada para localizar a isoterma de 27° C, auxiliando na localização dos cardumes.

## **10 – Vantagens e Desvantagens do Uso de Satélites na Oceanografia**

Segundo Robinson, 1985, a maior objeção à oceanografia por satélite está no fato de que a radiação eletromagnética medida pelo sensor atravessa apenas uma pequena camada superficial do oceano, cerca de 1 metro. Isso é muito importante devido à significância da estrutura vertical do mar para a oceanografia. Outra dificuldade está relacionada a apenas uma ou duas passagens que o satélite faz por área. Por estas razões têm ocorrido opiniões pessimistas contra a contribuição que o sensoriamento remoto tem a oferecer à oceanografia.

Por outro lado, existem pelo menos três razões para justificar o uso dos satélites nos estudos sobre o mar. Embora as variações físico-químicas ocorram em águas profundas, é na superfície que parâmetros como temperatura, velocidade de correntes, concentração de sais e gases controlam as trocas de energia entre o mar e a atmosfera. Assim, embora o satélite esteja apto a atuar em apenas um nível, o superficial, este é o mais importante. Uma segunda razão porque não se deve ignorar as técnicas de sensoriamento remoto na oceanografia está na notável capacidade de obtenção e agrupamento de grande quantidade de dados em zonas oceânicas.

Algo impossível ou extremamente dispendioso a ser realizado por meio de bóias e barcos de pesquisa, além de reduzir de anos para semanas o tempo de coleta e



análise das informações. Como última vantagem das informações do satélite em comparação com as formas convencionais de coleta de dados oceânicos está relacionada à área de cobertura incorporadas ao sistema de amostragem dos sensores, onde é calculada uma média para uma determinada região de cobertura enquanto que em barcos este dado é pontual, não havendo certeza sobre sua validade como representativo de uma zona.

Quanto à TSM, Andrade, 1996, menciona que ela não deve ser considerada como determinante de concentração de cardumes e sim como índice das condições bióticas e abióticas que favorecem a pescaria, apresentando áreas mais prováveis de localização dos peixes. Estudos realizados na região Sul e Sudeste do Brasil, apresentaram regiões com TSM entre 23,5 °C e 25,5°C como ideais para a pesca, com uma grande probabilidade de pescaria com CPUE's altas.

Embora o algoritmo MCSST tenha fornecido bons resultados para a costa nordestina, medidas 'in situ' precisam ser realizadas para comparação com medidas dos satélites e determinação do grau de significância e desvio padrão entre os valores, além de possibilitar o desenvolvimento de algoritmos regionais.

Outro ponto relevante do trabalho foi a dificuldade de acesso às informações dos desembarques que impediram a correlação entre as pescarias e as TSM's, embora já haja tecnologia suficiente para a realização deste trabalho de forma rápida e precisa.

A tecnologia empregada na FUNCEME apresenta-se como um grande potencial à oceanografia, como um novo recurso e uma nova fonte de informação.

## **11 – CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Durante o período de realização do estágio supervisionado, a possibilidade de contato com uma tecnologia de última geração aplicada à oceanografia, permitiu-



me uma visão, como a dos satélites, mais ampla e global. Em função disto, verifiquei que existem áreas mais abrangente de atuação para o Engenheiro de Pesca, com a possibilidade de melhoria das condições de vida e trabalho da comunidade pesqueira.

Além disso as condições do mercado de trabalho, competitivo dos dias atuais, nos impõe uma formação mais abrangentes, e a capacitação no uso de novas tecnologias é imperativo.

O trabalho da equipe de técnicos da FUNCEME foi importante no desenvolvimento deste estágio, com repasse de conhecimento de forma sincera e livre de interesses.

Finalmente, nos anexos 5 e 6, encontra-se uma fonte adicional de informações sobre TSM's. As geradas através do satélite NOAA/AVHRR e a climatologia, sendo que esta foi construída pela NOAA, com aproximadamente 40 anos de dados.

## 12 - Referências Bibliográficas

ANDRADE, H. A. A possibilidade da melhoria da estratégia de distribuição do esforço pesqueiro e de aumento da rentabilidade em função do conhecimento das relações existentes entre o recurso explorado e as variações ambientais: O caso da pescaria superficial de atuns na costa sul-sudeste do Brasil. In: **Prêmio Jovem Cientista: Oceanos – fontes de alimentos**. Rio de Janeiro: CNPQ, 1999. 212 p. p. 13 – 52.

FERREIRA, A.G., FRANÇA, G.B., OLIVEIRA, R.S. **Um modelo Operacional de Estimativa da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) através do AVHRR/NOAA-14**. In: CONGRESSO BRASILEIRO METEOROLOGIA, 9, 1996. Campos do Jordão: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1996. p. 575 – 8.

FERREIRA, A. G. **Determinação da Temperatura da Superfície do Mar e Superfícies Vegetadas a partir dos dados fornecidos pelos Satélites da serie NOAA\_n**. [ s.l.: s.n.], 1997. Relatório de Conclusão de Estágio na NOAA, enviado ao CNPq.

FERREIRA, A.G. **Estimativa da Temperatura da Superfície do Mar utilizando Dados de Satélites**, In: II CONGRESSO REVIZEE-NE, 2, 1998. Natal. Anais do II Congresso REVIZEE. 1998.

HAZIN, H.G. **Análise da viabilidade econômica do emprego do espinhel monofilamento em pequenas embarcações da frota artesanal nordestina**. In: **Prêmio Jovem Cientista: Oceanos – fontes de alimentos**. Rio de Janeiro: CNPQ, 1999. p. 127 - 150

LUTGENS, F., TARBUCK, E. **The atmosphere – an introduction to meteorology**. 2nd ed. London: Prentice-Hall , 1982, 477p.

**SENSORIAMENTO Remoto na Área Marítima de Interesse do Brasil: Diagnóstico, Prospectiva e Possíveis Aplicações Visando À Exploração de Recursos.** [s.l.]: Ministério da Marinha, 1988. 27p.

**ROBINSON, I.S. Satellite Oceanography: an introduction for oceanographers and remote-sensing scientists.** [s.l.]: Ellis Horwood, 1985, 450 p.

**TUBELIS, A., NASCIMENTO, F.J.L. Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras.** São Paulo: Nobel, 1980. 374p.

**VIANELLO, Rubens Leite & ALVES, Adil Rainier. Meteorologia Básica e Aplicações.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 1991.

**ZAGAGLIA, R. J., HAZIN, H.G. & HAZIN, F.H.V.. Distribuição e abundância relativa de grandes peixes pelágicos capturados no Atlântico Sudoeste.** In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 11, 1999. Recife. Anais... Recife. Associação dos Engenheiro de Pesca de Pernambuco, 1999. p. 482 – 490. 560 p.

**FRANÇA, G. B., CRACKNELL, A.P. Retrieval of land and sea surface temperature using NOAA – 11 AVHRR data in Northeastern Brazil.** International Journal of Reemote Sensing, 1994. 15, 1695 – 1712.

**FRANÇA, G. B., CRACKNELL, A.P. A simple cloud masking approach using NOAA AVHRR daytime data for tropical areas.** International Journal of Reemote Sensing, 1995. 16, 1697 – 1705.

**McCLAIN, E. P. , PICHEL, W.G., WALTON, C.C. Comparative performance of AVHRR – based multichannel sea surface temperature.** J. Geophys. Res. 1985. 11587 – 11601.



