

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

**IDENTIFICAÇÃO DE PROCESSOS OCEANOGRÁFICOS SUPERFICIAIS,  
NO ATLÂNTICO EQUATORIAL, UTILIZANDO DADOS AVHRR**

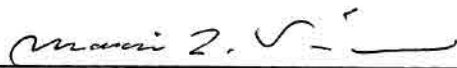
**REINALDO ANTONIO FERREIRA DE LIMA**

**Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto,  
orientada pelo Dr. Marcio Luiz Vianna,  
aprovada em fevereiro de 1993.**

**INPE  
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS  
Abril de 1993**

Aprovada pela Banca Examinadora  
em cumprimento a requisito exigido  
para a obtenção do Título de Mestre  
em Sensoriamento Remoto

Dr. Marcio Luiz Viana

  
Orientador/Presidente

Dr. João Antonio Lorenzzetti

  
Membro da Banca

Dr. Clóvis Angeli Sansígolo

  
Membro da Banca

Dr. Edmo José Dias Campos

  
Membro da Banca  
- Convidado -

Candidato: Reinaldo Antonio Ferreira de Lima

São José dos Campos, 25 de fevereiro de 1993

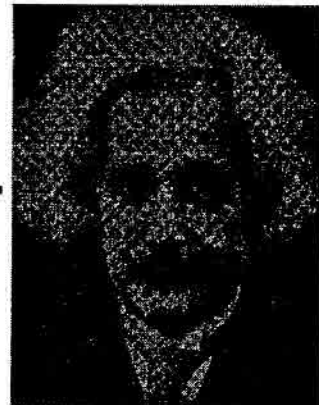


**"SE VOCÊ NÃO CONSEGUE - NO FINAL  
DAS CONTAS - CONTAR A QUALQUER UM  
O QUE ESTEVE FAZENDO, ENTÃO SEU  
TRABALHO TERÁ SIDO INÚTIL"**

**ERWIN SCHROEDINGER**  
físico austríaco (1887-1961)

**"A MAIORIA DAS IDÉIAS FUNDAMENTAIS  
É ESSENCIALMENTE SIMPLES E PODE,  
DE MODO GERAL, SER EXPRESSA NUMA  
LINGUAGEM COMPREENSÍVEL PARA TODOS"**

**ALBERT EINSTEIN**  
físico alemão (1879-1955)



## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha esposa Sandra, compreensiva companheira, que soube entender as ausências frequentes em virtude de minha aplicação ao curso de Mestrado, e cujo apoio foi essencial à sua conclusão. Dedico-o, também, aos meus filhos Thiago e Rodrigo.

## AGRADECIMENTOS

Ao Ministério da Marinha, particularmente à Diretoria de Hidrografia e Navegação, nas pessoas do Exmo. Sr. Diretor, Contra-Almirante Paulo César de Aguiar Adrião, e do Vice-Diretor, Capitão-de-Mar-e-Guerra Frederico Corner Montenegro Bentes, pela oportunidade oferecida para a realização deste curso de Mestrado em Sensoriamento Remoto.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, pelo oferecimento do curso de Mestrado e pela utilização dos equipamentos e sistemas disponíveis, essenciais ao desenvolvimento desta Dissertação.

Ao Dr. Marcio Luiz Vianna, pela orientação prestada e pelos recursos colocados a minha disposição durante todo o curso de Mestrado e no preparo desta Dissertação.

Ao Dr. Merritt R. Stevenson e Dr. João Antonio Lorenzzetti, pelas sugestões apresentadas no desenvolvimento deste trabalho.

Aos pesquisadores Carlos Alberto Felgueiras e Guaracy José Erthal, pelo auxílio prestado na adaptação dos programas componentes do SGI-INPE, para que pudessem processar os arquivos de dados.

Ao Capitão-de-Mar-e-Guerra José Eugênio Neiva, pelas sugestões apresentadas no desenvolvimento deste trabalho.

Ao analista-programador Maurício Gonçalves Ferreira, pelo esforço e dedicação com que colaborou na conversão dos dados originais e sua adaptação ao SGI-INPE.

Ao Capitão-de-Corveta João Bosco Rodrigues Alvarenga, pelo apoio, incentivo e sugestões oferecidas à realização deste trabalho.

À Dra. Elizabeth Smith, do Caltech's Jet Propulsion Laboratory, pela atenção e presteza no fornecimento dos dados, sem os quais este trabalho não seria possível.

Aos professores do curso de Mestrado, pelos ensinamentos ministrados e pelo apoio prestado durante todo o curso.

