

---

**Jason-1: Lendo os dados de altimetria por  
satélite para o nível do mar**

*Pedro da Silva Peixoto*

---

# **Jason-1: Lendo os dados de altimetria por satélite para o nível do mar**

*Pedro da Silva Peixoto*

**Orientador:** *Dr. Carlos Augusto de Sampaio França*

Trabalho de Conclusão do Curso de Especialização em "Medição, Análise, Previsão e Modelagem do Nível do Mar" apresentado ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.

IO - USP  
Maio de 2007

# Resumo

Com o crescente interesse nos estudos relativos ao clima da Terra, existe necessidade de compreender cada vez melhor o comportamento dos mares. Para isso, técnicas de medição do nível do mar através de altimetria por satélite foram desenvolvidas e hoje constituem a principal ferramenta de estudos de variações do nível do mar. Por outro lado, devido a grande quantidade de informações necessárias para se estimar o nível do mar a partir de altimetria por satélite, há necessidade de utilização de rotinas computacionais eficientes. Por isso, neste estudo, foram desenvolvidas rotinas para a leitura e análise dos dados obtidos pelo satélite Jason-1, atualmente o satélite mais importante em estudos de altimetria. Foram desenvolvidas diversas rotinas em *Fortran 90* para ler e adaptar os dados as necessidades científicas, realizando correções instrumentais, correções devido à propagação do sinal e correções geofísicas a critério do usuário. Para a validação dos programas desenvolvidos, foram feitas comparações entre dados coletados com o Jason-1 em relação à informações obtidas na literatura, com sucesso.

Este estudo é a parte conclusiva do curso de *Especialização em Medição, Análise, Previsão e Modelagem do Nível do Mar*, oferecido pelo Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Portanto, nele também serão abordados tópicos relacionados ao curso.

# Sumário

---

---

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	O Curso . . . . .	1
1.2	Temática do Trabalho . . . . .	2
1.3	História da Altimetria por satélite . . . . .	2
1.4	Princípios da Altimetria Satélite . . . . .	3
1.5	Dados do Satélite Jason-1 . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Objetivos</b>	<b>8</b>
2.1	Objetivo Geral . . . . .	8
2.2	Objetivos Específicos . . . . .	8
<b>3</b>	<b>Metodologia</b>	<b>9</b>
3.1	Convenções . . . . .	9
3.2	Arquivo de Dados . . . . .	9
3.3	Cálculos . . . . .	11
3.3.1	<i>Range</i> do Altimetro . . . . .	11
3.3.2	Anomalia do Nível do Mar . . . . .	12
3.3.3	Efeitos devido à marés . . . . .	12
3.4	Programação . . . . .	13
3.4.1	Definição de estrutura de dados . . . . .	13
3.4.2	Subrotina de leitura . . . . .	13
3.4.3	Correções dos dados . . . . .	14
3.4.4	Parâmetros de Entrada . . . . .	14
3.4.5	Programa Principal . . . . .	14
3.5	Interpolação Numérica . . . . .	14
<b>4</b>	<b>Resultados</b>	<b>16</b>
4.1	Geóide . . . . .	16
4.2	Nível Médio do Mar . . . . .	18
4.3	Nível médio do mar relativo ao geóide . . . . .	20
<b>5</b>	<b>Conclusões</b>	<b>22</b>

<b>Referências</b>	<b>23</b>
<b>Apêndices</b>	<b>24</b>
<b>A Programas</b>	<b>25</b>
A.1 Programa para leitura dos dados . . . . .	25
A.2 Sub-programas . . . . .	27
A.3 Arquivo de controle . . . . .	39
A.4 Modulo de Interpolação . . . . .	40

---

# Lista de Figuras

---

---

1.1	Satélite TOPEX/POSEIDON (AVISO 2007) . . . . .	3
1.2	Aumento global do nível do mar por regiões do mundo durante os 13 anos de órbita do TOPEX/POSEIDON (AVISO 2007) . . . . .	4
1.3	Satélite Jason-1 (AVISO 2007) . . . . .	4
1.4	Órbita do satélite TOPEX/POSEIDON e Jason-1 projetadas sobre a superfície terrestre (AVISO 1996) . . . . .	4
1.5	Princípio de funcionamento de medição de altimetria por satélite (AVISO 2007) .	5
4.1	Representação gráfica das ondulações do Geóide (EGM-96) . Escala de cores: Vermelho = 85.4 metros ou mais, Magenta = -107.0 metros ou menos (National Geodetic Survey 2007[14]) . . . . .	17
4.2	Representação do geóide obtido com dados do Jason 1 (ciclos 73 e 74), neste trabalho . . . . .	17
4.3	OSU MSS95 nível médio dos mares referidos ao elipsóide (CEO Experimental Network 2007[15]) . . . . .	18
4.4	Nível médio do mar a partir do modelo CLS01_MSS, obtidos com dados coletados referidos ao elipsóide de referência WGS84. . . . .	19
4.5	Nível médio do mar a partir do modelo CLS01_MSS, obtidos neste trabalho com dados coletados referidos ao geóide. . . . .	20
4.6	Nível do Mar Dinâmico - Altura do nível do mar corrigida, e sem efeitos de marés, referidos ao geóide, obtidos com dados coletados pelo Jason-1 no ciclo 74. . . . .	21

---

# Introdução

---

Esta introdução discute os principais temas abordados durante o curso de especialização, os propósitos deste trabalho e conceitos básicos sobre altimetria por satélite necessários para a melhor compreensão do estudo.

## 1.1 O Curso

O curso de especialização em "Medição, Análise, Previsão e Modelagem do Nível do Mar" visa desenvolver a capacidade de analisar o nível do mar sobre vários pontos de vista. Desta forma aprende-se desde os fundamentos da coleta de dados sobre o nível do mar, seja isso por meios instrumentais, na costa, em regiões pelágicas, ou via satélites[1][2], bem como a caracterização dos instrumentos de coleta de dados em si[3]. São também abordadas diversas formas de se analisar o nível do mar, incluindo o estudos das marés[4], pelo ponto de vista estatística, através de séries temporais[5], através de modelos numéricos[6], e utilizando o método harmônico[7], além de conceitos teóricos sobre as massas de água e o nível do mar[8]. Complementarmente também são abordados temas conexos com o nível do mar de grande relevância, como estudos de meteorologia sinóptica[9], geodésia física[10], Global Positioning System (GPS) e cartografia.

As disciplinas ministradas no curso:

- Método harmônico de análise e previsão de marés
- Processos estocásticos e séries temporais: aplicação em ciências físicas
- Técnicas de altimetria por satélite e o nível do mar
- Técnicas de análises de massas de água dos oceanos e o nível do mar

- Técnicas de geodésia física e o nível do mar
- Técnicas de informações geográficas e o nível do mar
- Técnicas de modelos numéricos e o nível do mar
- Técnicas de obtenção e análise do nível do mar
- Técnicas de posicionamento geodésico por satélites
- Técnicas em meteorologia sinóptica e o nível do mar

## 1.2 Temática do Trabalho

O curso foi realizado durante o ano de 2006, e ao término das disciplinas é proposto um trabalho que englobe um estudo geral sobre os diversos aspectos relativos ao nível do mar. O tema deste trabalho requer o uso de grande parte dos conceitos abordados durante o curso: será realizado um projeto com foco principal em medições do nível do mar por altimetria de satélites, em especial pelo satélite Jason-1 (J1), mantido pela National Aeronautical and Space Administration (NASA) e Centre National d'Etudes Spatiales (CNES), mas que utilizará a aplicação de conceitos envolvidos nos estudos de marés, geodésia, marés meteorológicas entre outros.

## 1.3 História da Altimetria por satélite

Acompanhando as Notas de Aula do Curso de "*Técnicas de altimetria por satélite e o nível do mar*", os manuais dos satélites TOPEX/POSEIDON(T/P)[2] e Jason-1 (J1)[1], além de informações do site da AVISO/Altimetry[11], pode-se resumir a história da altimetria por satélites.

Nos últimos 20 anos, com o avanço da era espacial, novos instrumentos de estudo oceanográfico foram desenvolvidos, com o propósito de melhorar ou complementar as antigas medições pontuais realizadas por instrumentos na costa a partir do século XVIII, ou em regiões pelágicas, a partir de 1960. Em se tratando de estudo do nível do mar, antes dos satélites altimétricos, eram usados principalmente marégrafos de costa e expedições com medidores do nível do mar por pressão em regiões pelágicas, além também do uso de modelos numéricos de simulação. Em 1990 a NASA, em conjunto com a CNES, iniciaram o programa de estudos por satélite em oceanografia, utilizando em seus primeiros projetos os satélites Geosat (Geodetic Satellite) e ERS (European Research Satellite). Em 1992 o lançamento do satélite T/P (Figura 1.1) configura um avanço significativo nos estudos de altimetria por satélite. Este satélite promoveu grandes estudos na área de oceanografia pela grande quantidade de dados fornecidos globalmente, como, por exemplo, nos estudos de elevação média do nível do mar por regiões no globo, que pode ser



Figura 1.1: Satélite TOPEX/POSEIDON (AVISO 2007)

observado na figura 1.2. Seus objetivos principais, os quais em grande parte forma atingidos, consistiam basicamente em:

- Estudar a circulação oceânica global e suas relações com o clima.
- Melhorar a compreensão do transporte de calor no oceano.
- Modelagem de marés.
- Aprimorar estudos geofísico, em relação ao geóide.
- Calcular o aumento do nível do mar devido ao efeito estufa.

Em Setembro de 2002 o satélite saiu de funcionamento, concluindo com isso uma missão de 13 anos bem sucedida, e que teria continuação no projeto Jason, também de altimetria por satélite pela NASA e CNES. O Jason-1 (Figura 1.3) foi lançado em Dezembro de 2001. Este satélite carrega cinco instrumentos, sendo eles, um altímetro, um radiômetro e três sistemas de localização, com uma órbita que alcançava até 60 graus de latitude sul e norte, igual ao do TOPEX/POSEIDON (Figura 1.4), e capaz de cobrir 90% dos oceanos globais.

## 1.4 Princípios da Altimetria Satélite

Altimetria é uma técnica de medição de altura. Altimetria por satélite mede o tempo que leva para um pulso de radar ir do satélite até a superfície e de volta para o satélite, levando em

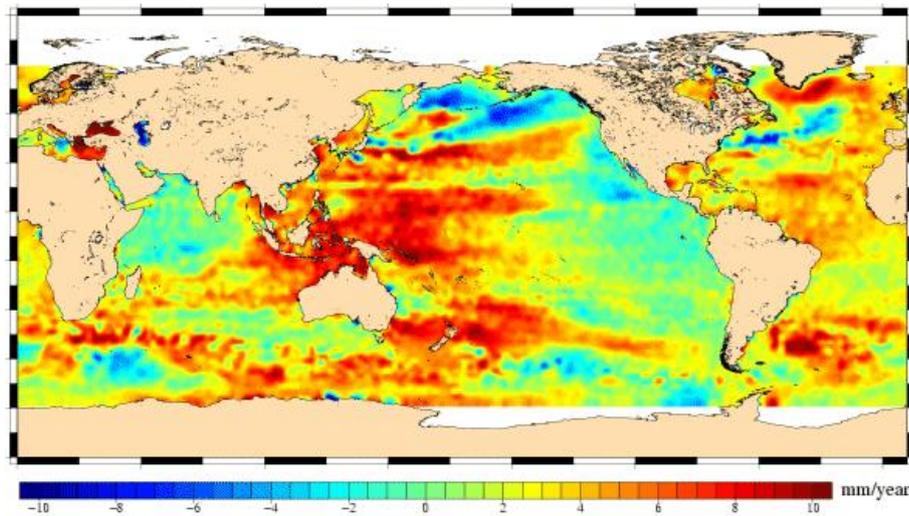


Figura 1.2: Aumento global do nível do mar por regiões do mundo durante os 13 anos de órbita do TOPEX/POSEIDON (AVISO 2007)

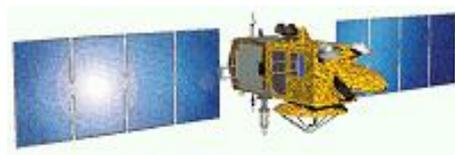


Figura 1.3: Satélite Jason-1 (AVISO 2007)