**Anexo -1**

**Arquivo TBUS**

Date: Fri, 23 Jun 2000 07:05:42 EDT (-0400)

From: wxsat mailer <wxsat-mail-daemon@met.fsu.edu>

Reply to: WXSAT-L@met.fsu.edu

To: noaa@zeus.funceme.br

Subject: PI: Polar TBUS1/2/3/4

# From WXSAT-L - to UNSUBSCRIBE, send notice to: wxsat-request@met.fsu.edu

# Replies: wxsat-l@met.fsu.edu - subscription changes: wxsat-request@met.fsu.edu

# Mail addressed to wxsat-mail-daemon@met.fsu.edu will be discarded.

Subject: PI: Polar TBUS1/2/3/4

From: wxsat-mail-daemon@met.fsu.edu (wxsat mailer)

Date: Fri, 23 Jun 2000 06:48:02 EDT (-0400)

The following is forwarded by the wxsat mail list as received:

**APT PREDICT**

062537 NOAA 12

**PART I**

07345 02517 02925 00315 T0112 L2530

73490 01416 10437

73530 65908 25440

73571 34400 35318

**DAY PART II**

02800 070047 04800 141063 06810 212079 08810 283097

10810 353117 12810 423139 14820 493166 16820 562200

18820 630247 20820 695318 22820 756445 24830 804713

26831 811168 28831 771492 30831 712645 32831 647726

34831 580777 36822 511785 38822 442757 40822 372733

42822 302713 44822 232695 46822 161678

**DAY PART III**

02805 070015 04818 141000 06818 212016

**NIGHT PART II**

48822 091662 50822 020646

**NIGHT PART III**

52827 050630 54827 120615 56827 191598 58827 261581

60827 331562 62837 401540 64837 471515 66837 539484

68837 608443 70837 674382 72837 737279 74837 791072  
76838 814661 78838 787263 80838 733068 82835 669030  
84825 603089 86825 534130 88825 465160 90815 395185  
92815 325206 94815 255225 96815 184242

PART IV

1991 032A 47335 177025885025 000625003716466 2827819  
01011539 01012148 00125442 32571810 17267088 09854704  
03432665 07188744 M071283550 P009168491 P000000000  
P00144114 P01097522 P07370054 002258735 185186018 9449  
0000500000 M00308335 P00097175 P00512486 24988893  
080399 P00300 060500 M00900 050100 M00005 000000  
APT 137.50 MHZ, HRPT 1698.0 MHZ, BCN DSB 136.77 MHZ. APT DAY/NIGHT  
CH 2,4/3,4. VIS CH 2 /0.725 TO 1.0/ AND IR CH 4 /10.5 TO 11.5/ XMTD  
DURING S/C DAY. IR CH 3 /3.55 TO 3.93/ AND IR CH 4 /10.5 TO 11.5/  
XMTD DURING S/C NIGHT. DCS CLK YR/DAY/TIME 1994 185 69079.016  
LAST TIP CLK CORR 08/03/99 CLK ERR AFTER CORR 0.3 SEC.  
CLK ERR AS OF 06/05/00 MINUS .9 SEC. ERR RATE AS OF 05/01/00  
MINUS 5 MS/DAY(ESTIMATED). NEXT CLK CORRECTION 00000000.  
N-12 APT ENABLED 05/17/00 AT 1105Z CONTINUOUSLY.  
NNNN

TBUS 2 KWBC

APT PREDICT

062538 NOAA 14

PART I

08280 02516 01301 00119 T0200 L2550  
82842 30105 10319  
82880 54908 25479  
82921 23712 35278

DAY PART II

02850 070028 04840 140044 06840 210062 08840 280080  
10840 350101 12850 419124 14850 488152 16850 556187  
18850 623235 20850 688307 22850 749431 24850 796681  
26851 806102 28851 771434 30851 715600 32851 652689  
34851 585745 36851 517784 38852 449784 40852 379759

DAY PART III

02858 070004 04858 140020 06858 210038 08868 279056  
10868 349077 12878 418100

NIGHT PART II

42852 310738 44852 240719 46852 170701 48852 100684  
50852 030667

NIGHT PART III

52857 039651 54857 109635 56867 179618 58867 248600  
60867 318580 62877 387559 64877 456533 66877 524502  
68887 591462 70887 657404 72887 720312 74887 775139  
76888 807797 78888 794384 80888 746145 82888 686025



84885 621045 86875 555092 88875 487126 90875 418154

PART IV

1994 089A 28271 177038125036 000625005454003 2872004  
01019603 01020144 00100927 06982023 15551771 09914106  
29041269 07226688 M065798043 P029961439 M000000001  
P00502494 P01067038 P07333857 002475394 185186018 9449  
0000500000 M00269821 P00101976 P00508433 22831724  
041100 M00800 060500 M00300 050100 P00010 000000  
APT 137.62 MHZ, HRPT 1707.0 MHZ, BCN DSB 137.77 MHZ. APT DAY/NIGHT  
2,4. VIS CH 2 /0.725 TO 1.0/ AND IR CH 4 /10.5 TO 11.5/ XMTD  
DURING S/C DAY. IR CH3 /3ND IR CH 4 /10.5 TO 11.5/ XMTD  
DURING S/C NIGHT. DCS CLK TIME YR/DA/TIM 1995 021 79186.656  
LAST TIP CLK CORR 04/11/00. CLK ERR AFTER CORR MINUS 0.8 SEC.  
CLK ERR AS OF 06/05/00 MINUS 0.30 SEC. ERR RATE AS OF 05/01/00  
PLUS 10 MS PER DAY. NEXT CLK CORR - UNKNOWN. N-14 DTR 3B YIELDS  
UNUSABLE DATA (LAC) PERIODICALLY. NOAA ENGINEERS  
INVESTIGATING.  
NNNN

TBUS 3 KWBC

APT PREDICT

062534 NOAA 15

PART I

01010 02519 04143 00325 T0113 L2530

10140 22639 10448

10180 91135 25427

10221 55631 35304

NIGHT PART II

02820 070048 04820 141064 06820 211081 08820 282099

10820 352118

NIGHT PART III

02825 070016 04825 141000 06828 211016 08828 282033

10828 352053 12828 422076 14838 491103 16838 560137

18838 628183 20838 693254 22838 754379 24838 802640

26837 810088 28837 772418 30837 714575 32837 649658

34827 582711 36827 513748 38827 444777 40826 374799

42826 304778

DAY PART II

12820 422141 14820 491168 16830 560202 18830 628248

20830 693319 22830 754444 24830 802706 26831 810155

28831 772484 30831 713640 32831 649724 34821 581776

36822 513786 38822 443757 40822 374733 42812 304713

44812 233694 46812 162677 48812 092661 50812 021645

DAY PART III

52817 049630 54817 120614 56817 190597 58817 261579



60827 331560

PART IV

1998 030A 10999 177047324947 000625010808875 2905214

01011723 01012337 00103056 25096006 20566683 09863285

10905414 07189670 M064876343 M031176662 M000000000

M00482704 P01006612 P07357812 001791550 185186018 9449

0000500000 M00310989 P00098104 P00512393 27514542

021800 M01100 060500 P00400 050100 P00012 000000

APT 137.50 MHZ, HRPT 1698.0 MHZ, BCN DSB 137.35 MHZ. APT DAY/NIGHT

CH 2,4/3,4. VIS CH 2 /0.725 TO 1.0/ AND IR CH 4 /10.5 TO 11.5/ XMTD

DURING S/C DAY. IR CH 3 /3.55 TO 3.93/ AND IR CH 4 /10.5 TO 11.5/

XMTD DURING S/C NIGHT. LAST TIP CLOCK CORRECTION 02/18/00. CLOCK

ERROR AFTER CORRECTION MINUS 1.1 SEC. CLOCK ERROR AS OF

06/05/00

PLUS .4 SECONDS. ERROR RATE AS OF 05/01/00 PLUS 12. MS/DAY. NEXT

TIP CLOCK CORRECTION UNKNOWN. DCS CLK YR/DAY/TIME 1999 004

60012.98

STX2 ENABLED FOR HRPT PERMANENTLY ON 09/28/99 AT 0004Z.