Aos colegas de turma e companheiros Alexandre Cabral, Gilberta Pedras, Margarete Domingues, Viviane Testa e Douglas Gherardi, que contribuíram com sugestões e incentivos para a realização deste trabalho.

A todos aqueles que indiretamente tiveram sua participação no desenvolvimento desta Dissertação.

## RESUMO

Este trabalho tem por finalidade propor uma metodologia para transformação dos dados de temperatura da superfície do mar (TSM), com média semanal e resolução espacial de 18x18 km, disponíveis no NASA Ocean Data System/Jet Propulsion Laboratory, em imagens temáticas, utilizando um Sistema de Informação Geográfica (SGI). Esta transformação visa a identificação dos processos oceanográficos, presentes no Atlântico Equatorial, que possuem assinatura termal superficial. Considerações são feitas sobre os campos de ventos, correntes e TSM dessa região do Atlântico, bem como sobre a evolução dos satélites da série TIROS, a descrição do radiômetro AVHRR e a teoria envolvida na transformação da radiação eletromagnética emitida pela superfície dos oceanos em temperatura real. Os 47 arquivos semanais referentes ao ano de 1987, originalmente no formato VAX backup, foram convertidos para o padrão do sistema operacional DOS, sendo assimilados pelo SGI, onde foram geradas as imagens temáticas. Foram geradas, também, séries de tempo de TSM para pontos selecionados, cobrindo o período de janeiro de 1986 a dezembro de 1989. As imagens temáticas revelaram processos oceanográficos como: o resfriamento superficial que ocorre na costa da Guiné, todos os anos, semelhante à ressurgência; o resfriamento superficial registrado ao largo da Guiana Francesa, na região dominada pela retroflexão da Corrente Norte do Brasil, ocorrido apenas em 1987; o aquecimento anormal, em 1987, na região conhecida como "Cone do Amazonas"; o aquecimento, ao largo da costa da Libéria, denominado "Domo da Guiné"; a ressurgência equatorial; e a língua de água fria sazonal na região sul do Atlântico Equatorial. As imagens temáticas revelaram oscilações longas nas frentes oceanográficas presentes em 05°N, com comprimento de  $1000 \pm 350$  km e velocidade de fase de  $27 \pm 11$  cm/s. A análise estatística das séries de tempo representativas dessas oscilações conduziram à determinação do período significativo, marcadamente intrassazonal, de 25 dias. A metodologia seguida permitiu aprovar um modo alternativo de gerar mapas de TSM, contornando as dificuldades normalmente encontradas em tratar imagens NOAA-AVHRR de alta resolução.

## **IDENTIFICATION OF SURFACE OCEANOGRAPHIC PROCESSES ON EQUATORIAL ATLANTIC, USING AVHRR DATA**

### **ABSTRACT**

The objective of this work is to propose a methodology to transform weekly averages of sea surface temperature (SST) data, with a spatial resolution of 18x18 km, available at the NASA Ocean Data System/Jet Propulsion Laboratory, into thematic images, using a Geographical Information System (GIS). The goal of methodology is the identification of oceanographic processes, present in the Equatorial Atlantic, that show a surface thermal signature. The work presents considerations about the wind fields, currents and SST of that region of the Atlantic ocean. The evolution of TIROS satellites, a description of the AVHRR radiometer, and the theory involved in the processing of electromagnetic radiation emitted by the ocean surface to obtain temperature measurements are also presented. Forty-seven weekly files referent to 1987, originally in VAX backup format, were converted to the DOS operational system format. These files were assimilated into GIS, where thematic images were generated. SST time series are also generated for selected points, spanning a period that ranges from January 1986 to December 1989. The thematic images reveal oceanographic processes such as: surface cooling similar to upwelling that occurs yearly off Guinea coast; the surface cooling recorded off French Guiana coast, in the region dominated by the retroflexion of the North Brazil Current, that occurred only in 1987; the 1987 anomalous warming of the region known as the "Amazon Cone"; the increase in SST off Liberia coast, known as "Guinea Dome"; the equatorial upwelling; and the South Atlantic seasonal cold water tongue. The images also show long waves in the oceanographic fronts present at the latitude of 05°N, with the spatial scale of  $1000 \pm 350$  km and phase speed of  $27 \pm 11$  cm/s. The statistical analysis of the time series, representative of these oscillations, allowed the determination of significative period of 25 days, remarkably intraseasonal. The methodology proved to be an alternative way to produce SST maps, getting over difficulties often found when processing high-resolution NOAA-AVHRR images.



