



# ESCOLA NAVAL

ta sante e biẽ faire



**Mariana Hipólito Limpinho**

**Modelo climático do oceano.**

**Caracterização oceanográfica da região do Atlântico Noroeste**

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares Navais,  
na especialidade de Marinha



**Alfete**

**2018**





# ESCOLA NAVAL

ta tant de bi-faire



**Mariana Hipólito Limpinho**

*Modelo climático do oceano.*

*Caracterização oceanográfica da região do Atlântico  
Noroeste*

**Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares  
Navais, na especialidade de Marinha**

**Orientação de: 817173 CMG Carlos Lopes da Costa**

O Aluno Mestrando

*Mariana Hipólito Limpinho*

O Orientador

*Carlos Nelson Lopes da Costa*

**Alfeite**

**2018**



## **Epígrafe**

“Agir, eis a inteligência verdadeira. Serei o que quiser. Mas tenho que querer o que for. O êxito está em ter êxito, e não em ter condições de êxito. Condições de palácio tem qualquer terra larga, mas onde estará o palácio se não o fizerem ali?”

Fernando Pessoa

Página deixada  
propositadamente em branco

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho aos alunos da Escola Naval, esperando que lhes possa ser útil esta dissertação para o desenvolvimento de competências na área de ensino de Oceanografia ou Ciências do Mar.

Página deixada  
propositadamente em branco

## **Agradecimentos**

Acima de tudo quero expressar um profundo agradecimento ao Capitão-de-mar-e-guerra Carlos Néilson Lopes da Costa, orientador da dissertação de mestrado, pela incansável disponibilidade, dedicação, paciência, apoio e auxílio ao longo do desenrolar desta dissertação. Sem os seus importantes ensinamentos e conselhos, teria sido muito mais difícil o término da presente dissertação.

Agradeço também ao 2TEN TSN Gaspar Merca pela disponibilidade e apoio durante a fase programática do projeto.

Ao Instituto Hidrográfico pelo auxílio na recolha de informação bibliográfica e à *National Oceanic and Atmospheric Administration* pela disponibilização dos dados. Assim como ao 1TEN Gonçalves de Deus e ao Professor Victor Lobo pela disponibilização de um computador portátil capaz de processar o programa elaborado.

Ao comando e guarnição do “N.R.P.” Sagres, unidade de estágio de embarque, gostaria de expressar o meu reconhecimento e gratidão no treino para a apresentação da presente dissertação.

Agradeço também a toda a minha família, aos meus camaradas do curso “Capitão-de-mar-e-guerra Henrique Quirino da Fonseca” e aos amigos que sempre me apoiaram, em especial nos momentos mais difíceis.

Por fim agradeço a realização deste trabalho a todos os professores e instrutores que me proporcionaram uma formação de excelente qualidade na Escola Naval, entre 2013 e 2018.

Página deixada  
propositadamente em branco

## Resumo

As correntes oceânicas resultam do efeito do vento e das variações de densidade da água, juntamente com a rotação da Terra, com os acidentes geográficos e topográficos do fundo marinho. Estas interações perfazem uma circulação geral média de escala grande e de mesoescala, que transporta calor e propriedades.

A presente dissertação de mestrado consiste na elaboração de uma ferramenta em *software* MATLAB que lê dados climáticos da NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) *World Ocean Database* (2013) por forma a permitir a avaliação e caracterização do Oceano Atlântico Noroeste, através das estruturas de temperatura, salinidade, densidade, velocidade do som e componentes geostróficas, a ser utilizado para qualquer área de interesse do utilizador, no oceano.

Na área estudada as principais correntes são: a Corrente quente do Golfo, a Corrente fria do Labrador e a Corrente da Deriva do Atlântico Norte. Existem também estruturas de mesoescala, como vórtices, *eddies*, meandros e jatos, que não serão visíveis porque a abordagem é apoiada em climatologia de médias temporais. Pretende-se ainda identificar as massas de água presentes, como a Água Central do Atlântico Norte, a Água Superior Subártica, a Água Intermédia do Atlântico Norte, a Água Mediterrânica e a Água Profunda do Atlântico Norte.

Palavras-chave: Atlântico Noroeste, Modelo Climático do Oceano, Propriedades físicas da água do mar, Massas de água, Corrente do Golfo, Variabilidade de mesoescala e Base de Dados.

Página deixada  
propositadamente em branco

## ***Abstract***

*Ocean currents result from the effect of wind and water density variations, along with the Earth's rotation, with geographic and topographical seabed occurrences. These interactions make up a medium general circulation of large scale and mesoscale, which carries heat and properties.*

*The present dissertation consists of the elaboration of a MATLAB software tool that reads NOAA World Ocean Database (2013) climatic data in order to allow the evaluation and characterization of the Northwest Atlantic Ocean through the structures of temperature, salinity, density, velocity of sound and geostrophic components, to be used for any area of interest to the user, in the ocean.*

*In the studied area, the main currents are: the Gulf Stream, the Labrador Cold Current and the North Atlantic Drift Current. There are also mesoscale structures, such as vortices, eddies, meanders and jets, which will not be visible because the approach is supported in climatology of temporal averages. It is also intended to identify the bodies of water present, such as the North Atlantic Central Water, the Subarctic Upper Water, the Intermediate Water of the North Atlantic, the Mediterranean Water and the Deep North Atlantic Water.*

*Key-words: Northwest Atlantic Ocean, Climate Ocean Model, Bodies of Water, Gulf Stream, Mesoscale variability and Database.*

Página deixada  
propositadamente em branco

## **Índice**

<b>Epígrafe</b> .....	V
<b>Dedicatória</b> .....	VII
<b>Agradecimentos</b> .....	IX
<b>Resumo</b> .....	XI
<b>Abstract</b> .....	XIII
<b>Índice</b> .....	XV
<b>Índice de figuras</b> .....	XIX
<b>Índice de tabelas</b> .....	XXV
<b>Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos</b> .....	XXVII
<b>1. Introdução</b> .....	1
1.1. Pertinência do tema .....	3
1.2. Âmbito da investigação .....	4
1.3. Objetivos da investigação .....	6
1.4. Estrutura da investigação .....	7
<b>2. Enquadramento teórico</b> .....	9
2.1. Descrição da morfologia do fundo do mar da área de investigação .....	10
2.2. Climatologia da área delimitada .....	14
2.2.1. Células de convecção atmosférica .....	14
2.2.2. Climatologia de ventos e correntes de vento .....	18
2.3. Massas de água .....	21
2.4. Modelos dinâmicos de circulação .....	27
2.4.1. Modelo geostrófico .....	27
2.4.2. Modelos de circulação oceânica .....	28

2.5.	Correntes .....	29
2.5.1.	Corrente do Labrador .....	30
2.5.2.	Corrente do Golfo e <i>eddies</i> .....	31
<b>3.</b>	<b>Elaboração do programa MATLAB</b> .....	<b>33</b>
3.1.	Método de investigação .....	33
3.1.1.	Delimitação da área de investigação .....	34
3.1.2.	Base de dados.....	36
3.1.3.	Escolha dos gráficos .....	37
3.2.	Descrição do desenvolvimento do programa em MATLAB .....	39
3.2.1.	Funções da TEOS 2010 .....	39
3.2.2.	Descrição do <i>Graphical User Interface</i> .....	40
3.2.4.	Recomendações para uso do programa.....	43
<b>4.</b>	<b>Interpretação dos resultados MATLAB</b> .....	<b>45</b>
4.1.	Análise dos resultados por camadas de imersão .....	46
4.2.	Análise dos resultados por latitudes fixas .....	53
4.3.	Análise dos resultados por longitudes fixas.....	57
4.4.	Análise dos diagramas T-S e perfis .....	61
4.5.	Análise geostrófica .....	66
4.5.1.	Análise dos resultados por secções horizontais .....	66
4.5.2.	Análise dos resultados por secções verticais .....	67
<b>5.</b>	<b>Conclusões e recomendações</b> .....	<b>73</b>
	<b>Lista de referências Bibliográficas</b> .....	<b>77</b>
	<b>Apêndice A - Resumo alargado</b> .....	<b>79</b>
	<b>Apêndice B – Manual de utilização do WOD2013 em pdf</b> .....	<b>87</b>
	<b>Apêndice C – Imagem do DVD e capa deste</b> .....	<b>97</b>

<b>Apêndice D – Massas de água.....</b>	<b>99</b>
<b>Apêndice E - GUI e Código de programa Menu_WOD2013 .....</b>	<b>101</b>
<b>Apêndice F - GUI e Código de programa WOD2013_t_s_r_c_perfis .....</b>	<b>105</b>
<b>Apêndice G – GUI e Código de programa WOD2013_geostrofia_horizontal_vertical .....</b>	<b>139</b>
<b>Apêndice H – Resultados de imersão fixa .....</b>	<b>167</b>
<b>Apêndice I – Resultados de latitude fixa .....</b>	<b>169</b>
<b>Apêndice J – Resultado de longitude fixa.....</b>	<b>173</b>
<b>Apêndice L – Resultados de geostrofia horizontal por imersão .....</b>	<b>177</b>
<b>Apêndice M – Resultados de geostrofia vertical por latitude.....</b>	<b>181</b>
<b>Apêndice N – Resultados de geostrofia vertical por longitude.....</b>	<b>183</b>
<b>Apêndice O – Perfis .....</b>	<b>185</b>

Página deixada  
propositadamente em branco

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> - Representação gráfica da área de estudo compreendida entre as latitudes 28°30'N e 50°30'N, e as longitudes 075°30'W e 035°30'W. Retirado do Google Earth Pro.....	2
<b>Figura 2</b> – Campos das correntes superficiais: a) acedida a 16-02-2018 1100Z; b) acedida a 26/03/2018 1800Z. Ambas extraídas do Windy.com. ....	9
<b>Figura 3</b> - Circulação atmosférica das células de Hadley (McLean, 2018). Acedido em 1 de março de 2018.....	16
<b>Figura 4</b> - Diferença de localização das zonas de convergência e divergência, ao longo do ano, devido à inclinação do eixo da Terra e da sua translação (Pidwirny e Scott, 1999-2018). Acedido em 12 de março de 2018.....	17
<b>Figura 5</b> - Circulação global dos ventos de superfície, células atmosféricas (Encyclopaedia Britannica, 2015). Acedido em 15 de março de 2018. ....	18
<b>Figura 6</b> - Distribuição de massas de água no Oceano Atlântico para: a) <i>upper water</i> (0-500 m), b) <i>intermediate water</i> (500-1.500 m), c) <i>deep and abyssal water</i> (1.500 m – <i>bottom</i> ). Para uma melhor definição consultar o <b>Anexo D</b> . Adaptado de Emery e Meincke, 1986, pp. 388 e 389 . ....	24
<b>Figura 7</b> - Representação gráfica da área de estudo compreendida entre as latitudes 28°30'N e 50°30'N, e as longitudes 075°30'W e 035°30'W. Retirado do Google Earth Pro.....	35
<b>Figura 8</b> - Representação gráfica da área de estudo por divisões em cinco secções de latitudes 29°30'N, 34°30'N, 39°30'N, 44°30'N, 49°30'N, e em oito secções de longitudes 070°30'W, 065°30'W, 060°30'W, 055°30'W, 050°30'W, 045°30'W e 040°30'W. Retirado do Google Earth Pro. ....	35
<b>Figura 9</b> - Esquema da subdivisão da GUI: a) Menu_WOD2013; b) WOD2013_t_s_r_c_perfis; c) WOD2013_geostrofia_horizontal_vertical; d) Figura das coordenadas do planisfério sobrepostas aos continentes. O b) e c) revelam a apresentação da organização dos gráficos e menus. ....	41

<b>Figura 10</b> - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais. Gráficos de temperatura (a) com resolução de $\frac{1}{4}^\circ$ e (b) com resolução de $1^\circ$ , do Atlântico Noroeste à superfície (na imersão 0 m).....	44
<b>Figura 11</b> - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de $1^\circ$ . Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) do Atlântico Noroeste à superfície (na imersão 0 m). .....	46
<b>Figura 12</b> - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de $1^\circ$ . Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) do Atlântico Noroeste na imersão 100 m. ....	47
<b>Figura 13</b> - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de $1^\circ$ . Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) do Atlântico Noroeste na imersão 500 m. ....	48
<b>Figura 14</b> - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de $1^\circ$ . Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) do Atlântico Noroeste na imersão 1.000 m. ....	49
<b>Figura 15</b> – Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios sazonais, na resolução de $1^\circ$ . Gráficos de temperatura (a), salinidade (c), densidade (e) e velocidade do som (g) do Atlântico Noroeste à superfície (na imersão 0 m) no inverno (gráficos à esquerda). Gráficos de temperatura (b), salinidade (d), densidade (f) e velocidade do som (h) do Atlântico Noroeste à superfície (na imersão 0 m) no verão (gráficos à direita). ....	51
<b>Figura 16</b> - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios sazonais, na resolução de $1^\circ$ . Gráficos da corrente geostrófica na componente N/S (a), componente E/W (c) e forma vetorial das correntes (e) do Atlântico Noroeste à superfície (na imersão de 0 m) no inverno (gráficos à esquerda). Gráficos da corrente geostrófica na componente N/S (b), componente E/W (d) e forma vetorial das correntes (f) do Atlântico Noroeste à superfície (na imersão de 0 m) no verão (gráficos à direita). ....	52

- Figura 17** – Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) na secção vertical de latitude fixa de 29,5°N..... 54
- Figura 18** – Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) na secção vertical de latitude fixa de 34,5°N..... 54
- Figura 19** – Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) na secção vertical de latitude fixa de 39,5°N..... 55
- Figura 20** – Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) na secção vertical de latitude fixa de 44,5°N..... 56
- Figura 21** – Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) na secção vertical de latitude fixa de 49,5°N..... 57
- Figura 22** – Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) na secção vertical de longitude fixa de 040,5°W..... 58
- Figura 23** – Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) na secção vertical de longitude fixa de 045,5°W..... 59
- Figura 24** – Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) na secção vertical de longitude fixa de 050,5°W..... 59
- Figura 25** – Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) na secção vertical de longitude fixa de 060,5°W..... 60
- Figura 26** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) na secção vertical de longitude fixa de 070,5°W..... 61

**Figura 27** - Representação gráfica da área de estudo, representando quatro perfis verticais da área delimitada: a) perfil\_SW (29,5°N e 070,5°W); d) perfil\_SE (29,5°N e 040,5°W); c) perfil\_NE (49,5°N e 040,5°W); b) perfil\_CG (39,5°N e 060,5°W). Retirado do Google Earth Pro..... 62

**Figura 28** - Diagrama T-S (produzido em MATLAB) representando quatro perfis da área delimitada: perfil\_SW (29,5°N e 070,5°W); perfil\_SE (29,5°N e 040,5°W); perfil\_NE (49,5°N e 040,5°W); perfil\_CG (39,5°N e 060,5°W)..... 62

**Figura 29** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) do Atlântico Noroeste no ponto do perfil\_SW (070,5°W 29,5°N)..... 63

**Figura 30** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) do Atlântico Noroeste no ponto do perfil\_CG (39,5°N e 060,5°W)..... 64

**Figura 31** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) do Atlântico Noroeste no ponto do perfil\_NE (49,5°N e 040,5°W)..... 65

**Figura 32** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) do Atlântico Noroeste no ponto de Perfil\_SE (29,5°N e 040,5°W)..... 65

**Figura 33** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos da corrente geostrófica na componente N/S (a), componente E/W (b) e forma vetorial das correntes (c) do Atlântico Noroeste à superfície (na imersão de 0 m). ..... 67

**Figura 34** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos da componente N/S da corrente geostrófica nas secções verticais de latitudes: a) 39,5°N; b) 44,5°N e c) 49,5°N..... 69

**Figura 35** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos da componente E/W da geostrofia vertical de longitudes: a) 070,5°W; b) 060,5°W; c) 050,5°W e d) 040,5°W. .... 71

Página deixada  
propositadamente em branco

## **Índice de tabelas**

<b>Tabela 1</b> - Massas de água do Oceano Atlântico. Adaptado de Emery e Meincke, 1986, p. 385 .....	23
---	----

Página deixada  
propositadamente em branco

## Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

AABW	Água de Fundo da Antártida / <i>Antarctic Bottom Water</i>
AAIW	Água Intermédia da Antártida / <i>Antarctic Intermediate Water</i>
ABW	Água de Fundo do Ártico / <i>Arctic Bottom Water</i>
AIW	Água Intermédia do Ártico / <i>Arctic Intermediate Water</i>
ASUW	Água Superior do Atlântico Subártico / <i>Atlantic Subarctic Upper Water</i>
CA	Corrente dos Açores
CAN	Corrente da Deriva do Atlântico Norte / Corrente do Atlântico Norte
CDW	Águas profundas circumpolares / <i>Circumpolar Deep Waters</i>
CG	Corrente do Golfo / <i>Gulf Stream</i>
CL	Corrente do Labrador / <i>Labrador Stream</i>
CTD	Sonda para medições de temperaturas, condutividades e imersões / <i>Conductivity, Temperature and Depth probe</i>
EASIW	Água Intermédia Subártica do Atlântico Oriental / <i>Eastern Atlantic Subarctic Intermediate Water</i>
ENACW	Água Central do Atlântico Norte Oriental / <i>Eastern North Atlantic Central Water</i>
GUI	Janela de interface gráfica / <i>Graphical User Interface</i>
ID&I	Investigação, Desenvolvimento e Inovação
ITCZ	Zona de Convergência Intertropical / <i>Intertropical Convergence Zone</i>
MOW	Fluxo de saída de Água Mediterrânica / <i>Mediterranean Outflow Water</i>
MW	Massa de Água Mediterrânica / <i>Mediterranean Water</i>
NACW	Água Central do Atlântico Norte / <i>North Atlantic Central Water</i>
NADW	Água Profunda do Atlântico Norte / <i>North Atlantic Deep Water</i>
NAFO	Organização de Pescas do Atlântico Norte / <i>North Atlantic Fisheries Organization</i>
NAIW	Água Intermedia do Atlântico Norte / <i>North Atlantic Intermediate Water</i>
NCDC	<i>National Climatic Data Center</i>
NCDDC	<i>National Coastal Data Development Center</i>
NCEI	<i>National Centers for Environmental Information</i>
NGDC	<i>National Geophysical Data Center</i>
NOAA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
NODC	<i>National Oceanographic Data Center</i>
QC	Questão central
QD	Questão derivada
SACW	Água Central do Atlântico Sul / <i>South Atlantic Central Water</i>
SOFAR	Canal de som profundo / <i>Sound Fixing and Range channel</i>
TEOS 2010	<i>The International Thermodynamic Equation of Seawater – 2010</i>

WASIW	<i>Água Intermediária Subártica do Atlântico Ocidental / Western Atlantic Subarctic Intermediate Water</i>
WNACW	<i>Água Central do Atlântico Norte Oeste / Western North Atlantic Central Water</i>
WOA	<i>Atlas do Oceano Mundial / World Ocean Atlas</i>
WOA09	<i>World Ocean Atlas 2009</i>
WOA13	<i>World Ocean Atlas 2013</i>
WOA13 V2	<i>World Ocean Atlas 2013 version 2</i>
WOD	<i>Base de dados do Oceano Mundial / World Ocean Database</i>

## **1. Introdução**

A presente dissertação de mestrado “Modelo climático do Oceano. Caracterização Oceanográfica da região do Atlântico Noroeste” é realizada no âmbito do 5º ano do Mestrado Integrado de Ciências Militares Navais da Escola Naval.

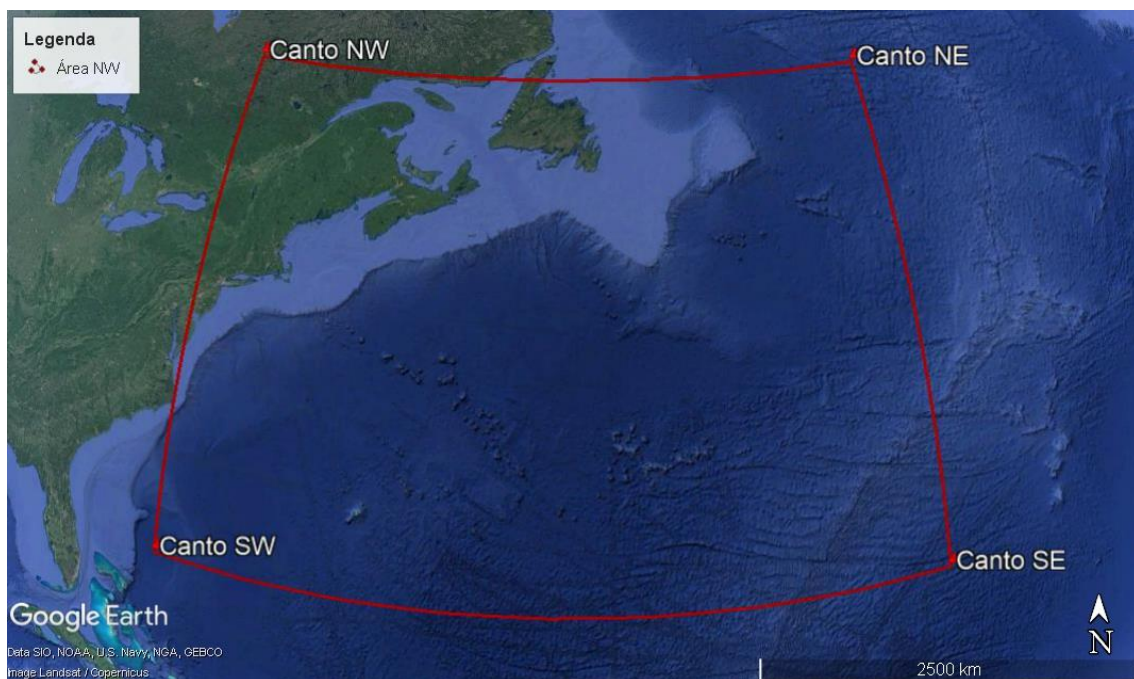
As circulações atmosféricas e oceânicas, resultantes do equilíbrio térmico do planeta, controlam o clima mundial. A interação entre o oceano e a atmosfera, os ventos e as correntes marítimas têm uma função de distribuição energética, possibilitando um equilíbrio que, no entanto, está sujeito a mudanças climáticas graduais, de que há evidências nos estudos da história de climas antecedentes (Pickard e Emery, 1990, p. 125).

No contexto desta dissertação, cujo principal tema é a caracterização da região do Atlântico Noroeste, é necessário abordar a questão relativa às massas de água presentes e sua movimentação. As correntes movimentam-se, por toda a extensão dos mares e dos oceanos, podendo influenciar a navegação marítima. Conservam as suas características particulares que as individualizam, tal como a salinidade, a temperatura e consequentemente a densidade. Por vezes, até mesmo a sua cor é distinta das águas vizinhas. Há diferenças, entre elas, quanto às características e origens, bem como quanto à sua dinâmica, com diversas causas de forçamento e estruturas de velocidades e de direções. Elas são uma forma de transporte de calor e ou de salinidade e de diversos ingredientes biológicos, como oxigênio dissolvido e nutrientes, influenciando diretamente e inevitavelmente o clima, a vida marinha e por consequência a atividade ou indústria da pesca.

Diversos estudos têm vindo a demonstrar que as correntes marítimas são formadas e mantidas por diversas causas ou fatores, como a influência direta e indireta do vento, de diferenças de densidade e de pressão, do movimento de rotação da Terra e das marés.

Na área estudada (ver figura 1), espera-se encontrar bem realçada a Corrente quente do Golfo (CG), a Corrente fria do Labrador (CL), a Corrente da Deriva do

Atlântico Norte (ou Corrente do Atlântico Norte – CAN<sup>1</sup>) e, eventualmente, o sistema da Corrente e da Contracorrente dos Açores. A existência de estruturas de mesoescala, como sejam vórtices, *eddies*, meandros e jatos, presentes na região poderão vir a ser notados, apesar de a abordagem ser apoiada em climatologia de médias temporais. Similarmemente a expectativa de identificar as massas de água presentes, como sejam a Água Central do Atlântico Norte (*North Atlantic Central Water - NACW*), a Água Superior Subártica do Atlântico (*Atlantic Subarctic Upper Water - ASUW*), a Água Intermédia do Atlântico Norte (NAIW na sigla em inglês), a Água Mediterrânica (MW na sigla em inglês) e a Água Profunda do Atlântico Norte (*North Atlantic Deep Water – NADW*).



**Figura 1** - Representação gráfica da área de estudo compreendida entre as latitudes 28°30'N e 50°30'N, e as longitudes 075°30'W e 035°30'W. Retirado do Google Earth Pro.

Serão abordadas as causas ou origens daquelas manifestações oceânicas, seguida das suas caracterizações específicas, culminando com a análise de gráficos e tabelas de estatísticas, resultantes da utilização do programa desenvolvido.

<sup>1</sup> Ao longo do texto usaremos sem preocupação Corrente do Atlântico Norte ou Corrente da Deriva do Atlântico Norte para a mesma corrente.

Como forma de completar esta introdução foram elaborados os subcapítulos, que serão explanados seguidamente, destinados a elucidar, da melhor forma possível, a pertinência, o âmbito, os objetos e enquadramento desta dissertação.

### **1.1. Pertinência do tema**

A Oceanografia será a área de conhecimento de foco deste tema, pois esta é:

“ (...) a ciência que estuda o oceano, nas suas várias vertentes, através de disciplinas científicas de base, como sejam a física, a química, a biologia e a geologia, além de outras como as tecnologias de *software* e *hardware* relacionadas com sensores e sistemas de informação. A Oceanografia tem a finalidade de descrever e interpretar o funcionamento do oceano de modo quantitativo e preditivo, que permita prever situação futura com algum grau de confiança. É uma ciência multidisciplinar que requer cooperação e trabalho de equipa entre especialistas de diversos domínios de conhecimento e competências.” (Costa, 2017, p. 1).

Desde há muito tempo que os portugueses cruzam o mar e percorrem derrotas marítimas no Atlântico. Com a contínua evolução desde o passado, com a referência dos monstros marinhos, que tanto assustavam e atormentavam os marinheiros, tomando o oceano como incerto e temível, até à atualidade, em que usufruímos dele para diversas atividades, consideradas atualmente mais seguras e benéficas para o País. Do transporte de mercadorias, como o comércio internacional até à obtenção de produtos alimentares, como é o caso do bacalhau muito presente na pesca na área do Atlântico Noroeste e muito apreciado pela cultura Portuguesa. Assim sendo, o oceano, por si mesmo, é fascinante.

“Já no século XVIII os ingleses, potência marítima dominante, perceberam que aumentando o seu conhecimento científico dos oceanos ajudaria a manter a sua superioridade marítima na época.” (Dias, 2015, p. 1). Atualmente é exatamente nesta fase que nos encontramos pois, hoje em dia, o conhecimento é poder e, desta forma, quem o detiver em maior quantidade e o souber utilizar (porque não o basta adquirir, há que saber analisá-lo e usá-lo), é que detém a capacidade de evoluir e melhorar as suas condições.

“A Investigação, Desenvolvimento e Inovação (ID&I) na Marinha desenvolve-se num quadro de parceria com empresas, instituições universitárias, tecnológicas, e

científicas, enquanto utilizador final das soluções técnicas e industriais criadas”<sup>2</sup>. Consequentemente este tema inclui-se na missão de contribuir para o conhecimento do mar, pois pretendemos desenvolver uma atividade de investigação científica e tecnológica, que contribuirá para alargar os conhecimentos do Atlântico Noroeste. Apesar de não ser a área em que detenhamos poderes de soberania e de jurisdição é contígua ao espaço marítimo de interesse de Portugal, onde navegamos e operamos em treinos e missões. Do nosso ponto de vista o tema escolhido para desenvolver esta dissertação é de pertinência e relevância, desejando-se que possa contribuir como um dos produtos científicos e culturais, em coerência com a missão da Marinha “Contribuir para que Portugal use o Mar”<sup>3</sup>.

A escolha deste tema não se deveu somente a razões de pertinência. A nível pessoal, desde o meu 3º ano na Escola Naval tive bastante curiosidade na temática dos modelos climáticos, após ter realizado um trabalho sobre as correntes marítimas do Oceano Atlântico, que despontou em mim uma atenção particular à Corrente do Golfo, pelas suas formas tão diferentes e características.

Aqueles dois fatores culminam na pertinência e relevância do tema, bem como na motivação pessoal para o mesmo, sendo as principais razões que me levaram a escolher abordar a caracterização oceanográfica da região do Atlântico Noroeste: a possibilidade de esta dissertação contribuir não só como forma de realização pessoal, mas também a possibilidade de poder vir a ser útil para a Marinha.

## **1.2. Âmbito da investigação**

No âmbito da investigação para esta dissertação de mestrado é possível aplicar algumas unidades curriculares lecionadas ao longo dos quatro anos na Escola Naval, nomeadamente nas áreas de Metodologias de Investigação, de Meteorologia, de Oceanografia e de Programação. Sendo abordado com maior peso alguns conceitos específicos de Oceanografia, bem como de Programação, na elaboração de um sistema de programas em MATLAB.

---

<sup>2</sup> Adaptado de <http://www.marinha.pt/pt-pt/marinha/investigacao-desenvolvimento/Paginas/InvestigacaoDesenvolvimento.aspx> .

<sup>3</sup> Adaptado de <http://www.marinha.pt/pt-pt/marinha/missao/Paginas/Missao.aspx> .

Relativamente aos conhecimentos na área da Oceanografia, será imprescindível recorrer às sebatas das unidades curriculares anteriormente lecionadas (Oceanografia I e Oceanografia II), como constituintes dos alicerces das bases gerais e por forma a prosseguir para a etapa seguinte, onde se recorrerá à investigação em livros e artigos de referência relativos ao tema.

O estudo da oceanografia do Atlântico Noroeste remonta à década de 1760, altura em que os ingleses despertaram o seu interesse e iniciaram as investigações resultantes da sua curiosidade, na procura dos efeitos que poderiam resultar de uma corrente transatlântica situada na região de estudo, a que nos propomos estudar. Tal curiosidade deve-se a Benjamin Franklin, um dos pais fundadores dos EUA e célebre americano, quando estava no cargo de subdiretor-geral dos correios, interessou-se em saber da razão pela qual o correio que vinha da Europa (por mar) para a Nova Inglaterra, demorava menos duas semanas, no percurso mais longo (rota sul), do que o percurso mais curto (rota norte). Desta forma falou com o seu primo, Timothy Folger, que o informou da existência de uma forte corrente, que a maioria dos navios não sabia, e que os fazia atrasar no seu percurso. Assim, o próprio Franklin mediu a temperatura da corrente, ao embarcar num dos navios que iria fazer a travessia transatlântica. Após isto, em 1777, Franklin publicou o primeiro mapa da corrente do Golfo, para que os capitães dos navios britânicos pudessem evitar a corrente ou usá-la em sua vantagem (Trujillo e Thurman, 2014, p. 236).

Desde então a Corrente do Golfo tem vindo a ser estudada, em diferentes tempos e alturas do ano, por diversos cientistas, que contribuíram para a sua visualização mais real e fidedigna. Devido aos variados estudos desenvolvidos ao redor desta e à evolução das novas tecnologias, podemos hoje em dia identificá-la com maior precisão, possibilitando a análise do espaço ocupado por esta, o movimento que a caracteriza, bem como dos fenómenos que a acompanham, como por exemplo *eddies* ou anéis (com as suas respetivas durações de vida).

Esta é uma das muitas pesquisas específicas de um fenómeno da região do Oceano Atlântico Noroeste. No entanto, muitas mais existem e são necessárias para conseguir uma melhor caracterização desta região. Desta forma, será necessária uma pesquisa mais detalhada, que se irá abordar nos capítulos de desenvolvimento da dissertação.

### 1.3. Objetivos da investigação

Apesar de várias análises e estudos terem sido publicados sobre o Atlântico Noroeste, estas foram muito precisas numa área mais pequena que a estudada, ou muito abrangentes, a nível global da circulação do oceano. O presente estudo pretende contribuir para uma melhor compreensão das correntes e massas de água características, criando um modelo climático regional.

Assim, o principal objetivo desta dissertação de mestrado é a caracterização oceanográfica da região do Atlântico Noroeste, através de várias etapas, seguindo a ordem descrita abaixo. O primeiro objetivo é o estudo envolvendo o forçamento meteorológico ou atmosférico, a circulação de escala grande e de mesoescala, bem como a variabilidade sazonal, das massas de água presentes. O segundo objetivo é o estudo de fenómenos identificados desta área, como por exemplo a Corrente do Golfo. O terceiro objetivo consiste na programação em MATLAB de uma ferramenta informática que leia dados climatológicos da NOAA<sup>4</sup> (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) *World Ocean Database (2013)* anual, sazonal e mensal, e seguidamente apresente tabelas e gráficos aplicados ao Atlântico Noroeste, através do cálculo e representação de densidades e variáveis associadas, das correntes geostróficas e das velocidades do som. Finalmente, o quarto objetivo, onde será realizada a análise dos dados obtidos pelo programa, relacionando-os com o enquadramento teórico.

De uma forma, mais taxativa, pode-se referir a questão central (QC):

Como é possível caracterizar a região do Atlântico Noroeste?

E as questões derivadas (QD), que são a base para atingir a resposta à questão central:

QD1: Qual dinâmica da circulação de escala grande e de mesoescala e variabilidade sazonal das massas de água características da região?

QD2: Qual a origem e influência da Corrente do Golfo no Atlântico Norte?

---

<sup>4</sup> A NOAA é uma agência do Departamento de Comércio dos Estados Unidos, fundada em 1970. Esta utiliza instrumentos de alta tecnologia, para prever mudanças no clima, oceanos e costas, a partir de previsões meteorológicas diárias, avisos severos de tempestades e monitorização climática para gestão de pescas, proteção costeira e apoio ao comércio marítimo, por forma a fornecer aos cidadãos vários produtos e serviços de apoio à decisão, com informações confiáveis.

QD3: Como é feita a análise e representação desta região à luz dos dados disponibilizados pela NOAA?

QD4: Como é explicada a circulação das diversas correntes da região bem como a ligação em continuidade entre si?

Estas questões foram assim desenvolvidas, em maio de 2017, por ocasião da elaboração do plano inicial de dissertação.

Em suma, com esta dissertação, será possível não só perceber quais os fenómenos climáticos marítimos do Atlântico Noroeste, bem como a influência que estes podem ter no Atlântico Nordeste, a nossa área de interesse, visto que é a área onde naturalmente operamos mais e onde somos responsáveis por defender os interesses de Portugal.

#### **1.4. Estrutura da investigação**

Para a conseqüente elaboração desta dissertação seguiremos tentativamente o método de investigação científico por ser o padrão de rigor e de pesquisa apropriado. O trabalho foi dividido em duas fases distintas. A primeira fase (teórica) foi a análise e interpretação de todo o material de pesquisa, relacionando-o e confrontando-o com os diversos estudos anteriormente realizados.

Esta é constituída pelo **Capítulo 1**, referente à introdução, âmbito, pertinência, objetivos e estrutura da dissertação. Seguido do **Capítulo 2**, onde é abordado o enquadramento teórico servindo de suporte à caracterização dos fenómenos presentes na área delimitada, numa forma de leitura mais geral e apelativa.

A segunda fase (prática) foi a construção de um programa em MATLAB (interativo, com diversas opções de visualização, tanto de gráficos como de tabelas, da região em estudo), para além da criação de uma base de dados suscetível de ser lida por este programa.

Assim, surge o **Capítulo 3** onde é explanada a explicação da área delimitada e construção da ferramenta elaborada, seguida do **Capítulo 4**, referente à análise e interpretação dos resultados obtidos em contraste com a teoria do **Capítulo 2**.

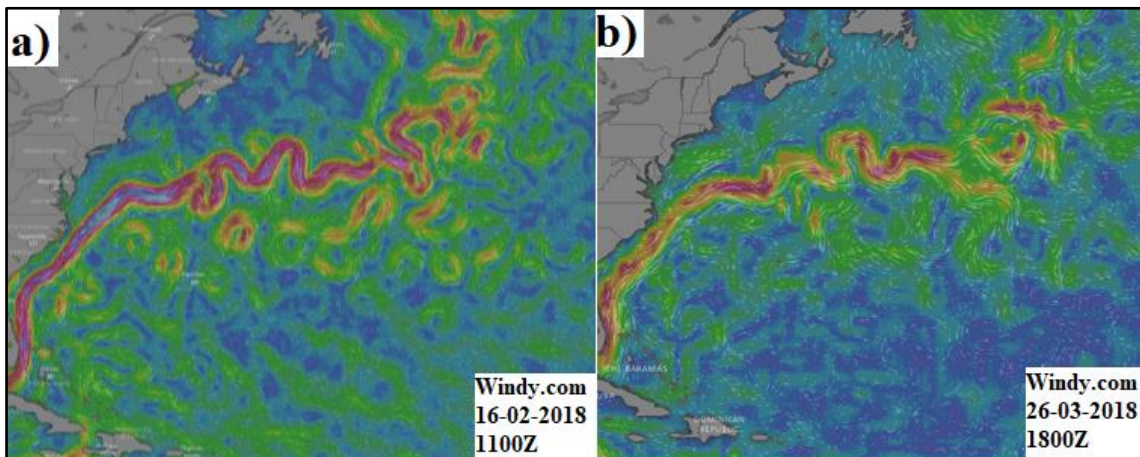
Por fim, a dissertação termina com as conclusões e recomendações. Contém ainda apêndices relativos à ferramenta desenvolvida e um resumo alargado da investigação – **Apêndice A**.

Adicionado a este trabalho existe um DVD com o programa executável, de chave na mão, pronto a ser utilizado em qualquer computador (após a sua instalação no ambiente de trabalho do computador utilizado), com indicações de utilização em **Apêndice B** e a respetiva capa em **Apêndice C**. Este fica disponível para poder ser acedido para possíveis estudos de outras áreas oceânicas.

## 2. Enquadramento teórico

Como sabemos os oceanos cobrem cerca de 71% da superfície terrestre (Pickard e Emery, 1990, p. 5), com as suas grandes porções de água salgada, inquietas, móveis e enérgicas. Em suma este é um sistema dinâmico e turbulento. O Oceano Atlântico relaciona-se com o ser humano irrefutavelmente, principalmente com os europeus, e em particular com Portugal, que é a abertura da Europa a este espaço tão imenso e objeto do estudo atual.

As correntes oceânicas resultam do efeito do vento e das variações de densidade da água, juntamente com a rotação da Terra, e em parte com os acidentes geográficos e topográficos do fundo marinho. Estas interações perfazem uma circulação geral média de escala grande e de mesoescala, que transporta calor, sal, nutrientes e outras substâncias ou propriedades. Alguns dos fenómenos resultantes destes efeitos são os *eddies*, vórtices, meandros e jatos, que variam ao longo do tempo e do espaço, as estruturas de mesoescala. Isto pode ser notado na **Figura 2**, apoiada no *Windy*. Aqui encontram-se duas imagens separadas de algumas semanas, de forma a mostrar variação das estruturas de correntes de mesoescala.



**Figura 2** – Campos das correntes superficiais: a) acedida a 16-02-2018 1100Z; b) acedida a 26/03/2018 1800Z5. Ambas extraídas do Windy.com.

Nestes 39 dias, entre 16 de fevereiro e 26 de março de 2018, os meandros colapsaram em vórtices que se destacaram do jato, que se tornou mais direito e um pouco

---

<sup>5</sup> Adaptado do Windy.com.

menos intenso. Nota-se ainda a formação de novos meandros, que tenderam a crescer, e mais tarde a colapsar em novos vórtices.

A circulação destas grandes áreas oceânicas possui semelhanças notáveis por todo o globo, pois cada oceano tem padrões básicos, que podem ser tratados como sistemas fechados, denominados “giros”. Um exemplo destes é o grande “giro de corrente” existente na região subtropical do Atlântico Norte, que circula no sentido dos ponteiros do relógio, anticiclónico. Com esta dissertação de mestrado pretende-se estudar este “Giro Subtropical de Corrente” e também o “Giro Subpolar de Corrente” (este a norte daquele), mais em concreto a parte oeste daqueles giros, investigando as várias correntes e fenómenos existentes na zona, por forma a no final, se obter um modelo climático do Atlântico Noroeste.

## **2.1. Descrição da morfologia do fundo do mar da área de investigação**

O Oceano Atlântico é a segunda maior bacia oceânica do planeta Terra, a qual está interligada a todas as outras (como um só Oceano). Os fundos do mar encontram-se maioritariamente entre os 3 km e os 6 km, onde existem muitas estruturas morfológicas que também fazem parte do Atlântico Norte, na área de estudo e sua envolvente, que passam a ser abordadas.

No mapa geográfico da área delimitada estão incluídas várias partes geográficas a norte, tais como o Mar do Labrador, o Golfo de São Lourenço, o Mar de Irminger e o Mar da Gronelândia com ligação ao Ártico. Mais a sul o Mar dos Sargaços (mar aberto), delimitado por correntes marítimas (a Norte Equatorial e a Corrente do Golfo). Outras partes geográficas envolventes, no exterior da área delimitada, mas que serão referidas ao longo da dissertação, pela sua influência nos fenómenos estudados, são, a norte, a Baía de Baffin e a Baía de Hudson, e a sul, o Golfo do México (mar semifechado), o Mar das Antilhas e o Mar das Caraíbas.

O Atlântico Noroeste recebe as águas de inúmeros rios que fluem para o mar nas costas leste do Canadá e dos EUA, podendo ser salientadas as bacias hidrográficas do Rio São Lourenço e as das baías de Delaware e de Cheasepeake.

A morfologia do fundo do mar é constituída pelo litoral (praias e a linha de costa), a margem continental (inclui a plataforma continental, talude continental, canhões

submarinos e rampa continental) e os fundos abissais. As bacias oceânicas profundas incluem fundos ou planícies abissais, cristas e elevações dorsais oceânicas, com grandiosos desenvolvimentos longitudinais, elementos vulcânicos dispersos e zonas de fratura (desalinhamento das cristas). A margem continental estudada, Costa Leste da América do Norte, é classificada de passiva (afastada de fronteiras de placas tectónicas), refletindo-se numa costa baixa, plataforma continental pouco profunda e extensa (Trujillo e Thurman, 2014, p. 86).

A área de investigação encontra-se compreendida entre as latitudes 28°30'N (tão a sul quanto a cidade de Orlando, na Florida) e 50°30'N (tão a norte quanto a ilha da Terra Nova ou de Newfoundland<sup>6</sup>, no Canadá) e nas longitudes de 075°30'W (tão a oeste quanto o extremo leste da Costa da Carolina do Norte) a 35°30'W, cerca de 185 milhas a oeste da ilha do Corvo, Açores.

A Corrente do Golfo inicia-se entre o estreito da Florida (Florida Keys) e as ilhas Baamas, encostando-se à linha de costa, sobre a plataforma continental, seguindo ao longo do talude continental (percorrendo-o mais ou menos em paralelo), afastando-se deste no Cape Hatteras, a ponta de terra mais a leste da Carolina do Norte. No Cape Hatteras o talude continental é mais acentuado, perfazendo uma transição para os fundos abissais com maior declive.

Nos mares sobre a plataforma continental larga pode existir uma circulação própria, algo independente da circulação da bacia profunda. Na maior parte da área de investigação, a plataforma continental tende a ser larga e pouco profunda, na continuidade de uma zona costeira plana e de declive suave, associado ao transporte e sedimentação dos rios do Leste dos EUA. A plataforma continental (desde a linha de costa até ao bordo da plataforma), a oriente da América do Norte é, em geral ampla desde a Florida até à ilha de Newfoundland, caracterizada pelos seus fundos planos, arenosos e de menores declives. Entre a Florida e a Terra Nova, existe uma peculiaridade evidente, que a plataforma continental torna-se consideravelmente mais estreita no Cape Hatteras, na Carolina do Norte (local onde a Corrente do Golfo inicia a sua divergência ou afastamento para leste, entrando sobre a planície abissal, deixando de seguir a sua rota tão junto ao

---

<sup>6</sup> Nesta tese escrevemos livremente, de modo indiferenciado, Terra Nova ou Newfoundland para a mesma geografia.

talude continental). Em seguida, a plataforma continental volta a alargar progressivamente até ao Cape Code, no estado do Massachusetts, retomando a sua larga extensão.

Segundo o Admiralty Sailing Directions, do United Kingdom Hydrographic Office, referente à *East Coast of the United States*, vol. 2, NP69, 2014 (referência que passaremos a abreviar por NP69), p. 13, a plataforma continental na parte norte desta costa estende-se até 90 milhas no mar, perto do Barnegat Inlet (39°45'N 074°06'W), diminuindo a 30 milhas do Cape Hatteras (35°13'N 075°32'W), até ao contorno de profundidade de 183 m. Daí desce bastante acentuadamente para o contorno de profundidade de cerca de 1.800 m. O Hudson Canyon é uma reentrância bem nítida na plataforma continental.

Ao longo da parte sudoeste desta área, entre o Cape Hatteras e o Cabo Canaveral (28°28'N, 080°33'W), a plataforma continental fica entre 30 e 75 milhas para o largo, diminuindo para 30 milhas do Cabo Canaveral (zona a partir da qual desce gradualmente para o contorno de profundidade de cerca de 1.800 m). O Blake Plateau localiza-se a 170 milhas a sudeste da entrada do rio Saint John's (30°24'N, 081°23'W) – NP69, 2014, p. 13.

O Admiralty Sailing Directions, do United Kingdom Hydrographic Office, referente à *East Coast of the United States*, vol. 1, NP68, 2013 (referência que passaremos a abreviar por NP68), p. 11, indica que o bordo continental desta plataforma é definido pelo contorno de profundidade de 180 m, penetrado por águas mais profundas que se estendem ao interior do Golfo de Maine, a menos de 20 milhas da costa.

Estão presentes dentro da área delimitada, desde as ilhas o largo de Nova Iorque a Cape Code, que são fragmentos desconetados da planície costeira (NP68, 2013, p.11). É existente nesta zona um grupo de montes submarinos a elevar-se a uma profundidade mínima de 1.400 m, estendendo-se para sudeste do Georges Banks por quase 600 milhas (NP68, 2013, p. 11).

Mais para nordeste, a plataforma continental revela na Nova Escócia (uma das dez províncias do Canadá) fundos baixos, bem como uma área mais alargada em torno de Newfoundland. Desta zona advém a corrente de água fria e pouco salina vinda do Mar do Labrador, este mais a norte.

De acordo com o Admiralty Sailing Directions, do United Kingdom Hydrographic Office, referente a *Newfoundland and Labrador*, NP50, 2011 (referência doravante a abreviar por NP50), p. 18, é entre as latitudes de 45,5°N a 50,5°N e longitudes de 066,5°W a 057,5°W que se situa o Golfo de São Lourenço, com ligação às águas a leste e a sul da Terra Nova, pelo estreito de Belle Isle (a norte da Terra Nova, mais curto e fechado à navegação durante vários meses no inverno e na primavera devido ao gelo) e o estreito Cabot (sempre navegável no lado sudoeste da Terra Nova). Nesta região são frequentes icebergues, pequenos blocos de gelo, banquisa de gelo e nevoeiros densos.

Os fundos abissais, normalmente com profundidades à volta de 5 km, estão nesta área bem abaixo da dimensão vertical das estruturas de correntes.

É visível uma rampa continental (junção dos leques de sedimentação na base do talude associados aos canhões submarinos) ao largo da Florida (profundidade dos 2,7 km aos 4,0 km), bem acentuada nas latitudes a sul da Geórgia (30°17'N aos 076°03'W) com uma reentrância de aproximadamente 2,7 km de profundidade, localizada a sudeste do Blake Plateau.

Na zona norte da área de investigação deparamo-nos com uma característica predominante do fundo do mar, ao largo da Terra Nova, um planalto submarino elevado chamado Grand Banks of Newfoundland que se estende até cerca de 180 milhas a oeste, 260 milhas a sudeste e 230 milhas a leste do Cape Race (ponta sul da Terra Nova). Estes estão numa protuberância da plataforma continental e formam a parte sul da plataforma da Terra Nova em geral com profundidades irregulares de 80 m (NP50, 2011, p. 18).

Na parte sul da plataforma da Terra Nova a água é claramente mais profunda no lado oeste, estendendo-se pela maioria das baías na Costa Sudeste da Terra Nova. No lado externo, a cerca de 300 milhas a leste do Cape Race, existe uma parte separada da plataforma continental chamada Flemish Cape que sobe para cerca de 126 m da superfície e é separada dos Grand Banks pelo Flemish Pass (um canhão submarino com cerca de 10 milhas de largura e profundidades superiores a 1.100 m) - NP50, 2011, p. 18.

Na Costa Leste do Labrador (já fora da área delimitada) a sua plataforma continental varia em largura de cerca de 70 a 170 milhas, onde existem vários bancos, separados por partes mais profundas (NP50, 2011, p. 18).

Em 40°15'N, 067°15'W é nítido um dos mais conspícuos dos diversos canhões submarinos da Costa Atlântica (Canyons of the Atlantic Coast). Outro ainda mais nítido é o Babylon Canyon em 39°22'N e 072°07'W, com continuidade em fundo abissal, através do Hudson Valley.

Entre as latitudes de 33°30'N a 40°00'N e longitudes de 067°15'W a 055°30'W é evidente a existência de uma sequência de aproximadamente 20 montes submarinos perceptíveis, orientados de noroeste para sudeste. Este conjunto de montes submarinos é denominado New England Sea Mounts e são uma cadeia de vulcões extintos submersos localizados a cerca de 500 milhas da Costa Leste da América do Norte. Existe um conjunto semelhante de montes submarinos aglomerados imediatamente a leste dos New England Sea Mounts. No entanto, estes possuem uma distribuição mais homogênea, podendo considerar-se uma orientação oeste-leste.

A área escolhida engloba na zona sudeste a crista dorsal médio atlântica (linha de cordilheiras, vulcões e planaltos), entre as latitudes 28°30'N a 39°30'N e as longitudes 045°30'W a 035°30'W, com profundidades de 1,5 a 3 km.

Na região ocidental ou sudoeste da área, figura o planalto das Bermudas.

## **2.2. Climatologia da área delimitada**

### **2.2.1. Células de convecção atmosférica**

A interação oceano-atmosfera está na origem dos ventos, das correntes e das ondas superficiais. O oceano cede calor à atmosfera, por evaporação e condução, nas latitudes baixas (regiões equatoriais e tropicais), o que inicia e preserva a convecção das células atmosféricas de escala grande. A atmosfera, por sua vez, retribui com as forças dos ventos climáticos<sup>7</sup> que forçam e sustentam as principais correntes marítimas superficiais. A complexidade de interação destes dois sistemas reflete-se no estado do tempo (momentâneo e local) e no clima (situação duradoura e regional) (Trujillo e Thurman, 2014, p. 179).

---

<sup>7</sup> Gerados pelo desigual aquecimento da superfície terrestre (em latitudes baixas há maior radiação solar incidente e absorção, e em latitudes altas prevalece a situação contrária).

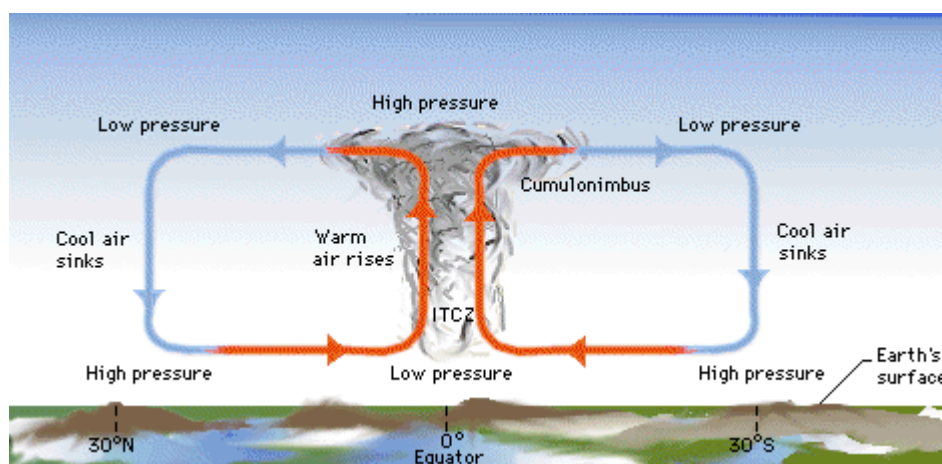
O aquecimento diferenciado, a espessura da troposfera e a rotação da Terra, são os mecanismos ou fatores responsáveis pela formação das células de circulação atmosférica, onde as massas de ar são influenciadas pela temperatura, humidade e pressão atmosférica (Trujillo e Thurman, 2014, p. 179).

Os raios solares incidem diretamente e com maior intensidade na zona equatorial da superfície terrestre (atravessando quase na perpendicular a atmosfera) e, à medida que as latitudes aumentam (a aproximar dos polos) os raios incidem obliquamente e com menor intensidade à superfície (atravessando obliquamente a atmosfera, propagando maior distância dentro dela). Devido a esta diferente exposição, na zona equatorial é transmitida e absorvida maior quantidade de calor (através dos raios solares) pelo oceano (Trujillo e Thurman, 2014, p. 185).

Se existisse apenas aquecimento diferenciado, ocorreria ascensão de ar na zona equatorial e movimento descendente na zona polar, originando vento superficial dos polos para o equador e vento em altitude no sentido contrário. Porém, no planeta Terra, sujeito a rotação diária em torno do eixo polar de onde resulta o efeito de Coriolis, sobre o ar em movimento, e, tendo em conta a espessura da troposfera, resultam as células de circulação atmosférica de Hadley (ver **Figura 3**), de Ferrel e a Polar, do equador para cada um dos polos, com os seus ventos de superfície (alísios de leste, prevalecentes de oeste e polares de leste) correspondentes (Trujillo e Thurman, 2014, pp. 188-189).

O oceano contém maior energia térmica na zona equatorial, que fornece à atmosfera através da superfície do mar (por condução e por evaporação). Esta zona é chamada de Zona de Convergência Intertropical (*Intertropical Convergence Zone* - ITCZ). É uma zona de baixas pressões onde o ar converge à superfície. Uma vez que a água do mar (encontra-se mais quente) transmite, por condução e evaporação, o seu calor à atmosfera (aquecendo e humidificando o ar e diminuindo-lhe a densidade) levando-o a ascender (iniciando a convecção), com a formação de nuvens de grande desenvolvimento vertical ou *cumulonimbus* de elevada precipitação. Em altitude o ar flui horizontalmente até às latitudes de cerca de 30 graus norte e sul. Nestas latitudes o ar seco revela movimento descendente para a superfície, a que corresponde a zona de altas pressões na superfície, de onde o ar diverge, passando a integrar os ventos alísios de leste (no lado

equatorial) ou os ventos de oeste das latitudes médias (no lado polar) (Trujillo e Thurman, 2014, p. 191).

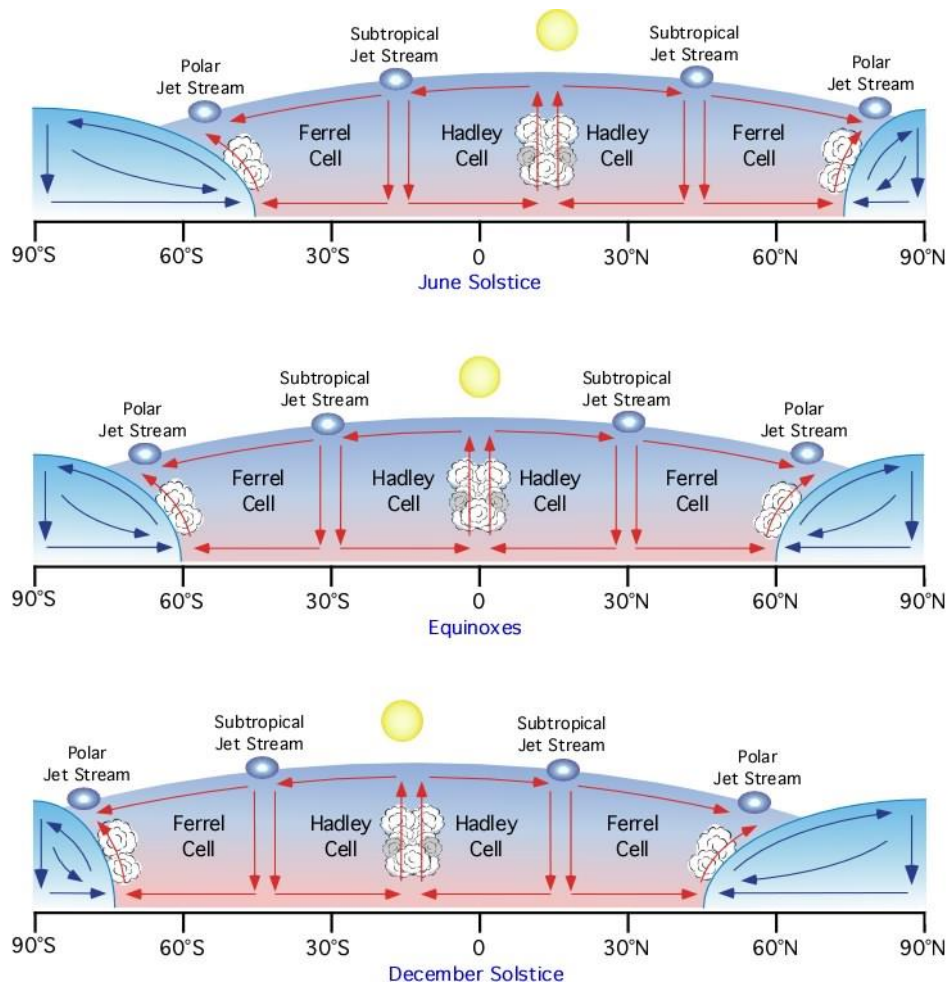


**Figura 3** - Circulação atmosférica das células de Hadley (McLean, 2018). Acedido em 1 de março de 2018.<sup>8</sup>

Outro fenómeno contribuinte na movimentação em latitude da posição das células de convecção (ver **Figura 4**) é a translação da Terra, na órbita em torno do sol, aliada à obliquidade da eclíptica (plano da órbita terrestre) ou ângulo de cerca de  $23,5^{\circ}$ , relativo ao plano equatorial, o que origina as estações do ano, por desigual exposição dos hemisférios norte e sul aos raios solares. Das estações do ano decorre a prevalência de altas pressões térmicas nos continentes durante o inverno e de baixas pressões no oceano, e o contrário durante o verão (baixas pressões térmicas continentais e altas pressões no oceano) (Trujillo e Thurman, 2014, pp. 180-181).