FREQUENCY =

1702.5 MHZ.

NNNN

TBUS 4 KWBC

APT PREDICT

062536 NOAA 11

PART I

00605 02522 01057 00506 T0155 L2547

06090 45838 10698

06131 14619 25110

06171 83401 34918

NIGHT PART II

02840 070066 04840 140083 06840 210100 08840 280118

10840 350139 12840 420162 14840 489189 16840 557224

18840 625272

NIGHT PART III

02845 070034 04855 140018 06855 210000 08858 280017

10868 349037 12868 418060 14868 487087 16878 555122

18878 622168 20878 687238 22888 747358 24888 795598

26887 808017 28887 775361 30887 720532 32887 657624

34877 591681 36877 524721

DAY PART II

20840 690343 22850 750468 24850 797721 26851 807150

28851 771481 30851 715644 32851 651732 34851 584786

36852 516774 38842 447744 40842 378719 42842 308698

44842 238679 46842 168661 48852 098645 50852 028628

DAY PART III

52857 041612 54857 111596 56857 181579 58867 251561  
60867 320542 62867 390520 64877 458495 66877 527464

PART IV

1988 089A 60592 177004159662 000625000559395 2749394  
01018672 01019210 00122625 06907288 24109477 09900362  
29118290 07222220 M034921760 M063246816 P000000000  
M01009399 P00576313 P07339585 001713258 185186018 9449  
0000500000 M00268696 P00100657 P00508898 32615531  
041100 P00800 060500 M03200 050100 M00067 061500  
APT 137.62 MHZ, HRPT 1707.0 MHZ, BCN DSB 137.77 MHZ. APT DAY/NIGHT  
2,4/3,4. VIS CH 2 /0.725 TO 1.0/ AND IR CH 4 /10.5 TO 11.5/ XMTD  
DURING S/C DAY. IR CH 3 /3.55 TO 3.93/ AND CH 4 /10.5 TO 11.5/  
XMTD DURING S/C NIGHT. DCS CLK YR/DAY/TIME 1994 192 08163.165  
LAST TIP CLK CORR 04/11/00. CLK ERR AFTR CORR PLUS 0.80 SEC. CLK  
ERR AS OF 06/05/00 MINUS 3.2. ERR RATE AS OF 05/01/00 MINUS 67 MS.  
NEXT TIP CLOCK CORRECTION 06/15/00. N-11 IS CURRENTLY GATHERING  
OPERATIONAL STIP DATA FOR BACKUP SOUNDER PRODUCTS.  
NNNN

[End of message from WXSAT-L]

## Anexo –2

### Técnicas de Mascaramento de Nuvens

#### 1- Gross Threshold Technique

Esta técnica foi proposta por Saunders (1986) e é baseada em um valor de limiar empírico da temperatura de brilho (Tb) do canal 5/AVHRR.

Exemplo: Se o limiar de temperatura é  $Tb5 = 278$  K, então qualquer pixel que tenha este valor  $Tb5 < \text{ou} = 278$  é considerado estar contaminado por nuvens.

Implementação da técnica, na rotina do programa em linguagem c++.

#### ***Gross Threshold Technique***

```
Gross = 288.0;
. . .
mask[lin][col] = 0;
if (tb5 <= Gross)
{
    mask[lin][col] = 255;
    c1 ++
}
. . .
```



## 2- Q Technique

Proposta por Saunders e Kriebel (1988), esta técnica se baseia na razão entre a reflectância nas bandas do infravermelho-próximo e visível do espectro eletromagnético, que correspondem a :  $Q = R2 / R1$ ; onde: R1 e R2 representam a refletividade dos canais 1 e 2/AVHRR, respectivamente.

Implementação da técnica, na rotina do programa em linguagem c++.

### **Q Technique**

```
Q = 0.75;
...
r1 = pix[0][1][col] * slope[0] + intercept[0];
r2 = pix[1][1][col] * slope[1] + intercept[1];
q = r2/r1;
if (q >= Q)
{
    mask[lin][col] = 255;
    c2++;
}
...
```

### 3 - Coherence Technique ( Partial Coherence Technique)

#### Coherence Technique ( Partial Coherence Technique)

```
Std = 0.5;
...
int l, c;
double xmed= 0., std = 0., tb[3][3];
for (l =0; l < 3; l++)
    for (c = 0; c < 3; c++)
        {
            tb[l][c] = pixotemp(pixotemp(pix[3][1][col-1+c],4,14);
            xmed += tb[l][c];
        }
xmed/= 9;
for (l =0; l < 3; l++)
    for (c = 0; c < 3; c++)
        std += (tb[1][c] - xmed) * (tb[1][c] - xmed);
std = sqrt(std/8.);
if(std >= Std)
    {
        mask[lin][col] = 255;
        c3++;
    }
...
```

#### 4 - New Coherence Technique

Esta técnica considera 4 limiares empiricos dados como segue:

$$P_1 = (|T_{b4}(1,2) - T_{b4}(2,2)| + |T_{b4}(3,2) - T_{b4}(2,2)|) / 2$$

$$P_2 = (|T_{b4}(2,1) - T_{b4}(2,2)| + |T_{b4}(2,3) - T_{b4}(2,2)|) / 2$$

$$P_3 = (|T_{b4}(1,1) - T_{b4}(2,2)| + |T_{b4}(3,3) - T_{b4}(2,2)|) / 2$$

$$P_4 = (|T_{b4}(1,3) - T_{b4}(2,2)| + |T_{b4}(3,1) - T_{b4}(2,2)|) / 2$$

onde,  $T_{b4}(i,j)$  é a temperatura de brilho do canal 4/AVHRR e  $i,j$  são as linhas e as colunas da matriz imagem, respectivamente.

### ***New Coherence Technique***

$$P1 = (|tb4(1,2) - tb4(2,2)| + |tb4(3,2) - tb4(2,2)|) / 2$$

$$P2 = (|tb4(2,1) - tb4(2,2)| + |tb4(2,3) - tb4(2,2)|) / 2$$

$$P3 = (|tb4(1,1) - tb4(2,2)| + |tb4(3,3) - tb4(2,2)|) / 2$$

$$P4 = (|tb4(1,3) - tb4(2,2)| + |tb4(3,1) - tb4(2,2)|) / 2$$

$$K = 2.5$$

...

$$k1 = (fabs(tb[0][1] - tb[1][1]) + fabs(tb[2][1] - tb[1][1])) / 2;$$

$$k2 = (fabs(tb[1][0] - tb[1][1]) + fabs(tb[1][2] - tb[1][1])) / 2;$$

$$k3 = (fabs(tb[0][0] - tb[1][1]) + fabs(tb[2][2] - tb[1][1])) / 2;$$

$$k4 = (fabs(tb[0][2] - tb[1][1]) + fabs(tb[2][0] - tb[1][1])) / 2;$$

$$\text{if}(k1 >= k \ || \ k2 >= k \ || \ k3 >= k \ || \ k4 >= k)$$

{

$$\text{mask}[\text{lin}][\text{col}] = 255;$$

c4++;

}

...



