



**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM DINÂMICA DOS OCEANOS**  
**E DA TERRA**

MILAGROS LIZBETH ALIAGA VIDAL

**PANORAMA HIDROGRÁFICO DO SISTEMA NORTE DA CORRENTE**  
**DE HUMBOLDT EM ESCALAS SAZONAIS**

Niterói-RJ

2021

MILAGROS LIZBETH ALIAGA VIDAL

**PANORAMA HIDROGRÁFICO DO SISTEMA NORTE DA CORRENTE  
DE HUMBOLDT EM ESCALAS SAZONAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Dinâmica dos Oceanos e Terra, da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Área de Concentração: Hidrografia.

Orientador: *Dr. rer. nat.* Andre Luiz Belem

Niterói-RJ

2021

Ficha catalográfica automática - SDC/BIG  
Gerada com informações fornecidas pelo autor

A398p Aliaga vidal, Milagros Lizbeth  
Panorama hidrográfico do Sistema Norte da Corrente de Humboldt em escalas sazonais / Milagros Lizbeth Aliaga vidal ; André Luiz Belém, orientador. Niterói, 2021.  
115 f. : il.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2021.

DOI: <http://dx.doi.org/10.22409/PPGDOT.2021.m.06558258781>

1. Hidrografia. 2. Oceanografia. 3. Comissões Oceanográficas. 4. Pacífico. 5. Produção intelectual. I. Belém, André Luiz, orientador. II. Universidade Federal Fluminense. Instituto de Geociências. III. Título.

CDD -

MILAGROS ALIAGA VIDAL

**PANORAMA HIDROGRÁFICO DO SISTEMA NORTE DA CORRENTE DE  
HUMBOLDT EM ESCALAS SAZONAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Dinâmica dos Oceanos e Terra, da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre. Área de Concentração: Hidrografia.

Aprovada em 13 de julho de 2021.

BANCA EXAMINADORA



---

Prof. Dr. rer. nat. Andre Luiz Belem (Orientador)  
UFF – Universidade Federal Fluminense



---

Prof. Dr. Rodrigo Amado Garcia Silva  
UFF – Universidade Federal Fluminense



---

Prof. Dr. Luis Alfredo Icochea Salas  
UNALM – Universidad Agraria La Molina (PERÚ)

Niterói-RJ

2021

*A Deus, minha família e meus pais, que sempre foram o guia e o apoio que precisei na minha vida.*

## AGRADECIMENTOS

À Marinha do Peru, pelo grande papel que desempenha no engrandecimento do meu querido Peru, formando homens e mulheres de bons valores, a serviço do país. Além disso, que dentro de suas funções procura desenvolver pesquisa acadêmica e científico-tecnológica no campo naval; bem como desenvolver atividades oceanográficas, meteorológicas, biológicas e marinhas, de recursos fluviais e lacustres; agindo por conta própria ou em colaboração com outras instituições nacionais ou estrangeiras. Por isso, temos o compromisso com todo o pessoal da Marinha, de buscar sempre a melhoria contínua, aumentando nossos conhecimentos para poder somar esforços no cumprimento da missão confiada pelo Estado Peruano.

À minha família, meus queridos pais, Mery e Marco, obrigada por estarem sempre presentes nos diversos desafios que a vida me apresenta, por orarem por mim e me dar a formação necessária para poder atuar da melhor maneira possível.

Para meu orientador. O Dr. Andre Belem, que aceitou o grande desafio de poder me guiar no caminho da maestria, exigindo que diferentes tarefas fossem realizadas, e me dando confiança suficiente para poder me desenvolver individualmente durante todas as pesquisas propostas, gerando uma grande evolução pessoal na área, o que sem dúvida será de grande utilidade para o meu futuro desenvolvimento profissional.

Ao pessoal da Diretoria de Hidrografia e Navegação, que dentro de suas inúmeras funções busca fortalecer a Marinha do Peru, atendendo aos novos desafios que dela são exigidos.

E por último, mas o mais importante, a Deus que sempre me protege e abençoa com saúde, que coloca sempre as melhores pessoas no meu caminho, encontrando durante a minha estadia no Mestrado um grupo que tem sido a minha família no Brasil.

*“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.*

*Madre Teresa de Calcuta*

## RESUMO

A zona de ressurgência geral mais importante no Pacífico tropical oriental está localizada ao largo da costa do Peru, que faz parte do Sistema Corrente de Humboldt de Norte (NHCS), entre 0° S a 20° S e 70° W a 90° W, onde a costa peruana possui uma área marítima equivalente a 0,1% da costa oceânica mundial e onde é realizada uma captura de 10% da pesca global, sendo uma das áreas com maior produtividade biológica. Este estudo procura caracterizar a área mencionada a partir de um panorama hidrográfico onde são apresentados os dados oceanográficos da World Ocean Database mais atual (WOD18), incluindo as informações não publicadas do Centro Nacional de Dados Oceanográficos (CENDO) da Direção de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha do Peru, onde estão disponíveis informações sobre cruzeiros de 1994 a 2018, onde os dados foram coletados com diversos equipamentos CTD. Os dados obtidos no DHN foram reprocessados de acordo com o padrão internacional GO-SHIP, e dentro do protocolo oceanográfico TEOS-10, onde é possível caracterizar as principais massas de água presentes e definir os padrões médios sazonais das características hidrológicas da Salinidade Absoluta, Temperatura Conservativa e Densidade Neutra, para o verão e inverno do hemisfério sul, mantendo assim uma uma revisão atualizada e compilada a informações encontradas em diversas bases de dados mundiais. É importante destacar o ineditismo deste trabalho em relação a aplicação dos protocolos internacionais em dados obtidos nesta região.

**Palavras-chave:** Massas d'água, Oceano Pacífico Sudeste, Ressurgência de borde leste.

## ABSTRACT

The most important general upwelling zone in the eastern tropical Pacific is located off the coast of Peru, which is part of the Northern Humboldt Current System (NHCS), between 0°S at 20°S and 70°W at 90°W , where the Peruvian coast has a maritime area equivalent to 0.1% of the world's oceanic coast and where 10% of global fisheries are captured, being one of the areas with the highest biological productivity. This study seeks to characterize the mentioned area from a hydrographic overview where oceanographic data from the most current World Ocean Database (WOD18) are presented, including unpublished information from the National Oceanographic Data Center (CENDO) of the Directorate of Hydrography and Navigation ( DHN) of the Peruvian Navy, where information on cruises from 1994 to 2018 is available, where data were collected with various CTD equipment. The data obtained from the DHN were reprocessed according to the GO-SHIP international standard, and within the TEOS-10 oceanographic protocol, where it is possible to characterize the main water masses present and define the average seasonal standards of the hydrological characteristics of Absolute Salinity, Temperature Conservative and Neutral Density, for the summer and winter of the southern hemisphere, thus keeping an updated review compiled from information found in several worldwide databases. It is important to highlight the novelty of this work in relation to the application of international protocols in data obtained in this region.

**Keywords:** Water mass, Southeast Pacific Ocean, East edge upwelling.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Correntes do mar peruano.....	3
Figura 2 - Circulação tridimensional esquemática no Pacífico tropical oriental.....	4
Figura 3 - Esquema de circulação do NHCS e principais massas d'água.....	7
Figura 4 - Esquema das massas de água superficiais no mar peruano, em condições normais.....	12
Figura 5 - Perfis obtidos a partir do WOD de uma área entre longitudes 87 °W - 70 °W e latitudes 3 ° S - 20 ° S.....	25
Figura 6 - Compilação dos perfis CTD e OSD do World Ocean Database (WOD).....	26
Figura 7 - Profundidades observadas nos perfis WOD por ano.....	27
Figura 8 - Diagrama de Temperatura Conservativa e Salinidade Absoluta do banco de dados WOD.....	27
Figura 9 - Fotografias de navios hidrográficos e oceanográfico.....	29
Figura 10 - Linhas oceanográficas consideradas no planejamento dos cruzeiros oceanográficos da DIHIDRONAV.....	30
Figura 11 - Lançamentos CTD para amostragem de condições oceanográficas.....	31
Figura 12 - Imagem do SBE 9plus CTD.....	33
Figura 13 - Imagem do SBE 9plus CTD.....	37
Figura 14 - Fluxograma do processamento dos dados de CTD, via software SBE Data Processing, segundo a metodologia GO-SHIP.....	41
Figura 15 - Localização das 1,852 estações importadas para o software ODV.....	48
Figura 16 - Compilação dos perfis do DHN Database.....	50
Figura 17 – Diagrama de temperatura conservativa e salinidade absoluta do banco de dados DHN.....	51
Figura 18 - Compilação dos dados do WOD e da DIHIDRONAV entre os anos 1929 e 2018.....	52
Figura 19 - Profundidades observadas nos perfis WOD + DHN por ano.....	55
Figura 20 - Diagrama de temperatura conservativa e salinidade absoluta da compilação dos bancos de dados WOD + DHN.....	55

Figura 21 - Diagramas T / S médios nas áreas coloridas na inserção do estudo de Grados et. al (2018).....	56
Figura 22 - Diagramas T / S (Conservative Temperature, Absolute Salinity) médios nas áreas coloridas na inserção.....	57
Figura 23 - Temperatura conservativa, salinidade absoluta e densidade neutra média da superfície do mar (TSM) para o verão austral (janeiro-março).....	61
Figura 24 - Temperatura conservativa, salinidade absoluta e densidade neutra média da superfície do mar (TSM) para o inverno do sul (julho-setembro).....	62
Figura 25 - Temperatura conservativa, salinidade absoluta e densidade neutra média a 50 metros de profundidade para o verão austral (janeiro-março).....	65
Figura 26 - Temperatura conservativa, salinidade absoluta e densidade neutra média a 50 metros de profundidade para o inverno do sul (julho-setembro).....	66
Figura 27 - Localização da seção paralela a 100km da costa.....	67
Figura 28 - Temperatura conservativa, salinidade absoluta e densidade neutra média na linha paralela a 100 km da costa para o verão austral (janeiro-março).....	69
Figura 29 - Temperatura conservativa, salinidade absoluta e densidade neutra média na linha paralela a 100 km da costa para o inverno do sul (julho-setembro).....	70

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Intervalos de temperatura e salinidade das principais massas d'água.....	14
Tabela 2 - Comparação do número de dados oceanográficos no WOD18 em comparação com as versões anteriores do WOD.....	21
Tabela 3 - Número de perfis obtidos do WOD18 de estações OSD e CTD.....	26
Tabela 4 - Especificações do SBE 9plus CTD.....	33
Tabela 5 - Especificações do SBE 9plus CTD. ....	36
Tabela 6 - Especificações do SBE 9plus. ....	38
Tabela 7 - Número de arquivos / estações obtidos do Banco Nacional de Dados Oceanográficos da Marinha do Peru (MGP) – DIHIDRONAV.....	39
Tabela 8 - Sequência de execução das etapas de pós-processamento dos dados de CTD no software SBE Data Processing, referentes a cada instituição.....	40
Tabela 9 - Número de arquivos / estações obtidos do Banco Nacional de Dados Oceanográficos do DIHIDRONAV.....	48
Tabela 10 - Tabela resumo da utilização de arquivos .cnv quando processados no software SBE.....	49
Tabela 11 - Faixas aceitáveis de temperatura observadas em função da profundidade, por bacia.....	54
Tabela 12 - Faixas aceitáveis de salinidade observadas em função da profundidade, por bacia.....	54
Tabela 13 - Os intervalos de temperatura e salinidade das principais massas d'água encontrados no NHCS nos primeiros 1000 m de profundidade.....	58
Tabela 14 - Os intervalos de Conservative Temperature (°C), Absolute Salinity (g/kg) e Neutral Density (kg/m <sup>3</sup> ) das principais massas d'água encontrados no NHCS entre a superfície e 1000 m de profundidade.....	59
Tabela 15 - Quantidade de estações de dados em superfície no verão e inverno.....	59
Tabela 16 - Quantidade de estações de dados a 50 metros de profundidade no verão e inverno.....	63
Tabela 17 - Quantidade de estações de dados a 100 km da costa no verão e inverno.....	67

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

- AAI** – Água antártica intermediária (AAIW)
- AAIW** – Água antártica intermediária (AAI)
- ACF** – Águas costeiras frias
- AES** – Águas equatoriais superficiais (ESW)
- AESS** – Água subsuperfície equatorial (AESS)
- AICFO** – Associação internacional para ciências físicas do oceano
- ASS** – Águas subtropicais superficiais (STSW)
- ATS** – Águas tropicais superficiais (TSW)
- ATSA** – Águas temperadas subantárticas
- CC** – Corrente da Califórnia
- CENDO** – Centro Nacional de Dados Oceanográficos
- COI** – Comissão Oceanográfica Intergovernamental
- CTD** – *Conductivity, Temperature and Depth Sensor*
- CPPS** – Comissão Permanente do Pacífico Sul
- CRCC** – Corrente Costeira da Costa Rica
- CRD** – *Costa Rica Dome*
- DHN** – Direção de Hidrografia e Navegação (DIHIDRONAV)
- DIHIDRONAV** – Direção de Hidrografia e Navegação (DHN)
- EPCC** – Corrente Costeira Equador - Peru
- ESPIW** – Água intermediária do Pacífico Sudeste
- ESSW** – Água subsuperfície equatorial (AESS)
- ESW** – Águas equatoriais superficiais (AES)
- EUC** – Subcorrente Equatorial
- GT-127** – Grupo de trabalho científico 127 sobre “Termodinâmica e equação do estado da água do mar”
- HC** – Corrente de Humboldt
- MGP** – Marinha do Peru
- NHCS** - Sistema Norte da Corrente de Humboldt
- NEC** – Corrente Norte Equatorial
- NECC** – Contracorrente Norte Equatorial
- NSSCC** – Contracorrente de Subssuperfície Norte
- NOAA** – *National Oceanic and Atmospheric Administration*

- PCC** – Corrente Costeira do Peru  
**POC** – Corrente Oceânica do Peru  
**PUC** – Subcorrente Peru-Chile (PCUC)  
**SCOR** – Comitê científico para pesquisa oceânica  
**SEC** – Corrente Sul Equatorial  
**SSSCC** – Contracorrente de Subsuperfície Sul  
**STSW** – Águas subtropicais superficiais (ASS)  
**TB** – *Tehuantepec Bowl*  
**TSM** – Temperatura superficial do mar  
**TSW** – Águas tropicais superficiais (ATS)  
**WM** – Massa d'água  
**WMC** – Corrente Oeste Mexicana  
**WOA** – *World Ocean Atlas*  
**WOD** – *World Ocean Database*  
**WOD18** – *World Ocean Database (2018)*

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>vi</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>x</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>xii</b>
<b>LISTA DE ABREVISTURAS E SIGLAS.....</b>	<b>xiii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 GERAL .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 ESPECÍFICOS .....</b>	<b>7</b>
<b>2.3 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>8</b>
<b>3. BASE TEÓRICA .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1 ESTUDOS REALIZADOS NA ÁREA.....</b>	<b>9</b>
<b>3.2 PADRÕES DE CÁLCULO DE SALINIDADE.....</b>	<b>15</b>
<b>3.3 BASE DE DADOS OCEANOGRÁFICOS.....</b>	<b>19</b>
3.3.1 World Ocean Database (WOD).....	19
3.3.2 Direção de Hidrografia e Navegação (DIHIDRONAV) da Marinha de Guerra do Peru (MGP).....	23
3.3.2.1 Sistema de Informação Oceanográfica (SIO).....	23
3.3.2.1.1 Centro Nacional de Dados Oceanográficos (CENDO).....	24
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>24</b>
<b>4.1 ÁREA DE ESTUDO E DADOS USADOS.....</b>	<b>24</b>
<b>4.2 DADOS USADOS DA WOD.....</b>	<b>25</b>
<b>4.3 DADOS USADOS DA DIHIDRONAV.....</b>	<b>28</b>
4.3.1 CTDs usados.....	31
4.3.1.1 SBE 9plus.....	31
4.3.1.2 SBE 19.....	34
4.3.1.3 SBE 19plus.....	36
4.3.2 Reprocessamento dos Dados de CTD.....	38
4.3.2.1 Data Conversion.....	41
4.3.2.2 Align CTD.....	41
4.3.2.3 Bottle Summary.....	42

4.3.2.4 Wild Edit.....	43
4.3.2.5 Filter.....	43
4.3.2.6 Cell Thermal Mass.....	44
4.3.2.7 Loop Edit.....	44
4.3.2.8 Bin Average.....	45
4.3.2.9 Translate.....	45
4.3.2.10 Derive.....	45
4.3.2.11 Derive TEOS-10.....	46
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>47</b>
<b>5.1 COMPILAÇÃO DOS DADOS WOD E DIHIDRONAV.....</b>	<b>47</b>
5.1.1 Reprocessamento de dados CTD (DIHIDRONAV).....	47
5.1.2 Dados WOD e DIHIDRONAV.....	51
<b>5.2 LOCALIZAÇÃO DAS MASSAS D'ÁGUA ENCONTRADAS NO SISTEMA NORTE DA CORRENTE DE HUMBOLDT USANDO UM DIAGRAMA TS.....</b>	<b>56</b>
<b>5.3 PADRÕES SAZONAIS MÉDIOS DE SST, SSS E A DENSIDADE DA SUPERFÍCIE DO MAR EM DUAS ESTAÇÕES DO ANO (VERÃO E INVERNO AUSTRAL).....</b>	<b>59</b>
<b>5.4 PADRÕES SAZONAIS MÉDIOS (VERÃO E INVERNO AUSTRAL) DA TEMPERATURA, SALINIDADE E DENSIDADE A UMA PROFUNDIDADE DE 50 METROS.....</b>	<b>63</b>
<b>5.5 DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA CONSERVATIVA, SALINIDADE ABSOLUTA E DENSIDADE NEUTRA DA LINHA PARALELA A 100 KM DA COSTA.....</b>	<b>67</b>
<b>6. CONCLUSÕES E DISCUSSÕES.....</b>	<b>71</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>73</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICE ALFA – HISTOGRAMAS DA PROFUNDIDADE, SALINIDADE ABSOLUTA E TEMPERATURA CONSERVATIVA.....</b>	<b>78</b>
<b>APÊNDICE BRAVO – DADOS DOS DIAGRAMAS T/S MÉDIOS.....</b>	<b>94</b>
<b>APÊNDICE CHARLIE COORDENADAS DA SEÇÃO PARALELA A 100KM DA COSTA.....</b>	<b>99</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O Oceano Pacífico tropical oriental não é definido por uma única bacia oceânica, massa d'água, sistema atual ou ecossistema. É uma região entre os giros subtropicais do Pacífico Norte e Sul e contém tanto a extremidade oriental do sistema de corrente equatorial do Pacífico (KESSLER, 2006) como a porção quente (*warming pool*) do Pacífico oriental. As correntes de borda leste fluem para a região do norte (Corrente da Califórnia) e do sul (Corrente do Peru). O Pacífico tropical oriental é importante por seu papel na variabilidade do clima devido ao El Niño-Oscilação Sul, a produção de peixes e o ciclo global do carbono (FIEDLER, TALLEY, 2006).

Dentro das características gerais do Oceano Pacífico Sudeste e do Sistema Norte de Corrente de Humboldt, existem correntes para oeste no equador e correntes para leste em latitudes médias que dão origem a “giros” subtropicais (anti-horário no hemisfério sul e horário no hemisfério norte) nos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico. Deve-se mencionar que as correntes não são estacionárias ou constantes no tempo. Embora existam sempre as correntes mais importantes, sua intensidade e direção mudam constantemente em diferentes escalas de tempo.

Além disso, é necessário considerar que como consequência do transporte de Ekman quando os ventos sopram paralelos à costa, pode ocorrer o fenômeno da ressurgência costeira, considerando também que as bordas leste dos oceanos são os locais de ressurgência decorrente do padrão global de circulação. Considerando que os ventos de sul sopram ao longo da costa do Peru, e devido à dinâmica de Ekman, esses ventos induzem um transporte para a esquerda (Hemisfério Sul) de tal forma que a água da superfície se move para o oeste, afastando-se da costa. Essa água só pode ser substituída por águas mais profundas e necessariamente mais frias, e temos aí o estabelecimento de uma ressurgência. Como as águas emergentes são necessariamente mais frias que na superfície, a ressurgência dá origem a uma região de águas frias ao longo da costa. Essas águas frias modulam o clima regional, em conjunto com outros padrões atmosféricos (além da presença dos Andes, que desempenham um papel fundamental na interação da camada limite atmosférica com o oceano), de tal forma que essas regiões tendem a apresentar nevoeiros, nuvens

baixas em forma de estratos e uma atmosfera muito estável com pouca convecção e chuva.

A água que emerge não só é mais fria que a superficial, mas também possui uma concentração maior de nutrientes. Os nutrientes fertilizam a camada superficial permitindo o crescimento do fitoplâncton, aumentando a produtividade primária na camada limite, que é transferida ao longo da cadeia trófica. Assim, as regiões com afloramento costeiro são águas muito produtivas e onde se encontram as áreas de pesca mais importantes a nível mundial: Peru, Califórnia, Somália, Marrocos e Namíbia (FLORES *et al.*, 2013).

No entanto, os ventos predominantes no equador, os ventos alísios, vão de leste para oeste (latitude 0°) e impulsionam a água nessa direção, formando o padrão de circulação meridional no equador, que, juntamente com a conservação da vorticidade absoluta e a descontinuidade da força de Coriolis no equador trabalham juntos para promover o sistema equatorial de correntes. Portanto, a corrente equatorial que flui de oeste para leste ocorre abaixo da superfície (águas subsuperficiais). Esta corrente, chamada de Corrente Subsuperficial Equatorial ou Corrente de Cromwell (Figura 1), é comparável em intensidade à Corrente do Golfo. Flui logo abaixo da superfície, tendo seu máximo na profundidade de 100 m. Sua largura é de apenas 200 km, mas se estende por 15.000 km do Pacífico (DIHIDRONAV, MGP, 2018).

O Sistema da Corrente Norte de Humboldt (NHCS: 70 – 90°W; 0 – 20°S), localizado principalmente na costa peruana, corresponde à parte norte do sistema de ressurgência Peru-Chile e é a região onde ocorre o intercâmbio de água entre o sudeste do Pacífico equatorial e subtropical (GRADOS *et al.*, 2018).

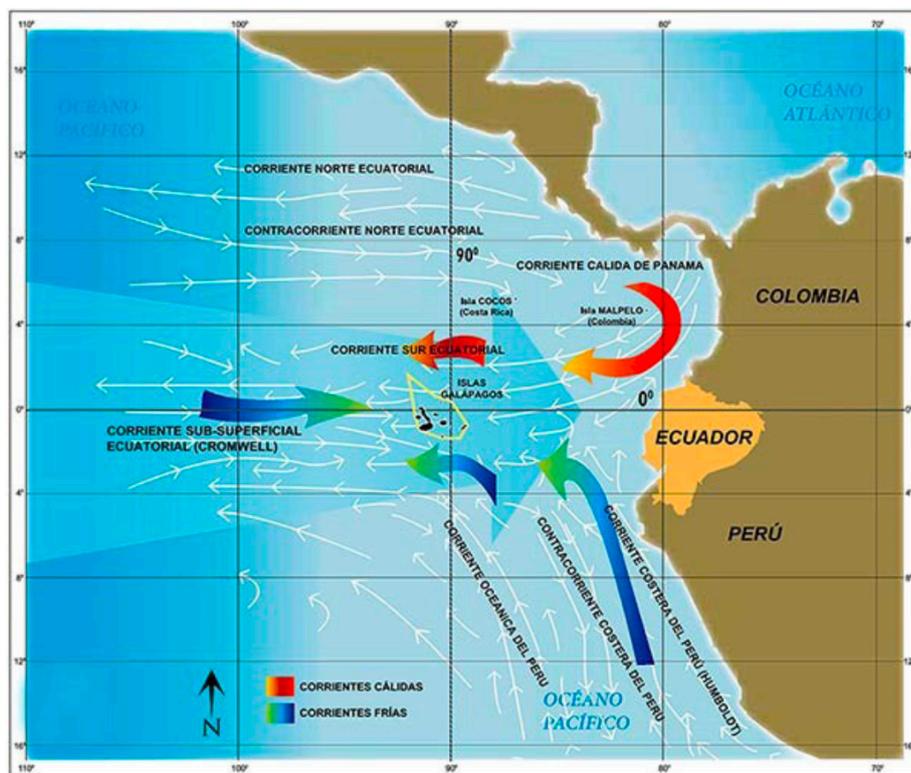


Figura 1 - Correntes do mar peruano (DIHIDRONAV, MGP, 2018).

Os sistemas de correntes de superfície da costa chilena e peruana, também conhecidos como Sistema de Correntes de Humboldt, seguem o esquema da circulação geral comandada pelo giro subtropical do Pacífico Sul. A complexa circulação apresentada pelo Sistema da Corrente de Humboldt, de movimento das águas superficiais em direção ao equador (Figura 2) e em direção ao pólo, tem sido proposta em termos gerais, como dois fluxos em direção ao norte, que foram chamados de Corrente Oceânica e Corrente Costeira de Humboldt e estão separados por um sistema de fluxo contrário chamado Contracorrente Chile-Perú ou Contracorrente Peruana-Chilena. Os fluxos em direção ao pólo são basicamente compostos pela Contracorrente Peru-Chile e pela Corrente Subsuperficial Peru-Chile (também chamada de Corrente de Gunter), que se originam da Corrente Subsuperficial Equatorial. Apesar das controvérsias quanto à localização da contracorrente Peru-Chile ao longo da margem leste do Chile, ela foi definida como um fluxo que se move de 8°S a 30° - 40°S, mantendo sua posição entre aproximadamente 100-300 km ao largo da costa. Por outro lado, a Corrente Subsuperficial Peru-Chile pode ser rastreada desde sua origem do Peru a 10°S até o

sul do Chile a 48°S, entre a costa e 100 km a oeste, apesar de não estar claramente definida sua extensão máxima até o sul (SCHNEIDER *et al.*, 2007).