Posto isto, como a Terra gira sobre si mesma (rotação) de oeste para leste, provoca o efeito de Coriolis, que se manifesta na deflexão dos movimentos (de ventos e de correntes marítimas) para a direita no hemisfério norte e para a esquerda no hemisfério sul, com a particularidade desta força e respetivo efeito variar em latitude, com a convergência dos meridianos, sendo nula no equador e máxima nos polos. À variação do parâmetro de Coriolis com a latitude corresponde o chamado efeito beta, o que tem consequências na dinâmica dos geofluidos, entre elas a intensificação ocidental das correntes marítimas (Trujillo e Thurman, 2014, pp. 188-189).

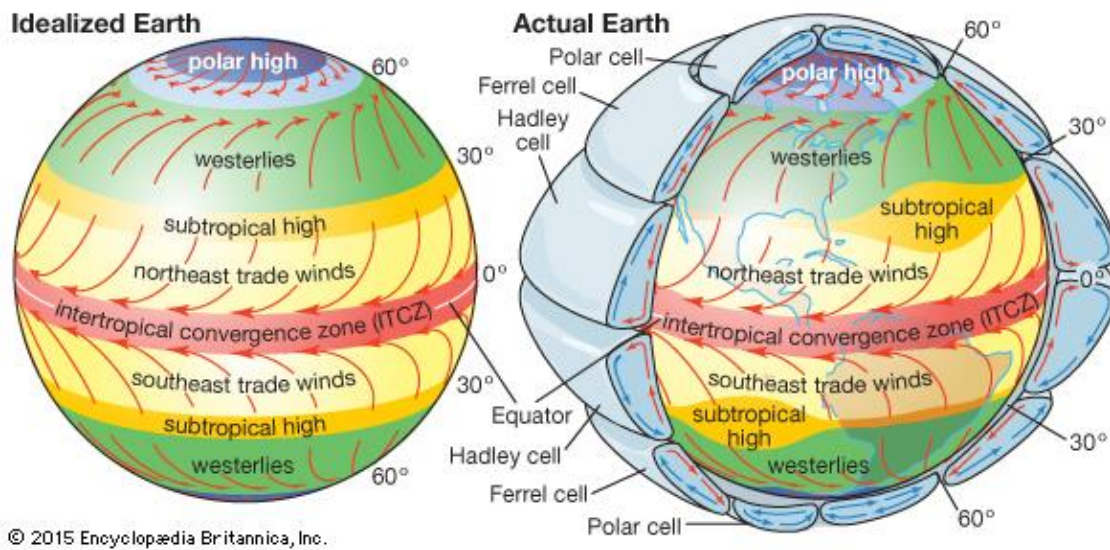
<sup>8</sup> Retirado de de <https://www.slideshare.net/expattam/the-itcz-hurricanes-and-droughts>.



**Figura 4** - Diferença de localização das zonas de convergência e divergência, ao longo do ano, devido à inclinação do eixo da Terra e da sua translação (Pidwirny e Scott, 1999-2018). Acedido em 12 de março de 2018.<sup>9</sup>

Os ventos superficiais, nas células de Hadley, movem-se das altas pressões dos 30 graus norte e sul para as baixas pressões equatoriais, mas não exatamente na direção norte-sul. Devido à deflexão, provocada pelo efeito de Coriolis, no hemisfério norte massas de ar ao aproximarem-se do equador defletem para a direita (para oeste). No hemisfério sul o vento ao soprar das altas das latitudes 30 graus sul para o equador, ao defletirem para a esquerda sopram também com componente de leste. Com argumentos semelhantes explicam-se os ventos das latitudes médias, na célula de Ferrel, entre latitudes de 30 e de 60 graus, com componentes de oeste em ambos os hemisférios, bem como os das células polares, entre as latitudes de 60 e 90 graus, com componentes de leste (**Figura 5**) (Trujillo e Thurman, 2014, p. 189).

<sup>9</sup> Retirado de [http://www.physicalgeography.net/fundamentals/images/vertical\\_circulation.jpg](http://www.physicalgeography.net/fundamentals/images/vertical_circulation.jpg).



**Figura 5** - Circulação global dos ventos de superfície, células atmosféricas (Encyclopaedia Britannica, 2015). Acedido em 15 de março de 2018<sup>10</sup>.

É também devido ao efeito de Coriolis que no hemisfério norte as baixas atmosféricas têm circulação positiva ou ciclônica (no sentido contrário dos ponteiros do relógio) com o vento à superfície em torno do centro de convergência de baixa pressão. No hemisfério sul a circulação em torno das baixas pressões ou ciclônica é no sentido dos ponteiros do relógio. Em torno das altas pressões atmosféricas a circulação convencionalmente é negativa ou, anticiclônica (no sentido no ponteiro dos relógios no hemisfério norte e no sentido contrário no hemisfério sul) (Trujillo e Thurman, 2014, p. 193).

### 2.2.2. Climatologia de ventos e correntes de vento

Na zona sul da área delimitada predomina, em geral, o regime dos ventos alísios (*trade winds*), que sopram de leste para oeste, correspondente às latitudes tropicais, desde o equador até às latitudes de 30°N (na área em específico dos 28,5°N aos cerca de 35°N, correspondente às latitudes subtropicais). Por outro lado, na parte mais a norte da área, o regime de vento predominante é contrário, de oeste (*westerlies*), correspondente às latitudes médias, de 30°N a 60°N (na área em específico dos cerca de 35°N aos 50,5°N). Estas faixas ou áreas de ventos climáticos são consistentes com a explicação prévia relativa às células de convecção atmosféricas de Hadley e de Ferrel.

<sup>10</sup> Retirado de <https://news.power102fm.com/met-office-advice-citizens-to-brace-for-heavy-rainfall-41876>.

Não constando na área delimitada, no entanto pela sua influência na circulação dos ventos e das correntes, torna-se importante frisar a existência de uma terceira célula atmosférica no hemisfério norte, a célula polar, caracterizada por ventos polares de leste (*polar easterlies*) e localizada nas latitudes elevadas, dos 60°N (com movimento de ar ascendente) aos 90°N (com movimento de ar descendente).

Nas latitudes subtropicais, dos 30°N a 40°N, existe a alta pressão dos Açores. Desloca-se em longitude tanto para oeste, Bermudas, como para leste, Portugal, mas também pode deslocar-se subindo ou descendo em latitude. Esta alta pressão, localizada a sul da área de estudo, é gerada devido à descida de ar na fronteira da circulação de Hadley e de Ferrel.

Os ventos climáticos (persistentes) provocam movimento nas águas superficiais, originando correntes. O vento persistente transfere energia para a água do mar, dando início a uma corrente. Esta, em combinação com o efeito de Coriolis, na superfície apresenta cerca de 45° de desvio, em relação ao rumo do vento, para a direita no hemisfério norte e para a esquerda no hemisfério sul. A variação angular da corrente forçada pelo vento, manifesta-se em profundidade de acordo com a chamada espiral de Ekman, a qual, contabilizada em toda a sua extensão vertical, a designada camada de Ekman de superfície, leva a uma resultante de água deslocada de 90° para a direita do rumo do vento no hemisfério norte e 90° para a esquerda no hemisfério sul (Pond e Pickard, 1983, pp. 106-112).

Dos ventos climáticos dominantes e tendo em conta a teoria de Ekman resultam correntes a fluir de leste para oeste nas latitudes de equatoriais a subtropicais (na área delimitada dos 28,5°N aos cerca de 35°N) e correntes a fluir de oeste para leste nas latitudes médias (na área em específico dos cerca de 35°N aos 50,5°N).

No Atlântico Norte a Corrente Equatorial Norte, propulsionada pelos ventos alíseos, de leste para oeste, na parte ocidental da bacia tende a ser defletida pela margem continental, reorientando-se a fluir para norte ao longo da Costa Leste da América do Norte. Parte da Corrente Equatorial Norte entra pelo Mar das Caraíbas e Golfo do México de onde sai pelo estreito da Florida, entre esta e a ilha de Cuba, pela designada Corrente da Florida, esta continuada pela Corrente do Golfo. Estas correntes são intensas e

profundas, a designada intensificação ocidental, consequente com a variação do parâmetro de Coriolis com a latitude, ou efeito beta (Trujillo e Thurman, 2014, p. 233).

Da variação espacial dos ventos climáticos dominantes e do transporte de Ekman associado resultam convergências ou divergências horizontais do transporte. Associado a convergências horizontais ocorrem movimentos descendentes ou de *downwelling*. A divergências horizontais associam-se movimentos ascendentes ou de *upwelling*. Na área delimitada distingue-se a convergência subtropical (dos 30°N aos 40°N na transição dos alísios para os ventos de oeste) e convergência subártica (dos 50°N aos 55°N) no extremo norte. Já fora da área, a norte, há a divergência subpolar ártica (dos 60°N aos 70°N na transição dos ventos de oeste para os polares de leste) e a sul a divergência equatorial, na área da ITCZ (dos 5°N aos 10°N).

Na já referida divergência subpolar ártica verifica-se ascensão de águas de subsuperfície, em conformidade com a bombagem de Ekman, fenómeno de *upwelling*, o que contribui para menor dimensão vertical da termoclina permanente, caso esta ainda se revele, já que, nestas latitudes, a termoclina permanente tende a desaparecer. A superfície do mar tende a ser menos elevada do que o normal.

Na zona central e sul da área delimitada, na mencionada convergência subtropical norte, a água é acumulada e é bombeada da superfície para baixo contribuindo para ter a base da termoclina permanente mais profunda, com cerca de 1.100-1.200 m. A superfície do mar tende a ser mais elevada do que o normal e tende a ocorrer *downwelling*.

Na antes mencionada convergência subártica, nos 50°N a 55°N, no lado sul da fronteira entre a célula de Ferrel e a Polar, perto das latitudes da Islândia, onde os *westerlies* contribuem para uma acumulação de água (convergência) sendo bombeada de modo a descender para imersões intermédias. Esta é uma convergência com *downwelling*, que provoca a formação da Massa de Água Intermédia do Atlântico Norte (posicionada entre as imersões de 1 a 2 km).

Nos Grand Banks da Terra Nova, com ar relativamente quente e húmido, em contacto com a água mais fria do mar (Corrente do Labrador), há condições favoráveis para condensação e ocorrência de nevoeiros, tão característicos desta região.

### 2.3. Massas de água

A água do mar tem as suas propriedades distribuídas tridimensionalmente, por latitude, longitude e imersão ou profundidade. Em geral as variações das propriedades são menores na horizontal do que na vertical.

Na superfície do mar (quase exclusivamente) dão-se processos (aquecimento, evaporação, arrefecimento, precipitação) que atribuem propriedades características de temperatura e de salinidade às amostras de água. É na superfície do mar onde há formação de vários tipos de água. Existem diversas águas tipo<sup>11</sup> que ao se misturarem (duas ou mais) resultam numa massa de água<sup>12</sup> (Pickard e Emery, 1990, p. 116).

Como a amostra de água, após a sua formação e se afastada da superfície, tende a conservar a sua identidade (mantém as suas propriedades de origem, caracterizada pelos seus valores de temperatura, salinidade e densidade), durante os longos percursos de movimento no oceano, permite através de um diagrama T-S<sup>13</sup> identificar a sua origem ou local de formação (na superfície), de qualquer amostra de água profunda.

Segundo Emery e Meincke, (1986), após Sverdrup *et al.* (1942)<sup>14</sup>, a maioria dos estudos de massas de água foram produzidos regionalmente e nunca relacionados com a distribuição global, à exceção de Mamayev (1975), que elaborou uma tabela com as características de temperatura e de salinidade, bem como mapas globais de massas de água superficiais, intermédias e profundas (numa escala muito pequena e de difícil determinação dos critérios definidos para os limites das massas de água).

Segundo Wright e Worthington (1970), citados por Emery e Meincke (1986), apesar das massas de água do Atlântico Norte permanecerem essencialmente iguais, a caracterização ou nomes destas, durante a segunda metade do século passado, tornaram-se confusas, devido ao maior grau de complexidade. Consequentemente, Emery e

---

<sup>11</sup> Água tipo é uma porção de água homogénea resultante da associação de temperatura e salinidade diferente e particular, representada por um ponto num diagrama T-S.

<sup>12</sup> Massa de água é o resultado da mistura de duas ou mais águas tipo e é representada por um retângulo ou uma curva num diagrama T-S.

<sup>13</sup> O diagrama T-S é um gráfico onde é refletido o perfil vertical de uma amostra de massa de água de uma estação, através da temperatura (ordenadas) e da salinidade (abcissas).

<sup>14</sup> Primeiro estudo com a caracterização das massas de água numa visão geral mundial, com pormenor nas massas de água superficiais e intermédias.

Meincke (1986) produziram um artigo para atualizar as massas de água globais, de forma compacta, sem rever todas as massas de água especificamente regionais identificadas e estudadas anteriormente. Estes cientistas utilizaram a definição clássica de camadas verticais para separar as massas de água, estimando as distribuições horizontais dessas em três camadas verticais: superior (0-500 m), intermédia (500-1.500 m) e profunda ou abissal (1.500 m - fundo) (Emery e Meincke, 1986, p. 384). No entanto, as tabelas e mapas elaborados contêm pequenas discordâncias na definição de camadas superficiais centrais e intermédias. Estes limites verticais das massas de água não são rígidos devido à exposição tridimensional, porque as zonas de interseção são ténues, de difícil delimitação, tanto a nível horizontal como vertical (Emery e Meincke, 1986, p. 387).

Seguidamente apresenta-se a **Tabela 1** (onde estão descritas as propriedades) e um mapa geográfico personalizado para o Oceano Atlântico, adaptado desse estudo.

A distribuição da massa da água da camada superior corresponde ao padrão de circulação médio da superfície. As águas centrais, em particular as ocidentais, estão associadas aos principais giros subtropicais delimitados pelas águas superficiais polares nas latitudes mais altas, onde as águas pouco salinas, provenientes da precipitação, escoamento e derretimento do gelo, contribuem para formar as águas frias e pouco salinas que posteriormente se afundam para formar águas intermédias (Emery e Meincke, 1986, p. 388).

As águas de superfície (ou oceano superior) posicionam-se desde a superfície até à base da termoclina permanente (esta, em geral, varia entre 500 m e cerca de 1.000 m de imersão). Dentro destas existem dois subtipos de massas de água. As centrais, formadas à superfície nos giros subtropicais, na convergência subtropical dos 30-40° N e S devido à fronteira das células de Hadley e Ferrel, que exercem uma convergência horizontal (criando *downwelling*) das águas superficiais desta zona, em coerência com o efeito da circulação anticiclónica dos ventos climáticos. No interior geostrófico (desde a base da camada de Ekman até à base da termoclina), em virtude da convergência horizontal e bomba de Ekman com *downwelling*, o movimento horizontal será para o lado polar (Marshall e Plumb, 2008, p. 206). As águas de superfície subpolares, originárias da divergência superficial subártica e subantártica (60-70° N e S) nas fronteiras de células

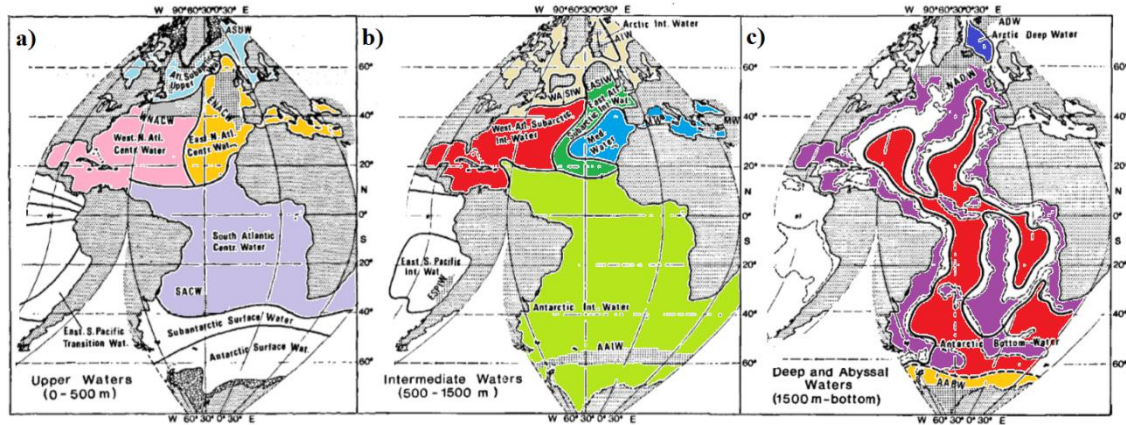
Ferrel e Polar, onde os ventos de circulação ciclónica (no hemisfério norte) obrigam a água de subsuperfície ou profunda a subir (*upwelling*) e tende a fluir para o polo.

<b>Tipo de água</b>	<b>Nome da Massa de Água</b>	<b>Temperatura °C</b>	<b>Salinidade g/kg</b>
<b>Upper waters (0-500 m)</b>	(ASUW) Atlantic Subarctic Upper Water	0,0 - 4,0	34,0 - 35,0
	(WNACW) Western North Atlantic Central Water	7,0 - 20,0	35,0 - 36,7
	(ENACW) Eastern North Atlantic Central Water	8,0 - 18,0	35,2 - 36,7
	(SACW) South Atlantic Central Water	5,0 - 18,0	34,3 - 35,8
<b>Intermediate waters (500-1500 m)</b>	(WASIW) Western Atlantic Subarctic Intermediate Water	3,0 - 9,0	34,0 - 35,1
	(EASIW) Eastern Atlantic Subarctic Intermediate Water	3,0 - 9,0	34,4 - 35,3
	(AAIW) Antarctic Intermediate Water	2,0 - 6,0	33,8 - 34,8
	(MW) Mediterranean Water	2,6 - 11,0	35,0 - 36,2
	(AIW) Arctic Intermediate Water	-1,5 - 3,0	34,7 - 34,9
<b>Deep and abyssal waters (1500 m - bottom)</b>	(NADW) North Atlantic Deep Water	1,5 - 4,0	34,8 - 35,0
	(AABW) Antarctic Bottom Water	-0,9 - 1,7	34,64 - 34,72
	(ABW) Arctic Bottom Water	-1,8 - (-0,5)	34,88 - 34,94

**Tabela 1** - Massas de água do Oceano Atlântico. Adaptado de Emery e Meincke, 1986, p. 385 <sup>15</sup>.

Na **Figura 6 a)** e **Tabela 1** na linha com o título de *upper waters* (água superficiais ou oceano superior) podemos ver as distribuições geográficas das quatro águas de superfície e centrais do Oceano Atlântico e os seus respetivos valores de temperatura e salinidade.

<sup>15</sup> Adaptado de Emery e Meincke (1986), "Global water masses: summary and review", *Water masses Global distribution Temperature Salinity*, Oceanologia Acta, 1986, Vol. 9 - N°4, p. 385.



**Figura 6** - Distribuição de massas de água no Oceano Atlântico para: a) *upper water* (0-500 m), b) *intermediate water* (500-1.500 m), c) *deep and abyssal water* (1.500 m – bottom). Para uma melhor definição consultar o **Anexo D**. Adaptado de Emery e Meincke, 1986, pp. 388 e 389 <sup>16</sup>.

Desta forma no extremo norte do Oceano Atlântico Norte está presente a ASUW, desde o sul da Terra Nova até aos mares nórdicos (englobando as latitudes 43°N-50,5°N da área delimitada), com 0,0° C a 4,0° C e 34,0 g/kg a 35,0 g/kg.

Para sul daquela temos a Água Central do Atlântico NACW, não constando na **Tabela 1** nem na **Figura 6**, porque foi dividida na Água Central do Atlântico Norte Oriental (*Eastern North Atlantic Central Water* - ENACW), a leste da área escolhida, e na Água Central do Atlântico Norte Oeste (*Western North Atlantic Central Water* - WNACW) (Emery e Meincke, 1986, p. 384). Esta última, segundo Wright e Worthington (1970), citados por Emery e Meincke, 1986, tem as características da NACW definida por Sverdrup *et al.* (1942) e é a que abrange praticamente toda a área de investigação restante (Emery e Meincke, 1986, p. 384).

Abordando mais especificamente a origem das massas de água, constantes na área delimitada de investigação, temos a diferenciação entre ENACW e WNACW, devido às diferentes características físicas do lado oriental e ocidental, originadas pela circulação do giro subtropical norte. A margem leste do continente Americano é dominado pelo intenso sistema da Corrente do Golfo (profunda e intensa) e tem picnoclinas relevantes geralmente mais profundas do que no lado oriental da bacia atlântica. Desta forma a

<sup>16</sup> Adaptado de Emery e Meincke (1986), “Global water masses: summary and review”, Water masses Global distribution Temperature Salinity, Oceanologia Acta, 1986, Vol. 9 - N°4, figura 1 p. 388; figura 2-3 p. 389.

WNACW está em contacto mais próximo com a água menos salina da *Western Atlantic Subarctic Intermediate Water* (WASIW). Na parte oriental, a convecção no inverno permite a transferência direta de sal da camada superficial para a água central, resultando no aumento de salinidades na ENACW. Este aumento também pode refletir-se devido à influência da Água Intermédia Subártica do Atlântico Oriental (*Easter Atlantic Subarctic Intermediate Water* - EASIW). Sendo que esta é mais salgada pelo contacto com a MW que tem um máximo de salinidade devido à alta evaporação do mar marginal (Emery e Meincke, 1986, p. 384).

A quarta massa de água do Oceano Atlântico, que em nada interfere na área delimitada, fica apenas referenciada como Água Central do Atlântico Sul (*South Atlantic Central Water* - SACW) e estende-se tão a norte quanto 15°N, segundo Tomczak, 1984 a e b, *apud* Emery e Meincke, 1986, p. 384.

As massas de água intermédias, localizadas entre as águas de superfície ou centrais e as águas profundas, isto é, dos 500 a 1.000 m até aos 1.500 a 2.000 m, estão presentes na **Figura 6 b)** e **Tabela 1** com o título de *intermediate waters* (águas intermédias). Existem cinco águas intermédias no Oceano Atlântico, sendo que quatro destas estão presentes na área delimitada.

A NAIW que é dividida na WASIW, abrangendo praticamente toda a área delimitada, e a EASIW nas longitudes dos Açores, correspondente ao canto inferior direito da área delimitada, e ainda a leste dos Açores, estende-se uma pequena ramificação da MW, também conhecida por *Mediterranean Outflow Water* (MOW) ou Fluxo de Saída de Água Mediterrânica (Emery e Meincke, 1986, p. 384). Estas águas intermédias resultam da convergência Ártica, nos cerca de 55°N, empurrando a água superficial para a subsuperfície ou níveis intermédios (ou *downwelling*), que flui do lado polar até à parte mais a norte da área delimitada, na latitude da Terra Nova. As águas intermédias do Atlântico Norte, formadas a sul da Gronelândia e da Escócia, devem a sua ampla gama de salinidades às contribuições de um grande intervalo de latitudes, que é a consequência da assimetria da circulação do giro subtropical do Norte e um largo número de fontes de águas (Mar do Labrador, Mar da Noruega e da Gronelândia, Água do Mar Mediterrâneo e do Atlântico Sul) (Emery e Meincke, 1986, p. 385).

Por outro lado, a Água Intermédia da Antártida (*Antartic Intermediate Water - AAIW*), resultante da convergência Antártica nos 50°S, corresponde aproximadamente à zona de transição entre as frentes polares Subantárticas e Antárticas, denominada Fronteira Antártica por Gordon (1971), *apud* Emery e Meincke, 1986, p. 388. Esta AAIW existe em todas as bacias oceânicas e prolonga-se até aos cerca de 20°N no Oceano Atlântico, não estando presente na área em estudo.

A Massa de Água Profunda do Atlântico Norte é formada à superfície, por arrefecimento de inverno e formação de gelo no mar nórdico, particularmente no mar da Gronelândia e crê-se maioritariamente no Mar da Noruega, transitando para sul e descendo para maiores profundidades pelos *sills* do Danish Strait, entre a Gronelândia e a Islândia, e do Faroe Bank Channel, a leste das Ilhas Faroe (Siedler *et al.*, 2001, p.22 e p.401) e também (Pickard e Emery, 1990, p. 154). Esta segue para sul até encontrar-se com a água da Antártida, onde irá ascender para misturar-se com águas antárticas, tornando-se na principal constituinte de águas profundas circumpolares (*Circumpolar Deep Waters - CDW*) (Emery e Meincke, 1986, p. 389).

As massas de água profundas situam-se dos cerca de 2 km aos 4 km e as de fundo dos cerca de 4 km até ao fundo. Na **Figura 6 c**) e **Tabela 1**, com o título *deep and abyssal waters*, é identificada a NADW. Constando ainda a Água de Fundo da Antártida (*Antarctic Bottom Water - AABW*) e a Água de Fundo do Ártico (*Arctic Bottom Water - ABW*). A AABW não parece alcançar a área de estudo. A ABW, água profunda e inferior dos mares da Noruega-Gronelândia, separada do resto do oceano mundial, devido ao sistema de crista da Gronelândia-Escócia, possui as seguintes características T-S: -1,8° C a -0,5° C e 34,88 g/kg a 34,94 g/kg (Emery e Meincke, 1986, p. 385). A ABW não é aparente na área de estudo. Esta distribuição de água abissal reflete a influência da topografia de fundo, no repouso das massas de água de fundo, consistente com a distribuição apresentada por Wüst (1935), citado por Emery e Meincke, 1986.

Existem dois tipos de água regionais presentes na área delimitada. Uma é a *shelf water* (água de plataforma) situada em cima da plataforma continental, pouco salina devido à influência das descargas fluviais, para o mar, das bacias hidrográficas da América do Norte, regiões de elevada precipitação e de degelos. A segunda é a *slope water* que é a água do mar proveniente da Corrente do Labrador posicionada ao largo da

*shelf water*, entre esta e a Corrente do Golfo, sobreposta ao talude continental, também misturada com água da *shelf water*.

## **2.4. Modelos dinâmicos de circulação**

### **2.4.1. Modelo geostrófico**

A geostrofia é a melhor aproximação para o movimento no interior do oceano, afastado dos atritos, pela proximidade do fundo ou pela tensão do vento na superfície. O movimento geostrófico é resultante de duas forças em equilíbrio, a de Coriolis e a do gradiente horizontal da pressão. O efeito de Coriolis é notado sobretudo em movimentos em escalas grandes ou médias, como é o caso dos que pretendemos avaliar neste trabalho.

O ajustamento geostrófico é um processo em que um movimento, iniciado pela força do gradiente da pressão, se ajusta, com a deflexão pela força de Coriolis, até ao equilíbrio, com o movimento estabilizado a seguir as isolinhas de igual pressão (isóbaras), o que pressupõe a ausência de atritos (Pond e Pickard, 1983, p. 80). As isóbaras seguem padrões algo curvos, envolvendo centros de altas e de baixas pressões, o movimento seguirá ao longo dessas isóbaras. No hemisfério norte, a circulação é no sentido dos ponteiros do relógio em torno de alta pressão, onde está fluido menos denso, de maior temperatura e maior elevação. E no sentido contrário aos ponteiros do relógio em torno de baixa pressão, onde está fluido mais denso, de menor temperatura e menor elevação. No hemisfério sul ocorre o inverso.

O gradiente horizontal meridional de densidade, resulta em gradiente vertical de velocidade zonal, e o gradiente horizontal zonal de densidade, resulta em gradiente vertical de velocidade meridional. Isso é explicado pelas chamadas “relações do vento térmico”, as quais são a base para se calcular a componente baroclínica da corrente geostrófica no oceano.

Utilizando uma sonda para medição de condutividades, temperaturas e imersões ou pressões (as sondas denominadas de CTD<sup>17</sup>), fazendo perfis verticais de medições, numa malha de estações, podem calcular-se os valores das componentes da corrente geostrófica, entre pares de estações adjacentes ou vizinhas.

---

<sup>17</sup> CTD significa *Conductivity, Temperature and Depth probe*, isto é, sonda para medições de temperaturas, condutividades e imersões.

Se uma massa ascender, a sua energia potencial é aumentada, e se descender é diminuída. As diferenças de geopotencial entre isóbaras obtêm-se pela integração numérica dos volumes específicos, na vertical, entre elas. Ao integrar esses volumes específicos, na vertical, ou seja no domínio da pressão, da maior imersão (nível assumido sem movimento profundo) até às menores, as diferenças de geopotencial revelam-se positivas e crescentes com o aumento da distância vertical entre elas. As diferenças de geopotencial entre superfícies isobáricas são ainda maiores com maiores volumes específicos (maiores conteúdos térmicos e menores salinidades). Para cada nível ou superfície isobárica, em cada estação de uma malha regular, obtêm-se os respetivos geopotenciais (relativos ao nível de referência profundo que for assumido, por exemplo 1.000 ou 1.500 dbar). As diferenças de geopotencial, em cada isobárica, entre estações vizinhas, nessa malha, correspondem a forças do gradiente horizontal da pressão, das quais, tendo em conta as distâncias horizontais e o efeito de Coriolis, correspondente às latitudes, permitem calcular as velocidades geostróficas na normal às secções definidas pelas estações da malha. Esta é a base do método geostrófico, o qual é resolvido na ferramenta informática desenvolvida, a abordar no **Capítulo 3**. Uma abordagem consistente sobre o método geostrófico pode ser lida em Pond e Pickard, 1983, pp. 68-82.

#### **2.4.2. Modelos de circulação oceânica**

A explicação da circulação oceânica (de grande escala forçada pelos ventos climáticos, nas bacias oceânicas) é feita com base em três modelos clássicos: Sverdrup (1947), Stommel (1948) e Munk (1950), como pode ser constatado em (Pond e Pickard, 1983, pp. 118-142). Têm em comum dois rotacionais, a vorticidade planetária (rotação da Terra) e o rotacional do campo dos ventos climáticos (inicialmente descritos por Sverdrup). Os de Stommel e de Munk acrescentaram, respetivamente, os rotacionais do atrito de fundo e do atrito lateral.

A solução analítica de Sverdrup, tendo em conta os ventos climáticos (alíseos, de oeste e polares de leste), proporcionava a representação dos giros subtropicais e subpolares, centrados no meio das bacias oceânicas, nas latitudes de 30° e de 60°. Era aproximação que não correspondia à já então conhecida assimetria e intensificação ocidental desses giros. Estes aspetos foram resolvidos e representados, primeiro pela solução de Stommel e depois pela de Munk, sendo que a intensificação ocidental foi

explicada pelo efeito beta ou variação do parâmetro de Coriolis com a variação da latitude. Estas soluções permitem explicação consistente com os efeitos diretos e indiretos dos ventos climáticos (bombagem de Ekman e geostrofia) e os consequentes movimentos geostróficos.

Na região em estudo, no oceano superior, existem as partes ocidentais dos giros subtropical e subpolar do Atlântico Norte, respetivamente com circulações anticiclónicas e ciclónicas (Marshall e Plumb, 2008, pp. 213-214).

No oceano inferior ou abaixo da termoclina permanente, os movimentos das massas de água (intermédias, profundas e de fundo) são geostróficos e devidos a gradientes de densidades e de pressões, havendo as explicações da *meridional overturning circulation* ou a designada correia de transmissão do oceano global (também designadas de circulação termohalina) – Trujillo e Thurman, 2014, p. 246.

## 2.5. Correntes

Em coerência com o modelo de circulação oceânica, abordado em 2.4.2. podemos referir o giro subtropical e o giro subpolar do Atlântico Norte como os principais sistemas de correntes de bacia oceânica na área em estudo.

Do giro subtropical fazem parte as correntes Equatorial Norte, a das Antilhas, a das Caraíbas, a da Florida, a do Golfo, a do Atlântico Norte e a de Portugal ou das Canárias. Do giro subpolar fazem parte a do Atlântico Norte (comum ao giro subtropical), a da Noruega, a do Leste da Gronelândia, a do Oeste da Gronelândia e a do Labrador.

A Corrente Norte Equatorial, guiada pelos ventos alíseos de nordeste (corrente transversal entre as duas margens da bacia oceânica), flui de leste para oeste, alimentando a Corrente das Caraíbas e das Antilhas, a fluir para noroeste ou interior do Golfo do México. De seguida a Corrente da Florida que sai do Golfo do México, pelas Florida Keys, para norte, é continuada pela Corrente do Golfo ou Gulf Stream para norte-nordeste. Esta pode atingir velocidades de ponta de 4-5 nós, uma das mais intensas das correntes superficiais. Na longitude da Terra Nova a Corrente do Golfo dá origem à Corrente do Atlântico Norte (CAN) para norte-nordeste. Divide-se e contribui para as circulações subpolares dos mares da Noruega, da Gronelândia e do Ártico, bem como um ramo na origem da Corrente dos Açores (CA). No lado leste do giro subtropical a Corrente

das Canárias fria, a fluir para sul (lenta, larga e pouco profunda), ligando-se à Corrente Equatorial Norte, fechando desta forma o giro. É no meio deste giro que reside o Mar dos Sargaços. Destas estão presentes na área em estudo as correntes da Florida, do Golfo, do Atlântico Norte e até, embora menos perceptível, a CA (Pickard e Emery ,1990, pp. 141-142).

Na parte noroeste da área em estudo existe também a Corrente do Labrador, a fluir para sul, entre a Corrente do Golfo e a Costa Leste da América do Norte, que acaba por ser alimentada pela Corrente da Gronelândia. O giro subpolar do Atlântico Norte revela intensificação ocidental na corrente do Labrador.

### **2.5.1. Corrente do Labrador**

A Corrente do Labrador, com transporte de 3,4 a 4,5 Sverdrup, flui a sudeste das costas leste do Labrador e Newfoundland, transportando água fria que cobre os Grand Banks da Terra Nova. Esta é alimentada pela corrente do Canadá e pela corrente que flui do Hudson Strait, isto é a mistura de água da Corrente do Oeste da Gronelândia e da Baía de Baffin. A parte leste da Corrente do Labrador é aumentada pela água menos fria da Corrente de Irminger, que é originada a sudeste da Islândia e que se aproxima da Costa Sul da Gronelândia. A sul de Newfoundland e dos Grand Banks, a Corrente do Labrador encontra-se com a Corrente do Golfo, sendo que, a nordeste dos Grand Banks, aquelas são substituídas pela Corrente do Atlântico Norte (NP50, 2011, p. 19).

A Corrente do Labrador contorna a Newfoundland e a Nova Escócia e flui para sul, junto à Costa Leste dos EUA, acompanhando a plataforma continental. A Corrente do Labrador tem caudal da ordem dos 4,5 Sv e transporta água com temperaturas de 0° C ou menos e salinidade de 30 a 34 g/kg (Pickard e Emery ,1990, p. 171).

Transporta a maioria dos icebergues encontrados no Atlântico Norte. Ela encontra-se com a Corrente do Atlântico Norte a sudeste de Newfoundland.

A divergência de água no Davis Strait (entre a Baffin Bay a norte e o Mar do Labrador a sul) e no oeste da Gronelândia cria zonas de *upwelling* que são áreas de elevada produtividade biológica.

### 2.5.2. Corrente do Golfo e *eddies*

A Corrente do Golfo tem origem no Golfo do México, num jato intenso que sai do Estreito da Florida, dirigindo-se para norte, ao largo da Costa Leste dos EUA, até ao Cape Hatteras (local onde deriva para leste a afastar da costa), na Carolina do Norte. Quando passa paralela ao Grand Banks torna-se difusa e origina a Corrente do Atlântico Norte.

A Corrente do Golfo é constituída pelas águas mais quentes e mais salinas do Atlântico Noroeste. É a mais forte, quente e intensa corrente da área devido à intensificação ocidental. Ela é responsável por distribuir calor e salinidade ao Atlântico Norte e através das suas características turbulentas (meandros e vórtices) contribui para a mistura e distribuição das propriedades da água.

A Corrente do Golfo, na continuidade da Corrente de Florida, tem origem nas latitudes baixas (Corrente Equatorial Norte), com um fluxo para maiores latitudes, com uma largura de 100 a 150 km, estendendo-se desde a superfície até cerca de 2.000 m de profundidade, atingindo velocidades de ponta de 4 a 5 nós, com elevado caudal (cerca de 75 a 115 Sv) - Pickard e Emery, 1990, pp. 143-145.

Muitas vezes os meandros da corrente fecham-se em *eddies* ou vórtices isolados que continuam em rotação. No lado quente da corrente, os *eddies* têm núcleos frios, enquanto no lado frio têm núcleos quentes. Estes *eddies* podem persistir meses a anos e continuar a migrar no escoamento onde estão embebidos.

Segundo Richardson (1983, p. 22), um anel recentemente formado é, à priori, elíptico, tornando-se quase circular à medida que aumenta o seu afastamento em relação à corrente. Os seus diâmetros habituais são, segundo Cheney e Marsh (1980), *apud* Richardson, 1983, p. 22, de 200-300 km com velocidades de superfície de 150 cm/s. Têm depressões da superfície do mar de aproximadamente 0,5 a 1,0 m.

Os *rings* são maioritariamente observados na área entre os 070°W e 060°W, formando-se dos 070°W para leste. A maioria é observada a norte das Bermudas, perto de 065°W, crendo-se ser esta a região de formação preferida. Segundo Fuglister e Worthington (1951) e Fuglister (1963) também são gerados ao longo dos 060°W, perto dos montes submarinos da Nova Inglaterra ou New England Seamounts (citados por Richardson, 1983, p. 22). A explicação deste caso é a existência dos próprios montes

submarinos, que aparentam ser responsáveis pelos meandros de grande amplitude e por um semipermanente anel-meandro localizado nesta área criando *rings* que, por vezes, são puxados para fora ou voltam a fundir-se (Richardson, 1983, p. 22).

A sul e a leste dos Grand Banks a Corrente do Golfo divide-se em vários ramos espalhando os anéis formados. A progressiva dissipação ou atenuação dos anéis de núcleo frio, a sua injeção no Mar dos Sargaços e a subsequente deterioração representam, segundo Newton (1961) e Cheney e Richardson (1976) uma significativa transferência de calor por esta corrente (citados por Richardson, 1983, p. 22).

Segundo Richardson, 1983, citando vários autores (Fuglister 1972, Hagan, Olson, Schmitz e Vastano 1978, entre outros), os anéis frios são ciclónicos (sentido anti-horário, no hemisfério norte) e formam uma cúpula ou estrutura levantada a aproximar da superfície (com campos térmicos, de salinidade e densidade), em forma de sino, que se prolonga em profundidade.

Os anéis quentes são anticiclónicos (sentido horário) formando-se numa região limitada a norte e oeste pelo talude continental e a sul pela Corrente do Golfo, no seio de *slope water*, segundo Saunders (1971) e Gotthardt (1973), citados por (Richardson, 1983, p. 39). Os maiores anéis, com 200 a 300 km de diâmetro, movem-se em volta do Mar dos Sargaços, são frequentemente vistos a leste do Georges Bank, 050°W (local de formação). Movem-se para oeste com uma velocidade média de 5 cm/s (semelhante ao fluxo médio na região da *slope water*, podendo vir dessa região) – Richardson, 1983, p. 41.

Segundo Richardson (1983), citando vários autores (Richardson, Price, Owens, Schmitz, Rossby, Bradley, Valdés e Webb, 1981) e (Cheney 1977a) os anéis têm um tempo de vida útil de 2-3 semanas, 2-3 meses, ou até 11 meses, e velocidades desde 3-11 cm/s e 5-24 cm/s.

A formação dos próprios anéis, são um dos mecanismos que mantêm e fazem ondular a frente da Corrente do Golfo, permitindo que as diferentes massas de água, de ambos os lados, transitem para o lado oposto e sejam misturadas (Richardson, 1983, p. 23).

### 3. Elaboração do programa MATLAB

#### 3.1. Método de investigação

Na primeira fase da dissertação (fase teórica) foi revista e estudada a matéria de oceanografia de base e feita a revisão, com fichas de leitura, de artigos sobre a oceanografia regional do Atlântico Noroeste.

Na segunda fase, representativa da construção de um programa, com recurso ao *software* MATLAB, que operacionaliza uma ferramenta de representação e contextualização geográfica dos resultados obtidos (temperaturas, salinidades, densidades, velocidades do som e correntes geostroficas), tendo como fonte a base de dados da NOAA.

Preliminarmente no plano da presente dissertação de mestrado, não se encontrava contemplado qualquer tipo de georreferenciação a nível de contextualização mais esclarecedora (geograficamente dos resultados obtidos) além das escalas que seriam apresentadas pela ferramenta programática futuramente construída.

Com o progresso da elaboração deste trabalho surgiu a necessidade de efetuar o cruzamento de dados, aplicando um programa facilitador de identificação georreferenciada dos pontos e secções escolhidas da área. Isto possibilita uma maior compreensão e relacionamento dos resultados da ferramenta MATLAB tanto na visão global (*big picture*) como na análise dos gráficos inevitavelmente relacionados. Desta forma, recorreu-se ao *Google Earth Pro* (programa já existente gratuitamente *online*), permitindo a visualização de imagens, via satélite, da área de investigação. A precisão deste programa é o suficiente para o esboço da área pretendida neste trabalho, tendo sido o recurso utilizado na descrição da morfologia do fundo do mar da área conjuntamente com a pesquisa teórica.

No seguimento da continuidade da dissertação de mestrado da ASPOF M Nogueira Marques (2017), como forma do melhoramento da ferramenta desenvolvida, bem como continuidade da área, o presente trabalho, desde o início, tinha estipulado a fonte de dados da NOAA. Por conseguinte o desafio crucial prendia-se na delimitação da área a ser estudada.

### 3.1.1. Delimitação da área de investigação

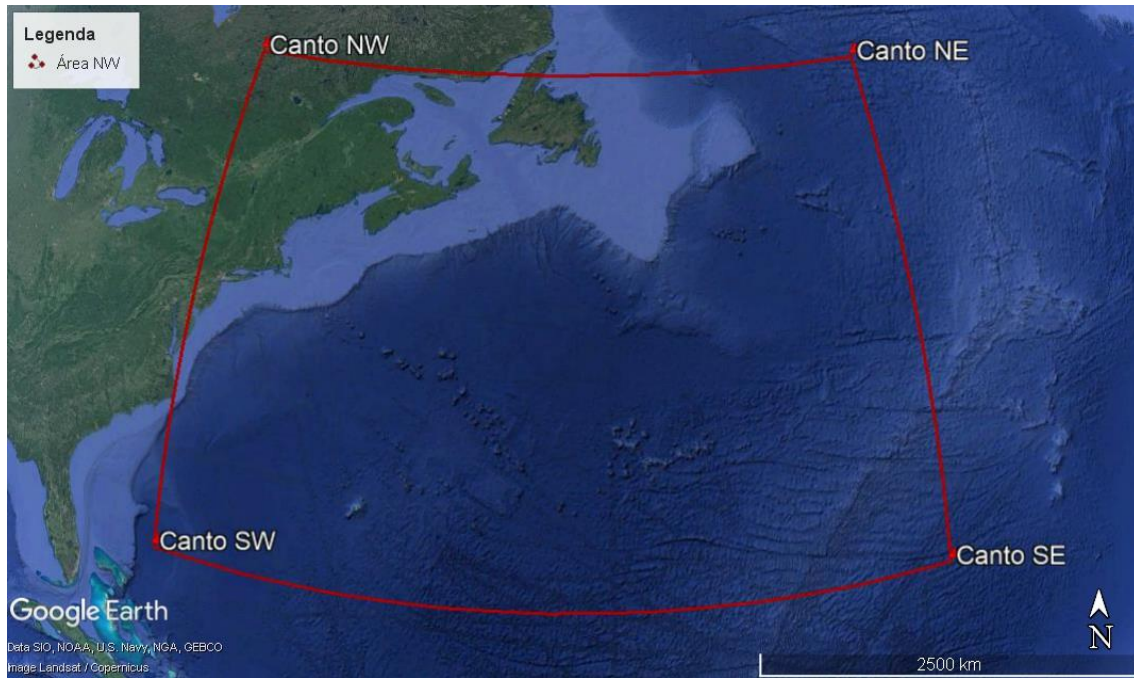
Como critérios prioritários para a delimitação da área de investigação podemos referir o envolvimento da Marinha na vigilância e fiscalização da área de pescas NAFO (*North Atlantic Fisheries Organization*), bem como a continuidade geográfica da área trabalhada na dissertação de Marques (2017), no Atlântico Nordeste ou área marítima portuguesa, pela existência de continuidade das correntes no oceano, em particular a tentativa de notar a origem e continuidade da Corrente dos Açores.

Em paralelo, com os critérios acima referidos, existem outros mais específicos e determinantes na escolha das latitudes, longitudes e secções de corte (verticais) da área em estudo. Estes devem-se à morfologia do fundo e à pesquisa elaborada, que se refletiu na localização de zonas específicas de massas de água responsáveis pelas estruturas referidas ao longo desta dissertação de mestrado.

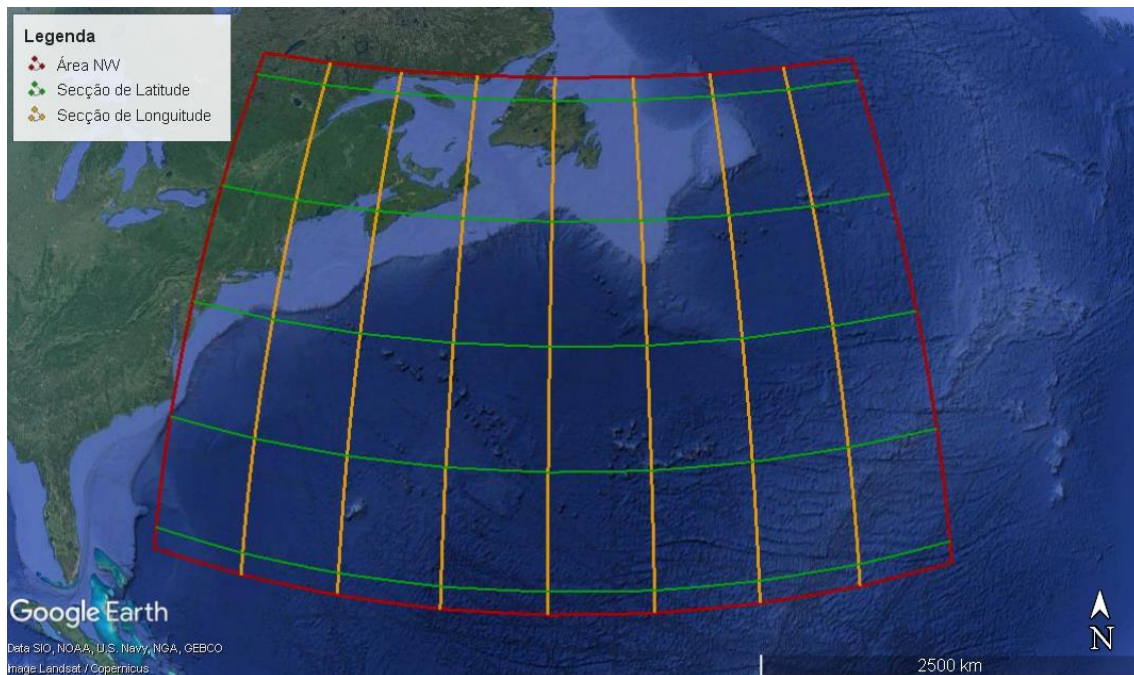
Na **Figura 7** e na **Figura 8** encontra-se representada a área e suas secções verticais aplicadas no *Google Earth Pro*. Foi escolhido o limite norte de latitude  $50^{\circ}30'N$ , no sentido de documentar consistentemente a transição de massas de águas mais quentes e mais salinas para águas nórdicas frias e menos salinas. O limite de latitude sul,  $28^{\circ}30'N$  (tão a sul quanto a cidade de Miami), deve-se à localização da origem ou saída da Corrente do Golfo na Florida *Keys*. A oeste na longitude  $075^{\circ}30'W$  a área foi delimitada, mais ou menos, pela Costa da Carolina do Norte. Já a leste, na longitude  $035^{\circ}30'W$ , a delimitação sobrepõe-se em  $5^{\circ}$  de longitude à área trabalhada na dissertação de 2017.

As secções em latitude fixa e longitude fixa foram intervaladas de  $5^{\circ}$  em  $5^{\circ}$ , por forma a cobrir toda a área. Existiu a peculiar atenção em escolher uma secção de latitude fixa perto do Cape Hatteras, bem como a secção de longitude fixa perto dos *New England Sea Mounts*.

Foram elaborados gráficos de perfis verticais com variação de temperatura, salinidade, densidade e velocidade do som, nas posições geográficas definidas pelas combinações de pares de latitudes e de longitudes fixas. Na área de investigação foram ainda selecionados 4 gráficos de perfis T-S (em pontos reveladores das diferenças de propriedades na área), com o intuito de efetuar a identificação das massas de água presentes.



**Figura 7** - Representação gráfica da área de estudo compreendida entre as latitudes  $28^{\circ}30'N$  e  $50^{\circ}30'N$ , e as longitudes  $075^{\circ}30'W$  e  $035^{\circ}30'W$ . Retirado do Google Earth Pro.



**Figura 8** - Representação gráfica da área de estudo por divisões em cinco secções de latitudes  $29^{\circ}30'N$ ,  $34^{\circ}30'N$ ,  $39^{\circ}30'N$ ,  $44^{\circ}30'N$ ,  $49^{\circ}30'N$ , e em oito secções de longitudes  $070^{\circ}30'W$ ,  $065^{\circ}30'W$ ,  $060^{\circ}30'W$ ,  $055^{\circ}30'W$ ,  $050^{\circ}30'W$ ,  $045^{\circ}30'W$  e  $040^{\circ}30'W$ . Retirado do Google Earth Pro.

### 3.1.2. Base de dados

Nos últimos anos, aumentou exponencialmente a procura de dados e informação ambiental de alto valor. Por conseguinte, para melhorar a sua capacidade de resposta, a NOAA efetuou um *upgrade*, que consistiu na junção dos seus três centros de dados: *National Climatic Data Center (NCDC)*, *National Geophysical Data Center (NGDC)*, *National Oceanographic Data Center (NODC)*<sup>18</sup>, que inclui a *National Coastal Data Development Center (NCDDC)*, culminando na criação da *National Centers for Environmental Information (NCEI)*<sup>19</sup>.

Esta é, atualmente, a responsável por proporcionar o acesso a um dos mais importantes arquivos de dados oceânicos, atmosféricos, costeiros e geofísicos mundiais, tendo disponível *online* vários produtos de forma gratuita.

Um destes produtos é a *World Ocean Atlas 2013 (WOA13)*<sup>20</sup>, lançado em 2013, e que consiste numa atualização do seu antecessor *World Ocean Atlas 2009 (WOA09)*. A sua principal melhoria reside no aumento dos níveis de imersões, de 78 para 138 (fornecendo uma melhor resolução vertical). No entanto, esta base de dados continha alguns problemas, mais tarde descobertos e solucionados.

Atualmente encontra-se disponível uma versão melhorada do WOA13, a *World Ocean Atlas 2013 version 2 (WOA13 V2)*, que é um conjunto de climatologias de temperatura, salinidade, oxigénio, fosfato e nitrato analisados a longo prazo em níveis de profundidade padrão para períodos anuais, sazonais e mensais para o oceano mundial, que, em vez de 33 níveis desde a superfície até ao fundo do mar (5.500 m de profundidade), dispõem de 102 níveis. Esta foi a versão utilizada. Inclui campos estatísticos associados a dados de perfil oceanográfico observados e interpolados para níveis de profundidade padrão em quadrículas de 5°, 1° e 0,25°. Além da maior resolução vertical, a versão 2013 possui versões de resolução horizontal de 1° e 1/4° disponíveis para temperatura e salinidade anual e sazonal por seis décadas, bem como mensal pela

---

<sup>18</sup> A NODC criou a primeira base de dados em 1994, a *World Ocean Atlas 1994 (WOA94)*. Esta incluía perfis verticais de vários níveis de profundidade de seis variáveis (temperatura, salinidade, oxigénio, fosfatos, nitratos e silicatos). Disponível no *site* <https://www.nodc.noaa.gov/>.

<sup>19</sup> Disponível no *site* <https://www.ncei.noaa.gov/>.

<sup>20</sup> Base de dados de um conjunto de dados climatológicos a longo prazo.

média das décadas, que foram calculadas por uma média de longo prazo para o período específico de 1955-2012.

A melhoria da resolução vertical e horizontal, melhora o controlo de qualidade mais preciso dos dados observados e estudos, bem como a representação de características globais e regionais (como a Corrente do Golfo) e de estruturas de mesoescala (basicamente posições médias de frentes e meandros).

As WOA (*World Ocean Atlas*) representam os dados da WOD (*World Ocean Database*) analisados em forma de rede, sendo cada variável oceanográfica representada separadamente, e podendo ser estudada consoante o seu nível de imersões, períodos de tempo e área geográfica. Estes são usados sistematicamente em estudos da variabilidade oceanográfica, num contexto climatológico, no cálculo das propriedades do oceano mundial, iniciados pelas climatologias de *Levitus*<sup>21</sup> em 1982.

Após esta pequena introdução, à origem da base de dados utilizada, é de salientar que os dados utilizados nesta dissertação de mestrado, são as médias das variáveis de temperatura e salinidade de climatologia mundial desde 1955 a 2012 (anual, sazonal e mensal), nos diferentes níveis de profundidade, transferidos em formato Excel diretamente do *site* supramencionado.

### **3.1.3. Escolha dos gráficos**

Posteriormente à inserção da base de dados no *software* MATLAB, iniciou-se o processo de tratamento dos dados. Prosseguiu-se a construção do programa com gráficos de temperatura, salinidade, densidade e velocidade do som, em função da imersão da coluna de massa de água para um ponto de latitude e longitude escolhidos pelo utilizador.

Para uma melhor interpretação e análise dos resultados, através de várias e sistemáticas perspetivas (por área e secções), das três dimensões imersão, latitude e longitude, construíram-se diversos gráficos para demonstrar a variação das variáveis em termos das propriedades da água (temperatura, salinidade, densidade, velocidade do som e componentes leste-oeste e norte-sul da corrente geostrófica média residual), em secções horizontais e verticais.

---

<sup>21</sup> Sydney Levitus foi o cientista que desenvolveu as fórmulas aplicadas nesta base de dados.

Acrescentou-se ainda um gráfico (diagrama T-S), com valores de perfis verticais em quatro pontos distintos da área selecionada, por forma a permitir uma melhor caracterização e análise das massas de água na área delimitada.

As quatro propriedades escolhidas para este estudo foram selecionadas pela sua relevância e relação, na identificação das diferentes estruturas que se pretendem analisar nesta região.

Uma das mais relevantes propriedades é a temperatura, que reflete a capacidade de armazenamento e transporte do calor (transferência de energia térmica) pelas correntes. Revela um perfil vertical típico por camadas em profundidade (perfil vertical de temperatura).

Também é necessário estudar a salinidade do mar, pois os sais nele dissolvidos alteram as propriedades físicas da água em mar aberto, à superfície, varia de 33 a 37 ups<sup>22</sup>, com média de 35,5 ups, no Atlântico Norte, e nas zonas costeiras a sua variação é grande, dependente dos efeitos presentes na região (Pickard e Emery, 1990, p. 45), servindo desta forma como marcador das diferentes massas de água a identificar. Por consequência, as duas propriedades acima referidas, fazem variar a densidade (as diferenças de densidade são causa da circulação interna do oceano), juntamente com a pressão, sendo que esta aumenta com a imersão. A temperatura é a que mais afeta a densidade, nas latitudes baixas e médias, desde a superfície do oceano até aos 500 a 1.000 m (termoclina permanente).