### Anexo –3

#### Partes do Programa que calcula a TSM utilizando dados NOAA/AVHRR

```
#include <tsmnoaa.hpp>
#include <memory.h>
#include <string.h>
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <xcimage.hpp>
#include <lgrealce.hpp>

#include "nav.c"
#include "corrad.c"

void      navega(char *nomepar);
void      gera_navegada(char *imgent, char *imgsai, int channel);
double    pixtotemp(short int pix, char ch, char sat);
int       ReadNoaaFull(char *imgname, short int mat[][2048], int channel);

#define    COLIMGENT    2048
#define    NOVA_EQUACAO
#define    NOVOS_COEFICIENTES

#define    BORDA        100
#define    MAXLINIMGENT  5000
#define    COLIMGENT    2048
#define    NUVEM        2
#define    PIXMINTSM    6
#define    PIXMAXTSM    255
#define    TSM_MIN      10.1
#define    TSM_MAX      35.0
#define    TSM_MIN_REGIAO 20.1
#define    TSM_MAX_REGIAO 30.0
#define    H            860.
#define    CV           55.385

#define    NLIN         3001
#define    NCOL         3001

#define    JAN2000      /* JAN500 */
#define    NAO_GRAVA_MASC /* GRAVA_MASC */
```

```

#define      JANELA_NEB      /* JANELA_SEB */

void gravadadosmasc();

#ifdef JANELA_NEB

    // Regiao Nordeste

    /// #define      LATMIN      (-20.0)
    /// #define      LATMAX      ( 0.0)
    /// #define      LONMIN      (-45.0)
    /// #define      LONMAX      (-25.0)

    // #define      LATIg      (-20.0)
    // #define      LATFg      ( 0.0)
    // #define      LONIg      (-45.0)
    // #define      LONFg      (-25.0)

    // #define      LATIr      (-0.349065850)
    // #define      LATFr      0.0
    // #define      LONIr      5.497787144      /* (-0.785398163) */
    // #define      LONFr      5.846852994      /* (-0.436332313) */

    #define      LATIg      (-20.0)
    #define      LATFg      ( 10.0)
    #define      LONIg      (-50.0)
    #define      LONFg      (-20.0)

    #define      LATIr      (-0.349065850)
    #define      LATFr      0.174532925
    #define      LONIr      5.410520681      /* (-0.872664626) */
    #define      LONFr      5.934119457      /* (-0.349065850) */

#else

    // Regiao Sudeste

    // #define      LATMIN      (-32.0)
    // #define      LATMAX      (-12.0)
    // #define      LONMIN      (-53.0)
    // #define      LONMAX      (-33.0)

    #define      LATIg      (-32.0)
    #define      LATFg      (-12.0)
    #define      LONIg      (-53.0)
    #define      LONFg      (-33.0)

```

```

#define      LATlr      (-0.558505361)
#define      LATFr      (-0.209439510)
#define      LONlr      5.358160804      /* (-0.925024504) */
#define      LONFr      5.707226654      /* (-0.575958653) */

#endif

#define      coef1      0.979224
#define      coef2      2.362
#define      coef3      0.331
#define      coef4      267.03

.
.
.

// Gerando Mapa de TSM

printf("Calculando TSM ...\n");

for( ch=0;ch<5;ch++ )
{
    if( (fp[ch]=fopen(nomeimg[ch],"rb"))==NULL )
    {
        printf(":.nao consegui abrir arquivo %s\n",nomeimg[ch]);
        exit(0);
    }
    fseek(fp[ch],2*NCOL*Y1,0);
}

for( lin=Y1+1;lin<Y2-1;lin++ )
{
    for( ch=0;ch<5;ch++ )
    {
        fread((char *)&pix[ch][0],2*NCOL,3,fp[ch]);
        fseek(fp[ch],-2*2*NCOL,1);
    }

    for( col=X1+1;col<X2-1;col++ )
    {
        if( mask[lin][col]==0 )
        {
            int col_orig;

            col_orig = matlincol[lin][col][1];

```



```

//col_orig=1024;

tb4 = pixtotemp(pix[3][1][col],4,14);
tb5 = pixtotemp(pix[4][1][col],5,14);

delta = ( CV * fabs( (col_orig-1024.)/1024. ) ) * PI /180.;
teta = asin( ( 1. + H/R ) * sin(delta) );

//sst = coef1*tb4 + coef2*(tb4-tb5) + coef3*(tb4-tb5)*(1./cos(tet
a)-1) - coef4;

sst = 2.139588*(tb4-tb5) + 1.017342*tb4 + 0.779706*(tb4-
tb5)*(1./
cos(teta)-1) - 278.43;

//sst = 2.139588*(tb4-tb5) + 1.017342*tb4 - 278.43;

//printf("lin=%d col=%d pix4=%d pix5=%d tb4=%lf tb5=%lf
sst=%lf\n",lin,col,pix[3][1][col],pix[4][
1][col],tb4,tb5,sst);
pixtsm = (unsigned short)((sst-TSM_MIN)/(TSM_MAX-
TSM_MIN+0.1))*
250 ) + PIXMINTSM ;

if( pixtsm < PIXMINTSM ) pixtsm=PIXMINTSM;
if( pixtsm > PIXMAXTSM ) pixtsm=PIXMAXTSM;

mattsm[lin][col] = pixtsm;
}
else
{
mattsm[lin][col] = NUVEM;
}
}
//printf("%3d%%\b\b\b\b", (int)(100*lin/NLIN));
}
printf("\n");

for( ch=0;ch<5;ch++ )
{
fclose(fp[ch]);
}

```

```
// Grade das Latitudes
```

```
for( llat=0;llat<=30;llat+=2 )
{
    lin=llat*100.0;
    if( tamjan==0 )
    {
        l[0]=lin/4;
        c[0]=0;
        l[1]=lin/4;
        c[1]=750;
    }
    else
    {
        l[0]=lin;
        c[0]=0;
        l[1]=lin;
        c[1]=NLIN-1;
    }

    switch(tipojan)
    {
        case 0: /*tsmnoaaCIimg.Polygon(2,c,l,BORDER);*/
            break;
        case 1:
            break;
        case 2: tsmnoaaCTsm.Polygon(2,c,l,BORDER);
    }
}
```

```
// Grade das Longitudes
```

```
for( llon=-45;llon<=-15;llon+=2 )
{
    col=(llon+45)*100.0;
    if( tamjan==0 )
    {
        l[0]=0;
        c[0]=col/4;
        l[1]=750;
        c[1]=col/4;
    }
    else
    {
        l[0]=0;
    }
}
```

```

        c[0]=col;
        l[1]=NCOL-1;
        c[1]=col;
    }
    switch(tipojan)
    {
        case 0: /*tsmnoaaCImg.Polygon(2,c,l,BORDER);*/
            break;
        case 1:
            break;
        case 2: tsmnoaaCTsm.Polygon(2,c,l,BORDER);
    }
}

// Indicadores de Lat e Lon

if( tipojan==2 )

void desleg()
{
    int cor,x;

    .
    .

    // Desenha a legenda

    tsmnoaaCLeg.SetTextColor(BLACK,WHITE);
    tsmnoaaCLeg.SetLineColor(BLACK,WHITE);

    tsmnoaaCLeg.SetTextFont(FONT_FAMILY_LUCIDA,FONT_STYLE_NORMAL,11)
    ;
    tsmnoaaCLeg.Text(4.,20.,"Temperatura(°C)");

    tsmnoaaCLeg.SetTextFont(FONT_FAMILY_LUCIDA,FONT_STYLE_NORMAL,12)
    ;
    for( cor=1;cor<14;cor++ )
    {
        //for( x=p1[cor]/2;x<=p2[cor]/2;x++ )
        // tsmnoaaCLeg.SetColorCell(128+x, r[cor], g[cor], bl[cor]);
        tsmnoaaCLeg.SetColorCell(68+cor, r[cor], g[cor], bl[cor]);
        tsmnoaaCLeg.SetFillColor(68+cor,BLACK);
        tsmnoaaCLeg.Rectangle(cor*54.-27.,60.,cor*54.+27.,80.,BOTH);
        tsmnoaaCLeg.Text(cor*54.-20.,50.,txt[cor]);

        printf("cor=%3d r=%3hd g=%3hd b=%3hd x1=%5.1f y1=%5.1f x2=%5.1f
y2=%5.1f\n",
            cor,r[cor],g[cor],bl[cor],10.,25.*cor+10,50.,25.*cor+30);
    }
}