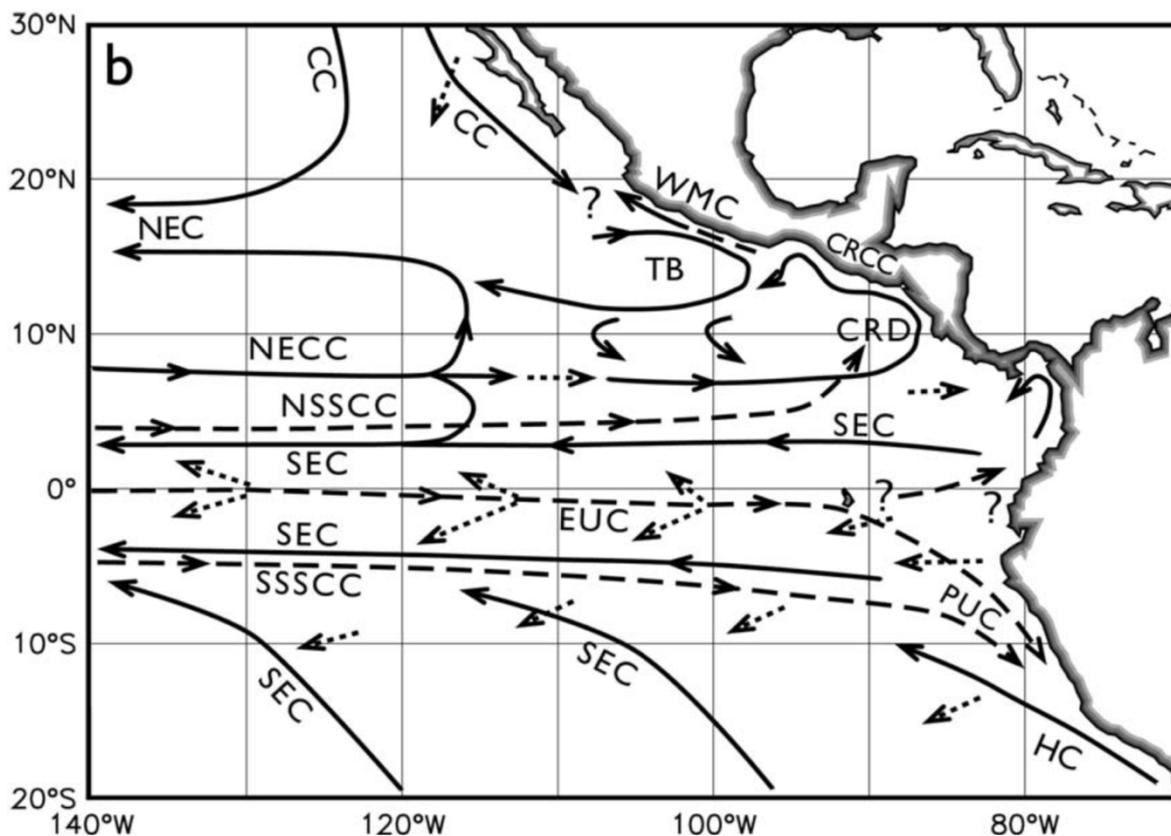


Figura 2 - Circulação tridimensional esquemática no Pacífico tropical oriental. Vários pontos de interrogação indicam regiões onde as interconexões entre as correntes permanecem desconhecidas no estudo do KESSLER (2006). .....► Correntes próximas à superfície, —► Correntes geostróficas da camada superior, - - -► Correntes subterrâneas.

O Pacífico tropical oriental apresenta características ambientais únicas para o plâncton, bem como para organismos superiores. Essas características têm origem na oceanografia física regional cujo comportamento depende dos padrões de variabilidade espaço-temporal dos agentes forçantes solares e atmosféricos, tanto dentro como fora da região (AMADOR, ALFARO, *et al.*, 2006).

Na parte norte do Sistema Corrente de Humboldt, encontram-se as águas do mar peruano, que, por estarem próximas à linha equatorial, deveriam ser quentes e tropicais por natureza, com temperatura média de 23°C a 24°C. No entanto, isso não

ocorre porque existem agentes, como as correntes oceânicas e frias apresentadas na Figura 1 e 2, que o modificam, assim como a radiação solar (ZUTA, GUILLÉN, 1970).

Apenas na zona norte, entre Tumbes e Piura, ocorre a tropicalidade quente das águas, enquanto nas zonas centro e sul a temperatura é fria, oscilando entre 17°C a 19°C, devido à influência da corrente de Humboldt e pelo fenômeno do afloramento de águas profundas e frias (ZUTA, GUILLÉN, 1970).

A zona de ressurgência geral de borda leste mais importante no Pacífico tropical oriental está localizada ao largo do Peru (KESSLER, 2006, PENNINGTON, MAHONEY, *et al.*, 2006), causada pelos ventos alísios predominantemente costeiros em direção ao equador. A assinatura SST (Temperatura da superfície do mar) baixa do processo de ressurgência costeira se funde com a da língua fria equatorial, assim como a Corrente Peruana se junta à Corrente Equatorial Sul (SEC). O sistema produtivo de ressurgência costeira do Peru apoiou a maior pescaria do mundo, mas é particularmente suscetível à variabilidade interanual causada pelo El Niño-Oscilação Sul (ENOS) (LAVÍN, FIEDLER, *et al.*, 2006).

A compreensão dos padrões espaciais e temporais da oceanografia do Pacífico tropical oriental e os efeitos dessa variabilidade na produção biológica e nos ecossistemas avançou claramente nos últimos anos. Cientistas, instituições e governos da região fizeram contribuições importantes, assim como outros com interesses econômicos na região. Porém, ainda há perguntas sem resposta, junto com oportunidades baseadas em novas tecnologias de amostragem e séries temporais contínuas. (LAVÍN *et al.*, 2006). Portanto, é importante manter uma revisão atualizada e compilar as informações encontradas em diversas bases de dados mundiais, abertas a qualquer pesquisador do mundo, e as da área de estudo, que geralmente são mantidas por marinhas de países vizinhos ou que exercem atividades marítimas de soberania da área.

Devido a essas características peculiares, o NHCS tem estimulado estudos multidisciplinares intensivos por meio de programas cooperativos nacionais e internacionais, onde se encontra o estudo realizado por GRADOS *et al.* (2018) onde utiliza dados de climatologias mundiais existentes, como o Atlas Oceânico Mundial

(WOA13), encontrado no World Ocean Database (WOD), e dados in situ próximos à costa coletados durante os cruzeiros do Instituto Peruano do Mar (IMARPE) após a década de 1980 (que não são considerados no referido banco de dados mundial). No IMARPE realizam um programa de cruzeiros para amostragem de dados que tem sido aprimorado regularmente ao longo dos anos, que visa fornecer ao governo peruano a base científica para a exploração racional e a sustentabilidade dos recursos pesqueiros peruanos, os quais começaram na década de 1960 com o início de um programa de monitoramento oceanográfico de longo prazo realizado pela instituição em menção (GRADOS *et al.*, 2018).

Com esta compilação e fazendo uma síntese dos estudos anteriormente realizados na área, algumas características físicas das massas d'água (WM) junto à costa foram representadas no NHCS, onde fizeram a localização das WM num gráfico de três dimensões (Figura 3) muito didático e compreensível para poder realizar estudos futuros e buscar as características de cada corpo d'água, de forma mais eficiente.

Porém, não há ainda um estudo integrado e abrangente com base em todas as informações disponíveis, considerando que o World Ocean Atlas 2018 (WOA18) é o mais recente em uma linha de análise oceanográfica de variáveis oceânicas de subsuperfície em profundidades padrão (LOCARNINI *et al.*, 2019), que não incorporaram os dados in situ perto da costa coletados durante os cruzeiros que estão no Centro Nacional de Dados Oceanográficos do Peru, os quais são compilados pela Direção de Hidrografia e Navegação (DIHIDRONAV) da Marinha do Peru (MGP).

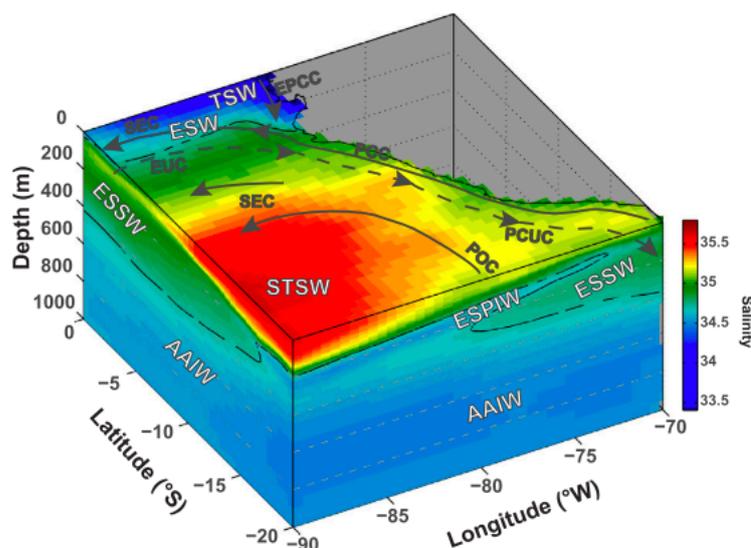


Figura 3 - Esquema de circulação do NHCS e principais massas d'água. O sombreamento da cor corresponde à salinidade (S) do CSIRO Atlas of Regional Seas (CARS2009) e a linha tracejada fina corresponde a  $S = 34,7$  (GRADOS *et al.*, 2018).

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

Estabelecer a média climatológica sazonal das principais características hidrológicas (Temperatura, Salinidade, Densidade) e a localização das massas de água no Sistema Norte da Corrente de Humboldt, através de uma compilação de dados do banco mundial WOD (1929-2017) e informações sobre os cruzeiros oceanográficos realizados pela DIHIDRONAV-MGP (1994-2018) convertidos e validados pelo novo padrão GO-SHIP e TEOS-10.

### 2.2 ESPECÍFICOS

- Localizar as massas d'água encontradas no Sistema Norte da Corrente de Humboldt, usando um diagrama TS;
- Estabelecer os padrões sazonais médios de SST, SSS e a densidade da superfície do mar em duas estações do ano (verão e inverno austral);
- Estabelecer os padrões sazonais médios (verão e inverno austral) da temperatura, salinidade e densidade a uma profundidade de 50 metros;

- Definir a distribuição da Temperatura Conservativa, Salinidade Absoluta e Densidade Neutra na linha paralela a 100 km da costa.

### 2.3 JUSTIFICATIVA

O controle de qualidade dos parâmetros físicos dos oceanos é uma etapa vital para fornecer uma maior compreensão dos oceanos. Ao estabelecer procedimentos sistemáticos e documentados para determinar a qualidade dos dados recebidos (BOYER *et al.*, 1994), é importante ser capaz de melhorar o estado das bases de dados oceânicas históricas para que possam ser utilizadas com compreensão e confiança.

Os oceanógrafos também precisam de dados de alta qualidade para descrever a variabilidade temporal e espacial dos parâmetros físicos, químicos e biológicos dos oceanos. Um banco de dados de alta qualidade requer o desenvolvimento de procedimentos que garantam a integridade dos dados. Da mesma forma, sabe-se que existem problemas importantes na construção de atlas climatológicos de campos de dados oceânicos, um deles é a escassez de dados em muitas áreas do oceano. Este problema só pode ser resolvido com a obtenção de mais dados (BOYER *et al.*, 1994).

Além disso, em 2010, a Comissão Oceanográfica Intergovernamental (IOC), a Associação Internacional de Ciências Físicas dos Oceanos (IAPSO) e o Comitê Científico para Pesquisa Oceânica (SCOR) adotaram em conjunto um novo padrão para o cálculo das propriedades termodinâmicas dos oceanos. água do mar. Este novo padrão, agora também endossado pela União Internacional de Geodésia e Geofísica (IUGG), tem o nome de TEOS-10 e substitui o antigo padrão EOS-80 que existe há 30 anos. Portanto, a partir de agora, deve ser o principal que sejam estimadas as propriedades da água do mar (PAWLOWICZ, 2010).

Este novo padrão ainda não foi observado na literatura científica da área de estudo proposta, com o qual têm muitas vantagens e melhorias importantes que são incorporadas no TEOS-10, tais como: fornecer uma representação termodinamicamente consistente completa de todas as propriedades termodinâmicas de água do mar; considerar explicitamente a composição química da água do mar e

incorporar correções para anomalias composicionais, o que também aumentará muito o conhecimento e compreensão da circulação oceânica e das maneiras como ela é modelada; Além disso, deve levar à abertura de novas áreas de pesquisa associadas aos parâmetros fundamentais da água do mar, e, facilitar o desenvolvimento de tecnologias de medição de salinidade com melhor estabilidade de longo prazo e rastreabilidade SI, necessárias para investigar, por exemplo, questões relacionadas com mudanças climáticas (PAWLOWICZ, 2010).

Além disso, atualmente não existe nenhum estudo da área de interesse, utilizando os dados históricos do WOA 18, que possui informações até 2017, nem os dados que se encontram no Banco Nacional de Dados Oceanográficos da Direção de Hidrografia e Navegação (DIHIDRONAV). Portanto, esta pesquisa busca atualizar as características atuais com o auxílio da literatura científica desenvolvida até o momento.

Da mesma forma, com a compilação de ambas as bases de dados que temos, e com base nos diagramas T / S médios obtidos em algumas regiões-chave, procuramos fornecer uma atualização regional das faixas de temperatura conservadora média e salinidade absoluta dos 5 principais WM (TSW, STSW, ESW na superfície e ESSW, ESPIW e AAIW na subsuperfície) que estão nos 1000m superiores do NHCS, como visto na Figura 3. Estas características T / S atualizadas diferem ligeiramente daquelas relatadas anteriormente, devido ao número atualizado e aumentado de observações no estudo realizado e os diferentes períodos de tempo utilizados para determinar essas características.

### **3. BASE TEÓRICA**

#### **3.1 ESTUDOS REALIZADOS NA ÁREA**

Com o passar dos anos, houve um grande interesse em conhecer os oceanos, neste caso, as características que encontramos no Sistema Norte da Corrente de Humboldt, que abriga o mar peruano. É por isso que, na busca por conhecimento, as principais massas de água encontradas na região, bem como as correntes oceânicas

e costeiras que estão presentes na área, têm sido descritas de diferentes maneiras (Tabela I).

Um dos principais estudos que se consideram da área é o realizado em 1970 por Zuta e Guillén (1970), onde se utilizam principalmente os dados recolhidos no B.A.P. "Bondy" e B.A.P. "Unanue" durante 1961-1968, ademais, foram utilizadas diferentes cartas médias de algumas expedições estrangeiras realizadas na área de interesse, além de dados publicados pelo então Serviço de Hidrografia e Faróis da Marinha do Peru, hoje DHN (ZUTA, GUILLÉN, 1970).

Neste estudo, a intensidade das observações aumentou progressivamente, iniciando as amostragens até 100 metros de profundidade e até aproximadamente 100 milhas de costa, com observações dos parâmetros de temperatura, salinidade, oxigênio e fosfato nos ramos da Oceanografia Física e Química. Nos outros anos coletaram-se dados a 200 e 300 milhas distante da costa, com 1000 metros de profundidade, onde a maioria dos dados são observações de temperatura, salinidade, oxigênio e fosfato (ZUTA, GUILLÉN, 1970).

Os dados foram obtidos utilizando basicamente garrafas Nansen com termômetros reversíveis protegidos e não protegidos para lançamentos hidrográficos e batitermógrafos para 60, 140 e 274 metros de profundidade. Nas determinações de salinidade, o método de titulação de Knudsen foi utilizado até 1964, utilizando cromato de potássio como indicador (ZUTA, GUILLÉN, 1970).

Devemos considerar que a localização geográfica na costa peruana significa que ela tem uma maior influência das águas salgadas da região subtropical. A influência das águas da região equatorial é predominante também ao norte do paralelo 6°S. A parte costeira está sujeita à influência de afloramentos e processos de mistura, onde Zuta e Guillén (1970) caracterizam da seguinte forma (nota: é importante ressaltar que a classificação abaixo utiliza a notação psu (practical salinity unity) para normalizar com a notação antiga, mesmo o padrão novo TEOS-10 sendo em Salinidade Absoluta (g/kg)):

- Águas Tropicales Superficiales (ATS), com salinidade inferior a 33.8 psu;
- Águas Equatoriais de Superfície (AES), com salinidade inferior a 34.8 psu;

- Águas Superficiais Subtropicais (ASS), com salinidade superior a 35.1 psu;
- Águas Frias Costeiras (ACF), com salinidade entre 34.8 e 35.1 psu.

Da mesma forma, Zuta e Guillén (1970) caracterizam as principais massas de água subterrâneas, dentro da camada dos primeiros 1000 metros de profundidade, que vêm da região equatorial, da região subantártica (borda norte) e da região Antártica, onde encontramos:

- Águas Subsuperficiais Equatoriais (AESS), presentes entre 50 e 300 metros de profundidade, com temperaturas de 13 a 15 graus Celsius e salinidade entre 34.9 e 35.1 psu.
- Águas Equatoriais Profundas (AEP), que se encontram principalmente entre 150 e 700 metros de profundidade, com temperaturas de 7 a 13 graus Celsius e salinidade entre 34.6 e 34.9 psu.
- Águas Temperadas Subantárticas (ATSA), com uma faixa de temperatura de 13 a 15 graus Celsius e uma salinidade de 34.6 a 34.8 psu na costa peruana.
- Águas Antárticas Intermediárias (AAI), que geralmente ocorrem abaixo de 600 e 700 metros de profundidade até 1000 metros, com temperaturas entre 4 e 7 graus Celsius e salinidade entre 34.45 e 34.6 psu.

Essas principais massas d'água podem ser vistas na Figura 4.

STRUB *et al.* (1998) realizaram uma revisão das investigações que foram realizadas na região, na publicação sobre Circulação dos Oceanos Costeiros na costa oeste da América do Sul, onde descrevem as diferentes massas de água com valores e intervalos aproximados, pois os autores que foram os revisados não concordam sobre os limites exatos para cada tipo, além disso, que em algumas áreas é difícil identificar o corpo d'água presente. Entre 15° N e 15° S quatro massas de água principais são listadas, conforme também descrito por Wyrcki (1967), elas definem:

- ATS é definido por temperaturas superiores a 25 graus Celsius e salinidade inferior a 33.5 psu, e está localizado ao norte do Equador.
- ASS está entre temperaturas de 20 e 28 graus Celsius, com salinidades superiores a 35 psu.
- AES é definido dentro da faixa de temperatura de 20 e 24 graus Celsius e com uma salinidade entre 33.5 e 35 psu.

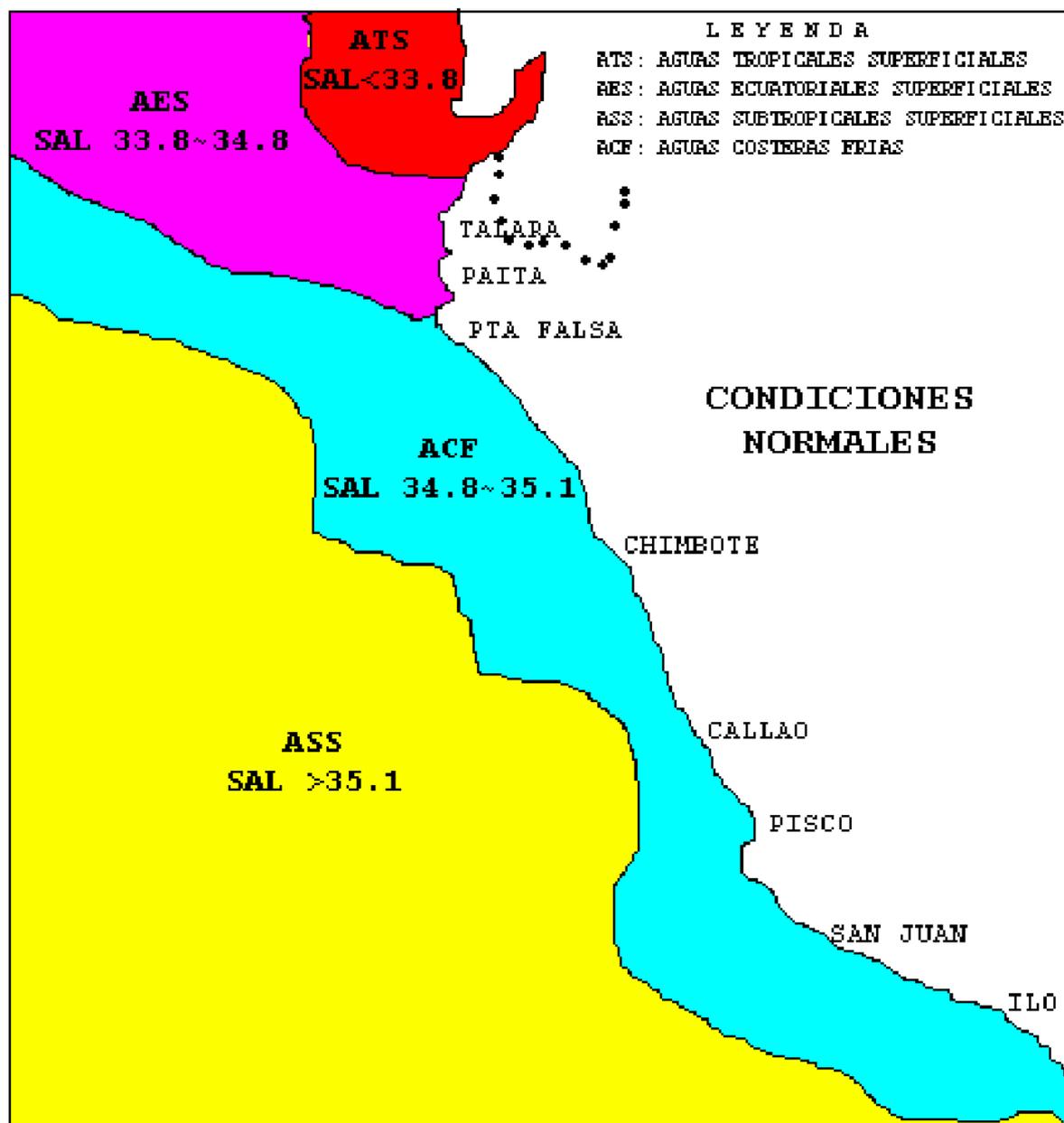


Figura 4 - Esquema das massas de água superficiais no mar peruano, em condições normais (ICOCHEA, 2011).

BLANCO *et al.* (2001) realizaram um estudo sobre a climatologia sazonal das condições hidrográficas do ressurgimento da região norte do Chile, onde com dados de cerca de 30 anos, foi possível caracterizar as principais massas de água dentro da área entre 18° S e 24° S , estendendo-se por até 400 km de litoral.

Dentro da caracterização da área oceânica e costeira da região, foram estabelecidos os seguintes parâmetros para as principais massas de água (BLANCO *et al.*, 2001):

- ASS está presente de 40 metros de profundidade à superfície com temperatura entre 17 e 25 graus Celsius e salinidade de 34.9 a 35.7 psu.
- A AAI está presente de 25 a 80 metros de profundidade, com temperatura entre 11 e 14.5 graus Celsius e salinidade de 34.1 a 34.8 psu.
- AESS está presente desde uma profundidade de 100 metros até uma profundidade de 350 metros, com uma temperatura de 9.5 a 13 graus Celsius e uma salinidade de 34.6 e 34.9 psu.
- AAI está presente em profundidades superiores a 500 metros, com temperatura entre 5.5 e 7 graus Celsius e salinidade de 34.2 e 34.6 psu.

SCHNEIDER *et al.* (2003) realizaram uma investigação definindo as características e formação da Água Intermediária do Pacífico Leste (ESPIW), onde eles definem que a ESPIW tem temperaturas entre 11 e 13 graus Celsius e uma salinidade de 34.1 e 34.3 psu.

FIEDLER e TALLEY (2006) realizaram uma investigação sobre a hidrografia do Pacífico tropical oriental, onde descrevem as principais massas de água da seguinte forma:

- ATS com temperaturas superiores a 25 graus Celsius e salinidade inferior a 34 psu.
- AES com temperaturas inferiores a 25 graus Celsius e salinidade superior a 34 psu.
- ASS com salinidade superior a 35 psu.
- AESS com temperaturas entre 13 e 20 graus Celsius e salinidade entre 34.3 e 35.5 psu.
- AAI com temperaturas entre 4 e 7 graus Celsius e uma salinidade inferior a 34.5 psu.

MORÓN (2011) realizou o estudo da Climatologia da salinidade superficial do mar da costa peruana, utilizando dados do Instituto do Mar do Peru (IMARPE) coletados entre 1960-2008, na área de O Sudeste do Pacífico compreendeu entre 3 e 18° S, onde definiu que o ATS está presente com salinidades maiores que 34 psu, e o ASS com salinidades entre 35.1 e 35.6 psu.

GRADOS *et al.* (2018) trabalham com os dados do World Ocean Database (WOD) até o ano de 2012 do World Ocean Atlas 2013 (WOA13), além dos dados do IMARPE de 1960 a 2014. Com este estudo eles definirão as características de os

principais corpos d'água, com os dados que possuíam até aquele momento, da seguinte forma:

- ATS com temperaturas entre 23.5 e 24.5 graus Celsius e salinidade entre 33.5 e 34.4 psu.
- AES com temperaturas entre 20 e 24 graus Celsius e salinidade entre 34.6 e 35 psu.
- ASS com temperaturas entre 19 e 23.5 graus Celsius e salinidades superiores a 35.4 psu.
- AESS com temperaturas entre 8 e 14 graus Celsius e salinidade entre 34.6 e 35 psu.
- ESPIW com temperaturas entre 12 e 14 graus Celsius, e salinidade igual a 34.8 psu.
- AAI com temperaturas entre 4 e 7 graus Celsius e salinidade igual a 34.5 e 34.6 psu.

Ressalta-se que todos os estudos citados continuaram utilizando o padrão EOS-80, o que será explicado posteriormente.

WATER MASS		GRAD2018	MOR2011	FT2006	SCH2003	BLA2001	STR1998	ZUT1970
<b>TSW</b>	T	23.5-24.5	-	>25	-	-	>25	-
	S	33.5-34.4	<34	<34	-	-	<33.5	<33.8
<b>ESW</b>	T	20-24	-	<25	-	-	20-24	-
	S	36.6-35.0	-	>34	-	-	33.5-35.0	<34.8
<b>STSW</b>	T	19-23.5	-	-	-	17-25	20-28	>17
	S	>35.4	35.1-35.6	>35	-	34.9-35.7	>35	>35.1
<b>ESSW</b>	T	8-14	-	13-20	-	11-13	8.5-10.5	13-15
	S	34.6-35.0	-	34.3-35.5	-	34.7-34.9	34.4-34.8	34.9-35.1
<b>ESPIW*</b>	T	12-14	-	-	11-13	11-14	11.5-14.5	13-15
	S	34.8	-	-	34.1-34.8	34.3-34.8	34.1-34.8	34.6-34.8
<b>AAIW</b>	T	4-7	-	4-10	-	6-8	5.5	4-7
	S	34.5-34.6	-	<34.5	-	>34.5	34.3-34.5	34.45-34.6

Tabela I. Intervalos de temperatura (T in situ, em ° C) e salinidade (S) das principais massas d'água encontrados no NHCS entre a superfície e 1000 m de profundidade.

\*ESPIW indicada em alguns estudos como ATSA (Água Temperada Subantártica).