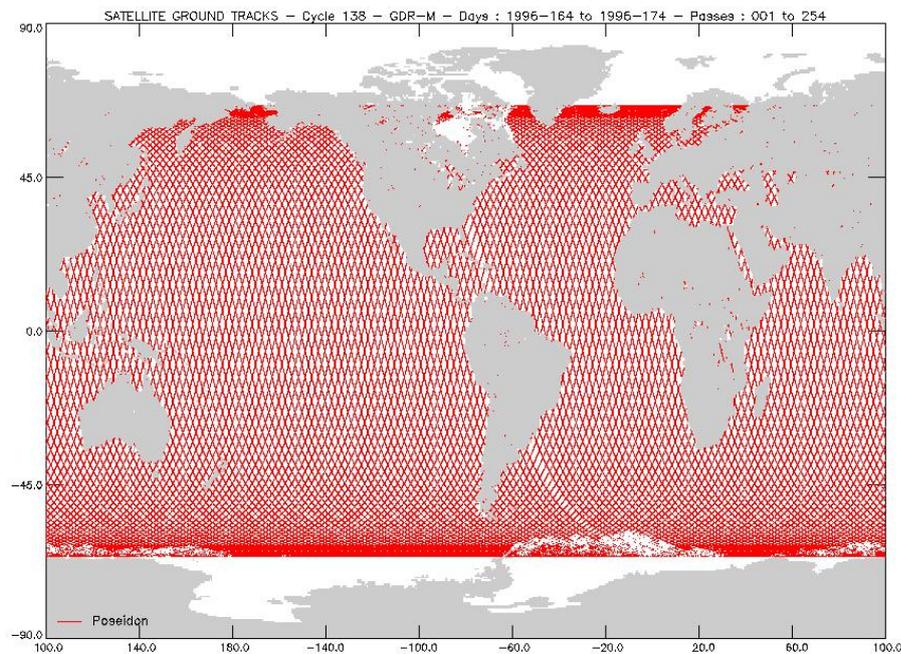


Figura 1.4: Órbita do satélite TOPEX/POSEIDON e Jason-1 projetadas sobre a superfície terrestre (AVISO 1996)

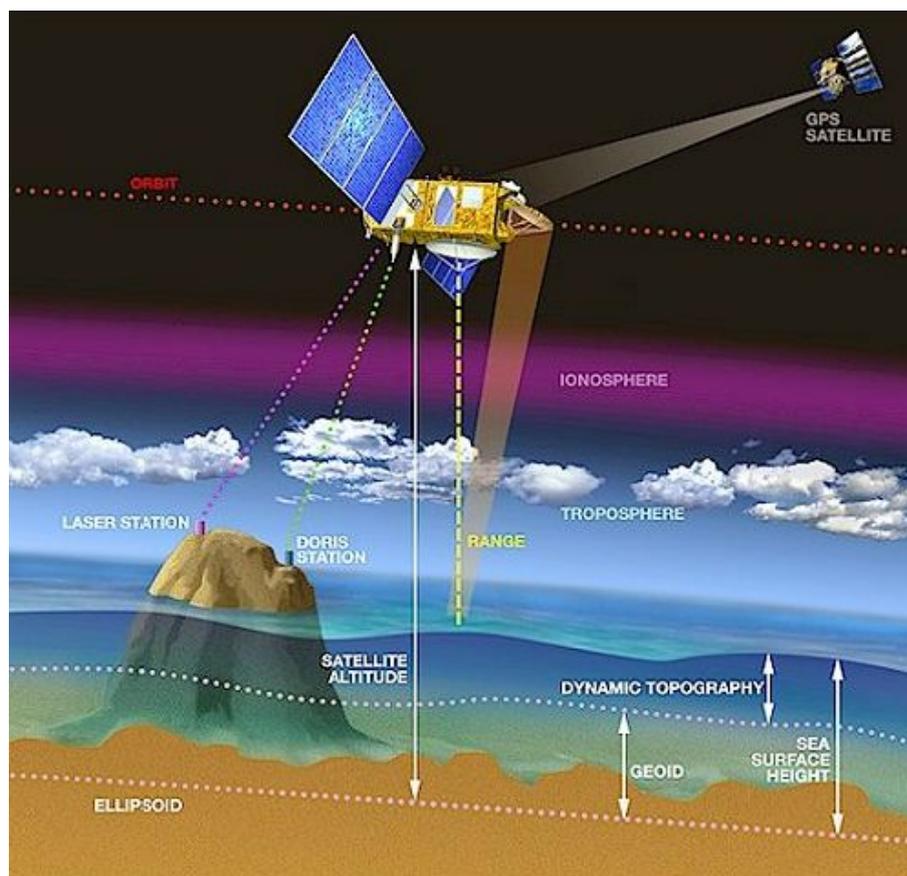


Figura 1.5: Princípio de funcionamento de medição de altimetria por satélite (AVISO 2007)

conta uma precisa localização na órbita do satélite[11].

O radar altimétrico do satélite transmite sinais permanentes com alta frequência à Terra, e recebe o eco da superfície do mar. Este sinal é analisado para resultar em uma medição do caminho percorrido pelo sinal, utilizando-se de cálculos que geram uma medição precisa da distância entre o satélite e a Terra. Porém, ao passar pela atmosfera, o sinal eletromagnético sofre refração devido principalmente a vapor de água e ionização, fenômenos que precisam ser corrigidos para obter-se uma medida com precisão em torno de 2 cm, necessária para estudos da dinâmicas dos oceanos. Para completar utiliza-se medições da órbita do satélite para obter-se uma medição do nível do mar referido a própria Terra, ou seja, latitude, longitude e altitude em um referencial adequado. A figura 1.5 apresenta o esquema de medição da altimetria por satélite.

Os satélites T/P e J1 viajam a uma altura de aproximadamente 1330 km da terra, com velocidade de 7 km por segundo e a 66° do eixo polar da Terra, por isso realiza medições somente no intervalo entre 66 graus Norte e 66 graus Sul. Por esta órbita o satélite passa em um mesmo ponto a cada 10 dias, amostrando de forma uniforme todo o globo. As medições estão referenciadas em um elipsóide de revolução, no caso do T/P e J1 usa-se o World Geodetic System (WGS-84(G873)), que define uma aproximação geométrica para a superfície da Terra. O cálculo da distância do satélite até o elipsóide é realizada com precisão de 3 cm[11].

A altura do nível do mar, SSH (sigla em inglês: Sea Surface Height), é definida pela distância do satélite até o elipsóide (ORBITA) menos a distância do satélite até a superfície do mar (RANGE), resultando, portanto, na altura do nível do mar referido ao elipsóide.

$$SSH = ORBITA - RANGE \quad (1.1)$$

Além da SSH o satélite fornece também medições de velocidade dos ventos na superfície do mar e altura significativa das ondas[1]. Detalhes sobre estas medições complementares não serão abordadas neste estudo.

## 1.5 Dados do Satélite Jason-1

Os dados são produzidos pela Ssalto/Duacs (Segment Sol multimissions d'ALTimétrie, d'Orbitographie et de localisation précise / Data Unification and Altimeter Combination System) e distribuídos pela AVISO (Archiving, Validation and Interpretation of Satellite Oceanographic data), com suporte da CNES e NASA. Existem diversas forma de distribuição dos dados, há opções de se ter os dados já com todas as correções, mas convém utilizar os dados em sua forma bruta, fazendo com que seja conhecidas todas as correções e suposições realizadas. Esses dados brutos são denominados de GDRs (sigla em inglês para Geophysical Data Records, ou traduzindo, Registros de Dados Geofísicos) e contém uma grande quantidade de informações, que incluem:

- Medidas de posição (latitude, longitude)
- Medidas de tempo (instante da medição)
- Distâncias do satélite à superfície do mar e do satélite ao elipsóide.
- Correções de umidade da troposfera
- Correções instrumentais
- Correções ionosféricas
- Nível médio do mar
- Altura geoidal
- Batimetria do oceano
- Modelos de marés, para a realização de correções

- 
- Modelos de marés terrestres
  - Indicadores de qualidade das medições

O problema é que, devido à grande quantidade de informações armazenadas pelo satélite, estes dados são armazenados de forma muito compacta, para reduzir o espaço utilizado em meio digital, o que exige que estes sejam reorganizados para assim poderem ser utilizados em estudos científicos.

---

# Objetivos

---

## 2.1 Objetivo Geral

Desenvolver programas de computador para realizar a leitura, aplicação de correções a critério do usuário e organização dos dados obtidos do satélite Jason-1 sobre o nível do mar.

## 2.2 Objetivos Específicos

- Compreender a estrutura dos dados obtidos do satélite Jason-1.
- Desenvolver programas para a leitura desses dados.
- Aplicar correções instrumentais, correções de propagação do sinal e correções geofísicas.
- Desenvolver programas para a organização dos dados em forma conveniente.
- Analisar um conjunto de dados para testar os programas.

---

# Metodologia

---

## 3.1 Convenções

Os conceitos abordados neste estudo seguirão a seguinte nomenclatura:

- Distância: Espaço não orientado (positivo) entre dois pontos.
- *Range*: Distância do centro de massa do satélite até a superfície da terra.
- Altitude: Distância do centro de massa do satélite até o elipsóide de referência.
- Altura: Distância da superfície do mar até o elipsóide de referência.
- Revolução: Um circuito do satélite em torno da Terra
- Passagem: Meia revolução. Para o Jason-1 as passagens ímpares são descendentes, ou seja, de latitude máxima para mínima, e as pares ascendentes.
- Ciclo: Período do satélite até passar por um ponto novamente.

## 3.2 Arquivo de Dados

Os GDRs (Geophysical Data Records) do J1 podem ser obtidos via ftp (file transfer protocol) do site da AVISO[11] ou do PODAAC (Physical Oceanography Distributed Active Archive Center ) [12], que são os arquivos de dados respectivamente da CNES e NASA, ou através de solicitação para que sejam enviados em DVDs pelo correio.

Cada arquivo contém uma passagem do satélite, totalizando 254 passagens em um ciclo, quando o satélite passa novamente pelo mesmo ponto terrestre, e que demora nominalmente 10 dias (9.9156 dias[11]).

O arquivo vem nomeado com alguns padrões, por exemplo, *JAI\_GDR\_2PbP022\_001.NASA*, *JAI* indica ser referente ao J1, *GDR* indica "*Geophysical Data Record*", *2Pb* indica o tipo de modelos que foram incorporados no arquivo, *P022\_001* indica passagem 1 do ciclo 22.

O arquivo de dados possui um cabeçalho de 73 registros contendo informações sobre os dados desta passagem, sendo elas:

- Como foi gerado o produto
- Sensores
- Informações de processamento
- Fluxo de informações do produto
- Confiança sobre os dados do produto
- Referência para os dados auxiliares usados para gerar o produto.

Basicamente o cabeçalho vai orientar sobre as características dos dados, como por exemplo os instantes e posições iniciais e finais de medição.

Depois do cabeçalho vêm os registros científicos, dados de fato, que são no máximo 3360 registros. Cada passagem, que equivale a meia revolução, demora 56 minutos e 21 segundos, ou 3360 segundos[11], resultando em aproximadamente um registro por segundo. Porém cada registro é obtido a partir da média de 10 medições altimétricas. Os registros científicos tem 96 campos de informações, que variam de tamanho (bytes) e tipo (Inteiros e *Bit flags*). Os elementos são agrupados para conter as seguintes informações:

- Indicadores de tempo
- Indicadores de posição e tipo de superfície
- Indicadores de qualidade de informação e de dos sensores
- Órbita
- *Range* do altímetro
- Correções do range do altímetro
- Altura significativa das ondas
- Correções para a altura significativa das ondas

- Coeficiente de velocidade dos ventos (*backscatter*)
- Correções para o coeficiente de velocidade dos ventos (*backscatter*)
- Ângulos nadir
- Temperaturas de brilho
- Parâmetros geofísicos
- Parâmetros ambientais
- Marcadores

A tabela completa, tanto com os elementos do cabeçalho quanto dos registros científicos, estão no manual do J1[1]. Todos os elementos abordados a seguir necessariamente fazem parte dos registros científicos aqui destacados.

### 3.3 Cálculos

Para trabalhar-se com os dados, cálculos e correções são necessários.

#### 3.3.1 *Range* do Altimetro

As medidas de *range* podem ser obtidas por duas faixas de frequência, 5.3GHz (banda C) e 13.6GHz (Banda Ku), sendo a banda "Ku" mais utilizada na maioria dos estudos. Neste estudos vamos utilizar apenas a banda "Ku". A medida de range sofre influência de características da troposfera, ionosfera e ondas no mar, por isso correções são necessária para se obter o range corrigido, apresentado na equação 3.1.

$$RC = R + (CTROPSECA) + (CTROPUMIDA) + (CIONO) + (ESTMAR) \quad (3.1)$$

Onde,

- RC = Range corrigido
- R = Range
- CTROPSECA = CORREÇÃO DA TROPOSFERA SECA
- CTROPUMIDA = CORREÇÃO DA TROPOSFERA ÚMIDA
- CIONO = CORREÇÃO IONOSFÉRICA
- ESTMAR = VIÉS DO ESTADO DO MAR (ONDAS)

Com o range corrigido fica possível determinar a altura do nível do mar (SSH - Sea Surface Height) se tomarmos a *altitude* subtraída do *range corrigido*.

$$SSH = ORBITA - RANGE \quad (3.2)$$

### 3.3.2 Anomalia do Nível do Mar

O conceito de anomalia do nível do mar (SLA - Sea Level Anomaly), também descrito como resíduo da superfície do mar, é definido pela altura do nível do mar menos efeitos geofísicos, principalmente devido aos efeitos das marés, ou seja,

$$SLA = SSH - MSS - TE - IB - HFWR \quad (3.3)$$

onde,

- SLA = Sea Level Anomaly - Anomalia do nível do mar
- SSH = Sea Surface Height - Altura do nível do mar
- MSS = Mean Sea Surface - Nível médio do mar
- TE = Tidal Effects - Efeitos devido à marés (do mar e terrestre)
- IB = Inverse Barometer - Efeito do barômetro invertido
- HFWR = High Frequency Wind Response - Efeitos devido à resposta do vento e alta frequências.

