

Oldemar de Oliveira Carvalho Junior



INTRODUÇÃO À  
OCEANOGRAFIA  
FÍSICA



EDITORA INTERCIÊNCIA

Rio de Janeiro – 2014

Copyright © 2013, by Carvalho Junior

Direitos Reservados em 2014 por **Editora Interciência Ltda.**

**Diagramação:** Ana Paula Lessa da Cunha Tavares

**Revisão Ortográfica:** Maria Paula da Mata Ribeiro  
Nancy Maria de Souza

**Capa:** Rejane Megale

**CIP-Brasil. Catalogação-na-Fonte**  
**Sindicato Nacional dos Editores de Livros, RJ**

---

C321i

Carvalho Junior, Oldemar de Oliveira

Introdução à oceanografia física/Oldemar de Oliveira Carvalho Junior. – 1. ed. –

Rio de Janeiro: Interciência, 2014.

82 p. il.; 23 cm.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7193-340-8

1. Oceanografia. 2. Geologia. I. Título.

13-07343

CDD: 551.46

CDU: 551.46

---

É proibida a reprodução total ou parcial, por quaisquer meios,  
sem autorização por escrito da editora.

[www.editorainterciencia.com.br](http://www.editorainterciencia.com.br)



Editora Interciência Ltda.

Rua Verna Magalhães, 66 – Engenho Novo

Rio de Janeiro – RJ – 20710-290

Tels.: (21) 2581-9378 / 2241-6916 – Fax: (21) 2501-4760

e-mail: vendas@editorainterciencia.com.br

Impresso no Brasil – Printed in Brazil

# Agradecimentos

---

A estrutura e o conteúdo são resultados da experiência do autor como professor nas disciplinas Introdução à Oceanografia Física e Dinâmica dos Oceanos em Oceanografia, de 2000 a 2004.

O autor é imensamente grato aos colegas, alunos e estagiários que forneceram valiosos comentários e sugestões. Em especial ao amigo e físico Luiz Antonio Alves que gentilmente revisou o trabalho e apresentou uma solução simplificada para a equação da continuidade.

# Prefácio

---

O presente trabalho tem como principal objetivo servir de referência básica a cursos de Oceanografia, Engenharia, Biologia e Geografia. O estudo dos oceanos é parte importante no entendimento do nosso ambiente, em especial no que se refere às mudanças climáticas. O conteúdo apresentado também serve como introdução ao estudo da dinâmica oceânica, em particular à interação entre oceano e atmosfera e modelos de circulação em larga escala.

A parte matemática é colocada dentro de um mínimo aceitável. Ao longo do texto, várias referências são indicadas e recomenda-se aos alunos mais interessados no assunto que façam uso delas.

Os aspectos relacionados com a interação entre o oceano e a atmosfera são abordados no início. Após, as Leis Fundamentais em Oceanografia e as Equações do Movimento são analisadas através de uma descrição detalhada de cada componente. Por fim, Temperatura, Salinidade e Densidade são discutidas de forma sucinta no capítulo 4.

O conteúdo, da forma como é apresentado, é resultado dos anos em que o autor foi professor de disciplinas de oceanografia física em cursos de Oceanografia no Brasil. De maneira geral, os alunos são pouco preparados nas áreas de física e cálculos integral e diferencial. Muito se deve ao fato de que as disciplinas básicas são dadas sem que sejam integradas às disciplinas avançadas. Levando isso em consideração, o assunto aqui tratado busca incluir, sempre que possível, uma recapitulação dos principais conceitos em física e cálculo.

Esperamos que essa publicação seja útil aos alunos e ao leitor interessado no assunto, e consiga transmitir um pouco da grandiosidade desse tema tão excitante que é a física dos oceanos.

# Sumário

---

<b>Prefácio .....</b>	<b>VII</b>
<b>1 Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Interação Oceano-Atmosfera .....</b>	<b>7</b>
2.1 Fluxo de Calor e Circulação Atmosférica .....	13
2.2 Transferência de Propriedades: Oceano-Atmosfera.....	16
2.3 Balanço Térmico dos Oceanos.....	20
<b>3 Leis Fundamentais em Oceanografia .....</b>	<b>23</b>
3.1 Introdução .....	23
3.1.1 Conservação da Massa.....	25
3.1.2 Equação da Continuidade .....	26
3.1.3 Lei da Gravidade e Tipos de Forças.....	29
3.1.4 Força Centrípeta.....	32
3.1.5 Força Centrífuga.....	33
3.2 Equações do Movimento .....	33
3.2.1 Aceleração.....	39
3.2.2 Gradiente de Pressão .....	41
3.2.3 Força de Coriolis .....	43
3.2.4 Equação do Movimento.....	49

<b>4 Salinidade, Temperatura e Densidade.....</b>	<b>53</b>
4.1 Temperatura .....	60
4.2 Salinidade.....	63
4.3 Densidade .....	67
<b>Referências .....</b>	<b>71</b>