Em geral a variabilidade da salinidade é escassa e praticamente não faz variar a densidade. A densidade é a propriedade que determina a profundidade em que as massas de água mantêm o seu equilíbrio posicional. As correntes dependem da distribuição horizontal da pressão hidrostática, estas dependentes das distribuições de densidades. As densidades à superfície, em mar aberto, têm valores típicos de 1,021 a 1,030 kg/m<sup>3</sup>, e 1,070 kg/m<sup>3</sup> em imersões de 10.000 m.

A velocidade do som na água do mar depende da temperatura, da salinidade e da pressão (quanto maiores, maior é a velocidade de propagação do som).

Na camada superior do oceano a temperatura é a que mais varia e influencia a velocidade do som, até à base da termoclina permanente. Abaixo desta é a pressão que

---

<sup>22</sup> Unidades práticas de salinidade.

comanda, pois as outras variáveis permanecem quase constantes. As fórmulas de cálculo destas propriedades são as da UNESCO 1980 (EOS 1980) e mais recentemente da *The International Thermodynamic Equation of Seawater – 2010* (TEOS 2010). Estas últimas foram as utilizadas na presente dissertação.

### 3.2. Descrição do desenvolvimento do programa em MATLAB

No sentido da construção deste programa foi manuseado o *software* MATLAB R2015a para reproduzir os gráficos mencionados no subcapítulo anterior.

A construção do programa foi dividida em três fases. A fase inicial prendeu-se na inserção das funções da TEOS 2010 de cálculo de densidade, velocidade do som e geostrofia da água do mar. Seguidamente foram elaborados os gráficos mencionados em 3.1.3 e tabelas de estatísticas correspondentes a cada um destes gráficos. A terceira fase consistiu na elaboração de uma GUI (*Graphical User Interface*), que permite a manipulação das variáveis pelo utilizador.

#### 3.2.1. Funções da TEOS 2010

Para os cálculos da densidade, velocidade do som e geostrofia, foram utilizadas as funções da *GSW Oceanographic Toolbox of TEOS 2010*<sup>23</sup>, *The International Thermodynamic Equation of Seawater – 2010* (TEOS 2010) por constituírem as mais recentes e completas equações. Estas permitem o cálculo da estabilidade de propriedades, levando em conta as expressões de entalpia, entropia, energia interna e ainda os efeitos de composição da água do mar (tendo em consideração a localização geográfica correspondente). Para a utilização correta destas funções da TEOS 2010, é necessário previamente calcular temperaturas conservativas<sup>24</sup> e salinidades absolutas<sup>25</sup>, convertidas de temperaturas *in situ* e salinidades práticas, retiradas da base de dados (conversão feita pelas funções da própria TEOS 2010) de forma a realizar de seguida os cálculos para as densidades, as velocidades do som e das correntes geostróficas.

---

<sup>23</sup> <http://www.teos-10.org/>, acessado em 05 de dezembro de 2017.

<sup>24</sup> A temperatura conservativa é a entalpia potencial dividida pelo calor específico da água na superfície do mar a pressão constante  $C_p^0 \approx 3991,86795711963 \text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ . A diferença entre temperatura potencial e temperatura conservativa pode ser tão grande quanto  $0,14^\circ \text{ C}$ .

<sup>25</sup> A salinidade absoluta é a propriedade conservativa que define a fração de massa de material dissolvido ( $S_A$ ).

### 3.2.2. Descrição do *Graphical User Interface*

A interação do utilizador com o programa desenvolvido é realizada através de uma GUI. A **Figura 9**, abaixo, mostra um esquema visual da organização das GUI explicadas seguidamente. Para uma melhor visualização, devem ser consultados os **Apêndices E, F e G**.

Primeiramente construiu-se todo o programa numa única GUI, até o *software* revelar problemas de processamento de dados a nível dos gráficos de componente geostrófica. Com esta limitação, optou-se por realizar dois programas separados, cada um com uma GUI correspondente (WOD2013\_t\_s\_r\_c\_perfis, WOD2013\_geostrofia\_horizontal\_vertical), sendo associados numa GUI geral (Menu\_WOD2013). Este constituído por dois botões, um com ligação à primeira GUI, composto pelas propriedades em perfis, secções de imersão, latitude e longitude, e um segundo botão com a ligação à segunda GUI correspondente ao programa do cálculo das componentes geostróficas.

A construção da GUI, possibilita ao utilizador a escolha de áreas pré-definidas no programa ou de uma área inserida por ele (com colocação de duas latitudes e duas longitudes de limitação da área), a época (anual, sazonal ou mensal), resolução (1° ou ¼°), a imersão (corte em profundidade dos gráficos horizontais da área), a latitude fixa (para a representação em profundidade das propriedades na secção de latitude), a longitude fixa (representação em profundidade das propriedades na secção de longitude), nível sem movimento (para o cálculo dos gráficos de componentes geostróficas).



**Figura 9** - Esquema da subdivisão da GUI: a) Menu\_WOD2013; b) WOD2013\_t\_s\_r\_c\_perfis; c) WOD2013\_geostrofia\_horizontal\_vertical; d) Figura das coordenadas do planisfério sobrepostas aos continentes. O b) e c) revelam a apresentação da organização dos gráficos e menus.

Existe em cada um dos botões selecionados, um segundo botão “Ajuda na escolha das Latitudes e Longitudes Fixas”, que permite aceder a uma imagem (ver **Apêndice F** e **G**) onde constam as coordenadas do planisfério sobrepostas aos continentes, por forma a facilitar a escolha de uma área à vontade do utilizador.

Para uma melhor interpretação dos resultados obtidos pelos gráficos, foi construída uma tabela que revela as médias, desvios padrão, mínimos e máximos de todas as propriedades (temperatura, salinidade, densidade e velocidade do som) e das componentes norte-sul e leste-oeste de velocidades das correntes geostroficas. Esta é visível juntamente com os gráficos da ferramenta.

No sentido de organizar a grande quantidade de gráficos e tabelas resolvidos pelo programa, foram criados vários menus em cada GUI. O programa GUI WOD2013\_t\_s\_r\_c\_perfis (ver **Apêndice F**) contém os seguintes menus: “Entrada de Dados”, “Gráfico de Perfis”, “Gráfico Vertical em longitude Fixa”, “Gráfico Vertical em latitude Fixa”, “Gráfico Horizontal em imersão Fixa”. A tabela associada a todos os menus, exceto o primeiro (que não a possui) contém: T méd, T desv, T mín, T máx, S

méd, S desv, S mín, S máx, rho méd, rho desv, rho mín, rho máx, vs méd, vs desv, vs mín, vs máx.

O programa GUI WOD2013\_geostrofia\_horizontal\_vertical (ver **Apêndice G**) contém os seguintes menus: “Entradas”, “Gráficos Horizontais” e “Gráficos Verticais”. A tabela associada a cada um destes menus contém: u méd, u desv, u mín, u máx, v méd, v desv, v mín, v máx.

### 3.2.3. Funcionamento do programa

No primeiro menu de ambas as GUI é efetuada a seleção e carregamento de dois ficheiros (em formato Excel) descarregados do *website* da NOAA, um de temperatura e um de salinidade, inicializados com a pré-seleção do utilizador em termos da época (anual, sazonal ou mensal) e resolução de 1° ou ¼°.

Ocorre uma filtragem de dados, ficando apenas a ser processados os delimitados pela área definida por coordenadas geográficas (entre as latitudes e as longitudes selecionadas pelo utilizador na limitação da área). Caso estes não terminem nas casas decimais (de 0,5 para 1° e de 0,125 ou 0,375 ou 0,625 ou 0,875 para ¼°), como consta na nota da GUI, os valores inseridos nas caixas de texto, serão por consequência arredondados.

Ainda neste primeiro menu (“Entradas”) é realizado o resto das seleções, recorrendo às várias listas (“*pop up menus*”) associadas às variáveis de entrada (área, época, imersão, resolução, latitude fixa, longitude fixa e nível sem movimento).

Posteriormente ao carregamento dos dois ficheiros foi necessário criar um ciclo que permitisse o equilíbrio dos vetores, por forma a garantir que ambos têm as mesmas dimensões. Caso num dos Excel não exista, em alguma posição, o seu dado (valor) correspondente, o par Excel deste (no outro Excel) substitui o valor que tiver na mesma posição como não existente. Desta forma não ocorrem interferências no programa.

Após isto são efetuados os cálculos pela TEOS 2010 da densidade e da velocidade do som a partir dos dados anteriormente carregados, e também as componentes geostróficas. São calculados o valor mínimo, máximo, valor médio e desvio padrão da temperatura, salinidade, densidade, velocidade de som e geostrofia N/S e E/W, para cada gráfico e colocados estes valores nas tabelas correspondentes.

A barra de menus foi criada para auxiliar a organização e seleção da informação, sendo obrigatório percorrer todos os seus menus por ordem, onde são apresentados os gráficos e tabelas correspondentes, que se pretendem analisar. Isto porque a entrada, seleção dos dados e posterior tratamento aliado às funções da TEOS 2010, são calculados no primeiro menu (sendo efetuado um carregamento das variáveis a apresentar, correspondentes a cada menu, a colocar nos gráficos e tabelas). Este passa a informação de menu em menu reproduzindo os gráficos e tabelas respetivos (é necessário clicar no botão presente em cada menu para que os resultados apareçam).

Para uma melhor manipulação e análise dos resultados, foram adicionadas funcionalidades (programadas pelo MATLAB, *Toolbox*) de *zoom in* e *zoom out*, aplicadas nos gráficos da GUI. Assim é possível ampliar e reduzir parcelas mais pequenas dos gráficos quando se utiliza o programa elaborado nesta dissertação.

Com o mesmo intuito, foi adicionado no cursor do programa (com programação manual, não pré-definida), a possibilidade de editar através de um clique sobre o gráfico, a leitura dos valores presentes no mesmo gráfico.

#### **3.2.4. Recomendações para uso do programa**

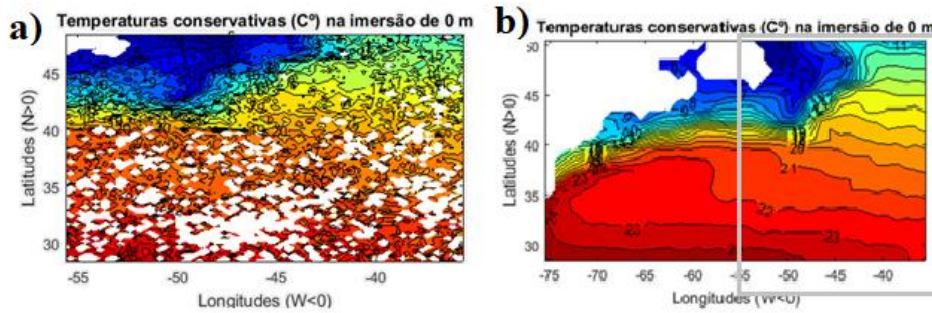
Devido ao elevado número de cálculos, em consequência direta da enorme quantidade de dados, o programa pode tornar-se relativamente pesado, consoante as capacidades do computador disponível, chegando a ser necessário a utilização de um computador com 64 bits.

Na inserção de uma área delimitada manualmente pelo utilizador é necessária atenção na colocação das coordenadas, pois estas têm terminação em 0,5 para 1° de resolução, e em 0,125 0,375 0,625 0,875 para ¼° de resolução, por forma a o programa encontrar os dados na coluna de água interiores à área delimitada. Caso contrário, o programa automaticamente arredonda o valor definido manualmente pelo utilizador.

Para que o programa mostre os gráficos com os dados corretos, o utilizador necessita de correr cada um dos menus pela ordem em que estes são representados na barra de menus.

Comparando a visualização de gráficos de dimensões e áreas equivalentes, mas com resoluções diferentes, concluiu-se que na resolução de ¼°, para além da sua execução

demorar bastante mais que para a resolução de  $1^\circ$ , a de  $\frac{1}{4}^\circ$  acaba por mostrar gráficos muito pouco apelativos, devendo-se este facto à inexistência de uma grande quantidade de dados de temperaturas e salinidades ao longo das colunas de água. Terminando por se refletir em espaços brancos nos vários gráficos, impossibilitando a correta análise dos mesmos, como é possível visualizar na **Figura 10**. Assim, no **Capítulo 4** serão apenas usados e mostrados gráficos respeitantes à resolução de  $1^\circ$ .



**Figura 10** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais. Gráficos de temperatura (a) com resolução de  $\frac{1}{4}^\circ$  e (b) com resolução de  $1^\circ$ , do Atlântico Noroeste à superfície (na imersão 0 m).

#### **4. Interpretação dos resultados MATLAB**

Neste capítulo usaremos climatologias de valores médios anuais e sazonais na resolução de 1°. Nas legendas das figuras, além da resolução, sempre de 1°, são indicadas se climatologia de valores sazonais (em apenas duas figuras) ou médios anuais (todas as outras).

Este tipo de gráficos permitem a avaliação horizontal das massas de água. Por forma a efetuar-se a análise da área delimitada, são interpretados gráficos (por imersões) da área do Atlântico Noroeste em imersões de 0, 100, 500 e 1.000 m, das quatro propriedades em estudo (temperatura, salinidade, densidade e velocidade do som). Todos os resultados obtidos (em outras imersões que não as aqui identificadas), constam no **Apêndice H**. Este tipo de gráficos permite a avaliação horizontal das massas de água.

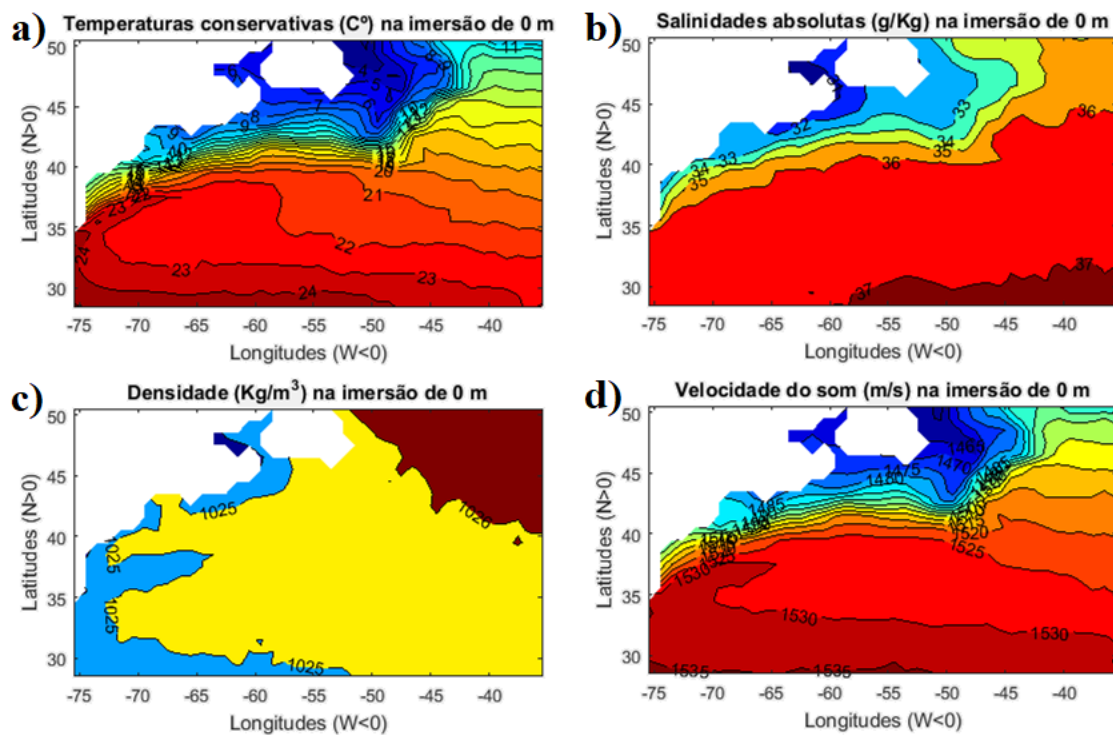
Também é feita a análise dos gráficos de temperatura, salinidade, densidade e velocidade do som por secções verticais de latitudes (variação das propriedades ao longo da longitude e imersões) e de longitudes (variação das propriedades ao longo da latitude e imersões) fixas, estando disponíveis todos os resultados obtidos no **Apêndice I e J**, respetivamente.

Após o estudo das quatro propriedades em imersão, latitude e longitude, por forma a permitir a identificação das massas de água presentes na zona, passamos ao estudo das correntes predominantes. Para tal, recorreu-se a gráficos que permitissem uma descrição o mais aproximadamente possível, do comportamento das correntes geostróficas. Assim, são analisados gráficos de secções horizontais e verticais, em diferentes imersões, na componente norte-sul, leste-oeste e forma vetorial das correntes.

A análise dos resultados por secções horizontais (imersões distintas) é realizada na componente norte-sul, na leste-oeste e na forma vetorial das correntes (**Apêndice L**). A análise dos resultados, por secções verticais, é realizada na componente norte-sul (variação da longitude e imersão com a latitude fixa, **Apêndice M**) e na componente leste-oeste (variação da latitude e imersão com a longitude fixa, **Apêndice N**).

#### 4.1. Análise dos resultados por camadas de imersão

Como se pode ver na **Figura 11 a)**, aos 0 m de imersão (na superfície), na proximidade da Terra Nova e da Nova Escócia (parte noroeste da área) verificam-se temperaturas mais frias. Pela orientação das isolinhas das temperaturas vê-se claramente a entrada da Corrente do Golfo, por volta de 35°N, constatando-se menores gradientes a sul que a norte. À superfície (0 m) a água fria e pouco salina é consistente com a *shelf* e a *slope waters* e com a água proveniente da Corrente do Golfo.



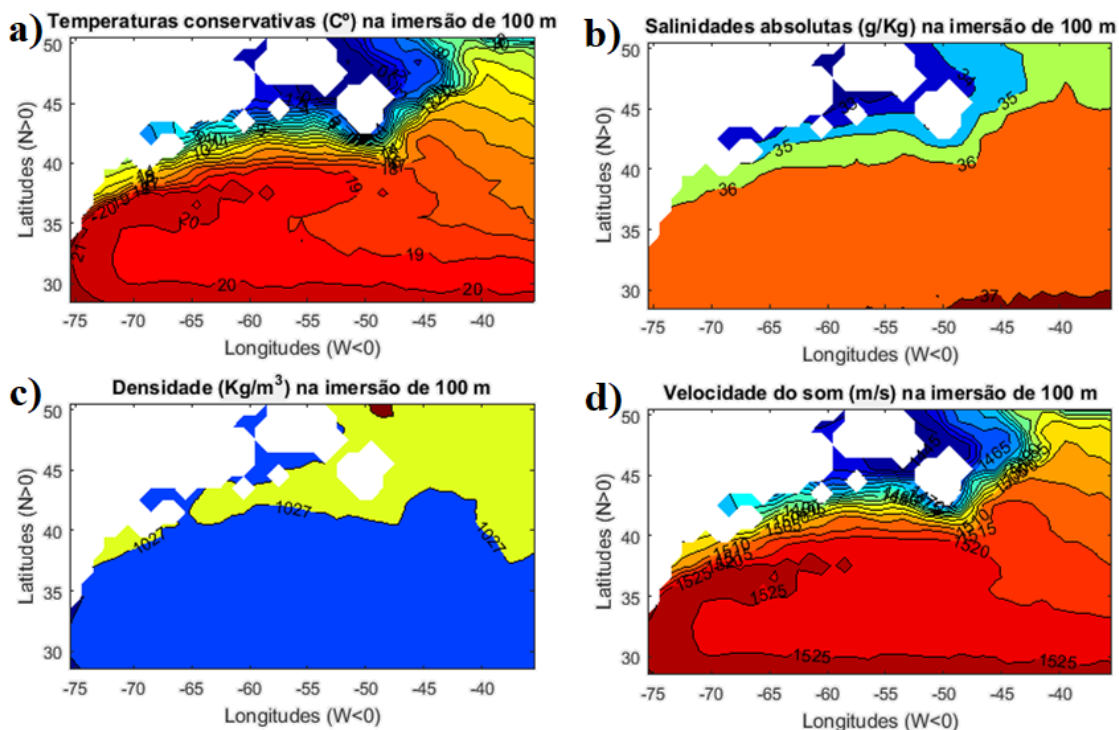
**Figura 11** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) do Atlântico Noroeste à superfície (na imersão 0 m).

A **Figura 11 b)** revela no lado costeiro da Terra Nova, devido à descarga dos rios, uma salinidade menor, na metade norte da área, para norte de 40°N, onde é evidente uma frente de salinidade nos 33 a 36 g/kg. Nos 30°N nota-se a transição de salinidade para 37 g/kg, revelando desta forma uma maior salinidade, localizada a sul da área.

Densidades na superfície variam relativamente pouco. Visíveis as isolinhas de 1.025 e 1.026 kg/m<sup>3</sup>. As densidades variam na componente vertical de forma suave, variações mínimas que ainda assim são suficientes para produzir e manter a corrente geostrófica.

Como as velocidades do som são consequência direta da temperatura e da salinidade, para além da pressão, será de esperar velocidade do som um pouco menor no lado norte, como se verifica na **Figura 11 d**). São identificados apreciáveis gradientes horizontais da velocidade do som.

Aos 100 m (**Figura 12**), nota-se um gradiente interessante na temperatura e na salinidade. As temperaturas mantêm-se menores na área norte e as salinidades revelam-se maiores em comparação com a superfície (**Figura 11**). A densidade é inferior à superfície do que nos 100 m (comparação entre a **Figura 11 c**) e a **Figura 12 c**), com variação ligeira e aumentando com a imersão.

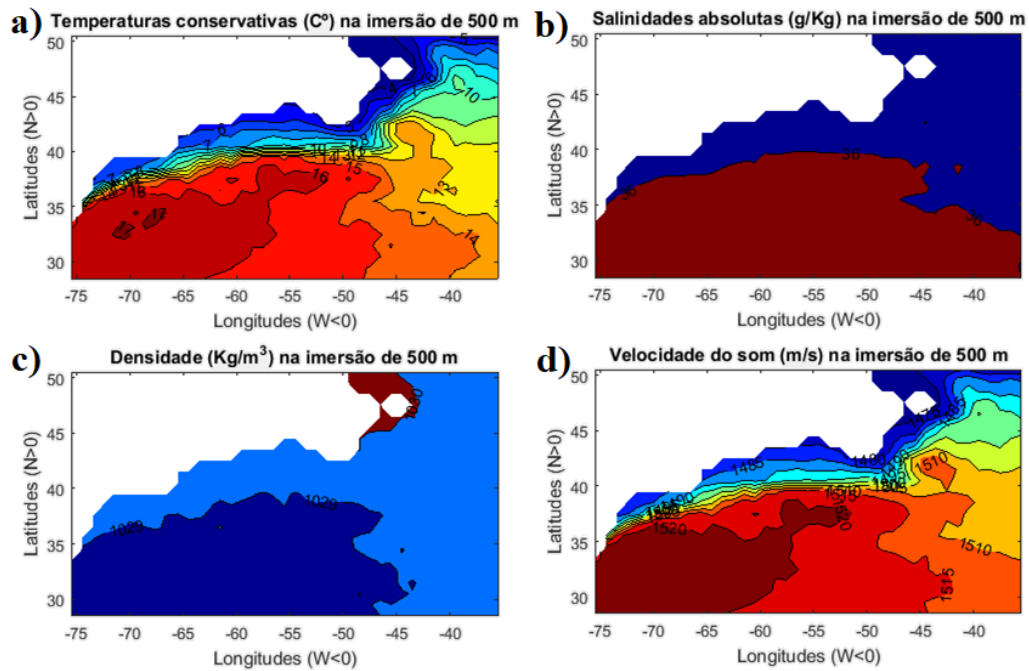


**Figura 12** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) do Atlântico Noroeste na imersão 100 m.

Na **Figura 13**, aos 500 metros, ainda é notório o sinal da Corrente do Golfo, porque esta estende-se na vertical até uma imersão de cerca de 2 km. Esta figura revela um sinal térmico muito importante, pois a estrutura térmica horizontal é muito consistente com a estrutura da Corrente do Golfo, o que já não é tão evidente na salinidade.

A variação relativa de temperatura é superior à variação relativa de salinidade, daí a velocidade do som revelar uma maior consistência com a variação da temperatura.

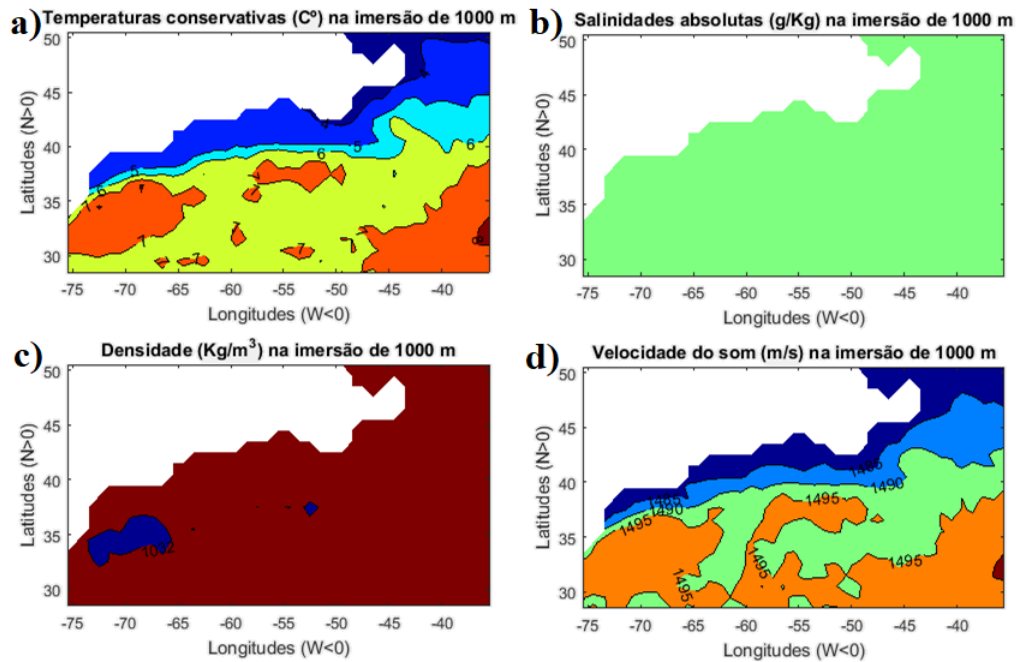
Uma comparação entre as **Figura 13 b)** e **Figura 14 b)** revela que há um mínimo de salinidade entre os 700 e os 1.000 m, pois nesta última figura a salinidade é praticamente a mesma em toda a área. Na **Figura 14 a)** as isolinhas dos 5° e 6° são consistentes com a extensão em imersão da frente da Corrente do Golfo. Como ainda se verifica a existência de gradiente de temperatura, também existe um pouco de gradiente na velocidade do som.



**Figura 13** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) do Atlântico Noroeste na imersão 500 m.

Por forma a efetuarmos uma análise relativa à sazonalidade, tendo presente que esta estaria dependente da diferença do valor das propriedades, escolheu-se o inverno e o verão, por serem as estações que representariam uma maior variação de valores de temperatura e que, por consequência, poderiam proporcionar uma variação nas restantes propriedades estudadas.

Assim, para além das corridas já efetuadas, fez-se corridas para o verão e inverno das propriedades (temperatura, salinidade, densidade e velocidade do som) e da geostrofia (componente N/S, componente E/W e vetores de corrente) à superfície do mar (na imersão de 0 m), pois é onde se notam as sazonalidades.



**Figura 14** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) do Atlântico Noroeste na imersão 1.000 m.

Como se pode ver na **Figura 15** aos 0 m de imersão (na superfície) as temperaturas são claramente maiores no verão (dir.) **Figura 15 b**) do que no inverno (esq.) **Figura 15 a**) em toda a área delimitada.

Na proximidade da zona costeira as salinidades são ligeiramente maiores no inverno (esq.) **Figura 15 c**) do que no verão (dir.) **Figura 15 d**) por consequência da formação de campos de gelo no mar durante o inverno e sua deterioração (fusão) no verão.

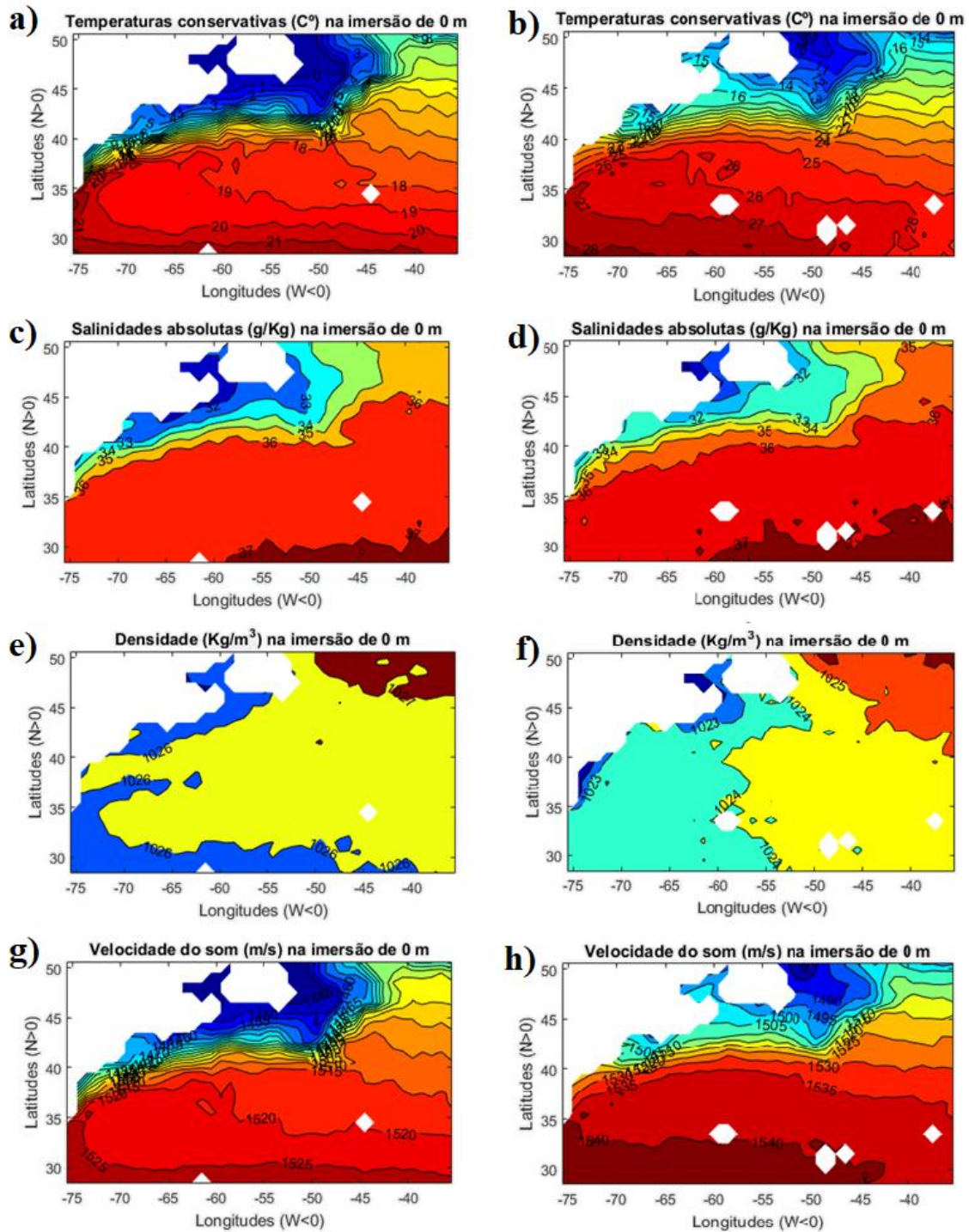
Na área são evidentes maiores velocidades do som no verão (dir.) **Figura 15 f**) do que no inverno (esq.) **Figura 15 e**) já que as temperaturas são maiores no verão. Comprovando-se que a variação da temperatura influencia mais fortemente a variação da velocidade do som, do que a variação da salinidade. O efeito de diminuição da velocidade do som pela diminuição da salinidade é ultrapassado pelo aumento da velocidade do som pelo aumento de temperatura.

Quando foi efetuada a corrida correspondente à **Figura 16**, relativos à corrente geostrofica na superfície, foi revelada na tabela do programa que acompanha estas figuras, alguns valores distintos. Nota-se que os valores médios de inverno (esq.) são

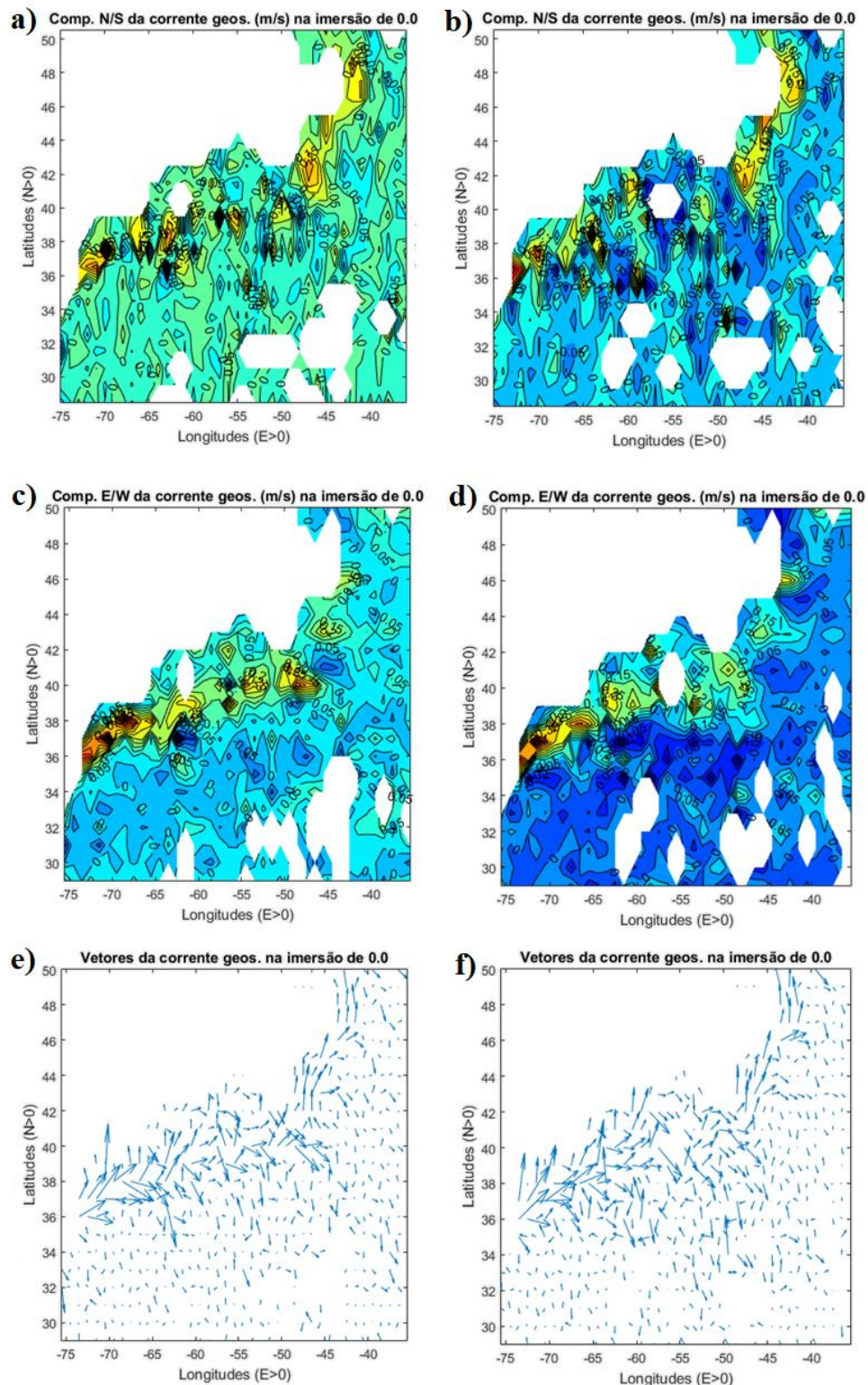
iguais aos de verão (dir.). Porém, os valores extremos de inverno (esq.) são algo maiores do que os de verão (dir.). Estas tabelas não estão vertidas nas figuras apresentadas.

Também é visível, na forma vetorial das correntes do Atlântico Noroeste à superfície (na imersão de 0 m), na **Figura 16 e)** inverno (esq.) e **f)** verão (dir.), as praticamente impercetíveis diferenças de direção e intensidade nos vetores.

Aparentemente a estrutura da corrente geostrófica média ou residual é semelhante no inverno e no verão.



**Figura 15** – Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios sazonais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (c), densidade (e) e velocidade do som (g) do Atlântico Noroeste à superfície (na imersão 0 m) no inverno (gráficos à esquerda). Gráficos de temperatura (b), salinidade (d), densidade (f) e velocidade do som (h) do Atlântico Noroeste à superfície (na imersão 0 m) no verão (gráficos à direita).



**Figura 16** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios sazonais, na resolução de 1°. Gráficos da corrente geostrófica na componente N/S (a), componente E/W (c) e forma vetorial das correntes (e) do Atlântico Noroeste à superfície (na imersão de 0 m) no inverno (gráficos à esquerda). Gráficos da corrente geostrófica na componente N/S (b), componente E/W (d) e forma vetorial das correntes (f) do Atlântico Noroeste à superfície (na imersão de 0 m) no verão (gráficos à direita).

## **4.2. Análise dos resultados por latitudes fixas**

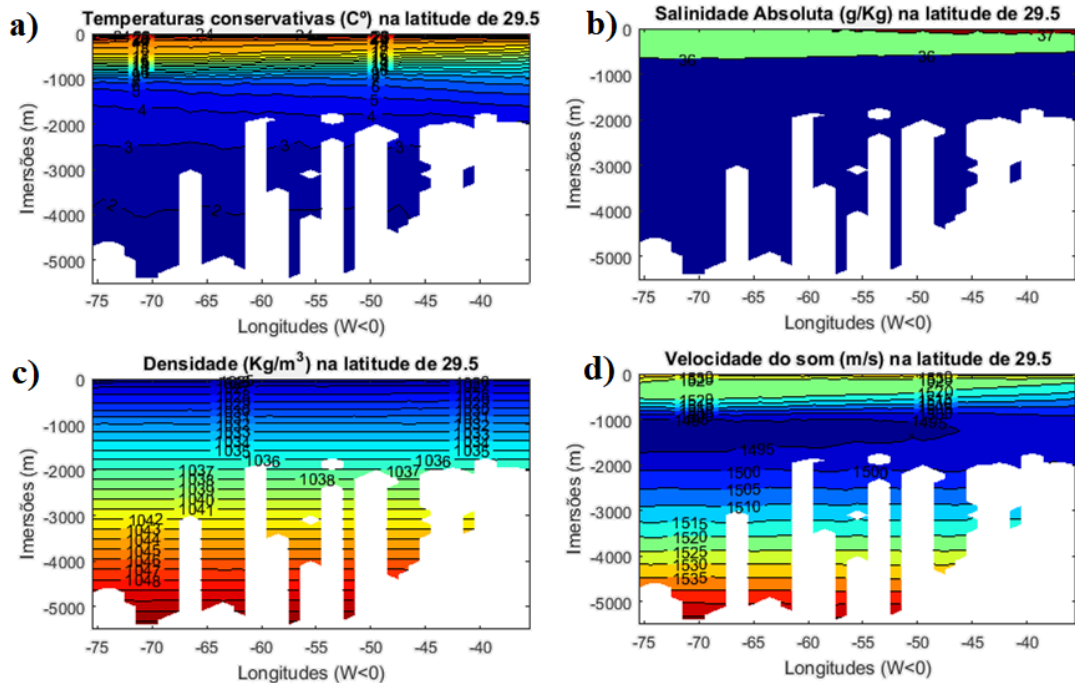
A seguinte figura (**Figura 17**) mostra as temperaturas ao longo da coluna de água para a secção vertical de latitude fixa dos 29,5°N, representando a variação da temperatura em função das longitudes e imersões. Na **Figura 17 a)** é notória a base da termoclina, por nós assumida, de modo aproximado, pelas isotérmicas do 6° a 7° C, posicionar-se na largura da bacia à volta dos 1.000 metros de imersão. Porém, a base da termoclina encontra-se ligeiramente inclinada. É mais elevada a oeste (menos profunda), devido à existência de água mais quente nesta zona, e mais baixa e mais profunda a leste.

Através da análise da **Figura 17 b)** verifica-se que no lado leste as salinidades à superfície ultrapassam os 37, enquanto no lado oeste, são algo menores. Também a isolinha da salinidade de 36, nesta secção, está mais profunda no lado oeste (cerca de 700 m) do que no leste (500 m). O mínimo da velocidade do som, envolto pela isolinha de 1.495 m/s, presente na **Figura 17 d)**, encontra-se igualmente mais a oeste que a leste.

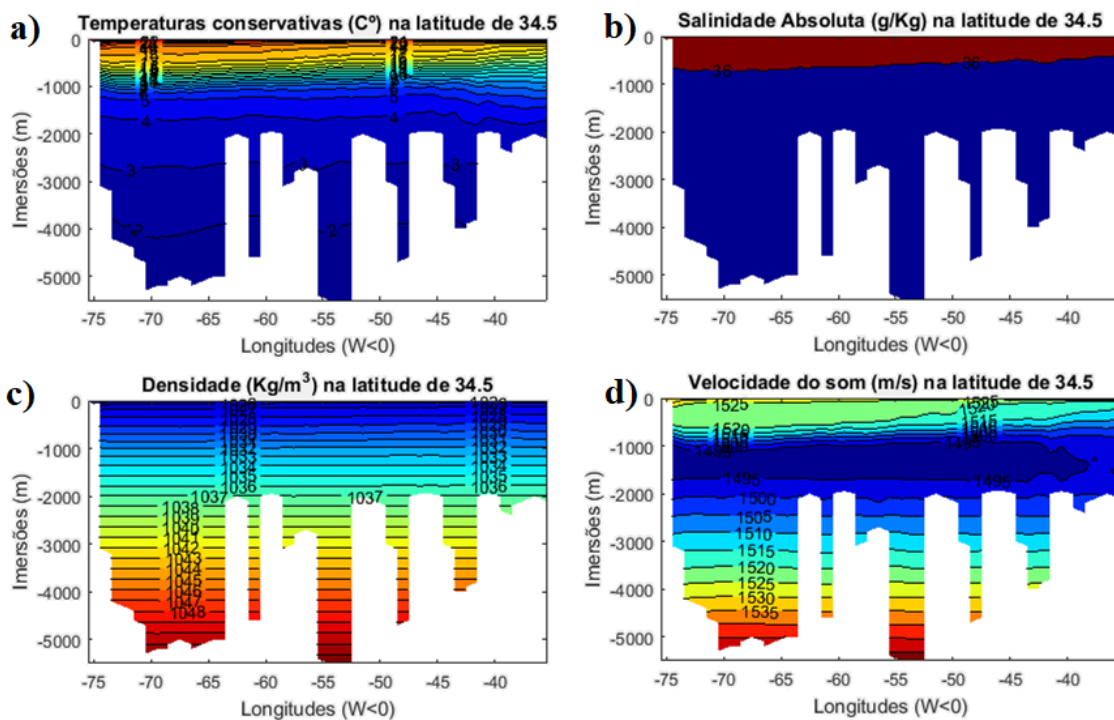
Na **Figura 17 c)** visualizamos uma densidade à superfície de 1.024 a 1.025 kg/m<sup>3</sup>, e em profundidade (aos 500 m) de 1.051 kg/m<sup>3</sup>.

Na **Figura 18** identifica-se o bordo da plataforma continental da área, pela não existência de dados logo nos 075°W e para oeste, por ser já área terrestre. Comparando a **Figura 17 d)** e a **Figura 18 d)** é visível, na parte mais a leste, entre os 035°W e os 040°W, que o mínimo de velocidade do som se encontra mais extenso para leste na segunda figura na mesma profundidade (cerca dos 1.200-1.300 m).

Com a **Figura 17 a)** e **Figura 18 a)** conclui-se que há semelhança com a distribuição de temperatura com a profundidade.

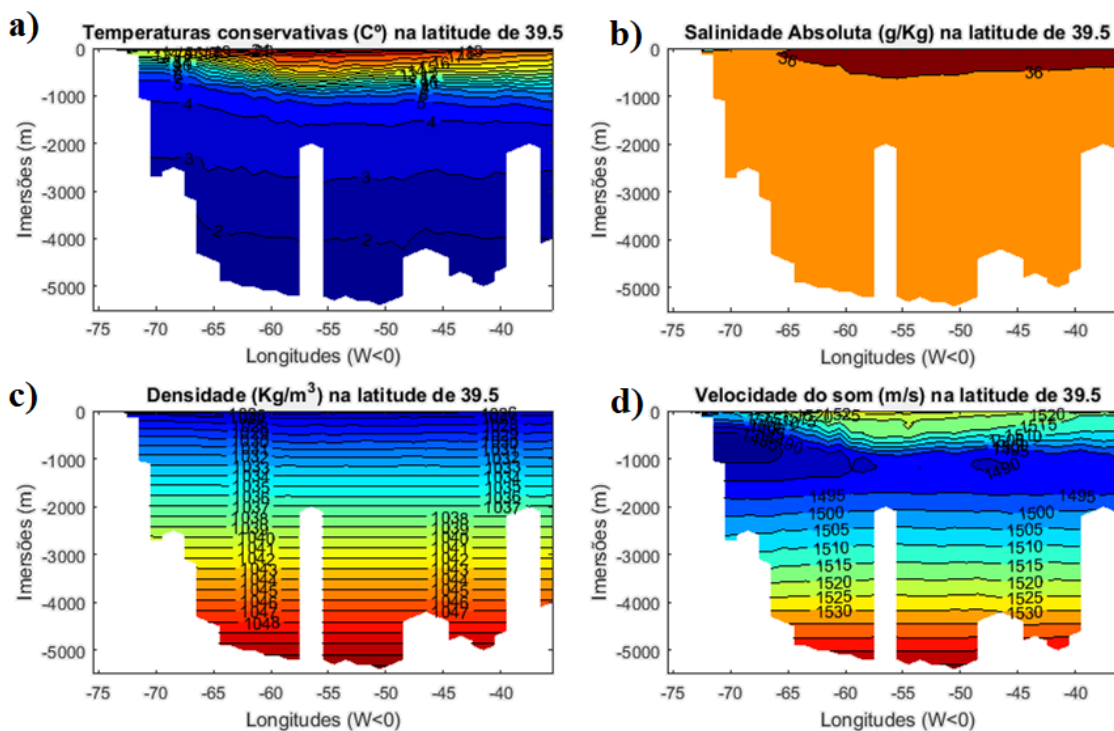


**Figura 17** – Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) na secção vertical de latitude fixa de 29,5°N.



**Figura 18** – Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) na secção vertical de latitude fixa de 34,5°N.

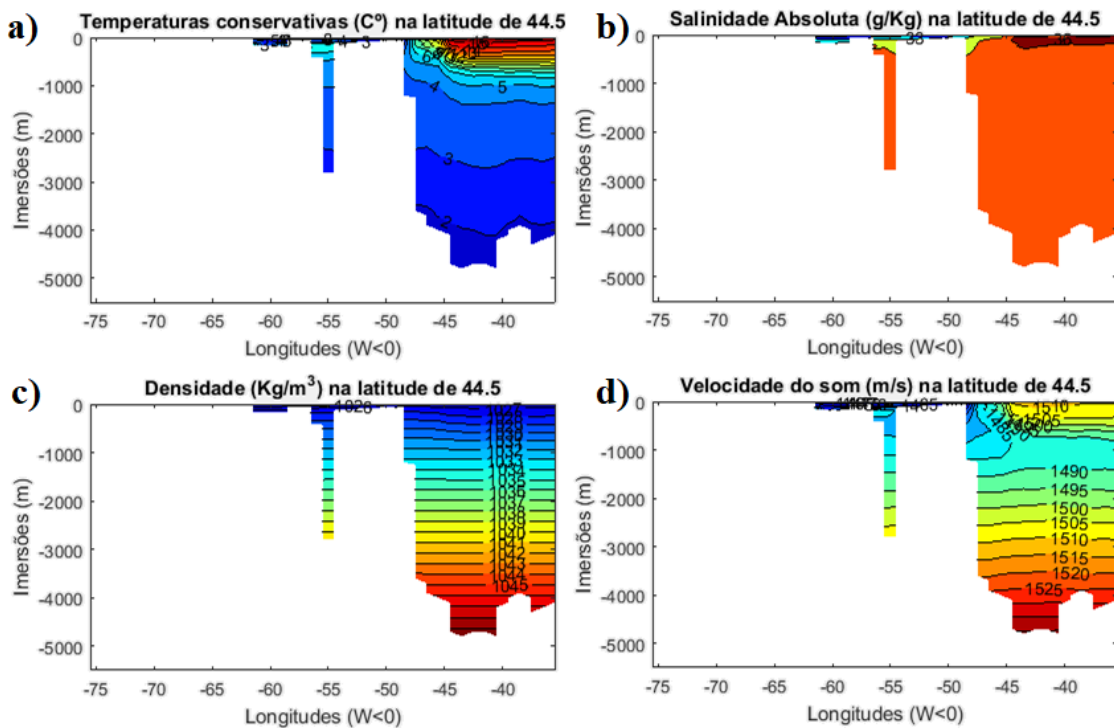
Na seguinte figura (**Figura 19**), a secção de 39,5°N, entre 070°W e de 060°W, área marítima não muito distante da cidade de Nova Iorque, a água do mar mais próxima da costa é mais fria e menos salina que ao largo, porque nesta latitude a Corrente do Golfo já se desviou para o largo (para nordeste), permitindo a entrada, vinda do norte, de água mais fria e também menos salina, ou seja de *shelf* e de *slope waters*. A estrutura de temperaturas revelam valores mais elevados (sinal quente) até maiores imersões para leste, a afastar da costa. A densidade aumenta com o aumento da imersão, visível na **Figura 19 c**). Há menores salinidades junto à costa (água menos salina que ao largo), o que é consistente com as descargas de águas fluviais e de elevados níveis de pluviosidade desta área (**Figura 19 b**). Quanto à estrutura da velocidade do som (**Figura 19 d**) há a notar que, em consistência com menores temperaturas e menores salinidades na parte costeira ou oeste, resultam e são visíveis no gráfico menores velocidades do som, desde a superfície até cerca de 1.300 m.



**Figura 19** – Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) na secção vertical de latitude fixa de 39,5°N.

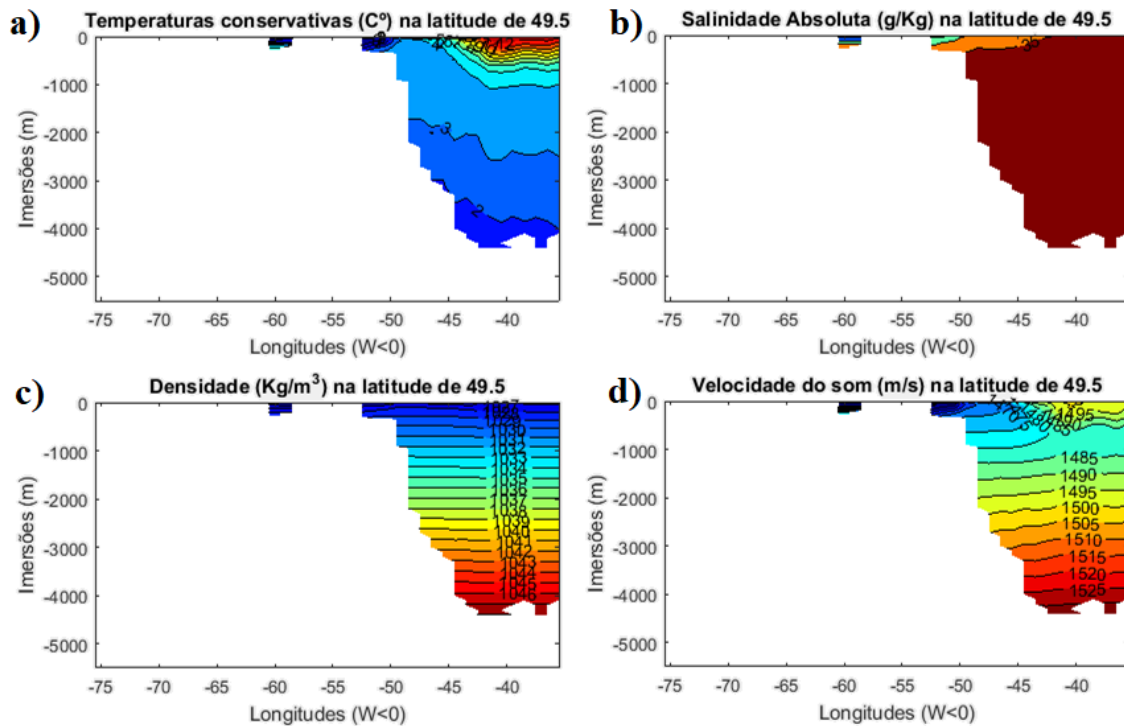
Na latitude de Halifax ou Nova Escócia, para leste dos 047°W (para o largo) é visível o sinal térmico positivo associado à Corrente do Atlântico Norte (ver **Figura 20 a**)).

Nos 44,5°N e 055,5°W, no talude continental a sul dos Grand Banks, existe uma “poça” que corresponde a um fundão na batimetria dessa zona (**Figura 20**). Nos primeiros 100 metros é perceptível, na **Figura 20 a**), a localização de água fria mais junto ao talude (sinal da Corrente do Labrador) e água de maior temperatura logo a seguir, para leste (sinal térmico positivo na transição da Corrente do Golfo para a Corrente do Atlântico Norte). A variação das salinidades acompanha as tendências da variação das temperaturas, visível na **Figura 20 a) e b)**. Próximo da superfície nota-se que a maiores temperaturas correspondem maiores salinidades.



**Figura 20** – Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) na secção vertical de latitude fixa de 44,5°N.

Através da **Figura 21**, correspondente à secção vertical de 49,5°N, nota-se a água fria da Corrente do Labrador, no lado costeiro ou junto ao talude continental, nos cerca de 050°W, assim como a menor salinidade, em contraste com a parte a leste mais salina e de maior temperatura da Corrente do Atlântico Norte. Também em coerência com a distribuição das temperaturas e das salinidades a velocidade do som apresenta valores maiores associados à Corrente do Atlântico Norte, da superfície até cerca de 1.000 m, e valores menores correspondentes à água da Corrente do Labrador, conforme **Figura 21 a) b) e d)**.



**Figura 21** – Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) na secção vertical de latitude fixa de 49,5°N.

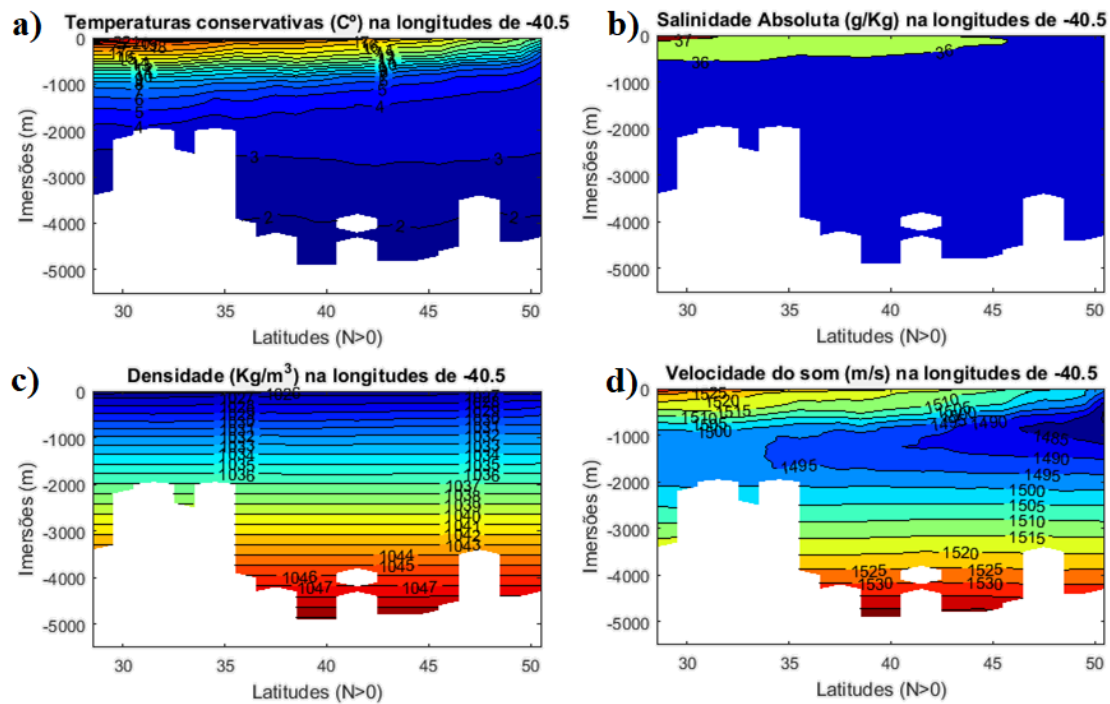
### 4.3. Análise dos resultados por longitudes fixas

Na secção vertical da longitude de 040,5°W, **Figura 22**, a base da termoclina (ou isotérmicas dos 6° a 7° C), encontra-se à volta dos 1.000 m na parte sul. Porém, à medida que a secção é percorrida de sul para norte (em latitude) vai aproximar-se da superfície, sendo que aflora na superfície em cerca de 50°N. Isso é consistente com o facto de a termoclina permanente tender a atenuar e até a desaparecer nas latitudes subpolares ou elevadas, sobretudo no lado oeste das bacias oceânicas, o que é o caso.