Adaptado de GRADOS *et al.* (2018).

### 3.2 PADRÕES DE CÁLCULO DE SALINIDADE

Na busca pelo conhecimento e caracterização dos oceanos e mares do mundo, foram feitas diferentes medições a fim de levantar os principais parâmetros, entre os quais os principais são salinidade, temperatura, densidade com a profundidade a partir da qual foi realizada.

Por isso, desde o início dos estudos oceanográficos, há diferentes formas de calcular principalmente a salinidade, buscando maior precisão nas informações.

Inicialmente foi utilizada a Equação de Knudsen (1889), onde a salinidade dependia diretamente da clorinidade, onde a salinidade (S) é definida como:

$$S = 0.03 + 1.805 \text{ clorinidade}$$

Mas erros foram encontrados na equação quando a pressão aumenta, em profundidades maiores.

A Escala Prática de Salinidade (PSS-78) e a equação internacional do estado da água do mar, denominada EOS-80 (UNESCO, 1984), Expressando a densidade da água do mar em função da salinidade, temperatura e pressão práticas, eles serviram perfeitamente aos oceanógrafos por mais de trinta anos. O Painel Conjunto de Tabelas e Padrões Oceanográficos (JPOTS) também promulgou um algoritmo para a capacidade térmica específica da água do mar a pressão constante, um cálculo da velocidade do som da água do mar e uma fórmula para o ponto de congelamento da água do mar (UNESCO, 2009).

Em 2005, o Comitê Científico para Pesquisa Oceânica (SCOR) e a Associação Internacional para as Ciências Físicas do Oceano (AICFO) criaram o Grupo de Trabalho Científico 127 sobre "Termodinâmica e a equação do estado da água do mar" (GT-127). GT-127 sendo aquele que desenvolveu um conjunto de algoritmos que incorpora os mais recentes conhecimentos em termodinâmica da água do mar (padrão TEOS-10) e fornece métodos rigorosos para calcular suas propriedades, incluindo a densidade (UNESCO, 2009).

Em 2008, na reunião da Associação Internacional para o Estudo das Propriedades da Água e do Vapor (IAPWS), adotou a função de Gibbs para a água do mar elaborada pelo GT-127. Durante 2009, a Seção de Observações e Serviços do Oceano do COI realizou uma perícia científica na qual vários especialistas da comunidade científica internacional foram solicitados a analisar as vantagens técnicas e científicas do padrão TEOS-10 e a adequação de sua adoção em nível intergovernamental e fazer comentários sobre o assunto (UNESCO, 2009).

Algumas das expressões polinomiais da equação internacional do estado da água do mar (EOS-80) não são totalmente coerentes entre si, uma vez que não se conformam fielmente com as relações termodinâmicas. Com a nova abordagem, este problema é resolvido (ALMEIDA *et al.*, 2018).

O método usado pelo GT-127 foi desenvolver a função de Gibbs a partir da qual todas as propriedades termodinâmicas da água do mar podem ser deduzidas por manipulações puramente matemáticas (como diferenciação). De acordo com este método, as várias propriedades termodinâmicas são intrinsecamente coerentes (uma vez que satisfazem as relações de diferenciação cruzada de Maxwell) e completas (uma vez que cada uma delas pode ser deduzida do potencial dado).

A função de Gibbs (ou potencial de Gibbs) é uma função da salinidade absoluta (em vez da salinidade prática), temperatura e pressão. O uso de salinidade absoluta como a variável independente de salinidade na função de Gibbs e todas as outras funções termodinâmicas (como densidade) tem muita diferença da prática atual (EOS-80).

A salinidade absoluta é preferida à salinidade prática porque as propriedades termodinâmicas da água do mar são diretamente influenciadas pela massa dos componentes nela dissolvidos (salinidade absoluta), enquanto a salinidade prática depende exclusivamente da condutividade. Por exemplo, ao substituir um pequeno volume de água pura pela mesma massa de silicato em uma amostra isolada de água do mar a temperatura e pressão constantes. Como o silicato não é iônico, a

condutividade (e, portanto, a salinidade prática) permanecerá praticamente inalterada, mas a salinidade absoluta vai aumentar (UNESCO, 2009).

Uma diferença notável em relação à prática anterior que o GT-127 recomenda é a adoção da salinidade absoluta para descrever a salinidade da água do mar em publicações científicas e sua incorporação como uma variável independente da salinidade nos algoritmos que descrevem as várias propriedades termodinâmicas da água do mar. Essa recomendação diverge da prática anterior (EOS-80) que consistia em trabalhar com a salinidade prática, normalmente utilizando-a como a melhor estimativa da salinidade absoluta, prática errônea que deve ser corrigida. No entanto, observe que o WG-127 recomenda fortemente que os dados de salinidade transmitidos aos centros oceanográficos nacionais continuem a se referir à salinidade prática determinada de acordo com a Escala de Salinidade Prática de 1978 (e atualizações relevantes para a Escala Internacional de Temperatura de 1990, ITS-90) (UNESCO, 2009).

Existem três razões excelentes para esses arquivos de dados continuarem a coletar dados sobre salinidade prática, em vez de salinidade absoluta. Em primeiro lugar, porque a salinidade prática é uma quantidade que pode ser medida quase diretamente, enquanto a salinidade absoluta (a massa de sal marinho contido na água do mar) é geralmente um valor deduzido. Ou seja, a salinidade prática é calculada medindo-se a condutividade, temperatura e pressão, enquanto até o momento a salinidade absoluta é deduzida de todas essas medições, além de outras medições e correlações que ainda não estão bem estabelecidas. O cálculo da salinidade prática é preferível ao valor real da medição *in situ* da condutividade devido ao seu caráter retardado em relação às variações de temperatura e pressão ou diluição com água doce. Em segundo lugar, porque é essencial não criar confusão nas bases de dados nacionais, uma vez que novos dados de salinidade podem ser processados incorretamente em alguma fase e posteriormente interpretados erroneamente como um aumento real da salinidade do oceano. Terceiro, porque o algoritmo que determina a estimativa mais precisa da salinidade absoluta é influenciado pela composição dos constituintes dissolvidos e, embora estimativas bastante precisas sejam obtidas em uma escala regional, espera-se que isso melhore graças a pesquisas constantes e análises crescentes, então certamente mudará no futuro (IOC *et al.*, 2010).

Entre as vantagens mais notáveis da nova descrição da água do mar (TEOS-10), temos (UNESCO, 2009):

- A abordagem baseada na função de Gibbs permite calcular a energia interna, entropia, entalpia, entalpia potencial e potenciais químicos da água do mar, bem como a temperatura de derretimento do gelo e o calor latente do vapor (PAWLOWICZ, 2010).
- A equação internacional do estado da água do mar não permitiu o cálculo destes valores, que, no entanto, são essenciais para dar conta do calor que é transmitido entre o oceano, o manto de gelo e a atmosfera.
- Os valores termodinâmicos obtidos com esta nova abordagem são totalmente consistentes entre si.
- A nova variável de salinidade (salinidade absoluta) é medida em unidades padrão do Sistema Internacional de Unidades (SI, g/kg). Além disso, os dados sobre fluxos de água doce e deslocamentos de massa em modelos oceânicos estarão de acordo com o uso da salinidade absoluta, sendo apenas parcialmente assim com a da salinidade prática (MCDUGALL *et al.*, 2012).
- O uso da noção de salinidade absoluta permitirá, pela primeira vez, considerar sistematicamente a influência da variabilidade espacial da composição da água do mar. Em mar aberto, os dados sobre a composição variável da água do mar têm um impacto significativo no cálculo do gradiente de densidade horizontal a partir da equação de estado e, conseqüentemente, nas correntes utilizando a chamada relação "vento térmico".
- A composição de referência da água do mar em condições normais serve de base para a realização de estudos físico-químicos marinhos, como os relacionados com a solubilidade dos sais marinhos, alcalinidade, pH e acidificação dos oceanos devido ao aumento das concentrações de CO<sub>2</sub> na atmosfera.

- O padrão TEOS-10 cobre um espectro de salinidade maior do que o EOS-80, que é de particular importância em áreas de salinidade muito baixa ou muito alta, como estuários, lagoas, infiltrações de salmoura, etc. (IOC *et al.*, 2010).

### 3.3 BASE DE DADOS OCEANOGRÁFICOS

Existem diferentes bases de dados oceanográficos, neste estudo foram consideradas a base de dados oceanográfica mundial da NOAA e do Centro Nacional de Dados Oceanográficos (CENDO) do Peru, que está a cargo da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN / DIHIDRONAV) da Marinha do Peru (MGP).

#### 3.3.1 World Ocean Database (WOD)

O World Ocean Database 2018 (WOD18) é um banco de dados de medições históricas oceanográficas selecionadas de superfície e subsuperfície produzidas pelos Centros Nacionais de Informação Ambiental (NCEI) 1 da NOAA para Costas, Oceanos e Geofísica, localizado nos Estados Unidos (EUA). A versão WOD18 foi lançada em 2018 e atualiza e expande uma versão anterior do produto, World Ocean Database 2013 (WOD13), adicionando dados adicionais e controle de qualidade de dados. WOD18 inclui medições *in situ* de temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, nutrientes inorgânicos dissolvidos (fosfato, nitrato, nitrato + nitrito, nitrito, silicato), clorofila, alcalinidade, pH, pressão parcial de dióxido de carbono ( $p\text{CO}_2$ ), carbono inorgânico dissolvido (DIC), plâncton e outros (GARCIA *et al.*, 2018).

WOD18 fornece dados controlados de qualidade para calcular climatologias de temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e nutrientes inorgânicos dissolvidos (fosfato, silicato e nitrato e nitrato + nitrito). Essas climatologias são usadas para produzir o World Ocean Atlas 2018 (WOA18). As variáveis para as quais as climatologias foram calculadas possuem total controle de qualidade, exceto os dados de oxigênio e clorofila das sondas de Condutividade, Temperatura, Profundidade (CTD) e das sondas do Gravador Oceanográfico Ondulado (UOR). Esses dados e dados para outras variáveis medidas têm um conjunto mais limitado de controle de qualidade (GARCIA *et al.*, 2018).

Além do controle de qualidade realizado durante o cálculo do clima WOA18, o controle de qualidade realizado por quem envia os dados é listado como marcas do criador, quando disponível. Cada dado contém (quando fornecido) informações sobre a instrumentação, a plataforma, o projeto, a instituição e o procedimento. (GARCIA *et al.*, 2018).

As climatologias WOA18 são calculadas em 102 níveis de profundidade padrão. Uma vez que os criadores de dados amostram em vários níveis observados, as medições nos perfis são interpoladas para os níveis padrão apropriados. Ambas as medições originais (dados de nível observado) e medições interpoladas (dados de nível padrão) estão disponíveis no WOD18 e cada uma tem seu próprio conjunto de indicadores de controle de qualidade. Os dados WOD18 não são removidos se falharem nas verificações de QA do WOD; entretanto, aqueles que falham nos testes objetivos e subjetivos são marcados com sinalizadores de controle de qualidade. Os dados são fornecidos compactados no formato nativo do World Ocean Database (GARCIA *et al.*, 2018).

Os dados são armazenados em 11 conjuntos de tipos de dados, cada um dos quais representa um grupo de sondagens oceanográficas semelhantes: Ocean Station Data - OSD; Condutividade-Temperatura-Profundidade de Alta Resolução - CTD; Batitermógrafo mecânico / digital / micro-MBT; Batomógrafo expansível - XBT; Superfície - SUL; Batitermógrafo Pinípede Autônomo - APB; Boia Ancorada - MRB; Profiling Float - PFL; Boia à deriva - DRB; Gravador Oceanográfico Ondulado - UOR; e planador - GLD (GARCIA *et al.*, 2018).

Nos últimos anos, uma quantidade substancial de conjuntos de dados recebidos no NODC / World Data Service of Oceanography (WDS; antigo World Data Center for Oceanography, Silver Spring, WDC) foram recebidos como resultado de diferentes projetos, os números em A Tabela X mostra o aumento na retenção de dados de 1982 a 2018. Uma descrição mais detalhada dos dados pode ser encontrada no WOD18 de BOYER *et al.* (2018).

Como mostra a Tabela 2, os acervos de dados no banco de dados aumentaram substancialmente desde 1974, começando no ano 1974 com um total de 1,490,000 dados oceanográficos, e no WOD18 um total de 14,861,868 dados para ser utilizado pela comunidade científica.

Dataset	NCEI (1974) <sup>1</sup>	NCEI (1991) <sup>2</sup>	WOA94	WOD98	WOD01	WOD05	WOD09	WOD13	WOD18
OSD <sup>3</sup>	425,000	783,912	1,194,407	1,373,440	2,121,042	2,258,437	2,541,298	3,115,552	3,220,635
CTD <sup>4</sup>	na	66,450	89,000	189,555	311,943	443,953	641,845	848,911	1,029,231
MBT <sup>5</sup>	775,000	980,377	1,922,170	2,077,200	2,376,206	2,421,940	2,426,749	2,425,607	2,430,807
XBT	290,000	704,424	1,281,942	1,537,203	1,743,590	1,930,413	2,104,490	2,211,689	2,303,354
MRB	na	na	na	107,715	297,936	445,371	566,544	1,411,762	1,585,135
DRB	na	na	na	na	50,549	108,564	121,828	251,712	227,871
PFL	na	na	na	na	22,637	168,988	547,985	1,020,216	1,867,873
UOR	na	na	na	na	37,645	46,699	88,190	88,190	127,544
APB	na	na	na	na	75,665	75,665	88,583	1,713,132	1,804,605
GLD	na	na	na	na	na	338	5,857	103,798	1,148,669
<b>Total casts</b>	<b>1,490,000</b>	<b>2,535,163</b>	<b>4,487,519</b>	<b>5,285,113</b>	<b>7,037,213</b>	<b>7,900,368</b>	<b>9,155,099</b>	<b>13,190,569</b>	<b>15,861,868</b>
Plankton	na	na	na	83,650	142,900	150,250	218,695	242,727	245,059
SUR <sup>6</sup>	na	na	na	na	4,743	9,178	9,178	9,289	9,289

<sup>1</sup> Based on statistics from *Climatological Atlas of the World Ocean* (1982).

<sup>2</sup> Based on NCEI Temperature Profile CD-ROM.

<sup>3</sup> WOD18 OSD dataset includes data from 178,442 low-resolution CTD and 1,708 low-resolution XCTD casts.

<sup>4</sup> WOD18 CTD dataset includes data from 10,953 high-resolution XCTD casts.

<sup>5</sup> WOD18 MBT dataset includes data from: 2,339,471 MBT, 80,200 DBT and 11,136 Micro-BT casts.

<sup>6</sup> Surface data are represented differently from cast (profile) data in the database – all observations in a single cruise have been combined into one “cast” with zero depth, value(s) of variable(s) measured, latitude, longitude, and Julian year-day to identify data and position of individual observations.

Tabela 2 - Comparação do número de dados oceanográficos no WOD18 em comparação com as versões anteriores do WOD (GARCIA *et al.*, 2018).

O World Ocean Database (WOD) foi inicialmente concebido como uma forma de fornecer reprodutibilidade para a série World Ocean Atlas (WOA). A série WOA é uma continuação do World Ocean Climatological Atlas (Levitus, 1982), um conjunto de campos médios climatológicos globais reticulados de um grau de variáveis oceanográficas em níveis de profundidade padrão no oceano para serem usados, entre outras coisas, como valores iniciais e condições de contorno para modelos climáticos acoplados. A fim de produzir campos médios completos de variáveis oceanográficas, agregação de medições oceanográficas de subsuperfície de muitas fontes diferentes, coletadas por muitas razões diferentes, usando diferentes instrumentações, diferentes métodos, diferentes níveis de calibração, monitoramento de qualidade, registro, formatação, metadados, unidades, e a entrega de mídia foi adicionada, convertida em uma forma uniforme e com qualidade controlada. Os

valores e profundidades originais da observação são preservados no WOD juntamente com os indicadores de qualidade atribuídos pelo originador dos dados e nos procedimentos de qualidade do WOD. Os valores interpolados das profundidades observadas nos níveis padrão também são incluídos no WOD, uma vez que esses valores interpolados do nível padrão são inseridos diretamente nos campos WOA (BOYER *et al.*, 2018).

Os indicadores de qualidade também estão incluídos em valores interpolados de nível padrão. Estes últimos indicadores incluem indicadores subjetivos de inspeção e o cálculo iterativo dos campos de grade WOA. Os indicadores de qualidade WOD designados nas observações originais indicam se a observação foi usada para interpolar para níveis padrão. Os indicadores de qualidade WOD designados em níveis padrão indicam se um valor interpolado foi usado para calcular os campos de grade WOA. Portanto, WOD pode ser usado para jogar WOA. WOD tem muitos usos adicionais além da reprodução de campos médios climatológicos. Por este motivo, o WOD é atualizado (desde 2007) trimestralmente em um estado preliminar. O Controle de Qualidade Total WOD é publicado juntamente com cada versão WOA (BOYER, BARANOVA, *et al.*, 2018).

O WOD é simplesmente a etapa final na coleta de dados de perfis oceanográficos para divulgação pública. Os inventores, oceanógrafos e engenheiros que conceberam, projetaram e testaram a instrumentação oceanográfica e as técnicas de medição são responsáveis pela variedade de dados oceanográficos. Os principais investigadores, técnicos marítimos, tripulação de navios e voluntários que realizaram e continuam realizando muitas das medições oceanográficas, muitas vezes em condições difíceis, são responsáveis pela qualidade e quantidade dos dados oceanográficos (BOYER *et al.*, 2018).

As instituições que mantêm as plataformas e os projetos que planejam, financiam e executam as campanhas de campo e o monitoramento operacional oceânico são responsáveis pela cobertura espacial e temporal dos dados do perfil oceanográfico (BOYER *et al.*, 2018).

Finalmente, os administradores de dados são responsáveis pela preservação e reutilização dos dados. Esta é uma rede extensa, mantida e atualizada ao longo do tempo, que deve receber crédito pelo WOD adicionado (BOYER *et al.*, 2018).

O arquivo do NCEI e aqueles que o povoam e mantêm são creditados com a disponibilidade contínua de dados oceanográficos históricos. Além de reconhecer organizações internacionais como o International Oceanographic Data and Information Exchange (IODE) da Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) e o World Data System (WDS) de Oceanografia por criar e facilitar uma cultura global de troca e conservação de dados (BOYER *et al.*, 2018).

### 3.3.2 Direção de Hidrografia e Navegação (DIHIDRONAV) da Marinha de Guerra do Peru (MGP)

#### 3.3.2.1 Sistema de Informação Oceanográfica (SIO)

É um sistema responsável por coletar informações e dados de oceanografia, meteorologia e geologia marinha do domínio marítimo peruano. Identifica, processa, classifica e fornece as informações para benefício de instituições e / ou organizações públicas e / ou privadas que realizam pesquisas, bem como para navegadores em geral (DIHIDRONAV, 2021b).

Para o cumprimento de suas funções, o SIO é composto pelos seguintes componentes:

- Coleta de informações e dados.
- Base de dados.
- Centro Nacional de Dados Oceanográficos.

No plano internacional, a Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Peru (DIHIDRONAV) tem a representação do país na Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI) das Nações Unidas, enquanto o SIO representa o país no programa do COI denominado Intercâmbio Internacional de Dados e Informações Oceanográficas (IODE) (DIHIDRONAV, 2021b).

Por meio do Decreto Supremo nº 003-77-MA de 11 de março de 1977, é criado o Sistema de Informação Oceanográfica (SIO) encarregado de coletar, processar e disponibilizar toda a informação oceanográfica em nível nacional e que ficará a cargo da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN).

#### 3.3.2.1.1 Centro Nacional de Dados Oceanográficos (CENDO)

Dentro do SIO, os dados oceanográficos são recebidos, os quais são observações ambientais ou medições feitas a partir de (DIHIDRONAV, 2021a):

- Navios oceanográficos.
- Outras plataformas móveis.
- Estações convencionais ou automáticas.
- Boias à deriva ou fixas.
- Dispositivos de coleta de dados.

Onde o Banco de Dados estará de acordo com os padrões internacionais estabelecidos pela Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI) e pela Organização Marítima Mundial (OMM), sendo estes:

- Garantir o correto processamento dos dados.
- Controle de qualidade e procedimentos estatísticos.
- Backup de arquivo.

Por fim, conta com o Centro Nacional de Dados Oceanográficos (CENDO) que disponibiliza e divulga os dados e informações gerados pelo SIO, cuja plataforma deve funcionar como um ponto de gestão e divulgação de dados e informações (DIHIDRONAV, 2021a).

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 ÁREA DE ESTUDO E DADOS USADOS

A área de estudo varia entre 0°S a 20°S e 70°W a 90°W. Os perfis verticais de temperatura (T) e salinidade (S) para o cálculo da climatologia foram obtidos no World Ocean Database (WOD, [https://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOD/pr\\_wod.html](https://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOD/pr_wod.html)) do

National Oceanographic Data Center (NODC) e da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DIHIDRONAV) da Marinha do Peru (MGP).

#### 4.2 DADOS USADOS DA WOD

Os perfis de WOD utilizados foram adquiridos por dados da estação oceânica (OSD) que são realizados por navios de pesquisa estacionários utilizando termômetros de inversão, que incluem dados com garrafas especiais, dados de condutividade-temperatura-profundidade (CTD) de baixa resolução e dados CTD de alta resolução (JOHNSON *et al.*, 2013).

Originalmente, os perfis obtidos do CTD do WOD contavam com 4,494 estações entre os anos 1967 e 2017 (Figura 5.b), e do OSD havia um total de 32,648 estações entre os anos 1929 e 2017 (Figura 5.a); o que deu origem a um total de 37,142 estações (Tabela 3), havendo cerca de 5% de estações duplicadas (1,858 estações) que foram eliminadas dentro do software Ocean Data View (ODV), ao considerar duplicatas se a posição da estação estiver no intervalo próximo de  $0,0010^\circ$  em Latitude e Longitude, com outra estação, e se o tempo de amostragem tiver sido dentro da mesma hora, restando 35,284 estações para serem analisadas (Figura 6).

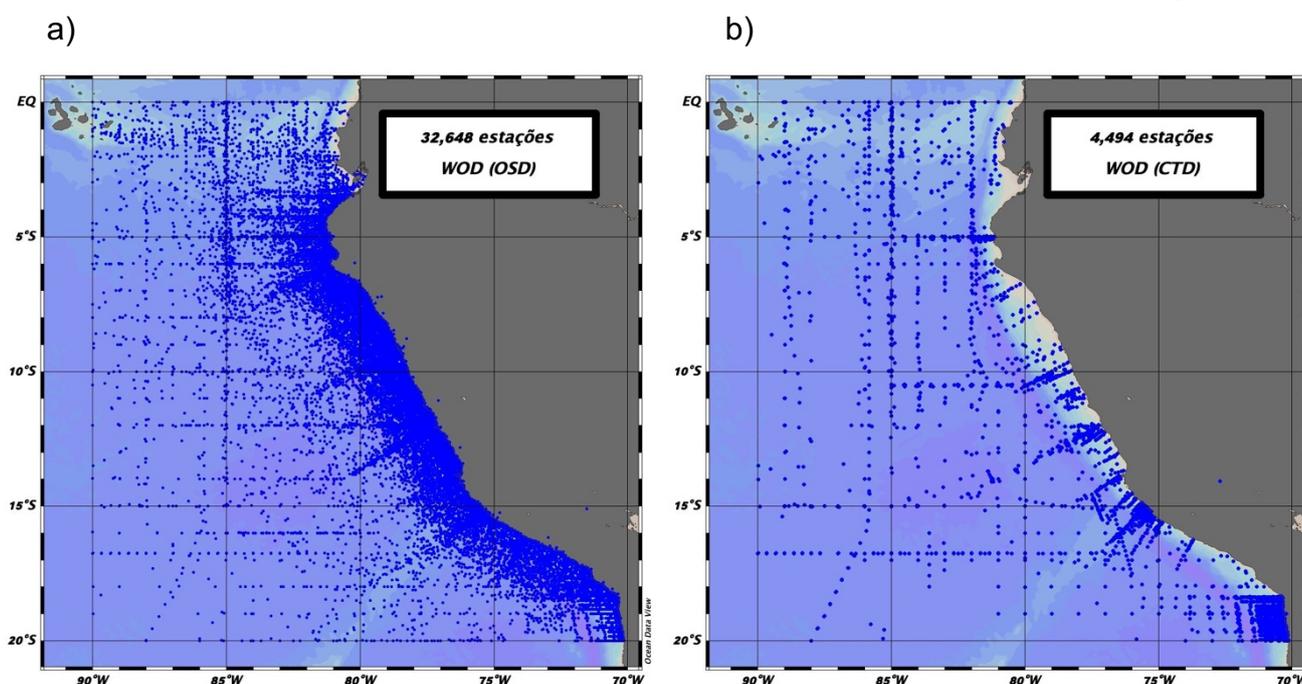


Figura 5 - Perfis obtidos a partir do WOD de uma área entre longitudes  $87^\circ\text{W}$  -  $70^\circ\text{W}$  e latitudes  $3^\circ\text{S}$  -  $20^\circ\text{S}$ . **a)** Perfis obtidos do CTD entre os anos 1967 e 2017. **b)** Perfis obtidos do OSD entre os anos 1929 e 2017.

EQUIPAMENTO	QUANTIDADE
OSD	32,648
CTD	4,494
<b>TOTAL</b>	<b>37,142 estações</b>

Tabela 3 - Número de estações / perfis obtidos do WOD18 de estações OSD e CTD.