Assim a medida de SLA irá conter justamente as informações relevantes para analisarmos as variações do nível do mar livre dos fatores já conhecidos.

### 3.3.3 Efeitos devido à marés

Os efeitos devido à marés são subdivididos em:

- Maré Oceânica Geocêntrica (MOG): É a soma das marés oceânicas,
- Maré Terrestre (MT),
- Maré de Polo (MP).

Portanto podemos calcular o efeito total gerado pelos efeitos devido à marés (TE) com a equação abaixo:

$$TE = MOG + MT + MP \quad (3.4)$$

## 3.4 Programação

Para a construção dos programas foi utilizada a linguagem *FORTRAN 90* e o compilador *gfortran* em plataforma *LINUX*. Os programas são apresentados na íntegra no Apêndice A, com linhas numeradas.

O programa principal, com nome "read\_jason.f90", é o programa que chama as demais rotinas inseridas no módulo "mgdr\_A\_jason" e utiliza o arquivo "read\_jason.ctl" para obter os parâmetros de entrada.

### 3.4.1 Definição de estrutura de dados

O tipo, ou estrutura, de variáveis "mgdr\_A\_jason\_data" contido no módulo "mgdr\_A\_jason", linha inicial 24 apêndice A2, define as características das variáveis que serão lidas no arquivo de dados. Todas as variáveis são do tipo inteiro, mas com dimensões e tamanhos diferentes. Essas definições estão baseadas no manual do J1[1], páginas de 75 a 77.

Um outro tipo é também definido, com nome "data\_output", para conter os dados no formato de saída. São definidas como números reais e são elas:

- Longitude
- Latitude
- Altura do Nível do Mar (ssh)
- Altura do Nível do Mar Corrigido (sshtc)
- Altura geoidal (geoid)
- Nível médio do mar (mss)

### 3.4.2 Subrotina de leitura

A subrotina "mgdr\_A\_jason\_read", contida em "mgdr\_A\_jason", é a principal estrutura responsável pela leitura dos dados. Tem início na linha 269 do apêndice A2. A leitura de uma linha de dados é feita e armazenada na variável "buffer", na forma original como está no arquivo original dos dados, e então é transformada em inteiros, formando a variável "ibuf". Então para cada variável descrita em "mgdr\_A\_jason\_data" é feita uma atribuição da parte respectiva em "ibuf", realizando, porém, ajustes, ou shifts, nos bits para dar a forma numérica correta à variável. Esta subrotina retorna a variável "x\_data" como estrutura do tipo "mgdr\_A\_jason\_data" contendo todos os dados organizados de uma linha do arquivo de dados original.

### 3.4.3 Correções dos dados

A subrotina "data\_corr", contida em "mgdr\_A\_jason" e que tem início na linha 733 do apêndice A2, é responsável por avaliar a qualidade dos dados e realiza cálculos pertinentes. Nesta rotina são testados os indicadores de qualidade de cada variável utilizada para o estudo científico do nível do mar. Utilizando as equações 3.1, 3.3 e 3.4 é estimado o nível do mar corrigidos de todas as influências atmosféricas e de marés. A subrotina tem como saída uma variável do tipo "data\_output", com as informações relevantes ao nível do mar e suas correções.

### 3.4.4 Parâmetros de Entrada

O arquivo de controle "read\_jason.ctl", apresentado no apêndice A3, contém informações para o programa principal "read\_jason.f90", são elas:

- Diretório onde estão os dados + nome do arquivo
- Posição do 1o. caracter referente ao cycle(diretório)/cycle/pass(ccc/ccc/ppp)
- Ciclo inicial e final para leitura
- Passagem inicial e final para leitura
- Nome do arquivo para armazenamento dos dados de saída

### 3.4.5 Programa Principal

O programa principal "read\_jason.f90", que é apresentado no apêndice A1, chama o módulo "mgdr\_A\_jason", e faz a leitura dos parâmetros encontrados no arquivo de controle "read\_jason.ctl". Com os parâmetros de entrada, faz-se a leitura dos arquivos respectivos às passagens e ciclos indicadas no arquivo de controle, um de cada vez. Chama-se então a subrotina "mgdr\_A\_jason\_read" para cada linha do arquivo (um GDR), e também a subrotina "data\_corr", e escreve no arquivo de saída as informações sobre o nível do mar referentes a este GDR.

## 3.5 Interpolação Numérica

Os dados obtidos com os programas, acima descritos, fornecem um arquivo final com latitude, longitude e variáveis relevantes ao estudo do nível do mar, por exemplo, ondulação do geóide, nível médio do mar, altura do nível do mar. No entanto, para analisar esses dados é conveniente que estejam dispostos na forma de uma grade regular. Para isso utiliza-se métodos de interpolação numérica.

---

Os métodos de interpolação numérica consistem basicamente em, uma vez definida a grade regular desejada, para cada ponto desta grade, toma-se uma média ponderada dos pontos vizinhos. Dois aspectos devem ser considerados na interpolação para um determinado fenômeno; i) o raio de alcance de interferência de vizinhos sobre o ponto da grade, e, ii) como define-se a ponderação.

Para este estudo considera-se como função de ponderação a função densidade de probabilidade de uma Normal Bivariada centrada nos pontos da grade regular e com variâncias previamente definidas. A subrotina em *fortran 90* de interpolação é apresentada no Apêndice A4. Um programa auxiliar, também em *fortran 90*, foi desenvolvido para realizar a interpolação para uma grade inteira.

---

# Resultados

---

Neste trabalho considerou-se dados dos ciclos 73 e 74 do Jason-1 (j1), relativos aos dias 30 de Dezembro de 2003 até 18 de Janeiro de 2004. Os dados foram baixados do *site* da AVISO [11], e foram utilizados os programas de leitura, re-organização e interpolação para chegar-se a um conjunto de informações derivadas dos GDRs do J1. Com as informações dispostas em uma grade regular, utilizou-se o programa GMT (Generic Mapping Tool) para fazer os mapas. As variáveis mapeadas foram:

- Geóide (GEOID)
- Nível médio do mar (MSS)
- Nível médio do mar em relação ao geóide (MSS\_GEOID)
- Nível do Mar Dinâmico (NMD) - Altura do nível do mar corrigida relativa ao geóide

## 4.1 Geóide

O geóide é um modelo físico da forma da Terra. É a superfície equipotential (superfície de potencial gravitacional constante) e que, coincide com o valor do nível médio das águas do mar. Utiliza-se harmônicos esféricos para obter uma expressão matemática da forma do geóide[10]. Os coeficientes em uso atualmente pelo Jason-1 são os do modelo EGM96 (Earth Gravity Model 1996), que contém um conjunto de parâmetros até a 360<sup>a</sup> ordem. A figura 4.1 mostra a representação do geóide obtida na literatura[14]. A figura 4.2 mostra o geóide obtido com os dados do Jason-1.

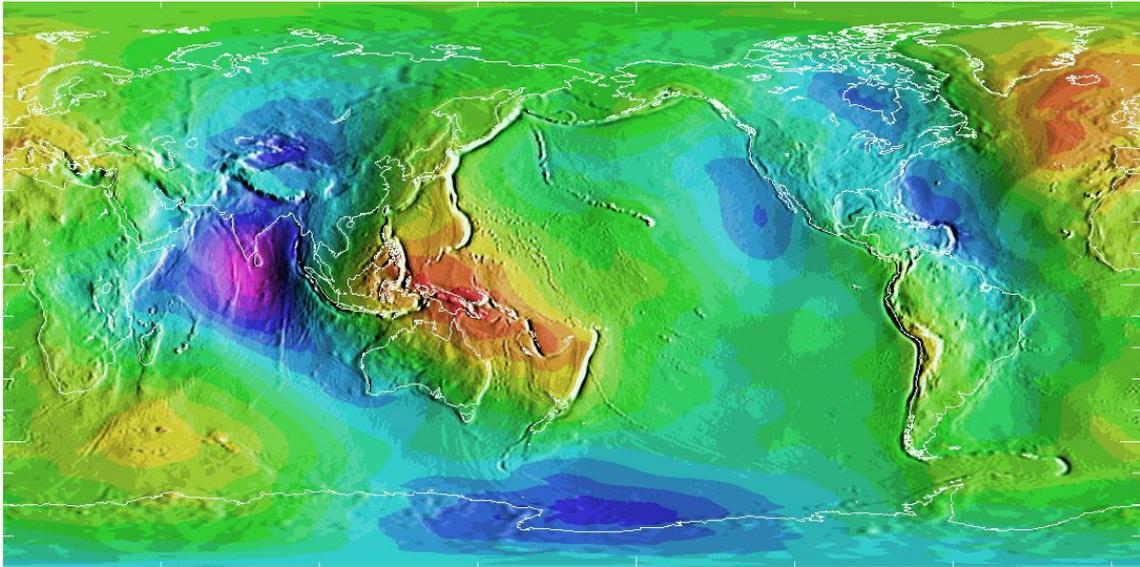


Figura 4.1: Representação gráfica das ondulações do Geóide (EGM-96) . Escala de cores: Vermelho = 85.4 metros ou mais, Magenta = -107.0 metros ou menos (National Geodetic Survey 2007[14])

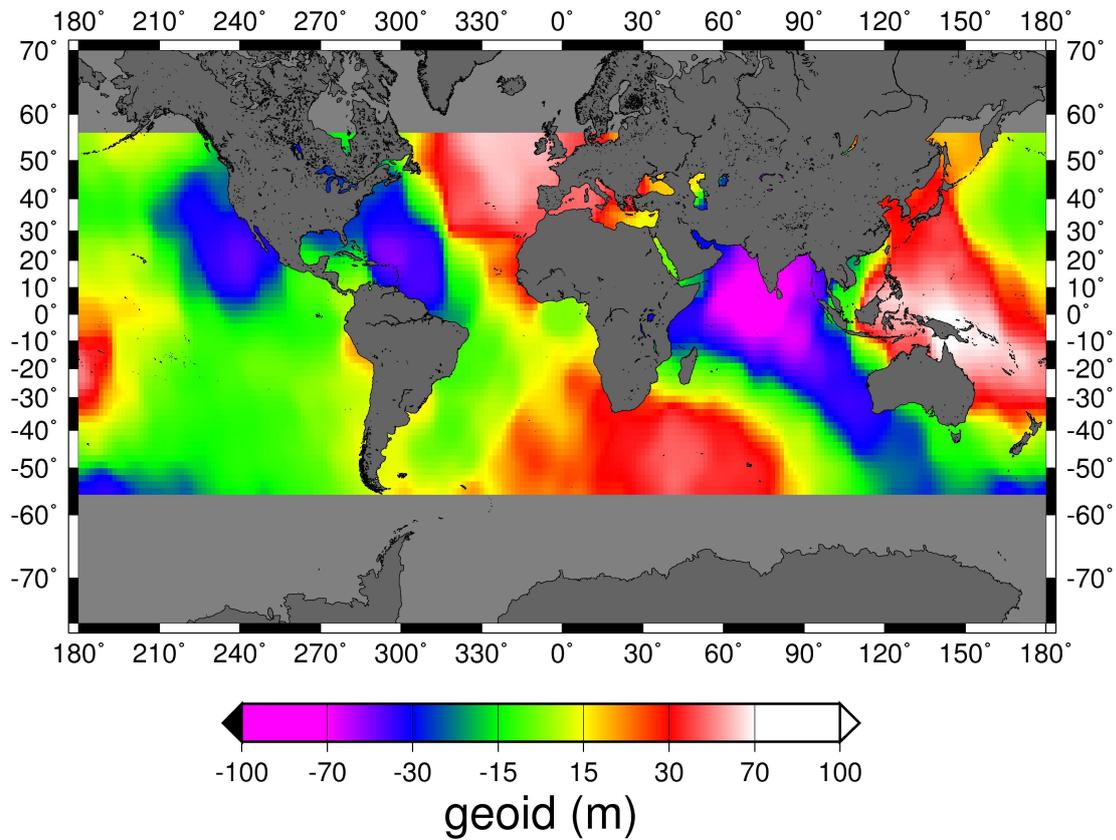


Figura 4.2: Representação do geóide obtido com dados do Jason 1 (ciclos 73 e 74), neste trabalho