A salinidade na **Figura 22 b)**, é maior a sul que a norte, o que é consistente, com o facto de o lado norte ser a área com menor evaporação e mais precipitação. O inverso ocorre a sul (onde existe maior evaporação e menor precipitação). Também esta estrutura é coerente com a das temperaturas, antes referida, ou seja águas de maior temperatura também são de maior salinidade.

A velocidade do som apresenta mínimos no eixo do canal de som profundo (*Sound Fixing and Range channel* - SOFAR) em imersões que vão desde cerca dos 1.400 m, na

parte mais a sul, subindo até cerca dos 700 a 800 m na parte mais a norte (ver **Figura 22 d**).



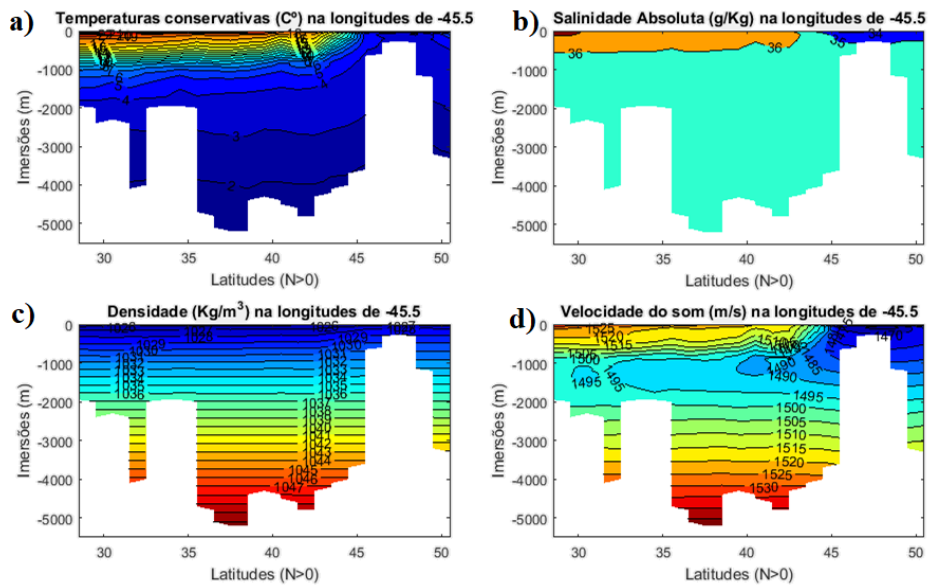
**Figura 22** – Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) na secção vertical de longitude fixa de 040,5°W.

Na secção vertical dos 045,5°W (**Figura 23**) nota-se que naturalmente as águas de maior temperatura e de maiores salinidades se posicionam no lado sul e em maiores espessuras verticais de imersão, desde a superfície. A espessura da termoclina permanente (6° C a 7° C) tende a diminuir à medida que se vai de sul para norte, deixando de existir em cerca de 45°N. O eixo do canal SOFAR aflora sobre os Grand Banks (no Flemish Cape), como se pode ver na **Figura 23 d**, em 47,5°N e 48°N.

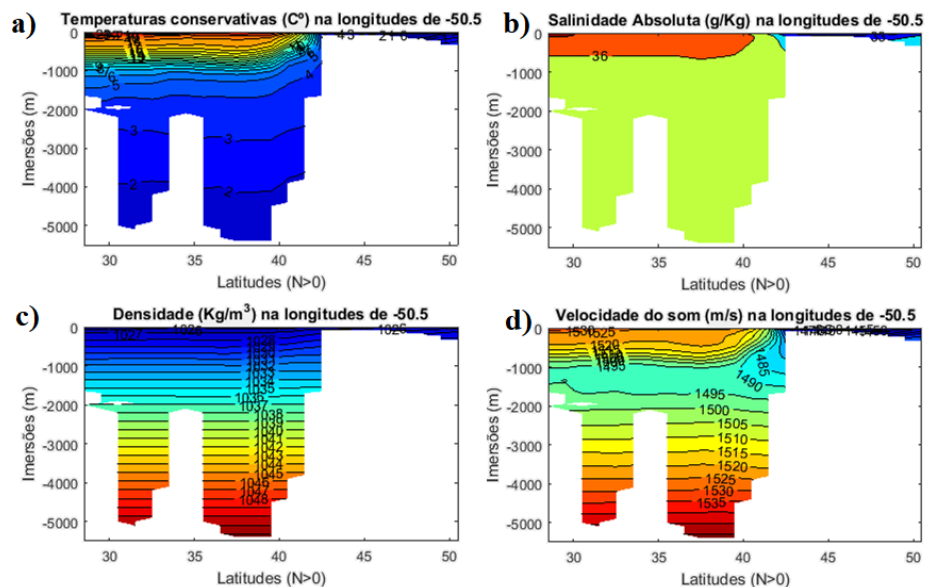
Na secção vertical da longitude de 050,5°W, **Figura 24 a**), nota-se um sinal térmico positivo (na parte mais a sul da secção), onde a base da termoclina está aproximadamente nos 1.000 m. A base da termoclina tende a aproximar da superfície de sul para norte. A termoclina deixa mesmo de existir em 41° a 42°N, não só pela água fria da superfície mas também pela presença física dos Grand Banks. Também de modo análogo ao verificado na secção anterior, a dos 045,5°W, na proximidade da superfície as salinidades diminuem de sul para norte (**Figura 24 b**)). O contraste de salinidade de 36

g/kg (a sul) e de 33 g/kg (a norte), é consistente com as diferenças de temperaturas, *i.e.*, maior temperatura, maior salinidade, e vice-versa.

Na **Figura 24 d)**, respeitante à velocidade do som, verifica-se que os mínimos da velocidade do som estão na superfície, pelas baixas temperaturas e baixas salinidades, juntamente com a baixa profundidade do banco.



**Figura 23** – Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) na secção vertical de longitude fixa de 045,5°W.

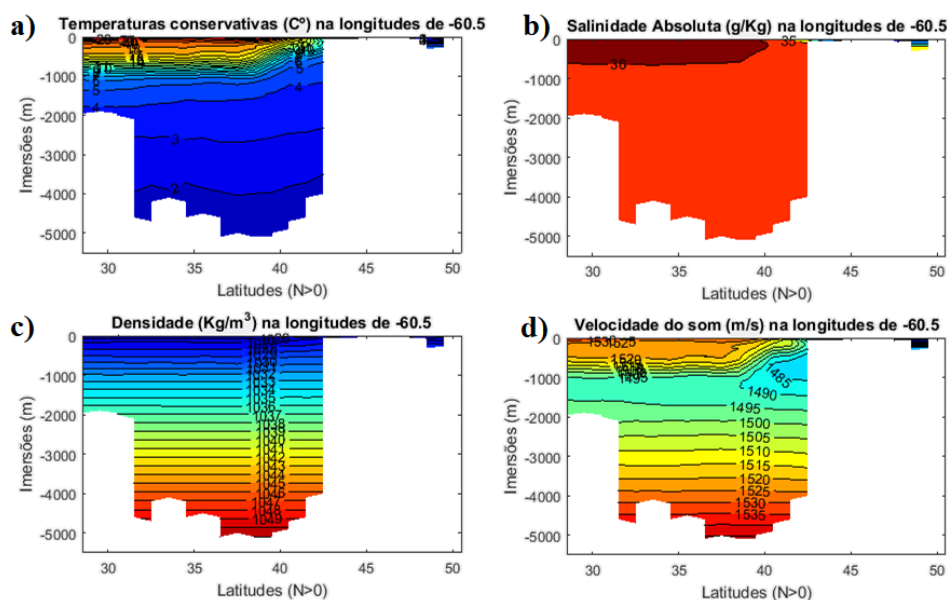


**Figura 24** – Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) na secção vertical de longitude fixa de 050,5°W.

Atendendo que a sequência das secções verticais de longitudes que estamos a descrever de leste para oeste, a incrementos de  $5^\circ$ , revelam padrões semelhantes, passaremos a relatar a incrementos de  $10^\circ$  longitude, *i.e.* a dos  $060,5^\circ\text{W}$  e a dos  $070,5^\circ\text{W}$ .

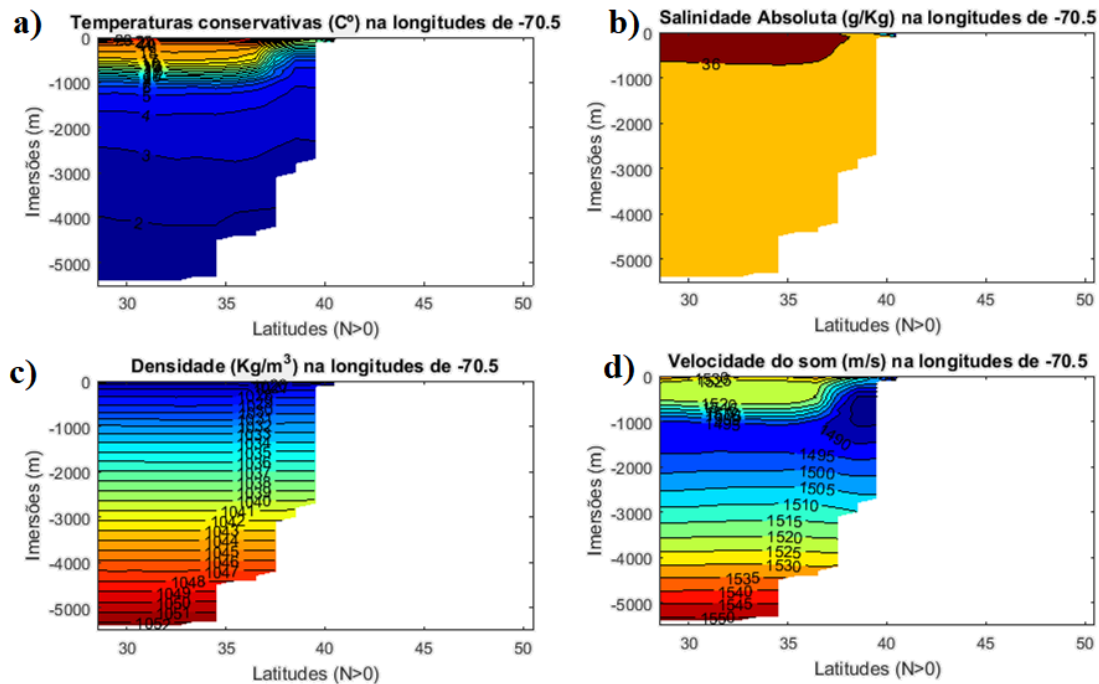
Na secção vertical dos  $060,5^\circ\text{W}$  (**Figura 25**) nota-se que a secção é limitada a norte, nos cerca de  $43^\circ\text{N}$ , por terra. Nota-se que a espessura de águas relativamente mais quentes e de maiores salinidades tende a diminuir de sul para norte, de modo análogo ao que se verificava em secções de longitudes mais a oeste. A termoclina é atenuada e deixa de se notar junto a terra, na latitude de cerca de  $42^\circ\text{N}$ . Isso ocorre com o aproximar da zona do talude continental e com a presença da água de superfície da *slope* e da *shelf waters*.

Na **Figura 25 d)** é visível, no gráfico da velocidade do som, que os mínimos da velocidade do som, ou eixo do SOFAR, vão desde cerca de 1.200 m no lado sul até 800 m no lado norte. Na parte mais a norte o eixo do canal SOFAR é envolto pela isolinha de 1.485 m/s, na latitude de  $42^\circ\text{N}$ . Pode ainda constatar-se, pelos declives das isotérmicas, das isohalinas e até das linhas de igual velocidade do som, entre as latitudes de  $37^\circ\text{N}$  e  $41^\circ\text{N}$ , elevando-se (aproximam da superfície) para norte, a frente associada à transição de águas quentes e salinas da Corrente do Golfo para águas frias e menos salinas da Corrente Labrador, incluindo as *slope* e *shelf waters*.



**Figura 25** – Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de  $1^\circ$ . Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) na secção vertical de longitude fixa de  $060,5^\circ\text{W}$ .

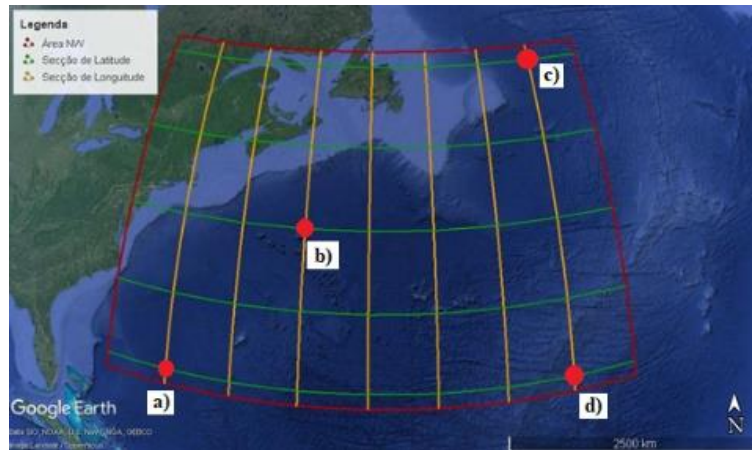
Na secção vertical dos 070,5°W (**Figura 26**), a qual é limitada por terra na sua metade norte, notam-se a sul dos 37°N as elevadas temperaturas da água, incluindo a da Corrente do Golfo (está assinalada em tons de amarelo e de laranja). É também notória a existência de *slope water* no lado costeiro. Os gráficos de salinidade e de velocidade do som, **Figura 26 b) e d)**, acompanham as tendências já referidas, *i.e.* uma correlação positiva entre temperaturas e salinidades.



**Figura 26** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) na secção vertical de longitude fixa de 070,5°W.

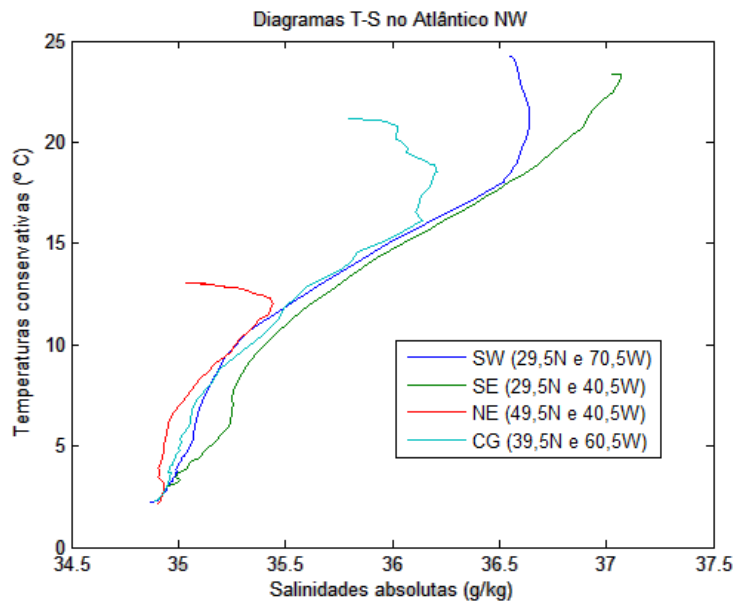
#### 4.4. Análise dos diagramas T-S e perfis

Na tentativa de estudo da localização das diferentes massas de água, tendo em conta as diferenças das quatro propriedades em estudo, foram escolhidos quatro pontos de referência da área delimitada: a) SW (29,5°N e 070,5°W); d) SE (29,5°N e 040,5°W); c) NE (49,5°N e 040,5°W), b) CG (39,5°N e 060,5°W), na Corrente do Golfo. Estes pontos encontram-se na **Figura 27** com posições geográficas visíveis. Estes pontos são resolvidos no programa dando-nos os gráficos de perfis verticais de temperatura, salinidade, densidade e velocidade do som. Serão descritos seguidamente (encontram-se no **Apêndice O**).



**Figura 27** - Representação gráfica da área de estudo, representando quatro perfis verticais da área delimitada: a) perfil\_SW (29,5°N e 070,5°W); d) perfil\_SE (29,5°N e 040,5°W); c) perfil\_NE (49,5°N e 040,5°W); b) perfil\_CG (39,5°N e 060,5°W). Retirado do Google Earth Pro.

Para ajudar na identificação das diferentes massas de água fez-se um pequeno programa “Diagramas\_T\_S.m” que lê os perfis dos pontos anteriormente referidos e grafica os correspondentes diagramas T-S. O *output* deste programa é a **Figura 28**, referente aos diagramas T-S de cada um dos pontos identificados na **Figura 27**.

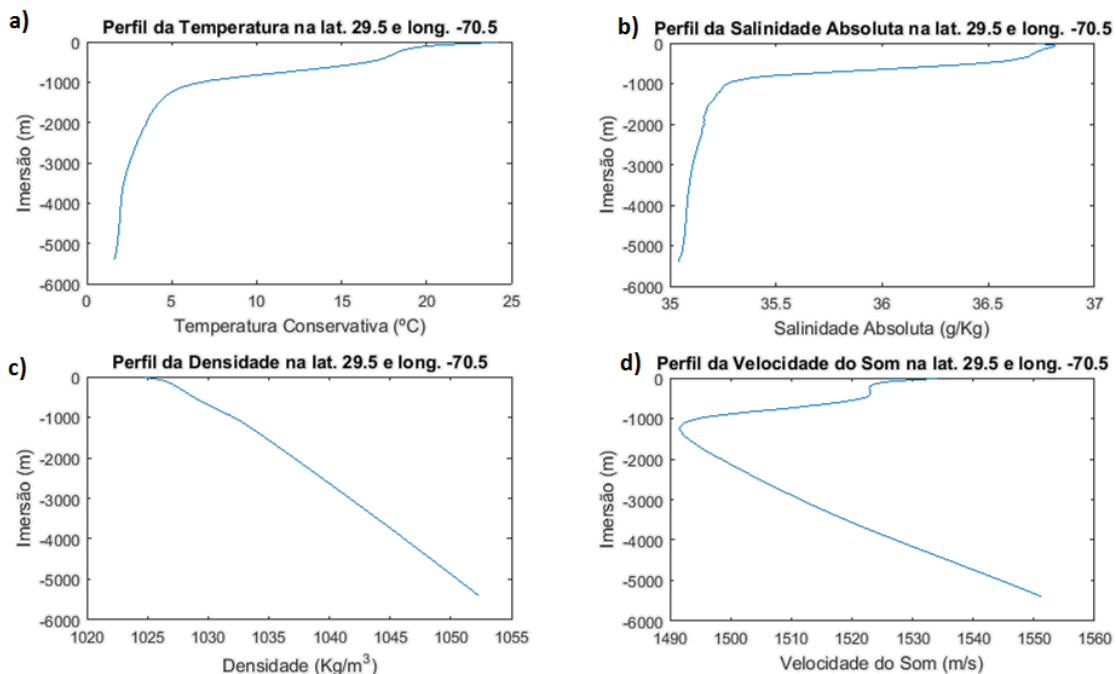


**Figura 28** - Diagrama T-S (produzido em MATLAB) representando quatro perfis da área delimitada: perfil\_SW (29,5°N e 070,5°W); perfil\_SE (29,5°N e 040,5°W); perfil\_NE (49,5°N e 040,5°W); perfil\_CG (39,5°N e 060,5°W).

Passando a explicar a **Figura 28**, esta permite a análise das massas de água distinguindo-se as diferenças das águas do oceano superior (centrais ou superficiais) até

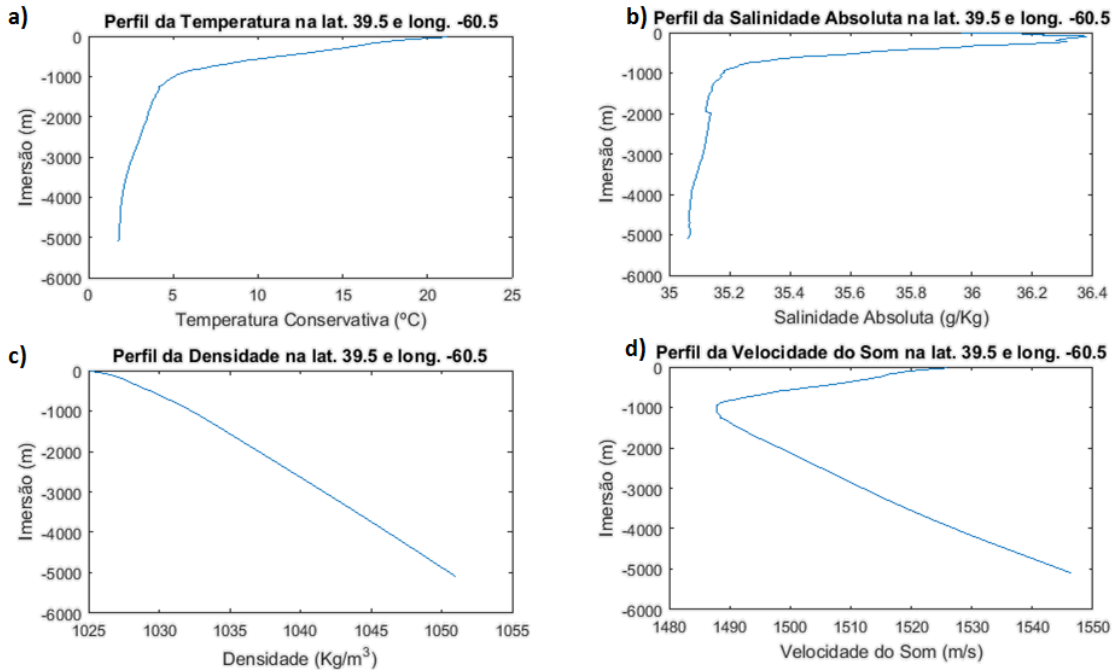
à base da termoclina, onde se notam ser bastante diferentes na área. E no oceano inferior, ao nível das massas de água intermédia e sobretudo nas águas profundas, as diferenças são progressivamente menores, à medida que aumenta a imersão.

Através do perfil\_SW (070,5°W 29,5°N), visível pela **Figura 29 a)**, nota-se a variação de temperatura correspondente à termoclina permanente, cuja base se encontra ligeiramente abaixo dos 1.000 m. Daí continua a temperatura a descer ligeiramente com a profundidade. Vê-se barriga mais ou menos aos 500 m de imersão, com aproximadamente 17° C, com a presença de uma água quente. Na **Figura 29 b)** verifica-se uma maior salinidade à superfície que tende a estabilizar, a partir dos 1.000 m, diminuindo ligeiramente com a imersão. Pela **Figura 29 c)**, relativa à densidade, não há nada a referir, pois esta apresenta a contínua e suave variação esperada, aumentando com a profundidade. Já o gráfico da velocidade do som, **Figura 29 d)**, revela uma barriga relacionada com a temperatura que, no entanto, não é de se valorizar. É visível o eixo do canal SOFAR entre os 1.100 e os 1.200 m e a base da termoclina relativamente profunda devido à latitude onde se encontram, que é correspondente à convergência subtropical norte.



**Figura 29** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) do Atlântico Noroeste no ponto do perfil\_SW (070,5°W 29,5°N).

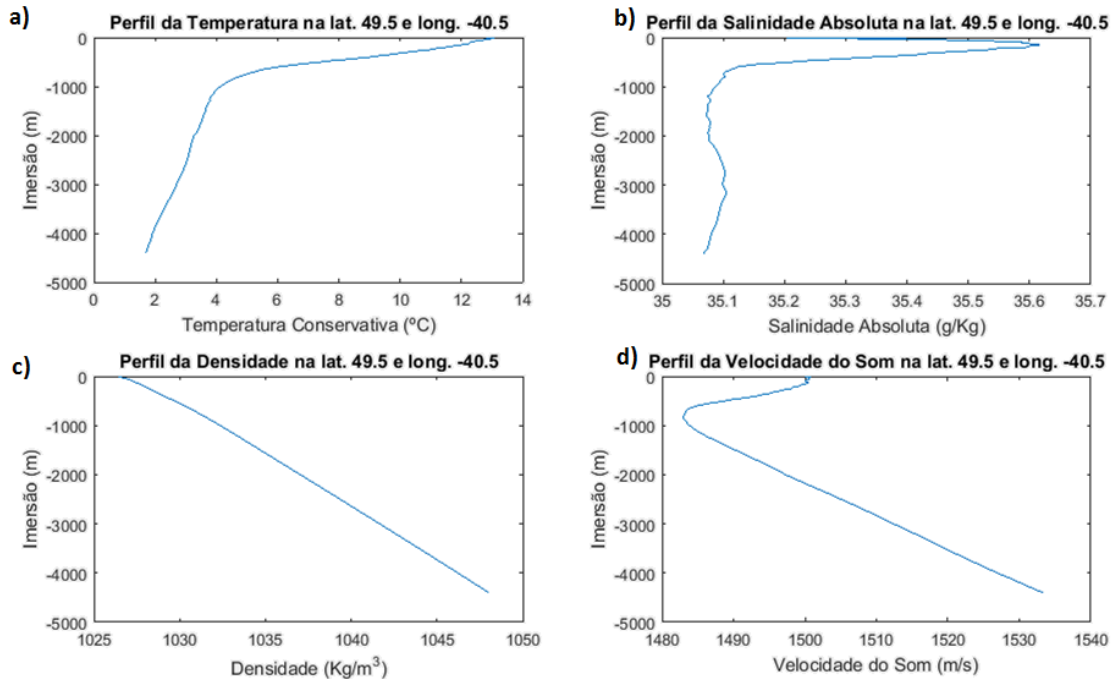
Na **Figura 30** pode-se verificar que no ponto do núcleo da Corrente do Golfo (39,5°N e 060,5°W), existe um máximo de salinidade de 36,4 à superfície bem evidente. E a velocidade mínima do som é de 1.488 m/s a 1.000 m.



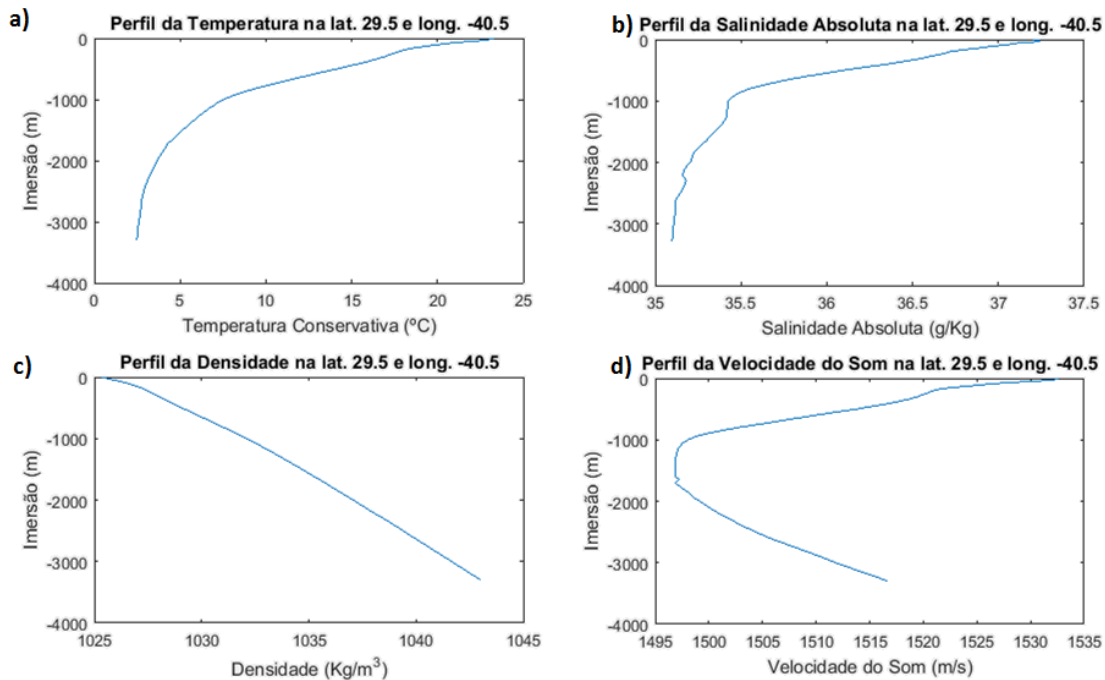
**Figura 30** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) do Atlântico Noroeste no ponto do perfil\_CG (39,5°N e 060,5°W).

Pela **Figura 31** é visível o eixo SOFAR a 800 m de imersão e a base da termoclina mais acentuada a 1.000 m. A máxima velocidade do som à superfície é de aproximadamente 1.500 m/s. O gráfico da velocidade do som varia em concordância com o gráfico da temperatura, pois as maiores temperaturas da superfície até aos 1.000 m (imersão correspondente a aproximadamente 4° C) a velocidade do som diminui até atingir o mínimo de quase 1.483 m/s, voltando a aumentar nas maiores imersões.

Pela **Figura 32 a)** nota-se que no ponto SE (029,5°W e 40,5°N) não é visível a barriga que corresponderia à termoclina permanente, apenas existe uma variação mais progressiva ao longo da coluna de água. Desta forma a base da termoclina está mais profunda, próxima dos 2.000 m. Isto é, ainda mais baixa que na **Figura 29**, onde se localizava entre os 1.100 e 1.200 m. Na **Figura 32 d)** é notória uma velocidade do som mínima em cerca de 1.400 m de imersão.



**Figura 31** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) do Atlântico Noroeste no ponto do perfil\_NE (49,5°N e 040,5°W).



**Figura 32** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos de temperatura (a), salinidade (b), densidade (c) e velocidade do som (d) do Atlântico Noroeste no ponto de Perfil\_SE (29,5°N e 040,5°W).

## 4.5. Análise geostrófica

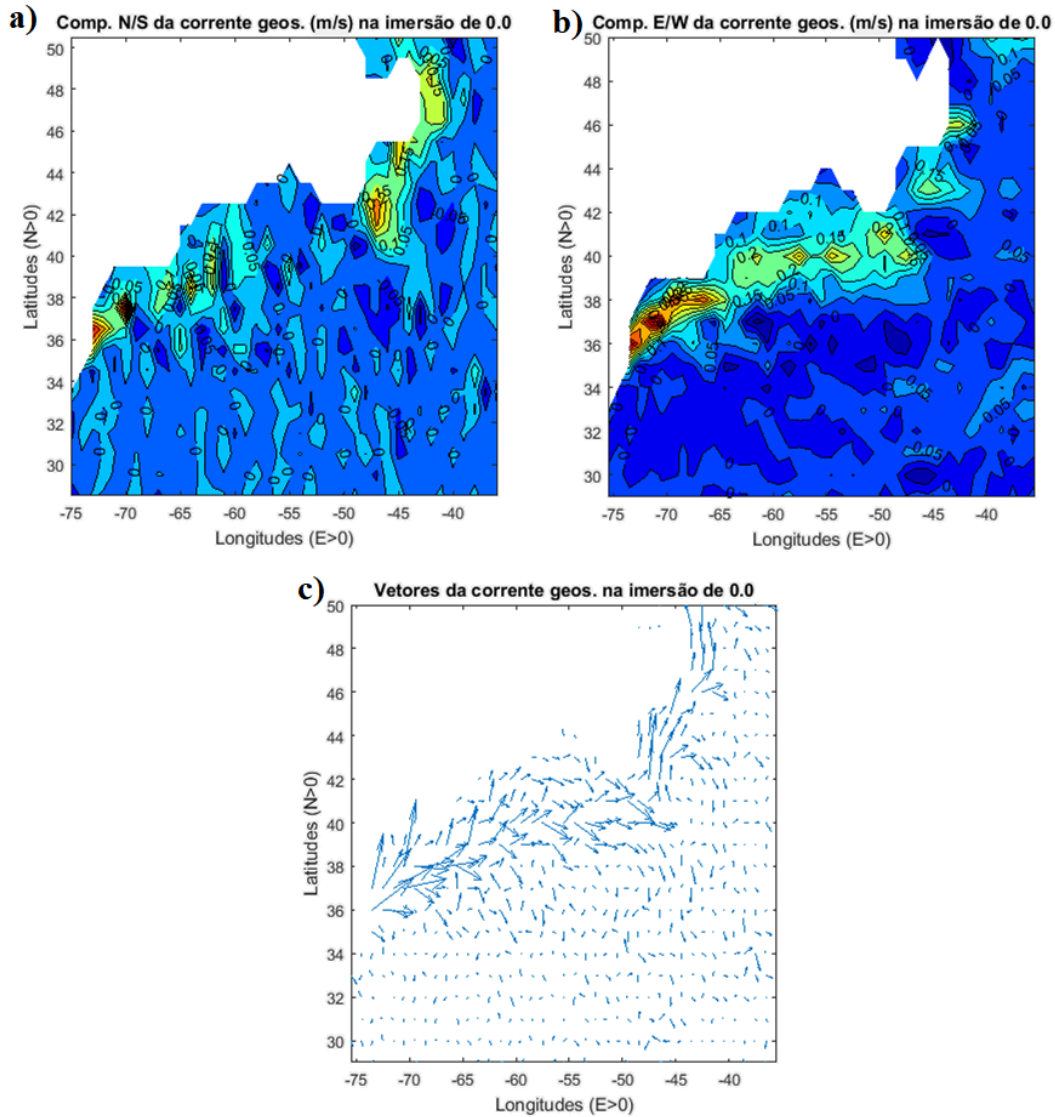
Esta secção será seguidamente subdividida em duas subsecções de análise geostrófica: a horizontal e a vertical. A análise dos resultados por secções horizontais incide sobre o conjunto dos resultados de gráficos em imersões diferentes da componente norte-sul, este-oeste e forma vetorial das correntes (**Apêndice L**). A análise dos resultados por secções verticais é feita sobre o conjunto dos resultados de gráficos em imersões diferentes da componente norte-sul (pela variação da latitude, **Apêndice M**) e da componente leste-oeste (pela variação da longitude, **Apêndice N**).

### 4.5.1. Análise dos resultados por secções horizontais

Na **Figura 33**, tanto **a)**, **b)** ou **c)**, no mapa da área delimitada, à superfície na componente N/S, E/W e na forma vetorial, existe uma mancha branca (falta de dados) correspondente ao mar da plataforma continental, pelas suas menores profundidades ou ausência de dados (não sendo possível aplicar o método geostrófico).

Na componente N/S, **Figura 33 a)**, tirando o sinal da presença de meandros (estes alteram a sua posição na escala temporal de semanas a meses) não é visível um padrão consistente de continuidade da Corrente do Golfo. No entanto, na **Figura 33 b)**, componente E/W do gráfico vê-se corrente apreciável com continuidade de oeste para leste, entre as latitudes 34°N e 42°N, com valores positivos (para leste), consistentes com a Corrente do Golfo a ir divergir para o largo (para leste). Apresenta valores positivos na latitude 36°N a 40°N e de 073°W até 050°W, o que corresponde à existência de uma componente predominante positiva, *i.e.* para leste. É também visível no canto inferior direito valores positivos de 0,05 m/s, os quais podem ser associados à CA.

Os vetores da corrente (**Figura 33 c)**) são consistentes com a intensificação ocidental (Corrente do Golfo ao longo da margem continental) e consistente na variação de imersão até 800 m (ver **Apêndice L**). A maior força de corrente encontra-se nos primeiros 500 m superiores. No entanto, o gráfico da forma vetorial aos 900 m ainda tem algum registo residual desta corrente.



**Figura 33** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos da corrente geostrófica na componente N/S (a), componente E/W (b) e forma vetorial das correntes (c) do Atlântico Noroeste à superfície (na imersão de 0 m).

#### 4.5.2. Análise dos resultados por secções verticais

Após uma análise primária dos resultados em bruto de geostrofia vertical de componente norte-sul (ver **Apêndice M**) foram escolhidas três de cinco secções verticais de latitudes importantes a descrever: 39,5°N; 44,5°N e 49,5°N.

Esta escolha foi baseada no facto de a secção vertical de latitude 29,5°N não mostrar a Corrente do Golfo bem definida (não estando dentro da área da secção), porque esta sai da Florida estreita e bem junto à costa (não incluindo a área delimitada) e só depois, mais a norte, o alargamento da corrente permitirá que a visualizemos. Só a partir

do Cape Hatteras, para norte, é que pode ser notada nos gráficos verticais de geostrofia, pois aí ela inicia o seu percurso para o largo, entrando dentro da área delimitada. Como a secção vertical de latitude 34,5°N é exatamente na zona do Cape Hatteras, o gráfico da componente N/S não permite concluir grande coisa, pois aí a corrente ainda é muito estreita, comparativamente à resolução espacial dos dados (1°), *i.e.* é mal resolvida numericamente, não sendo bem definidos os contornos ou estrutura vertical dessa corrente.

Na secção de 39,5°N, **Figura 34 a**), entre as longitudes 067°W e 063°W é perceptível uma componente norte-sul da Corrente do Golfo, a fluir para norte, até à imersão de 600 m. Bem como a existência de uma contracorrente nas longitudes de 057°W a 053°W, mais ou menos até cerca de 500 m de imersão.

Na **Figura 34 b**), correspondente à secção vertical de latitude 44,5°N, apenas é visível a cobertura nas longitudes a leste de 048°W (canto nordeste da área), pois o lado oeste contém terra e águas baixas, pela existência da plataforma continental, não existindo dados nessa parte do gráfico. No entanto, esta secção é importante pela transição da Corrente do Golfo para a Corrente do Atlântico Norte. Esta manifesta-se na corrente centrada nos 045°W, não muito longe do talude continental associado aos Grand Banks da Terra Nova. Vê-se um núcleo de componente norte-sul, de corrente a fluir para norte, tão profunda quanto os 600 metros de imersão.

Na secção vertical de latitude 49,5°N (ver **Figura 34 c**) nota-se um pico da corrente na longitude 042,5°W até à imersão de cerca de 500 m, sendo visível uma corrente com cerca de dois graus de largura (dos 044°W aos 042°W) da superfície até 400 a 500 m de profundidade, presente no extremo norte dos Grand Banks. Local onde perde a força (caudal) e dimensão vertical, mais especificamente a nordeste do talude continental (próximo do Cape Flemish).

Para a geostrofia de componente leste-oeste, após os resultados das corridas do programa (ver **Apêndice N**), foram escolhidas para descrição as secções verticais de longitude: 070,5°W, 060,5°W, 050,5°W e 040,5°W, por forma a notar-se o percurso da corrente e posição do núcleo dela com dimensão vertical.



uma espécie de contracorrente (secundária) ao lado, em 36° a 37°N, mais estreita, com cerca de 90 km.

Na sucessão da **Figura 35 a), b) e c)** é visível que os núcleos da corrente das secções, à medida que se seguem para leste, vão demonstrando que o centro do núcleo da Corrente do Golfo tende a dirigir-se de 37°N para 41°N, isto é, a posicionar-se cada vez mais para norte à medida que esta flui para leste.

Na secção vertical de longitude 050,5°W, na **Figura 35 c)** a 41,5°N, a corrente aproxima-se do talude continental (na ponta sudeste do Grand Bank) bastante nítida pelo contorno de 0,05 m/s, com o núcleo mais superficial a ultrapassar os 0,2 m/s, com 800 m de imersão. O Grand Bank acaba por constranger a corrente (efeito de parede), que fica com cerca de 430 km de largura superficial. A sul da Corrente do Golfo nota-se uma contracorrente com valores que pontualmente chegam a exceder os 0,05 m/s.

Na secção vertical de longitude 040,5°W, **Figura 35 d)**, na latitude 50°N, não vemos o núcleo da corrente, pois esta fica fora e para norte da área. Nota-se, no entanto, uma estrutura na latitude 43°N que chega a 0,05 m/s, a fluir para leste, tão profunda quanto 300 m (relativamente estreita). Também há a sublinhar um outro núcleo de corrente positiva (a fluir para leste), centrado em 33°N, estreito e que chega à imersão de 450 m (com valores superiores a 0,05 m/s), o qual pode ser associado à presença da Corrente dos Açores, na longitude de 040,5°W, em coerência com resultados anteriores (N. Marques, 2017, p. 56).



Página deixada  
propositadamente em branco

## 5. Conclusões e recomendações

O *software* desenvolvido permitiu avaliar, de modo consistente e sistemático, em gráficos de secções horizontais e verticais, as estruturas de temperatura, salinidade, densidade e velocidade do som, bem como as estatísticas associadas. Permite ainda visualizar perfis verticais destas mesmas propriedades por pontos (intersecção das secções horizontais e verticais). O programa ainda resolve gráficos de secções horizontais e verticais da corrente geostrófica média residual (por cada imersão selecionada). Pode ser utilizado para qualquer área de interesse do utilizador no oceano.

De uma forma geral, foi possível resolver a QC “Como é possível caracterizar a região do Atlântico Noroeste?”. Esta região foi caracterizada pelos grandes contrastes das propriedades (temperatura, salinidade e velocidade do som) das massas de água presentes. Isso foi documentado num mapa global com as massas de água distribuídas horizontalmente por três camadas verticais: superior (0-500 m), intermédia (500-1500 m) e profunda ou abissal (1500 m até ao fundo). Isso foi também evidenciado pelos diagramas T-S produzidos, bem como a representação, na área estudo (graças à ferramenta informática elaborada), das propriedades relativas às massas de água presentes: superficiais subártica, *North Atlantic Central Water*, *North Atlantic Intermediate Water* (variantes de *Western e Eastern*), *North Atlantic Deep Water*. A *Mediterranean Outflow Water* não foi perceptível na área estudada. Distinguiram-se, como esperado, as estruturas da Corrente do Golfo, da Corrente do Labrador e da Corrente do Atlântico Norte. A CA foi também perceptível, na parte sudeste da área de estudo, nos gráficos da superfície e de secção vertical (da componente E/W) da corrente geostrófica.

Concluiu-se haver substanciais diferenças de sazonalidade nas águas de superfície. Estas apresentaram valores superiores de temperatura e inferiores de salinidade no verão, sobretudo na zona costeira. Também foi evidente uma maior velocidade do som no verão do que no inverno. Já as estruturas da corrente geostrófica média ou residual são semelhantes no inverno e no verão.

Relativamente à QD1 “Qual dinâmica da circulação de escala grande e de mesoescala e variabilidade sazonal das massas de água características da região?” foi só

possível resolver, com programa Matlab, a circulação de escala grande. No entanto, sabemos da existência da circulação de mesoescala muito característica do oceano, particularmente importante nesta região, pela presença dos *eddies*, vórtices, meandros e jatos da Corrente do Golfo. Os gráficos obtidos por serem apoiados numa base de dados de climatologia (médias temporais de décadas e de baixa resolução espacial) não permitem verdadeiramente resolver a mesoescala, apenas a de escala grande. No entanto, conseguiu-se notar a posição média das frentes térmicas e salinas presentes, em particular das diretamente associadas à Corrente do Golfo. A dinâmica associada àquelas escalas foi abordada no enquadramento teórico, podendo resumir-se numa combinação dos efeitos dos ventos climáticos (resultantes de gradientes de pressão atmosférica resultantes do diferenciado aquecimento solar) causadores de movimentos no oceano superior, explicados pelo modelos de Ekman (transporte e bomba de Ekman) e modelo geostrófico (equilíbrio entre forças do gradiente horizontal da pressão e de Coriolis).

Para dar resposta à QD2 “Qual a origem e influência da Corrente do Golfo no Atlântico Norte?” é importante evidenciar que a Corrente do Golfo é a mais quente, forte e intensa corrente da área devido à intensificação ocidental. Ela distribui calor e salinidade ao Atlântico Norte e através das suas características turbulentas (meandros e vórtices) contribui para a mistura e distribuição das propriedades da água.

A análise e representação desta região feita à luz dos dados disponibilizados pela NOAA (QD3) é realizada utilizando a ferramenta de programação elaborada. Esta permite a visualização das diferenças entre as estruturas presentes na área em estudo, através de gráficos de secções horizontais e verticais de temperatura, salinidade, densidade e velocidade do som. Também são avaliados perfis verticais destas mesmas propriedades por pontos (intersecção das secções horizontais e verticais). O programa elaborado ainda resolve gráficos de secções horizontais (imersões) e verticais da corrente geostrófica média residual, permitindo o estudo da localização e características das correntes na área delimitada. Apesar do programa permitir o uso dos dados climáticos na resolução de  $\frac{1}{4}^\circ$  optou-se por usar a resolução de  $1^\circ$ , pois aquela tinha imensas lacunas de dados, não viabilizando a produção de gráficos consistentes para interpretação.

A QD4 “Como é explicada a circulação das diversas correntes da região bem como a ligação em continuidade entre si?” já foi explicada através das questões anteriores.

Sendo que, com esta dissertação, conseguiu-se perceber quais os fenómenos climáticos marítimos presentes no Atlântico Noroeste.

Como recomendações para trabalhos futuros será importante ter em conta uma atualização do *software* que permita o agrupamento numa só GUI de todas as opções de cálculo conseguidas até agora, bem como incluir a atualização da base de dados (a WOD2018 anunciada para breve) e acrescentar a batimetria da *General Bathymetric Charts of the Ocean*.

Como a representação gráfica permitiu a correta identificação das estruturas presentes no Atlântico Noroeste poder-se-á prosseguir para estudos regionais em outras áreas que despertam interesse científico ou operacional, como por exemplo: Atlântico Nórdico (com a ligação ao Ártico), África Austral (sistemas da Corrente das Agulhas e da Corrente de Benguela), Golfo da Guiné e Atlântico equatorial, Índico Norte (regimes das monções e contrastes entre golfos Arábico e de Bengala) ou Pacífico Noroeste (com as correntes de Kuroshio e Oyashio).

Página deixada  
propositadamente em branco

## Lista de referências Bibliográficas

- COSTA, C. C. (2017), *Oceanografia I (Descritiva) - Sebenta de apoio ao ensino de Oceanografia*, Alfeite, Lisboa, Escola Naval, 2017, file:///C:/Users/maria/Desktop/Metodologias%20de%20Investiga%C3%A7%C3%A3o/Investiga%C3%A7%C3%A3o/Sebenta%20da%20OC1%252c%202017.pdf, acessado em 03 de maio de 2017.
- DIAS, E. D. (2015), *A circulação oceânica costeira de Portugal*, Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares Navais, na especialidade de Marinha, Alfeite, Escola Naval, 2015, <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/11263/1/ASPOF%20M%20Costa%20Dias%202015.pdf>, acessado em 25 de maio de 2017.
- EMERY, W. J., MEINCKE, J. (1986), “Global water masses: summary and review”, *Water masses Global distribution Temperature Salinity*, Oceanologia Acta, 1986, Vol. 9 - N°4, pp. 383-391, <http://archimer.ifremer.fr/doc/00110/22090/19731.pdf>, acessado em 16 de novembro de 2017.
- ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA, (2015), <https://news.power102fm.com/met-office-advice-citizens-to-brace-for-heavy-rainfall-41876>, acessado em 15 de março de 2018.
- INTERGOVERNAMENTAL OCEANOGRAPHIC COMMISSION (2010), “The international thermodynamic equation of seawater – 2010:”, *calculation and use of thermodynamic properties*, Manual and Guides 56, www.TEOS-10.org, acessado em 5 de dezembro de 2017.
- MARQUES, Nácia Nogueira (2017), *Dinâmica oceânica no espaço marítimo português: Caracterização de massas de água e circulação oceânica*, Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares Navais, na especialidade de Marinha, Alfeite, Escola Naval, 2017, [https://elearning.marinha.pt/pluginfile.php/26759/mod\\_resource/content/2/Tese%20de%20Mestrado\\_ASPOF%20Marques.pdf](https://elearning.marinha.pt/pluginfile.php/26759/mod_resource/content/2/Tese%20de%20Mestrado_ASPOF%20Marques.pdf), acessado em 16 de maio de 2017.
- MARSHALL, John, PLUMB, R. Alan (2008), “Atmosphere, Ocean, and Climate Dynamics:”, *An Introductory Text*, Institute of Technology Cambridge, Massachusetts, Vol. 93, International Geophysics Series, Edited by Dmowska, Renata, Hartmann, Dennis, e Rossby, H. Thomas, <https://globusgreen.files.wordpress.com/2014/07/atmosphere-ocean-climate-dynamics-marshall-plumb.pdf>, acessado em 13 de março de 2018.
- MCLEAN, Tom (2018), Published in Education, Technology, Published on Aug 21, 2012, LinkedIn Corporation, <https://www.slideshare.net/expattam/the-itcz-hurricanes-and-droughts>, acessado em 1 de março de 2018.

- PICKARD, George L., EMERY William J. (1990), “Descriptive Physical Oceanography”, *An Introduction*, 5 ed., Edited by Elsevier, Pergamon Press, Oxford Amsterdam Boston London New York Paris San Diego San Francisco Singapore Sydney Tokyo 1982.
- PIDWIRNY, Michael e JONES, Scott (1999-2018), Edited in Physical Geography, University of British Columbia Okanagan, [http://www.physicalgeography.net/fundamentals/images/vertical\\_circulation.jpg](http://www.physicalgeography.net/fundamentals/images/vertical_circulation.jpg), acessado em 12 de março de 2018.
- POND, Stephen e PICKARD, George L. (1983), “Introductory Dynamic Oceanography”, 2 ed., Edited by Elsevier, Oxford Amsterdam Boston London New York Paris San Diego San Francisco Singapore Sydney Tokyo, 1983.
- RIACHARDSON P. L. (1983), “Eddies in Marine Science”, 2. *Gulf Stream Ring*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Edited by A.R. Robinson, New York, Tokyo 1983.
- SIEDLER, Gerold, CHURCH, John, GOULD, John (2001), “Ocean Circulation and Climate - Observing and Modelling the Global Ocean”, International Geophysical Series, Vol. 77, 2001, Edited by RENATA DMOWSKA, JAMES R. HOLTON and H. THOMAS ROSSBY, San Diego San Francisco New York Boston London Sydney Tokyo, 2001, by ACADEMIC PRESS, [file:///H:/Livros%20de%20dinâmica%20de%20oceano-atmosfera/Ocean\\_Circulation\\_and\\_Climate.pdf](file:///H:/Livros%20de%20dinâmica%20de%20oceano-atmosfera/Ocean_Circulation_and_Climate.pdf), acessado em 14 de dezembro de 2017.
- TRUJILLO, Alan P., THURMAN, Harold V. (2014), “Pearson New International Edition - Essentials of Oceanography”, 11 ed., Person Education Limites, 2014.
- UNESCO (1983), *Algorithms for computation of fundamental properties of seawater*, Unesco technical papers in marine science 44, endorsed by Unesco/SCOR/ICES/IAPSO Joint Panel on Oceanographic Tables and Standards and SCOR Working Group 51, <http://unesdoc.unesco.org/images/0005/000598/059832eb.pdf> , acessado em 5 de dezembro de 2017.
- UNITED KINGDOM HYDROGRAPHIC OFFICE (2011), “Newfoundland and Labrador”, *Admiralty Sailing Directions*, NP50, 13 ed., 2011, UKHO, pp.1 a 56.
- UNITED KINGDOM HYDROGRAPHIC OFFICE (2013), “East Coast of the United States”, *Admiralty Sailing Directions*, vol. 1, NP68, 14 ed., 2013, UKHO, pp. 1 a 41.
- UNITED KINGDOM HYDROGRAPHIC OFFICE (2014), “East Coast of the United States”, *Admiralty Sailing Directions*, vol. 2, NP69, 13 ed., 2014, UKHO, pp.1 a 40.

## Apêndice A - Resumo alargado

### 1. Introdução

As correntes oceânicas resultam do efeito do vento e das variações de densidade da água, juntamente com a rotação da Terra, com os acidentes geográficos e topográficos do fundo marinho. Perfazem uma circulação geral média de grande escala e de mesoescala, que transporta calor e massas de água. Por forma a poderem ser estudados os vários fenómenos característicos das grandes bacias oceânicas, foi desenvolvido um programa em software MATLAB, capaz de representar os dados da *World Ocean Database, 2013*, da NOAA (accedida de [www://www.nodc.noaa.gov/cgi-bin/OCS/woa13/woa13.pl?parameter=s](http://www.nodc.noaa.gov/cgi-bin/OCS/woa13/woa13.pl?parameter=s)), em gráficos perceptíveis ao estudo de região escolhida. Neste trabalho analisamos os resultados desta ferramenta e caracterizamos o Atlântico Noroeste. Será realçada a Corrente quente do Golfo (CG), a Corrente fria do Labrador (CL) e a Corrente do Atlântico Norte (CAN). Verificam-se nesta região estruturas de mesoescala, tais como vórtices, *eddies*, meandros e jatos, que, no entanto, não são visíveis nesta base de dados uma vez que se trata de uma climatologia construída a partir de séries observadas entre 1955 a 2012, disponíveis em 102 níveis de imersão, nas resoluções de 1° ou de ¼°.

### 2. Caracterização do Atlântico Noroeste

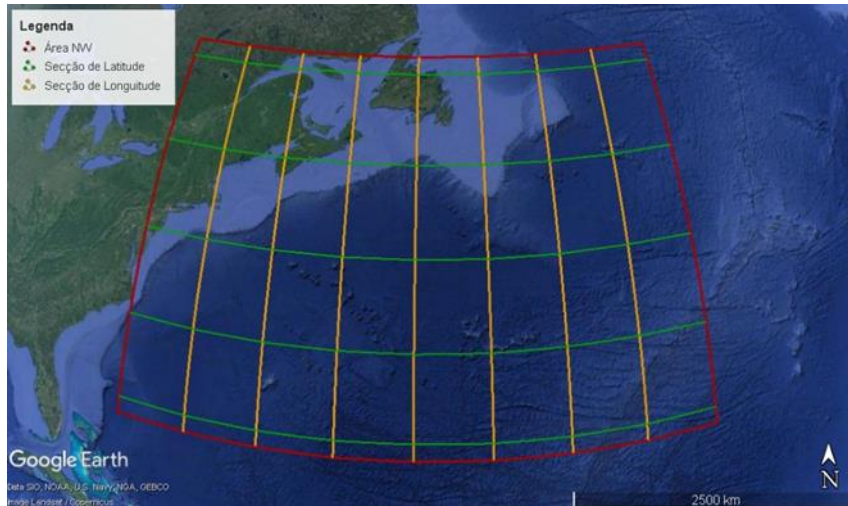
A área de estudo é visível no mapa geográfico (ver Figura 1), compreendida entre 28°30'N a 50°30'N e 075°30'W a 035°30'W.

A margem continental da Costa Leste da América do Norte é classificada de passiva (afastada de fronteiras de placas tectónicas), caracterizada por uma plataforma continental pouco profunda e extensa, visível na Figura 1. A região costeira recebe as águas de inúmeros rios que aqui desaguam, salientando-se as bacias hidrográficas do Rio São Lourenço e as das baías de Delaware e de Cheasepeake.

A CG intensa e profunda, inicia-se entre o estreito da Florida e as ilhas Baamas, encostando-se à linha de costa, sobre a plataforma continental, seguindo ao longo do talude continental, percorrendo-o mais ou menos em paralelo. Quando atinge o Cape Hatteras, na Carolina do Norte, inicia a sua divergência ou afastamento para leste,

entrando sobre a planície abissal, deixando de seguir a sua rota tão junto ao talude continental.

A área de estudo é visível no mapa geográfico (ver **Figura 1**), compreendida entre 28°30'N a 50°30'N e 075°30'W a 035°30'W.



**Figura 1** - Representação gráfica da área de estudo por divisões em cinco seções de latitudes 29°30'N, 34°30'N, 39°30'N, 44°30'N, 49°30'N, e em oito seções de longitudes 070°30'W, 065°30'W, 060°30'W, 055°30'W, 050°30'W, 045°30'W e 040°30'W. Retirado do *Google Earth Pro*.

Devido à convergência de correntes induzidas pela circulação e vento regional ocorrem movimentos descendentes (*downwelling*) na base da camada de Ekman. Às divergências horizontais associam-se movimentos ascendentes (*upwelling*). Na área delimitada distingue-se a convergência subtropical (de 30°N a 40°N na transição dos alísios de leste para os ventos de oeste) e convergência subártica (dos 50°N aos 55°N) no extremo norte. Na divergência subpolar ártica (em cerca de 60°N) verifica-se ascensão de águas de subsuperfície, em conformidade com a bombagem de Ekman, o que contribui para a redução da espessura da termoclina permanente, caso esta ainda se revele. Na zona central e sul da área delimitada, na mencionada convergência subtropical norte, a água é acumulada e bombeada, da superfície para profundidade, contribuindo para o afundamento da termoclina permanente, até cerca de 1.100-1.200 m.