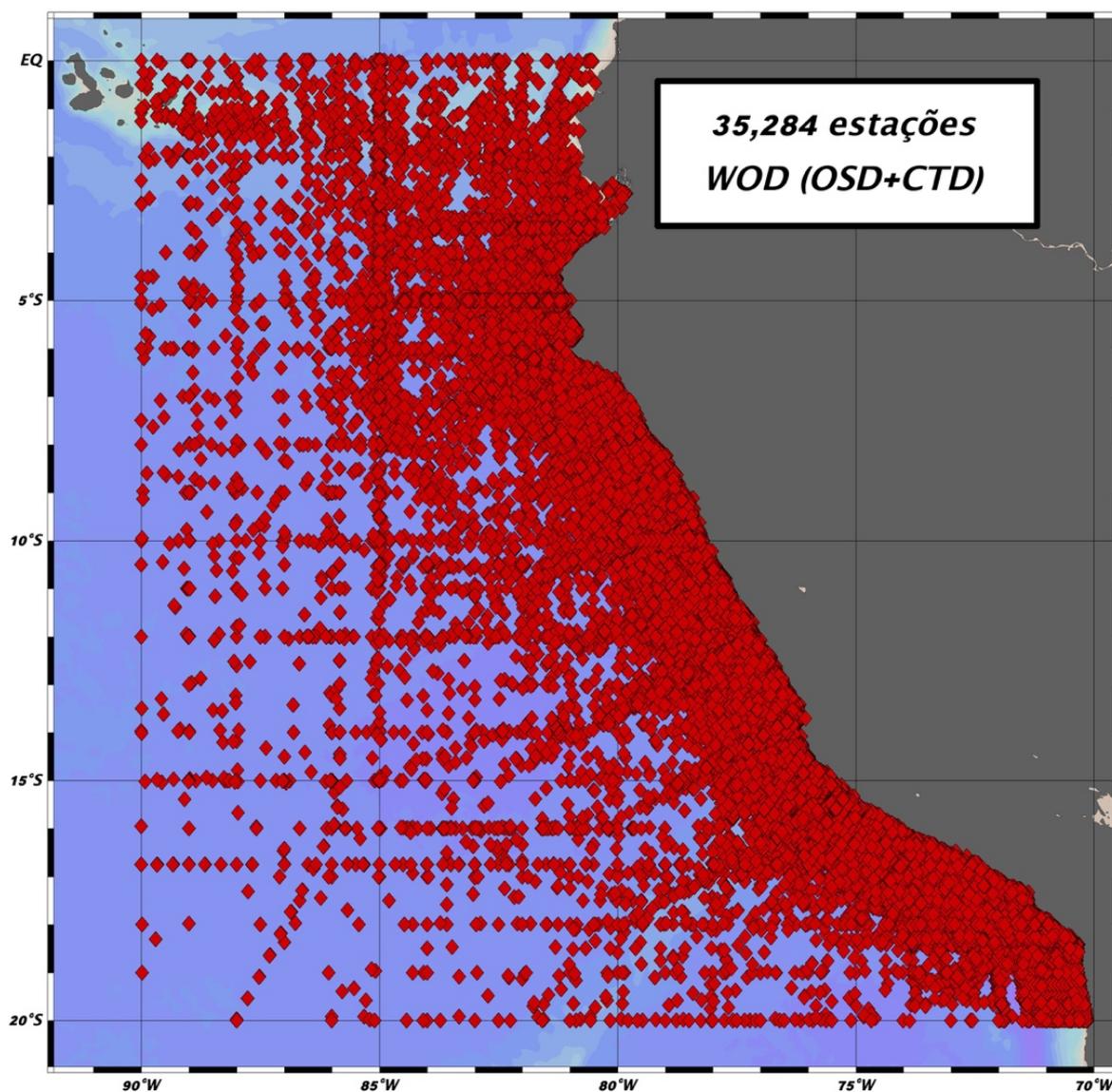


Figura 6 - Compilação dos perfis CTD e OSD do World Ocean Database (WOD). As posições das estações são representadas por losangos vermelhos.

Percebe-se que dentro da coleta de dados WOD a amostragem tem sido realizada em diferentes épocas do ano, podendo-se observar também que já houve alguns anos em que não há informações sobre os perfis obtidos na área de estudo (Figura 7), portanto, é importante compilar esta base de dados com a da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Peru. Da mesma forma, observa-se que houve uma amostragem variada, no que diz respeito às profundidades máximas observadas em cada ano. Na Figura 8 se observa a distribuição dos dados coletados até os 5000 metros de profundidade.

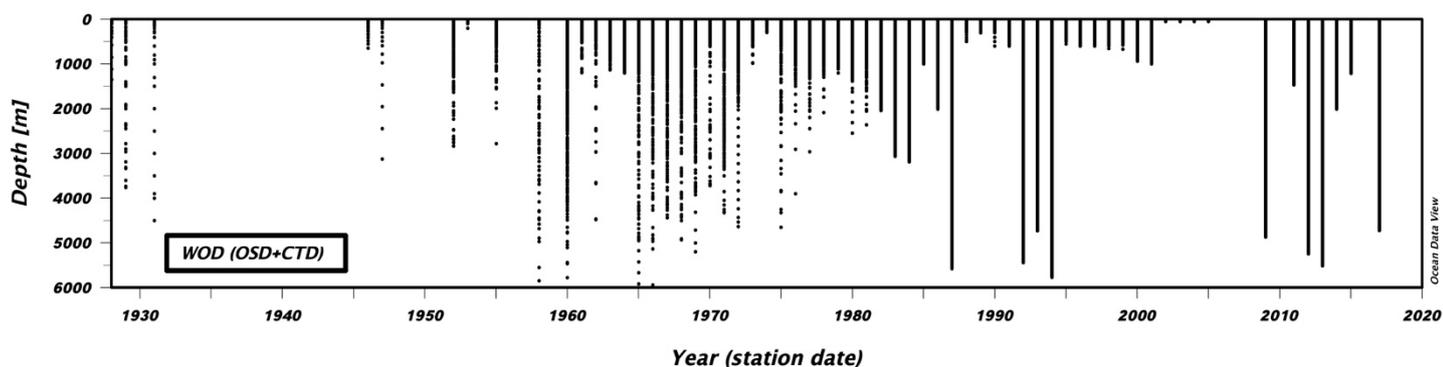


Figura 7 - Profundidades observadas nos perfis WOD por ano.

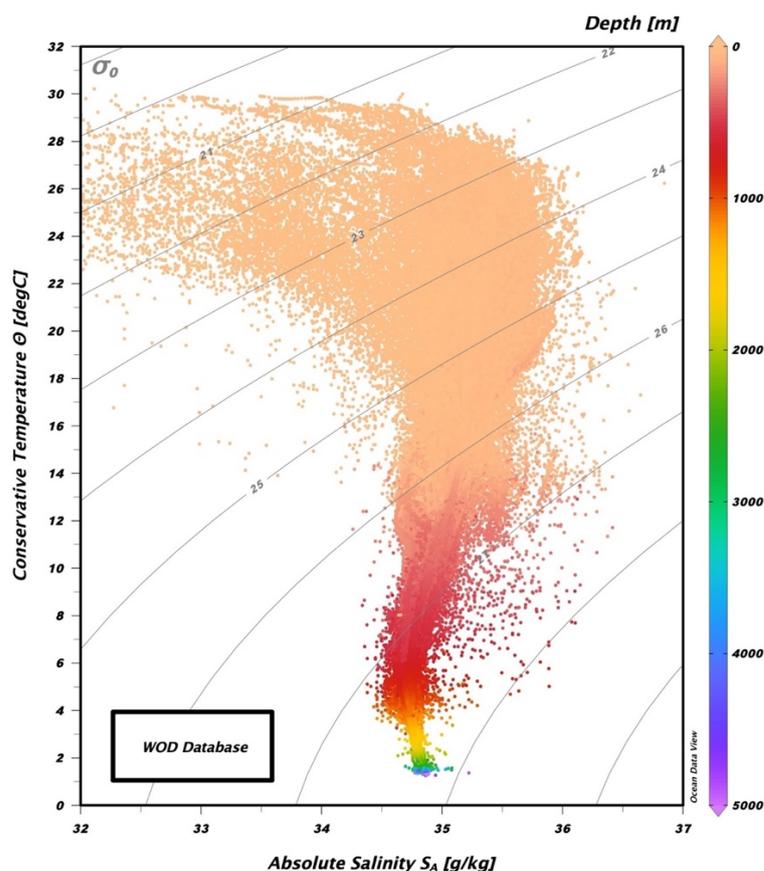


Figura 8 – Diagrama de Temperatura Conservativa e Salinidade Absoluta do banco de dados WOD.

### 4.3 DADOS USADOS DA DIHIDRONAV

DIHIDRONAV é responsável pelo Sistema de Informação Oceanográfica (SIO), cujas funções são coletar, processar e fornecer toda a informação oceanográfica em nível nacional no Peru (PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DEL PERÚ, 1977).

O SIO é um sistema responsável por coletar informações e dados sobre oceanografia, meteorologia e geologia marinha do domínio marítimo peruano. Identifica, processa, classifica e fornece informações para benefício de instituições e organizações públicas e privadas que realizam pesquisas, bem como para navegadores em geral (DIHIDRONAV, 2021b).

Em nível internacional, a Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Peru (DIHIDRONAV) tem representação do país na Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI) das Nações Unidas, enquanto a SIO representa o país no programa do COI denominado Troca Internacional de Dados e Informação Oceanográfica (IODE) (DIHIDRONAV, 2021b).

Dentro do SIO encontra-se o Centro Nacional de Dados Oceanográficos (CENDO) onde se armazenam todas as informações dos diferentes cruzeiros oceanográficos realizados pela DIHIDRONAV e as informações oceanográficas obtidas de outras embarcações que realizaram uma investigação realizada na área de jurisdição da MGP.

DIHIDRONAV conta atualmente com diferentes embarcações hidrográficas e oceanográficas (Figura 9), com as quais realiza cruzeiros oceanográficos ao longo do mar peruano, onde estabeleceu um total de 11 linhas oceanográficas, perpendiculares aos principais portos do Peru (Figura 10).

Essas linhas oceanográficas foram se alterando ao longo do tempo, estabelecendo atualmente as 11 linhas considerando a logística dos portos próximos e a distância entre cada um, a fim de coletar informações com uma boa densidade de dados, sabendo que o litoral peruano tem uma extensão aproximada de 2,250 km e o

mar peruano é projetado com uma linha paralela à costa de até 200 milhas náuticas (370.4 km).

São consideradas 8 estações de amostragem em cada linha oceanográfica, coletando dados a 5, 20, 40, 60, 90, 120, 160 e 200 milhas náuticas da costa. Em cada estação, de acordo com a capacidade da embarcação e as características da área a ser amostrada, os dados são obtidos com CTD até a profundidade de 1,000 metros.

a)



b)



c)



d)



Figura 9 - Fotografias de navios hidrográficos e oceanográfico. a) B.A.P. "Zimic" (BSH-173). b) B.A.P. "Carrillo" (AH-175). c) B.A.P. "Melo" (AH-176). d) B.A.P. "Carrasco" (BOP-171).

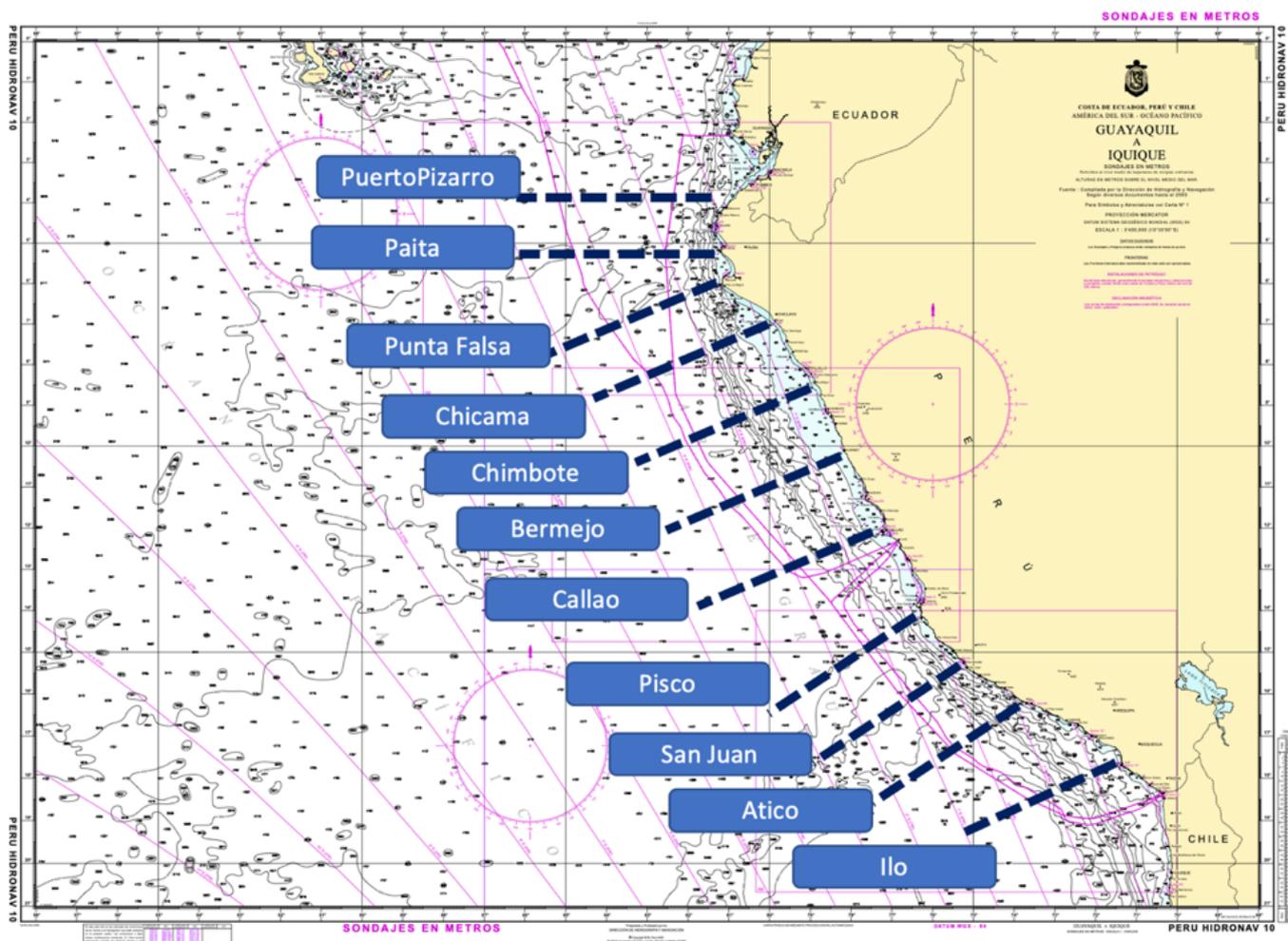


Figura 10 - Linhas oceanográficas consideradas no planejamento dos cruzeiros oceanográficos da DIHIDRONAV (Linhas não georreferenciadas, servem como guias visuais para poder se orientar espacialmente).

DIHIDRONAV planeja cruzeiros oceanográficos todos os anos, onde todas as linhas oceanográficas devem ser percorridas, geralmente realizados em duas etapas (com duas embarcações diferentes): Cruzeiro Oceanográfico Norte, Cruzeiro Oceanográfico Sul, que visa cobrir as áreas propostas, para ter uma melhor coleta de dados. Essa amostragem é limitada a diversos fatores, como a capacidade logística e científica da embarcação (na Figura 11 se apresentam diferentes formas de trabalhar em diferentes tipos de embarcações), as condições meteorológicas do oceano e o orçamento atribuído anualmente pelo Estado peruano. Após a recolha dos dados nas respectivas estações, os técnicos que se encontra em comissão de serviço ou o responsável da área de oceanografia das respectivas embarcações durante os

cruzeiros, entregam os dados coletados e os respectivos relatórios dos cruzeiros planejados à DHN.

a)



b)

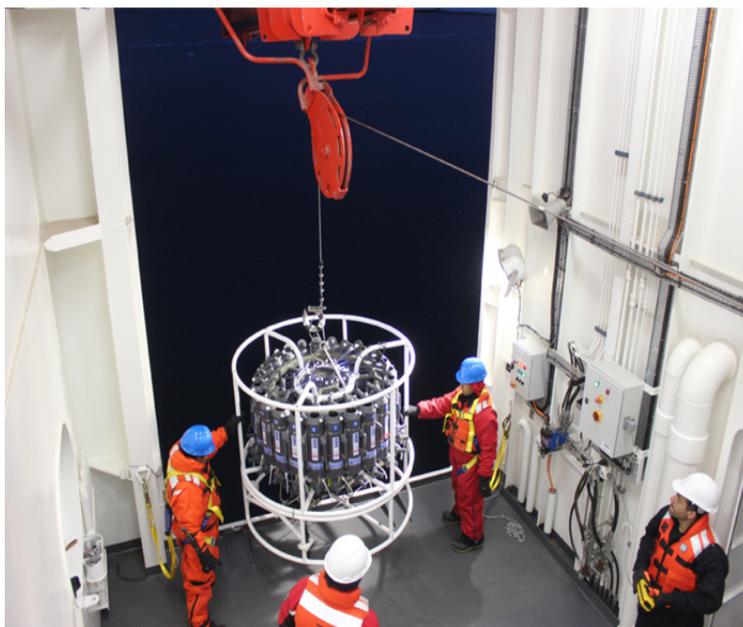


Figura 11 - Lançamentos CTD para amostragem de condições oceanográficas. **a)** Lançamento do CTD durante um cruzeiro oceanográfico a bordo do B.A.P. “Carrillo” (AH-175). **b)** Lançamento da roseta oceanográfica com CTD a bordo do B.A.P. “Carrasco” (BOP-171). (Galeria de fotos DIHIDRONAV).

#### 4.3.1 CTDs usados

##### 4.3.1.1 SBE 9plus

O SBE 9plus (Figura 12) mede continuamente condutividade, temperatura e pressão e parâmetros de até oito sensores auxiliares, em ambientes marinhos ou de água doce em profundidades de até 10,500 metros (34,400 pés). Projetado para aplicações onde os perfis verticais dos parâmetros medidos são necessários, o 9plus mostra a 24 varreduras por segundo (24 Hz) (SBE SEA-BIRD ELECTRONICS, 2015).

O invólucro principal do 9plus contém os componentes eletrônicos de aquisição, circuitos de telemetria e sensor de pressão Paroscientific DigiQuartz. O sensor de pressão, conectado à pressão externa através de um tubo capilar de plástico cheio de óleo que se projeta da tampa da extremidade inferior, está disponível em cinco faixas de profundidade para atender aos requisitos de profundidade operacional. Os conectores de anteparo para os sensores modulares são montados nas tampas da carcaça principal (SBE SEA-BIRD ELECTRONICS, 2015).

O 9plus usa o sensor de temperatura SBE 3plus modular, o sensor de condutividade SBE 4C, a bomba submersível SBE 5T e o duto TC. O fluxo controlado por bomba e duto de TC reduz significativamente o pico de salinidade causado pelo levantamento do navio e, em águas calmas, permite taxas de descida mais lentas para resolução aprimorada dos recursos da coluna de água (SBE SEA-BIRD ELECTRONICS, 2015).

O 9plus típico é fornecido com (mais detalhes na Tabela 4):

- Alojamento principal de alumínio para profundidades de até 6,800 metros ou carcaça principal de titânio para profundidades de até 10,500 metros;
- Alumínio ou titânio, sensores modulares T (SBE 3plus) e C (SBE 4C);
- Sensor de pressão DigiQuartz;
- Duto TC, que garante que as medições de Temperatura e Condutividade são feitas na mesma parcela de água;
- Bomba submersível de titânio SBE 5T para condutividade bombeada; fixando fluxo a uma taxa constante, a bomba garante resposta de tempo de condutividade constante;
- Controle de ativação da bomba via frequência de condutividade (típico para aplicações em água salgada), ou controle de bomba manual ou controle de bomba de interruptor de contato de água (típico para aplicações de água doce);
- Oito entrada diferencial A / D de 12 bits, canais filtrados em passa baixa para sensores auxiliares opcionais;
- Modem de 300 baud para controle do amostrador de água (Carrossel SBE 32 ou G.O. 1015);
- Conectores XSG / AG ou conectores de anteparo wet-pluggable (MCBH);
- Gaiola de proteção de aço inoxidável.



Figura 12 - Imagem do SBE 9plus CTD. Fonte: SBE SEA-BIRD ELECTRONICS (2015).

	Temperature (°C)	Conductivity (S/m)	Pressure	A/D Inputs
<b>Measurement Range</b>	-5 to +35	0 to 7	0 to full scale range (in meters of deployment depth capability): 1400 / 2000 / 4200 / 6800 / 10500 meters	0 to +5 volts
<b>Initial Accuracy</b>	± 0.001	± 0.0003	± 0.015% of full scale range	± 0.005 volts
<b>Typical Stability</b>	0.0002/month	0.0003/month	0.02% of full scale range/year	0.001 volts/month
<b>Resolution at 24 Hz</b>	0.0002	0.00004	0.001% of full scale range	0.0012 volts
<b>Sensor Calibration</b> (measurement outside these ranges may be at slightly reduced accuracy due to extrapolation errors)	-1.4 to +32.5	2.6 to 6 S/m, plus zero conductivity (air)	Paroscientific calibration, plus Sea-Bird temperature correction	-
<b>Time Response</b> (single pole approximation including sensor and acquisition system contributions)	0.065 seconds	0.065 seconds	0.015 seconds	5.5 Hz 2-pole Butterworth Low Pass Filter
<b>Master Clock Error Contribution</b> (Based on 5-year worst-case error budget, including ambient temperature influence of 1 ppm total over -20 to +70 °C plus 1 ppm first year drift plus 4 additional year's drift at 0.3 ppm/year)	0.00016 °C	0.00005 S/m	0.3 dbar with 6800 m (10,000 psia) pressure sensor	-
<b>Sampling Speed</b>	24 Hz (24 samples/sec)			

Tabela 4 - Especificações do SBE 9plus CTD (SBE SEA-BIRD ELECTRONICS, 2015).

#### 4.3.1.2 SBE 19

O SBE 19 SEACAT Profiler é projetado para medir a condutividade elétrica, temperatura e pressão em ambientes marinhos ou de água doce a profundidades de até 10.500 metros. O SEACAT Profiler padrão opera em dois modos, perfil e atracado. O modo de criação de perfil é projetado para aplicações onde os perfis verticais dos parâmetros medidos são necessários. No modo de criação de perfil, a taxa de amostragem pode variar de duas vezes por segundo a uma vez a cada 4 minutos em incrementos de meio segundo. O modo ancorado fornece um meio de adquirir medições de série temporal em taxas de amostragem de uma vez a cada 15 segundos a uma vez a cada 8 horas, ajustável em incrementos de um segundo.

Autoalimentado (9 baterias alcalinas de tamanho D fornecem 26 horas de operação no modo de perfil) e autônomo, o SBE 19 apresenta os sensores comprovados de condutividade e temperatura Sea-Bird e um transdutor de pressão medidor de tensão semicondutor de precisão. A RAM estática CMOS de 1024K bytes gravará 24 horas de dados de condutividade, temperatura e pressão, enquanto faz a amostragem em duas varreduras por segundo (48, 96 ou 192 horas com memórias opcionais de 2, 4 ou 8 megabytes).

A configuração, o check-out e a extração de dados são executados sem abrir a caixa. O monitoramento simultâneo em tempo real é possível usando a capacidade de transmissão RS-232C de dois fios do Perfilador SEACAT. O poderoso software SEASOFT CTD da Sea-Bird deriva salinidade, densidade, velocidade do som e outros parâmetros do oceano de valores CTD armazenados e pode ser usado para análise de dados, plotagem e arquivamento. Sensores externos podem ser alimentados e suas saídas de frequência ou tensão adquiridas pelo SBE 19.

Os perfis SEACAT padrão são fornecidos com 1024K de memória de bytes, carcaças de plástico com capacidade para 600 metros, bomba submersível SBE 5M para condutividade bombeada, um segundo conector de anteparo com fio para 4 entradas A / D auxiliares de terminação única e baterias alcalinas.

As opções do SEACAT Profiler incluem (mais detalhes na Tabela 5):

- Carcaças de alumínio ou titânio para uso em 3400, 6800 ou 10500 metros;
- Memórias de 2, 4 ou 8 megabytes;
- Isolamento óptico interno e drivers de cabo para telemetria em tempo real em cabos de até 7.000 metros de comprimento;
- 2 entradas diferenciais, 4 canais auxiliares A / D;
- Sensores de oxigênio dissolvido, pH, fluorescência, luz (PAR), transmissão de luz e turbidez;
- Bomba submersível SBE 5T para uso com sensores de oxigênio dissolvido e / ou fluorômetro bombeado;

O SEACAT Profiler pode ser usado com o amostrador de água do carrossel SBE 32 e a unidade de deck do carrossel SBE 33. O carrossel SBE 32 fornece energia de +15 VCC para o SBE 19 e tem ampla energia disponível para sensores auxiliares normalmente não suportados por CTDs alimentados por bateria. Os dados CTD do SEACAT Profiler são convertidos em telemetria de fio único para transmissão em cabos marítimos longos (10.000 metros). As garrafas podem ser fechadas em qualquer profundidade sem interromper os dados CTD através do controle de software usando o programa SEASAVE ou a partir do painel frontal da unidade SBE 33 Deck.

Também disponível para uso com o SEACAT Profiler está a unidade de Deck SBE 36 CTD e o módulo de interface de dados de energia PN 90227 (PDIM). Esses itens fornecem energia em tempo real e recursos de manuseio de dados em cabos marítimos de condutor único usando o mesmo método empregado no amostrador de água de carrossel SBE 32 / SBE 33.

<b>Measurement Range:</b>	Temperature Conductivity Pressure <i>Strain Gauge Sensor</i> <i>Digiquartz Sensor</i>	-5 to + 35 °C 0 to 7 S/m (0 to 70 mmho/cm) 100, 150, 300, 500, 1000, 1500, 3000, 5000, 10000, or 15000 psia 100, 200, 300, 400, 1000, 2000, 3000, 6000, 10000, or 15000 psia
<b>Accuracy:</b>	Temperature Conductivity Pressure <i>Strain Gauge Sensor</i> <i>Digiquartz Sensor</i>	0.01 °C/6 months 0.001 S/m/month 0.25% of full scale range (100 - 1500 psia) 0.15% of full scale range (3000 - 15000 psia) 0.02% of full scale range
<b>Resolution:</b>	Temperature Conductivity Pressure <i>Strain Gauge Sensor</i> <i>Digiquartz Sensor</i>	0.001 °C 0.0001 S/m 0.015% of full scale range (100 - 15000 psia) 0.001%
<b>Sensor Calibration:</b>	Temperature  Conductivity  Pressure	-1 to + 31 °C (measurements outside this range may be at slightly reduced accuracy due to extrapolation errors) 0 to 7 S/m. Physical calibration over the range 1.4 - 6 S/m. Measurements outside this range may be at slightly reduced accuracy due to extrapolation errors. 0 to full scale in 20% steps
<b>Counter time-base:</b>	Quartz TCXO, ± 2 ppm per year aging; ± 2 ppm vs. temperature (-5 to + 30 °C).	
<b>Memory:</b>	CMOS static RAM, 1024K or (optional) 2, 4, or 8 Mbyte; battery-backed for minimum 3 years data retention.	

Tabela 5 - Especificações do SBE 9plus CTD (SBE SEA-BIRD ELECTRONICS, 1994).

#### 4.3.1.3 SBE 19 plus

O SBE 19plus SeaCAT Profiler (Figura 13) é projetado para medir a condutividade, temperatura e pressão em ambientes marinhos ou de água doce em profundidades de até 7.000 metros (22.900 pés) (SEA-BIRD ELECTRONICS, 2016).