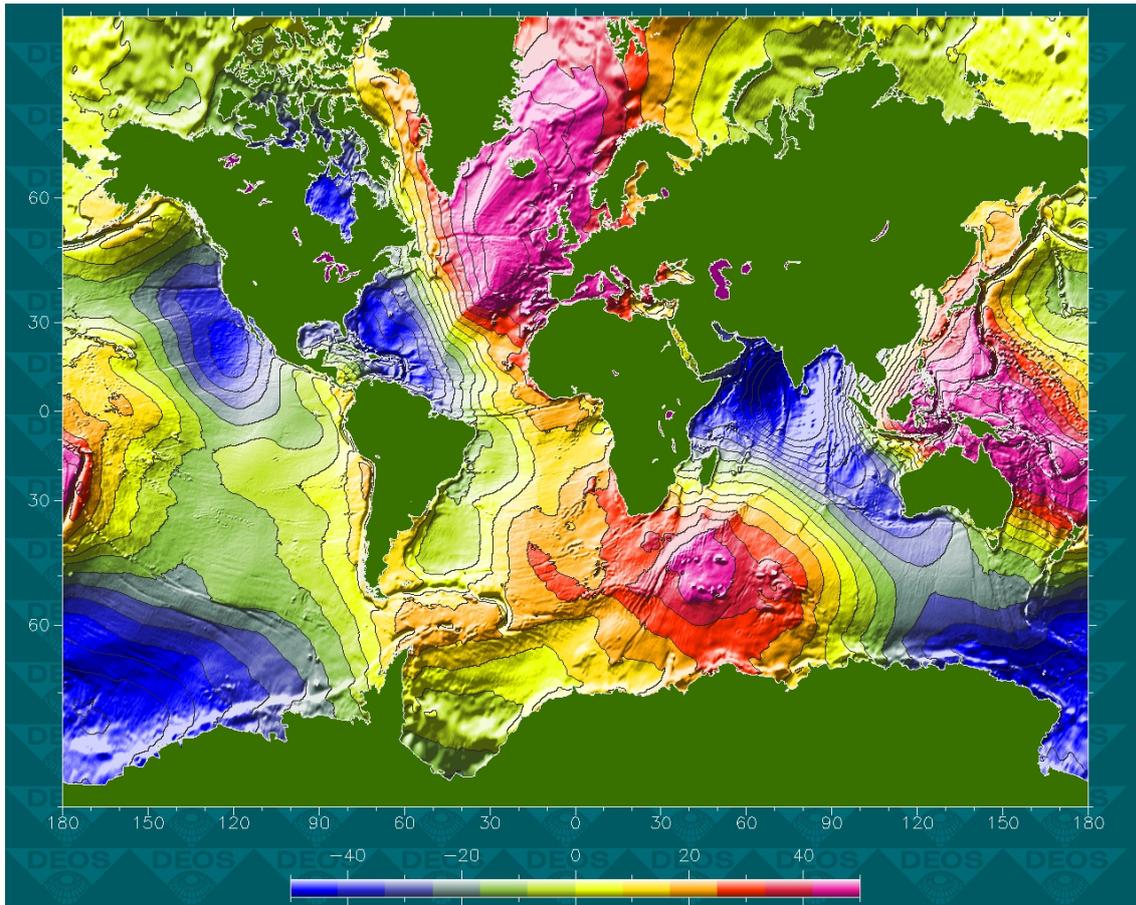


Figura 4.3: OSU MSS95 nível médio dos mares referidos ao elipsóide (CEO Experimental Network 2007[15])

## 4.2 Nível Médio do Mar

Nível médio do mar (por vezes abreviado para nível do mar) é a altitude média da superfície do mar medida em relação a uma superfície terrestre de referência, referido ao elipsóide WGS-84(G873). O nível médio do mar é, por sua vez, utilizado como ponto de referência a partir do qual são medidas as altitudes dos acidentes topográficos e marcadas as curvas de nível e as altitudes nos mapas e plantas. Pode ser encontrado na literatura[15] e é apresentado na figura 4.3. O nível médio do mar apresentado aqui resume o comportamento geral do mar durante um ano completo. O nível médio do mar exposto aqui foi obtido diretamente da variável *mss* obtida no conjunto de dados fornecidos pela AVISO. Esta variável é calculada a partir de uma série de missões, especialmente do Topex/Posseidon, e utiliza um modelo denominado CLS01\_MSS. Na figura 4.4 apresentamos o nível médio do mar obtido a partir dos dados coletados.

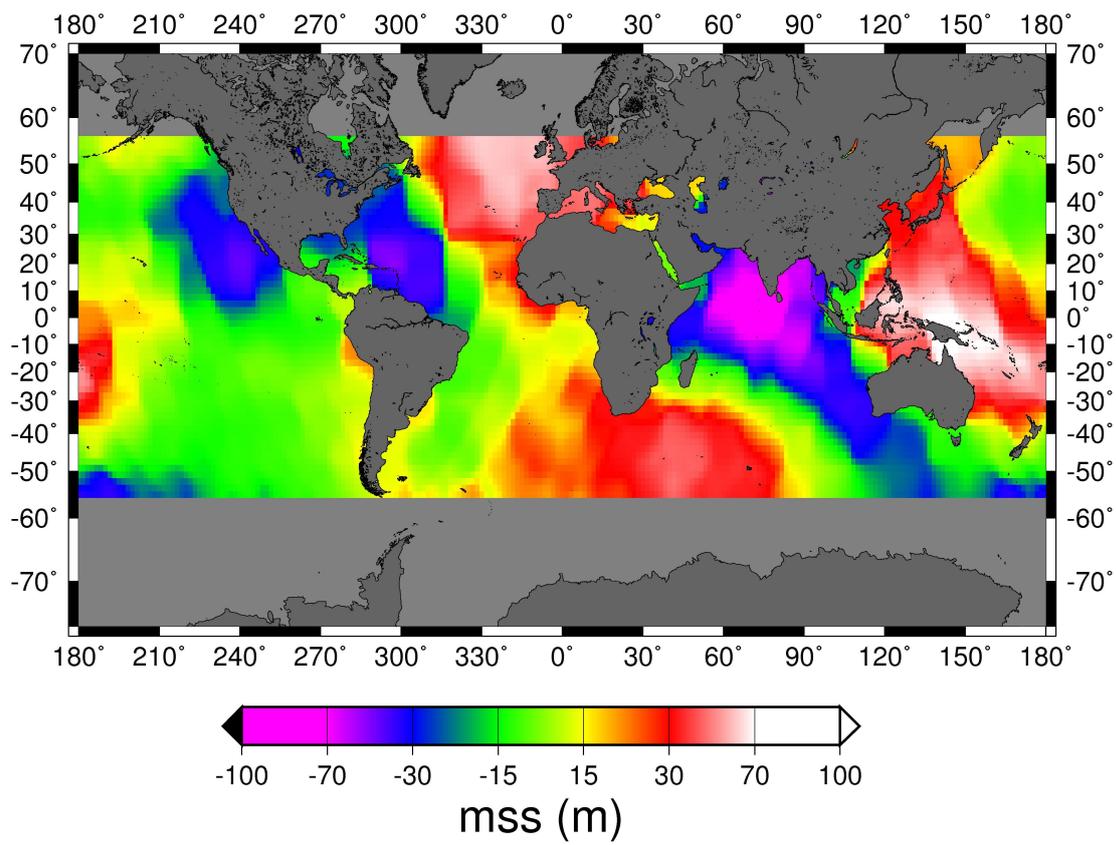


Figura 4.4: Nível médio do mar a partir do modelo CLS01\_MSS, obtidos com dados coletados referidos ao elipsóide de referência WGS84.

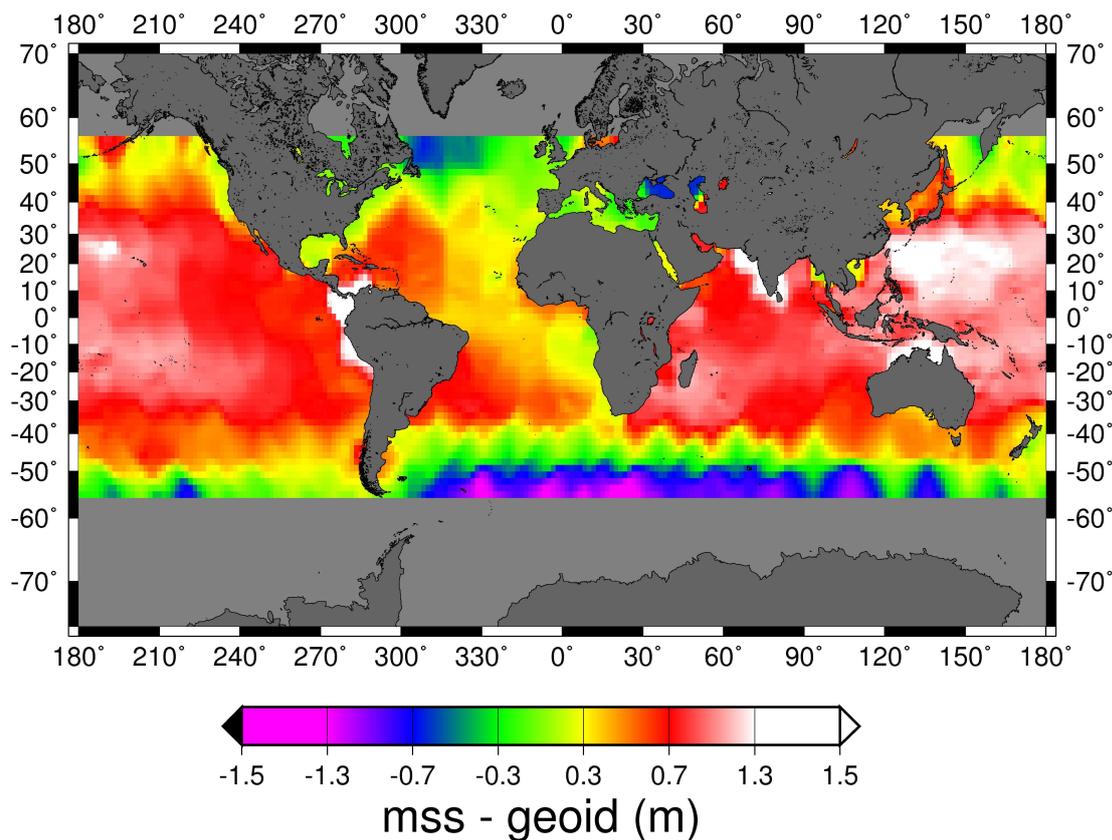


Figura 4.5: Nível médio do mar a partir do modelo CLS01\_MSS, obtidos neste trabalho com dados coletados referidos ao geóide.

### 4.3 Nível médio do mar relativo ao geóide

Mapeou-se o nível médio do mar em relação ao geóide de dois pontos de vista. Inicialmente considerou-se o *mss* obtido do modelo CLS01\_MSS subtraído dos valores do geóide. Neste caso obteve-se a estimativa apresentada na figura 4.5. Destaca-se nessa figura as alturas acima da média nas regiões subtropicais e fortes gradientes da corrente do Golfo (30-40N, 280-300E), da corrente Kuroshio (30-40N, 120-180E) e da corrente Circumpolar Antártica (40-50S, todas as longitudes). Este modelo para o nível médio do mar, obtido juntamente com os dados do J1, reflete uma média histórica obtida a partir dos dados do satélite T/P, portanto tem-se uma figura representando modelo sobre modelo, mas que fornece uma idéia geral do comportamento médio do nível do mar referido ao geóide.