## 2.1. Massas de água

As águas centrais ocidentais estão associadas aos principais giros subtropicais delimitados pelas águas superficiais polares onde as águas pouco salinas, provenientes da

precipitação, escoamento e fusão do gelo, contribuem para formar as águas frias e pouco salinas que posteriormente se afundam para formar águas intermédias (Emery e Meincke, 1986, p. 388).

Há duas classificações para as águas costeiras presentes na área delimitada. Uma é a *shelf water* (água de plataforma) situada sobre a plataforma continental, pouco salina devido à influência das descargas fluviais das bacias hidrográficas da América do Norte, regiões de elevada precipitação e de degelos. A segunda é a *slope water* que é a água do mar proveniente da CL posicionada ao largo da *shelf water*, entre esta a CG, sobreposta ao talude continental, também misturada com água da *shelf water*.

No oceano inferior ou abaixo da termoclina permanente, os movimentos das massas de água (intermédias, profundas e de fundo) são geostróficos (sem atrito) e devidos a gradientes de densidades e de pressões, em equilíbrio com a força de Coriolis.

## 2.2. Correntes da área

Do giro subtropical fazem parte as correntes Equatorial Norte (CEN), a das Antilhas, a das Caraíbas, a da Florida, a CG, a CAN e a das Canárias. Do giro subpolar fazem parte a CAN (comum ao giro subtropical), a da Noruega, a do Leste da Gronelândia, a do Oeste da Gronelândia e a CL. A CEN, propulsionada pelos ventos alíseos de nordeste (corrente transversal entre as duas margens da bacia oceânica), flui de leste para oeste, alimentando a Corrente das Caraíbas e das Antilhas, a fluir para noroeste ou interior do Golfo do México. De seguida a Corrente da Florida que sai do Golfo do México, pelas Florida Keys, para norte, é continuada pela CG para norte-nordeste. Esta pode atingir velocidades de 4 nós. Na longitude da Terra Nova a CG dá origem à CAN para nordeste. Divide-se e contribui para as circulações subpolares dos mares da Noruega, da Gronelândia e do Ártico, bem como um ramo na origem da Corrente dos Açores (CA). Detalhes podem ser encontrados em Pickard e Emery, 1990, pp. 144-145. Muitas vezes os meandros da corrente fecham-se em vórtices (*eddies*) isolados que continuam em rotação. No lado quente da corrente, os *eddies* têm núcleos frios, enquanto no lado frio têm núcleos quentes. Estes *eddies* podem persistir meses a anos e continuar a migrar no escoamento onde estão embebidos.

Na parte noroeste da área em estudo existe também a CL, a fluir para sul, entre a CG e a Costa Leste da América do Norte. A CL tem um transporte de 3,4 a 4,5 Sv, flui a

sudeste das costas leste do Labrador e Terra Nova, transportando água fria que cobre os Grand Banks da Terra Nova. A parte leste da CL é aumentada pela água menos fria da Corrente de Irminger. A sul da Terra Nova e dos Grand Banks, a CL encontra-se com a CG, sendo que, a nordeste dos Grand Banks, aquelas são continuadas pela CAN (UKHO, NP50, 2011, p. 19).

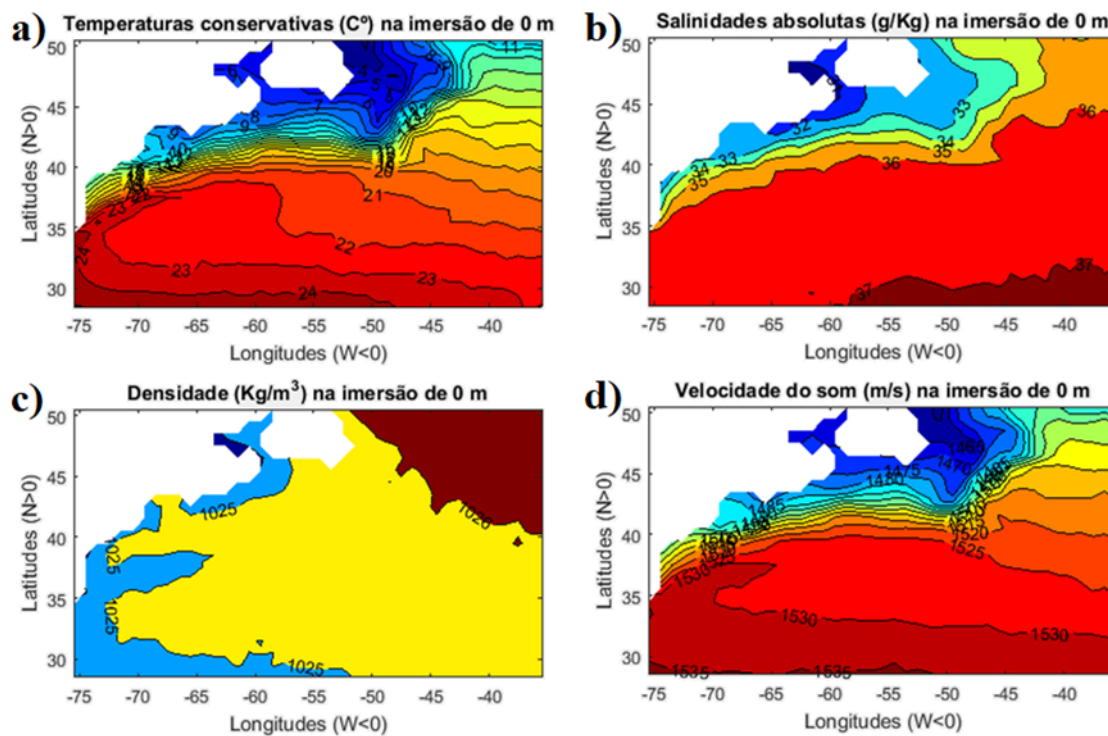
### 3. Metodologia - Programa MATLAB

A ferramenta desenvolvida em *software* MATLAB permite efetuar a leitura de dados climáticos da NOAA *World Ocean Database* (2013) (temperatura *in situ* e salinidade prática) e, recorrendo às funções da *GSW Oceanographic Toolbox of International Thermodynamic Equation of Seawater 2010* (TEOS 2010), para o cálculo da densidade, velocidade do som e geostrofia, para gráficos e tabelas com estatísticas da temperatura, salinidade, densidade e velocidade do som. É utilizada uma janela de interface gráfica que possibilita ao utilizador a escolha de áreas pré-definidas no programa ou de uma área inserida por ele (com colocação de duas latitudes e duas longitudes de delimitação da área), a época (anual, sazonal ou mensal), resolução espacial ( $1^\circ$  ou  $\frac{1}{4}^\circ$ ), a imersão (corte em profundidade dos gráficos horizontais da área), a latitude fixa (representação em profundidade das propriedades na secção de latitude), a longitude fixa (representação em profundidade das propriedades na secção de longitude) e nível profundo assumido sem movimento (para o cálculo dos gráficos de componentes geostroficadas). Por gestão de espaço não alongamos sobre a base de dados e *software*.

### 4. Resultados e Interpretação gráfica da área

Todas as imagens seguintes têm uma resolução de  $1^\circ$ , por ser a que mais explicitamente permite analisar os gráficos, e são respeitantes a climatologias médias anuais (entre 1955 e 2012). Como se pode ver na Figura 2 a), aos 0 m de imersão (na superfície) na proximidade da Terra Nova e da Nova Escócia (parte noroeste da área) verificam-se temperaturas mais frias. Pela orientação das isolinhas das temperaturas vê-se claramente a entrada da CG, por volta de  $35^\circ\text{N}$ , constatando-se menores gradientes a sul que a norte. À superfície (0 m) a água fria e pouco salina é consistente com a *shelf* e a *slope waters* e com a água proveniente da CG. A Figura 2 b) revela no lado costeiro da Terra Nova, devido à descarga dos rios, uma salinidade menor, na metade norte da área, a norte dos  $40^\circ\text{N}$ , onde é evidente uma frente de salinidade nos 33 a 36 g/kg. Nos  $30^\circ\text{N}$

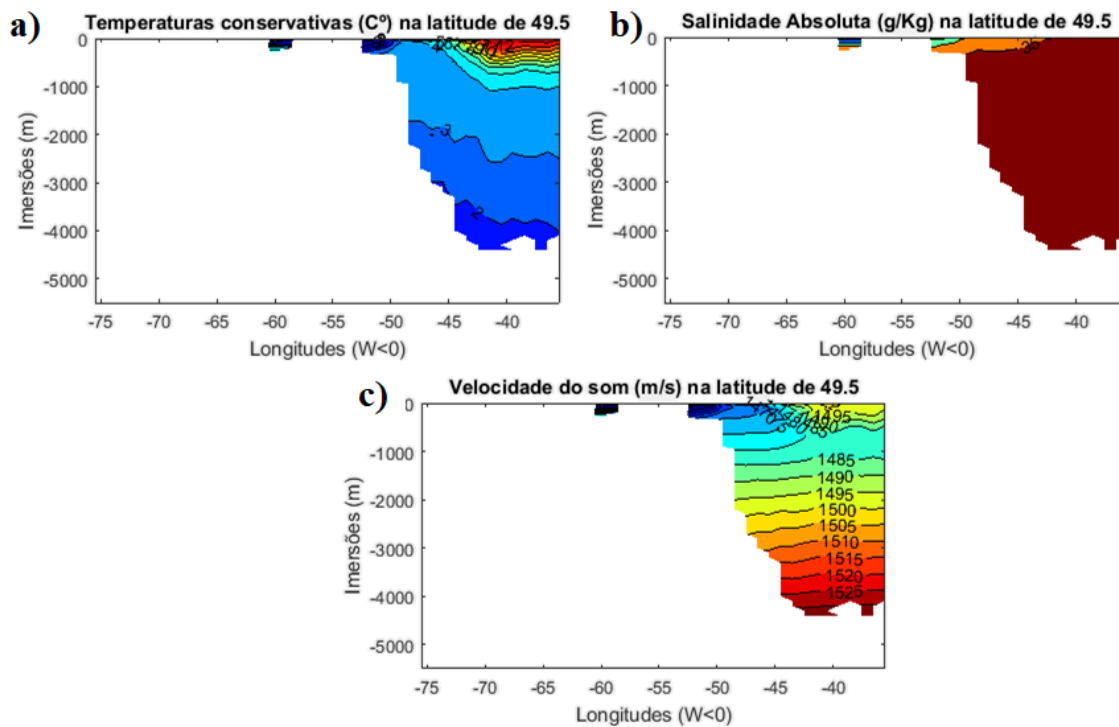
nota-se a transição de salinidade para 37 g/kg, revelando desta forma uma maior salinidade, localizada a sul da área. Próximo da superfície nota-se que a maiores temperaturas correspondem maiores salinidades. Na Figura 2 c) observam-se que as densidades na superfície variam relativamente pouco e são visíveis as isolinhas de 1.025 e 1.026 kg/m<sup>3</sup>. Como a velocidade do som é dependente da temperatura e da salinidade, para além da pressão, será de esperar velocidade do som um pouco menor no lado norte, como se verifica na Figura 2 d). São identificados apreciáveis gradientes horizontais da velocidade do som.



**Figura 2** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado. Gráficos de temperatura conservativa (entalpia potencial dividida pelo calor específico da água do mar na superfície) (a), salinidade absoluta (b), densidade (c) e velocidade do som (d) do Atlântico Noroeste à superfície (na imersão 0 m). Valores médios anuais, na resolução de 1°.

Através da Figura 3, correspondente à secção vertical de 49,5°N, nota-se a água fria da CL, no lado costeiro ou junto ao talude continental (cerca de 050°W), assim como a menor salinidade, em contraste com a parte a leste mais salina e de maior temperatura da CAN. Também em coerência com a distribuição das temperaturas e das salinidades, a velocidade do som apresenta valores maiores associados à CAN, da superfície até cerca de 1.000 m e valores menores correspondentes à água da CL, conforme Figura 3 a) b) e c).

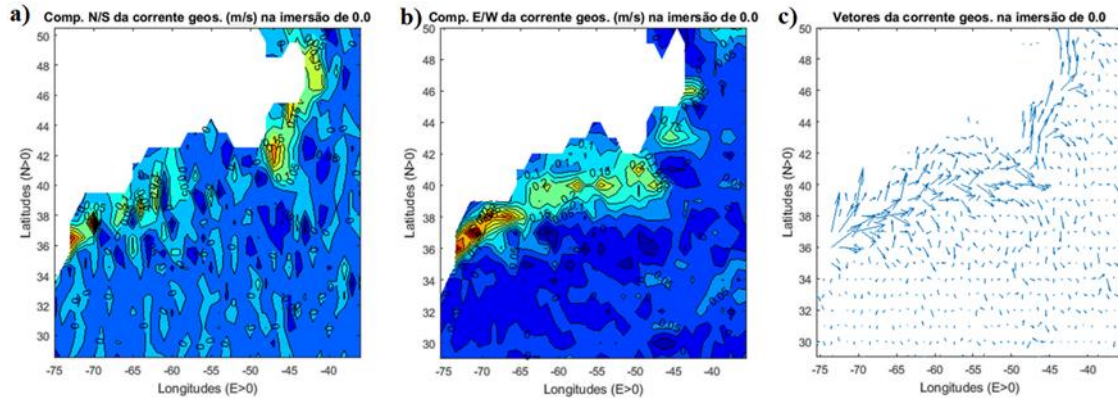
Na Figura 4 a), b) e c), no mapa da área delimitada, a corrente geostrófica à superfície, referida a 1000 dbar, nas componentes N/S e E/W e na forma vetorial, é impossível de identificar perante a mancha branca associada a terra. Na componente N/S, na Figura 4 a), não é visível um padrão consistente de continuidade da CG. No entanto, na Figura 4 b), componente E/W do gráfico, vê-se corrente apreciável com continuidade de oeste para leste, entre as latitudes 34°N e 42°N, com valores positivos (para leste), consistentes com a CG a ir divergir para o largo (para leste). Apresenta valores positivos na latitude 36°N a 40°N e de 073°W até 050°W, o que corresponde à existência de uma componente predominante e positiva (para leste). É também visível no canto inferior direito valores positivos de 0,05 m/s, os quais podem ser associados à CA.



**Figura 3** – Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado. Gráficos de temperatura conservativa (a), salinidade absoluta (b) e velocidade do som (c) na secção vertical de latitude fixa de 49,5°N. Valores médios anuais, na resolução de 1°.

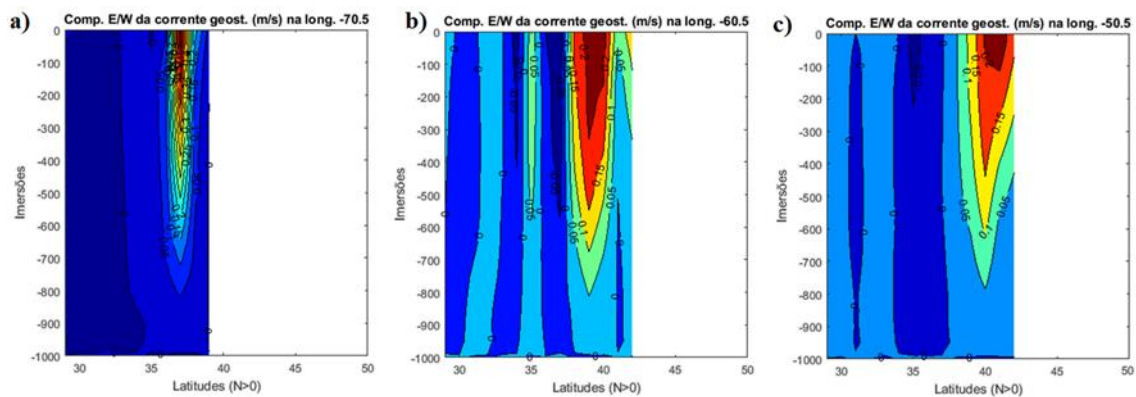
Os vetores da corrente (Figura 4 c)) são consistentes com a intensificação ocidental (CG ao longo da margem continental) e consistente na variação de imersão até 800 m (aqui não mostrado). A maior intensidade de corrente encontra-se nos 500 m superiores, no entanto, o gráfico da forma vetorial aos 900 m ainda tem algum registo residual desta corrente (também aqui não mostrado).

Na secção vertical de longitude 070,5°W, representada pela Figura 5 a), é visível, perto da latitude 37°N, um núcleo forte da componente E/W da CG, a fluir para leste, tão profunda quanto os 800 metros. É suposto, nas secções mais a leste, a afastar da costa, a largura da CG aumentar progressivamente até atingir o seu máximo de extensão. Revela-se até 800 metros, na imersão vertical, com mais de 0,05 m/s.



**Figura 4** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado. Gráficos da corrente geostrófica na componente N/S (a), componente E/W (b) e forma vetorial das correntes (c) do Atlântico Noroeste à superfície (na imersão de 0 m). Valores médios anuais, na resolução de 1°.

A parte azul escura (entre 30°N e 33°N) revela uma corrente contrária (de leste para oeste) à da CG. Através da Figura 5 b) é visível o núcleo da CG com o seu centro nos 39°N, com largura na superfície (jato principal) de cerca de 360 km. É ainda aparente uma espécie de contracorrente (secundária) ao lado, em 36° a 37°N, mais estreita, com cerca de 90 km. Na sucessão da Figura 5 a), b) e c), é visível que as secções para leste, vão demonstrando que o centro do núcleo da CG tende a dirigir-se de 37°N para 41°N, isto é, a posicionar-se cada vez mais para norte à medida que esta flui para leste.



**Figura 5** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado. Gráficos da componente E/W da geostrofia vertical de longitudes: a) 070,5°W; b) 060,5°W e c) 050,5°W. Valores médios anuais, na resolução de 1°.

Na secção vertical de longitude 050,5°W, na Figura 5 c) a 41,5°N, a corrente aproxima-se do talude continental (na ponta sudeste do Grand Bank) bastante nítida pelo contorno de 0,05 m/s, com o núcleo mais superficial a ultrapassar os 0,2 m/s, com 800 m de imersão. O Grand Bank acaba por constranger a corrente (efeito de parede), que fica com cerca de 430 km de largura superficial. A sul da CG nota-se uma contracorrente com valores que pontualmente chegam a exceder os 0,05 m/s.

## **5. Conclusão**

A ferramenta desenvolvida permite avaliar, de modo consistente e sistemático, em gráficos de secções horizontais e verticais, as estruturas de temperatura, salinidade, densidade e velocidade do som, bem como as estatísticas associadas (não apresentadas neste artigo). Permite ainda visualizar perfis verticais destas mesmas propriedades por pontos (intersecção das secções horizontais e verticais) não analisadas neste artigo. A ferramenta resolve ainda gráficos de secções horizontais e verticais da corrente geostrófica média (por cada imersão seleccionada).

Conseguiu-se notar a posição média das frentes térmicas e salinas presentes, em particular das diretamente associadas à Corrente do Golfo. Assim sendo, a representação gráfica permitiu a correta identificação das estruturas presentes no Atlântico Noroeste, e prova que esta aplicação informática pode ser utilizada para qualquer área de interesse do oceano.

## **Apêndice B – Manual de utilização do WOD2013 em pdf**

### **Manual de utilização do WOD2013**

Foram compilados para programas executáveis disponíveis no DVD os seguintes programas:

- WOD2013\_t\_s\_r\_c\_perfis.m
- WOD2013\_geostrofia\_horizontal\_vertical.m
- Menu\_WOD2013.m

#### **Objetivo do WOD2013**

Proporcionar de modo simples e interativo a manipulação de dados climáticos, anual, sazonal e mensal, apresentando seguidamente tabelas e gráficos possíveis de aplicar a qualquer área do mundo, através do cálculo e representação de características físicas e químicas (temperatura, salinidade, densidades e velocidades do som) bem como das correntes geostroficas horizontais e verticais.

Este modelo possibilita a caracterização oceanográfica de várias regiões mundiais da circulação de escala grande média climática, bem como a variabilidade mensal e sazonal, das massas de água presentes na área escolhida e estudo de fenómenos identificados nessa área em particular.

É utilizada a base de dados de temperaturas e de salinidades NOAA WOD2013 para o oceano mundial, nas resoluções espaciais de 1° e de ¼° de latitudes e de longitudes, em 102 imersões da superfície até 5.500 m.

A densidade e a velocidade do som são calculadas pelas fórmulas da *International Thermodynamic Equation of State 2010* (TEOS2010).

#### **Requisito**

Apenas funcional num sistema operativo de 64 bits.

### **Instalação do programa no computador:**

Passo 1: Inserir o DVD no computador.

Passo 2: Copiar a pasta do DVD “WOD3013 - chave na mão” e colar no ambiente de trabalho do computador que está a ser utilizado.

Passo 3: No ambiente de trabalho do próprio computador abrir a pasta “WOD3013 - chave na mão”. A partir de agora poderá retirar o DVD do computador. Os passos que se seguem são todos executados na pasta que passou para o ambiente de trabalho.

Passo 4: Se possuir o programa Matlab ou o Matlab Compiler Runtime instalado, prossiga para o passo 7. Caso contrário não salte nenhum dos passos de instalação.

Passo 5: Abrir a pasta "MCRInstaller". Instalar o ficheiro “MCRInstaller.exe”.

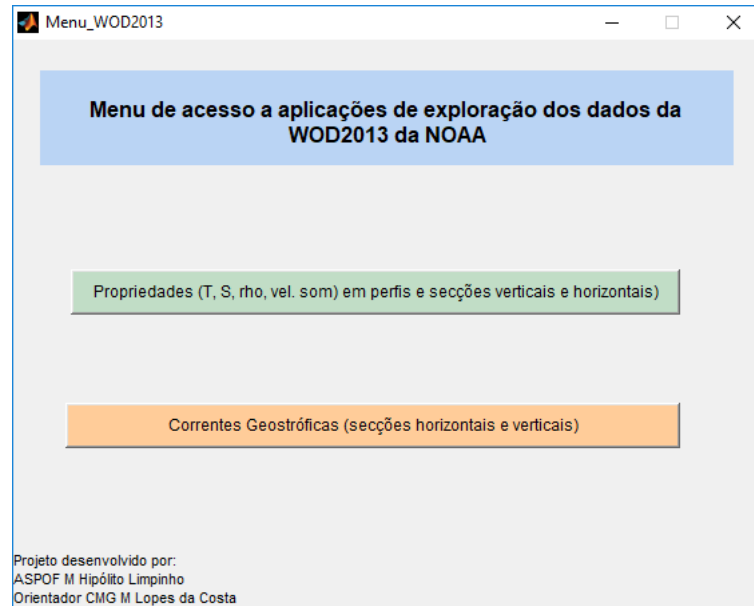
Passo 6: Copiar a pasta "WOD2013 executavel" para uma localização no computador.

Passo 7: Abrir o ficheiro "Menu\_WOD2013.exe".

Passo 8: Caso prefira aceder diretamente a um dos dois subprogramas, basta seleccionar o pretendido:

### **Manuseamento do programa**

Após a instalação, abrir a pasta “WOD3013 - chave na mão” e seguidamente a subpasta “WOD2013 Executável”. Clicar no ficheiro "Menu\_WOD2013.exe". Seguidamente irá aparecer o programa principal, Menu\_WOD2013.m como mostra na Figura seguinte.



**Figura 1** – Menu do programa principal: "Menu\_WOD2013.exe".

### Estrutura de menus para o utilizador

A aplicação desenvolvida, em linguagem de programação MATLAB, proporciona uma janela gráfica com dois botões, **figura 2 a)**. Cada um de acesso a um programa e sua GUI correspondente. O primeiro botão correspondente ao WOD2013\_t\_s\_r\_c\_perfis, **figura 2 b)**, composto pelas propriedades em perfis, secções de imersão, latitude e longitude. O segundo botão com a ligação ao segundo programa, WOD2013\_geostrofia\_horizontal\_vertical, **figura 2 c)**, correspondente ao programa do cálculo das componentes geostróficas.



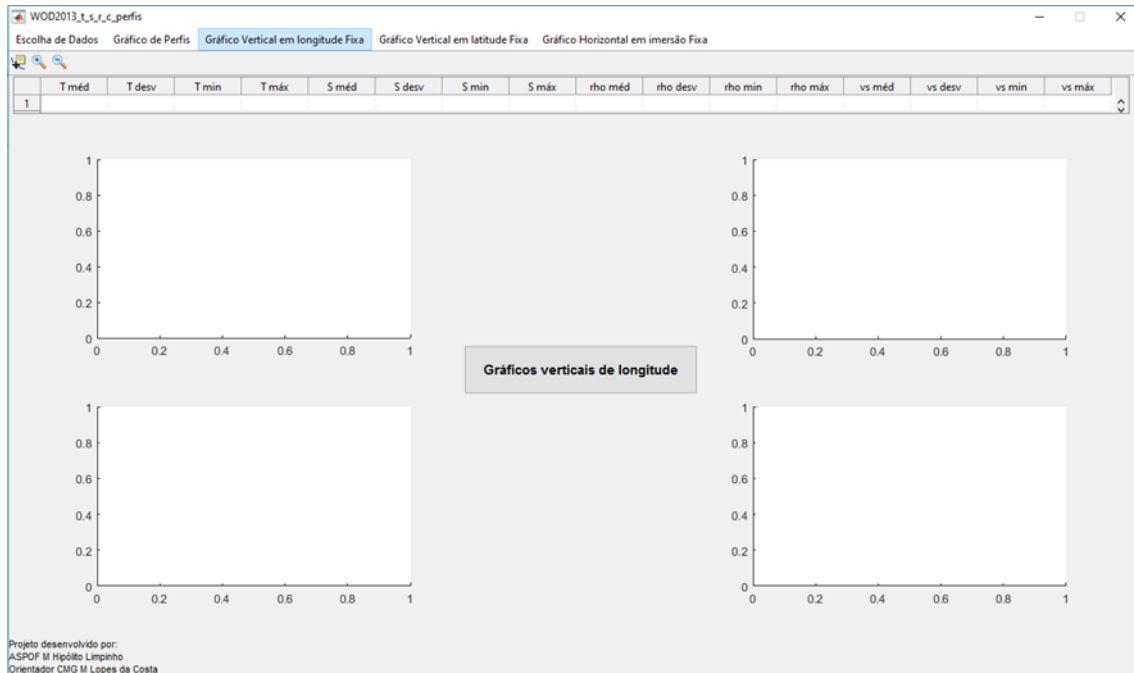
**Figura 2** - Esquema da subdivisão da GUI: a) Menu\_WOD2013; b) WOD2013\_t\_s\_r\_c\_perfis; c) WOD2013\_geostrofia\_horizontal\_vertical; d) figura das coordenadas do planisfério sobrepostas aos continentes. O b) e c) revelam a apresentação da organização dos gráficos e menus.

Existe, em cada um dos botões selecionados, um segundo botão “Ajuda na escolha das Latitudes e Longitudes Fixas”, que permite aceder a uma imagem onde constam as coordenadas do planisfério sobrepostas aos continentes, por forma a facilitar a escolha de uma área à vontade do utilizador, **figura 2 d)**.

A GUI, possibilita ao utilizador a escolha de áreas pré-definidas no programa ou de uma área inserida por ele (com colocação de duas latitudes e duas longitudes de limitação da área), a época (anual, sazonal ou mensal), resolução ( $1^\circ$  ou  $\frac{1}{4}^\circ$ ), a imersão (corte em profundidade dos gráficos horizontais da área), a latitude fixa (para a representação em profundidade das propriedades na secção de latitude), a longitude fixa (representação em profundidade das propriedades na secção de longitude), nível sem movimento (para o cálculo dos gráficos de componentes geostróficas).

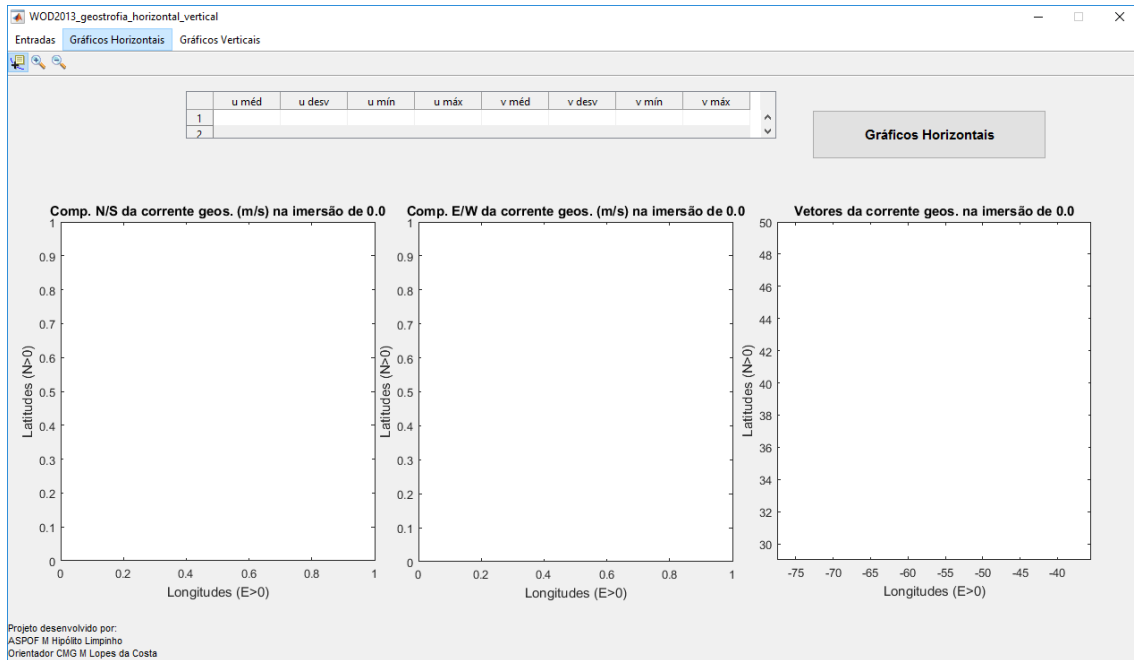
Para uma melhor interpretação dos resultados obtidos pelos gráficos, foi construída uma tabela que revela as médias, desvios padrão, mínimos e máximos de todas as propriedades (temperatura, salinidade, densidade e velocidade do som) e das componentes norte-sul e leste-oeste de velocidades das correntes geostróficas. Esta é visível juntamente com os gráficos da ferramenta.

O programa GUI WOD2013\_t\_s\_r\_c\_perfis contém os seguintes menus: “Entrada de Dados”, “Gráfico de Perfis”, “Gráfico Vertical em longitude Fixa”, “Gráfico Vertical em latitude Fixa”, “Gráfico Horizontal em imersão Fixa”. A tabela associada a todos os menus, exceto o primeiro (que não a possui) contém: T méd, T desv, T mín, T máx, S méd, S desv, S mín, S máx, rho méd, rho desv, rho mín, rho máx, vs méd, vs desv, vs mín, vs máx. Isto é visível na figura 3.



**Figura 3** - Programa GUI WOD2013\_t\_s\_r\_c\_perfis com os menus: “Entrada de Dados”, “Gráfico de Perfis”, “Gráfico Vertical em longitude Fixa”, “Gráfico Vertical em latitude Fixa”, “Gráfico Horizontal em imersão Fixa”, e sua tabela associada.

O programa GUI WOD2013\_geostrofia\_horizontal\_vertical contém os seguintes menus: “Entradas”, “Gráficos Horizontais”, “Gráficos Verticais”. A tabela associada a cada um destes menus contém: u méd, u desv, u mín, u máx, v méd, v desv, v mín, v máx.



**Figura 4** - Programa GUI WOD2013\_geostrofia\_horizontal\_vertical com os menus: “Entradas”, “Gráficos Horizontais”, “Gráficos Verticais” e tabela associada.

### Inserção dos dados

No menu “Entradas” (ver figura 5) existem várias opções à escolha do utilizador.

Outras Escolhas

Imersão 0

Época Anual

Área Escolha manual da área de interesse

Resolução 1°

Nível sem movimento 1000

Escolha manual da área de interesse

Lat N (<0 se Sul, >0 se Norte)	50.5
Lat S (<0 se Sul, >0 se Norte)	28.5
Long W (<0 se Oeste, >0 se Leste)	-75.5
Long E (<0 se Oeste, >0 se Leste)	-35.5

Em (1)° as coordenadas acabam em .5  
Em (1/4)° as coordenadas acabam em  
.125 .375 .625 .875

Variáveis Fixas

Latitude Fixa	38.5
Longitude Fixa	-50.5

**Figura 5** – Menu Entradas do programa GUI WOD2013\_geostrofia\_horizontal\_vertical.

No Painel “Outras escolhas”, visível na figura 5, existe as opções de:

- Imersão: A imersão é introduzida pelo utilizador, em metros, devendo escolher um dos valores presentes no *popupmenu*: 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275, 300, 325, 350, 375, 400, 425, 450, 475, 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 850, 900, 950, 1000, 1050, 1100, 1150, 1200, 1250, 1300, 1350, 1400, 1450, 1500, 1550, 1600, 1650, 1700, 1750, 1800, 1850, 1900, 1950, 2000, 2100, 2200, 2300, 2400, 2500, 2600, 2700, 2800, 2900, 3000, 3100, 3200, 3300, 3400, 3500, 3600, 3700, 3800, 3900, 4000, 4100, 4200, 4300, 4400, 4500, 4600, 4700, 4800, 4900, 5000, 5100, 5200, 5300, 5400, 5500.

- Época: A época introduzida pelo utilizador representa a escolha de climatologia pretendida, devendo escolher uma das opções presentes no *popupmenu*: Anual, Primavera, Verão, Outono, Inverno, Janeiro, Fevereiro, Março, Abril, Maio, Junho, Julho, Agosto, Setembro, Outubro, Novembro, Dezembro.

- Área: Esta é a opção das várias áreas, tendo a o *popupmenu* a opção de: Escolha manual da área de interesse (o utilizador insere o limite da área que pretende, podendo utilizar o botão “Ajuda na escolha das Latitudes e Longitudes Fixas” para o auxiliar), Atlântico Norte subtropical, Atlântico NE ou Portugal, Atlântico NW, Mediterrâneo, Atlântico subpolar Norte, África do Sul, Índico Norte, Passagem de Drake ou Antártida (estas são áreas predefinidas no programa).

- Resolução: Para a escolha da resolução horizontal o utilizador tem um *popupmenu* com as opções de resolução de 1° ou ¼°.

- Nível sem movimento: Esta opção apenas existe no programa GUI WOD2013\_geostrofia\_horizontal\_vertical, pois os cálculos de componente geostrofica necessitam de uma limitação em profundidade onde se assume um nível sem movimento, em metros. Assim sendo o *popupmenu* dá opção ao utilizador de escolher entre: 1000, 1500, 500, 200, 50.

No painel “Escolha manual da área de interesse”, visível na figura 5, o utilizador deve colocar as coordenadas por ele pretendidas, sendo que anteriormente terá de ter selecionada a opção “Escolha manual da área de interesse” na opção “Áreas”.

Esta escolha da posição geográfica de interesse é feita em quatro campos editáveis para ‘Lat N’, ‘Lat S’, ‘Long W’ e ‘Long E’. Convencionam-se valores positivos para norte

e leste, negativos para sul e oeste. As coordenadas devem ser colocadas com casa decimal 0.5 na resolução de 1° e com casas decimais .125, .365, .625 e .875 na resolução de ¼ °.

Caso o utilizador, por lapso, não cumpra o anterior o programa ajusta a posição para coordenadas válidas na base de dados por aproximação às coordenadas introduzidas, consoante a resolução escolhida.

No painel “Variáveis Fixas” é feito em dois campos editáveis a colocação pelo utilizador da secção de latitude (Latitude Fixa) ou longitude (Longitude Fixa) que pretende visualizar. O programa assume os valores estes dois campos como sendo as coordenadas definidas pelo utilizador, que o programa GUI WOD2013\_t\_s\_r\_c\_perfis utiliza para calcular o ponto onde são graficados os perfis das várias propriedades, vertidos no menu “Gráfico de Perfis”.

### **Corrida do programa**

Introduzidos as escolhas do utilizador no menu “Entradas” no GUI do WOD2013\_geostrofia\_horizontal\_vertical, ou no menu “Entrada de dados” no GUI do WOD2013\_t\_s\_r\_c\_perfis, carrega-se no botão “Escolha de dados”.

De seguida, se estamos a manusear o WOD2013\_t\_s\_r\_c\_perfis, clica-se com o cursor no menu “Gráfico de Perfis” no topo esquerdo da janela. Caso estejamos a manusear o WOD2013\_geostrofia\_horizontal\_vertical, clica-se com o cursor no menu “Gráficos Horizontais” no topo esquerdo da janela.

Uma vez neste menu, se no programa WOD2013\_t\_s\_r\_c\_perfis, clica-se com o cursor no único botão que aparece. Ao fim de alguns segundos são preenchidos os 4 gráficos deste menu. De seguida clicar com o cursor no menu seguinte “Gráficos Verticais em longitude Fixa” e clicar no botão central do programa. Desta forma é preenchida a Tabela de resultados (na parte superior dos gráficos) com colunas correspondentes a T méd (temperatura média), T desv (desvio de temperatura), T mín (temperatura mínima), T máx (temperatura máxima), S méd (salinidade média), S desv (desvio de salinidade), S mín (salinidade mínima), S máx (salinidade máxima), rho méd (densidade média), rho desv (desvio de densidade), rho mín (densidade mínima), rho máx (densidade máxima), vs méd (velocidade do som média), vs desv (desvio da velocidade do som), vs mín

(velocidade do som mínima), vs máx (velocidade do som máxima), consoante disponível na base de dados para a posição geográfica escolhida. Também são preenchidos os gráficos deste menu.

Se estamos a manusear o programa WOD2013\_geostrofia\_horizontal\_vertical e encontramos-nos no menu “Gráficos Horizontais”, clica-se com o cursor no botão superior direito do programa. Ao fim de alguns segundos são preenchidos os 3 gráficos deste menu e a Tabela de resultados com: u méd, u desv, u mín, u máx, v méd, v desv, v mín, v máx.

Para serem mostrados os vários resultados, em cada um dos menus, tem de se colocar o cursor sobre o menu seguinte e clicar. De seguida este abre e tem de se clicar no único botão que aparece no menu, por forma a este carregar dos dados que pretendemos visualizar.

Para melhor visualização dos dois gráficos pode usar-se o botão “Zoom In” na barra de ferramentas, no topo superior à esquerda, e com o rato proceder à seleção de parte do gráfico a ampliar. Isso pode ser feito para cada um dos dois gráficos. Para desativar o *zoom* basta clicar no botão “Zoom Out” na barra de ferramentas.

Ao colocar o cursor sobre o gráfico, são mostrados os valores presentes no mesmo gráfico nesse ponto. Isto é, mostra o valor correspondente dos eixos X e Y bem como o valor na posição da propriedade remetida no gráfico.

### **Repetição de corridas**

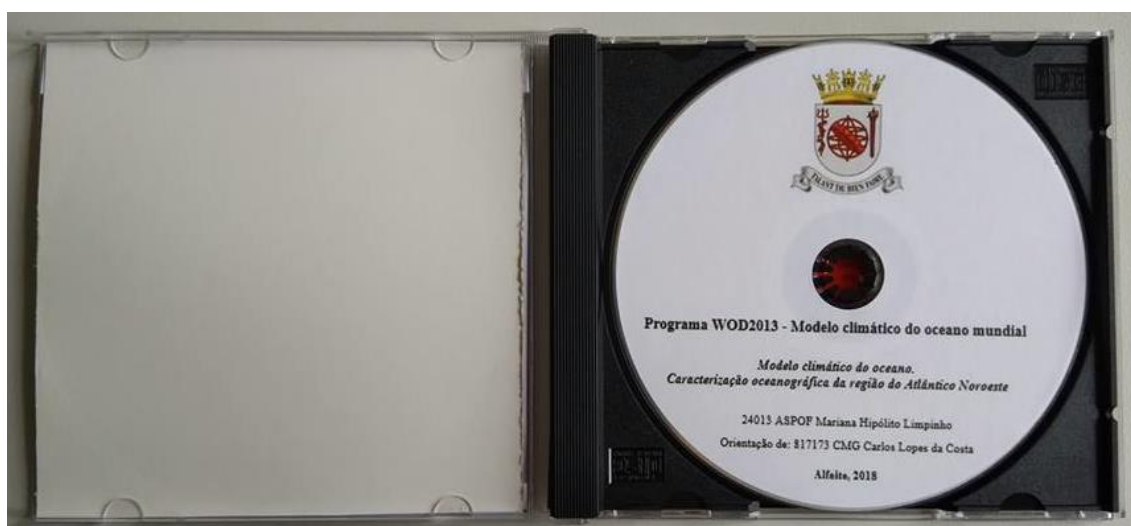
Basta voltar ao menu “Entradas” introduzir novos valores e escolhas e repetir os passos anteriores. Para que o programa mostre os gráficos com os dados corretos, o utilizador necessita de correr cada um dos menus pela ordem em que estes são representados na barra de menus.

Página deixada  
propositadamente em branco

## Apêndice C – Imagem do DVD e capa deste



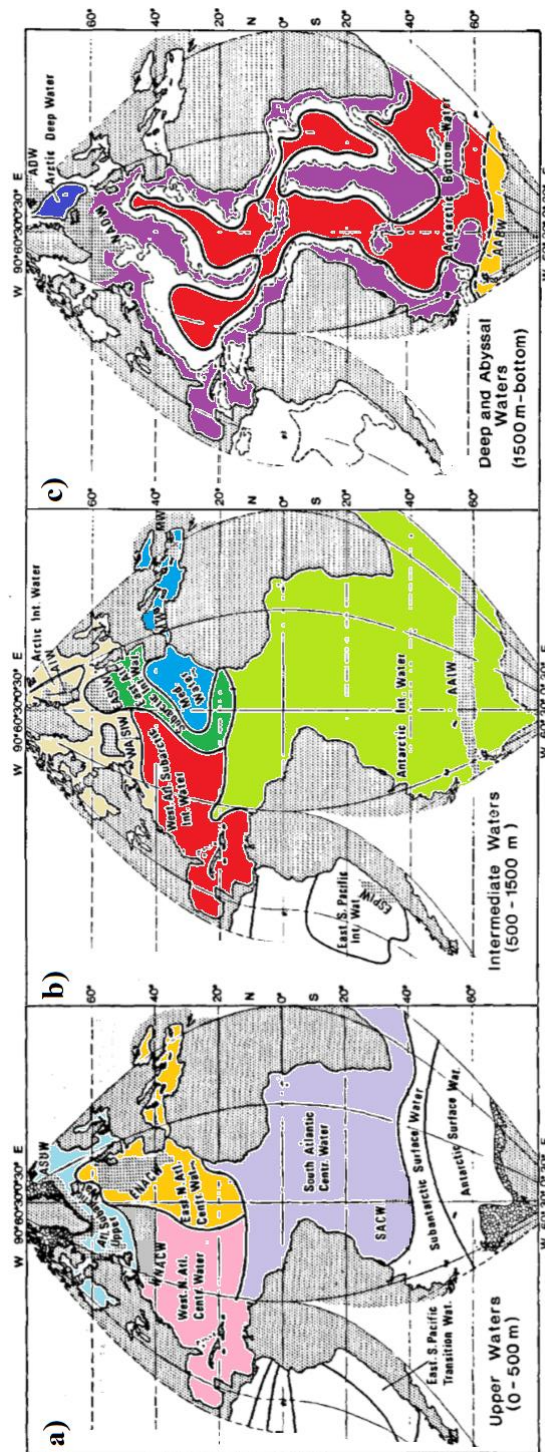
**Figura 1** – Imagem da capa do DVD que contém o Programa WOOD2013.



**Figura 2** – Imagem do DVD que contém o Programa WOOD2013.

Página deixada  
propositadamente em branco

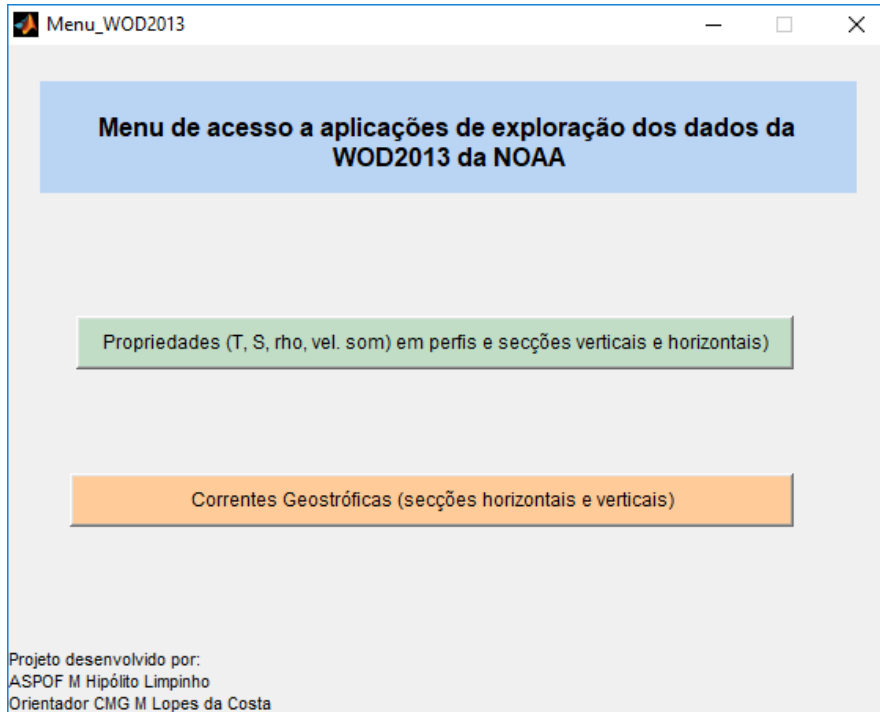
## Apêndice D – Massas de água



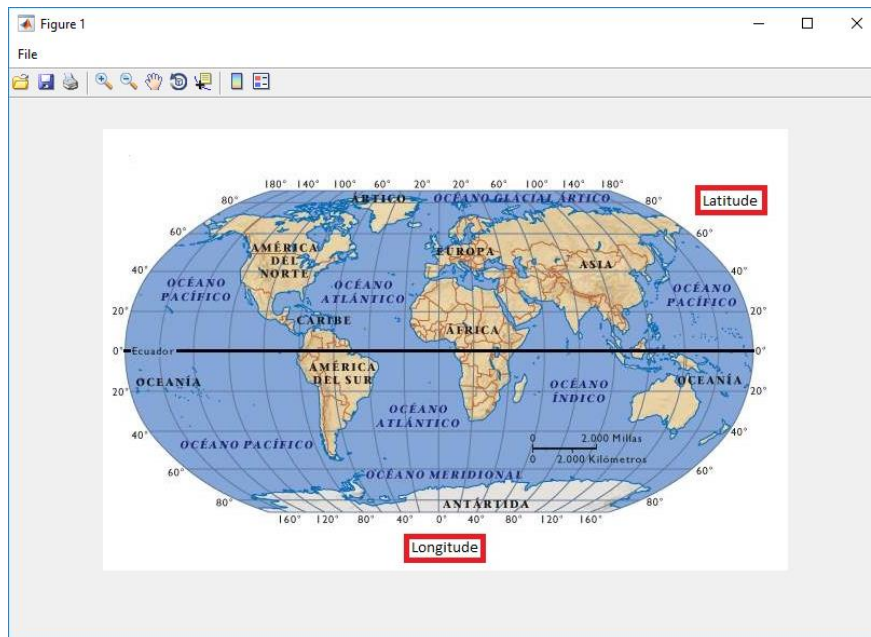
**Figura 1** - Distribuição de massas de água no Oceano Atlântico para: a) *upper water* (0-500 m), b) *intermediate water* (500-1500 m), c) *deep and abyssal water* (1500 m – bottom).

Página deixada  
propositadamente em branco

## Apêndice E - GUI e Código de programa Menu\_WOD2013



**Figura 1** – Menu do programa principal: "Menu\_WOD2013.exe".



**Figura 2** – Figura das coordenadas do planisfério sobrepostas aos continentes, selecionada pelo botão “Ajuda na escolha das Latitudes e Longitudes Fixas”.

```
function varargout = Menu_WOD2013(varargin)
% MENU_WOD2013 MATLAB code for Menu_WOD2013.fig
%     MENU_WOD2013, by itself, creates a new MENU_WOD2013 or raises the existing
%     singleton*.
%
%     H = MENU_WOD2013 returns the handle to a new MENU_WOD2013 or the handle to
%     the existing singleton*.
%
%     MENU_WOD2013('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local
%     function named CALLBACK in MENU_WOD2013.M with the given input arguments.
%
%     MENU_WOD2013('Property','Value',...) creates a new MENU_WOD2013 or raises the
%     existing singleton*. Starting from the left, property value pairs are
%     applied to the GUI before Menu_WOD2013_OpeningFcn gets called. An
%     unrecognized property name or invalid value makes property application
%     stop. All inputs are passed to Menu_WOD2013_OpeningFcn via varargin.
%
%     *See GUI Options on GUIDE's Tools menu. Choose "GUI allows only one
%     instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Edit the above text to modify the response to help Menu_WOD2013

% Last Modified by GUIDE v2.5 08-Feb-2018 14:30:26

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @Menu_WOD2013_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',  @Menu_WOD2013_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',  [], ...
                  'gui_Callback',    []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT

% --- Executes just before Menu_WOD2013 is made visible.
function Menu_WOD2013_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to Menu_WOD2013 (see VARARGIN)

% Choose default command line output for Menu_WOD2013
```

```
handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% UIWAIT makes Menu_WOD2013 wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = Menu_WOD2013_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject handle to figure
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

% --- Executes on button press in pushbutton1.
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
WOD2013_t_s_r_c_perfis

% --- Executes on button press in pushbutton2.
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to pushbutton2 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
WOD2013_geostrofia_horizontal_vertical
```

Página deixada  
propositadamente em branco

## Apêndice F - GUI e Código de programa WOD2013\_t\_s\_r\_c\_perfis

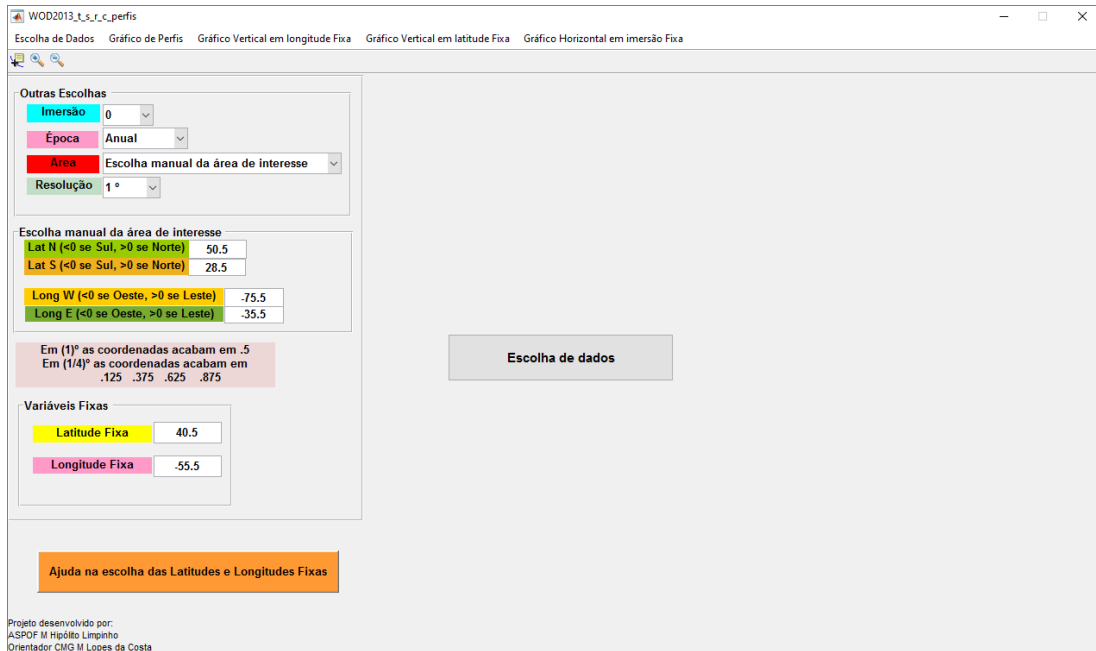


Figura 1 – Apresentação do menu “Escolha de Dados” da GUI do programa WOD2013\_t\_s\_r\_c\_perfis.