```



## Anexo –4

### Programa em Linguagem C++ que calcula a TSM semanal ou mensal

```
#include <stdio.h>

#define NCOL 3001
#define NLIN 3001

unsigned char buffer1[NCOL],
             buffer2[NCOL];

main(argc,argv)
int argc;
char *argv[];
{
    FILE *f1, *f2, *fs;
    int lin,col;

    if( argc!=4 )
    {
        printf("Sintaxe: somatsm imagem1 imagem2 imagem_saida\n");
        exit(1);
    }
    if( (f1=fopen(argv[1],"rb"))==NULL )
    {
        printf("nao consegui abrir arquivo %s\n",argv[1]);
        exit(1);
    }
    if( (f2=fopen(argv[2],"rb"))==NULL )
    {
        printf("nao consegui abrir arquivo %s\n",argv[2]);
        exit(1);
    }
    ...skipping...
#include <stdio.h>

#define NCOL 3001
#define NLIN 3001

unsigned char buffer1[NCOL],
             buffer2[NCOL];

main(argc,argv)
int argc;
char *argv[];
{
```

```

{
FILE *f1,*f2,*fs;
int lin,col;

if( argc!=4 )
{
printf("Sintaxe: somatsm imagem1 imagem2 imagem_saida\n");
exit(1);
}
if( (f1=fopen(argv[1],"rb"))==NULL )
{
printf(":.nao consegui abrir arquivo %s\n",argv[1]);
exit(1);
}
if( (f2=fopen(argv[2],"rb"))==NULL )
{
printf(":.nao consegui abrir arquivo %s\n",argv[2]);
exit(1);
}
if( (fs=fopen(argv[3],"wb"))==NULL )
{
printf(":.nao consegui criar arquivo %s\n",argv[3]);
exit(1);
}

printf("Processando linha ");

for( lin=0;lin<NLIN;lin++ )
{

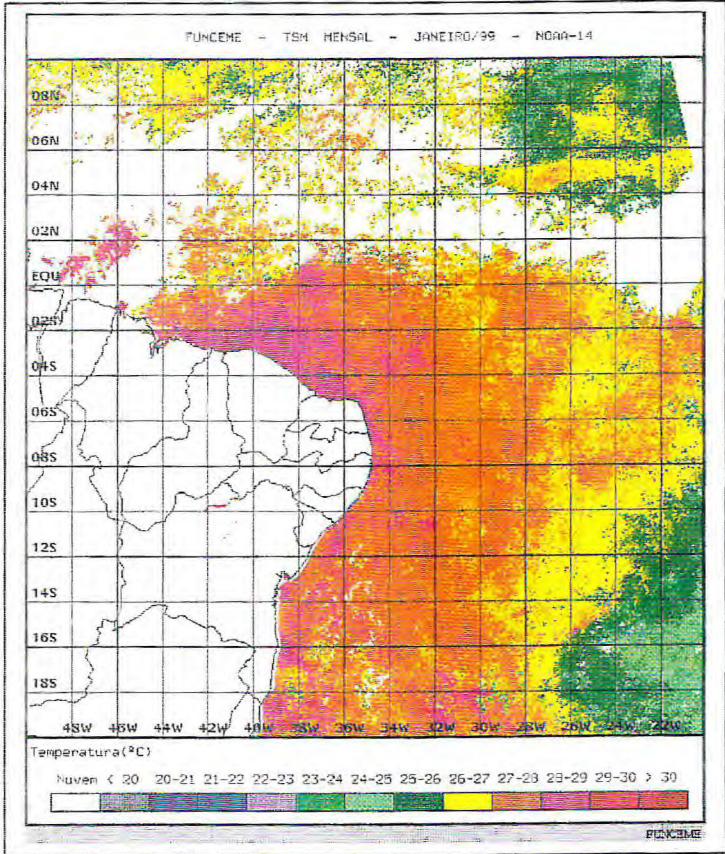
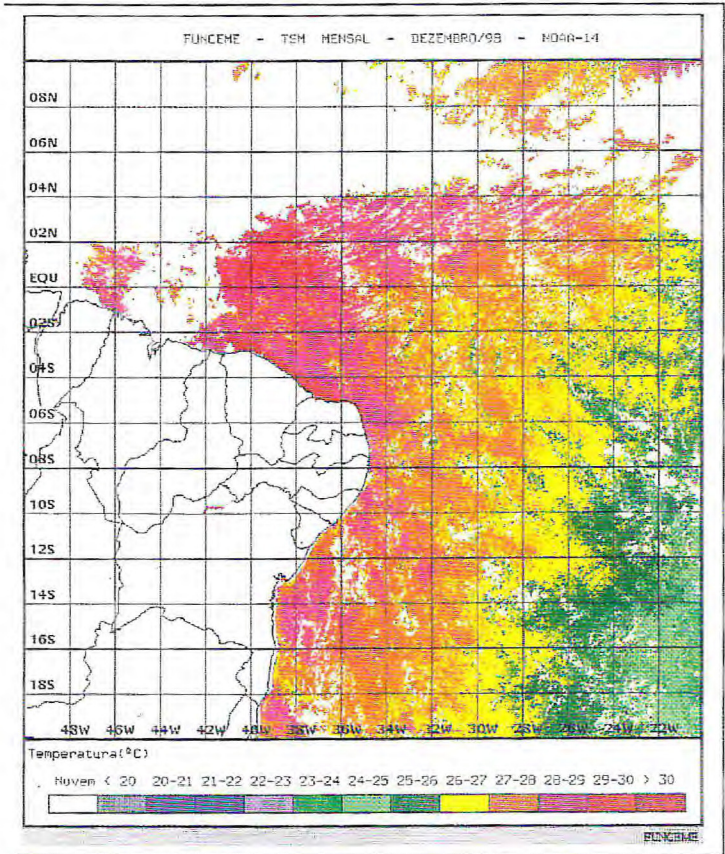
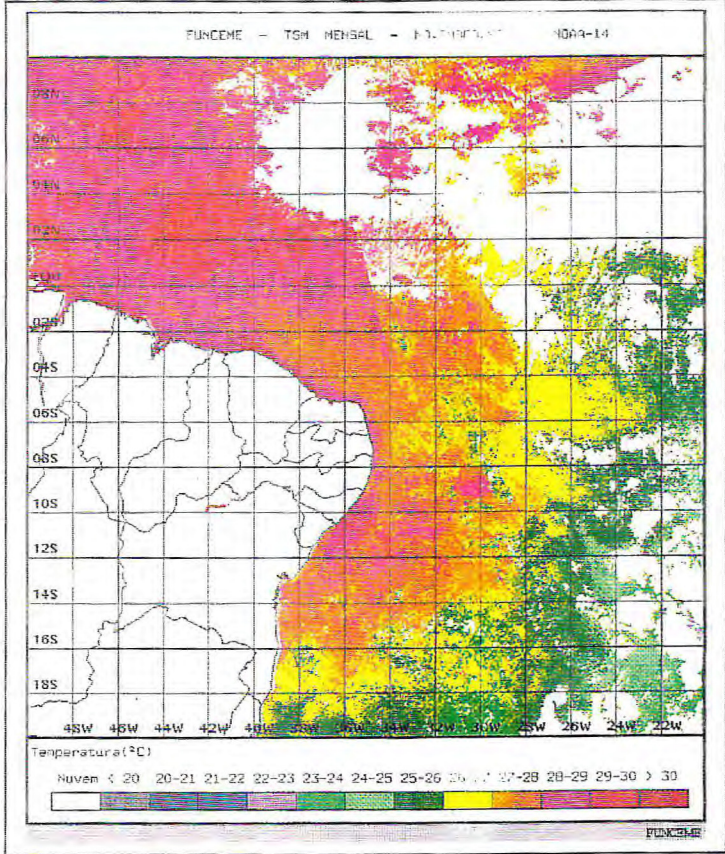
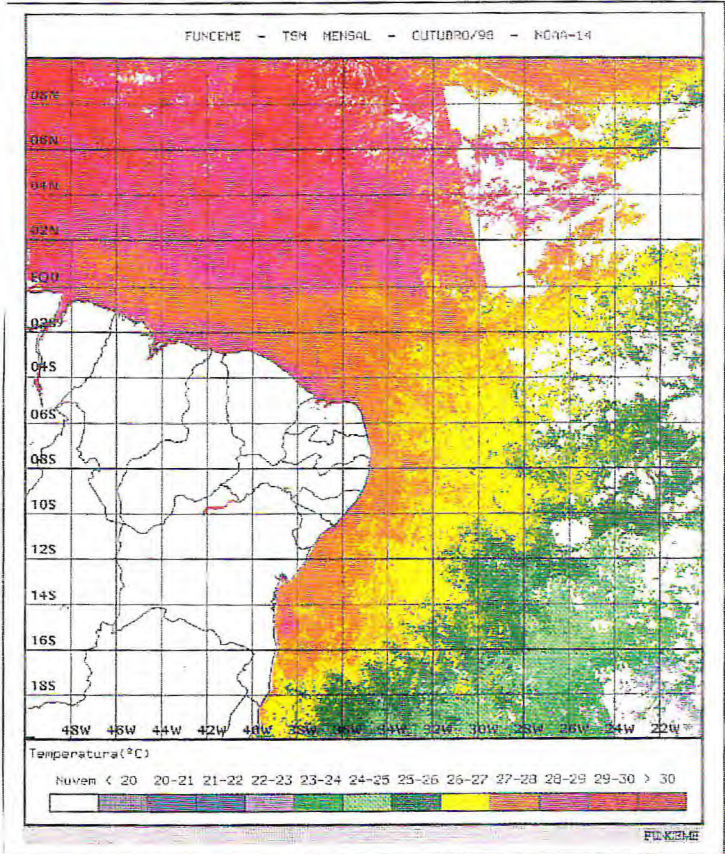
printf("%4d\b\b\b\b",lin);

if( fread(buffer1,NCOL,1,f1)!=1 )
{
printf(":.falha na leitura de %s\n",argv[1]);
exit(1);
}
if( fread(buffer2,NCOL,1,f2)!=1 )
{
printf(":.falha na leitura de %s\n",argv[2]);
exit(1);
}

for( col=0;col<NCOL;col++ )
if( buffer1[col]<buffer2[col] )
buffer1[col]=buffer2[col];
}
}

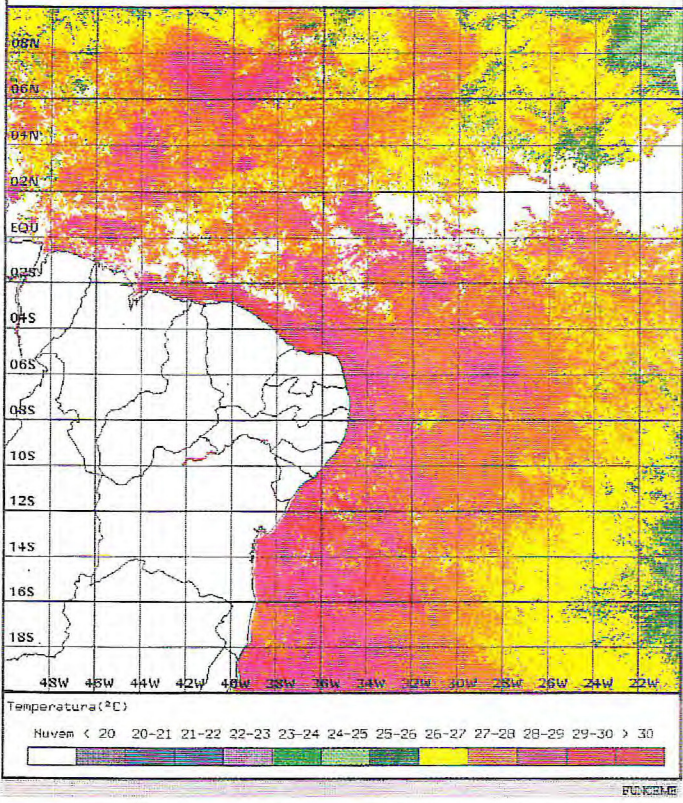
```