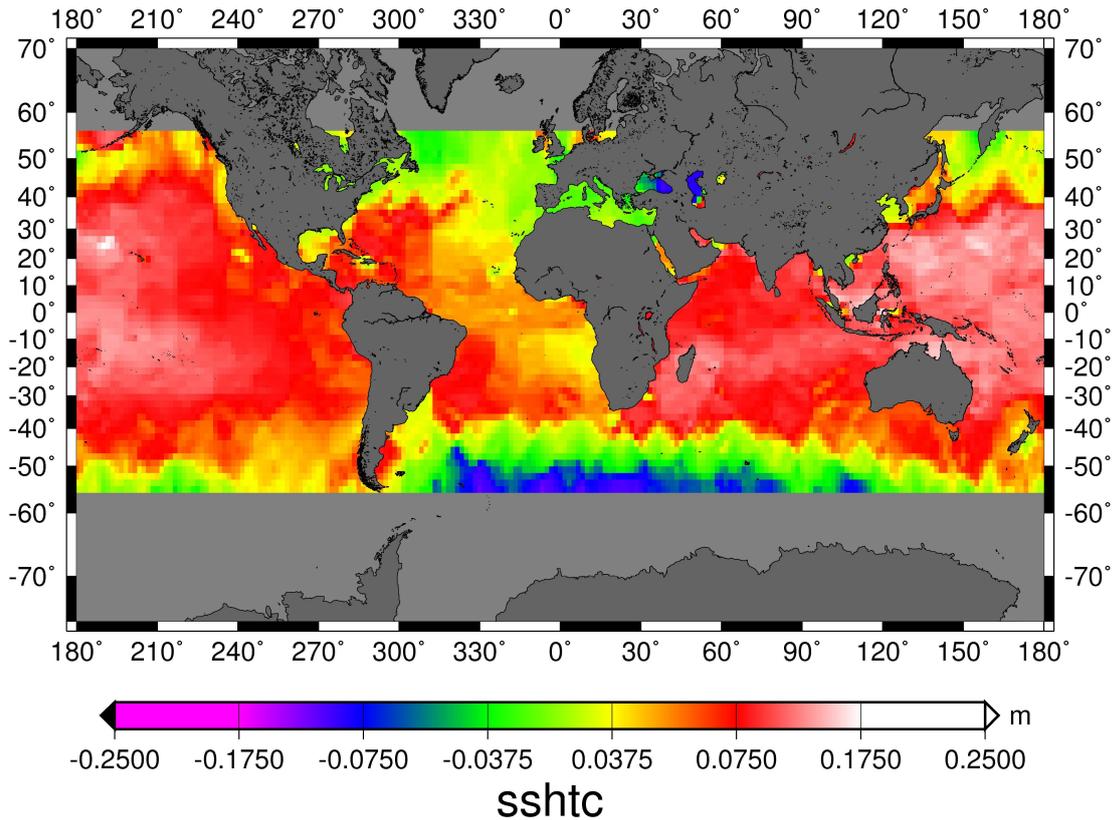


Figura 4.6: Nível do Mar Dinâmico - Altura do nível do mar corrigida, e sem efeitos de marés, referidos ao geóide, obtidos com dados coletados pelo Jason-1 no ciclo 74.

Por outro lado, e de fato mais importante, mapeou-se o nível do mar dinâmico, que é a medida do nível do mar coletada pelo satélite após efetuadas as devidas correções e eliminação de efeitos de marés, conforme já destacado anteriormente, referido ao geóide. Portanto esta-se basicamente tratando do que denominamos por SSH (altura do nível do mar) sem os efeitos de marés, menos a altura geoidal. Essa medida varia ao longo do tempo, mas ao longo de 10 dias sua variação é pequena, portanto, assumiu-se que durante um ciclo temos um instante de tempo fixado, e assim pode-se ilustrar, para o ciclo 74 (contém dados de 8 à 18 de Janeiro de 2004), essa altura do nível do mar corrigida conforme a figura 4.6. Nesta figura também pode-se notar fenômenos como a Corrente Circumpolar Antártica e a Corrente do Golfo, entre outros diversos fenômenos, tais como a variação sazonal do nível do mar, neste caso acima da média no Hemisfério Sul, e abaixo da média no Hemisfério Norte (comparando as médias da figura 4.5 em relação ao nível do mar dinâmico da figura 4.6).

---

## Conclusões

---

O curso de especialização em *Medição, Análise, Previsão e Modelagem do Nível do Mar* ofereceu subsídios para que fosse possível a realização de estudos diversos no que diz respeito ao nível do mar. Neste estudo, em especial, para o desenvolvimento do programa para a leitura dos dados do satélite Jason-1 foi necessário um amplo conhecimentos de altimetria por satélite, marés, geodésia, GPS, características atmosféricas entre outros tópicos, que foram absolutamente coberto pelo curso de especialização.

Neste estudo foi necessário compreender detalhadamente o funcionamento do satélite Jason-1, assim como a caracterização dos dados que são disponibilizados para estudos científicos. Desenvolvemos um programa para a leitura dos dados de satélite Jason-1 e também programas auxiliares para tornar essa leitura possível, considerando também programas para transformar esses dados em uma forma fácil de serem analisados, com método de interpolação numérica para gerar uma grade regular. Também realizamos uma breve demonstração de possíveis resultados que podem ser obtidos utilizando estes programas, dando destaque à altura geoidal, nível médio do mar e altura dinâmica, com sucesso.

Contudo espera-se que este estudo possa ser de utilidade para outros pesquisadores que desejem utilizar também os dados de altimetria por satélite, ou que se interessem por estudos relativos a altimetria por satélite. Vale também ressaltar que o trabalho possibilitou um grande salto de conhecimento para o aluno no que diz respeito aos estudos sobre o nível do mar.

# Referências

---

---

- [1] S. Desai N. Picot, K. Case and P. Vincent. Aviso and podaac user handbook: Igdr and gdr jason products. Technical report, AVISO-CNES / PODAAC-NASA, 2003.
- [2] AVISO. *User Handbook: Merged Topex/Posseidon Products*. CNES / NASA, 1996.
- [3] IOC. Manual on sea level: Measurement and interpretation. Technical Report 14, Intergovernmental Oceanographic Commission - UNESCO, 2002.
- [4] D. H. MacMillan. *Tides*. CR Books limited, London, UK, 1966.
- [5] P. A. Morettin. *Ondas e Ondaletas*. EDUSP, São Paulo, SP, Brasil, 1999.
- [6] Z. Kowalik and T. S. Murty. *Numerical Modeling of Ocean Dynamics*. World Scientific Publishing Company - Advanced Series on Ocean Engeneering, 1993.
- [7] A. S. Franco. *Marés*. Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil, Niteroi, RJ, Brasil, 1997.
- [8] G Neumann and W. Pierson. *Principles of physical oceanography*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1966.
- [9] R. Camargo. Meteorologia sinóptica. Disponível em: [www.master.iag.usp.br](http://www.master.iag.usp.br) - 12/05/2007.
- [10] C. Gemael. *Introdução à Geodésia Física*. Editora UFPR, Curitiba, PR, Brasil, 1999.
- [11] Centre National d'Eudes Spatiales (CNES). **AVISO**: Archivage, validation et interprétation des données des satellites océanographiques, 2007. Disponível em: [www.aviso.oceanobs.com](http://www.aviso.oceanobs.com).
- [12] United States National Aeronautics and Space Administration (NASA). **PODAAC**: Physical oceanography distributed active archive center, 2007. Disponível em: [podaac.jpl.nasa.gov](http://podaac.jpl.nasa.gov).

- 
- [13] Wikipédia. Geóide — wikipédia, a enciclopédia livre, 2007. <http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Ge%C3%B3ide&oldid=6041939> [Online; accessed 2-Junho-2007].
- [14] National Geodetic Survey. Geoid map, 2007. <http://www.usna.edu/Users/oceano/pguth/website/so432web/GeoidMap.htm> [Online; accessed 2-Junho-2007].
- [15] CEO Experimental Network. Customised mean sea surface maps from altimeter data, 2007. <http://www.deos.tudelft.nl/altim/ceo/pim.html> [Online; accessed 2-Junho-2007].

---

# Programas

---

Os programas elaborados para a leitura dos dados geofísicos do Jason-1 foram escritos e comentados em inglês para torná-los de leitura universal. As linhas dos programas foram enumeradas para poderem ser referenciadas quando citadas no texto, mas esta numeração não deve ser incluída na programação.

## A.1 Programa para leitura dos dados

Este é o programa principal elaborado para realizar a leitura dos dados. Ele utiliza rotinas contidas no módulo 'mgdr\_A\_jason.f90'.

---

```
01 PROGRAM read_jason
02
03 !DESCRIPTION
04 !
05 !   This program was created to read de Jason1 GDR data files.
06 !   It uses the control file 'read_jason.ctl' for the input parameters
07 !
08 !   It requires the file 'mgdr_A_jason.f90' that contains:
09 !   -The type 'mgdr_A_jason_data' structure for the Jason1 data format
10 !   -The type 'data_output' structure for the output data format
11 !   -The subroutine 'mgdr_A_jason_read' used to read each line of the
12 !     Jason1 GDR data file
13 !   -The subroutine 'data_corr' responsible for the correction and
14 !     filtering of the data, and rearrangement of the output format
15 !   -Complementary function
16 !
17 ! Recommended changes:
18 !   -Control file
19 !   -Output variables
20 !
21 !
22 ! Created by Pedro S. Peixoto and Carlos A. S. França (May 2007)
23 !
24 USE mgdr_A_jason
25
26 CHARACTER(LEN=80)::fni, fno
```

---

```
27 CHARACTER(LEN=80)::header
28 INTEGER::ios=0,icd,ic,ip,cyc,pass,inicycle,endcycle,inipass,endpass
29 TYPE (mgdr_A_jason_data):: x_data
30 TYPE (data_output):: x_out
31
32 ! Input parameters contained in 'read_jason.ctl'
33
34 READ(5,'(a)')fni !Location/directory and name of data files
35 READ(5,*)icd,ic,ip !1st char of cycle(dir)/cycle/pass in file dir/name
36 READ(5,*)inicycle,endcycle !Initial cycle and final cycle number
37 READ(5,*)inipass,endpass !Initial pass and final pass number
38 READ(5,'(a)')fno !Output file name
39
40 OPEN(71,FILE=fno)
41 DO cyc=inicycle,endcycle
42 !Adjusting name of files for each cycle/pass
43 WRITE(fni(icd:icd+2),'(i3.3)')cyc
44 WRITE(fni(ic:ic+2),'(i3.3)')cyc
45 DO pass=inipass,endpass
46 WRITE(fni(ip:ip+2),'(i3.3)')pass
47 PRINT *,fni
48 OPEN(53,FILE=fni, FORM='unformatted',ACCESS='direct',RECL=440,STATUS='old')
49 ios=0
50 DO i=9,3360
51 CALL mgdr_A_jason_read(53,ios,i,x_data)
52 IF(ios/=0) EXIT
53 CALL data_corr(x_data,x_out)
54 WRITE(71,*)x_out%longitude, x_out%latitude, x_out%mss
55 !Write the variables which will be studied
56 END DO
57 END DO
58 END DO
59
60 END PROGRAM read_jason
```