O 19plus opera em dois modos (SEA-BIRD ELECTRONICS, 2016):

- Modo de criação de perfil para adquirir perfis verticais de parâmetros. O 19plus funciona continuamente, amostrando em quatro varreduras por segundo (4 Hz). Ele

pode ser configurado para obter uma média de até 32.767 amostras, armazenando e transmitindo apenas os dados médios.

- Modo ancorado para adquirir medições de série temporal uma vez a cada 10 segundos a uma vez a cada 4 horas, ajustável em incrementos de 1 segundo.

Um padrão 19 plus é fornecido com (mais detalhes na Tabela 6):

- Caixa de plástico para profundidades de até 600 metros (1950 pés);
- Sensor de pressão de extensômetro;
- 8 Mbyte de memória FLASH RAM;
- 9 pilhas alcalinas de tamanho D (Duracell MN1300, LR20);
- Conectores de anteparo de epóxi reforçados com vidro de impulso: um I / O conectores de 4 pinos; um conector de bomba de 2 pinos; e dois conectores de 6 pinos (para dois entradas auxiliares diferenciais A / D cada);
- Duto T-C, que garante que as medições da Temperatura e Condutividade são feitas na mesma parcela de água;
- Bomba miniatura SBE 5M (com caixa de plástico para profundidades de até 600 metros) para condutividade bombeada; fixando o fluxo a uma taxa constante, a bomba garante uma resposta de tempo de condutividade constante. O duto T-C e a combinação da bomba resultam em picos de salinidade dramaticamente mais baixos.



Figura 13 - Imagem do SBE 9plus CTD. Fonte: SEA-BIRD ELECTRONICS (2016).

	Temperature (°C)	Conductivity (S/m)	Strain Gauge Pressure
<b>Measurement Range</b>	-5 to +35	0 to 9	0 to full scale range: 20/100/350/600/ 1000/2000/3500/ 7000 meters
<b>Initial Accuracy</b>	± 0.005	± 0.0005	± 0.1% of full scale range
<b>Typical Stability</b>	0.0002 per month	0.0003 per month	0.05% of full scale range per year
<b>Resolution</b>	0.0001	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0.00005 (most oceanic water; resolves 0.4 ppm in salinity).</li> <li>• 0.00007 (high salinity water; resolves 0.4 ppm in salinity).</li> <li>• 0.00001 (fresh water; resolves 0.1 ppm in salinity).</li> </ul>	0.002% of full scale range
<b>Sensor Calibration</b> (measurement outside these ranges may be at slightly reduced accuracy due to extrapolation errors)	+1 to +32	0 to 9; physical calibration over range 2.6 to 6 S/m, plus zero conductivity (air)	Ambient pressure to full scale range in 5 steps

Tabela 6 - Especificações do SBE 9plus CTD (SEA-BIRD ELECTRONICS, 2016).

#### 4.3.2 Reprocessamento dos Dados de CTD

Na coleta e obtenção de dados oceanográficos do Banco Nacional de Dados Oceanográficos da Marinha do Peru, pode-se observar que os dados foram obtidos nos formatos .cnv e .txt, estando representados na Tabela 7.

TIPO FORMATO	QUANTIDADE DE ESTAÇÕES (CTD)
.cnv	2,759
.txt	1,710
<b>TOTAL</b>	4,469

Tabela 7 - Número de arquivos / estações obtidos do Banco Nacional de Dados Oceanográficos da Marinha do Peru (MGP) - DIHIDRONAV, de cruzeiros oceanográficos realizados entre 1994 e 2018.

Ao longo dos anos, constatou-se que nenhum protocolo específico foi utilizado para processar os arquivos extraídos do equipamento CTD, onde são coletados os dados dos pontos estabelecidos nos cruzeiros oceanográficos planejados pela DIHIDRONAV, o que gera uma incompatibilidade na compilação de todos os dados, a este respeito e de acordo com a síntese de metodologias de alguns institutos de renome internacional, PAIVA (2019) apresentou a Tabela 8 onde estão expostas a ordem de execução e as principais opções durante o processo, com base nas informações disponíveis nos relatórios técnicos e manuais de cada organização.

Com o objetivo de padronizar os dados amostrados, como os coletados pelo CTD, o *Global Ocean Ship-Based Hydrographic Investigations Program* (GO-SHIP) recomenda diferentes procedimentos a serem realizados no pré-lançamento do equipamento, na coleta de dados e no processamento. Além disso, GO-SHIP busca reunir pesquisadores e cientistas de todo o mundo numa rede global de observação meteoceanográfica, a fim de alimentar constantemente um banco de dados global. (MCTAGGART et al., 2010). Por este motivo, esta metodologia foi escolhida como padrão internacional para poder realizar alguma comparação e troca de dados adquiridos e poder, no futuro, ter a possibilidade de os incorporar nos principais bancos de dados oceanográficos globais, a fim de aumentar a resolução dos perfis físicos do Sudeste do Oceano Pacífico.

SBE	GO-SHIP	CHM/PIRATA	GEOMAR	CaICOFI	JAMSTEC	NOAA	SAMS	USC
Data Conversion	Data Conversion							
Bottle Summary	Align CTD	Filter	Wild Edit	Window Filter	Bottle Summary	Align CTD	Bottle Summary	Window Filter
Mark Scan	Bottle Summary	Align CTD	Filter	Filter	Align CTD	Wild Edit	Wild Edit	Filter
Filter	Wild Edit	Wild Edit	Cell Thermal Mass	Align CTD	Wild Edit	Filter	Align CTD	Align CTD
Align CTD	Filter	Cell Thermal Mass	Derive	Cell Thermal Mass	Cell Thermal Mass	Cell Thermal Mass	Cell Thermal Mass	Cell Thermal Mass
Buoyancy	Cell Thermal Mass	Loop Edit	Bin Average	Derive	Filter	Bottle Summary	Filter	Derive
Cell Thermal Mass	Loop Edit	Derive	Split	ASCII Out	Window Filter	Derive	Derive	Loop Edit
Derive	Bin Average	Bin Average	Loop Edit	Split	Section	Split	Translate	Bin Average
Derive TEOS-10	Translate	Split	Bin Average	Bin Average	Loop Edit	ASCII Out	*Manual Despiking (MATLAB)	Split
Sea Plot	Derive	Strip	Strip	ASCII Out	Despike	-	ASCII In	Sea Plot
Bin Average	Derive TEOS-10	Rossum	Bin Average	-	Derive Oxygen	-	Loop Edit	Bottle Summary
Loop Edit	-	Rossum Lab	Seaplot	-	Bin Average	-	Bin Average	ASCII Out
Wild Edit	-	Seaplot	Bottle Summary	-	Derive	-	ASCII Out	-
Window Filter	-	ASCII Out	-	-	Split	-	-	-

Tabela 8 - Sequência de execução das etapas de pós-processamento dos dados de CTD no software SBE Data Processing, referentes a cada instituição (PAIVA, 2019a).

Em função do exposto, o processamento dos dados CTD é realizado com o software *SBE Data Processing*, que está disponível gratuitamente pelo fabricante no site da *Sea-Bird Scientific*, onde se tentou seguir os passos estabelecidos pelo protocolo GO-SHIP, onde a redução dos dados do Sea-Bird CTD começa com um conjunto padrão de módulos de processamento usando a versão mais recente do software de processamento Sea-Bird na seguinte ordem: *Data Conversion*, *Align CTD*, *Bottle Summary*, *Wild Edit*, *Filter*, *Cell Thermal Mass*, *Loop Edit*, *Derive*, *Bin Average* e *Translate* (MCTAGGART et al., 2010), que observamos no fluxograma da Figura 14 feito por PAIVA (2019).

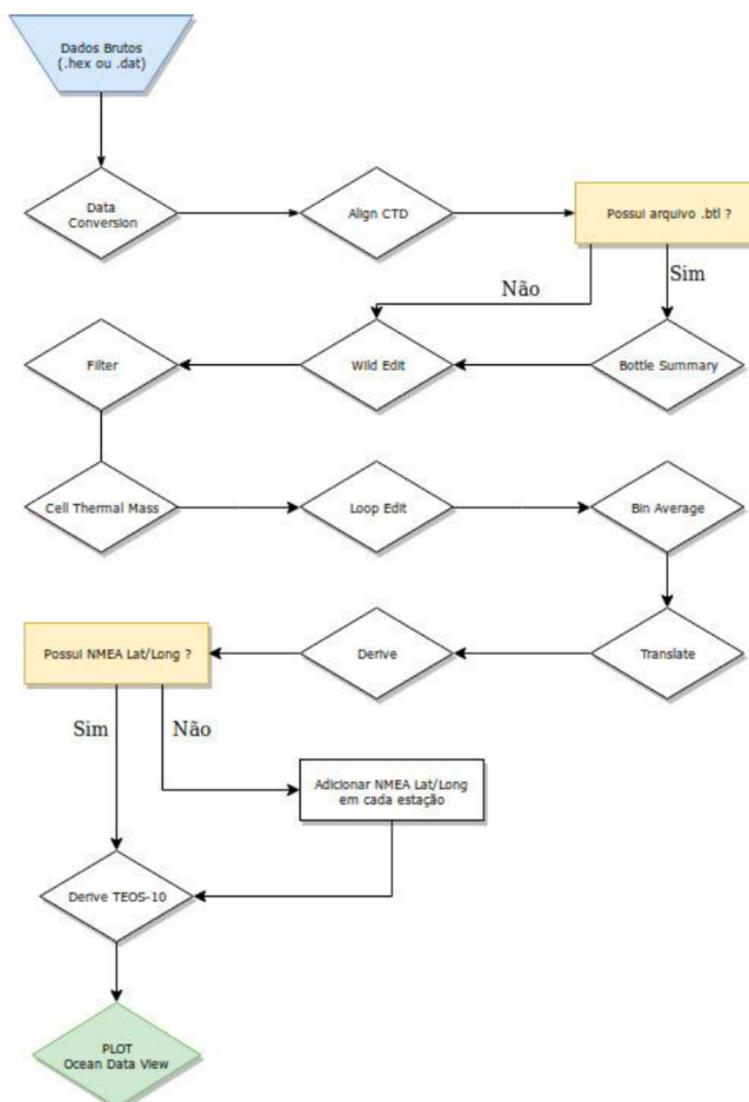


Figura 14 - Fluxograma do processamento dos dados de CTD, via software SBE Data Processing, segundo a metodologia GO-SHIP (PAIVA, 2019a).

#### 4.3.2.1 Data Conversion

Converte dados CTD brutos (arquivo .hex, .dat ou .xml) em unidades de engenharia, armazenando os dados convertidos em um arquivo .cnv (todos os dados) e / ou arquivo .ros (dados da garrafa de água) (SEA-BIRD SCIENTIFIC, 2017).

#### 4.3.2.2 Align CTD

Align CTD alinha os dados do parâmetro ao longo do tempo, em relação à pressão. Isso garante que os cálculos de salinidade, concentração de oxigênio dissolvido e outros parâmetros sejam feitos usando medições da mesma mancha de

água. Normalmente, Align CTD é usado para alinhar as medições de temperatura, condutividade e oxigênio em relação à pressão (PAIVA, 2019b).

Existem três causas principais de desalinhamento das medições CTD (SEA-BIRD SCIENTIFIC, 2017):

- Desalinhamento físico dos sensores em profundidade;
- Atraso de tempo inerente (constantes de tempo) das respostas do sensor;
- Atraso de tempo de trânsito de água na linha de encanamento bombeado: O tempo que leva para o pacote de água passar pelo encanamento para cada sensor (ou, para sensores de descarga livres, o atraso de descarga correspondente, que depende da velocidade de perfil).

Quando as medições estão alinhadas corretamente, os erros de salinidade (e densidade) de pico são minimizados e os dados de oxigênio correspondem à pressão apropriada (por exemplo, os gráficos de temperatura vs. oxigênio correspondem entre os perfis de subida e queda).

A temperatura e a condutividade geralmente estão desalinhadas com a pressão. Mudanças na temperatura e condutividade em relação à pressão podem compensar. Conforme mostrado nas figuras, os sinais de desalinhamento incluem (SEA-BIRD SCIENTIFIC, 2017):

- Discrepância de profundidade entre os dados ascendentes e descendentes;
- Picos na salinidade calculada (que depende da temperatura, condutividade e pressão) - causados pelo desalinhamento da temperatura e da condutividade entre si.

#### 4.3.2.3 Bottle Summary

O Bottle Summary lê um arquivo .ros criado pela conversão de dados e grava um resumo dos dados da garrafa em um arquivo .bti. O arquivo .ros deve conter (no mínimo) temperatura, pressão e condutividade (ou salinidade) (SEA-BIRD SCIENTIFIC, 2017).

O arquivo .bti de saída inclui:

- Posição da garrafa, número de série da garrafa opcional e data / horaM

- Variáveis derivadas selecionadas pelo usuário: calculadas para cada garrafa a partir da média dos valores das variáveis de entrada (temperatura, pressão, condutividade, etc.);
- Variáveis médias selecionadas pelo usuário: calculadas para cada garrafa a partir das variáveis de entrada.

Bottle Summary cria, a partir de um arquivo .ros, um arquivo .btl, resumindo as características da água adjacente no momento do disparo das garrafas. Para tal, o arquivo .btl inclui: posição da garrafa, mesmo número de série, hora e data de disparo, várias seleções do usuário como temperatura, pressão, condutividade, entre outras, e permite calcular também médias dos mesmos vários (SEA -BIRD ELECTRONICS , 2013).

#### 4.3.2.4 Wild Edit

Wild Edit marca pontos fora do padrão nos dados, substituindo o valor dos dados por badflag. O valor de badflag é documentado no cabeçalho .cnv de entrada. O algoritmo Wild Edit requer duas passagens pelos dados: a primeira passagem obtém uma estimativa precisa do desvio padrão real dos dados, enquanto a segunda passagem substitui os dados apropriados por badflag (SEA-BIRD SCIENTIFIC, 2017).

Wild Edit marca dados individuais (por exemplo, um valor de condutividade) com badflag, mas não marca toda a varredura (que pode incluir outros dados válidos, como temperatura, pressão, etc.).

#### 4.3.2.5 Filter

O Filter executa um filtro passa-baixa em uma ou mais colunas de dados. Um filtro passa-baixa suaviza os dados de alta frequência (que mudam rapidamente). Para produzir fase zero (sem mudança de tempo), o filtro é executado primeiro para a frente pelos dados e, em seguida, para trás, através dos dados filtrados para a frente. Isso elimina qualquer atraso causado pelo filtro.

Os dados de pressão são normalmente filtrados com uma constante de tempo igual a quatro vezes a frequência de varredura CTD. A condutividade e a temperatura são geralmente filtradas para alguns CTDs. Duas constantes de tempo podem ser

especificadas, de forma que diferentes parâmetros podem ser filtrados com diferentes constantes de tempo em uma execução de filtro (SEA-BIRD SCIENTIFIC, 2017).

#### 4.3.2.6 Cell Thermal Mass

As correções para a Cell Thermal Mass não devem ser aplicadas aos dados de água doce. Pode dar resultados ruins devido à forma como a derivada  $dC / dT$  é calculada em regiões onde as mudanças de condutividade são muito pequenas. Cell Thermal Mass usa um filtro recursivo para remover os efeitos da massa térmica da célula de condutividade da condutividade medida (SEA-BIRD SCIENTIFIC, 2017).

#### 4.3.2.7 Loop Edit

A Loop Edit marca as varreduras erradas definindo o valor do sinalizador associado à varredura como badflag nos arquivos .cnv de entrada que têm desacelerações ou reversões de pressão (geralmente causadas pelo movimento do navio). Opcionalmente, a Loop Edit também pode marcar digitalizações associadas a uma impregnação de superfície inicial com badflag. O valor de badflag é documentado no cabeçalho .cnv de entrada.

A Loop Edit opera em três varreduras sucessivas para determinar a velocidade. Esta é uma escala tão fina que o ruído no canal de pressão devido ao Filter de contagem ou outras fontes desconhecidas pode fazer com que a Loop Edit cause erros de varredura por engano. Portanto, você deve executar o Filter nos dados de pressão para reduzir o ruído antes de executar a Loop Edit.

Sinais de “Loop Edit” por meio de bandeiras de cobertura espúrias que podem desacelerar ou reverter para pressionar contra, uma vez que essas ações acontecem geralmente para o jogo do navio, não do mar, e não apenas a verdadeira inclusão. Opcionalmente, o estágio de "Loop Edit" também pode marcar valores associados a distúrbios de superfície. É importante notar que a etapa “Filter” deve ser executada antes da “Loop Edit” para reduzir o ruído inerente em determinados anos (SEA-BIRD ELECTRONICS, 2013).

#### 4.3.2.8 Bin Average

Dados médios, baseando os recipientes na pressão, profundidade, número de varredura ou intervalo de tempo. O Align CTD, que alinha os dados do parâmetro ao longo do tempo, em relação à pressão, não pode ser executado em arquivos cuja média foi calculada em Bin Average de pressão ou profundidade. Se o alinhamento for necessário, se executa Align CTD antes de executar Bin Average.

Dados da Bin Average, usando intervalos de média com base em (SEA-BIRD SCIENTIFIC, 2017):

- Variação de pressão,
- Faixa de profundidade,
- Escanear intervalo de número, ou
- Classificação de tempo.

Uma opção “Bin Average” calcula as médias de dois parâmetros medidos usando intervalos de pressão, profundidade, tempo ou número de medições (SEA-BIRD ELECTRONICS, 2013). É válido destacar os dados CTD usados para corrigir os dados de outros equipamentos, como o L-ADCP, passados, de dois dados brutos, por Bin Average com finalidades diferentes (tempo e espaço) mais nenhuma interferência como produto.

#### 4.3.2.9 Translate

Translate altera o formato do arquivo de dados convertido de binário para ASCII ou vice-versa, e grava os dados em um arquivo .cnv de saída.

#### 4.3.2.10 Derive

Derive usa pressão, temperatura e condutividade do arquivo .cnv de entrada para calcular os seguintes parâmetros oceanográficos (SEA-BIRD SCIENTIFIC, 2017):

- densidade
- anomalia termosférica
- volume específico
- anomalia de volume específico
- anomalia geopotencial

- medidores dinâmicos
- profundidade (água salgada, água doce)
- salinidade
- velocidade do som (Chen-Millero, DelGrosso, Wilson)
- velocidade média do som
- temperatura potencial (pressão de referência = 0,0 decibares)
- potencial anomalia de temperatura
- condutividade específica
- variáveis derivadas (taxa de descida e aceleração) - se o arquivo de entrada não foi calculada a média dos recipientes de pressão ou profundidade
- oxigênio (se o arquivo de entrada contiver pressão, temperatura e condutividade ou salinidade, e não média sobre recipientes de pressão ou profundidade) - também requer fluxo de oxigênio e temperatura de oxigênio (SBE 13 ou 23) ou sinal de oxigênio (SBE 43)

#### 4.3.2.11 Derive TEOS-10

Derive TEOS-10 usa temperatura, condutividade ou salinidade (Prático, EOS-80), pressão, latitude e longitude para calcular os seguintes parâmetros termodinâmicos usando as equações TEOS-10 (SEA-BIRD SCIENTIFIC, 2017):

- salinidade absoluta
- anomalia de salinidade absoluta
- taxa de lapso adiabática
- temperatura conservadora
- congelamento em uma temperatura conservadora
- densidade
- entalpia dinâmica
- entalpia
- entropia
- gravidade
- energia interna
- compressibilidade isentrópica
- cabeça de evaporação latente
- calor de fusão latente
- temperatura potencial

- salinidade pré-formada
- salinidade de referência
- coeficiente de contração salina
- velocidade do som
- volume específico
- anomalia de volume específico
- temperatura de congelamento
- coeficiente de expansão térmica

## 5. RESULTADOS

O estudo proporciona como resultado, além de responder aos objetivos propostos, a compilação de dados WOD (OSD e CTD) e DIHIDRONAV (os arquivos no formato .cnv) reprocessados.

### 5.1 COMPILAÇÃO DOS DADOS WOD E DIHIDRONAV

#### 5.1.1 Reprocessamento de dados CTD (DIHIDRONAV)

Dentro dos procedimentos estabelecidos e descritos na Figura 14, cada arquivo .cnv (2,759 arquivos indicados na Tabela 7) foi reprocessado, e como apenas os arquivos estavam no formato mencionado anteriormente, foram encontradas limitações para poder realizar todos os filtros do software SBE Data Processing, realizando apenas: Align CTD, Wild Edit, Filter, Loop Edit, Derive TEOS-10, Bin Average e Translate. Onde temos que considerar, que o filtro Data Conversion também foi usado inicialmente, a fim de obter os arquivos no formato.cnv. Porém, não foram utilizados os filtros: Bottle Summary, Cell Thermal Mass e Derive, podemos por eles precisar de outro dado ou arquivo no formato XMLCOM.

Depois de reprocessar cada arquivo inicialmente obtido no formato .cnv, vários erros foram encontrados em diferentes filtros de processamento com o software SBE Data Processing, donde se obtiveram um 67.13% de aproveitamento total dos arquivos .cnv, sendo processados nos filtros mencionados um total de 1,852 arquivos, como pode ser visto nas Tabelas 9 e 10. Além disso, a partir dos arquivos

processados, foi possível controlar qual modelo CTD foi utilizado, onde se verifica que os modelos SBE 19, SBE 19 Plus e SBE 9 foram usados, da mesma forma, descreve quais informações foram obtidas a partir do nome do navio que realizou a coleta de dados, encontrando 1,167 arquivos que não indicavam o nome do navio que realizou a amostragem (Tabela 10).

TIPO FORMATO	QUANTIDADE DE ESTAÇÕES (CTD)
.cnv (Processados)	1,852
.txt	1,710
<b>TOTAL</b>	<b>3,562</b>

Tabela 9 - Número de arquivos / estações obtidos do Banco Nacional de Dados Oceanográficos do DIHIDRONAV, de cruzeiros oceanográficos realizados entre 1994 e 2018.

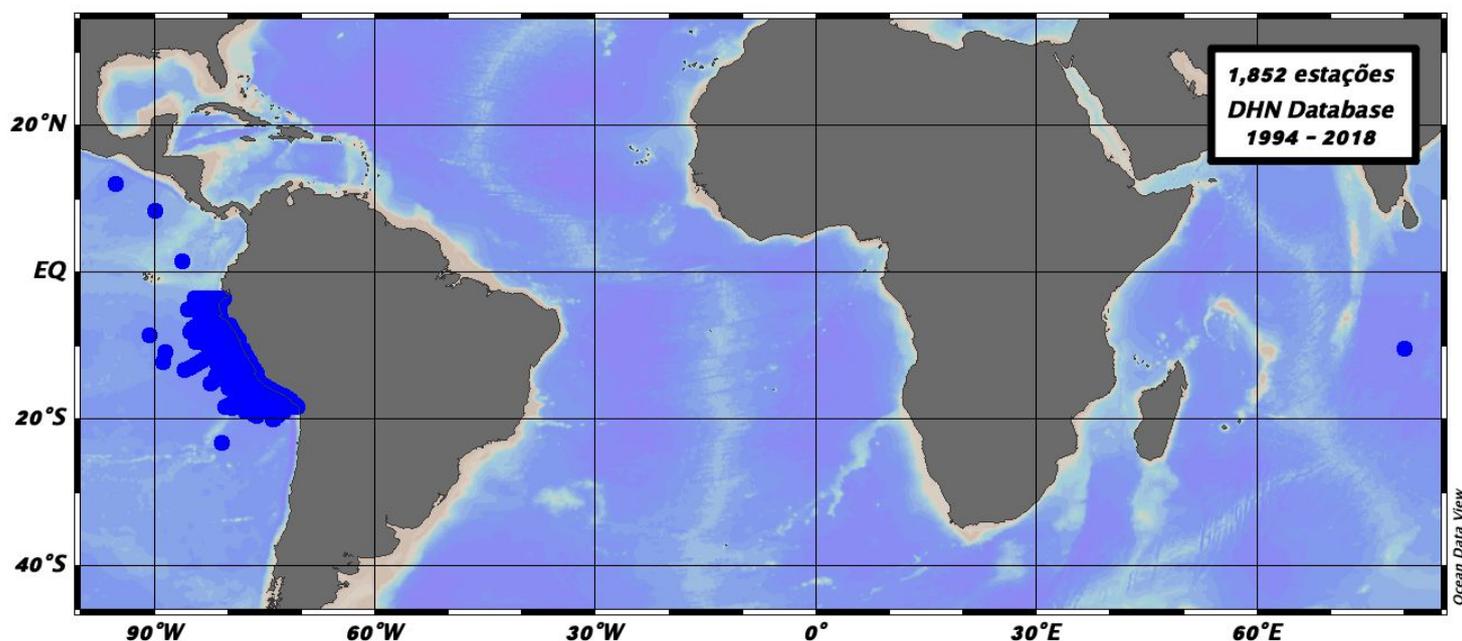


Figura 15 – Localização das 1,852 estações importadas para o software ODV, antes da limpeza dos dados.

ANO	DADOS CTD (FORMATO .cnv)																			
	TOTAL	TOTAL			PROCESSADOS			NAVIOS												TOTAL
		% APROVEITAMENTO	PROCESSADOS	ERRO	SBE 19	SBE 19PLUS	SBE 9	BAP ZIMIC (BSH-1713)	BAP CARRILLO (AH-175)	BAP MELO (AH-176)	BIC HUMBOLDT	BIC OLAYA	SNP-2	PROMAR	MACHA	BAP CARRASCO (BOP-171)	SIMPATIA	KNORR	NÃO INFORMADO	
1994	34	91.18%	31	3	31				7	18						9			34	
1995	124	29.84%	37	87	37		7		14	92						11			124	
1996	124	0.00%		124	124		53			41				30					124	
1997	140	41.43%	58	82	58			8		109			23						140	
1998	210	74.76%	157	53	157		71			139									210	
1999	159	31.45%	50	109	50		60			21	78								159	
2000	30	0.00%		30	30							30							30	
2001	45	62.22%	28	17	28					45									45	
2002	87	37.93%	33	54	33			25		31	31								87	
2003	106	96.23%	102	4	102			25		81									106	
2004	78	89.74%	70	8	70						78								78	
2005	134	71.64%	96	38	42			32			32						54	16	134	
2006	48	18.75%	9	39	9						48								48	
2007	15	100.00%	15	0	15				15										15	
2008	113	92.04%	104	9	104		33											80	113	
2009	129	98.45%	127	2	97	30	16	48										65	129	
2010	203	93.60%	190	13	190													203	203	
2011	219	85.84%	188	31	188		34											185	219	
2012	127	98.43%	125	2	125													127	127	
2013	139	99.28%	138	1		138												139	139	
2014	84	96.43%	81	3		81												84	84	
2015	76	0.00%		76		76												76	76	
2016	85	52.94%	45	40		85												85	85	
2017	107	29.91%	32	75		107												107	107	
2018	143	95.10%	136	7		87	56		87						56				143	
<b>TOTAL</b>	<b>2759</b>	<b>67.13%</b>	<b>1852</b>	<b>907</b>	<b>1490</b>	<b>574</b>	<b>86</b>	<b>274</b>	<b>225</b>	<b>36</b>	<b>577</b>	<b>267</b>	<b>30</b>	<b>23</b>	<b>30</b>	<b>56</b>	<b>20</b>	<b>54</b>	<b>1167</b>	<b>2759</b>

Tabela 10 - Tabela resumo da utilização de arquivos .cnv quando processados no software SBE, tipo de CTD utilizado na amostragem no perfil da estação oceanográfica e a quantidade de dados obtidos por embarcação.