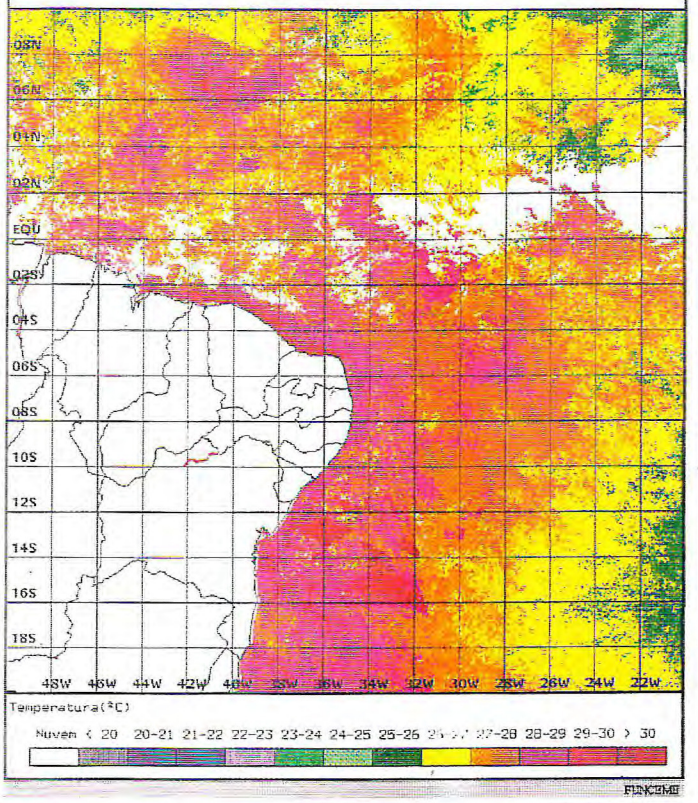




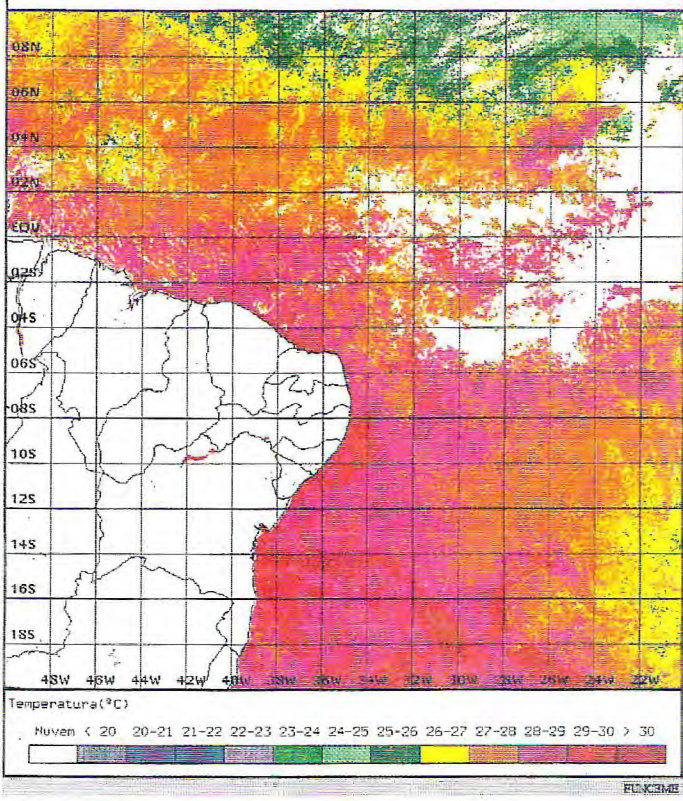
FUNCEME - TSM MENSAL - FEVEREIRO/99 - NOAA-14