---

## A.2 Sub-programas

As sub-rotinas contidas neste módulo servem de base para todo método de leitura dos dados. As rotinas são chamadas pelo programa principal 'read\_jason.f90'. Os detalhes sobre seu uso estão descritos no Capítulo de Metodologias.

```
001  MODULE mgdr_A_jason
002
003  !DESCRIPTION
004  !
005  !   These subroutines were created to be used with 'read_jason.f90' in order
006  !   to read de Jason1 GDR data files.
007  !
008  !   It contains:
009  ! -The type 'mgdr_A_jason_data' structure for the Jason1 data file format
010  ! -The type 'data_output' structure for the output data format
011  ! -The subroutine 'mgdr_A_jason_read' used to read each line of the
012  !   Jason1 GDR data file
013  ! -The subroutine 'data_corr' used for correcting and
014  !   filtering the data, and rearrangement of the output format.
015  ! -Function 'arg' used to rearrange bits of an element/variable
016  !
017  ! Recommended changes:
018  !   -Output variables
019  !
020  !
021  ! Created by Pedro S. Peixoto and Carlos A. S. França (May 2007)
022  !
023
024  TYPE mgdr_A_jason_data
025
026  !This TYPE is aligned with the Jason1 Handbook elements kind and size
027
028  !Time tag
029  INTEGER(KIND=4)::time_day
030  ! time stamp 1 (n. of days from reference date)-days
031  INTEGER(KIND=4)::time_sec
032  ! time stamp 2 (seconds within the day)-s
033  INTEGER(KIND=4)::time_microsec
034  ! time stamp 3 (microseconds)-10**-6s
035
036  !Location and surface type
037  INTEGER(KIND=4)::latitude !Latitude - 10**-6 deg
038  INTEGER(KIND=4)::longitude !Longitude - 10**-6 deg
039  INTEGER(KIND=1)::surface_type !surface type
040  INTEGER(KIND=1)::alt_echo_type
041  !altimeter echo type (0=ocean-like,1=no-ocean like)
042  INTEGER(KIND=1)::rad_surf_type
043  !radiometer surface type (0 = ocean, 1 = land)
044
045  !Quality information and sensor status
046  INTEGER(KIND=1)::qual_1hz_alt_data
047  ! Quality flag for 1Hz altimeter data
048  INTEGER(KIND=1)::qual_1hz_alt_instr_corr
049  ! Quality flag for 1Hz altimeter instrumental corrections
050  INTEGER(KIND=1)::qual_1hz_rad_data
051  ! Quality flag for 1Hz radiometer data
052  INTEGER(KIND=1)::alt_state_flag
053  ! Altimeter state flag
054  INTEGER(KIND=1)::rad_state_flag
055  ! Radiometer state flag
056  INTEGER(KIND=1)::orb_state_flag
057  ! Orbit state flag
058  INTEGER(KIND=1),DIMENSION(3)::qual_spare
059  ! spare (to be aligned)
060
061  !Orbit
062  INTEGER(KIND=4)::altitude ! 1 Hz altitude of satellite - 10**-4 m
063  INTEGER(KIND=4),DIMENSION(20)::alt_hi_rate ! Differences between altitudes
064  !corresponding to the elementary measurements to that of the averaged
```

```
065     !measurements - 10**-4 m
066     INTEGER(KIND=2)::orb_alt_rate ! Orbital altitude rate - cm/s
067     INTEGER(KIND=1),DIMENSION(2)::orb_spare ! spare (to be aligned)
068
069 !Altimeter Range
070     INTEGER(KIND=4)::range_ku
071     ! 1 Hz Ku band range - 10**-4 m
072     INTEGER(KIND=4),DIMENSION(20)::range_high_rate_ku
073     ! 20 Hz Ku band range - 10**-4 m
074     INTEGER(KIND=4)::range_c
075     ! 1 Hz C band range - 10**-4 m
076     INTEGER(KIND=4),DIMENSION(20)::range_high_rate_c
077     ! 20 Hz C band range - 10**-4 m
078     INTEGER(KIND=4)::range_rms_ku
079     ! RMS of ku band range - 10**-4 m (Original Kind=2)
080     INTEGER(KIND=4)::range_rms_c
081     ! RMS of C band range - 10**-4 m (Original Kind=2)
082     INTEGER(KIND=1)::range_numval_ku
083     ! Number of valid points for Ku band range
084     INTEGER(KIND=1)::range_numval_c
085     ! Number of valid points for C band range
086     INTEGER(KIND=1),DIMENSION(2)::range_spare
087     ! spare (to be aligned)
088     INTEGER(KIND=4)::range_mapvalpts_ku
089     !map of valid points used to compute Ku band
090     INTEGER(KIND=4)::range_mapvalpts_c
091     !map of valid points used to compute C band
092
093 !Altimeter range corrections
094     INTEGER(KIND=4)::net_instr_corr_ku
095     !net instrumental correction on Ku band range - 10**-4 m
096     INTEGER(KIND=4)::net_instr_corr_c
097     !net instrumental correction on C band range - 10**-4 m
098     INTEGER(KIND=2)::model_dry_tropo_corr
099     !model dry tropospheric correction - 10**-4 m
100     INTEGER(KIND=2)::model_wet_tropo_corr
101     !model wet tropospheric correction - 10**-4 m
102     INTEGER(KIND=2)::rad_wet_tropo_corr
103     !radiometer wet tropospheric correction - 10**-4 m
104     INTEGER(KIND=2)::iono_corr_alt_ku
105     !altimeter ionospheric correction on Ku band - 10**-4 m
106     INTEGER(KIND=2)::iono_corr_doris_ku
107     !Doris iono correction on Ku band - 10**-4 m
108     INTEGER(KIND=2)::sea_state_bias_ku
109     !sea state bias correction on Ku band - 10**-4 m
110     INTEGER(KIND=2)::sea_state_bias_c
111     !sea state bias correction on C band - 10**-4 m
112     INTEGER(KIND=2)::sea_state_bias_comp
113     !composite sea state bias correction - 10**-4 m
114
115 !Significant Waveheight
116     INTEGER(KIND=4)::swh_ku
117     !Ku band significant waveheight - 10**-3 m (Original Kind=2)
118     INTEGER(KIND=4)::swh_c
119     !C band significant waveheight - 10**-3 m (Original Kind=2)
120     INTEGER(KIND=4)::swh_rms_ku
121     !RMS of the Ku band significant waveheight-10**-3m (Original Kind=2)
122     INTEGER(KIND=4)::swh_rms_c
123     !RMS of the C band significant waveheight-10**-3 m (Original Kind=2)
124     INTEGER(KIND=1)::swh_numval_ku
125     !Number of valid points used to compute Ku significant waveheight
126     INTEGER(KIND=1)::swh_numval_c
127     !Number of valid points used to compute C significant waveheight
128
129 !Significant waveheight correction
130     INTEGER(KIND=2)::net_instr_corr_swh_ku
131     !net instrumental correction on Ku band significant waveheight-10**-3m
132     INTEGER(KIND=2)::net_instr_corr_swh_c
133     !net instrumental correction on C band significant waveheight-10**-3m
134
135 !Backscatter coefficient
136     INTEGER(KIND=4)::sig0_ku
137     !Ku band backscatter coefficient - 10**-2 dB (Original Kind=2)
138     INTEGER(KIND=4)::sig0_c
139     !C band backscatter coefficient - 10**-2 dB (Original Kind=2)
```

```

140     INTEGER(KIND=4)::sig0_rms_ku
141     !RMS of the Ku band backscatter coef-10**-2dB (Original Kind=2)
142     INTEGER(KIND=4)::sig0_rms_c
143     !RMS of the C band backscatter coef-10**-2dB (Original Kind=2)
144     INTEGER(KIND=1)::sig0_numval_ku
145     !Number of valid points used to compute Ku backscatter coefficient
146     INTEGER(KIND=1)::sig0_numval_c
147     !Number of valid points used to compute C backscatter coefficient
148     INTEGER(KIND=4)::agc_ku
149     !Ku band AGC - 10**-2 dB (Original Kind=2)
150     INTEGER(KIND=4)::agc_c
151     !C band AGC - 10**-2 dB (Original Kind=2)
152     INTEGER(KIND=4)::agc_rms_ku
153     !RMS of the Ku band AGC - 10**-2 dB (Original Kind=2)
154     INTEGER(KIND=4)::agc_rms_c
155     !RMS of the C band AGC - 10**-2 dB (Original Kind=2)
156     INTEGER(KIND=1)::agc_numval_ku
157     !Number of valid points used to compute Ku band AGC
158     INTEGER(KIND=1)::agc_numval_c
159     !Number of valid points used to compute C band AGC
160
161     !Backscatter coefficient corrections
162     INTEGER(KIND=2)::net_instr_corr_sig0_ku
163     !net instrumental correction on Ku band backscatter coefficient-10**-2dB
164     INTEGER(KIND=2)::net_instr_corr_sig0_c
165     !net instrumental correction on C band backscatter coefficient-10**-2dB
166     INTEGER(KIND=2)::atmos_sig0_corr_ku
167     !Atmosferic attenuation correction on Ku band backscatter coefficient-10**-2dB
168     INTEGER(KIND=2)::atmos_sig0_corr_c
169     !Atmosferic attenuation correction on C band backscatter coefficient-10**-2dB
170     INTEGER(KIND=2)::off_nadir_angle_ku_wvf
171     !Square of the off nadir angle computed from the Ku waveforms - 10**-4 deg**2
172     INTEGER(KIND=2)::off_nadir_angle_ptf
173     !Square of the off nadir angle computed from the platform data - 10**-4 deg**2
174
175     !Brightness temperatures
176     INTEGER(KIND=4)::tb_187
177     !18,7 GHz brightness temperature- 10**-2 K (Original Kind=2)
178     INTEGER(KIND=4)::tb_238
179     !23,8 GHz brightness temperature- 10**-2 K (Original Kind=2)
180     INTEGER(KIND=4)::tb_340
181     !34 GHz brightness temperature- 10**-2 K (Original Kind=2)
182
183     !Geophysical parameters
184     INTEGER(KIND=4)::mss
185     !mean sea surface height - 10**-4 m
186     INTEGER(KIND=4)::mss_tp_along_trk
187     !TP along track mean sea surface - 10**-4 m
188     INTEGER(KIND=4)::geoid
189     !geoid height - 10**-4 m
190     INTEGER(KIND=2)::bathymetry
191     !ocean depth/land elevation - m
192     INTEGER(KIND=2)::inv_bar_corr
193     !inverted barometer height correction - 10**-4 m
194     INTEGER(KIND=2)::hf_fluctuations_corr
195     !high frequencies fluctuation of the sea surface topography - 10**-4 m
196     INTEGER(KIND=1),DIMENSION(2)::geo_spare
197     ! spare (to be aligned)
198     INTEGER(KIND=4)::ocean_tide_sol1
199     !geocentric ocean tide height (solution 1) - 10**-4 m
200     INTEGER(KIND=4)::ocean_tide_sol2
201     !geocentric ocean tide height (solution 2) - 10**-4 m
202     INTEGER(KIND=2)::ocean_tide_eq_lp
203     !equilibrium long-period ocean tide height - 10**-4 m
204     INTEGER(KIND=2)::ocean_tide_neq_lp
205     !non-equilibrium long-period ocean tide height - 10**-4 m
206     INTEGER(KIND=2)::load_tide_sol1
207     !loading tide height from geocentric ocean tide solution 1 - 10**-4 m
208     INTEGER(KIND=2)::load_tide_sol2
209     !loading tide height from geocentric ocean tide solution 2 - 10**-4 m
210     INTEGER(KIND=2)::solid_earth_tide
211     !solid earth tide height - 10**-4 m
212     INTEGER(KIND=2)::pole_tide
213     !geocentric pole tide height - 10**-4 m
214

```

```

215 !Enviromental parameters
216   INTEGER(KIND=2)::wind_speed_model_u
217   !U component of the model wind vector - cm/s
218   INTEGER(KIND=2)::wind_speed_model_v
219   !V component of the model wind vector - cm/s
220   INTEGER(KIND=4)::wind_speed_alt
221   !altimeter wind speed - cm/s (Original Kind=2)
222   INTEGER(KIND=4)::wind_speed_rad
223   !radiometer wind speed - cm/s (Original Kind=2)
224   INTEGER(KIND=2)::rad_water_vapor
225   !radiometer water vapour content - 10**-2 g/cm**2
226   INTEGER(KIND=2)::rad_liquid_water
227   !radiometer liquid water - 10**-2 kg/cm**2
228
229 !Flags
230   INTEGER(KIND=1)::ecmwf_meteo_map_avail
231   !ECMWF meteorological map availability
232   INTEGER(KIND=1)::tb_interp_flag
233   !radiometer brightness temperatures interpolation flag
234   INTEGER(KIND=1)::rain_flag
235   !rain flag (0:OK, 1:rain)
236   INTEGER(KIND=1)::ice_flag
237   !ice flag (0:OK, 1:ice)
238   INTEGER(KIND=1)::interp_flag
239   !interpolation flag
240   INTEGER(KIND=1),DIMENSION(3)::flag_spare
241   ! spare (to be aligned)
242
243 END TYPE mgdr_A_jason_data
244
245 TYPE data_output
246   REAL(KIND=8)::longitude
247   REAL(KIND=8)::latitude
248   REAL(KIND=8)::ssh
249   REAL(KIND=8)::sshtc
250   REAL(KIND=8)::geoid
251   REAL(KIND=8)::mss
252 END TYPE data_output
253
254 CONTAINS
255
256 FUNCTION arg(m,n,ibuf)
257 !Shifts bits to the correct position in number
258   INTEGER :: n,m,k
259   INTEGER,DIMENSION(440)::ibuf
260   INTEGER(KIND=8)::i=0
261   DO k=1,m-1
262     i=IOR(i,ibuf(n+k-1))
263     i=ISHFT(i,8)
264   END DO
265   arg=IOR(i,ibuf(n+m-1))
266 END FUNCTION arg
267
268
269 SUBROUTINE mgdr_A_jason_read(unit,ios,irec,x_data)
270 !Main subroutine to read one line in data file
271 !Reads each bit of the line and defines it in the respective element
272
273   INTEGER :: unit,ios,irec,i=0,k,d
274   INTEGER,DIMENSION(440)::ibuf
275   TYPE (mgdr_A_jason_data):: x_data
276   CHARACTER(LEN=1),DIMENSION(440):: buffer
277   INTEGER(KIND=2) :: bit2
278
279   READ(unit,REC=irec,IOSTAT=ios) buffer
280   ibuf=ICHAR(buffer)
281   n=1
282
283 !Time tag
284   k=4; x_data%time_day=arg(k,n,ibuf)
285   !Time stamp 1 (number of days from reference date) - days
286   n=n+k
287
288   k=4; x_data%time_sec=arg(k,n,ibuf)
289   ! Time stamp 2 (seconds within the day) - s