Dentro das 1,852 estações importadas para o software Ocean Data View (ODV), foi realizada uma série de limpeza de dados, onde foram eliminadas as estações que estavam fora da área marítima onde são realizados os cruzeiros oceanográficos no mar peruano (como apresentado na Figura 15). Além disso, foi realizada uma série de limpeza dos dados, observando o gráfico TS (temperatura conservadora e Salinidade Absoluta) do referido banco de dados, totalizando 1,679 estações (Figuras 16 e 17).

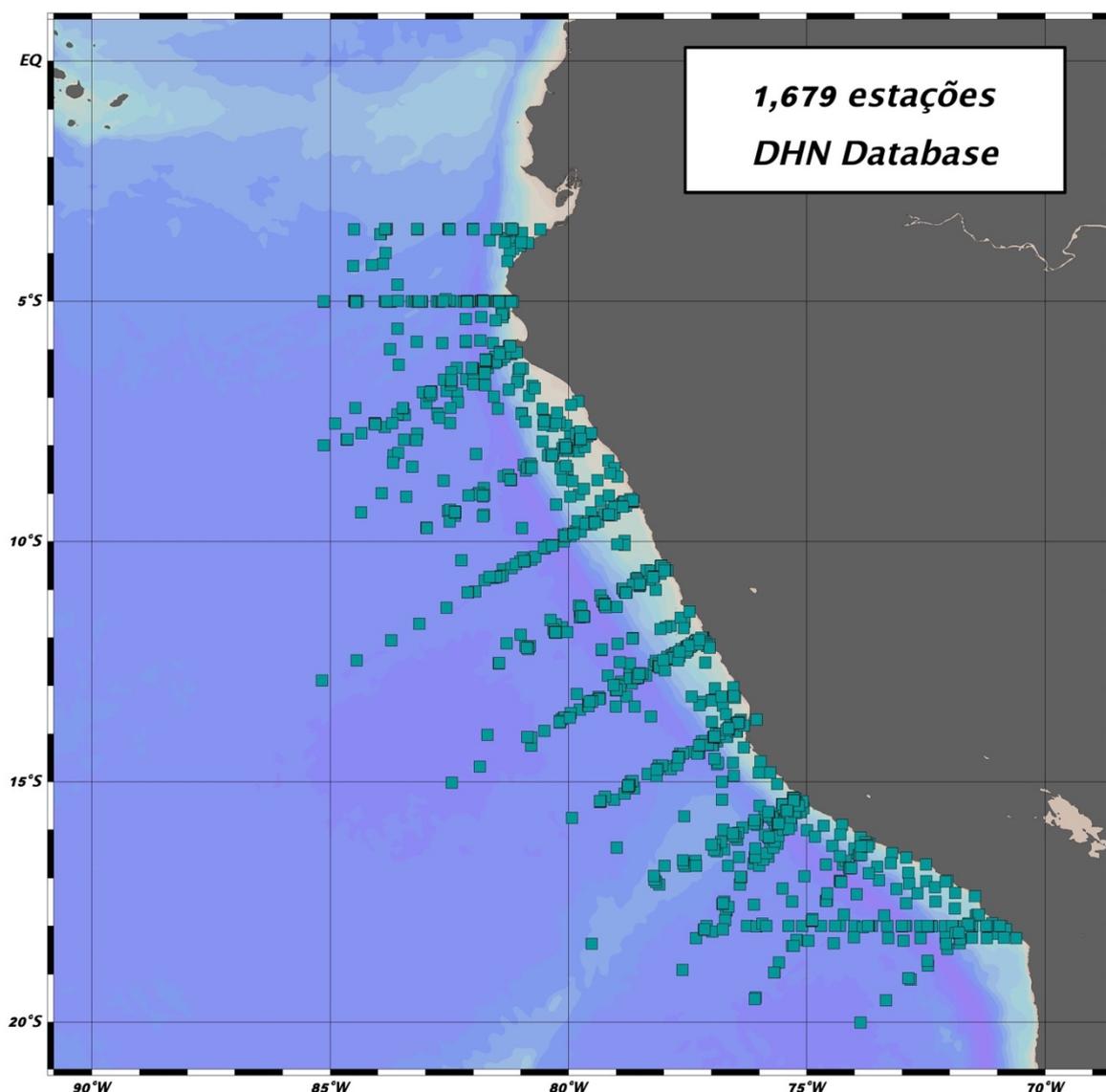


Figura 16 - Compilação dos perfis do DNH Database, pós limpeza dos dados no software Ocean Data View (ODV). As posições das estações são representadas por quadrados verdes.

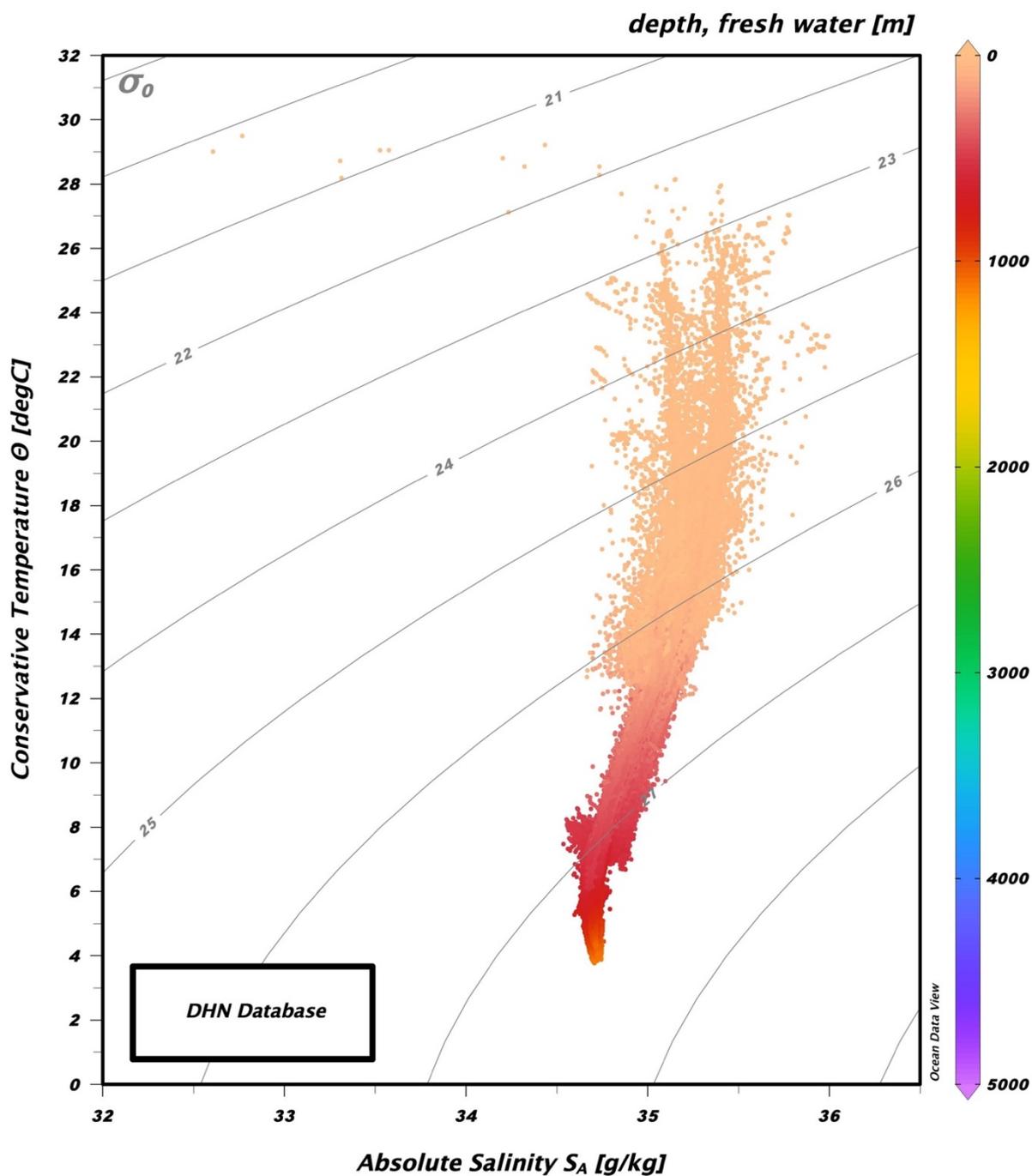


Figura 17 – Diagrama de Temperatura Conservativa e Salinidade Absoluta do banco de dados DHN.

### 5.1.2 Dados WOD e DIHIDRONAV

Os perfis mostrados nas Figuras 6 e 16 foram compilados e colocados no software ODV (Figura 18), em seguida, as estações duplicadas foram pesquisadas no software de acordo se a posição da estação estiver no intervalo próximo de 0,0010 °

em Latitude e Longitude, com outra estação, e se o tempo de amostragem tiver sido dentro da mesma hora, não encontrando nenhuma estação duplicada.

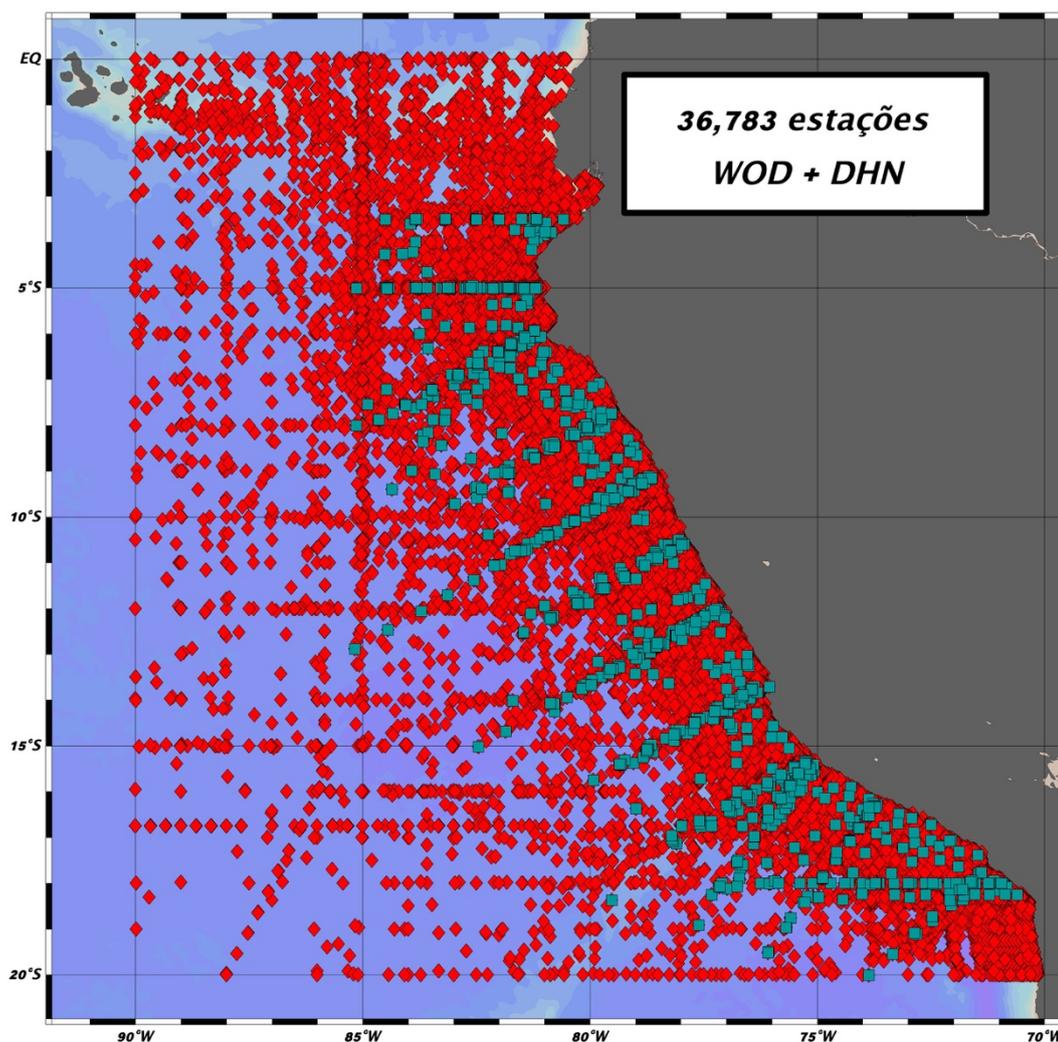


Figura 18 - Compilação dos dados do WOD e da DIHIDRONAV entre os anos 1929 e 2018. As posições das estações dos dados WOD são representadas por losangos vermelhos e os dados DHN são representados por quadrados verdes.

Após a compilação dos dois bancos de dados, deve-se realizar um adequado controle de qualidade, além de verificar se existem estações duplicadas, procedeu-se a verificar se os parâmetros (dados de salinidade e temperatura) estavam dentro das faixas aceitáveis observadas para temperatura e salinidade, conforme em função da profundidade, conforme apresentado nas Tabelas 11 e 12, para a Bacia Equatorial do Oceano Pacífico. Também foi verificado se algum dado está em áreas não lógicas como terra ou se algum perfil não possui dados de data, ou posição em latitude e longitude. Se for o caso, que algum dado amostrado não atenda aos parâmetros estabelecidos para o controle de qualidade adequado, ele é retirado do arquivo compilado.

Da mesma forma, foi feito um filtro para verificar a qualidade dos dados, dentro da ODV, onde foram utilizados apenas aqueles que tinham valores aceitáveis (definido no ODV como “*Quality Flag 0: accepted value*”), a fim de considerar dados verificados e que não apresentam nenhuma dúvida nos valores dos parâmetros do perfil amostrado, obtendo as estações apresentadas nas Figuras 19 e 20, onde pode-se observar as profundidades nos perfis por ano e o diagrama TS dos bancos compilados.

Após os filtros de qualidade, para a confecção dos gráficos e mapas apresentados no estudo, foi utilizada a ferramenta Data-Interpolating Variational Analysis (DIVA), que permite que os dados sejam analisados e interpolados de forma otimizada. O DIVA leva em consideração os litorais e as características batimétricas para estruturar e subdividir o domínio no qual a estimativa é feita. Os cálculos são realizados em uma malha de elementos finitos adaptada aos domínios específicos da grade. A ferramenta DIVA necessária para gerar a malha de elementos finitos, otimizar os parâmetros de análise e calcular o campo em grade são parte das opções encontradas no software ODV (ALFRED WEGENER INSTITUTE, 2016).

## Standard unit or scale: Degrees Celcius or centigrade (°C)

Depth (m)	North Atlantic		Coastal N. Atlantic		Equatorial Atlantic		Coastal Eq. Atlantic		South Atlantic		Coastal S. Atlantic		North Pacific		Coastal N. Pacific		Equatorial Pacific		Coastal Eq. Pacific	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
0	-2.10	35.00	-2.10	35.00	5.00	35.00	5.00	35.00	0.00	32.00	-2.10	35.00	-2.10	35.00	-2.10	35.00	5.00	35.00	5.00	35.00
10	-2.10	35.00	-2.10	35.00	5.00	35.00	5.00	35.00	0.00	32.00	-2.10	35.00	-2.10	35.00	-2.10	35.00	5.00	35.00	5.00	35.00
20	-2.10	32.00	-2.10	35.00	5.00	35.00	5.00	35.00	0.00	32.00	-2.10	35.00	-2.10	35.00	-2.10	35.00	5.00	35.00	5.00	35.00
30	-2.10	32.00	-2.10	35.00	5.00	35.00	5.00	35.00	0.00	32.00	-2.10	35.00	-2.10	35.00	-2.10	35.00	5.00	35.00	5.00	35.00
50	-2.10	32.00	-2.10	35.00	5.00	35.00	5.00	35.00	0.00	32.00	-2.10	35.00	-2.10	35.00	-2.10	35.00	5.00	35.00	5.00	35.00
75	-2.00	30.00	-2.10	35.00	5.00	35.00	5.00	35.00	0.00	32.00	-2.10	35.00	-2.10	35.00	-2.10	35.00	5.00	35.00	5.00	35.00
100	-2.00	30.00	-2.10	30.00	5.00	30.00	5.00	30.00	0.00	32.00	-2.10	30.00	-2.10	30.00	-2.10	30.00	5.00	30.00	5.00	30.00
125	-2.00	28.00	-2.10	30.00	5.00	30.00	5.00	30.00	-1.50	30.00	-2.10	30.00	-2.10	30.00	-2.10	30.00	3.00	30.00	3.00	30.00
150	-2.00	28.00	-2.10	30.00	5.00	30.00	5.00	30.00	-1.50	30.00	-2.10	30.00	-2.10	30.00	-2.10	30.00	3.00	30.00	3.00	30.00
200	-2.00	28.00	-2.10	30.00	5.00	30.00	5.00	30.00	-1.50	30.00	-2.10	30.00	-2.10	30.00	-2.10	30.00	3.00	30.00	3.00	30.00
250	-1.70	28.00	-2.10	28.00	5.00	28.00	0.00	28.00	-1.50	28.00	-2.10	28.00	-2.10	28.00	-2.10	28.00	3.00	28.00	3.00	28.00
300	-1.70	28.00	-2.10	28.00	3.00	28.00	0.00	28.00	-1.50	28.00	-2.10	28.00	-2.10	28.00	-2.10	28.00	3.00	28.00	3.00	28.00
400	-1.50	20.00	-2.10	28.00	3.00	28.00	0.00	28.00	-1.50	28.00	-2.10	28.00	-2.10	28.00	-2.10	28.00	3.00	28.00	3.00	28.00
500	-1.50	20.00	-2.10	28.00	3.00	28.00	0.00	28.00	-1.50	28.00	-2.10	28.00	-2.10	28.00	-2.10	28.00	0.00	28.00	0.00	28.00
600	-1.50	20.00	-2.10	20.00	3.00	20.00	0.00	20.00	-1.50	20.00	-2.10	20.00	-2.10	20.00	-2.10	20.00	0.00	20.00	0.00	20.00
700	-1.50	20.00	-2.10	20.00	3.00	20.00	0.00	20.00	-1.50	20.00	-2.10	20.00	-2.10	20.00	-2.10	20.00	0.00	20.00	0.00	20.00
800	-1.50	20.00	-2.10	20.00	-0.50	20.00	0.00	20.00	-1.50	20.00	-2.10	20.00	-2.10	20.00	-2.10	20.00	0.00	20.00	0.00	20.00
900	-1.50	20.00	-2.10	20.00	-0.50	20.00	0.00	20.00	-1.50	20.00	-2.10	20.00	-2.10	20.00	-2.10	20.00	0.00	20.00	0.00	20.00
1000	-1.50	18.00	-2.10	18.00	-0.50	18.00	0.00	18.00	-1.50	18.00	-2.10	18.00	-2.10	18.00	-2.10	18.00	0.00	18.00	0.00	18.00
1100	-1.50	18.00	-2.10	18.00	-0.50	18.00	0.00	18.00	-1.50	18.00	-2.10	18.00	-2.10	18.00	-2.10	18.00	0.00	18.00	0.00	18.00
1200	-1.50	18.00	-2.10	18.00	-0.50	18.00	0.00	18.00	-1.50	18.00	-2.10	18.00	-2.10	18.00	-2.10	18.00	0.00	18.00	0.00	18.00
1300	-1.50	18.00	-2.10	18.00	-0.50	18.00	0.00	18.00	-1.50	18.00	-2.10	18.00	-2.10	18.00	-2.10	18.00	0.00	18.00	0.00	18.00
1400	-1.50	18.00	-2.10	18.00	-0.50	18.00	0.00	18.00	-1.50	18.00	-2.10	18.00	-2.10	18.00	-2.10	18.00	0.00	18.00	0.00	18.00
1500	-1.50	18.00	-2.10	18.00	-0.50	18.00	0.00	18.00	-1.50	18.00	-2.10	18.00	-2.10	18.00	-2.10	18.00	0.00	18.00	0.00	18.00
1750	-1.50	13.00	-2.10	13.00	-0.50	13.00	0.00	13.00	-1.50	13.00	-2.10	13.00	-2.10	13.00	-2.10	13.00	0.00	13.00	0.00	13.00
2000	-1.50	13.00	-2.10	13.00	-0.50	13.00	0.00	13.00	-1.50	13.00	-2.10	13.00	-2.10	13.00	-2.10	13.00	0.00	13.00	0.00	13.00
2500	-1.50	13.00	-2.10	13.00	-0.50	13.00	-1.00	13.00	-1.50	13.00	-2.10	13.00	-2.10	13.00	-2.10	13.00	0.00	13.00	0.00	13.00
3000	-1.50	7.00	-2.10	7.00	-0.50	7.00	-1.00	7.00	-1.50	7.00	-2.10	7.00	-2.10	7.00	-2.10	7.00	0.00	7.00	0.00	7.00
3500	-1.50	7.00	-2.10	7.00	-0.50	7.00	-1.00	7.00	-1.50	7.00	-2.10	7.00	-2.10	7.00	-2.10	7.00	0.00	7.00	0.00	7.00
4000	-1.50	7.00	-1.50	7.00	-0.50	7.00	-1.00	7.00	-1.50	7.00	-1.50	7.00	-1.50	7.00	-1.50	7.00	-1.50	7.00	-1.50	7.00
4500	-1.50	7.00	-1.50	7.00	-0.50	7.00	-1.00	7.00	-1.50	7.00	-1.50	7.00	-1.50	7.00	-1.50	7.00	-1.50	7.00	-1.50	7.00
5000	-1.50	7.00	-1.50	7.00	-0.50	7.00	-1.00	7.00	-1.50	7.00	-1.50	7.00	-1.50	7.00	-1.50	7.00	-1.50	7.00	-1.50	7.00
5500+	-1.50	5.00	-1.50	3.00	-0.50	3.00	-1.00	3.00	-1.50	3.00	-1.50	3.00	-1.50	3.00	-1.50	3.00	-1.50	3.00	-1.50	3.00

Tabela 11 - Faixas aceitáveis de temperatura observadas em função da profundidade, por bacia (GARCIA, BOYER, *et al.*, 2018).

## Standard unit or scale: unitless

Depth (m)	North Atlantic		Coastal N. Atlantic		Equatorial Atlantic		Coastal Eq. Atlantic		South Atlantic		Coastal S. Atlantic		North Pacific		Coastal N. Pacific		Equatorial Pacific		Coastal Eq. Pacific	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
0	5.00	40.00	0.00	40.00	5.00	40.00	0.00	40.00	5.00	40.00	0.00	40.00	5.00	40.00	0.00	40.00	5.00	40.00	0.00	40.00
10	27.00	38.20	0.00	40.00	20.00	37.60	0.00	40.00	28.00	38.50	0.00	40.00	25.00	37.00	0.00	40.00	28.60	37.00	0.00	40.00
20	28.30	38.20	0.00	40.00	28.00	37.40	0.00	40.00	28.00	38.00	0.00	40.00	30.00	36.50	0.00	40.00	29.00	37.00	0.00	40.00
30	28.50	38.20	0.00	40.00	31.00	37.40	0.00	40.00	30.60	38.00	0.00	40.00	30.00	36.50	0.00	40.00	29.60	37.00	0.00	40.00
50	28.90	38.00	20.00	40.00	31.40	37.40	20.00	40.00	31.00	38.00	20.00	40.00	31.00	36.00	20.00	40.00	30.20	37.00	20.00	40.00
75	28.90	38.00	20.00	40.00	31.80	37.40	20.00	40.00	31.20	38.00	20.00	40.00	31.00	36.00	20.00	40.00	31.00	37.00	20.00	40.00
100	29.40	38.00	20.00	40.00	31.80	37.40	20.00	40.00	31.40	38.00	20.00	40.00	31.50	36.00	26.00	40.00	31.50	37.00	30.00	40.00
125	29.40	38.00	20.00	40.00	31.80	37.40	20.00	40.00	31.40	37.80	20.00	40.00	31.50	36.00	26.00	40.00	31.50	36.80	30.00	40.00
150	29.60	37.60	20.00	40.00	31.80	37.20	20.00	40.00	31.40	37.40	20.00	40.00	32.00	35.80	26.00	40.00	31.50	36.80	30.00	40.00
200	29.90	37.40	20.00	40.00	31.80	37.00	30.00	40.00	31.40	36.60	30.00	40.00	32.00	35.80	26.00	40.00	31.50	36.70	30.00	40.00
250	30.30	37.10	30.00	40.00	32.00	37.00	30.00	40.00	31.40	36.20	30.00	40.00	32.00	35.80	26.00	40.00	31.80	36.30	30.00	40.00
300	30.80	36.80	30.00	40.00	32.20	36.80	30.00	40.00	31.60	36.00	30.00	40.00	32.00	35.80	30.00	40.00	31.80	36.30	30.00	40.00
400	30.80	36.70	33.00	40.00	32.40	36.60	33.00	40.00	32.00	35.80	33.00	40.00	32.20	35.50	30.00	40.00	31.80	36.20	33.00	40.00
500	31.20	36.60	33.00	40.00	33.70	36.50	33.00	40.00	34.00	35.50	33.00	40.00	32.40	35.25	30.50	40.00	32.75	36.10	33.00	40.00
600	32.20	36.60	33.00	40.00	33.70	36.00	33.00	40.00	34.10	35.10	33.00	40.00	32.60	35.25	30.50	40.00	33.00	36.00	33.00	40.00
700	33.00	36.60	33.00	40.00	33.60	35.80	33.00	40.00	34.10	35.10	33.00	40.00	32.60	35.25	32.00	40.00	33.00	35.90	33.00	40.00
800	33.00	36.60	33.00	40.00	33.60	35.60	33.00	40.00	34.10	35.00	33.00	40.00	33.20	35.25	33.00	40.00	33.75	35.80	33.00	40.00
900	33.00	36.60	33.00	40.00	33.60	35.60	33.00	40.00	34.10	34.90	33.00	40.00	33.60	35.25	33.00	40.00	33.80	35.50	33.00	40.00
1000	33.00	36.60	33.00	40.00	33.60	35.40	33.00	40.00	34.20	34.90	33.00	40.00	33.70	35.15	33.00	40.00	34.20	35.30	33.00	40.00
1100	33.00	36.60	33.00	38.00	33.60	35.40	33.00	38.00	34.20	34.90	33.00	38.00	33.70	35.15	33.00	38.00	34.20	35.30	33.00	38.00
1200	33.00	36.60	33.00	38.00	33.60	35.40	33.00	38.00	34.20	34.90	33.00	38.00	33.70	35.15	33.00	38.00	34.20	35.30	33.00	38.00
1300	33.00	36.60	33.00	38.00	33.60	35.40	33.00	38.00	34.30	34.90	33.00	38.00	33.70	35.15	33.00	38.00	34.20	35.30	33.00	38.00
1400	33.00	36.60	33.00	38.00	33.60	35.40	33.00	38.00	34.30	35.00	33.00	38.00	33.70	35.15	33.00	38.00	34.20	35.20		

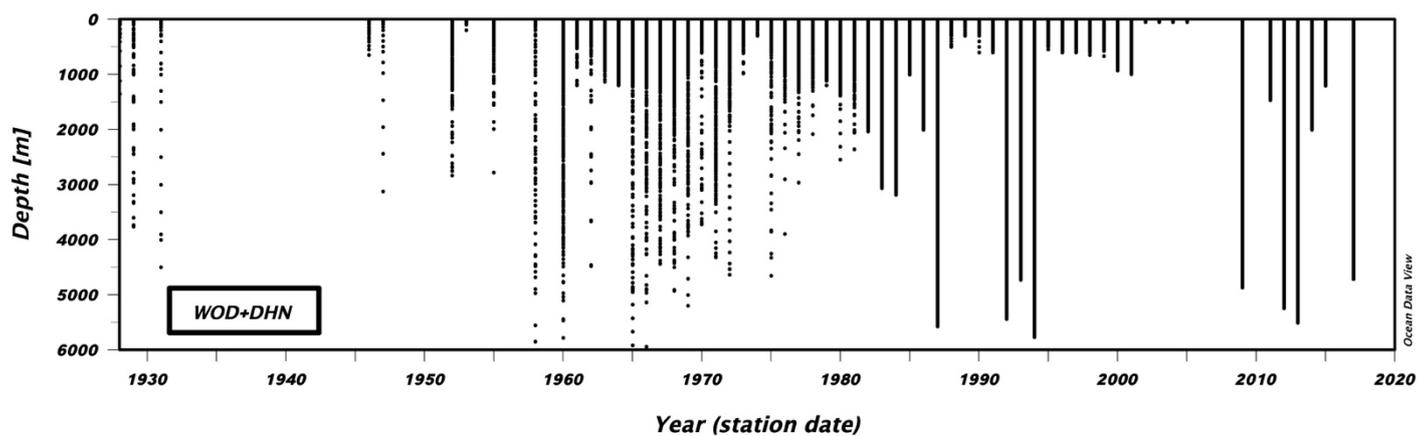


Figura 19 - Profundidades observadas nos perfis WOD + DHN por ano.