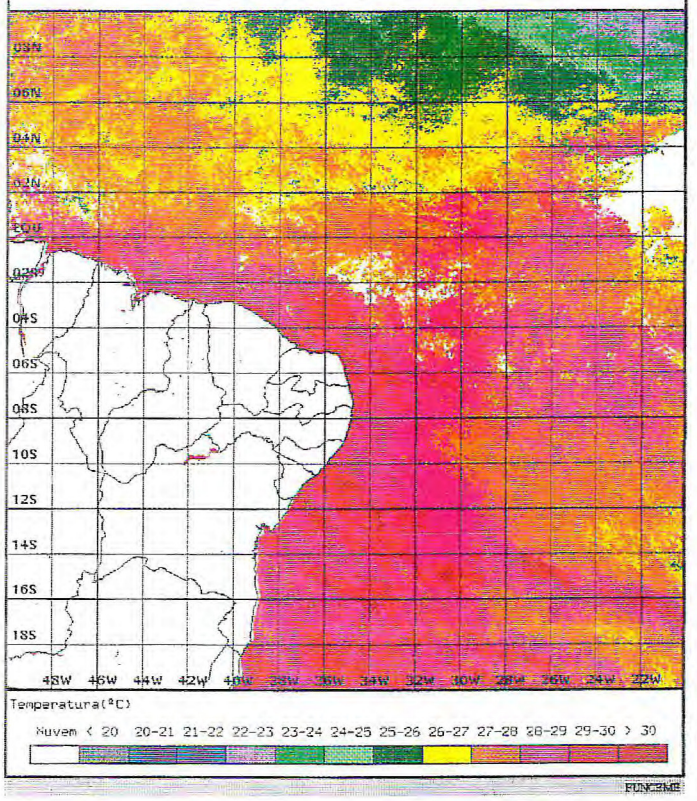
FUNCEME - TSM MENSAL - FEVEREIRO/99 - NOAA-14



FUNCEME - TSM MENSAL - MARÇO/99 - NOAA-14

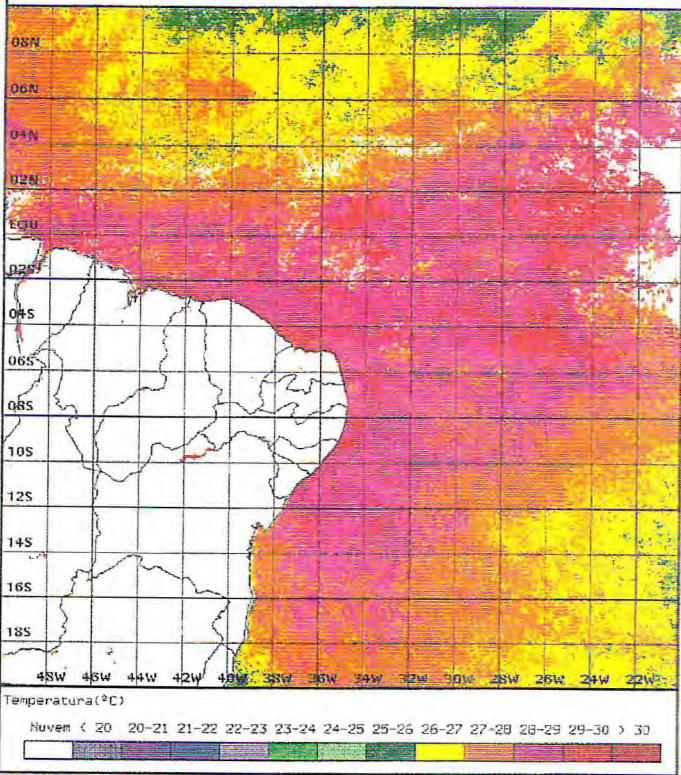


FUNCEME - TSM MENSAL - ABRIL/99 - NOAA-14

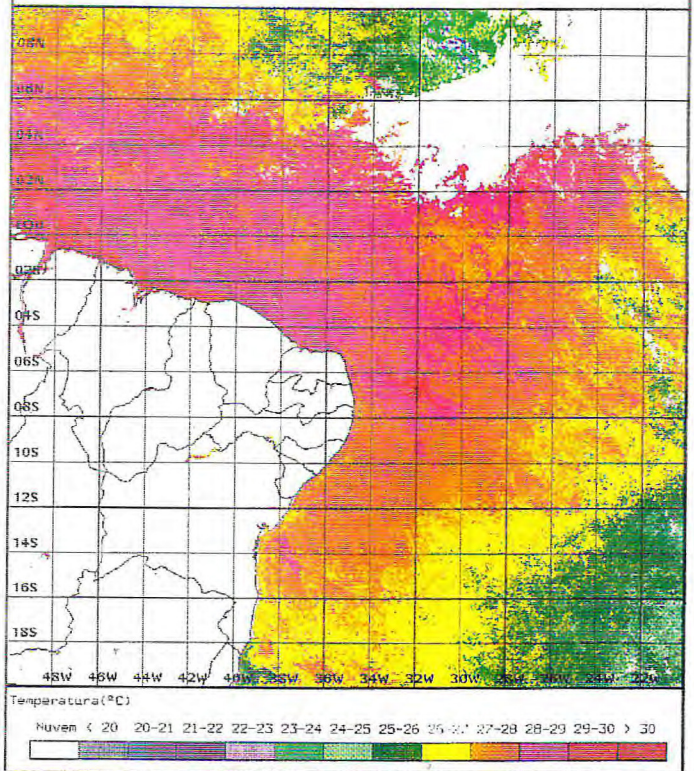




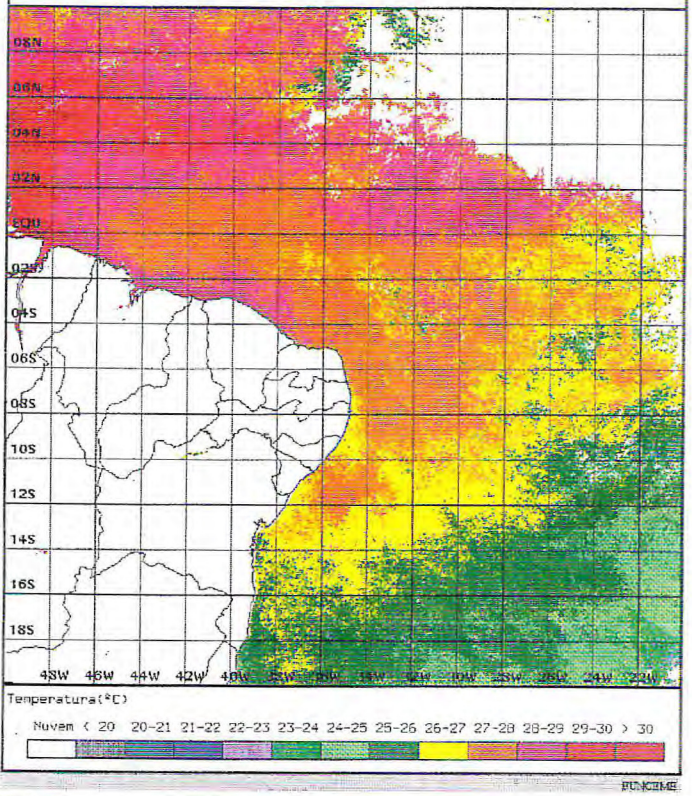
FUNCEME - TSM MENSAL - MAIO/99 - NOAA-14