```

```
290     n=n+k
291
292     k=4; x_data%time_microsec=arg(k,n,ibuf)
293     ! Time stamp 3 (microseconds) - 10**-6 s
294     n=n+k
295
296     !Location and surface type
297     k=4; x_data%latitude =arg(k,n,ibuf)
298     ! Latitude - 10**-6 deg
299     n=n+k
300
301     k=4; x_data%longitude=arg(k,n,ibuf)
302     ! Longitude - 10**-6 deg
303     n=n+k
304
305     k=1; x_data%surface_type = arg(k,n,ibuf)
306     ! surface type
307     n=n+k
308
309     k=1;x_data%alt_echo_type = arg(k,n,ibuf)
310     ! altimeter echo type ( 0 = ocean-like, 1 = no-ocean like)
311     n=n+k
312
313     k=1;x_data%rad_surf_type=arg(k,n,ibuf)
314     ! radiometer surface type (0 = ocean, 1 = land)
315     n=n+k
316
317     !Quality information and sensor status
318     k=1; x_data%qual_1hz_alt_data=arg(k,n,ibuf)
319     ! Quality flag for 1Hz altimeter data
320     n=n+k
321
322     k=1; x_data%qual_1hz_alt_instr_corr=arg(k,n,ibuf)
323     ! Quality flag for 1Hz altimeter instrumental corrections
324     n=n+k
325
326     k=1;x_data%qual_1hz_rad_data=arg(k,n,ibuf)
327     ! Quality flag for 1Hz radiometer data
328     n=n+k
329
330     k=1; x_data%alt_state_flag=arg(k,n,ibuf)
331     ! Altimeter state flag
332     n=n+k
333
334     k=1; x_data%rad_state_flag =arg(k,n,ibuf)
335     ! Radiometer state flag
336     n=n+k
337
338     k=1; x_data%orb_state_flag =arg(k,n,ibuf)
339     ! Orbit state flag
340     n=n+k
341
342     k=1;d=3;
343     DO i=1,d
344         x_data%qual_spare(i) = arg(k,n,ibuf)
345         ! spare (to be aligned)
346         n=n+k
347     END DO
348
349     !Orbit
350     k=4; x_data%altitude =arg(k,n,ibuf)
351     ! 1 Hz altitude of satellite - 10**-4 m
352     n=n+k
353
354     k=4;d=20;
355     DO i=1,d
356         x_data%alt_hi_rate(i) =arg(k,n,ibuf)
357         ! Differences between altitudes corresponding to the
358         ! elementary measurements to that of the averaged measurements - 10**-4 m
359         n=n+k
360     END DO
361
362     k=2; x_data%orb_alt_rate =arg(k,n,ibuf)
363     ! Orbital altitude rate - cm/s
364     n=n+k
```

```

365
366     k=1;d=2;
367     DO i=1,d
368         x_data%orb_spare(i) =arg(k,n,ibuf)
369         ! spare (to be aligned)
370         n=n+k
371     END DO
372
373 !Altimeter Range
374 k=4; x_data%range_ku =arg(k,n,ibuf)
375 ! 1 Hz Ku band range - 10**-4 m
376 n=n+k
377
378 k=4;d=20
379 DO i=1,d
380     x_data%range_high_rate_ku(i) =arg(k,n,ibuf)
381     ! 20 Hz Ku band range - 10**-4 m
382     n=n+k
383 END DO
384
385 k=4; x_data%range_c =arg(k,n,ibuf)
386 ! 1 Hz C band range - 10**-4 m
387 n=n+k
388
389 k=4;d=20
390 DO i=1,d
391     x_data%range_high_rate_c(i) =arg(k,n,ibuf)
392     ! 20 Hz C band range - 10**-4 m
393     n=n+k
394 END DO
395
396 k=2; bit2 = arg(k,n,ibuf)
397 ! RMS of ku band range - 10**-4 m
398 x_data%range_rms_ku = bit2
399 IF(x_data%range_rms_ku<0) x_data%range_rms_ku = x_data%range_rms_ku + 65536
400 n=n+k
401
402 k=2; bit2 = arg(k,n,ibuf) ! RMS of C band range - 10**-4 m
403 x_data%range_rms_c = bit2
404 IF(x_data%range_rms_c<0) x_data%range_rms_c = x_data%range_rms_c + 65536
405 n=n+k
406
407 k=1; x_data%range_numval_ku =arg(k,n,ibuf)
408 ! Number of valid points for Ku band range
409 n=n+k
410
411 k=1; x_data%range_numval_c =arg(k,n,ibuf)
412 ! Number of valid points for C band range
413 n=n+k
414
415 k=1;d=2
416 DO i=1,d
417     x_data%range_spare(i) =arg(k,n,ibuf)
418     ! spare (to be aligned)
419     n=n+k
420 END DO
421
422 k=4; x_data%range_mapvalpts_ku =arg(k,n,ibuf)
423 !map of valid points used to compute Ku band
424 n=n+k
425
426 k=4; x_data%range_mapvalpts_c =arg(k,n,ibuf)
427 !map of valid points used to compute C band
428 n=n+k
429
430 !Altimeter range corretions
431 k=4;x_data%net_instr_corr_ku =arg(k,n,ibuf)
432 !net instrumental correction on Ku band range-10**-4 m
433 n=n+k
434
435 k=4; x_data%net_instr_corr_c =arg(k,n,ibuf)
436 !net instrumental correction on C band range-10**-4 m
437 n=n+k
438
439 k=2; x_data%model_dry_tropo_corr =arg(k,n,ibuf)

```

```

440 !model dry tropospheric correction - 10**-4 m
441 n=n+k
442
443 k=2; x_data%model_wet_tropo_corr =arg(k,n,ibuf)
444 !model wet tropospheric correction - 10**-4 m
445 n=n+k
446
447 k=2; x_data%rad_wet_tropo_corr =arg(k,n,ibuf)
448 !radiometer wet tropospheric correction - 10**-4 m
449 n=n+k
450
451 k=2;x_data%iono_corr_alt_ku =arg(k,n,ibuf)
452 !altimeter ionospheric correction on Ku band-10**-4 m
453 n=n+k
454
455 k=2; x_data%iono_corr_doris_ku =arg(k,n,ibuf)
456 !Doris iono correction on Ku band - 10**-4 m
457 n=n+k
458
459 k=2; x_data%sea_state_bias_ku =arg(k,n,ibuf)
460 !sea state bias correction on Ku band - 10**-4 m
461 n=n+k
462
463 k=2; x_data%sea_state_bias_c =arg(k,n,ibuf)
464 !sea state bias correction on C band - 10**-4 m
465 n=n+k
466
467 k=2; x_data%sea_state_bias_comp =arg(k,n,ibuf)
468 !composite sea state bias correction - 10**-4 m
469 n=n+k
470
471 !Significant Waveheight
472 k=2; bit2 = arg(k,n,ibuf)
473 !Ku band significant waveheight - 10**-3 m
474 x_data%swh_ku = bit2
475 IF(x_data%swh_ku<0) x_data%swh_ku = x_data%swh_ku + 65536
476 n=n+k
477
478 k=2; bit2 = arg(k,n,ibuf)
479 !C band significant waveheight - 10**-3 m
480 x_data%swh_c = bit2
481 IF(x_data%swh_c<0) x_data%swh_c = x_data%swh_c + 65536
482 n=n+k
483
484 k=2; bit2 = arg(k,n,ibuf)
485 !RMS of the Ku band significant waveheight - 10**-3 m
486 x_data%swh_rms_ku = bit2
487 IF(x_data%swh_rms_ku<0) x_data%swh_rms_ku = x_data%swh_rms_ku + 65536
488 n=n+k
489
490 k=2; bit2 = arg(k,n,ibuf)
491 !RMS of the C band significant waveheight - 10**-3 m
492 x_data%swh_rms_c = bit2
493 IF(x_data%swh_rms_c<0) x_data%swh_rms_c = x_data%swh_rms_c + 65536
494 n=n+k
495
496 k=1;x_data%swh_numval_ku =arg(k,n,ibuf)
497 !Number of valid points used to compute Ku significant waveheight
498 n=n+k
499
500 k=1; x_data%swh_numval_c =arg(k,n,ibuf)
501 !Number of valid points used to compute C significant waveheight
502 n=n+k
503
504 !Significant waveheight correction
505 k=2; x_data%net_instr_corr_swh_ku =arg(k,n,ibuf)
506 !net instrumental correction on Ku band significant waveheight - 10**-3 m
507 n=n+k
508 k=2; x_data%net_instr_corr_swh_c =arg(k,n,ibuf)
509 !net instrumental correction on C band significant waveheight - 10**-3 m
510 n=n+k
511
512 !Backscatter coefficient
513 k=2; bit2 = arg(k,n,ibuf)
514 !Ku band backscatter coefficient - 10**-2 dB

```

```

515     x_data%sig0_ku = bit2
516     IF(x_data%sig0_ku<0) x_data%sig0_ku = x_data%sig0_ku + 65536
517     n=n+k
518
519     k=2; bit2 = arg(k,n,ibuf)
520     !C band backscatter coefficient - 10**-2 dB
521     x_data%sig0_c = bit2
522     IF(x_data%sig0_c<0) x_data%sig0_c = x_data%sig0_c + 65536
523     n=n+k
524
525     k=2; bit2 = arg(k,n,ibuf)
526     !RMS of the Ku band backscatter coefficient - 10**-2 dB
527     x_data%sig0_rms_ku = bit2
528     IF(x_data%sig0_rms_ku<0) x_data%sig0_rms_ku = x_data%sig0_rms_ku + 65536
529     n=n+k
530
531     k=2; bit2 = arg(k,n,ibuf)
532     !RMS of the C band backscatter coefficient - 10**-2 dB
533     x_data%sig0_rms_c = bit2
534     IF(x_data%sig0_rms_c<0) x_data%sig0_rms_c = x_data%sig0_rms_c + 65536
535     n=n+k
536
537     k=1;x_data%sig0_numval_ku=arg(k,n,ibuf)
538     !Number of valid points used to compute Ku backscatter coef
539     n=n+k
540
541     k=1; x_data%sig0_numval_c =arg(k,n,ibuf)
542     !Number of valid points used to compute C backscatter coef
543     n=n+k
544
545     k=2; bit2 = arg(k,n,ibuf) !Ku band AGC - 10**-2 dB
546     x_data%agc_ku = bit2
547     IF(x_data%agc_ku<0) x_data%agc_ku = x_data%agc_ku + 65536
548     n=n+k
549
550     k=2; bit2 = arg(k,n,ibuf) !C band AGC - 10**-2 dB
551     x_data%agc_c = bit2
552     IF(x_data%agc_c<0) x_data%agc_c = x_data%agc_c + 65536
553     n=n+k
554
555     k=2; bit2 =arg(k,n,ibuf) !RMS of the Ku band AGC - 10**-2 dB
556     x_data%agc_rms_ku = bit2
557     IF(x_data%agc_rms_ku<0) x_data%agc_rms_ku = x_data%agc_rms_ku + 65536
558     n=n+k
559
560     k=2; bit2 = arg(k,n,ibuf) !RMS of the C band AGC - 10**-2 dB
561     x_data%agc_rms_c = bit2
562     IF(x_data%agc_rms_c<0) x_data%agc_rms_c = x_data%agc_rms_c + 65536
563     n=n+k
564
565     k=1; x_data%agc_numval_ku =arg(k,n,ibuf)
566     !Number of valid points used to compute Ku band AGC
567     n=n+k
568
569     k=1; x_data%agc_numval_c =arg(k,n,ibuf)
570     !Number of valid points used to compute C band AGC
571     n=n+k
572
573     !Backscatter coefficient corrections
574     k=2; x_data%net_instr_corr_sig0_ku =arg(k,n,ibuf)
575     !net instrumental correction on Ku band backscatter coefficient - 10**-2 dB
576     n=n+k
577
578     k=2; x_data%net_instr_corr_sig0_c =arg(k,n,ibuf)
579     !net instrumental correction on C band backscatter coefficient - 10**-2 dB
580     n=n+k
581
582     k=2; x_data%atmos_sig0_corr_ku =arg(k,n,ibuf)
583     !Atmospheric attenuation correction on Ku band backscatter coefficient - 10**-2 dB
584     n=n+k
585
586     k=2; x_data%atmos_sig0_corr_c =arg(k,n,ibuf)
587     !Atmospheric attenuation correction on C band backscatter coefficient - 10**-2 dB
588     n=n+k
589