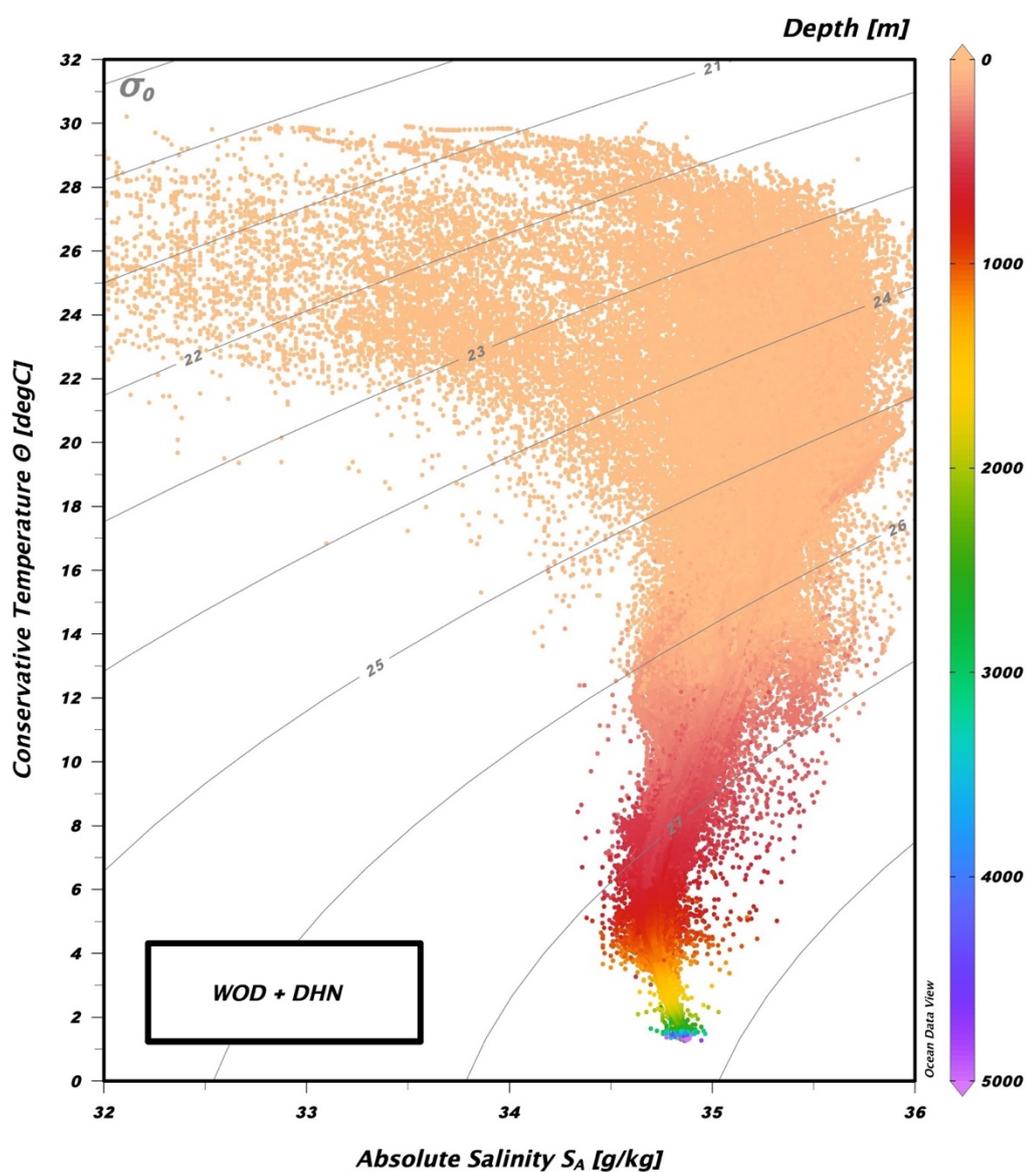


Figura 20 – Diagrama de Temperatura Conservativa e Salinidade Absoluta da compilação dos bancos de dados WOD + DHN.

## 5.2 LOCALIZAÇÃO DAS MASSAS D'ÁGUA ENCONTRADAS NO SISTEMA NORTE DA CORRENTE DE HUMBOLDT USANDO UM DIAGRAMA TS

De acordo com o gráfico apresentado na Figura 3 em 3D de GRADOS *et al.* (2018), e com as áreas consideradas na Figura 21 as quais ilustram as características T/S das principais massas de água encontradas no NHCS, se realizaram os diagramas T/S médios das áreas marcadas, usando as curvas geradas na opção estatística ODV chamada: "PIECE-WISE LINEAL LEAST SQUARES" (Figura 22).

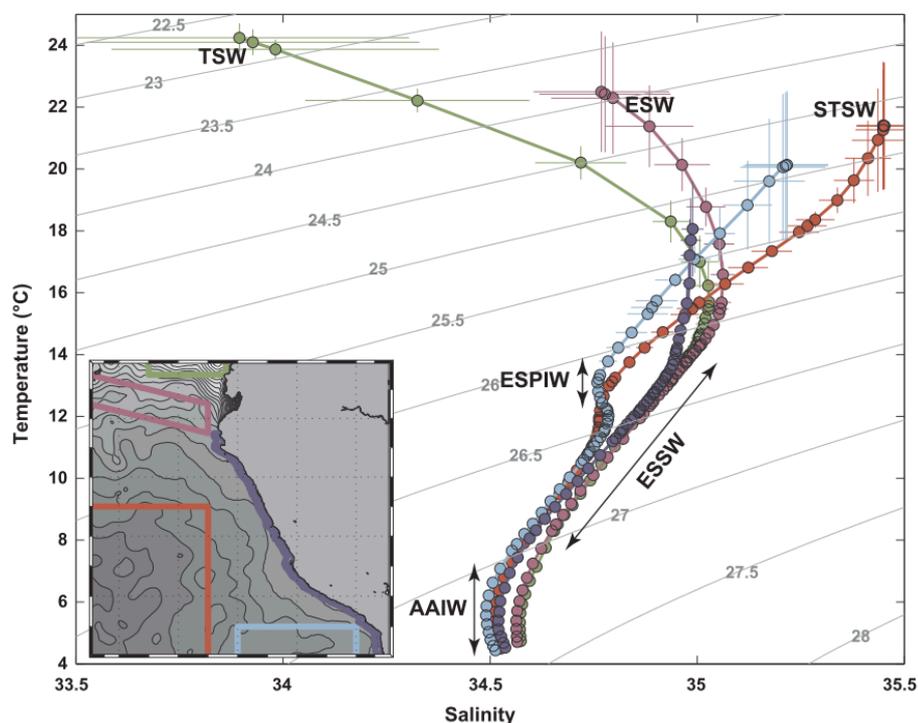


Figura 21 - Diagramas T/S médios nas áreas coloridas na inserção. (GRADOS *et al.*, 2018).

Da mesma forma, sabe-se que as principais massas d'água do NHCS foram caracterizadas em estudos anteriores, GRADOS *et al.* (2018) fizeram uma síntese dos intervalos dos parâmetros considerados em diferentes investigações, conforme mostrado na Tabela 13.

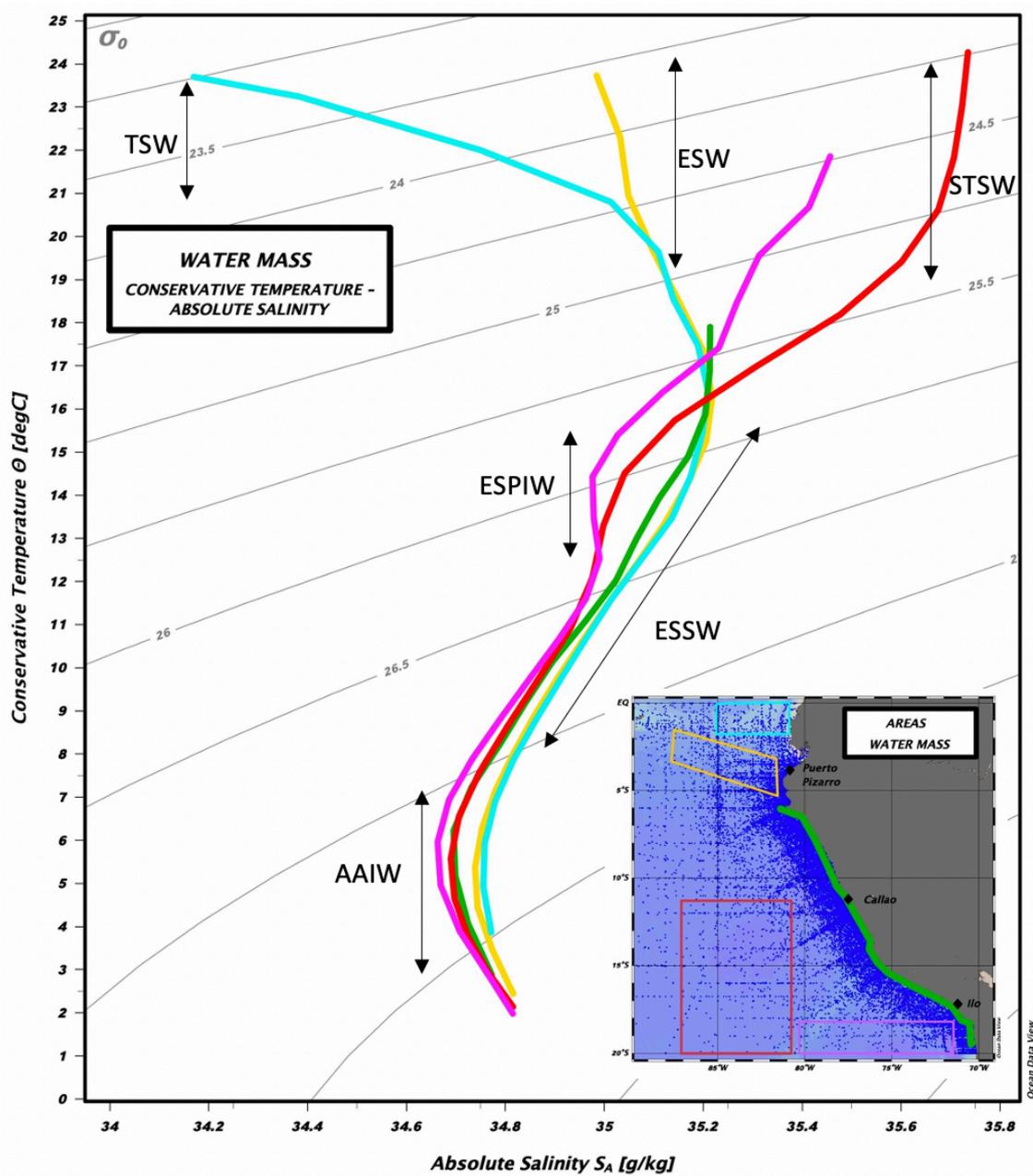


Figura 22 - Diagramas T/S (Conservative Temperature, Absolute Salinity) médios nas áreas coloridas na inserção. Para cada área, os pontos preenchidos representam as propriedades médias.

Water mass		This study	FT2006	STR1998 <sup>a</sup>	SCH2003	BLA2001 <sup>a</sup>	ZUT1970 <sup>a</sup>	MOR2011
TSW	T	23.5–24.5	> 25	> 25	–	–	–	–
	S	33.5–34.4	< 34	< 33.5	–	–	< 33.8	< 34
ESW	T	20–24	< 25	20–24	–	–	–	–
	S	34.6–35.0	> 34	33.5–35.0	–	–	< 34.8	–
STSW	T	19–23.5	–	20–28	–	17–25	> 17	–
	S	> 35.4	> 35	> 35	–	34.9–35.7	> 35.1	35.1–35.6
ESSW	T	8–14	13–20	8.5–10.5	–	11–13	13–15	–
	S	34.6–35.0	34.3–35.5	34.4–34.8	–	34.7–34.9	34.9–35.1	–
ESPIW	T	12–14	–	11.5–14.5	11–13	11–14	13–15	–
	S	34.8	–	34.1–34.8	34.1–34.3	34.3–34.8	34.6–34.8	–
AAIW	T	4–7	4–10	5.5	–	6–8	4–7	–
	S	34.5–34.6	< 34.5	34.3–34.5	–	> 34.5	34.45–34.6	–

<sup>a</sup> Note that these authors referred to ESPIW as Subantarctic Water.

Tabela 13 - Os intervalos de temperatura (T, em ° C) e salinidade (S) das principais massas d'água encontrados no NHCS entre a superfície e 1000 m de profundidade. (GRADOS *et al.*, 2018).

No âmbito da pesquisa, considerando os novos perfis incluídos no banco de dados inédito utilizado neste estudo, podemos caracterizar 6 das principais massas d'água do NHCS (Figura 22) conforme mostra a Tabela 14, onde pode-se observar uma diferença em comparação a os intervalos apresentados por outros autores, devido a que foram trabalhados com diferentes padrões como é o EOS-80 usado anteriormente, além do uso de um banco de dados inédito e nunca usado antes, como o WOA18 e o banco da DIHIDRONAV.

Os histogramas da profundidade, salinidade absoluta e temperatura conservativa dos dados usados para o cálculo da curva média de cada área se podem encontrar no Apêndice Alfa, e as tabelas dos dados de cada curva média no Apêndice Bravo.

<b>Water mass</b>	<b>Conservative Temperature (°C)</b>	<b>Absolute Salinity (g/kg)</b>	<b>Neutral Density (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Depth (m)</b>
<b>TSW</b>	22.4 - 23.6	34.2 - 34.7	23 - 23.75	0 - 50
<b>ESW</b>	19.2 - 24	34.9 - 35.1	23.4 - 25	0 - 90
<b>STSW</b>	18.9 - 24.2	35.5 - 35.7	24 - 25.3	0 - 100
<b>ESSW</b>	8 - 14.9	34.8 - 35.2	26 - 27	80 - 500
<b>ESPIW</b>	12.2 - 15.4	35	25.8 - 26.4	70 - 160
<b>AAIW</b>	3.5 - 7.4	34.6 - 34.8	27 - 27.5	500 - 1100

Tabela 14 - Intervalos de Conservative Temperature (°C), Absolute Salinity (g/kg) e Neutral Density (kg/m<sup>3</sup>) das principais massas d'água encontrados no NHCS.

### 5.3 PADRÕES SAZONAIS MÉDIOS DE SST, SSS E A DENSIDADE DA SUPERFÍCIE DO MAR EM DUAS ESTAÇÕES DO ANO (VERÃO E INVERNO AUSTRAL)

Conforme constatado em diferentes estudos, como no estudo GRADOS *et al.* (2018), foram consideradas as datas para o verão austral entre 1 de janeiro e 31 de março e para o inverno entre 1 de julho e 31 de setembro, tendo um total de 9,064 estações no verão e 10,336 estações no inverno (Tabela 15). Para trabalhar os gráficos da superfície do mar, como os gráficos de 50 metros de profundidade.

<b>DADOS EM SUPERFÍCIE</b>	<b>QUANTIDADE DE ESTAÇÕES</b>
<b>VERÃO (JANEIRO – MARÇO)</b>	9,064
<b>INVERNO (JULHO – SETEMBRO)</b>	10,336

Tabela 15 - Quantidade de estações de dados em superfície no verão e inverno.

Nas figuras 23 e 24 pode-se observar as condições da superfície nas duas estações do ano consideradas para o presente estudo (verão austral e inverno). Neles podemos observar que no verão predominam águas com valores superiores a 22 °C, no inverno predominam águas com valores acima de 17 °C. Além disso, podemos observar que existe uma variação de temperatura próximo ao litoral, mais acentuada no verão, atingindo variações de até 5 °C nos primeiros 200km próximo ao litoral, e no inverno atingindo variações nos primeiros 200km próximo ao litoral de 2 °C.

Esta frente térmica junto à costa, presente no verão, separa as massas de água de forma mais drástica, onde se observa que o STSW em alto mar, onde existem temperaturas mais quentes e com maior salinidade, devido a uma maior presença de calor nessa época do ano, além de densidade superior a 24 kg / m<sup>3</sup>. Além disso, pode-se visualizar que no verão aparece uma frente de salinidade mais acentuada perto da costa, com variação de até 0,35 nos 200km próximos à costa. Por outro lado, no inverno a variação é menor, chegando a 0,2 variação em a mesma distância da costa.

Observa-se também uma maior ressurgência das águas na latitude 15° S, tanto no inverno quanto no verão, com temperaturas atingindo 16° C no inverno e 19° C no verão, na referida área.

Além disso, encontramos a área correspondente ao norte do Peru com diferentes condições, aproximadamente mais ao norte do paralelo 5 °S, onde temos a presença de ESW, e eles têm características mais visíveis nos valores de salinidade superficial do mar e temperatura superficial do mar.

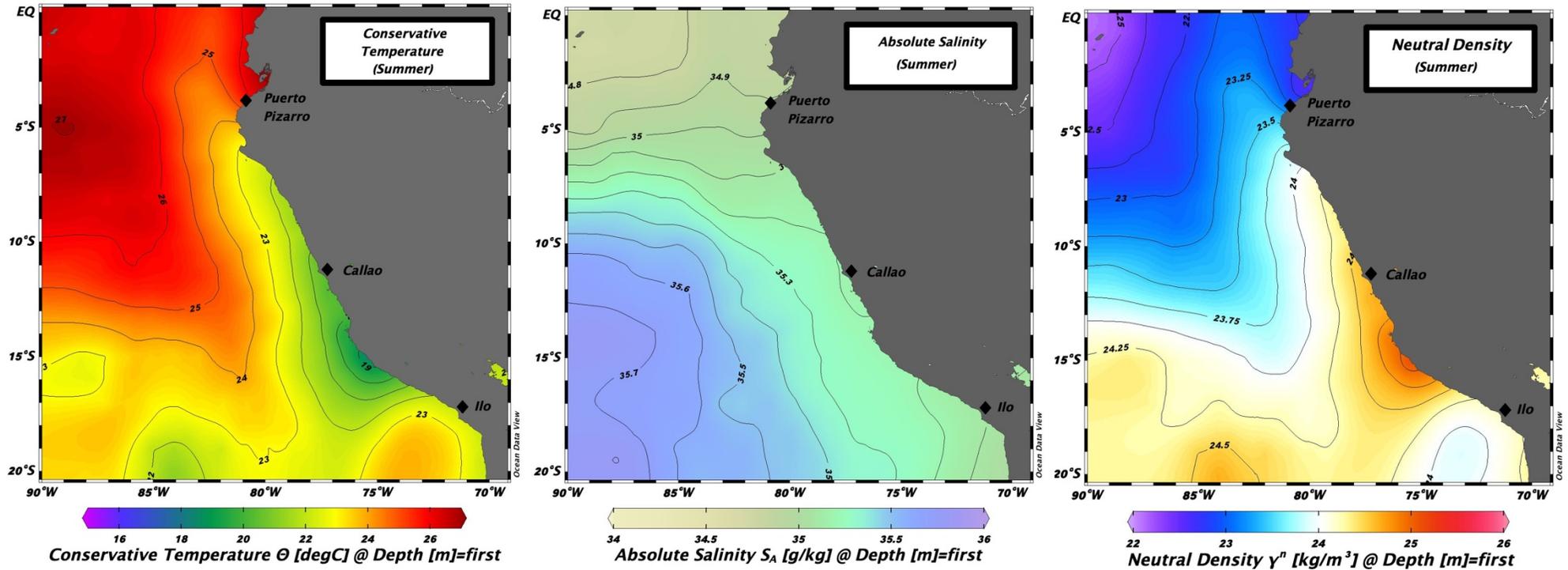


Figura 23 - Temperatura conservativa, salinidade absoluta e densidade neutra média da superfície do mar (TSM) para o verão austral (janeiro-março).

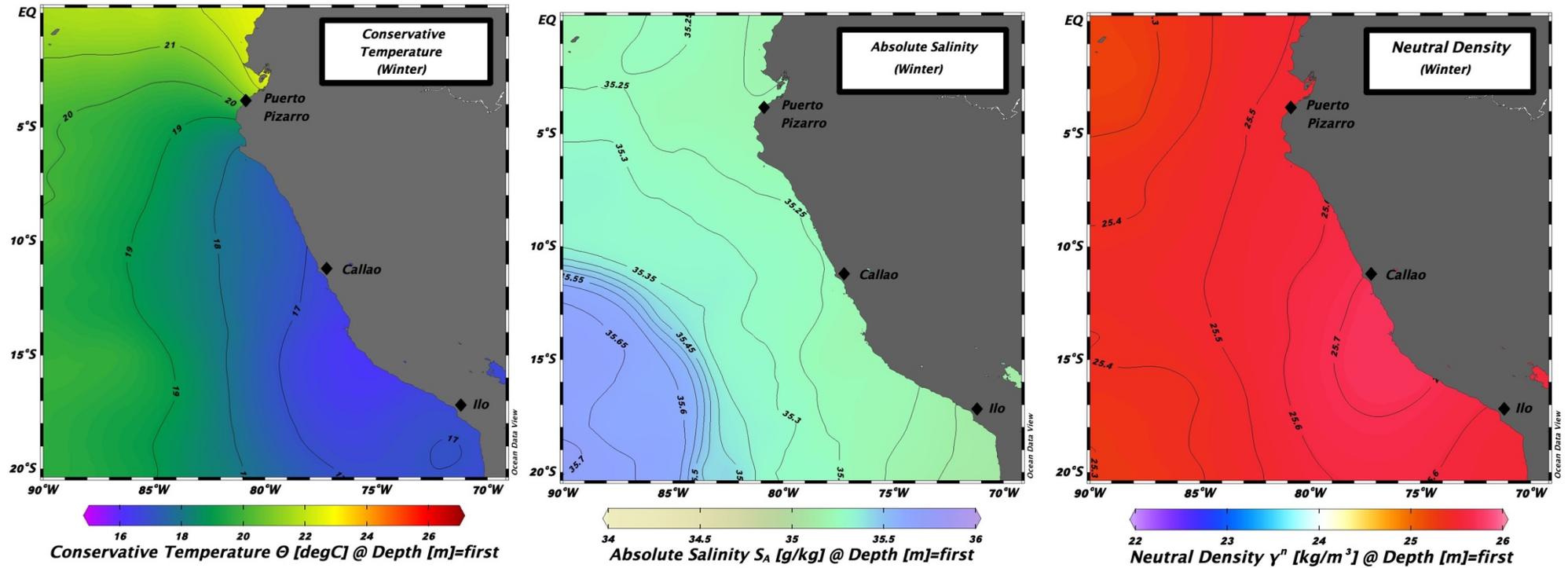


Figura 24 - Temperatura conservativa, salinidade absoluta e densidade neutra média da superfície do mar (TSM) para o inverno do sul (julho-setembro).

#### 5.4 PADRÕES SAZONAIS MÉDIOS (VERÃO E INVERNO AUSTRAL) DA TEMPERATURA, SALINIDADE E DENSIDADE A UMA PROFUNDIDADE DE 50 METROS

Como sabemos, na superfície do mar há maior variabilidade de características das massas de água, pois dentro dos primeiros 50 a 100 metros de profundidade temos uma camada de mistura devido aos processos de interação oceano-atmosfera. Da mesma forma, sabemos que nesta camada está a maior parte da camada eufótica, por onde entra luz solar suficiente para que a atividade fotossintética se desenvolva. Por isso, e como o Peru se destaca pela pesca pelágica, que é aquela desenvolvida na extração de peixes que habitam águas próximas à superfície ou em pouca profundidade, considerou-se conveniente definir e conhecer os padrões sazonais médios no verão e inverno austral, a uma profundidade de 50 metros, usando a quantidade de dados indicada na Tabela 16.