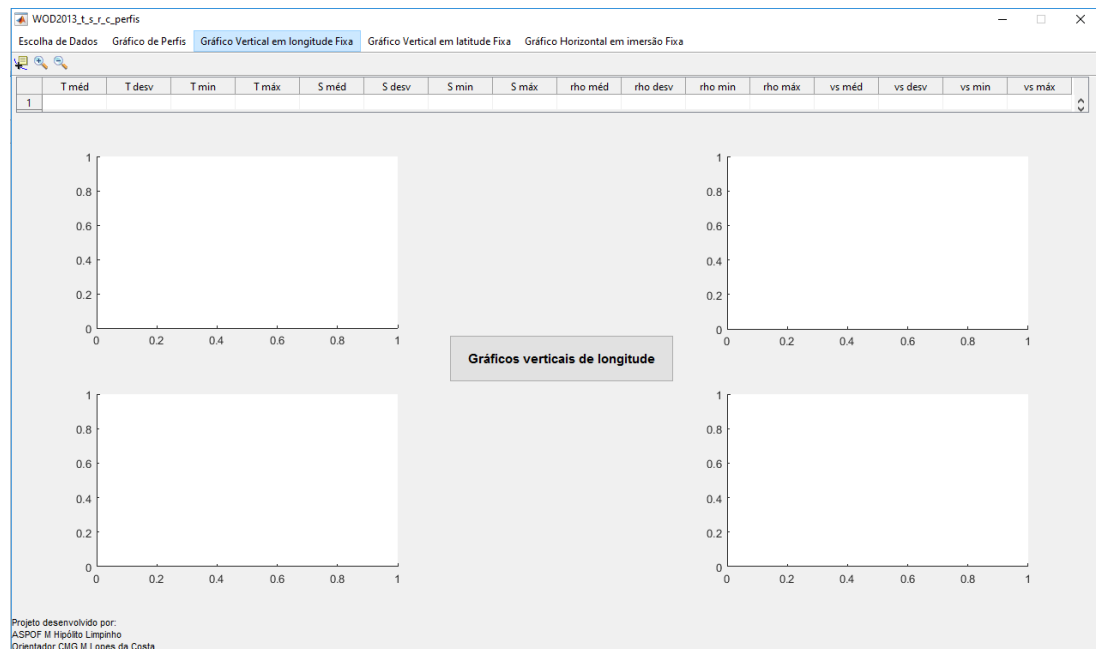


Figura 2 - Apresentação do menu “Gráficos Verticais em longitude Fixa” da GUI do programa WOD2013\_t\_s\_r\_c\_perfis.

```
function varargout = WOD2013_t_s_r_c_perfis(varargin)
% WOD2013_T_S_R_C_PERFIS MATLAB code for WOD2013_t_s_r_c_perfis.fig
%   WOD2013_T_S_R_C_PERFIS, by itself, creates a new WOD2013_T_S_R_C_PERFIS or raises
the existing
%   singleton*.
%
%   H = WOD2013_T_S_R_C_PERFIS returns the handle to a new WOD2013_T_S_R_C_PERFIS or
the handle to
%   the existing singleton*.
%
%   WOD2013_T_S_R_C_PERFIS('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local
%   function named CALLBACK in WOD2013_T_S_R_C_PERFIS.M with the given input
arguments.
%
%   WOD2013_T_S_R_C_PERFIS('Property','Value',...) creates a new
WOD2013_T_S_R_C_PERFIS or raises the
%   existing singleton*. Starting from the left, property value pairs are
%   applied to the GUI before WOD2013_t_s_r_c_perfis_OpeningFcn gets called. An
%   unrecognized property name or invalid value makes property application
%   stop. All inputs are passed to WOD2013_t_s_r_c_perfis_OpeningFcn via varargin.
%
%   *See GUI Options on GUIDE's Tools menu. Choose "GUI allows only one
%   instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Edit the above text to modify the response to help WOD2013_t_s_r_c_perfis

% Last Modified by GUIDE v2.5 19-Feb-2018 10:05:10

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',   gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @WOD2013_t_s_r_c_perfis_OpeningFcn, ...
                  'gui_OutputFcn',  @WOD2013_t_s_r_c_perfis_OutputFcn, ...
                  'gui_LayoutFcn',   [] , ...
                  'gui_Callback',    []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT

% --- Executes just before WOD2013_t_s_r_c_perfis is made visible.
function WOD2013_t_s_r_c_perfis_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
```

```
% varargin    command line arguments to WOD2013_t_s_r_c_perfis (see VARARGIN)

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Forçar a entrada dos dados %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
Escolha_de_dados_Callback(handles.Escolha_de_dados, eventdata, handles)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

% Choose default command line output for WOD2013_t_s_r_c_perfis
handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% UIWAIT makes WOD2013_t_s_r_c_perfis wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = WOD2013_t_s_r_c_perfis_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout    cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject     handle to figure
% eventdata   reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles     structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% INICIO DOS OBJETOS GRAFICOS %%%%%%%%%%

function edit1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject     handle to edit1 (see GCBO)
% eventdata   reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles     structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit1 as text
%         str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit1 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject     handle to edit1 (see GCBO)
% eventdata   reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles     empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject     handle to edit2 (see GCBO)
% eventdata   reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles     structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit2 as text
```

```
%      str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit2 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on windows.
%      See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit3 as text
%      str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit3 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on windows.
%      See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit4 as text
%      str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit4 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit4_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on windows.
%      See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
```

```
end

function edit5_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit5 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit5 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit5 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit5_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit5 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on windows.
%        See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit6_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit6 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit6 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit6 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit6_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit6 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on windows.
%        See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in popupmenu13.
function popupmenu13_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to popupmenu13 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns popupmenu13 contents as cell
array
%        contents{get(hObject,'value')} returns selected item from popupmenu13
```

```
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function popupmenu13_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to popupmenu13 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in popupmenu14.
function popupmenu14_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to popupmenu14 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns popupmenu14 contents as cell
array
%         contents{get(hObject,'value')} returns selected item from popupmenu14

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function popupmenu14_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to popupmenu14 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in popupmenu15.
function popupmenu15_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to popupmenu15 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns popupmenu15 contents as cell
array
%         contents{get(hObject,'value')} returns selected item from popupmenu15

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function popupmenu15_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to popupmenu15 (see GCBO)
```

```
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on windows.
% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in popupmenu16.
function popupmenu16_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to popupmenu16 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns popupmenu16 contents as cell
array
% contents{get(hObject,'value')} returns selected item from popupmenu16

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function popupmenu16_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to popupmenu16 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on windows.
% See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in popupmenu17.
function popupmenu17_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to popupmenu17 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns popupmenu17 contents as cell
array
% contents{get(hObject,'value')} returns selected item from popupmenu17

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function popupmenu17_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject handle to popupmenu17 (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on windows.
% See ISPC and COMPUTER.
```

```
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultuicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% FIM DOS OBJETOS GRAFICOS %%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% -----
function Escolha_de_dados_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to Escolha_de_dados (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% No Menu Escolha_de_dados, a variável menu=1
setappdata(gcf,'menu',1);
% Limpar os gráficos pré existentes
cla(handles.axes1)
cla(handles.axes2)
cla(handles.axes3)
cla(handles.axes4)
% Objetos da GUI visíveis
set(handles.uipane11,'visible','on');
set(handles.uipane16,'visible','on');
set(handles.text5,'visible','on');
set(handles.text8,'visible','on');
set(handles.text6,'visible','on');
set(handles.text9,'visible','on');
set(handles.popupmenu16,'visible','on');
set(handles.popupmenu14,'visible','on');
set(handles.popupmenu15,'visible','on');
set(handles.popupmenu13,'visible','on');
set(handles.uipane12,'visible','on');
set(handles.text1,'visible','on');
set(handles.text2,'visible','on');
set(handles.text3,'visible','on');
set(handles.text4,'visible','on');
set(handles.edit1,'visible','on');
set(handles.edit2,'visible','on');
set(handles.edit3,'visible','on');
set(handles.edit4,'visible','on');
set(handles.uipane15,'visible','on');
set(handles.text10,'visible','on');
set(handles.text11,'visible','on');
set(handles.edit5,'visible','on');
set(handles.edit6,'visible','on');
set(handles.text14,'visible','on');
set(handles.pushbutton1,'visible','on');
set(handles.pushbutton3,'visible','on');
% Objetos da GUI a serem escondidos
set(handles.axes1,'visible','off');
set(handles.axes2,'visible','off');
set(handles.axes3,'visible','off');
set(handles.axes4,'visible','off');
set(handles.uitable5,'visible','off');
```

```
set(handles.uitable1,'visible','off');
% No pushbutton aparece "Entrada de dados"
set(handles.pushbutton1,'String','Escolha de dados');
% -----

function Grafico_de_perfis_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to Grafico_de_perfis (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% No Menu Escolha_de_dados, a variável menu=2
setappdata(gcf,'menu',2);
% Limpar os gráficos pré existentes
cla(handles.axes1)
cla(handles.axes2)
cla(handles.axes3)
cla(handles.axes4)
% Objetos da GUI a serem escondidos
set(handles.uipanel6,'visible','off');
set(handles.uipanel1,'visible','off');
set(handles.text5,'visible','off');
set(handles.text8,'visible','off');
set(handles.text6,'visible','off');
set(handles.text9,'visible','off');
set(handles.popupmenu16,'visible','off');
set(handles.popupmenu14,'visible','off');
set(handles.popupmenu15,'visible','off');
set(handles.popupmenu13,'visible','off');
set(handles.uipanel2,'visible','off');
set(handles.text1,'visible','off');
set(handles.text2,'visible','off');
set(handles.text3,'visible','off');
set(handles.text4,'visible','off');
set(handles.edit1,'visible','off');
set(handles.edit2,'visible','off');
set(handles.edit3,'visible','off');
set(handles.edit4,'visible','off');
set(handles.uipanel5,'visible','off');
set(handles.text10,'visible','off');
set(handles.text11,'visible','off');
set(handles.edit5,'visible','off');
set(handles.edit6,'visible','off');
set(handles.text14,'visible','off');
set(handles.uitable1,'visible','off');
set(handles.uitable5,'visible','off');
set(handles.pushbutton1,'visible','on');
% Objetos da GUI a serem visíveis
set(handles.axes1,'visible','on');
set(handles.axes2,'visible','on');
set(handles.axes3,'visible','on');
set(handles.axes4,'visible','on');
set(handles.pushbutton3,'visible','off');
% No pushbutton aparece "Entrada de dados"
set(handles.pushbutton1,'String','Gráficos de Perfis');
% -----
```

```
function Grafico_vertical_long_fix_Callback(hObject, eventdata,...
    handles)
% hObject    handle to Grafico_vertical_long_fix (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% No Menu Escolha_de_dados, a variável menu=1
setappdata(gcf,'menu',3);
% Limpar os gráficos pré existentes
cla(handles.axes1)
cla(handles.axes2)
cla(handles.axes3)
cla(handles.axes4)
% Objetos da GUI a serem escondidos
set(handles.uipane16,'visible','off');
set(handles.uipane11,'visible','off');
set(handles.text5,'visible','off');
set(handles.text8,'visible','off');
set(handles.text6,'visible','off');
set(handles.text9,'visible','off');
set(handles.popupmenu16,'visible','off');
set(handles.popupmenu14,'visible','off');
set(handles.popupmenu15,'visible','off');
set(handles.popupmenu13,'visible','off');
set(handles.uipane12,'visible','off');
set(handles.text1,'visible','off');
set(handles.text2,'visible','off');
set(handles.text3,'visible','off');
set(handles.text4,'visible','off');
set(handles.edit1,'visible','off');
set(handles.edit2,'visible','off');
set(handles.edit3,'visible','off');
set(handles.edit4,'visible','off');
set(handles.uipane15,'visible','off');
set(handles.text10,'visible','off');
set(handles.text11,'visible','off');
set(handles.edit5,'visible','off');
set(handles.edit6,'visible','off');
set(handles.text14,'visible','off');
set(handles.uitable5,'visible','off');
set(handles.pushbutton3,'visible','off');
% Objetos da GUI a serem visíveis
set(handles.pushbutton1,'visible','on');
set(handles.axes1,'visible','on');
set(handles.axes2,'visible','on');
set(handles.axes3,'visible','on');
set(handles.axes4,'visible','on');
set(handles.uitable1,'visible','on');
% No pushbutton aparece "Entrada de dados"
set(handles.pushbutton1,'String','Gráficos verticais de longitude');

% -----
function Grafico_vertical_lat_fix_Callback(hObject, eventdata,...
    handles)
% hObject    handle to Grafico_vertical_lat_fix (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
```

```
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
% No Menu Escolha_de_dados, a variável menu=1
setappdata(gcf,'menu',4);
% Limpar os gráficos pré existentes
cla(handles.axes1)
cla(handles.axes2)
cla(handles.axes3)
cla(handles.axes4)
% Objetos da GUI a serem escondidos
set(handles.uipanel6,'visible','off');
set(handles.uipanel1,'visible','off');
set(handles.text5,'visible','off');
set(handles.text8,'visible','off');
set(handles.text6,'visible','off');
set(handles.text9,'visible','off');
set(handles.popupmenu16,'visible','off');
set(handles.popupmenu15,'visible','off');
set(handles.popupmenu14,'visible','off');
set(handles.popupmenu13,'visible','off');
set(handles.uipanel2,'visible','off');
set(handles.text1,'visible','off');
set(handles.text2,'visible','off');
set(handles.text3,'visible','off');
set(handles.text4,'visible','off');
set(handles.edit1,'visible','off');
set(handles.edit2,'visible','off');
set(handles.edit3,'visible','off');
set(handles.edit4,'visible','off');
set(handles.uipanel5,'visible','off');
set(handles.text10,'visible','off');
set(handles.text11,'visible','off');
set(handles.edit5,'visible','off');
set(handles.edit6,'visible','off');
set(handles.text14,'visible','off');
set(handles.uitable5,'visible','off');
set(handles.pushbutton3,'visible','off');
% Objetos da GUI a serem visíveis
set(handles.pushbutton1,'visible','on');
set(handles.axes1,'visible','on');
set(handles.axes2,'visible','on');
set(handles.axes3,'visible','on');
set(handles.axes4,'visible','on');
set(handles.uitable1,'visible','on');
% No pushbutton aparece "Entrada de dados"
set(handles.pushbutton1,'String','Gráficos verticais de latitude');
% -----

function Grafico_horizontal_imer_fix_Callback(hObject, eventdata,...
    handles)
% hObject handle to Grafico_horizontal_imer_fix (see GCBO)
% eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
% No Menu Escolha_de_dados, a variável menu=1
setappdata(gcf,'menu',5);
% Limpar os gráficos pré existentes
```

```
cla(handles.axes1)
cla(handles.axes2)
cla(handles.axes3)
cla(handles.axes4)
% Objetos da GUI a serem escondidos
set(handles.uipanel6,'visible','off');
set(handles.uipanel1,'visible','off');
set(handles.text5,'visible','off');
set(handles.text8,'visible','off');
set(handles.text6,'visible','off');
set(handles.text9,'visible','off');
set(handles.popupmenu16,'visible','off');
set(handles.popupmenu15,'visible','off');
set(handles.popupmenu14,'visible','off');
set(handles.popupmenu13,'visible','off');
set(handles.uipanel2,'visible','off');
set(handles.text1,'visible','off');
set(handles.text2,'visible','off');
set(handles.text3,'visible','off');
set(handles.text4,'visible','off');
set(handles.edit1,'visible','off');
set(handles.edit2,'visible','off');
set(handles.edit3,'visible','off');
set(handles.edit4,'visible','off');
set(handles.uipanel5,'visible','off');
set(handles.text10,'visible','off');
set(handles.text11,'visible','off');
set(handles.edit5,'visible','off');
set(handles.edit6,'visible','off');
set(handles.text14,'visible','off');
set(handles.uitable5,'visible','off');
set(handles.pushbutton3,'visible','off');
% Objetos da GUI a serem visiveis
set(handles.pushbutton1,'visible','on');
set(handles.axes1,'visible','on');
set(handles.axes2,'visible','on');
set(handles.axes3,'visible','on');
set(handles.axes4,'visible','on');
set(handles.uitable1,'visible','on');
% No pushbutton aparece "Entrada de dados"
set(handles.pushbutton1,'String','Gráficos de imersão');
% -----

% --- Executes on button press in pushbutton1.
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Limpa o painel de comandos e o workspace
clc;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% Início da programação %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Lê o valor corrente da variável menu (1,2,3,4,5,6)
menu=getappdata(gcf,'menu');

switch menu

    case 1
% Resolução horizontal dos dados:
    grau=get(handles.popupmenu13,'value');
    switch grau
        case 1
            g=1;
        case 2
            g=0.25;
    end
    resol=g;
% Variáveis lat_fix, long_fix
    lat_fix=get(handles.edit5,'string');
    lat_fix=str2num(lat_fix);
    if resol==1
        lat_fix=floor(lat_fix)+0.5;
    else
        lat_fix=floor(lat_fix)+0.375;
    end
    long_fix=get(handles.edit6,'string');
    long_fix=str2num(long_fix);
    if resol==1
        long_fix=floor(long_fix)+0.5;
    else
        long_fix=floor(long_fix)+0.375;
    end
% Escolha da época
    epoca=get(handles.popupmenu14,'value');
    switch epoca
        case 1; epoca=1 % Anual
        case 2; epoca=2 % Primavera
        case 3; epoca=3 % Verão
        case 4; epoca=4 % Outono
        case 5; epoca=5 % Inverno
        case 6; epoca=6 % Janeiro
        case 7; epoca=7 % Fevereiro
        case 8; epoca=8 % Março
        case 9; epoca=9 % Abril
        case 10; epoca=10 % Maio
        case 11; epoca=11 % Junho
        case 12; epoca=12 % Julho
        case 13; epoca=13 % Agosto
        case 14; epoca=14 % Setembro
        case 15; epoca=15 % Outubro
        case 16; epoca=16 % Novembro
        case 17; epoca=17 % Dezembro
    end
% Escolha da área geográfica %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
    area=get(handles.popupmenu15,'value');
    area
```

```
switch area
case 1 % Escolha manual da área de interesse
    lat_1=get(handles.edit1,'string');
    lat_1=str2num(lat_1);
    if resol==1
        lat_1=floor(lat_1)+0.5;
    else
        lat_1=floor(lat_1)+0.375;
    end
    % ARREDONDA 1°, e 1/4 °
    lat_2=get(handles.edit2,'string');
    lat_2=str2num(lat_2);
    if resol==1
        lat_2=floor(lat_2)+0.5;
    else
        lat_2=floor(lat_2)+0.375;
    end
    % ARREDONDA 1°, e 1/4 °
    long_1=get(handles.edit3,'string');
    long_1=str2num(long_1);
    if resol==1
        long_1=floor(long_1)+0.5;
    else
        long_1=floor(long_1)+0.375;
    end
    % ARREDONDA 1°, e 1/4 °
    long_2=get(handles.edit4,'string');
    long_2=str2num(long_2);
    if resol==1
        long_2=floor(long_2)+0.5;
    else
        long_2=floor(long_2)+0.375;
    end

case 2 % Atlântico Norte subtropical
    if resol==1
        lat_1=23.5; lat_2=46.5; long_1=-80.5; long_2=-5.5;
    else
        lat_1=23.375; lat_2=46.375; long_1=-80.375; long_2=-5.375;
    end

case 3 % Atlântico NE ou Portugal
    if resol==1
        lat_1=29.5; lat_2=44.5; long_1=-35.5; long_2=-6.5;
    else
        lat_1=29.375; lat_2=44.375; long_1=-35.375; long_2=-6.375;
    end

case 4 % Atlântico NW
    if resol==1
        lat_1=28.5; lat_2=50.5; long_1=-77.5; long_2=-35.5;
    else
        lat_1=28.375; lat_2=50.375; long_1=-76.375; long_2=-35.375;
    end

case 5 % Mediterrâneo
    if resol==1
```

```
lat_1=30.5; lat_2=44.5; long_1=-2.5; long_2=27.5;
else
    lat_1=30.375; lat_2=44.375; long_1=-2.375; long_2=27.375;
end
case 6 % Atlântico subpolar Norte
if resol==1
    lat_1=46.5; lat_2=65.5; long_1=-57.5; long_2=7.5;
else
    lat_1=46.375; lat_2=65.375; long_1=-57.375; long_2=7.375;
end
case 7 % África do Sul
if resol==1
    lat_1=-41.5; lat_2=-25.5; long_1=9.5; long_2=41.5;
else
    lat_1=-41.375; lat_2=-25.375; long_1=9.375; long_2=41.375;
end
case 8 % Índico Norte
if resol==1
    lat_1=5.5; lat_2=23.5; long_1=42.5; long_2=100.5;
else
    lat_1=5.375; lat_2=23.375; long_1=42.375; long_2=100.375;
end
case 9 % Passagem de Drake ou Antártida
if resol==1
    lat_1=-67.5; lat_2=-53.5; long_1=-82.5; long_2=-27.5;
else
    lat_1=-67.375; lat_2=-53.375; long_1=-82.375; long_2=-27.375;
end
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%Inserir as 102 imersões padrão (m) da WOD2013 V2, (0-5500)m:
% Leitura do índice k correspondente à imersão
%indecprof=get(handles.popupmenu1,'value');
%profundidade=str2num(get(handles.popupmenu1,'String'));
%profundidade=get(handles.popupmenu1,'String');
%profundidade=str2double(get(handles.popupmenu1,'String'));
%profundidade=profundidade(indecprof);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Leitura da profundidade
profundidade=get(handles.popupmenu16,'value');
switch profundidade
    case 1; k=0; case 2; k=5; case 3; k=10; case 4; k=15;
    case 5; k=20; case 6; k=25; case 7; k=30; case 8; k=35;
    case 9; k=40; case 10; k=45; case 11; k=50; case 12; k=55;
    case 13; k=60; case 14; k=65; case 15; k=70; case 16; k=75;
    case 17; k=80; case 18; k=85; case 19; k=90; case 20; k=95;
    case 21; k=100; case 22; k=125; case 23; k=150; case 24; k=175;
    case 25; k=200; case 26; k=225; case 27; k=250; case 28; k=275;
    case 29; k=300; case 30; k=325; case 31; k=350; case 32; k=375;
    case 33; k=400; case 34; k=425; case 35; k=450; case 36; k=475;
    case 37; k=500; case 38; k=550; case 39; k=600; case 40; k=650;
    case 41; k=700; case 42; k=750; case 43; k=800; case 44; k=850;
    case 45; k=900; case 46; k=950; case 47; k=1000; case 48; k=1050;
    case 49; k=1100; case 50; k=1150; case 51; k=1200;
    case 52;k=125; case 53; k=1300;case 54; k=1350; case 55; k=1400;
```

```
case 56; k=1450; case 57; k=1500; case 58; k=1550;
case 59; k=1600; case 60; k=1650; case 61; k=1700;
case 62; k=1750; case 63; k=1800; case 64; k=1850;
case 65; k=1900; case 66; k=1950; case 67; k=2000;
case 68; k=2100; case 69; k=2200; case 70; k=2300;
case 71; k=2400; case 72; k=2500; case 73; k=2600;
case 74; k=2700; case 75; k=2800; case 76; k=2900;
case 77; k=3000; case 78; k=3100; case 79; k=3200;
case 80; k=3300; case 81; k=3400; case 82; k=3500;
case 83; k=3600; case 84; k=700'; case 85; k=3800;
case 86; k=3900; case 87; k=4000; case 88; k=4100;
case 89; k=4200; case 90; k=4300; case 91; k=4400;
case 92; k=4500; case 93; k=4600; case 94; k=4700;
case 95; k=4800; case 96; k=4900; case 97; k=5000;
case 98; k=5100; case 99; k=5200; case 100; k=5300;
case 101; k=5400; case 102; k=5500;
end
%guarda(nas várias funções da GUI);
imer_fix=k;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Leitura do tipo de climatologia: anual, sazonal ou mensal
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
if resol==1 & epoca==1 % Anual 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t00mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s00mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==2 % Primavera 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t14mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s14mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==3 % Verão 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t15mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s15mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==4 % Outono 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t16mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s16mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==5 % Inverno 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t13mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s13mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==6 % Janeiro 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t01mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s01mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==7 % Fevereiro 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t02mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s02mn01v2.csv',2,0);
```

```
else
end
if resol==1 & epoca==8 % Março 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t03mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s03mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==9 % Abril 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t04mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s04mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==10 % Maio 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t05mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s05mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==11 % Junho 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t06mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s06mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==12 % Julho 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t07mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s07mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==13 % Agosto 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t08mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s08mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==14 % Setembro 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t09mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s09mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==15 % Outubro 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t10mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s10mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==16 % Novembro 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t11mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s11mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==17 % Dezembro 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t12mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s12mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==1 % Anual 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t00mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s00mn04v2.csv',2,0);
```

```
else
end
if resol==0.25 & epoca==2 % Primavera 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t14mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s14mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==3 % Verão 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t15mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s15mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==4 % Outono 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t16mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s16mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==5 % Inverno 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t13mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s13mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==6 % Janeiro 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t01mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s01mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==7 % Fevereiro
F_T=csvread('woa13_decav_t02mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s02mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==8 % Março 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t03mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s03mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==9 % Abril 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t04mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s04mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==10 % Maio 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t05mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s05mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==11 % Junho 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t06mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s06mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==12 % Julho 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t07mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s07mn04v2.csv',2,0);
```

```

else
end
if resol==0.25 & epoca==13 % Agosto 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t08mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s08mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==14 % Setembro 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t09mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s09mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==15 % Outubro 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t10mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s10mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==16 % Novembro 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t11mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s11mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==17 % Dezembro 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t12mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s12mn04v2.csv',2,0);
else
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Definição dos contornos para os gráficos
vt=[-3:1:33]; % Contornos de temperatura
vs=[0:1:45];
vc=[1400:5:1600];
vr=[1000:1:1080];
vcor=[-3:0.05:3]; % Contornos da vel. da corrente
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%
% FIM DAS ESCOLHAS DAS ENTRADAS
%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% calculos
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Inserir as 102 imersões padrão (m) da WOD2013 v2, (0-5500)m:%
imersoes=[0,5,10,15,20,25,30,35,40,45,50,55,60,65,70,75,80,85,90,...
95,100,125,150,175,200,225,250,275,300,325,350,375,400,425,...
450,475,500,550,600,650,700,750,800,850,900,950,1000,1050,...
1100,1150,1200,1250,1300,1350,1400,1450,1500,1550,1600,1650,...
1700,1750,1800,1850,1900,1950,2000,2100,2200,2300,2400,2500,...
2600,2700,2800,2900,3000,3100,3200,3300,3400,3500,3600,3700,...
3800,3900,4000,4100,4200,4300,4400,4500,4600,4700,4800,4900,...
5000,5100,5200,5300,5400,5500];
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% A base de dados no excel tem valores zero quando não há dados
% Substitui valores 0, ou seja ausencia de valores por NaN
F_T(F_T==0)=NaN;
F_S(F_S==0)=NaN;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Ver as dimensões das matrizes bidimensionais de temperaturas e

```

```
% salinidades globais
linhas_F_T=size(F_T,1);
linhas_F_S=size(F_S,1);
colunas_F_T=size(F_T,2);
colunas_F_S=size(F_S,2);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Testa se os ficheiros globais de temperaturas e salinidades
% são iguais ou diferentes
if size(F_T)==size(F_S)
    'Dimensões equivalentes';
else
    'Dimensões diferentes';
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Calcular os vetores de temperatura, com índices de sequência, para
% localizar a posição da latitude e longitude.
indice_T=1:linhas_F_T;
lat_T=F_T(1:linhas_F_T,1);
long_T=F_T(1:linhas_F_T,2);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Temperaturas globais, Guarda T (matriz) sem as latitudes e
% longitudes, que vai buscar à matriz F_T (lendo-a só da coluna 3,
% onde começa os 0 m)
T(1:linhas_F_T,1:colunas_F_T-2)=F_T(1:linhas_F_T,3:colunas_F_T);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Calcular os vetores de salinidades, com índices de sequência, para
% localizar a posição da latitude e longitude.
indice_S=1:linhas_F_S;
lat_S=F_S(1:linhas_F_S,1);
long_S=F_S(1:linhas_F_S,2);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Salinidade globais, Guarda S (matriz) sem as latitudes e
% longitudes, que vai buscar à matriz F_S (lendo-a só da coluna 3,
% onde começa os 0 m)
S(1:linhas_F_S,1:colunas_F_S-2)=F_S(1:linhas_F_S,3:colunas_F_S);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Limpeza de variáveis desnecessárias
clear F_T; clear F_S;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Guardar os índices da matriz global de temperatura/salinidade que
% estão dentro da área que será limitada. É limitada, utilizando a
% procura no vetor dos índices de latitude e longitude, com os
% valores de lat e long escolhidos
ind_T=find((lat_T>=lat_1)&(lat_T<=lat_2)&(long_T>=long_1)&...
    (long_T<=long_2));
ind_S=find((lat_S>=lat_1)&(lat_S<=lat_2)&(long_S>=long_1)&...
    (long_S<=long_2));
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Ver as dimensões das matrizes bidimensionais de temperaturas e
% salinidades delimitada
linhas_T=size(T,1);
linhas_S=size(S,1);
colunas_T=size(T,2);
colunas_S=size(S,2);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
```

```
% Testa se os ficheiros delimitada de temperaturas e salinidades
% são iguais ou diferentes
if size(T)==size(S)
    'Dimensões equivalentes';
else
    'Dimensões diferentes';
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Quantidade de imersões
quant_imer=length(imersoes);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Matriz de duas dimensões com as temperaturas e salinidades
% (passa matriz T para matriz T_area) convertendo os valores dos
% índices guardados em dados numericos guardados na matriz.
T_area=T(ind_T,:);
S_area=S(ind_S,:);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Coordenadas geográficas dos perfies da àrea de interesse
lat_T_area=lat_T(ind_T);
long_T_area=long_T(ind_T);
lat_S_area=lat_S(ind_S);
long_S_area=long_S(ind_S);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Criar um índice de malha reegular, de 1° ou 1/4° (secolha resol) de
% latitude e de longitude, na área
% cria índice que guarda os incrementos de resol da lat 1 até à
% lat 2 e da mesma forma para as longitudes guarda entre essas
% latitudes o valor grau a grau delas
i_la=1:1:(lat_2-lat_1)/resol+1;
j_lon=1:1:(long_2-long_1)/resol+1;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Obtém índices da malha regular corespondentes aos prefis que estão
% dentro da área. (todas as latitudes e longitudes no vetor, com
% valores corespondentes, tem de se por 0.5)
i_lat_T=(lat_T_area-lat_1)/resol+1;
i_lat_S=(lat_S_area-lat_1)/resol+1;
j_long_T=(long_T_area-long_1)/resol+1;
j_long_S=(long_S_area-long_1)/resol+1;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
for k=1:quant_imer
    % Temperaturas e salinidades na area nas imersoes de indice k
    % guardar todas as linhas da mesma coluna da imersao escolhida,
    % numa matriz com todos os valores
    T_k=T_area(:,k);
    S_k=S_area(:,k);
    %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
    % Organizar estrutura regular (resolução 1/4° ou 1° resol) e
    % consistente tridimensional de temperatura (i,j,k)
    % preencher de acordo com os índices
    for i=1:length(i_la)
        for j=1:length(j_lon)
            for n=1:length(i_lat_T)
                if lat_T_area(n)==lat_1+(i-1)*resol &...
                    long_T_area(n)==long_1+(j-1)*resol;
                    T_aj(i,j,k)=T_k(n);
```

```
        end
    end
end
end
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Organizar estrutura regular (resolução 1/4° ou 1° resol) e
% consistente tridimensional de salinidade (i,j,k)
% preencher de acordo com os índices
for i=1:length(i_la)
    for j=1:length(j_lon)
        for n=1:length(i_lat_s)
            if lat_s_area(n)==lat_1+(i-1)*resol &...
                long_s_area(n)==long_1+(j-1)*resol;
                S_aj(i,j,k)=S_k(n);
            end
        end
    end
end
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Criar o array de imersões
imer(1:length(i_la),1:length(j_lon),k)=imersoes(k);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Substitui 0 por NaN nas matrizes T_aj e S_aj
T_aj(T_aj==0)=NaN;
S_aj(S_aj==0)=NaN;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Garantia de que na temperatura ou na salinidade, se uma por NaN a
% outra obrigatoriamente terá de ser NaN, para o correr das formulas
for i=1:length(i_la)
    for j=1:length(j_lon)
        if isnan(T_aj(i,j,k))|isnan(S_aj(i,j,k))
            T_aj(i,j,k)=NaN;
            S_aj(i,j,k)=NaN;
            imer(i,j,k)=NaN;
        else
            end
    end
end
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Prepara a matriz 2D de latitudes e de longitudes de grade regular
% de resol
for i=1:length(i_la)
    for j=1:length(j_lon)
        latitudes(i,j,k)=lat_1+(i-1)*resol;
        longitudes(i,j,k)=long_1+(j-1)*resol;
    end
end
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Vetor de latitudes e longitudes de 1 dimensão para gráficos
lats=lat_1+(i_la-1)*resol;
longs=long_1+(j_lon-1)*resol;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Produzir as matrizes 3D para pressão (p), temperaturas (T_aj),
```

```
% salinidade(S_aj), velocidade (c), Densidade (r), para gráfico na
% área, chamando várias funções da TEOS 2010.
% Conversão de imersões para pressões:
pres=gsw_p_from_z(-imer,latitudes);
% Calculo das salinidades absolutas:
S_aj=gsw_SA_from_SP(S_aj,pres,longitudes,latitudes);
% Calculo das temperaturas conservativas:
T_aj=gsw_CT_from_t(S_aj,T_aj,pres);
% Calculo das densidades:
ro=gsw_rho(S_aj,T_aj,pres);
% Calculo da velocidade do som:
vs=gsw_sound_speed(S_aj,T_aj,pres);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Preparação para secção vertical de latitude escolhida (lat_fix)
% Procurar o índice da lat_fix da area delimitada (kla)
kla=int64((lat_fix-lat_1)*reso1+1);
% Converter arrays de 3D para 2D para secções verticais de latitude
T2(:,:)=T_aj(kla,,:);
S2(:,:)=S_aj(kla,,:);
pres2(:,:)=pres(kla,,:);
ro2(:,:)=ro(kla,,:);
vs2(:,:)=vs(kla,,:);
lat2(:,:)=latitudes(kla,,:);
long2(:,:)=longitudes(kla,,:);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Preparação para secção vertical de longitude escolhida (long_fix)
% Procurar o índice da long_fix da area delimitada (klo)
klo=int64((long_fix-long_1)*reso1+1);
% Converter arrays de 3D para 2D para secções verticais de longitude
T3(:,:)=T_aj(:,klo,:);
S3(:,:)=S_aj(:,klo,:);
pres3(:,:)=pres(:,klo,:);
ro3(:,:)=ro(:,klo,:);
vs3(:,:)=vs(:,klo,:);
lat3(:,:)=latitudes(:,klo,:);
long3(:,:)=longitudes(:,klo,:);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Trabalhar imersões escolhida (procurar indice desta)
ind_imer_fix=find(imersoes==imer_fix);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Converter arrays de 3D para 2D para imersão seleccionada
% (a partir do indice desta)
T1(:,:)=T_aj(:,ind_imer_fix);
S1(:,:)=S_aj(:,ind_imer_fix);
pres1(:,:)=pres(:,ind_imer_fix);
ro1(:,:)=ro(:,ind_imer_fix);
vs1(:,:)=vs(:,ind_imer_fix);
lat1(:,:)=latitudes(:,ind_imer_fix);
long1(:,:)=longitudes(:,ind_imer_fix);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%          ESTATÍSTICAS das secções verticais e horizontais          %
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%          Cálculo das estatísticas das secções verticais          %
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Estatísticas da secção vertical de latitude escolhida
```

```
% Temperaturas
T_N=T2(:, :);
media_T_N=mean(T_N(isfinite(T_N)));
desv_pad_T_N=std(T_N(isfinite(T_N)));
max_T_N=max(T_N(isfinite(T_N)));
min_T_N=min(T_N(isfinite(T_N)));
% Salinidades
S_N=S2(:, :);
media_S_N=mean(S_N(isfinite(S_N)));
desv_pad_S_N=std(S_N(isfinite(S_N)));
max_S_N=max(S_N(isfinite(S_N)));
min_S_N=min(S_N(isfinite(S_N)));
% Densidades
rho_N=ro2(:, :);
media_rho_N=mean(rho_N(isfinite(rho_N)));
desv_pad_rho_N=std(rho_N(isfinite(rho_N)));
max_rho_N=max(rho_N(isfinite(rho_N)));
min_rho_N=min(rho_N(isfinite(rho_N)));
% Velocidades do som
c_N=vs2(:, :);
media_c_N=mean(c_N(isfinite(c_N)));
desv_pad_c_N=std(c_N(isfinite(c_N)));
max_c_N=max(c_N(isfinite(c_N)));
min_c_N=min(c_N(isfinite(c_N)));
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Estatísticas da secção vertical de longitude escolhida
% Temperaturas
T_E=T3(:, :);
media_T_E=mean(T_E(isfinite(T_E)));
desv_pad_T_E=std(T_E(isfinite(T_E)));
max_T_E=max(T_E(isfinite(T_E)));
min_T_E=min(T_E(isfinite(T_E)));
% Salinidades
S_E=S3(:, :);
media_S_E=mean(S_E(isfinite(S_E)));
desv_pad_S_E=std(S_E(isfinite(S_E)));
max_S_E=max(S_E(isfinite(S_E)));
min_S_E=min(S_E(isfinite(S_E)));
% Densidades
rho_E=ro3(:, :);
media_rho_E=mean(rho_E(isfinite(rho_E)));
desv_pad_rho_E=std(rho_E(isfinite(rho_E)));
max_rho_E=max(rho_E(isfinite(rho_E)));
min_rho_E=min(rho_E(isfinite(rho_E)));
% Velocidades do som
c_E=vs3(:, :);
media_c_E=mean(c_E(isfinite(c_E)));
desv_pad_c_E=std(c_E(isfinite(c_E)));
max_c_E=max(c_E(isfinite(c_E)));
min_c_E=min(c_E(isfinite(c_E)));
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Estatísticas da secção horizontal de imersão escolhida
% Temperaturas
T_H=T1(:, :);
media_T_H=mean(T_H(isfinite(T_H)));
```

```

desv_pad_T_H=std(T_H(isfinite(T_H)));
max_T_H=max(T_H(isfinite(T_H)));
min_T_H=min(T_H(isfinite(T_H)));
% Salinidades
S_H=S1(:,:);
media_S_H=mean(S_H(isfinite(S_H)));
desv_pad_S_H=std(S_H(isfinite(S_H)));
max_S_H=max(S_H(isfinite(S_H)));
min_S_H=min(S_H(isfinite(S_H)));
% Densidades
rho_H=ro1(:,:);
media_rho_H=mean(rho_H(isfinite(rho_H)));
desv_pad_rho_H=std(rho_H(isfinite(rho_H)));
max_rho_H=max(rho_H(isfinite(rho_H)));
min_rho_H=min(rho_H(isfinite(rho_H)));
% Velocidades do som
c_H=vs1(:,:);
media_c_H=mean(c_H(isfinite(c_H)));
desv_pad_c_H=std(c_H(isfinite(c_H)));
max_c_H=max(c_H(isfinite(c_H)));
min_c_H=min(c_H(isfinite(c_H)));
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Tratamento dos Gráficos %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Vamos tratar dos eixos x e y para todos os gráficos
% Gráfico horizontal
longs1=long_1:resol:long_2;
lats1=lat_1:resol:lat_2;
% Gráfico vertical de latitude fixa
longs2=long_1:resol:long_2;
imersoes2=imersoes(:);
% Gráfico vertical de longitude fixa
lats3=lat_1:resol:lat_2;
imersoes3=imersoes(:);

save ('variaveis_graficos.mat','longs2','imersoes2','T2',...
      'vT','S2','vs','ro2','vr','resol','lat_fix','long_fix',...
      'imer_fix','vs2','vc','lats3','imersoes3','T3','S3',...
      'ro3','vs3','longs1','lats1','T1','S1','ro1','vs1',...
      'T','S','imersoes','long_T',...
      'lat_T','long_S','lat_S');

save ('Estatisticas_verticais.mat','media_T_N','desv_pad_T_N',...
      'min_T_N','max_T_N','media_S_N','desv_pad_S_N',...
      'min_S_N','max_S_N','media_rho_N','desv_pad_rho_N',...
      'min_rho_N','max_rho_N','media_c_N','desv_pad_c_N',...
      'min_c_N','max_c_N');

save ('Estatisticas_horizontais.mat','media_T_E','desv_pad_T_E',...
      'min_T_E','max_T_E','media_S_E','desv_pad_S_E',...
      'min_S_E','max_S_E','media_rho_E','desv_pad_rho_E',...
      'min_rho_E','max_rho_E','media_c_E','desv_pad_c_E',...
      'min_c_E','max_c_E');

save ('Estatisticas_imersoes.mat','media_T_H','desv_pad_T_H',...
      'min_T_H','max_T_H','media_S_H','desv_pad_S_H',...
      'min_S_H','max_S_H','media_rho_H','desv_pad_rho_H',...
      'min_rho_H','max_rho_H','media_c_H','desv_pad_c_H',...

```

```
'min_c_H', 'max_c_H');

case 2      % Perfis verticais %%%%%%%%%%%

    load variaveis_graficos
    load Estatisticas_verticais
    load Estatisticas_horizontais
    load Estatisticas_imersoes

%%%%%%%%%%
% Modulo do programa respeitante a Perfis Verticais %%%%%%%%%%%
% (tou a utilizar as mesmas variáveis, ter atenção para não
% baralhar o programa)%%%%%%%%%%
lat=lat_fix
long=long_fix
%%%%%%%%%%
% Encontra os indices dos perfis de temperatura globais que estão na
% posição
ind_T=find((lat_T==lat)&(long_T==long));
% Encontra os indices dos perfis de salinidade globais que estão na
% posição
ind_S=find((lat_S==lat)&(long_S==long));
%%%%%%%%%%
% Testar se a quantidade de temperatura e salinidade tem a mesma
% dimensão
if size(ind_T)==size(ind_S)
    'Quantidade de perfis de T e S equivalentes, na posição'
else
    'Quantidade de perfis de T e S é diferente, na posição'
end
%%%%%%%%%%
% Quantidade de emersoes
quant_imer=length(imersoes);
%%%%%%%%%%
% Criar vetores linhas de temperatura e salinidades, na posição de
% interesse (perfil)
T_perfil=T(ind_T,:);
S_perfil=S(ind_S,:);
save ('perfil_nome.mat', 'T_perfil', 'S_perfil'); % Guarda perfil
%%%%%%%%%%
imersoes_perfil(1:length(T_perfil))=imersoes(1:length(T_perfil))
%%%%%%%%%%
% Quando uma das variáveis for NaN num perfil, verifica se na posição
% correspondente, se não for NaN, obriga a ser NaN
for i=1:length(T_perfil)
    if isnan(T_perfil(i))|isnan(S_perfil(i))
        T_perfil(i)=NaN;
        S_perfil(i)=NaN;
        imersoes_perfil(i)=NaN;
    end
end
end
%%%%%%%%%%
% Conversão das imersões para pressões
```

```
pres_perfil=gs_w_p_from_z(-imersoes_perfil,lat);
% Ajusta os perfis de temperatura
pres_aj_perfil(1:length(T_perfil))=pres_perfil(1:length(T_perfil));
% Construir os vetores de latitudes e longitudes do perfil
long_perfil(1:length(T_perfil))=long;
lat_perfil(1:length(T_perfil))=lat;
% Calcular salinidades absolutas e temperaturas conservativas do
% perfil
S_perfil=gs_w_SA_from_SP(S_perfil,pres_aj_perfil,long_perfil,...
    lat_perfil);
T_perfil=gs_w_CT_from_t(S_perfil,T_perfil,pres_aj_perfil);
% Calcular a densidade
ro_perfil=gs_w_rho(S_perfil,T_perfil,pres_aj_perfil);
% Calcular a velocidade do som
vs_perfil=gs_w_sound_speed(S_perfil,T_perfil,pres_aj_perfil);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Gráficos dos perfis verticais
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Gráfico de Temperatura
axes(handles.axes1)
plot(T_perfil,-imersoes_perfil)
colormap jet
xlabel('Temperatura Conservativa (°C)')
ylabel('Imersão (m)')
if resol==1
title(sprintf...
('Perfil da Temperatura na lat. %0.1f e long. %0.1f',lat, long))
else
title(sprintf...
('Perfil da Temperatura na lat. %0.3f e long. %0.3f',lat, long))
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Gráfico de Salinidade
axes(handles.axes2)
plot(S_perfil,-imersoes_perfil)
colormap jet
xlabel('Salinidade Absoluta (g/Kg)')
ylabel('Imersão (m)')
if resol==1
title(sprintf...
('Perfil da Salinidade Absoluta na lat. %0.1f e long. %0.1f',lat,...
long))
else
title(sprintf...
('Perfil da Salinidade Absoluta na lat. %0.3f e long. %0.3f',lat,...
long))
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Gráfico da Densidade
axes(handles.axes3)
plot(ro_perfil,-imersoes_perfil)
colormap jet
xlabel('Densidade (Kg/m^3)')
ylabel('Imersão (m)')
if resol==1
```

```

title(sprintf...
('Perfil da Densidade na lat. %0.1f e long. %0.1f',lat, long))
else
    title(sprintf...
('Perfil da Densidade na lat. %0.3f e long. %0.3f',lat, long))
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Gráfico da Velocidade do Som
axes(handles.axes4)
plot(vs_perfil,-imersoes_perfil)
colormap jet
xlabel('velocidade do Som (m/s)')
ylabel('Imersão (m)')
if resol==1
    title(sprintf...
('Perfil da velocidade do Som na lat. %0.1f e long. %0.1f',lat,...
long))
else
    title(sprintf...
('Perfil da velocidade do Som na lat. %0.3f e long. %0.3f',lat,...
long))
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
save ('variaveis_graficos.mat','longs2','imersoes2','T2',...
'vT','S2','vs','ro2','vr','resol','lat_fix','long_fix',...
'imer_fix','vs2','vc','lats3','imersoes3','T3','S3',...
'ro3','vs3','longs1','lats1','T1','S1','ro1','vs1',...
'T','S','imersoes','long_T',...
'lat_T','long_S','lat_S')
save ('Estatisticas_verticais.mat','media_T_N','desv_pad_T_N',...
'min_T_N','max_T_N','media_S_N','desv_pad_S_N',...
'min_S_N','max_S_N','media_rho_N','desv_pad_rho_N',...
'min_rho_N','max_rho_N','media_c_N','desv_pad_c_N',...
'min_c_N','max_c_N');
save ('Estatisticas_horizontais.mat','media_T_E','desv_pad_T_E',...
'min_T_E','max_T_E','media_S_E','desv_pad_S_E',...
'min_S_E','max_S_E','media_rho_E','desv_pad_rho_E',...
'min_rho_E','max_rho_E','media_c_E','desv_pad_c_E',...
'min_c_E','max_c_E');
save ('Estatisticas_imersoes.mat','media_T_H','desv_pad_T_H',...
'min_T_H','max_T_H','media_S_H','desv_pad_S_H',...
'min_S_H','max_S_H','media_rho_H','desv_pad_rho_H',...
'min_rho_H','max_rho_H','media_c_H','desv_pad_c_H',...
'min_c_H','max_c_H');

case 3 % Secções verticais de longitude

load variaveis_graficos
load Estatisticas_verticais
load Estatisticas_horizontais
load Estatisticas_imersoes

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Gráfico vertical de temperatura conservativa em longitude fixa

```

```
axes(handles.axes1)
contourf(lats3,-imersoes3,T3',vT,'ShowText','on')
colormap jet
ylabel('Imersões (m)')
xlabel('Latitudes (N>0)')
if resol==1
title(sprintf...
('Temperaturas conservativas (C°) na longitudes de %0.1f',...
long_fix))
else
title(sprintf...
('Temperaturas conservativas (C°) na longitudes de %0.3f',...
long_fix))
end
% Salinidade absoluta
axes(handles.axes2)
contourf(lats3,-imersoes3,S3',vS,'ShowText','on')
colormap jet
ylabel('Imersões (m)')
xlabel('Latitudes (N>0)')
if resol==1
title(sprintf...
('Salinidade Absoluta (g/kg) na longitudes de %0.1f',long_fix))
else
title(sprintf...
('Salinidade Absoluta (g/kg) na longitudes de %0.3f',long_fix))
end
% Densidade
axes(handles.axes3)
contourf(lats3,-imersoes3,ro3',vr,'ShowText','on')
colormap jet
ylabel('Imersões (m)')
xlabel('Latitudes (N>0)')
if resol==1
title(sprintf...
('Densidade (Kg/m^3) na longitudes de %0.1f',long_fix))
else
title(sprintf...
('Densidade (Kg/m^3) na longitudes de %0.3f',long_fix))
end
% velocidade do som
axes(handles.axes4)
contourf(lats3,-imersoes3,vs3',vc,'ShowText','on')
colormap jet
ylabel('Imersões (m)')
xlabel('Latitudes (N>0)')
if resol==1
title(sprintf...
('velocidade do som (m/s) na longitudes de %0.1f',long_fix))
else
title(sprintf...
('velocidade do som (m/s) na longitudes de %0.3f',long_fix))
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Tabela de valores da secção vertical de longitudes fixa
```

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
Tabela_saidas=[media_T_E;desv_pad_T_E;min_T_E;max_T_E;...
              media_S_E;desv_pad_S_E;min_S_E;max_S_E;media_rho_E;...
              desv_pad_rho_E;min_rho_E;max_rho_E;media_c_E;desv_pad_c_E;...
              min_c_E;max_c_E]';
formatos={'bank','bank','bank','bank','bank','bank','bank',...
         'bank','bank','bank','bank','bank','bank','bank','bank','bank'};
set(handles.uitable1,'data',Tabela_saidas,'ColumnFormat',formatos);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
save ('variaveis_graficos.mat','longs2','imersoes2','T2',...
     'vT','s2','vs','ro2','vr','reso1','lat_fix','long_fix',...
     'imer_fix','vs2','vc','lats3','imersoes3','T3','S3',...
     'ro3','vs3','longs1','lats1','T1','S1','ro1','vs1',...
     'T','S','imersoes','long_T',...
     'lat_T','long_S','lat_S')
save ('Estatisticas_verticais.mat','media_T_N','desv_pad_T_N',...
     'min_T_N','max_T_N','media_S_N','desv_pad_S_N',...
     'min_S_N','max_S_N','media_rho_N','desv_pad_rho_N',...
     'min_rho_N','max_rho_N','media_c_N','desv_pad_c_N',...
     'min_c_N','max_c_N');
save ('Estatisticas_horizontais.mat','media_T_E','desv_pad_T_E',...
     'min_T_E','max_T_E','media_S_E','desv_pad_S_E',...
     'min_S_E','max_S_E','media_rho_E','desv_pad_rho_E',...
     'min_rho_E','max_rho_E','media_c_E','desv_pad_c_E',...
     'min_c_E','max_c_E');
save ('Estatisticas_imersoes.mat','media_T_H','desv_pad_T_H',...
     'min_T_H','max_T_H','media_S_H','desv_pad_S_H',...
     'min_S_H','max_S_H','media_rho_H','desv_pad_rho_H',...
     'min_rho_H','max_rho_H','media_c_H','desv_pad_c_H',...
     'min_c_H','max_c_H');

case 4 % Secções verticais de latitude

load variaveis_graficos
load Estatisticas_verticais
load Estatisticas_horizontais
load Estatisticas_imersoes

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Gráfico vertical de temperatura conservativa em latitude fixa
axes(handles.axes1)
contourf(longs2,-imersoes2,T2,vT,'ShowText','on')
colormap jet
ylabel('Imersões (m)')
xlabel('Longitudes (w<0)')
if reso1==1
title(sprintf...
      ('Temperaturas conservativas (C°) na latitude de %0.1f',lat_fix))
else
title(sprintf...
      ('Temperaturas conservativas (C°) na latitude de %0.3f',lat_fix))
end
% Salinidade absoluta
axes(handles.axes2)
contourf(longs2,-imersoes2,s2,vs,'ShowText','on')

```

```

colormap jet
ylabel('Imersões (m)')
xlabel('Longitudes (w<0)')
if resol==1
title(sprintf...
    ('Salinidade Absoluta (g/kg) na latitude de %0.1f',lat_fix))
else
title(sprintf...
    ('Salinidade Absoluta (g/kg) na latitude de %0.3f',lat_fix))
end
% Densidade
axes(handles.axes3)
contourf(longs2,-imersoes2,ro2',vr,'ShowText','on')
colormap jet
ylabel('Imersões (m)')
xlabel('Longitudes (w<0)')
if resol==1
title(sprintf...
    ('Densidade (Kg/m^3) na latitude de %0.1f',lat_fix))
else
title(sprintf...
    ('Densidade (Kg/m^3) na latitude de %0.3f',lat_fix))
end
% velocidade do som
axes(handles.axes4)
contourf(longs2,-imersoes2,vs2',vc,'ShowText','on')
colormap jet
ylabel('Imersões (m)')
xlabel('Longitudes (w<0)')
if resol==1
title(sprintf...
    ('velocidade do som (m/s) na latitude de %0.1f',lat_fix))
else
title(sprintf...
    ('velocidade do som (m/s) na latitude de %0.3f',lat_fix))
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Tabela de valores da secção vertical de latitude fixa
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
Tabela_saidas=[media_T_N;desv_pad_T_N;min_T_N;max_T_N;...
    media_S_N;desv_pad_S_N;min_S_N;max_S_N;media_rho_N;...
    desv_pad_rho_N;min_rho_N;max_rho_N;media_c_N;desv_pad_c_N;...
    min_c_N;max_c_N]';
formatos={'bank','bank','bank','bank','bank','bank','bank',...
    'bank','bank','bank','bank','bank','bank','bank','bank','bank'};
set(handles.uitable1,'data',Tabela_saidas,'ColumnFormat',formatos);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
save ('variaveis_graficos.mat','longs2','imersoes2','T2',...
    'vt','s2','vs','ro2','vr','resol','lat_fix','long_fix',...
    'imer_fix','vs2','vc','lats3','imersoes3','T3','S3',...
    'ro3','vs3','longs1','lats1','T1','S1','ro1','vs1',...
    'T','S','imersoes','long_T',...
    'lat_T','long_S','lat_S')
save ('Estatisticas_verticais.mat','media_T_N','desv_pad_T_N',...
    'min_T_N','max_T_N','media_S_N','desv_pad_S_N',...

```

```
'min_S_N','max_S_N','media_rho_N','desv_pad_rho_N',...
'min_rho_N','max_rho_N','media_c_N','desv_pad_c_N',...
'min_c_N','max_c_N');
save ('Estatisticas_horizontais.mat','media_T_E','desv_pad_T_E',...
'min_T_E','max_T_E','media_S_E','desv_pad_S_E',...
'min_S_E','max_S_E','media_rho_E','desv_pad_rho_E',...
'min_rho_E','max_rho_E','media_c_E','desv_pad_c_E',...
'min_c_E','max_c_E');
save ('Estatisticas_imersoos.mat','media_T_H','desv_pad_T_H',...
'min_T_H','max_T_H','media_S_H','desv_pad_S_H',...
'min_S_H','max_S_H','media_rho_H','desv_pad_rho_H',...
'min_rho_H','max_rho_H','media_c_H','desv_pad_c_H',...
'min_c_H','max_c_H');

case 5 % Secções horizontais/ imersão
load variaveis_graficos
load Estatisticas_verticais
load Estatisticas_horizontais
load Estatisticas_imersoos

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Gráfico horizontal de temperatura conservativa na imersão fixa
axes(handles.axes1)
contourf(longs1,lats1,T1,vT,'ShowText','on')
colormap jet
ylabel('Latitudes (N>0)')
xlabel('Longitudes (W<0)')
title(sprintf...
('Temperaturas conservativas (C°) na imersão de %0.0f m',...
imer_fix))
% Salinidade absoluta
axes(handles.axes2)
contourf(longs1,lats1,S1,vS,'ShowText','on')
colormap jet
ylabel('Latitudes (N>0)')
xlabel('Longitudes (W<0)')
title(sprintf...
('Salinidades absolutas (g/Kg) na imersão de %0.0f m',...
imer_fix))
% Densidade
axes(handles.axes3)
contourf(longs1,lats1,ro1,vr,'ShowText','on')
colormap jet
ylabel('Latitudes (N>0)')
xlabel('Longitudes (W<0)')
title(sprintf...
('Densidade (Kg/m^3) na imersão de %0.0f m',...
imer_fix))
% Velocidade do som
axes(handles.axes4)
contourf(longs1,lats1,vs1,vc,'ShowText','on')
colormap jet
ylabel('Latitudes (N>0)')
xlabel('Longitudes (W<0)')
title(sprintf...
```

```
('Velocidade do som (m/s) na imersão de %0.0f m',...
imer_fix))
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Tabela de valores da secção horizontal de imersoes fixa
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
Tabela_saidas=[media_T_H;desv_pad_T_H;min_T_H;max_T_H;...
              media_S_H;desv_pad_S_H;min_S_H;max_S_H;media_rho_H;...
              desv_pad_rho_H;min_rho_H;max_rho_H;media_c_H;desv_pad_c_H;...
              min_c_H;max_c_H]';
formatos={'bank','bank','bank','bank','bank','bank','bank',...
         'bank','bank','bank','bank','bank','bank','bank','bank'};
set(handles.uitable1,'data',Tabela_saidas,'ColumnFormat',formatos);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

% --- Executes on button press in pushbutton3.
function pushbutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
im=imread('Mapa_GUI.jpg');
figure
imshow(im)
```

Página deixada  
propositadamente em branco

## Apêndice G – GUI e Código de programa WOD2013\_geostrofia\_horizontal\_vertical

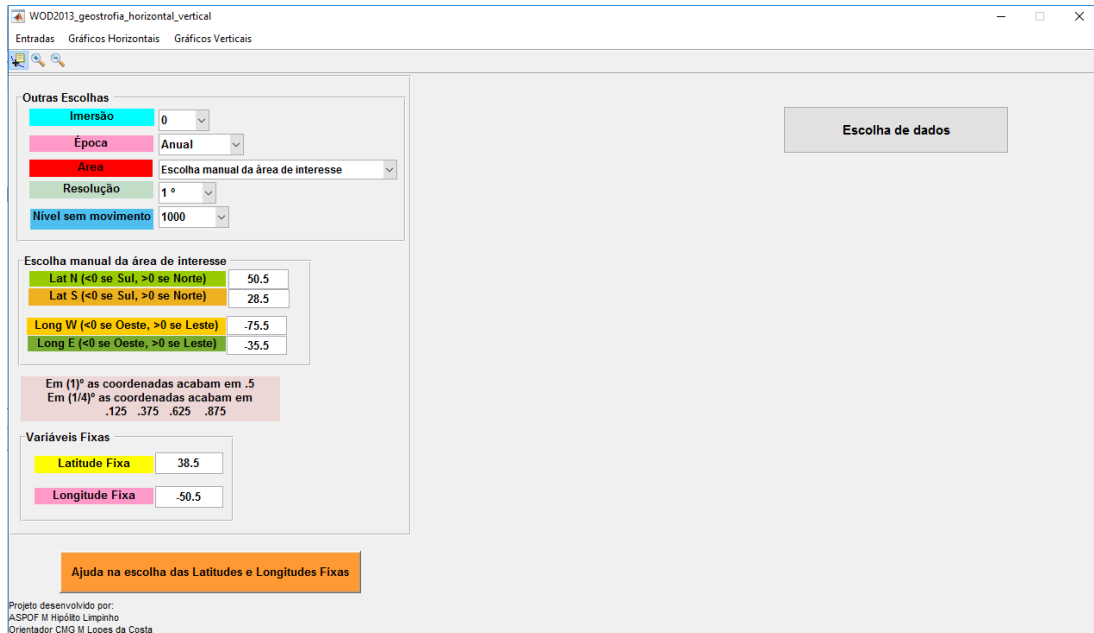


Figura 1 - Apresentação do menu “Entradas” da GUI do programa WOD2013\_geostrofia\_horizontal\_vertical.

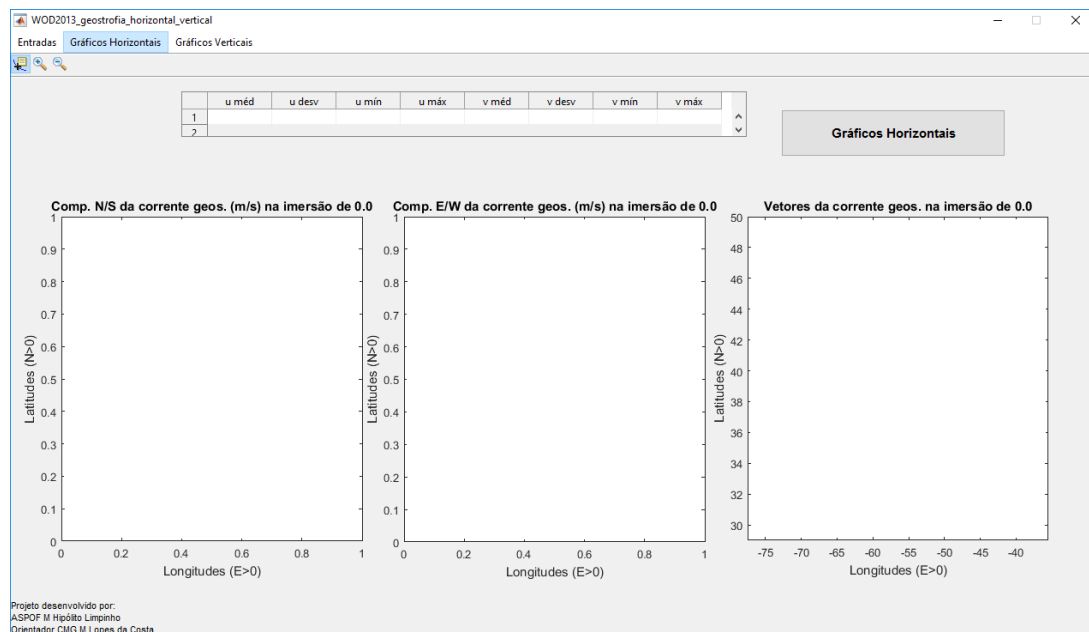


Figura 2 - Apresentação do menu “Gráficos Horizontais” da GUI do programa WOD2013\_geostrofia\_horizontal\_vertical.

## Cálculo das componentes N/S da corrente geostrófica