```

```

590 !Off nadir angle
591 k=2; x_data%off_nadir_angle_ku_wvf =arg(k,n,ibuf)
592 !Square of the off nadir angle computed from the Ku waveforms - 10**-4 deg**2
593 n=n+k
594
595 k=2; x_data%off_nadir_angle_ptf =arg(k,n,ibuf)
596 !Square of the off nadir angle computed from the plataform data - 10**-4 deg**2
597 n=n+k
598
599 !Brightness temperatures
600 k=2; bit2 = arg(k,n,ibuf)
601 !18,7 GHz brightness temperature- 10**-2 K
602 x_data%tb_187 = bit2
603 IF(x_data%tb_187<0) x_data%tb_187 = x_data%tb_187 + 65536
604 n=n+k
605 k=2; bit2 = arg(k,n,ibuf)
606 !23,8 GHz brightness temperature- 10**-2 K
607 x_data%tb_238 = bit2
608 IF(x_data%tb_238<0) x_data%tb_238 = x_data%tb_238 + 65536
609 n=n+k
610 k=2; bit2 = arg(k,n,ibuf)
611 !34 GHz brightness temperature- 10**-2 K
612 x_data%tb_340 = bit2
613 IF(x_data%tb_340<0) x_data%tb_340 = x_data%tb_340 + 65536
614 n=n+k
615
616 !Geophysical parameters
617 k=4; x_data%mss =arg(k,n,ibuf)
618 !mean sea surface height - 10**-4 m
619 n=n+k
620
621 k=4; x_data%mss_tp_along_trk =arg(k,n,ibuf)
622 !TP along track mean sea surface - 10**-4 m
623 n=n+k
624
625 k=4; x_data%geoid =arg(k,n,ibuf)
626 !geoid height - 10**-4 m
627 n=n+k
628
629 k=2; x_data%bathymetry =arg(k,n,ibuf)
630 !ocean depth/land elevation - m
631 n=n+k
632
633 k=2; x_data%inv_bar_corr =arg(k,n,ibuf)
634 !inverted barometer height correction - 10**-4 m
635 n=n+k
636
637 k=2; x_data%hf_fluctuations_corr =arg(k,n,ibuf)
638 !high frequencies fluctuation of the sea surface topography - 10**-4 m
639 n=n+k
640
641 k=1;x_data%geo_spare(1) =arg(k,n,ibuf)
642 ! spare (to be aligned)
643 n=n+k
644
645 k=1;x_data%geo_spare(2) =arg(k,n,ibuf)
646 ! spare (to be aligned)
647 n=n+k
648
649 k=4; x_data%ocean_tide_sol1 =arg(k,n,ibuf)
650 !geocentric ocean tide height (solution 1) - 10**-4 m
651 n=n+k
652
653 k=4; x_data%ocean_tide_sol2 =arg(k,n,ibuf)
654 !geocentric ocean tide height (solution 2) - 10**-4 m
655 n=n+k
656
657 k=2; x_data%ocean_tide_eq_lp =arg(k,n,ibuf)
658 !equilibrium long-period ocean tide height - 10**-4 m
659 n=n+k
660
661 k=2;x_data%ocean_tide_neq_lp=arg(k,n,ibuf)
662 !non-equilibrium long-period ocean tide height-10**-4 m
663 n=n+k
664

```

```

665     k=2; x_data%load_tide_sol1 =arg(k,n,ibuf)
666     ! loading tide height from geocentric ocean tide solution 1 - 10**-4 m
667     n=n+k
668
669     k=2; x_data%load_tide_sol2 =arg(k,n,ibuf)
670     !loading tide height from geocentric ocean tide solution 2 - 10**-4 m
671     n=n+k
672
673     k=2; x_data%solid_earth_tide =arg(k,n,ibuf)
674     !solid earth tide height - 10**-4 m
675     n=n+k
676
677     k=2; x_data%pole_tide =arg(k,n,ibuf)
678     !geocentric pole tide height - 10**-4 m
679     n=n+k
680
681     !Enviromental parameters
682     k=2; x_data%wind_speed_model_u =arg(k,n,ibuf)
683     !U component of the model wind vector - cm/s
684     n=n+k
685
686     k=2; x_data%wind_speed_model_v =arg(k,n,ibuf)
687     !V component of the model wind vector - cm/s
688     n=n+k
689
690     k=2; bit2 =arg(k,n,ibuf) !altimeter wind speed - cm/s
691     x_data%wind_speed_alt=bit2
692     IF(x_data%wind_speed_alt<0) x_data%wind_speed_alt = x_data%wind_speed_alt + 65536
693     n=n+k
694
695     k=2; bit2 = arg(k,n,ibuf) !radiometer wind speed - cm/s
696     x_data%wind_speed_rad = bit2
697     IF(x_data%wind_speed_rad<0) x_data%wind_speed_rad = x_data%wind_speed_rad + 65536
698     n=n+k
699
700     k=2; x_data%rad_water_vapor =arg(k,n,ibuf)
701     !radiometer water vapour content - 10**-2 g/cm**2
702     n=n+k
703
704     k=2; x_data%rad_liquid_water =arg(k,n,ibuf)
705     !radiometer liquid water - 10**-2 kg/cm**2
706     n=n+k
707
708     !Flags
709     k=1; x_data%ecmwf_meteo_map_avail =arg(k,n,ibuf)
710     !ECMWF meteorological map availability
711     n=n+k
712
713     k=1; x_data%tb_interp_flag =arg(k,n,ibuf)
714     !radiometer brightness temperatures interpolation flag
715     n=n+k
716
717     k=1; x_data%rain_flag =arg(k,n,ibuf) !rain flag (0:OK, 1:rain)
718     n=n+k
719
720     k=1; x_data%ice_flag =arg(k,n,ibuf) !ice flag (0:OK, 1:ice)
721     n=n+k
722
723     k=1; x_data%interp_flag =arg(k,n,ibuf) !interpolation flag
724
725     k=1;d=3
726     DO i=1,d
727         x_data%flag_spare(i) =arg(k,n,ibuf) ! spare (to be aligned)
728     n=n+k
729     END DO
730
731     END SUBROUTINE mgdr_A_jason_read
732
733     SUBROUTINE data_corr(x_data, x_out)
734     !Subroutine used to test data quality
735     !Returns variables in "data_output" format
736
737     TYPE (mgdr_A_jason_data):: x_data
738     TYPE (data_output):: x_out
739

```

```

740 ! Test surface type and quality flags
741 IF(x_data%surface_type/=0) RETURN
742 !0=Open ocean, 1=Enclosed seas and lakes,2=ice,3=land
743
744 IF(BTEST(x_data%qual_1hz_alt_data,0)) RETURN
745 !Test Ku band range
746 IF(BTEST(x_data%qual_1hz_alt_data,1)) RETURN
747 !Test C band range
748 IF(BTEST(x_data%qual_1hz_alt_data,2)) RETURN
749 !Test Ku SWH
750 IF(BTEST(x_data%qual_1hz_alt_data,3)) RETURN
751 !Test C SWH
752 IF(BTEST(x_data%qual_1hz_alt_data,4)) RETURN
753 !Test Ku backscatter coef.
754 IF(BTEST(x_data%qual_1hz_alt_data,5)) RETURN
755 !Test C backscatter coef.
756 IF(BTEST(x_data%qual_1hz_alt_data,6)) RETURN
757 !Test off nadir angle from ku band waveform par.
758 IF(BTEST(x_data%qual_1hz_alt_data,7)) RETURN
759 !Test off nadir angle from platform
760
761 IF(BTEST(x_data%qual_1hz_alt_instr_corr,0)) RETURN
762 !Ku band cor
763 IF(BTEST(x_data%qual_1hz_alt_instr_corr,1)) RETURN
764 !C band cor
765 IF(BTEST(x_data%qual_1hz_alt_instr_corr,2)) RETURN
766 !Ku SWH cor
767 IF(BTEST(x_data%qual_1hz_alt_instr_corr,3)) RETURN
768 !C SWH cor
769 IF(BTEST(x_data%qual_1hz_alt_instr_corr,4)) RETURN
770 !Bu backscat. cor
771 IF(BTEST(x_data%qual_1hz_alt_instr_corr,5)) RETUR
772 N !C backscat. cor
773
774 IF(BTEST(x_data%interp_flag,0)) RETURN
775 !MSS interpolation flag
776 IF(BTEST(x_data%interp_flag,1)) RETURN
777 !Ocean tide sol 1
778 IF(BTEST(x_data%interp_flag,2)) RETURN
779 !Ocean tide sol 2
780 IF(BTEST(x_data%interp_flag,3)) RETURN
781 !Meteorological data interpol flag
782
783 !Max-Min values testing
784 IF(x_data%altitude<3e8.OR.x_data%altitude>7e8 ) RETURN
785 IF(x_data%orb_state_flag>9)RETURN
786
787 IF(x_data%range_ku<3e8.OR.x_data%range_ku>7e8 ) RETURN
788
789 IF(x_data%range_c<3e8 .OR. x_data%range_c>7e8 ) RETURN
790
791 IF(x_data%tb_interp_flag>2)RETURN
792
793 IF((x_data%iono_corr_alt_ku<-5000 .OR. x_data%iono_corr_alt_ku>40).AND.&
794 (x_data%iono_corr_doris_ku<-5000 .OR. x_data%iono_corr_doris_ku>40))RETURN
795
796 IF(x_data%sea_state_bias_ku<-6000.OR.x_data%sea_state_bias_ku>0 )RETURN
797
798 IF(x_data%solid_earth_tide<-1e4.OR.x_data%solid_earth_tide>1e4 )RETURN
799 IF(x_data%pole_tide<-1e3.OR.x_data%pole_tide>1e3 )RETURN
800
801 ! Latitude and longitude in degrees N and E
802 x_out%latitude = DFLOAT(x_data%latitude)/1000000.0
803 x_out%longitude = DFLOAT(x_data%longitude)/1000000.0
804
805 !Sea surface height with corrections
806 x_out%ssh = x_data%altitude - x_data%range_ku - x_data%model_dry_tropo_corr -&
807 x_data%rad_wet_tropo_corr - x_data%iono_corr_alt_ku - x_data%sea_state_bias_ku
808
809 x_out%sshtc = x_out%ssh - x_data%ocean_tide_soll - &
810 x_data%solid_earth_tide -x_data%pole_tide
811
812 x_out%geoid=x_data%geoid
813
814 x_out%mss=x_data%mss

```

---

```
815  
816   END SUBROUTINE data_corr  
817  
818   END MODULE mgdr_A_jason
```

---

## A.3 Arquivo de controle

Este arquivo foi elaborado para servir de entrada de parâmetros para o programa principal 'read\_jason.f90'. Ele contém, respectivamente em cada linha:

- Local e nome do arquivo com os dados
- Posições do primeiro caracter referente ao ciclo e passagem do endereço do arquivo
- Ciclo inicial e final
- Passagem inicial e final
- Nome do arquivo de saída dos dados

---

```
01 /home/cafranca/JASON/data/cycle_ccc/JA1_GDR_2PbPccc_ppp.NASA
02 33 49 53      !Position of 1st char cycle(dir)/cycle/pass(ccc/ccc/ppp)
03 73 74        !Initial cycle and final cycle number
04 1 254        !Initial pass and final pass number
05 x.out
```

---

## A.4 Modulo de Interpolação

Esta subrotina foi desenvolvida para calcular a interpolação de uma variável nos pontos em torno de uma coordenada (x, y, t) definida. A interpolação é feita utilizando todos os pontos da região de estudo, porém faz uma ponderação, com base em uma distribuição gaussiana com parâmetros definidos pelo usuário, considerando mais peso nos pontos mais próximos da coordenada central definida.

---

```

01  module interp_mod
02
03  subroutine gauss_filterT&
04  (n,x0,y0,t0,theta0,sig2,scale_x,scale_y,scale_t,nx,ny,x,y,t,theta,theta_e)
05
06  real,dimension(:)::x0,y0,t0,theta0
07  integer::r
08  real,dimension(:)::x,y
09  real,dimension(:,:)::theta,theta_e
10
11  s_x=(1./scale_x)**2; s_y=(1./scale_y)**2; s_t=(1./scale_t)**2
12  nr=nx*ny; nl=ny; !print*,nr,nx,ny,nl
13
14  theta=0; theta_e=0; weight=0
15
16  do r=1,nr
17  ky=modulo(r,ny); if(ky==0) ky=ny
18  kx=r/ny+1      ; if(ky==ny) kx=kx-1
19  weight=0
20  do i=1,n
21  theta(ky,kx)=theta(ky,kx)+theta0(i)*&
22  (exp(-sqrt(s_x*((x0(i)-x(kx))**2)+ &
23  s_y*((y0(i)-y(ky))**2)+ &
24  s_t*((t0(i)-t    )**2))))
25  theta_e(ky,kx)=theta_e(ky,kx)+sig2*&
26  (exp(-sqrt(s_x*((x0(i)-x(kx))**2)+ &
27  s_y*((y0(i)-y(ky))**2)+ &
28  s_t*((t0(i)-t    )**2))))
29  weight=weight+&
30  (exp(-sqrt(s_x*((x0(i)-x(kx))**2)+ &
31  s_y*((y0(i)-y(ky))**2)+ &
32  s_t*((t0(i)-t    )**2))))
33
34  enddo
35  theta(ky,kx)=theta(ky,kx)/weight
36  theta_e(ky,kx)=theta_e(ky,kx)/weight
37  enddo
38
39  end subroutine gauss_filterT
40
41
42  end module interp_mod

```

---