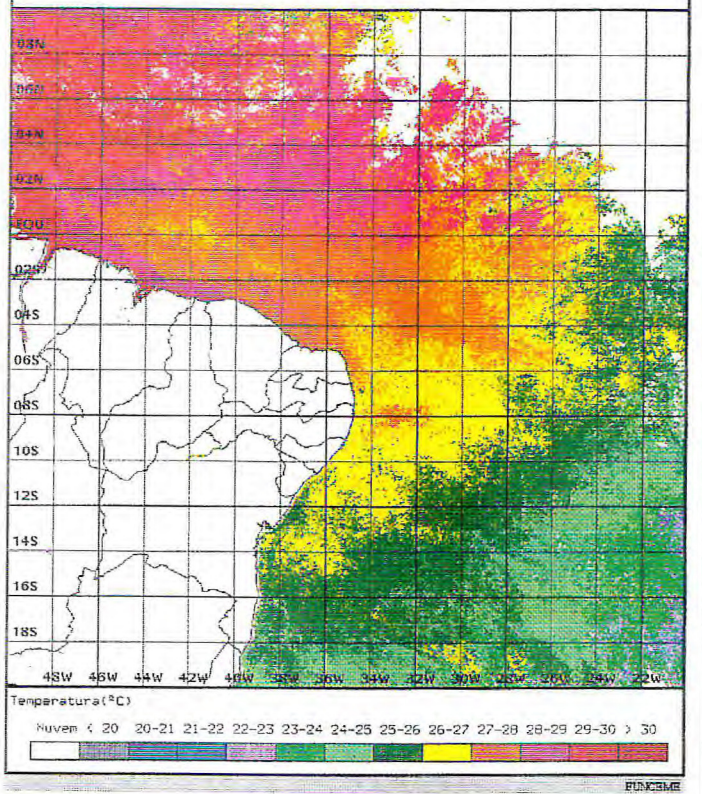
FUNCEME - TSM MENSAL - JUNHO/99 - NOAA-14



FUNCEME - TSM MENSAL - JULHO/99 - NOAA-14

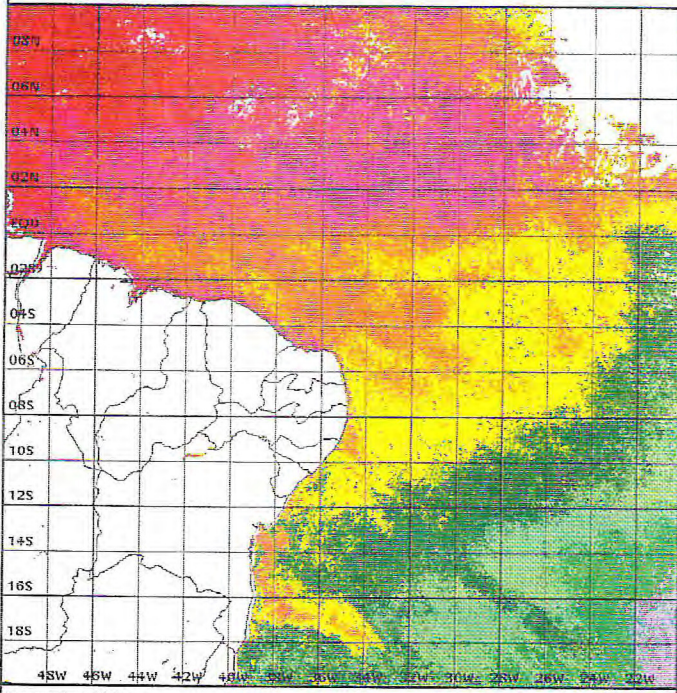


FUNCEME - TSM MENSAL - AGOSTO/99 - NOAA-14



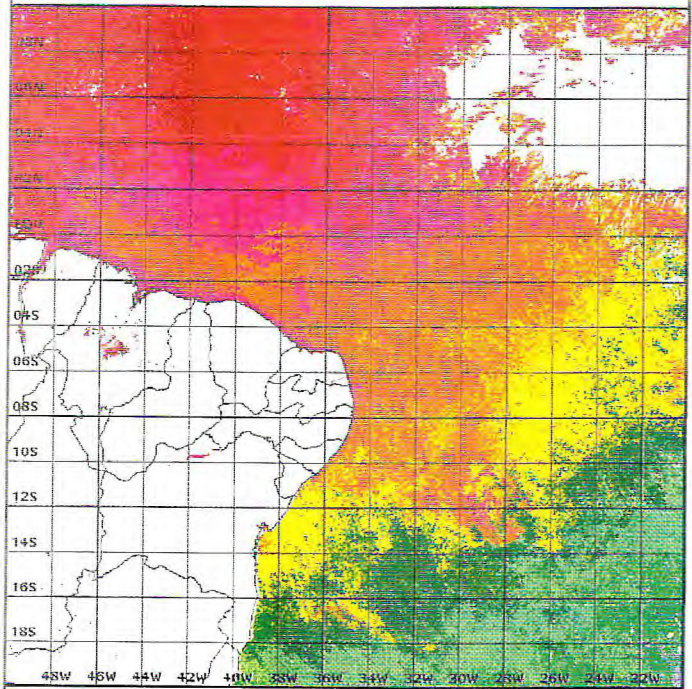


FUNCEME - TSM MENSAL - SETEMBRO/99 - NOAA-14



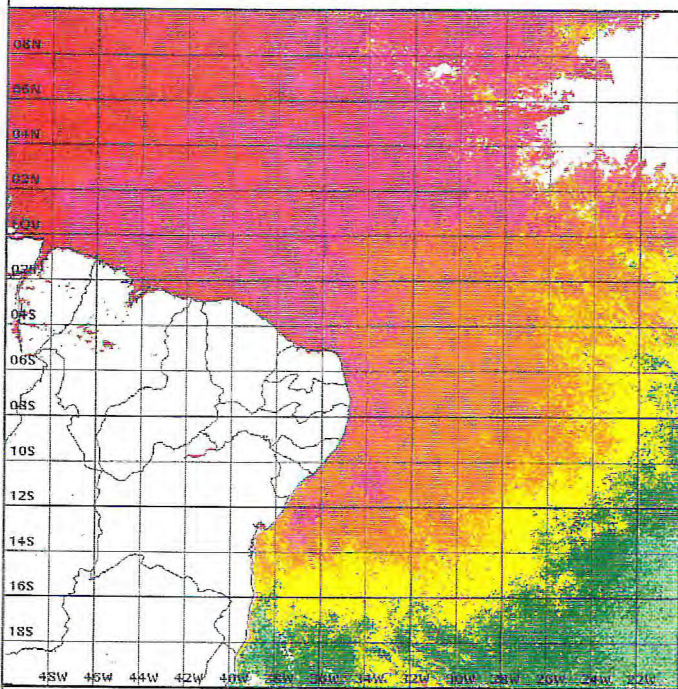
FUNCEME

FUNCEME - TSM MENSAL - OUTUBRO/99 - NOAA-14



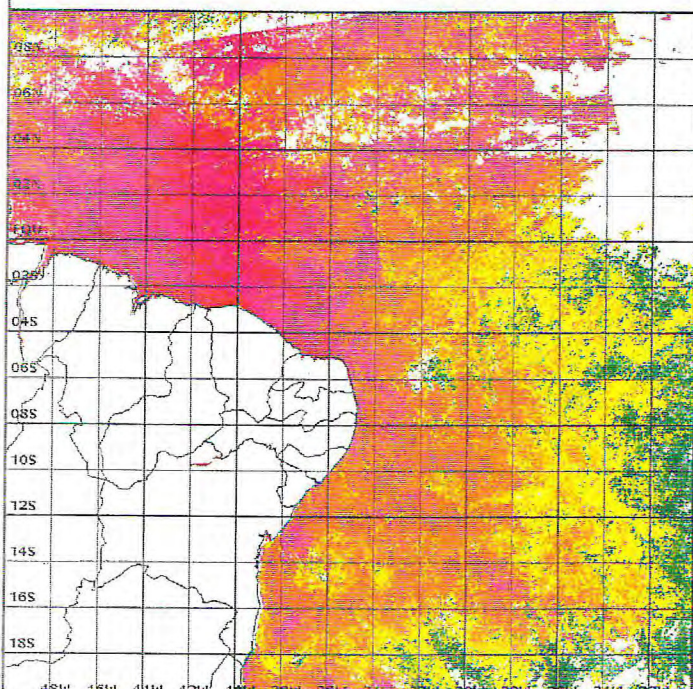
FUNCEME

FUNCEME - TSM MENSAL - NOVEMBRO/99 - NOAA-14



FUNCEME

FUNCEME - TSM MENSAL - DEZEMBRO/99 - NOAA-14



FUNCEME