```
function varargout = WOD2013_geostrofia_horizontal_vertical(varargin)
% WOD2013_GEOSTROFIA_HORIZONTAL_VERTICAL MATLAB code for
WOD2013_geostrofia_horizontal_vertical.fig
%   WOD2013_GEOSTROFIA_HORIZONTAL_VERTICAL, by itself, creates a new
WOD2013_GEOSTROFIA_HORIZONTAL_VERTICAL or raises the existing
%   singleton*.
%
%   H = WOD2013_GEOSTROFIA_HORIZONTAL_VERTICAL returns the handle to a new
WOD2013_GEOSTROFIA_HORIZONTAL_VERTICAL or the handle to
%   the existing singleton*.
%
%   WOD2013_GEOSTROFIA_HORIZONTAL_VERTICAL('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...)
calls the local
%   function named CALLBACK in WOD2013_GEOSTROFIA_HORIZONTAL_VERTICAL.M with the
given input arguments.
%
%   WOD2013_GEOSTROFIA_HORIZONTAL_VERTICAL('Property','Value',...) creates a new
WOD2013_GEOSTROFIA_HORIZONTAL_VERTICAL or raises the
%   existing singleton*. Starting from the left, property value pairs are
%   applied to the GUI before WOD2013_geostrofia_horizontal_vertical_OpeningFcn gets
called. An
%   unrecognized property name or invalid value makes property application
%   stop. All inputs are passed to WOD2013_geostrofia_horizontal_vertical_OpeningFcn
via varargin.
%
%   *See GUI Options on GUIDE's Tools menu. Choose "GUI allows only one
%   instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES

% Edit the above text to modify the response to help
WOD2013_geostrofia_horizontal_vertical

% Last Modified by GUIDE v2.5 19-Feb-2018 09:06:10

% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                  'gui_Singleton',   gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @WOD2013_geostrofia_horizontal_vertical_OpeningFcn,
                  ...
                  'gui_OutputFcn',  @WOD2013_geostrofia_horizontal_vertical_OutputFcn,
                  ...
                  'gui_LayoutFcn',   [] , ...
                  'gui_Callback',    []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
```

```
gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT

% --- Executes just before WOD2013_geostrofia_horizontal_vertical is made visible.
function WOD2013_geostrofia_horizontal_vertical_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles,
varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles     structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to WOD2013_geostrofia_horizontal_vertical (see
VARARGIN)

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Forçar a entrada dos dados %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
Entradas_Callback(handles.Entradas, eventdata, handles)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

% Choose default command line output for WOD2013_geostrofia_horizontal_vertical
handles.output = hObject;

% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% UIWAIT makes WOD2013_geostrofia_horizontal_vertical wait for user response (see
UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = WOD2013_geostrofia_horizontal_vertical_OutputFcn(hObject,
eventdata, handles)
% varargout  cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles     structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

function edit5_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit5 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles     structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit5 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit5 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit5_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit5 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles     empty - handles not created until after all CreateFcns called
```

```
% Hint: edit controls usually have a white background on windows.
%     See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit6_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit6 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit6 as text
%     str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit6 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit6_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit6 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on windows.
%     See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in popupmenu5.
function popupmenu5_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to popupmenu5 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns popupmenu5 contents as cell
array
%     contents{get(hObject,'value')} returns selected item from popupmenu5

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function popupmenu5_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to popupmenu5 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on windows.
%     See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
```

```
% --- Executes on selection change in popupmenu1.
function popupmenu1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to popupmenu1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns popupmenu1 contents as cell
array
%         contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from popupmenu1

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function popupmenu1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to popupmenu1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultuicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in popupmenu3.
function popupmenu3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to popupmenu3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns popupmenu3 contents as cell
array
%         contents{get(hObject,'Value')} returns selected item from popupmenu3

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function popupmenu3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to popupmenu3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popupmenu controls usually have a white background on windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultuicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in popupmenu4.
function popupmenu4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to popupmenu4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
```

```
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns popumenu4 contents as cell
array
%      contents{get(hObject,'value')} returns selected item from popumenu4

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function popumenu4_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to popumenu4 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles      empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popumenu controls usually have a white background on windows.
%      See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

% --- Executes on selection change in popumenu8.
function popumenu8_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to popumenu8 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: contents = cellstr(get(hObject,'String')) returns popumenu8 contents as cell
array
%      contents{get(hObject,'value')} returns selected item from popumenu8

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function popumenu8_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to popumenu8 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles      empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: popumenu controls usually have a white background on windows.
%      See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit1 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit1 as text
%      str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit1 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
```

```
% hObject    handle to edit1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit2 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit2 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit3 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit3 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit3_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
```

```
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit4 as text
%         str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit4 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit4_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit8_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit8 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit8 as text
%         str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit8 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit8_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit8 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end

function edit7_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit7 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
```

```
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit7 as text
%         str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit7 as a double

% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit7_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to edit7 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles      empty - handles not created until after all CreateFcns called

% Hint: edit controls usually have a white background on windows.
%         See ISPC and COMPUTER.
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'),
get(0,'defaultUiControlBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% FIM DOS OBJETOS GRAFICOS_HORIZONTAIS %%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% -----
function Entradas_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to Entradas (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% No Menu Escolha_de_dados, a variável menu=1
setappdata(gcf,'menu',1);
% Limpar os gráficos pré existentes
cla(handles.axes1)
cla(handles.axes2)
cla(handles.axes3)
cla(handles.axes7)
cla(handles.axes8)
cla(handles.axes9)
% Objetos da GUI visíveis
set(handles.uipanel1,'visible','on');
set(handles.uipanel4,'visible','on');
set(handles.text1,'visible','on');
set(handles.text2,'visible','on');
set(handles.text3,'visible','on');
set(handles.text4,'visible','on');
set(handles.text15,'visible','on');
set(handles.text14,'visible','on');
set(handles.edit1,'visible','on');
set(handles.edit2,'visible','on');
set(handles.edit3,'visible','on');
set(handles.edit4,'visible','on');
set(handles.edit8,'visible','on');
set(handles.edit7,'visible','on');
set(handles.text12,'visible','on');
set(handles.uipanel2,'visible','on');
set(handles.uipanel5,'visible','on');
set(handles.text5,'visible','on');
```

```
set(handles.text7,'visible','on');
set(handles.text6,'visible','on');
set(handles.text8,'visible','on');
set(handles.text11,'visible','on');
set(handles.popupmenu1,'visible','on');
set(handles.popupmenu3,'visible','on');
set(handles.popupmenu8,'visible','on');
set(handles.popupmenu4,'visible','on');
set(handles.popupmenu5,'visible','on');
set(handles.pushbutton1,'visible','on');
set(handles.pushbutton2,'visible','on');
% Objetos da GUI a serem escondidos
set(handles.axes1,'visible','off');
set(handles.axes2,'visible','off');
set(handles.axes3,'visible','off');
set(handles.axes7,'visible','off');
set(handles.axes8,'visible','off');
set(handles.axes9,'visible','off');
set(handles.uitable3,'visible','off');
% No pushbutton aparece "Entrada de dados"
set(handles.pushbutton1,'String','Escolha de dados');
% -----
% -----
function Graficos_horizontais_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to Graficos_horizontais (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% No Menu Gráficos Horizontais, a variável menu=2
setappdata(gcf,'menu',2);
% Limpar os gráficos pré existentes
cla(handles.axes1)
cla(handles.axes2)
cla(handles.axes3)
cla(handles.axes7)
cla(handles.axes8)
cla(handles.axes9)
% Objetos da GUI a serem escondidos
set(handles.uipane11,'visible','off');
set(handles.uipane14,'visible','off');
set(handles.text1,'visible','off');
set(handles.text2,'visible','off');
set(handles.text3,'visible','off');
set(handles.text4,'visible','off');
set(handles.text15,'visible','off');
set(handles.text14,'visible','off');
set(handles.edit1,'visible','off');
set(handles.edit2,'visible','off');
set(handles.edit3,'visible','off');
set(handles.edit4,'visible','off');
set(handles.edit8,'visible','off');
set(handles.edit7,'visible','off');
set(handles.text12,'visible','off');
set(handles.uipane12,'visible','off');
set(handles.uipane15,'visible','off');
```

```
set(handles.text5,'visible','off');
set(handles.text7,'visible','off');
set(handles.text6,'visible','off');
set(handles.text8,'visible','off');
set(handles.text11,'visible','off');
set(handles.popupmenu1,'visible','off');
set(handles.popupmenu3,'visible','off');
set(handles.popupmenu8,'visible','off');
set(handles.popupmenu4,'visible','off');
set(handles.popupmenu5,'visible','off');
set(handles.pushbutton2,'visible','off');
set(handles.axes7,'visible','off');
set(handles.axes8,'visible','off');
set(handles.axes9,'visible','off');
% Objetos da GUI a serem visiveis
set(handles.axes1,'visible','on');
set(handles.axes2,'visible','on');
set(handles.axes3,'visible','on');
set(handles.uitable3,'visible','on');
set(handles.pushbutton1,'visible','on');
% No pushbutton aparece "Entrada de dados"
set(handles.pushbutton1,'String','Gráficos Horizontais');
% -----
function Graficos_verticais_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to Graficos_verticais (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% No Menu Gráficos Verticais, a variável menu=3
setappdata(gcf,'menu',3);
% Limpar os gráficos pré existentes
cla(handles.axes1)
cla(handles.axes2)
cla(handles.axes3)
cla(handles.axes7)
cla(handles.axes8)
cla(handles.axes9)
% Objetos da GUI a serem escondidos
set(handles.uipanel1,'visible','off');
set(handles.uipanel4,'visible','off');
set(handles.text1,'visible','off');
set(handles.text2,'visible','off');
set(handles.text3,'visible','off');
set(handles.text4,'visible','off');
set(handles.edit1,'visible','off');
set(handles.edit2,'visible','off');
set(handles.edit3,'visible','off');
set(handles.edit4,'visible','off');
set(handles.edit8,'visible','off');
set(handles.edit7,'visible','off');
set(handles.text15,'visible','off');
set(handles.text14,'visible','off');
set(handles.text12,'visible','off');
set(handles.uipanel2,'visible','off');
set(handles.uipanel5,'visible','off');
```

```
set(handles.text5,'visible','off');
set(handles.text7,'visible','off');
set(handles.text6,'visible','off');
set(handles.text8,'visible','off');
set(handles.text11,'visible','off');
set(handles.popupmenu1,'visible','off');
set(handles.popupmenu3,'visible','off');
set(handles.popupmenu8,'visible','off');
set(handles.popupmenu4,'visible','off');
set(handles.popupmenu5,'visible','off');
set(handles.axes1,'visible','off');
set(handles.axes2,'visible','off');
set(handles.axes3,'visible','off');
set(handles.axes9,'visible','off');
set(handles.pushbutton2,'visible','off');
% Objetos da GUI a serem visíveis
set(handles.axes7,'visible','on');
set(handles.axes8,'visible','on');
set(handles.uitable3,'visible','on');
set(handles.pushbutton1,'visible','on');
% No pushbutton aparece "Entrada de dados"
set(handles.pushbutton1,'string','Gráficos Verticais');

% --- Executes on button press in pushbutton1.
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%% Início da programação %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Lê o valor corrente da variável menu (1 e 2)
menu=getappdata(gcf,'menu');

switch menu

    case 1
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Programa para leitura e utilização de ficheiros de dados do
% World Ocean Database 2013, da NOAA, EUA, com as resoluções de 1/4 de
% grau e de 1 grau
% A partir de temperaturas e salinidades calcula, com as fórmulas da
% TEOS 2010, as densidades e componentes N/S e E/W
% da corrente geostrofica, e grafica os campos das variáveis em
% secções horizontais (imersões) e área escolhidas pelo utilizador
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Limpa o painel de comandos e o workspace
clc
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%                Início das escolhas
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Resolução horizontal da WOD2013 em graus (0.25 ou 1)
grau=get(handles.popupmenu4,'value');
switch grau
    case 1
```

```

g=1;
case 2
    g=0.25;
end
resol=g;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Escolha das imersões pretendidas
profundidade=get(handles.popupmenu1,'value');
switch profundidade
    case 1; k=0; case 2; k=5; case 3; k=10; case 4; k=15;
    case 5; k=20; case 6; k=25; case 7; k=30; case 8; k=35;
    case 9; k=40; case 10; k=45; case 11; k=50; case 12; k=55;
    case 13; k=60; case 14; k=65; case 15; k=70; case 16; k=75;
    case 17; k=80; case 18; k=85; case 19; k=90; case 20; k=95;
    case 21; k=100; case 22; k=125; case 23; k=150; case 24; k=175;
    case 25; k=200; case 26; k=225; case 27; k=250; case 28; k=275;
    case 29; k=300; case 30; k=325; case 31; k=350; case 32; k=375;
    case 33; k=400; case 34; k=425; case 35; k=450; case 36; k=475;
    case 37; k=500; case 38; k=550; case 39; k=600; case 40; k=650;
    case 41; k=700; case 42; k=750; case 43; k=800; case 44; k=850;
    case 45; k=900; case 46; k=950; case 47; k=1000; case 48; k=1050;
    case 49; k=1100; case 50; k=1150; case 51; k=1200;
    case 52;k=125; case 53; k=1300;case 54; k=1350; case 55; k=1400;
    case 56; k=1450; case 57; k=1500; case 58; k=1550;
    case 59; k=1600; case 60; k=1650; case 61; k=1700;
    case 62; k=1750; case 63; k=1800; case 64; k=1850;
    case 65; k=1900; case 66; k=1950; case 67; k=2000;
    case 68; k=2100; case 69; k=2200; case 70; k=2300;
    case 71; k=2400; case 72; k=2500; case 73; k=2600;
    case 74; k=2700; case 75; k=2800; case 76; k=2900;
    case 77; k=3000; case 78; k=3100; case 79; k=3200;
    case 80; k=3300; case 81; k=3400; case 82; k=3500;
    case 83; k=3600; case 84; k=700'; case 85; k=3800;
    case 86; k=3900; case 87; k=4000; case 88; k=4100;
    case 89; k=4200; case 90; k=4300; case 91; k=4400;
    case 92; k=4500; case 93; k=4600; case 94; k=4700;
    case 95; k=4800; case 96; k=4900; case 97; k=5000;
    case 98; k=5100; case 99; k=5200;case 100; k=5300;
    case 101; k=5400; case 102; k=5500;
end
% prof é a imersão escolhida
prof=k;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Definir área geográfica de interesse para estudo (lat_2 > lat_1 e
% long_2 > long_1 , com N>0, S<0, W<0 e E>0)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Escolha da área geográfica %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
area=get(handles.popupmenu8,'value');
switch area
    case 1 % Escolha manual da área de interesse
        lat_1=get(handles.edit1,'string');
        lat_1=str2num(lat_1);
        if resol==1
            lat_1=floor(lat_1)+0.5;
        else

```

```
lat_1=floor(lat_1)+0.375;
end
% ARREDONDA 1º, e 1/4 º
lat_2=get(handles.edit2,'string');
lat_2=str2num(lat_2);
if resol==1
lat_2=floor(lat_2)+0.5;
else
lat_2=floor(lat_2)+0.375;
end
% ARREDONDA 1º, e 1/4 º
long_1=get(handles.edit3,'string');
long_1=str2num(long_1);
if resol==1
long_1=floor(long_1)+0.5;
else
long_1=floor(long_1)+0.375;
end
% ARREDONDA 1º, e 1/4 º
long_2=get(handles.edit4,'string');
long_2=str2num(long_2);
if resol==1
long_2=floor(long_2)+0.5;
else
long_2=floor(long_2)+0.375;
end

case 2 % Atlântico Norte subtropical
if resol==1
lat_1=23.5; lat_2=46.5; long_1=-80.5; long_2=-5.5;
else
lat_1=23.375; lat_2=46.375; long_1=-80.375; long_2=-5.375;
end

case 3 % Atlântico NE ou Portugal
if resol==1
lat_1=29.5; lat_2=44.5; long_1=-35.5; long_2=-6.5;
else
lat_1=29.375; lat_2=44.375; long_1=-35.375; long_2=-6.375;
end

case 4 % Atlântico NW
if resol==1
lat_1=28.5; lat_2=50.5; long_1=-77.5; long_2=-35.5;
else
lat_1=28.375; lat_2=50.375; long_1=-76.375; long_2=-35.375;
end

case 5 % Mediterrâneo
if resol==1
lat_1=30.5; lat_2=44.5; long_1=-2.5; long_2=27.5;
else
lat_1=30.375; lat_2=44.375; long_1=-2.375; long_2=27.375;
end
```

```
case 6 % Atlântico subpolar Norte
if resol==1
lat_1=46.5; lat_2=65.5; long_1=-57.5; long_2=7.5;
else
lat_1=46.375; lat_2=65.375; long_1=-57.375; long_2=7.375;
end

case 7 % África do Sul
if resol==1
lat_1=-41.5; lat_2=-25.5; long_1=9.5; long_2=41.5;
else
lat_1=-41.375; lat_2=-25.375; long_1=9.375; long_2=41.375;
end

case 8 % Índico Norte
if resol==1
lat_1=5.5; lat_2=23.5; long_1=42.5; long_2=100.5;
else
lat_1=5.375; lat_2=23.375; long_1=42.375; long_2=100.375;
end

case 9 % Passagem de Drake ou Antártida
if resol==1
lat_1=-67.5; lat_2=-53.5; long_1=-82.5; long_2=-27.5;
else
lat_1=-67.375; lat_2=-53.375; long_1=-82.375; long_2=-27.375;
end

end

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Pressão correspondente ao nível sem movimento profundo
nivel_sem_mov=get(handles.popupmenu5,'value');
switch nivel_sem_mov
case 1
m=1000;
case 2
m=1500;
case 3
m=500;
case 4
m=200;
case 5
m=50
end

% nível sem movimento
nivel_sem_movimento=m;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Leitura dos ficheiros com temperaturas e com salinidades desde
% a linha 3 coluna 1 até ao fim, i.e. todos os dados numéricos
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Escolha da época
epoca=get(handles.popupmenu3,'value');
switch epoca
case 1; epoca=1 % Anual
case 2; epoca=2 % Primavera
```

```
case 3; epoca=3 % Verão
case 4; epoca=4 % Outono
case 5; epoca=5 % Inverno
case 6; epoca=6 % Janeiro
case 7; epoca=7 % Fevereiro
case 8; epoca=8 % Março
case 9; epoca=9 % Abril
case 10; epoca=10 % Maio
case 11; epoca=11 % Junho
case 12; epoca=12 % Julho
case 13; epoca=13 % Agosto
case 14; epoca=14 % Setembro
case 15; epoca=15 % Outubro
case 16; epoca=16 % Novembro
case 17; epoca=17 % Dezembro
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Leitura das escolhas da latitude e da longitude das secções
% verticais, lat_fix e long_fix
lat_fix=get(handles.edit8,'string');
lat_fix=str2num(lat_fix);
if resol==1
    lat_fix=floor(lat_fix)+0.5;
else
    lat_fix=floor(lat_fix)+0.375;
end
long_fix=get(handles.edit7,'string');
long_fix=str2num(long_fix);
if resol==1
    long_fix=floor(long_fix)+0.5;
else
    long_fix=floor(long_fix)+0.375;
end
% Leitura do tipo de climatologia: anual, sazonal ou mensal
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
if resol==1 & epoca==1 % Anual 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t00mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s00mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==2 % Primavera 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t14mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s14mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==3 % Verão 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t15mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s15mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==4 % Outono 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t16mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s16mn01v2.csv',2,0);
else
end
end
```

```
if resol==1 & epoca==5 % Inverno 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t13mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s13mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==6 % Janeiro 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t01mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s01mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==7 % Fevereiro 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t02mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s02mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==8 % Março 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t03mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s03mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==9 % Abril 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t04mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s04mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==10 % Maio 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t05mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s05mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==11 % Junho 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t06mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s06mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==12 % Julho 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t07mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s07mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==13 % Agosto 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t08mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s08mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==14 % Setembro 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t09mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s09mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==15 % Outubro 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t10mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s10mn01v2.csv',2,0);
else
end
```

```
if resol==1 & epoca==16 % Novembro 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t11mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s11mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==1 & epoca==17 % Dezembro 1Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t12mn01v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s12mn01v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==1 % Anual 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t00mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s00mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==2 % Primavera 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t14mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s14mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==3 % Verão 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t15mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s15mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==4 % Outono 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t16mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s16mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==5 % Inverno 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t13mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s13mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==6 % Janeiro 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t01mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s01mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==7 % Fevereiro
F_T=csvread('woa13_decav_t02mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s02mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==8 % Março 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t03mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s03mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==9 % Abril 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t04mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s04mn04v2.csv',2,0);
else
end
```

```
if resol==0.25 & epoca==10 % Maio 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t05mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s05mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==11 % Junho 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t06mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s06mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==12 % Julho 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t07mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s07mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==13 % Agosto 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t08mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s08mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==14 % Setembro 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t09mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s09mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==15 % Outubro 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t10mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s10mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==16 % Novembro 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t11mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s11mn04v2.csv',2,0);
else
end
if resol==0.25 & epoca==17 % Dezembro 1/4Grau
F_T=csvread('woa13_decav_t12mn04v2.csv',2,0);
F_S=csvread('woa13_decav_s12mn04v2.csv',2,0);
else
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Definição dos contornos de velocidade da corrente
vcor=[-2:0.05:2];
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%                               Fim das escolhas
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Imersões padrão (m) da WOD2013
imersoes=[0,5,10,15,20,25,30,35,40,45,50,55,60,65,70,75,80,85,90,...
          95,100,125,150,175,200,225,250,275,300,325,350,375,400,425,...
          450,475,500,550,600,650,700,750,800,850,900,950,1000,1050,...
          1100,1150,1200,1250,1300,1350,1400,1450,1500,1550,1600,1650,...
          1700,1750,1800,1850,1900,1950,2000,2100,2200,2300,2400,2500,...
          2600,2700,2800,2900,3000,3100,3200,3300,3400,3500,3600,3700,...
          3800,3900,4000,4100,4200,4300,4400,4500,4600,4700,4800,4900,...
          5000,5100,5200,5300,5400,5500];
```

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Encontra o índice do vetor imersoes correspondente a nível sem
% movimento
ind_sem_mov=find(imersoes==nivel_sem_movimento);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Deteta os índices, ki, da imersão escolhida para gráficos
ki=find(prof==imersoes)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Substitui valores zero (0,00)ou seja ausência de valores por
% Not a Number (NaN)
F_T(F_T==0)=NaN;
F_S(F_S==0)=NaN;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Calcula a dimensão das matrizes bidimensionais F_T e F_S
linhas_F_T=size(F_T,1);
colunas_F_T=size(F_T,2);
linhas_F_S=size(F_S,1);
colunas_F_S=size(F_S,2);
% Testa se os ficheiros globais de temperaturas e de salinidade são
% de igual ou diferente dimensão
if size(F_T)==size(F_S)
    'Dimensões de ficheiros globais de T e S equivalentes'
else
    'Dimensões de ficheiros de globais de T e S diferentes'
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Obtém os vetores de temperaturas, com índices de sequência dos
% perfis,suas latitudes e longitudes, e valores nas imersões padrão,
% nos ficheiros globais
lat_T=F_T(1:linhas_F_T,1);
long_T=F_T(1:linhas_F_T,2);
% Temperaturas globais, com os perfis verticais em linhas, com
% temperaturas de cada imersão em colunas
T(1:linhas_F_T,1:colunas_F_T-2)=F_T(1:linhas_F_T,3:colunas_F_T);
% Obtém os vetores de salinidades, com índices de sequência dos
% perfis, suas latitudes e longitudes, e valores nas imersões padrão,
% nos ficheiros globais
lat_S=F_S(1:linhas_F_S,1);
long_S=F_S(1:linhas_F_S,2);
% Salinidades globais, com os perfis verticais em linhas, com
% salinidades de cada imersão em colunas
S(1:linhas_F_S,1:colunas_F_S-2)=F_S(1:linhas_F_S,3:colunas_F_S);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Limpa da memória variáveis que deixam de ser necessárias
clear F_T; clear F_S;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Encontra os índices dos perfis de temperatura globais que estão na
% área
ind_T=find((lat_T>=lat_1)&(lat_T<=lat_2)&(long_T>=long_1)&...
(long_T<=long_2));
% Encontra os índices dos perfis de salinidade globais que estão na
% área
ind_S=find((lat_S>=lat_1)&(lat_S<=lat_2)&(long_S>=long_1)&...
(long_S<=long_2));
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
```

```
% Testa se os perfis de temperaturas e de salinidades na área são de
% igual ou diferente dimensão
if size(ind_T)== size(ind_S)
    'Quantidade de perfis de T e S equivalentes, na área'
else
    'Quantidade de perfis de T e S diferentes, na área'
end
% Quantidade de imersões
quant_imer=length(imersoes);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Cria matrizes com as temperaturas e salinidades na área de
% interesse
% Perfis T e S em linhas e seus valores nas imersões em colunas
T_area=T(ind_T,:);
S_area=S(ind_S,:);
% Coordenadas geográficas dos perfis na área de interesse
lat_T_area=lat_T(ind_T);
long_T_area=long_T(ind_T);
lat_S_area=lat_S(ind_S);
long_S_area=long_S(ind_S);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Limpa da memória variáveis que deixam de ser necessárias
clear T; clear S;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Cria os índices da malha regular de latitudes e de
% longitudes, na área
i_la=1:1:(lat_2-lat_1)/resol+1; j_lon=1:1:(long_2-long_1)/resol+1;
% Obtém índices da posição de cada perfil, de T e de S, na malha
% regular de latitudes e de longitudes, na área
i_lat_T=(lat_T_area-lat_1)/resol+1; i_lat_S=(lat_S_area-lat_1)/resol+1;
j_long_T=(long_T_area-long_1)/resol+1;
j_long_S=(long_S_area-long_1)/resol+1;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Vamos trabalhar com os níveis, desde a superfície até aos 5500 m,
% para malha regular tridimensional, na área de interesse
for k=1:quant_imer
% Temperaturas e salinidades na área, na imersão índice k
T_k=T_area(:,k);
S_k=S_area(:,k);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Organiza estrutura regular e consistente de temperaturas
for i=1:length(i_la)
    for j=1:length(j_lon)
        for n=1:length(i_lat_T)
            if lat_T_area(n)==lat_1+(i-1)*resol &...
                long_T_area(n)==long_1+(j-1)*resol
                T_ij(i,j,k)=T_k(n);
            else
                end
        end
    end
end
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Organiza estrutura regular e consistente de salinidades
for i=1:length(i_la)
```

```
for j=1:length(j_lon)
    for n=1:length(i_lat_S)
        if lat_S_area(n)==lat_1+(i-1)*resol &...
            long_S_area(n)==long_1+(j-1)*resol
            S_aj(i,j,k)=S_k(n);
        else
            end
        end
    end
end
end
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Prepara o array de imersões
imer(1:length(i_la),1:length(j_lon),k)=imersoes(k);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Substitui 0 por NaN nas matrizes T_aj e S_aj
T_aj(T_aj==0)=NaN;
S_aj(S_aj==0)=NaN;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Garante que não há pares correspondentes de T e S onde um seja NaN
% e outro numérico, forçando os dois com NaN. Também acerta nas
% imersões
for i=1:length(i_la)
    for j=1:length(j_lon)
        if isnan(T_aj(i,j,k))|isnan(S_aj(i,j,k))
            T_aj(i,j,k)=NaN;
            S_aj(i,j,k)=NaN;
            imer(i,j,k)=NaN;
        else
            end
        end
    end
end
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Prepara a matriz 2D de latitudes e de longitude da grade
% regular
for i=1:length(i_la)
    for j=1:length(j_lon)
        latitudes(i,j,k)=lat_1+(i-1)*resol;
        longitudes(i,j,k)=long_1+(j-1)*resol;
    end
end
end
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Conversões de imersões para pressões pela TEOS 2010
p=gsw_p_from_z(-imer,latitudes);
% Calcula salinidades absolutas pela TEOS 2010
S_aj=gsw_SA_from_SP(S_aj,p,longitudes,latitudes);
% Calcula a temperatura conservativa pela TEOS 2010
T_aj=gsw_CT_from_t(S_aj,T_aj,p);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Limpa variáveis desnecessárias
clear T_k; clear S_k; clear T_area; clear S_area;
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
```

## Cálculo das componentes N/S da corrente geostrófica

```
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Calculos nas secções verticais de latitudes a intervalos da
% resolução horizontal
for i2=1:length(i_la)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Cálculo da componente N/S da corrente geostrófica nas secções
% verticais de latitudes
% Converte as matrizes 3D para matrizes 2D (secções verticais) para
% uso das funções da TEOS 2010
T22(:,:)=T_aj(i2,,:);
S22(:,:)=S_aj(i2,,:);
long22(:,:)=longitudes(i2,,:);
lat22(:,:)=latitudes(i2,,:);
p22(:,:)=p(i2,,:);
nivel_sem_mov22(1:length(j_lon),1:quant_imer)=nivel_sem_movimento;
% Coloca a pressão a zeros na superfície do mar
p22(:,1)=0;
% Cálculo da stream function ou alturas dinâmicas nas secções
% verticais pela TEOS 2010
geo_height_lat2=gs_w_geo_strf_dyn_height(S22',T22',p22',nivel_sem_mov22');
% Coloca valores das alturas dinâmicas em matriz 3D
geo_height_lat(:,:,i2)=geo_height_lat2;
% Cálculo das correntes geostróficas (N/S) na secção vertical
[geo_N_S2,mid_lat_N_S2,mid_long_N_S2]= ...
    gsw_geostrophic_velocity(geo_height_lat2,long22', ...
    lat22',p22');
% Coloca resultados em matriz 3D
geo_N_S(:,:,i2)=geo_N_S2(:,:);
mid_lat_N_S(:,:,i2)=mid_lat_N_S2(:,:);
mid_long_N_S(:,:,i2)=mid_long_N_S2(:,:);
% Coloca a zeros os valores abaixo do nível assumido sem movimento
geo_N_S(ind_sem_mov+1:102, :, i2)=0;
geo_N_S;
% Ajusta velocidades para gráfico de modo a representar só acima do
% nível sem movimento profundo
N_S2(1:ind_sem_mov, :, i2)=geo_N_S(1:ind_sem_mov, :, i2);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Cálculo de estatísticas da velocidade geostrófica N/S nas secções
%% verticais de latitudes
v_z=N_S2(i2, :, :);
media_v_z(i2)=mean(v_z(isfinite(v_z)));
desv_pad_v_z(i2)=std(v_z(isfinite(v_z)));
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Calculos nas secções verticais de longitudes
% Índice j3 controla as longitudes a incrementos da resolução
% horizontal
for j3=1:length(j_lon)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Cálculo da componente E/W da corrente geostrófica nas secções
% verticais de longitudes a incrementos da resolução horizontal
% Converte as matrizes 3D em 2D para uso nas funções da TEOS 2010
T33(:,:)=T_aj(:,j3,:);
```

```

S33(:, :)=S_aj(:, j3, :);
long33(:, :)=longitudes(:, j3, :);
lat33(:, :)=latitudes(:, j3, :);
p33(:, :)=p(:, j3, :);
nivel_sem_mov33(1:length(i_la), 1:quant_imer)=nivel_sem_movimento;
% Coloca a pressão a zeros na superfície do mar
p33(:, 1)=0;
% Cálculo da stream function ou alturas dinâmicas nas secções
% verticais de longitudes a incrementos da resolução horizontal
geo_height_long3=gsw_geo_strf_dyn_height(S33', T33', p33', ...
    nivel_sem_mov33');
% Coloca valores de alturas dinâmicas em matriz 3D
geo_height_long(:, :, j3)=geo_height_long3;
% Cálculo das correntes geostróficas nas secções verticais de
% longitudes a incrementos da resolução horizontal
[geo_E_W3, mid_lat_E_W3, mid_long_E_W3]= ...
    gsw_geostrophic_velocity(geo_height_long3, long33', lat33', p33');
% Coloca os resultados em matrizes 3D e troca o sinal para
% consistência de valores da componente E/W da corrente geostrófica
geo_E_W(:, :, j3)=-geo_E_W3(:, :);
mid_lat_E_W(:, :, j3)=mid_lat_E_W3(:, :);
mid_long_E_W(:, :, j3)=mid_long_E_W3(:, :);
% Coloca a zeros os valores abaixo do nível assumido sem movimento
geo_E_W(ind_sem_mov+1:102, :, j3)=0;
geo_E_W;
% Ajusta velocidades para gráficos de modo a representar só acima do
% nível sem movimento profundo
E_W(1:ind_sem_mov, :, j3)=geo_E_W(1:ind_sem_mov, :, j3);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Cálculo de estatísticas da velocidade geostrófica E/W nas secções
%% verticais de longitudes a incrementos da resolução horizontal
u_z=E_W(:, :, j3);
media_u_z(j3)=mean(u_z(isfinite(u_z)));
desv_pad_u_z(j3)=std(u_z(isfinite(u_z)));
end
save ('Geostrofia_horizontal1.mat', 'ki', 'geo_N_S', 'mid_long_N_S', ...
    'resol', 'mid_lat_N_S', 'vcor', 'imersoes', 'geo_E_W', ...
    'mid_long_E_W', 'mid_lat_E_W', 'ind_sem_mov', 'lat_fix', ...
    'long_fix', 'lat_1', 'lat_2', 'long_1', 'long_2');
% savefig Geostrofia_horizontal1
case 2
    load Geostrofia_horizontal1
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Parte para preparar e executar gráficos horizontais de velocidades
% geostróficas, nas imersões escolhidas, de índice ki

% Prepara matrizes horizontais para gráficos da corrente N/S
N_S_h(ki, :, :)=geo_N_S(ki, :, :);
min_x1=min(min(mid_long_N_S(ki, :, :)));
max_x1=max(max(mid_long_N_S(ki, :, :)));
xx1=[min_x1:resol:max_x1];
min_y1=min(min(mid_lat_N_S(ki, :, :)));
max_y1=max(max(mid_lat_N_S(ki, :, :)));
yy1=[min_y1:resol:max_y1];
% Estatísticas do N_S_g para escrever na tabela

```

```

media_v=mean(N_S_h(isfinite(N_S_h)));
desv_pad_v=std(N_S_h(isfinite(N_S_h)));
max_v=max(N_S_h(isfinite(N_S_h)));
min_v=min(N_S_h(isfinite(N_S_h)));
% Gráficos horizontais da componente N/S da corrente geostrófica
axes(handles.axes1)
N_S_g(:, :)=N_S_h(ki, :, :);
h=contourf(xx1,yy1,N_S_g(:, :)',vcor, 'ShowText', 'on');
colormap jet
ylabel('Latitudes (N>0)')
xlabel('Longitudes (E>0)')
title(sprintf ...
('Comp. N/S da corrente geos. (m/s) na imersão de %0.1f', ...
imersoes(ki)))
% Prepara matrizes horizontais para gráficos da corrente E/W
E_W_h(ki, :, :)=geo_E_W(ki, :, :);
min_x=min(min(mid_long_E_W(ki, :, :)));
max_x=max(max(mid_long_E_W(ki, :, :)));
xx=[min_x:resol:max_x];
min_y=min(min(mid_lat_E_W(ki, :, :)));
max_y=max(max(mid_lat_E_W(ki, :, :)));
yy=[min_y:resol:max_y];
% Estatísticas do E_W_g para escrever na tabel
media_u=mean(E_W_h(isfinite(E_W_h)));
desv_pad_u=std(E_W_h(isfinite(E_W_h)));
max_u=max(E_W_h(isfinite(E_W_h)));
min_u=min(E_W_h(isfinite(E_W_h)));
% Gráficos horizontais da componente E/W da corrente geostrófica
axes(handles.axes2)
E_W_g(:, :)=E_W_h(ki, :, :);
h=contourf(xx,yy,E_W_g(:, :)',vcor, 'ShowText', 'on');
colormap jet
ylabel('Latitudes (N>0)')
xlabel('Longitudes (E>0)')
title(sprintf ...
('Comp. E/W da corrente geos. (m/s) na imersão de %0.1f', ...
imersoes(ki)))
% Gráficos horizontais do campo vetorial da corrente geostrófica
axes(handles.axes3)
[linhas_EW,colunas_EW]=size(E_W_g);
[linhas_NS,colunas_NS]=size(N_S_g);
h=quiver(xx(1,1:length(xx)-1),yy',E_W_g(:,1:colunas_EW-1),...
N_S_g(:,1:colunas_NS-1)',3);
colormap jet
ylabel('Latitudes (N>0)')
xlabel('Longitudes (E>0)')
title(sprintf ...
('Vetores da corrente geos. na imersão de %0.1f', ...
imersoes(ki)))
axis([min_x max_x min_y max_y])
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Tabela de valores da secção vertical de longitudes fixa
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
Tabela_saidas=[media_u;desv_pad_u;min_u;max_u; ...

```

```
media_v;desv_pad_v;min_v;max_v;]';
formatos={'bank','bank','bank','bank','bank','bank','bank',...
'bank'};
set(handles.uitable3,'data',Tabela_saidas,'ColumnFormat',formatos);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
save('Geostrofia_vertical1.mat','ki','geo_N_S','mid_long_N_S',...
'resol','mid_lat_N_S','vcor','imersoes','geo_E_W',...
'mid_long_E_W','mid_lat_E_W','ind_sem_mov','lat_fix',...
'long_fix','lat_1','lat_2','long_1','long_2');

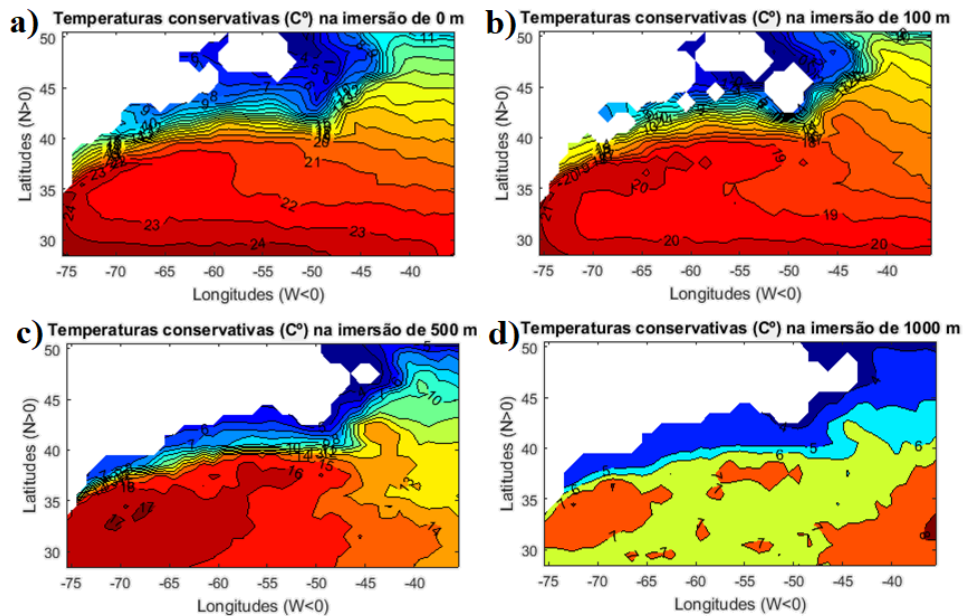
case 3
load Geostrofia_vertical1

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Preparação da secção vertical de latitude escolhida (lat_fix)
% Procurar os índices da lat_fix (kla) da área
kla=int64((lat_fix-lat_1)*resol+1);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Converter arrays de 3D para 2D para secções verticais de latitude
size(geo_N_S);
geo_N_S_v(:,:)=geo_N_S(:,:,kla);
lat_N_S_v(:,:)=mid_lat_N_S(:,:,kla);
long_N_S_v(:,:)=mid_long_N_S(:,:,kla);
size(geo_N_S_v);
size(lat_N_S_v);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% A partir da geo_N_S_v retira-se a parte do nível sem movimento
% profundo(não interessa mostrar no gráfico) e passa a ter a N_S_v
N_S_v(1:ind_sem_mov,:)=geo_N_S_v(1:ind_sem_mov,:);
size(N_S_v);
% Eixos para Gráficos de Geostrofia:
eixo_x_N_S=long_N_S_v(1,:);
size(eixo_x_N_S);
imersoes2_geo_v=imersoes(1:ind_sem_mov);
size(imersoes2_geo_v);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Preparação para secção vertical de longitude escolhida (long_fix)
% Procurar o índice da long_fix da area delimitada (klo)
klon=int64((long_fix-long_1)*resol+1);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Converter arrays de 3D para 2D para secções verticais de longitude
geo_E_W_u(:,:)=geo_E_W(:,:,klon);
size(geo_E_W_u);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% A partir da geo_E_W_v retira-se a parte do nível sem movimento
% profundo(não interessa mostrar no gráfico) e passa a ter a E_W_v
E_W_u(1:ind_sem_mov,:)=geo_E_W_u(1:ind_sem_mov,:);
size(E_W_u);
lat_E_W_u(:,:)=mid_lat_E_W(:,:,klon);
long_E_W_u(:,:)=mid_long_E_W(:,:,klon);
size(geo_E_W_u);
size(lat_E_W_u);
% Eixos para Gráficos de Geostrofia:
eixo_x_E_W=lat_E_W_u(1,:);
size(eixo_x_E_W);
```

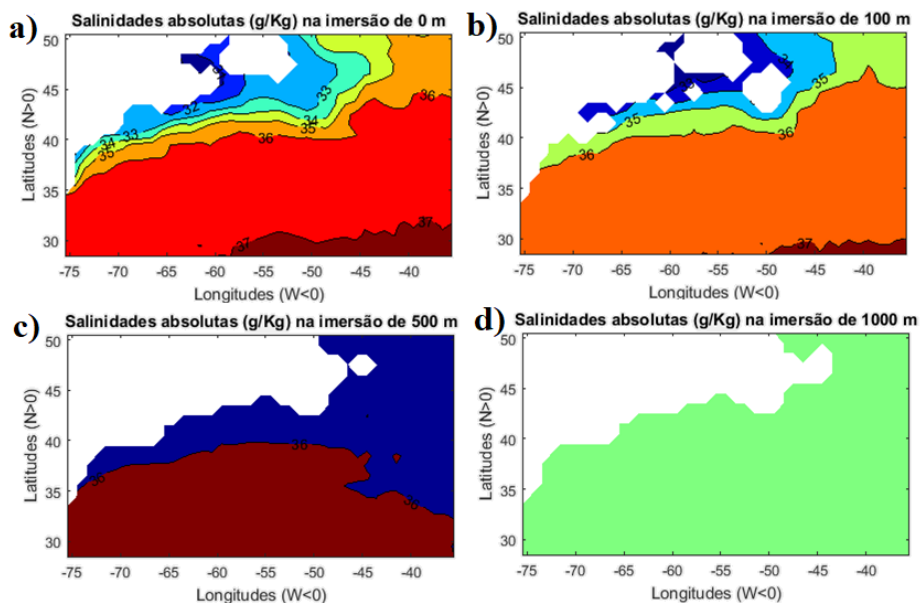
```
imersoes2_geo_u=imersoes(1:ind_sem_mov);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%                               Gráficos da Geostrofia                               %
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Gráficos da Componente N S da Corrente geostrofica da secção
% vertical de latitude fixa
axes(handles.axes7)
h=contourf(eixo_x_N_S,-imersoes2_geo_v,N_S_v,vcor,'ShowText','on');
colormap jet
ylabel('Imersões')
xlabel('Longitudes (w<0)')
if resol==1
    title(sprintf...
('Comp. N/S da corrente geost. (m/s) na lat. %0.1f',...
lat_fix))
else
    title(sprintf...
('Comp. N/S da corrente geost. (m/s) na lat. %0.3f',...
lat_fix))
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Gráficos da Componente E W da Corrente geostrofica da secção
% vertical de longitude fixa
axes(handles.axes8)
h=contourf(eixo_x_E_W,-imersoes2_geo_u,E_W_u,vcor,'ShowText','on');
colormap jet
ylabel('Imersões')
xlabel('Latitudes (N>0)')
if resol==1
    title(sprintf...
('Comp. E/W da corrente geost. (m/s) na long. %0.1f',...
long_fix))
else
    title(sprintf...
('Comp. E/W da corrente geost. (m/s) na long. %0.3f',...
long_fix))
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Estatísticas das velocidades para tabela
% Velocidade geostrofica N/S
v_z=N_S_v(:, :);
media_v_z=mean(v_z(isfinite(v_z)));
desv_pad_v_z=std(v_z(isfinite(v_z)));
max_v_z=max(v_z(isfinite(v_z)));
min_v_z=min(v_z(isfinite(v_z)));
% velocidade geostrofica E/W
u_z=E_W_u(:, :);
media_u_z=mean(u_z(isfinite(u_z)));
desv_pad_u_z=std(u_z(isfinite(u_z)));
max_u_z=max(u_z(isfinite(u_z)));
min_u_z=min(u_z(isfinite(u_z)));
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Tabela de valores da secção vertical de geostrofia
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
Tabela_saidas_1=[media_u_z;desv_pad_u_z;min_u_z;max_u_z;...
```

```
media_v_z;desv_pad_v_z;min_v_z;max_v_z]';
formatos_1={'bank','bank','bank','bank','bank','bank','bank','bank'};
set(handles.uitable3,'data',Tabela_saidas_1,'ColumnFormat',formatos_1);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Criar cursor para o gráfico do excesso de sinal com as legendas
% adequadas
cursor=datacursormode;
% Definir a função "nomear_cursor" para nomear o cursor presente na
% variável "cursor".
set(cursor,'UpdateFcn',@nomear_cursor_1)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% --- Executes on button press in pushbutton2.
function pushbutton2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
im=imread('Mapa_GUI.jpg');
figure
imshow(im)
```

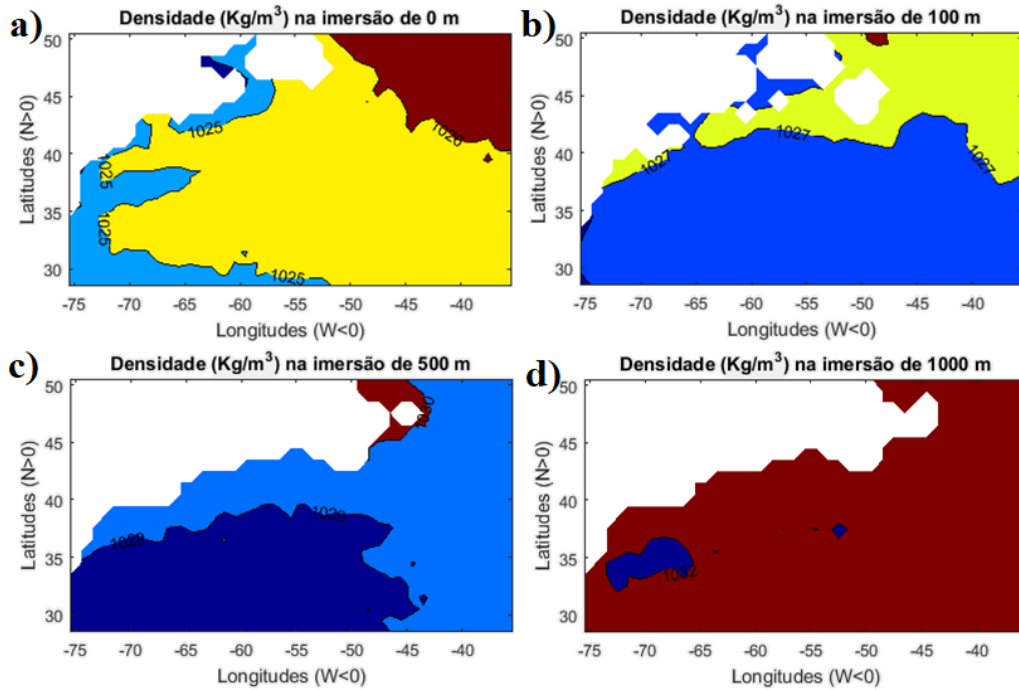
## Apêndice H – Resultados de imersão fixa



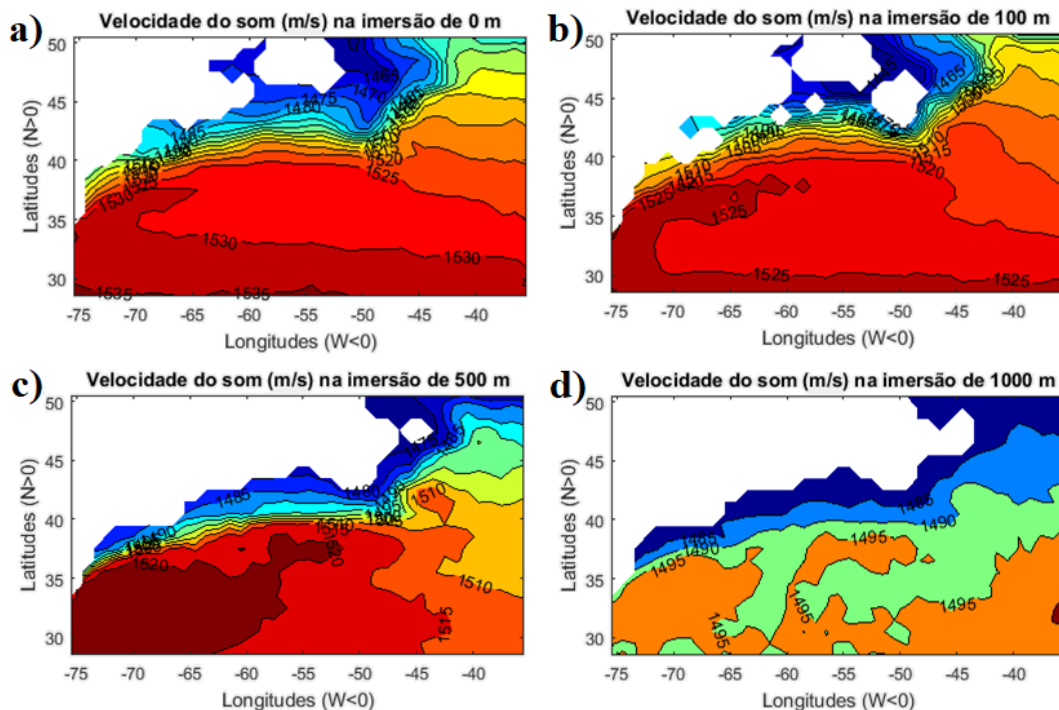
**Figura 1** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos da temperatura conservativa (° C) na área delimitada em cortes de imersões de 0, 100, 500, 1.000 m.



**Figura 2** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos da salinidade absoluta (g/kg) na área delimitada em cortes de imersões de 0, 100, 500, 1.000 m.

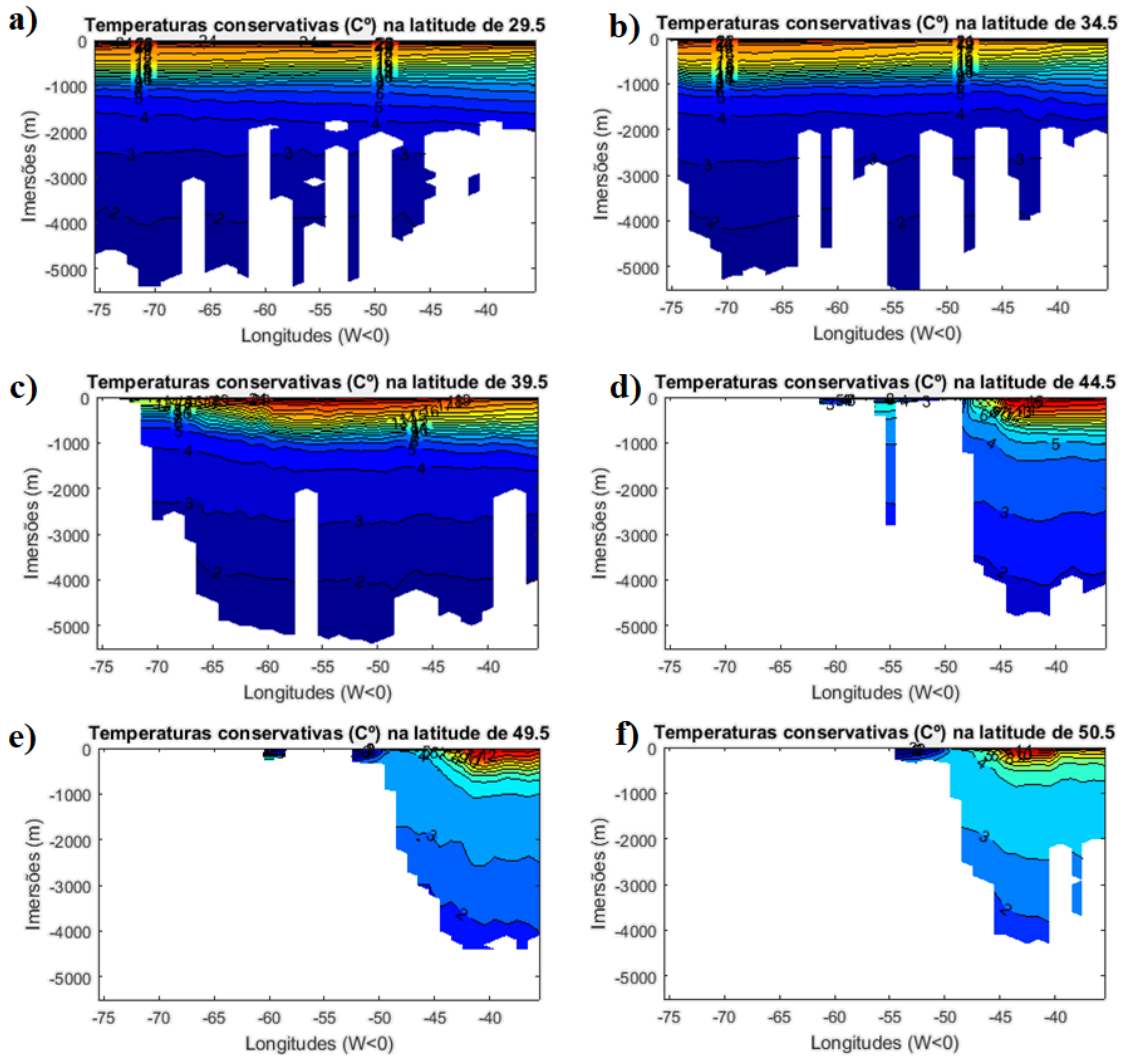


**Figura 3** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos da densidade (kg/m<sup>3</sup>) na área delimitada em cortes de imersões de 0, 100, 500, 1.000 m.

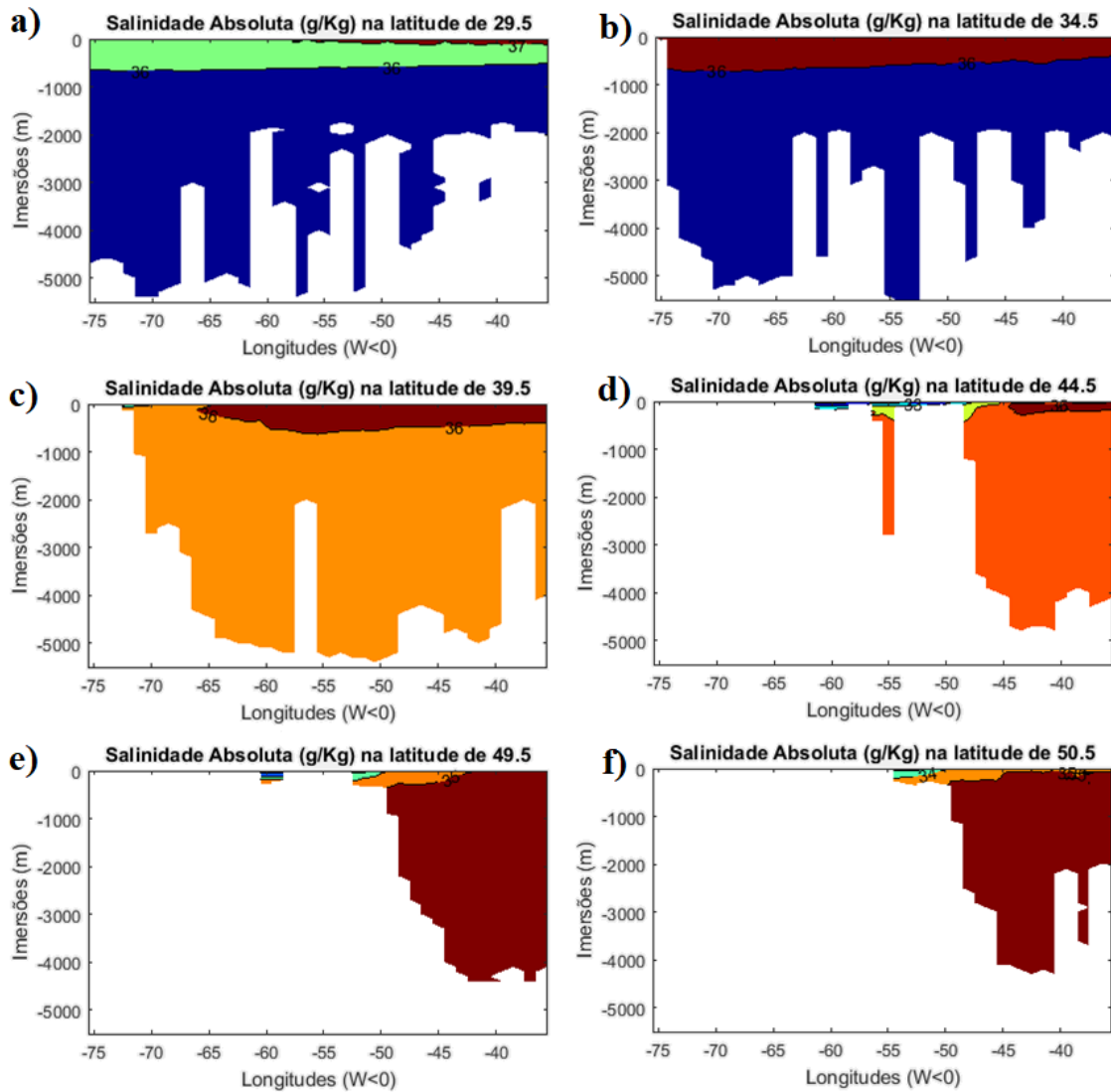


**Figura 4** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos da velocidade do som (m/s) na área delimitada em cortes de imersões de 0, 100, 500, 1.000 m.

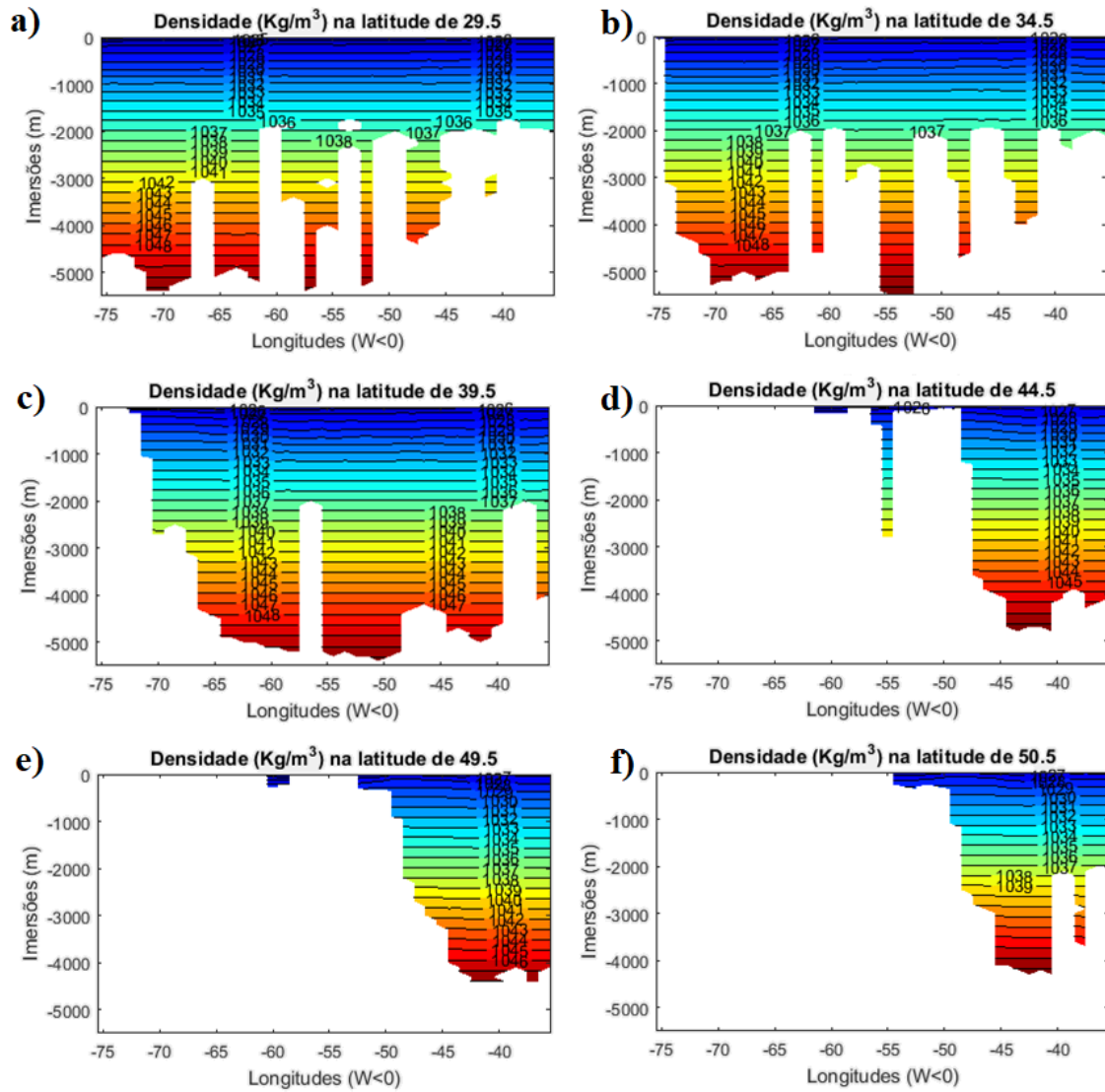
## Apêndice I – Resultados de latitude fixa



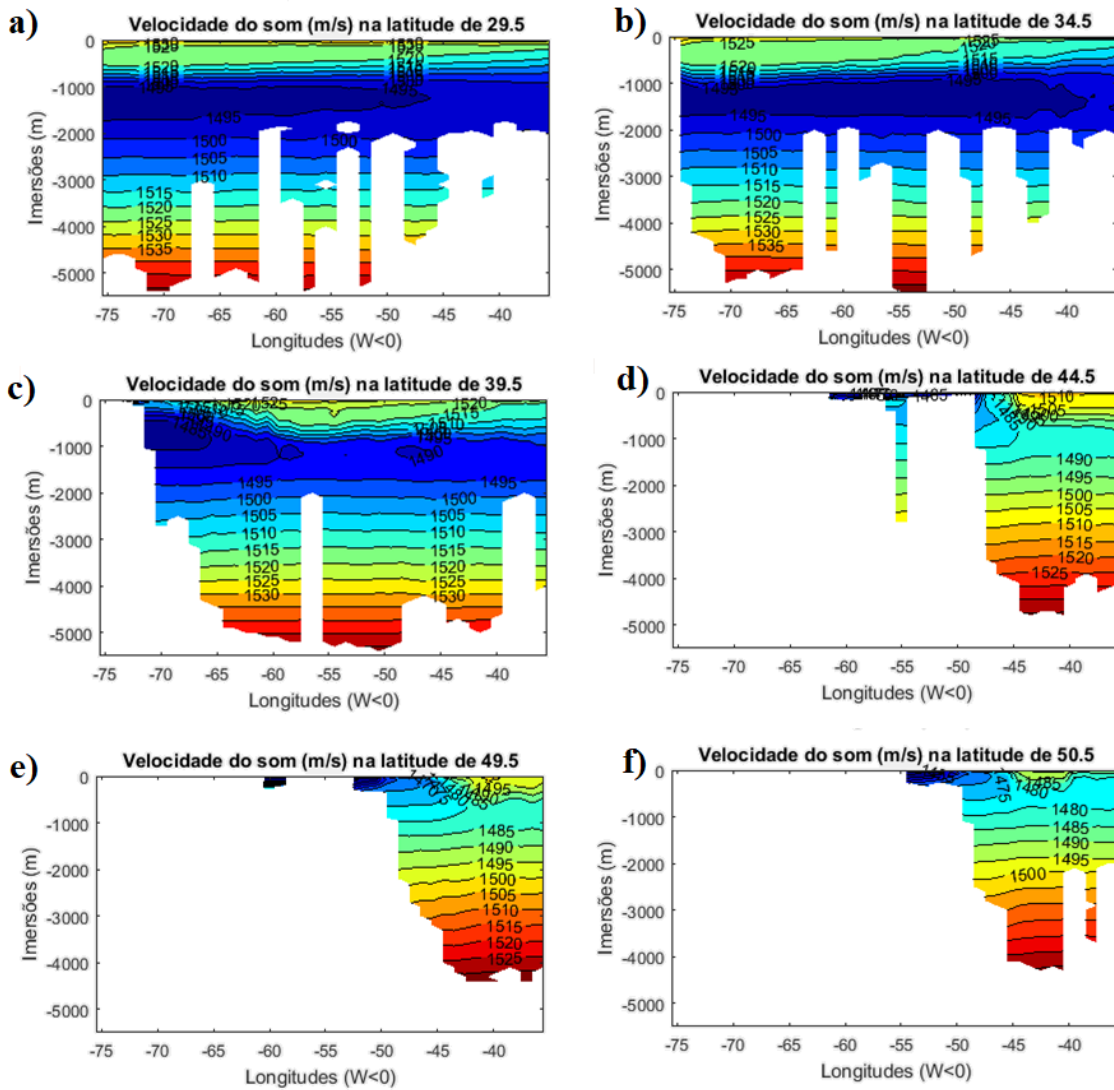
**Figura 1** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos da temperatura conservativa (° C) nas secções verticais de latitudes fixas: a) 29,5°N; b) 34,5°N; c) 39,5°N; d) 44,5°N; e) 49,5°N; f) 50,5°N.



**Figura 2** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos da salinidade absoluta (g/kg) nas secções verticais de latitudes fixas: a) 29,5°N; b) 34,5°N; c) 39,5°N; d) 44,5°N; e) 49,5°N; f) 50,5°N.

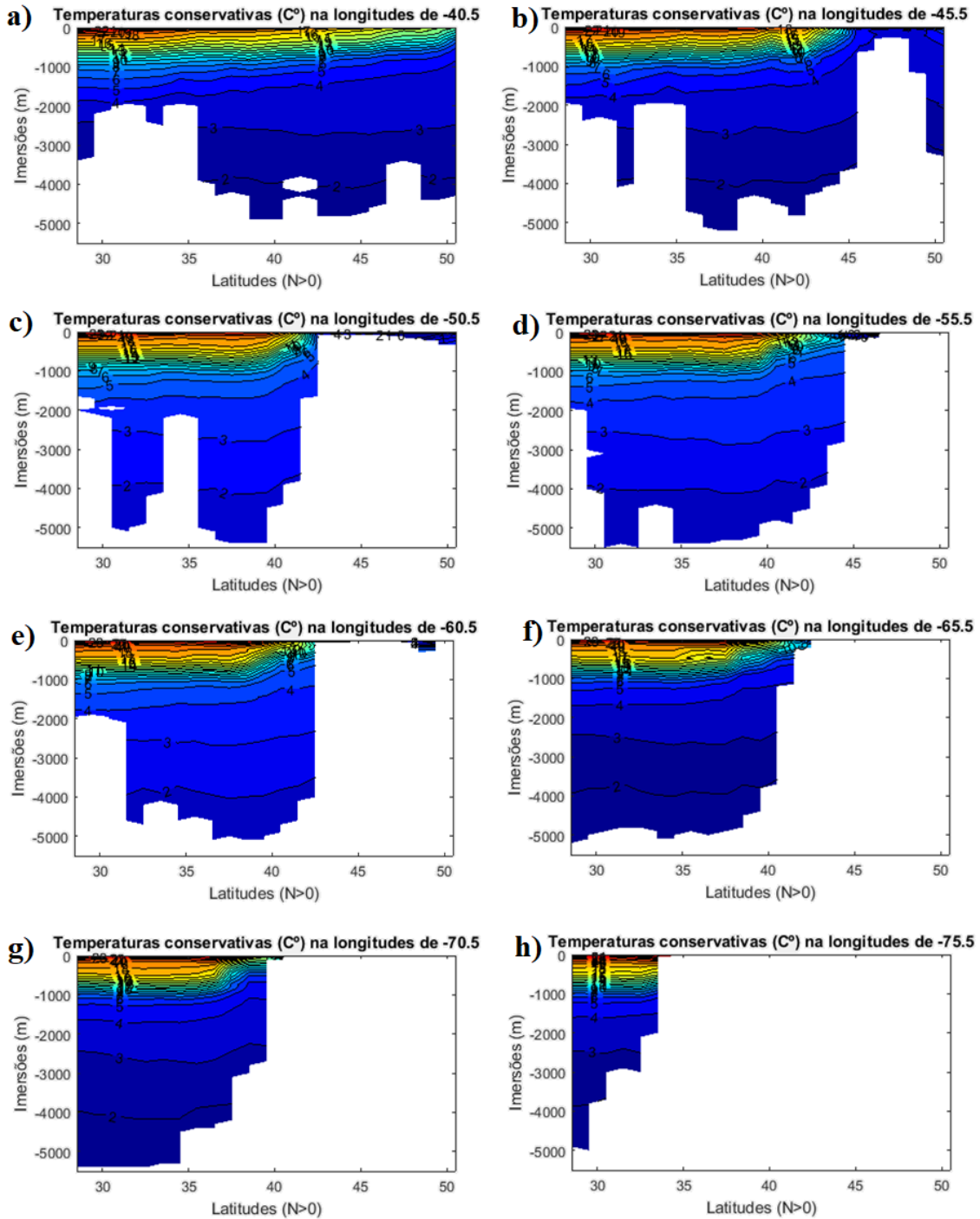


**Figura 3** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos da densidade (kg/m<sup>3</sup>) nas secções verticais de latitudes fixas: a) 29,5°N; b) 34,5°N; c) 39,5°N; d) 44,5°N; e) 49,5°N; f) 50,5°N.

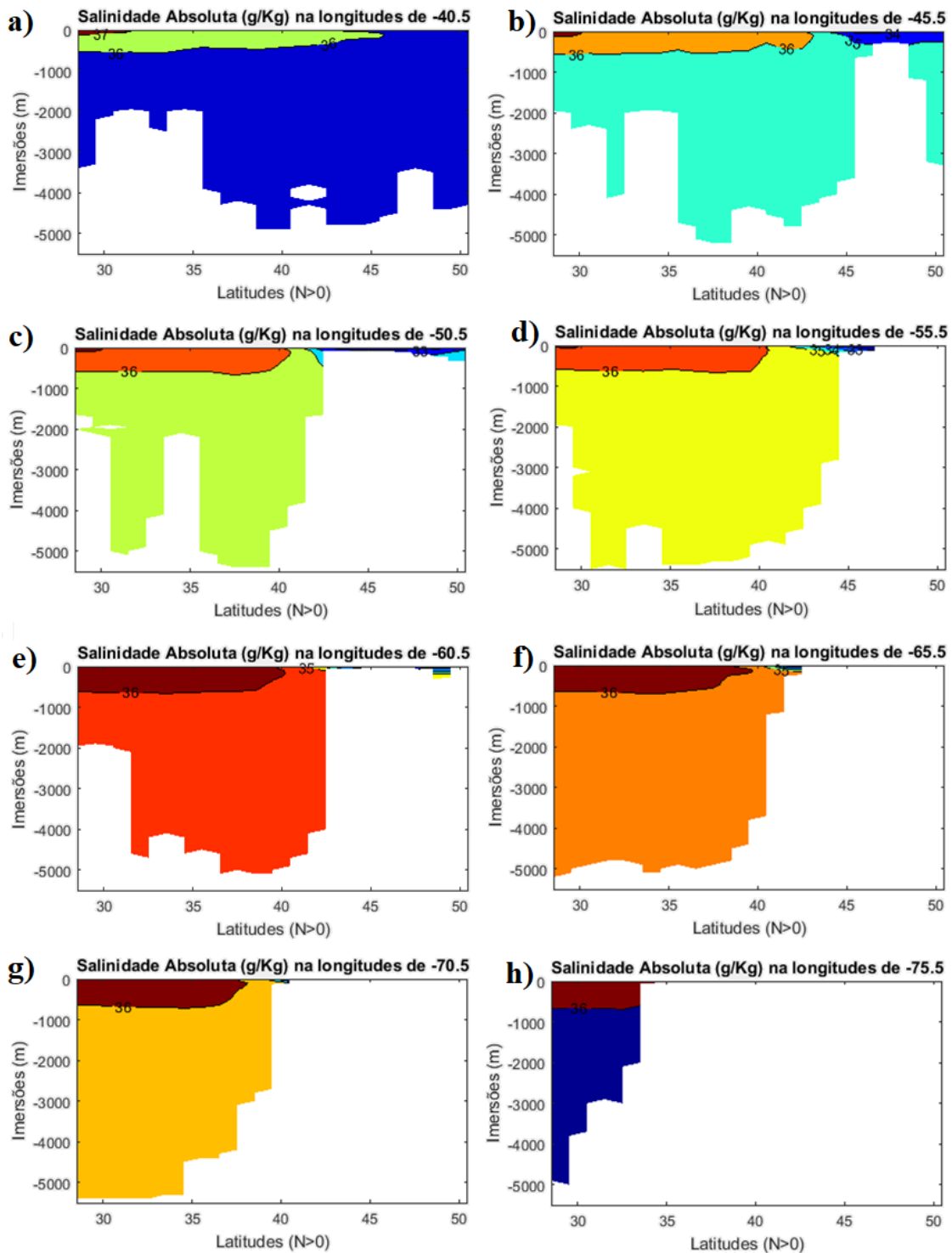


**Figura 4** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos da velocidade do som (m/s) nas secções verticais de latitudes fixas: a) 29,5°N; b) 34,5°N; c) 39,5°N; d) 44,5°N; e) 49,5°N; f) 50,5°N.

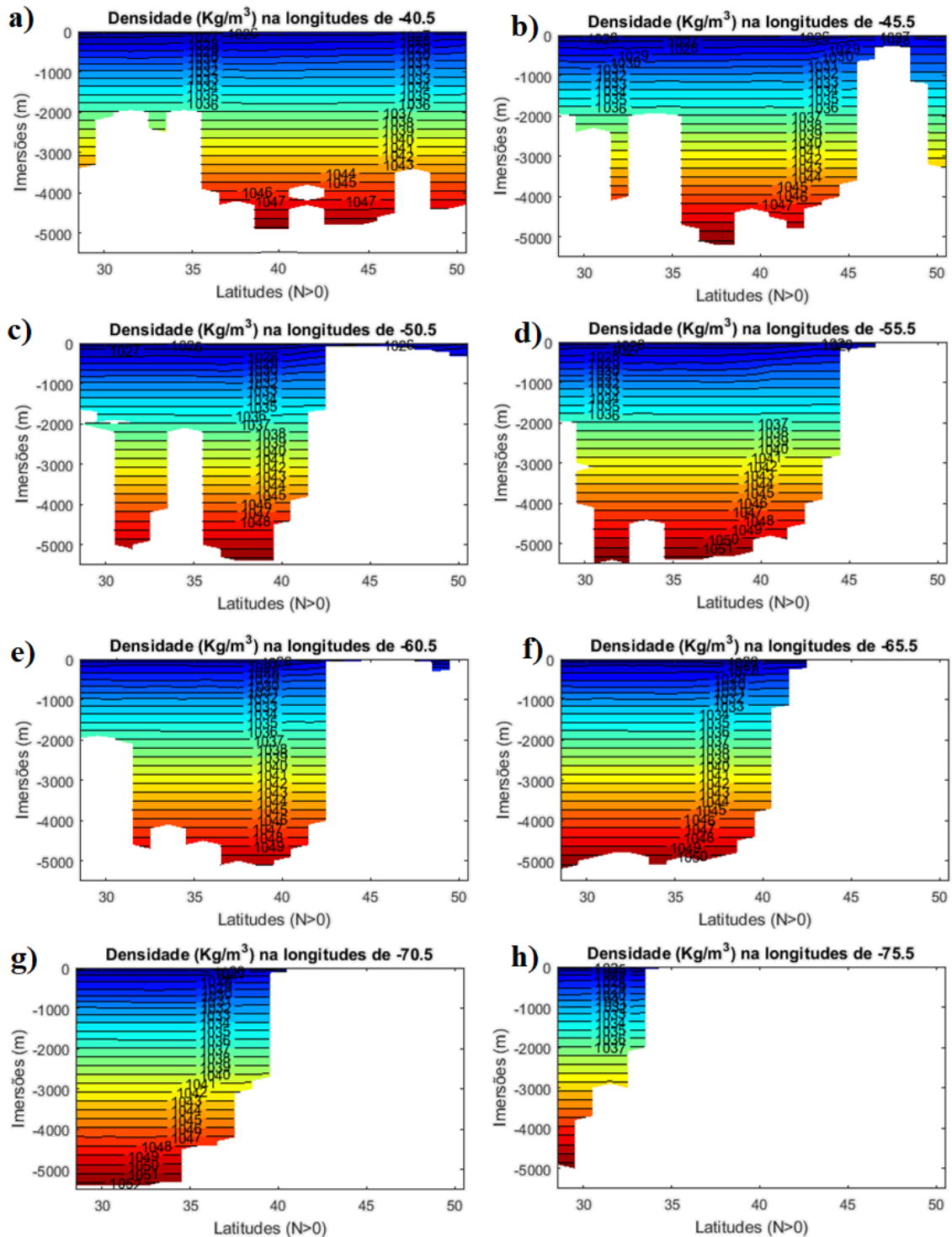
## Apêndice J – Resultado de longitude fixa



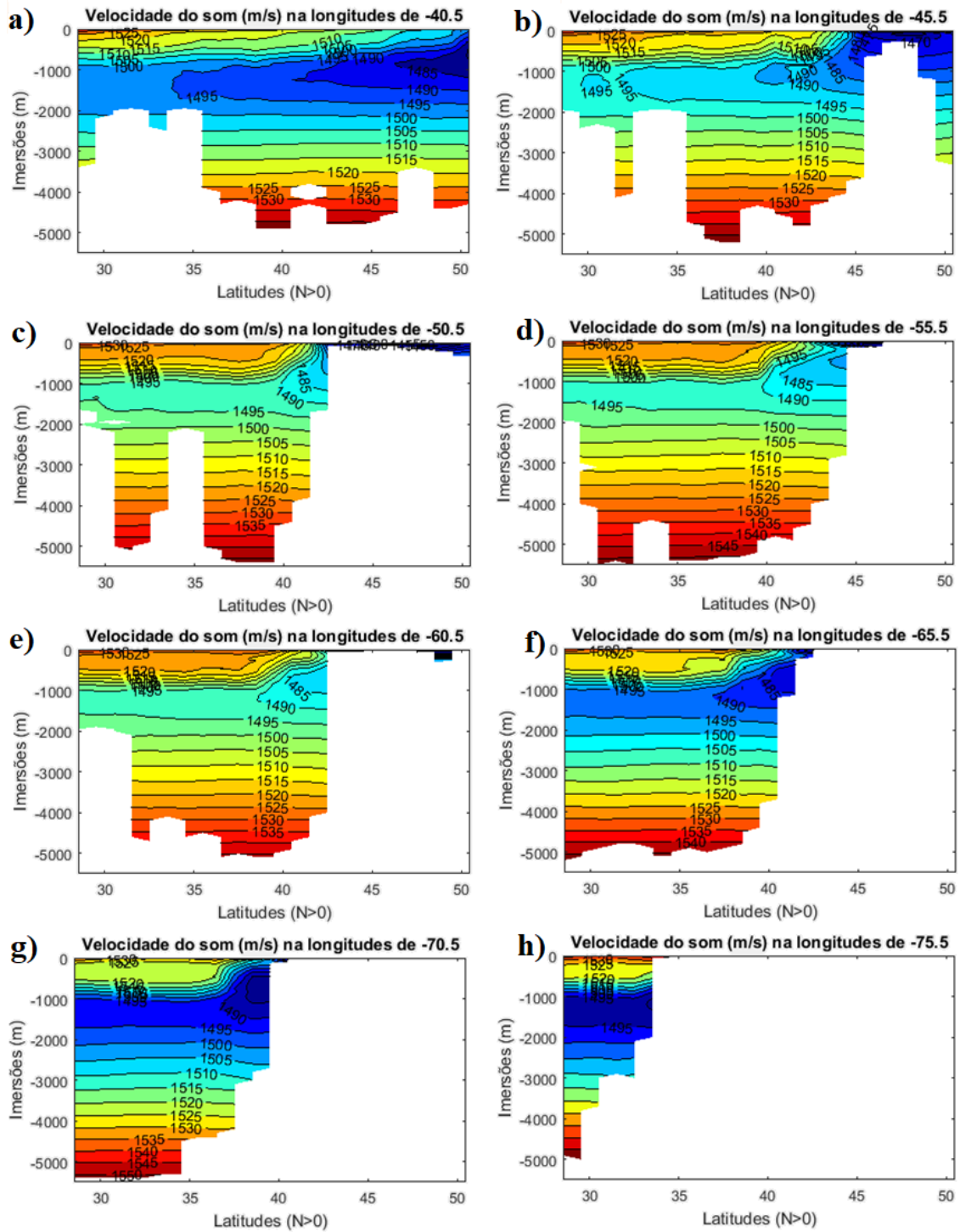
**Figura 1** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos da temperatura conservativa (° C) nas secções verticais de longitudes fixas: a) 040,5°W; b) 045,5°W; c) 050,5°W; d) 055,5°W; e) 060,5°W; f) 065,5°W; g) 070,5°W; h) 075,5°W.



**Figura 2** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos da salinidade absoluta (g/kg) nas secções verticais de longitudes fixas: a) 040,5°W; b) 045,5°W; c) 050,5°W; d) 055,5°W; e) 060,5°W; f) 065,5°W; g) 070,5°W; h) 075,5°W.

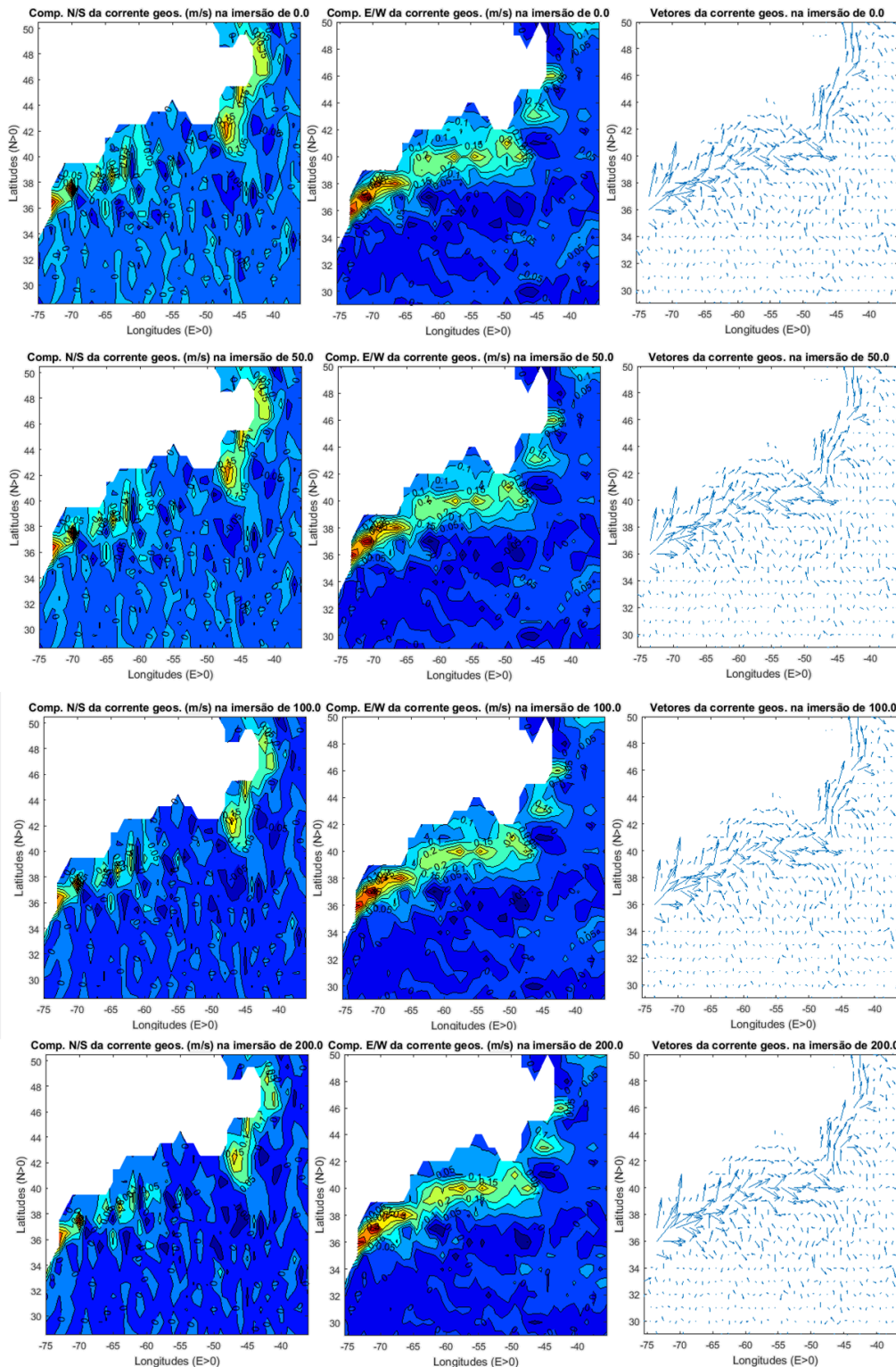


**Figura 3** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de  $1^\circ$ . Gráficos da densidade ( $\text{kg/m}^3$ ) nas secções verticais de longitudes fixas: a)  $040,5^\circ\text{W}$ ; b)  $045,5^\circ\text{W}$ ; c)  $050,5^\circ\text{W}$ ; d)  $055,5^\circ\text{W}$ ; e)  $060,5^\circ\text{W}$ ; f)  $065,5^\circ\text{W}$ ; g)  $070,5^\circ\text{W}$ ; h)  $075,5^\circ\text{W}$ .

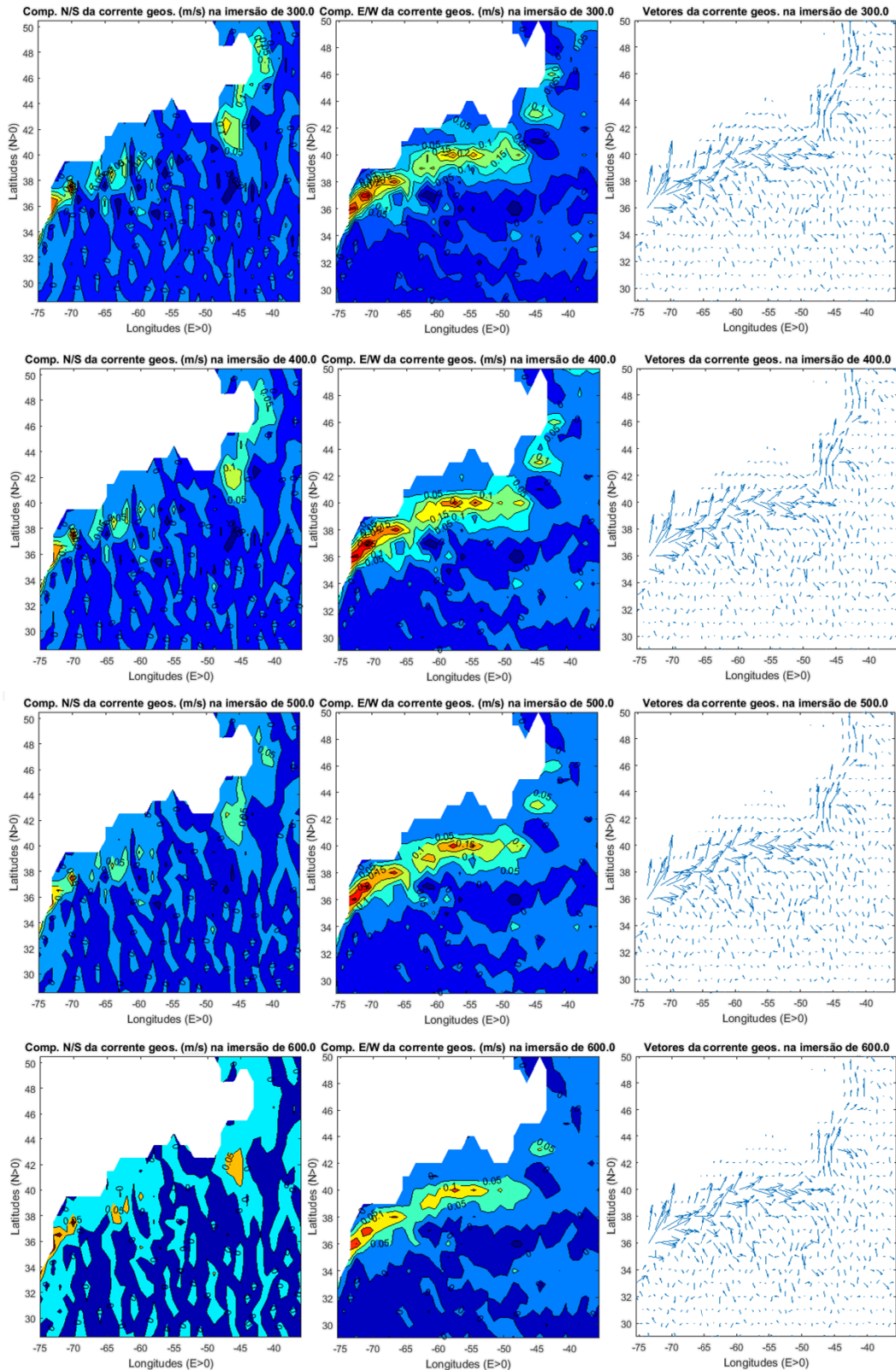


**Figura 4** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos da velocidade do som (m/s) nas secções verticais de longitudes fixas: a) 040,5°W; b) 045,5°W; c) 050,5°W; d) 055,5°W; e) 060,5°W; f) 065,5°W; g) 070,5°W; h) 075,5°W.

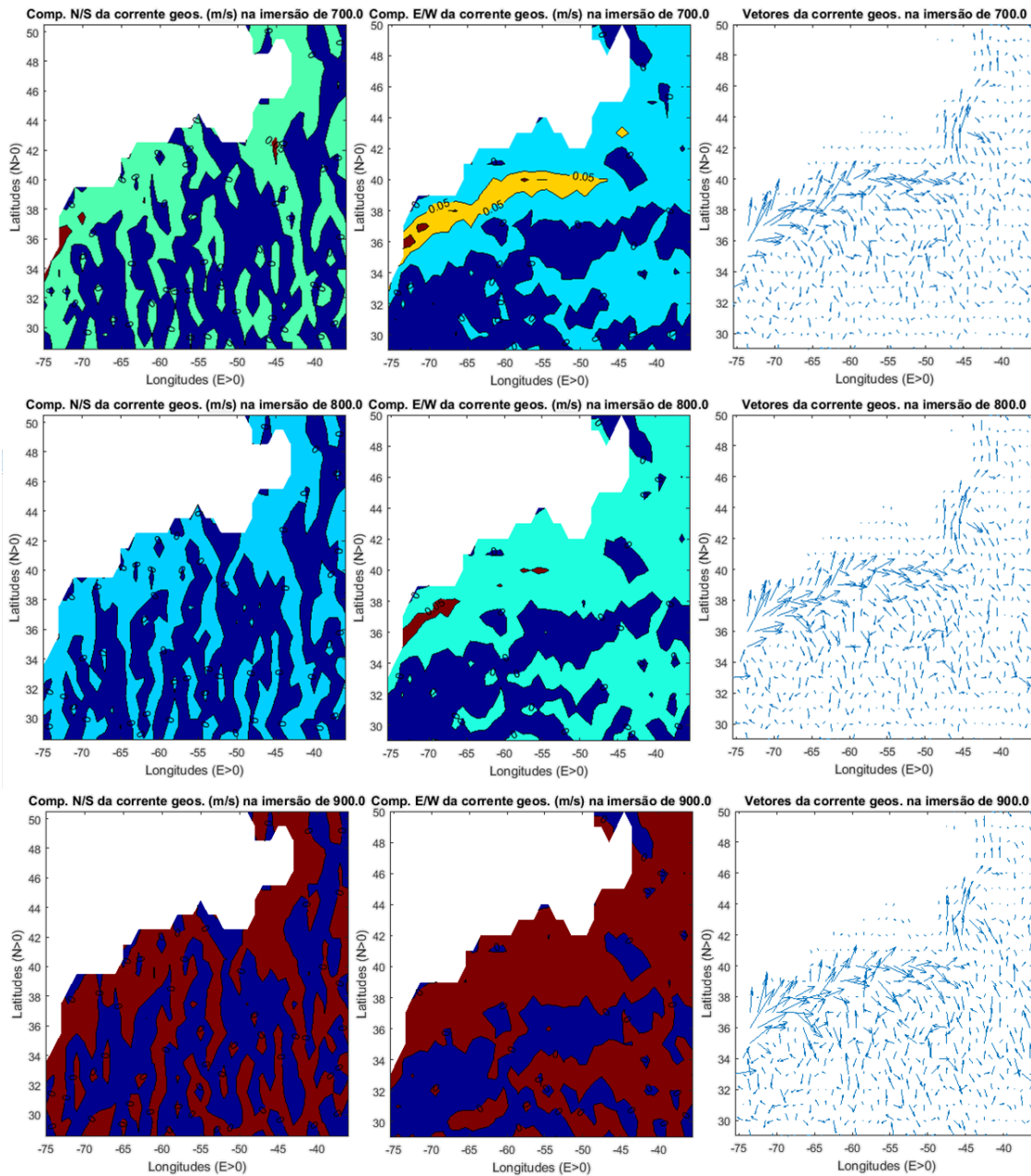
## Apêndice L – Resultados de geostrofia horizontal por imersão



**Figura 1** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos da corrente geostrofica na componente N/S, componente E/W e forma vetorial das correntes (da esquerda para a direita) do Atlântico Noroeste na imersão de 0, 50, 100, 200 m (de cima para baixo).



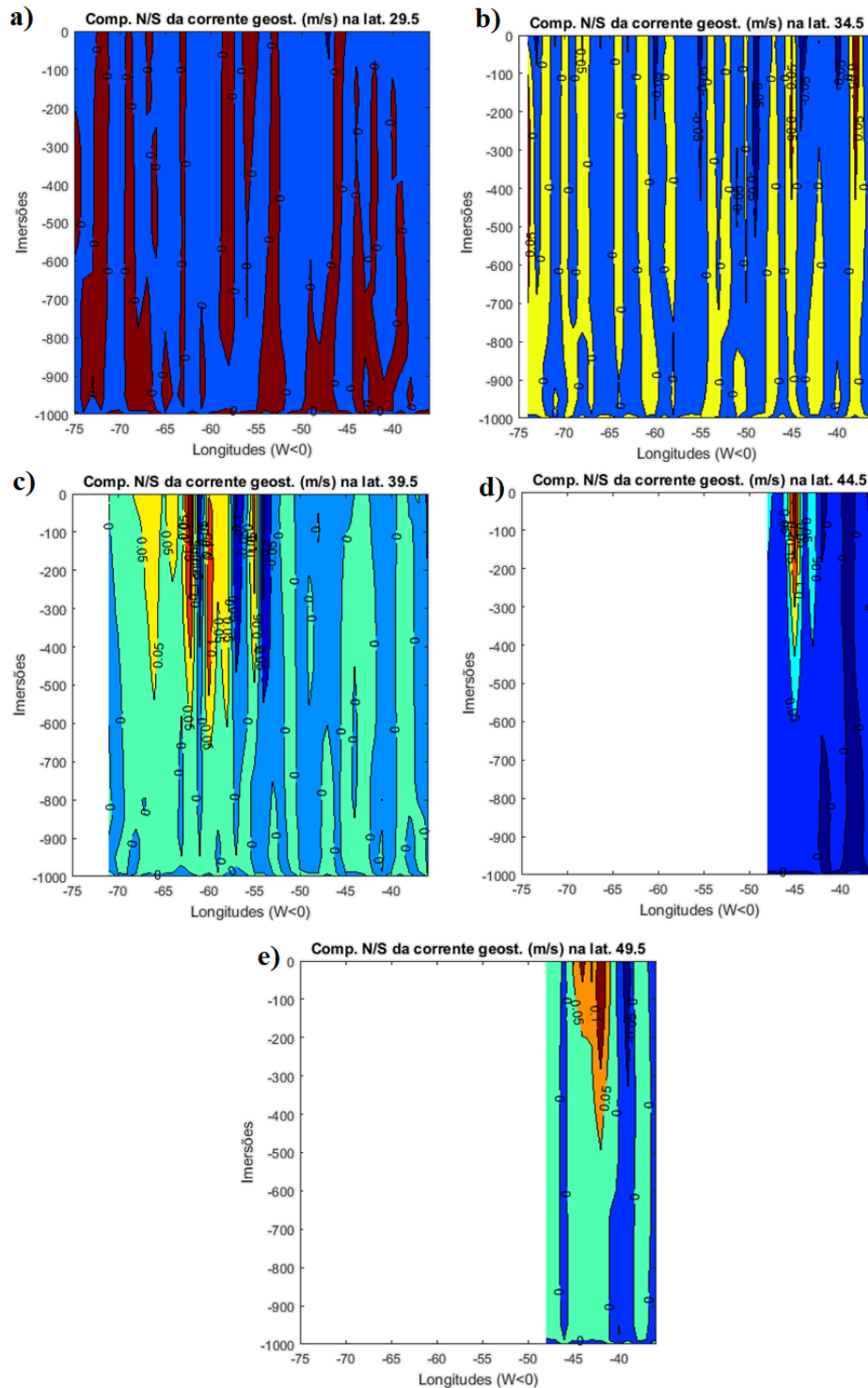
**Figura 2** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos da corrente geostrófica na componente N/S, componente E/W e forma vetorial das correntes (da esquerda para a direita) do Atlântico Noroeste na imersão: 300, 400, 500, 600 m (de cima para baixo).



**Figura 3** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos da corrente geostrófica na componente N/S, componente E/W e forma vetorial das correntes (da esquerda para a direita) do Atlântico Noroeste na imersão de 700, 800, 900 m (de cima para baixo).

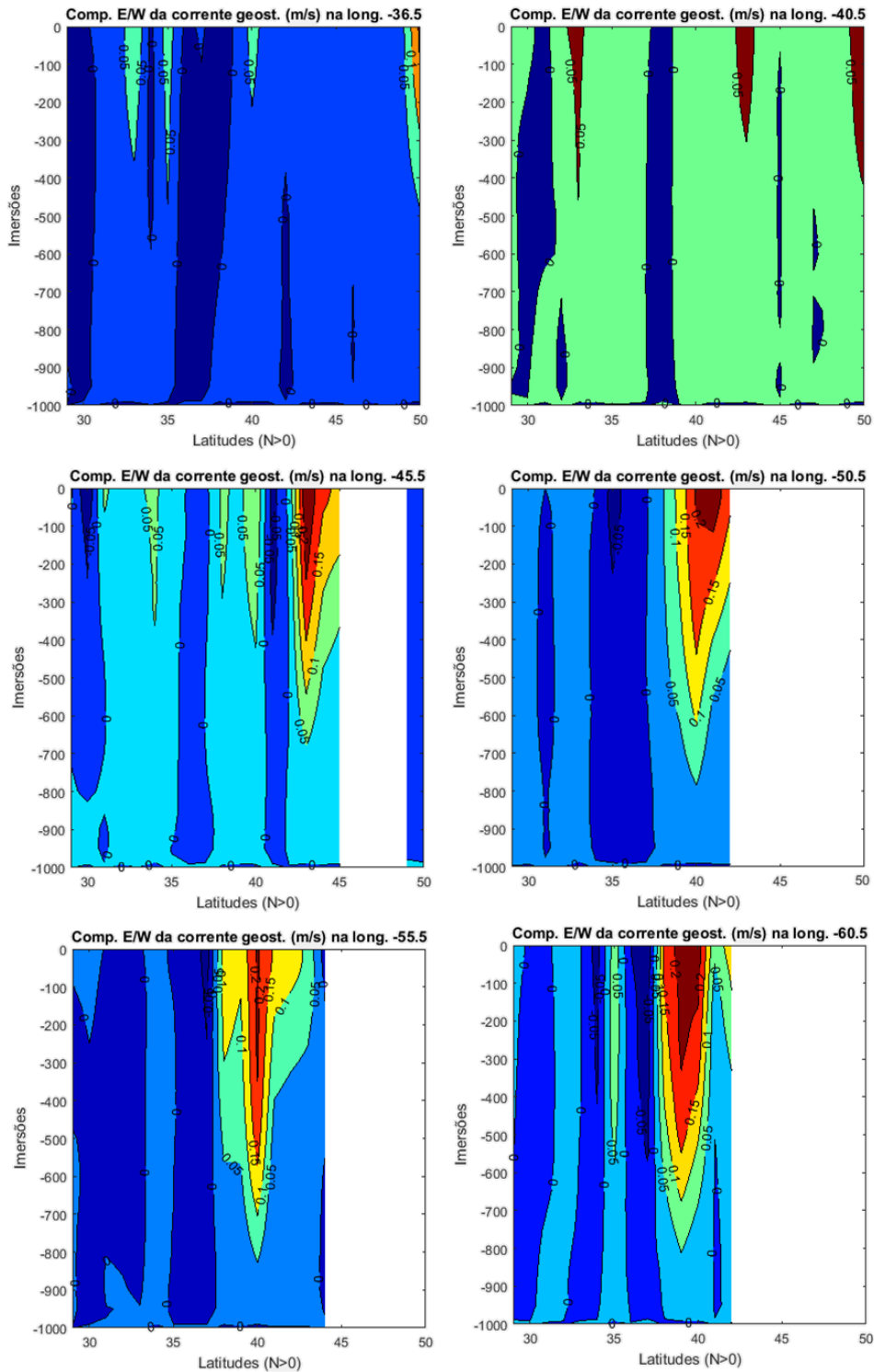
Página deixada  
propositadamente em branco

## Apêndice M – Resultados de geostrofia vertical por latitude



Página deixada  
propositadamente em branco

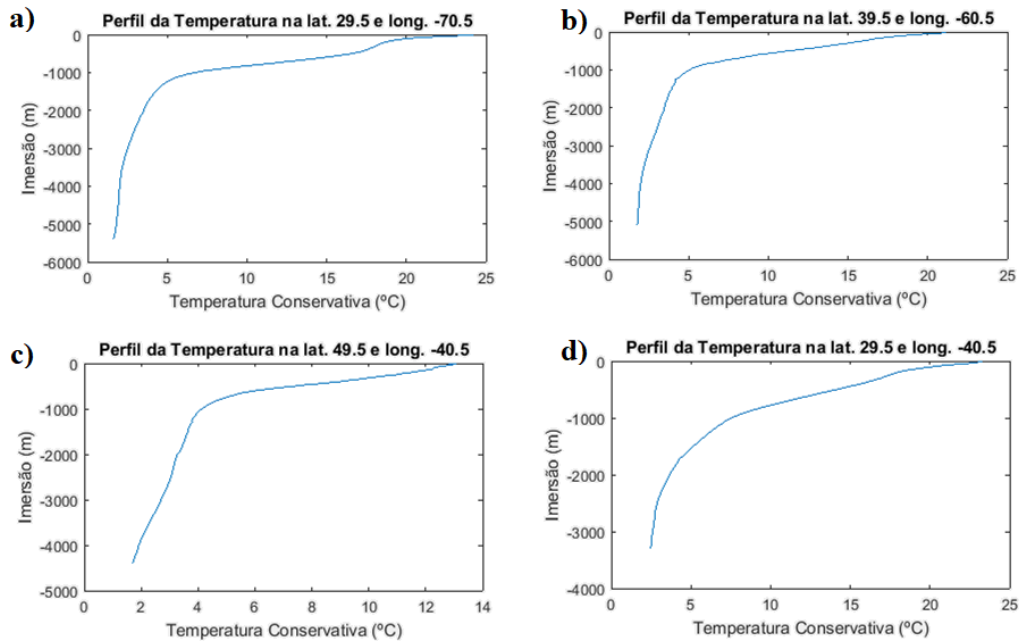
## Apêndice N – Resultados de geostrofia vertical por longitude



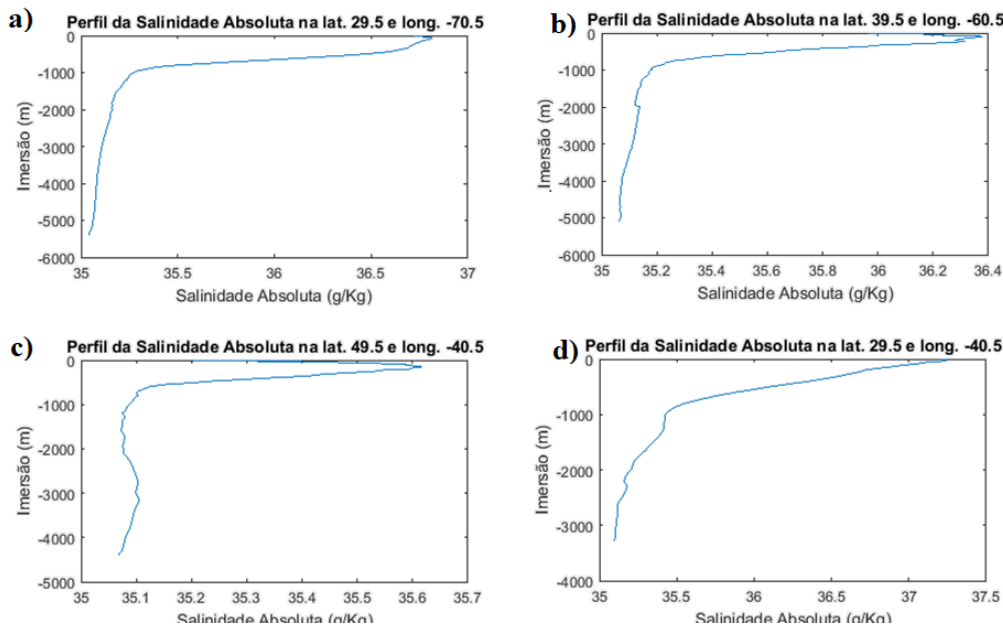
**Figura 1** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. da componente E/W da geostrofia vertical de longitudes: a) 036,5°W; b) 040,5°W; c) 045,5°W; d) 050,5°W; e) 055,5°W e f) 060,5°W.



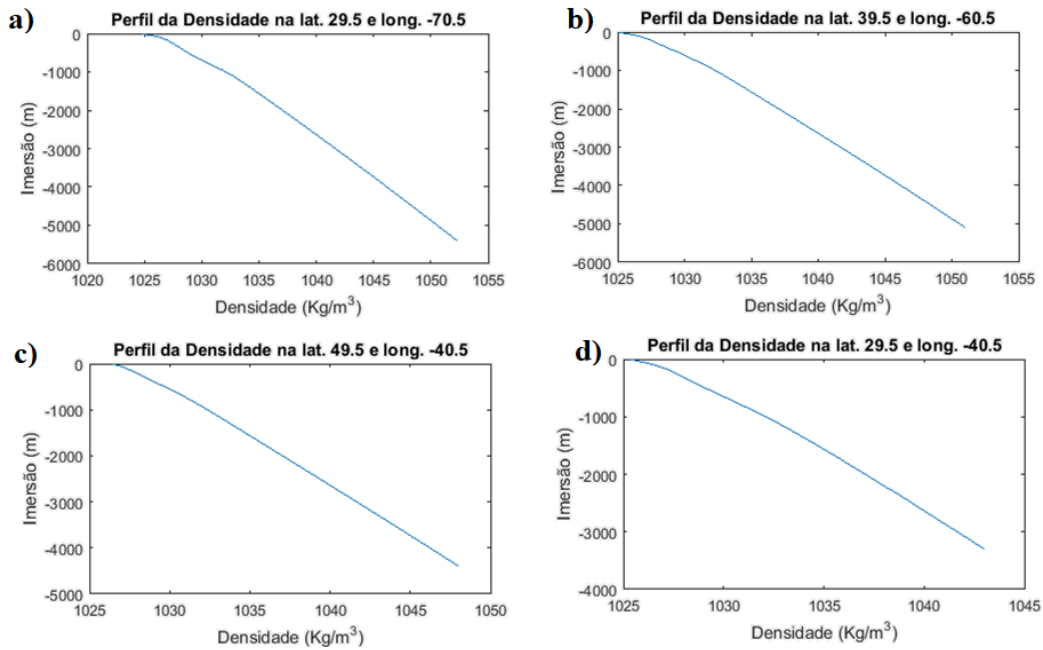
## Apêndice O – Perfis



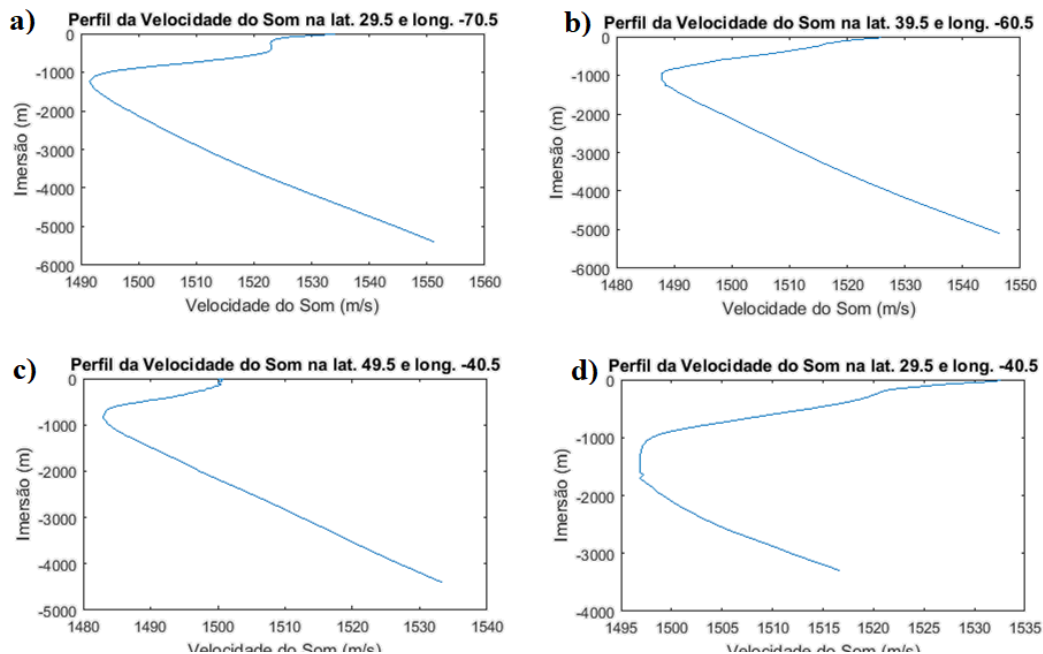
**Figura 1** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos da temperatura conservativa (° C) representando quatro perfis da área delimitada: perfil\_SW (29,5°N e 070,5°W); perfil\_SE (29,5°N e 040,5°W); perfil\_NE (49,5°N e 040,5°W); perfil\_CG (39,5°N e 060,5°W).



**Figura 2** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos da salinidade absoluta (g/kg) representando quatro perfis da área delimitada: perfil\_SW (29,5°N e 070,5°W); perfil\_SE (29,5°N e 040,5°W); perfil\_NE (49,5°N e 040,5°W); perfil\_CG (39,5°N e 060,5°W).



**Figura 3** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos da densidade ( $\text{kg/m}^3$ ) representando quatro perfis da área delimitada: perfil\_SW (29,5°N e 070,5°W); perfil\_SE (29,5°N e 040,5°W); perfil\_NE (49,5°N e 040,5°W); perfil\_CG (39,5°N e 060,5°W).



**Figura 4** - Resultados gráficos produzidos pelo programa elaborado, com valores médios anuais, na resolução de 1°. Gráficos da densidade ( $\text{kg/m}^3$ ) representando quatro perfis da área delimitada: perfil\_SW (29,5°N e 070,5°W); perfil\_SE (29,5°N e 040,5°W); perfil\_NE (49,5°N e 040,5°W); perfil\_CG (39,5°N e 060,5°W).