<b>DADOS A 50 METROS DE PROFUNDIDADE</b>	<b>QUANTIDADE DE ESTAÇÕES</b>
<b>VERÃO (JANEIRO – MARÇO)</b>	9,064
<b>INVERNO (JULHO – SETEMBRO)</b>	10,336

Tabela 16 - Quantidade de estações de dados a 50 metros de profundidade no verão e inverno.

Nas figuras 25 e 26 podemos observar as condições a 50 metros de profundidade nas duas estações do ano consideradas para o presente estudo (verão austral e inverno). Nestas figuras se pode observar que no verão predominam águas no altamar, com valores superiores a 19 °C, no inverno predominam águas com valores acima de 18 °C. Além disso, podemos observar que existe uma variação de temperatura similar (nas duas estações do ano) próximo ao litoral, desde o porto do Callao ao sul do Peru. Também, pode-se ver que no verão continua com uma variação da temperatura conservativa igual acentuada que no inverno, atingindo variações de até 3 °C nos primeiros 200km próximo ao litoral sul do Callao.

Verifica-se que no inverno existe a presença de águas com maior salinidade em alto mar (valores superiores a 35.5 g/kg), contando no verão com duas frentes menos salinas no norte e no sul do litoral peruano, com menor salinidade de 35.2 g/kg, o que serve também para poder comparar com a presença de águas com densidade neutra menor, predominantemente no verão.

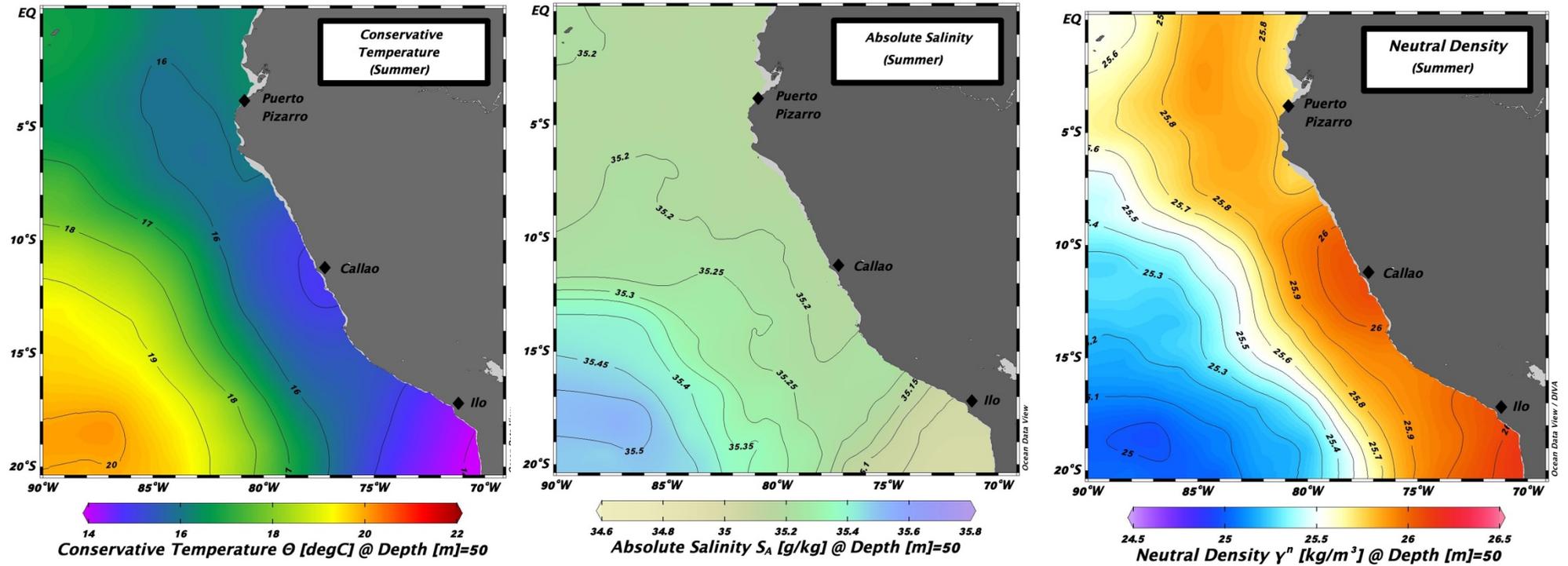


Figura 25 - Temperatura conservativa, salinidade absoluta e densidade neutra média a 50 metros de profundidade para o verão austral (janeiro-março).

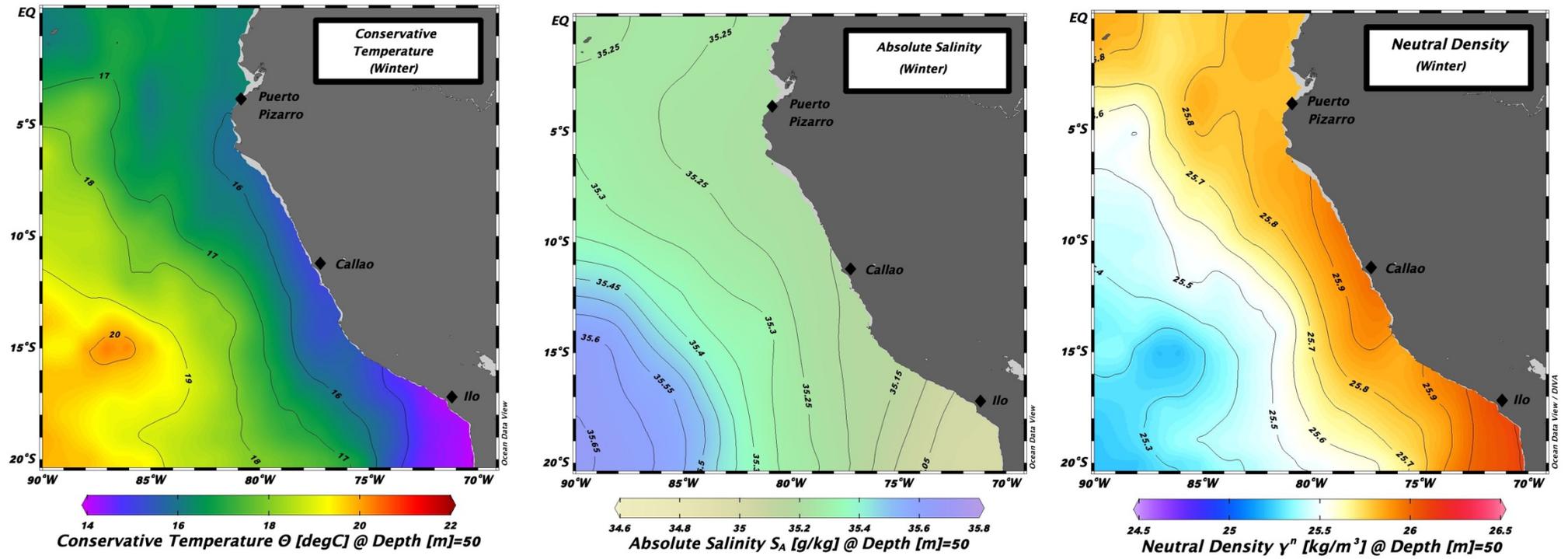


Figura 26 - Temperatura conservativa, salinidade absoluta e densidade neutra média a 50 metros de profundidade para o inverno do sul (julho-setembro).

## 5.5 DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA CONSERVATIVA, SALINIDADE ABSOLUTA E DENSIDADE NEUTRA DA LINHA PARALELA A 100 KM DA COSTA

As variações da Temperatura Conservativa, Salinidade Absoluta e Densidade Neutra ao longo da costa da área de estudo, na seção localizada a 100km da costa (representada pela linha vermelha na Figura 27, de coordenadas indicadas no Apêndice Charlie) foram calculadas com o número de estações descritas na Tabela 17, para o cálculo das características médias nas estações sul de verão e inverno.

DADOS A 100 KM DA COSTA, ÁREA DE 50 KM DE LARGURA	QUANTIDADE DE ESTAÇÕES
TOTAL ANUAL	33,382
VERÃO (JANEIRO – MARÇO)	8,173
INVERNO (JULHO – SETEMBRO)	9,691

Tabela 17 - Quantidade de estações de dados a 100 km da costa no verão e inverno.

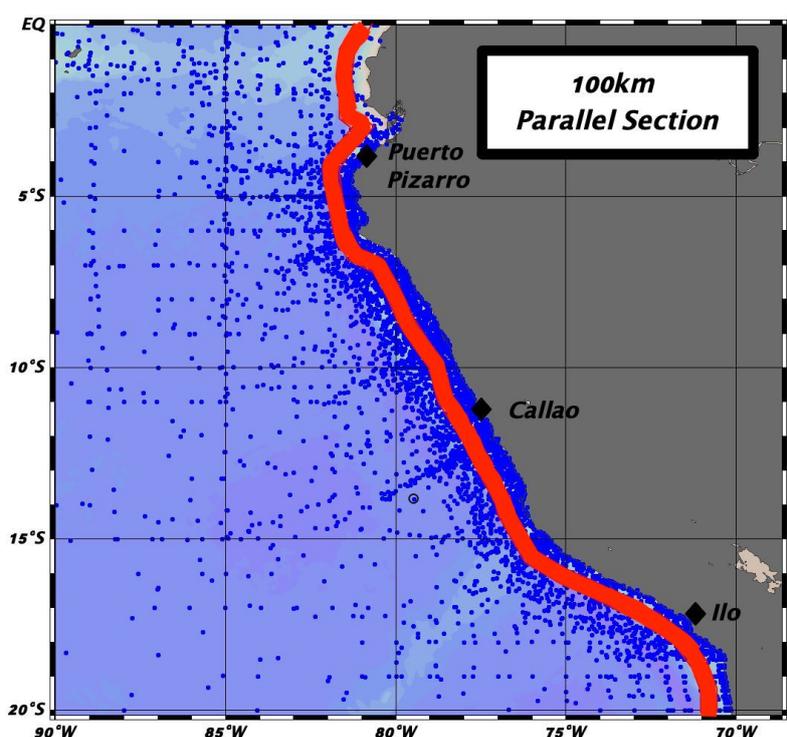


Figura 27 – Localização da seção paralela a 100 km da costa.

Nas Figuras 28 e 29 há uma região sombreada entre 7°S e 11°S que indica a presença da plataforma do Peru, que é mais rasa que 1000 metros a 100 km da costa.

Nos gráficos onde se apresenta a Temperatura Conservativa, pode-se observar que temos uma termoclina de bem marcada entre os 40 a 50 metros de profundidade, que é mais marcada no verão, o que se deve principalmente a uma maior influência do calor na superfície e presença de ventos mais fracos. A presença do TSW também é apreciada da latitude 4°S em direção ao norte, onde gera maior estratificação da camada de água superficial.

Verificamos que a termoclina de 15°C durante o verão está presente a aproximadamente 100 metros de profundidade no equador e ascende ao sul, sendo 40 metros de profundidade a 20°S. Esta termoclina desce durante o inverno até aproximadamente 200 metros de profundidade na linha equatorial, atingindo também 40 metros de profundidade em 20°S.

As condições da Salinidade Absoluta encontradas durante o verão e inverno austral permanecem com poucas mudanças observáveis ao longo da costa, havendo presença de águas mais doces de origem equatorial e a mistura com a STSW está presente até a latitude de aproximadamente 7° S.

Observa-se que a presença de águas com salinidade absoluta superior a 35 g/kg se aprofunda até cerca de 300 metros de profundidade na região equatorial, aprofundando-se mais durante o inverno austral. Entre 600 metros e 1000 metros de profundidade na região de 14°S em direção às latitudes mais ao sul, observa-se a presença de AAIW.

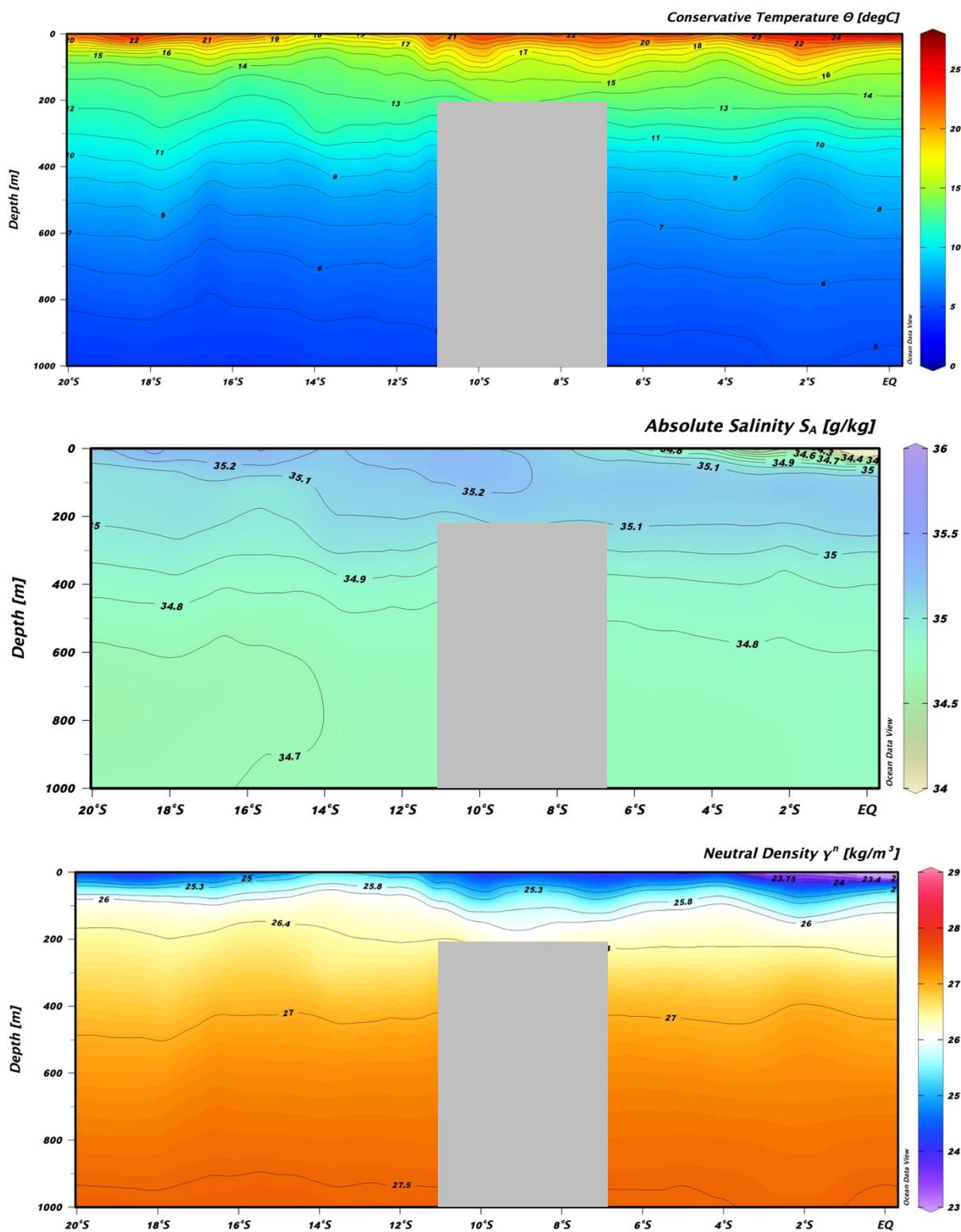


Figura 28 - Temperatura conservativa, Salinidade absoluta e Densidade neutra média na linha paralela a 100 km da costa para o verão austral (janeiro-março).

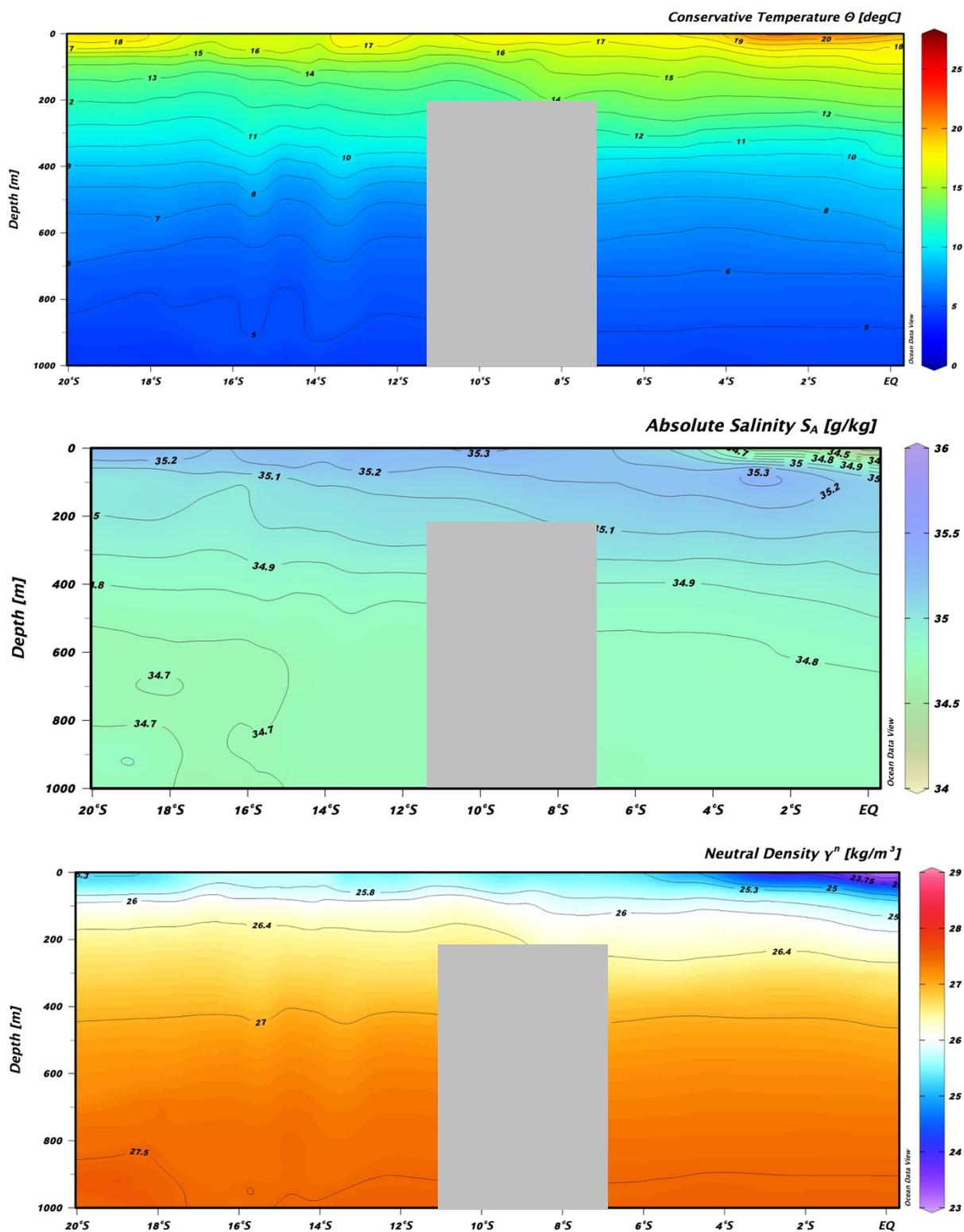


Figura 29 - Temperatura conservativa, salinidade absoluta e densidade neutra média na linha paralela a 100 km da costa para o inverno do sul (julho-setembro).

## 6. CONCLUSÕES E DISCUSSÕES

O objetivo principal deste estudo foi fornecer uma descrição atualizada da hidrografia no NHCS, com base na análise combinada dos perfis de temperatura e salinidade do World Ocean Database (WOD), complementado por mais de 1,679 perfis realizados pela Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Peru e os cruzeiros realizados por outras embarcações que, em cumprimento ao disposto na Lei, entregaram as informações coletadas ao Banco Nacional de Dados Oceanográficos, entre 1994 e 2018, com a qual foi construída uma climatologia sazonal T / S (Conservative Temperature / Absolute Salinity) no NHCS, de acordo com o novo padrão GO-SHIP e TEOS-10, a fim de ser utilizada como uma atualização do características das massas d'água do NHCS, além dos padrões sazonais considerados no estudo, com todos os dados disponíveis na área.

Em média, a temperatura da superfície do mar mostra uma frente intensa ao longo da costa associada ao afloramento costeiro, que é mais acentuada no verão do que no inverno, provavelmente devido à melhoria da mistura impulsionada pelo vento no inverno e aos fluxos reduzidos de calor, como é descrito também por GRADOS *et al.* (2018). A salinidade da superfície do mar também mostra uma estrutura frontal paralela à costa que separa a água costeira para cima do STSW, que se apresenta mais salgado no inverno.

Com base nos diagramas T/S médios (Conservative Temperature / Absolute Salinity) obtidos em várias regiões-chave, uma atualização regional dos intervalos de temperatura conservativa média, salinidade absoluta e densidade neutra das 6 massas d'água principais (STSW, ESW, TSW em a camada superficial e ESSW, ESPIW e AAIW na camada subsuperficial) é fornecida, que são encontrados na primeira profundidade de 1000m do NHCS.

Essas características de T/S atualizadas diferem daquelas relatadas anteriormente, devido ao fato de usarmos diferentes protocolos de trabalho como o TEOS-10, além do uso de um banco de dados inédito e nunca utilizado antes, como o WOA18 e o banco da DIHIDRONAV.

Observou-se que não existe um padrão de processamento de dados no Banco Nacional de Dados Oceanográficos do Peru, portanto, é importante estabelecer um protocolo a fim de padronizar procedimentos entre as instituições, e verificar a possibilidade de ter com o padrão GO-SHIP / TEOS-10 um protocolo de processamento no nível da Comissão Permanente do Pacífico Sul (CPPS).

Esforços devem ser intensificados para que a DIHIDRONAV colete os dados amostrados de todas as embarcações que tenham investigação na área competente do Estado peruano, conforme indica o Decreto Supremo 003-77-MA, de 11 de março de 1977.

Deve-se avaliar a possibilidade de considerar num estudo o mesmo espaço de tempo dos dados obtidos pela Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Peru, com os dados do Banco Mundial Oceânico, a fim de comparar a qualidade dos dados, e que pode-se verificar que estão nas mesmas faixas de cada parâmetro avaliado (temperatura e salinidade).

Há que avaliar se devemos considerar apenas, para estudos futuros, os arquivos coletados do Banco Nacional de Dados Oceanográficos da DIHIDRONAV no formato .cnv, que poderiam ser reprocessados de acordo com o protocolo GO-SHIP, e não os arquivos em formato .txt, dos quais os procedimentos realizados na pós-recolha das informações são desconhecidos.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A confiabilidade dos dados utilizados em qualquer estudo científico é de extrema importância, por isso se recomenda fortalecer as competências da pesquisa na região de estudo, buscando ter um rigoroso padrão estabelecido na procura pela qualidade das informações encontradas nas diferentes bases de dados oceanográficas.

Será feita uma proposta de protocolo de processamento de dados de CTD, que será apresentado à área responsável pela Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Peru, para sua posterior avaliação e aplicação, se julgar conveniente.

Ao verificar e não haver estação duplicada entre os dados encontrados no WOD ou no CENDO da DHN, recomenda-se avaliar a possibilidade de enriquecimento da base de dados mundial (WOD), para que possa aumentar as informações atualizadas e confiáveis da região estudada, após ter realizado o reprocessamento correspondente e ter um nível de qualidade adequado, como foi alcançado no presente estudo.

Os dados obtidos do CENDO no formato .txt foram revisados e muitos erros foram observados, fora dos padrões encontrados na base de dados WOD e nos dados DHN reprocessados no presente estudo, por isso não foram utilizados. Uma proposta de protocolo de trabalho deve ser apresentada em nível nacional e se fosse viável em nível de CPPS, a fim de padronizar os padrões de coleta e processamento de dados, para ter uma melhor qualidade das informações para estudos posteriores, em padrões internacionais, como são o padrão GO-SHIP e o protocolo TEOS-10.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFRED WEGENER INSTITUTE. **Ocean Data View User's Guide**. Bremerhavem, Germany, [s.n.]. Disponível em:  
[https://odv.awi.de/fileadmin/user\\_upload/odv/misc/odv4Guide.pdf](https://odv.awi.de/fileadmin/user_upload/odv/misc/odv4Guide.pdf) , 2016
- ALMEIDA, L., DE AZEVEDO, J. L. L., KERR, R., *et al.* "Impact of the new equation of state of seawater (TEOS-10) on the estimates of water mass mixture and meridional transport in the Atlantic Ocean", **Progress in Oceanography**, v. 162, p. 13–24, 2018. DOI: 10.1016/j.pocean.2018.02.008. Disponível em:  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.pocean.2018.02.008>.
- AMADOR, J. A., ALFARO, E. J., LIZANO, O. G., *et al.* "Atmospheric forcing of the eastern tropical Pacific: A review", **Progress in Oceanography**, v. 69, n. 2–4, p. 101–142, 2006. DOI: 10.1016/j.pocean.2006.03.007. .
- BLANCO, J. L., THOMAS, A. C., CARR, M. E., *et al.* "Seasonal climatology of hydrographic conditions in the upwelling region off northern Chile", **Journal of Geophysical Research: Oceans**, v. 106, n. C6, p. 11451–11467, 2001. DOI: 10.1029/2000jc000540. .
- BOYER, T. P., BARANOVA, O. K., COLEMAN, C., *et al.* "World Ocean Database 2018 (in preparation)", p. 1–207, 2018. .
- DIHIDRONAV. **Centro Nacional de Datos Oceanográficos (CENDO)**. 2021a. Disponível em: <https://www.dhn.mil.pe/sio/index.php?seccion=cendo>. Acesso em: 10 set. 2021.
- DIHIDRONAV. **Sistema de Información Oceanográfica (SIO)**. 2021b. Disponível em: <https://www.dhn.mil.pe/sio/>. Acesso em: 9 fev. 2021.
- DIHIDRONAV, MGP. **Atlas oceanográfico y meteorológico del mar peruano**. 2018. v. 1.
- FIEDLER, P. C., TALLEY, L. D. "Hydrography of the eastern tropical Pacific: A review", **Progress in Oceanography**, v. 69, n. 2–4, p. 143–180, 2006. DOI: 10.1016/j.pocean.2006.03.008. .

FLORES, R., ESPINO, M., LUQUE, G., *et al.* "Patrones de variabilidad ambiental en el mar peruano", **Revista Peruana de Biología**, v. 20, n. 1, p. 21–28, 2013. DOI: 10.15381/rpb.v20i1.2630. .

GARCIA, H. E., BOYER, T. P., LOCARNINI, R. A., *et al.* **World Ocean Database 2018 User's manual (prerelease)**. Ocean Climate Laboratory. National Centers for Environmental Information. NOAA., 2018. Disponible em: [https://www.ncei.noaa.gov/OC5/WOD/pr\\_wod.html](https://www.ncei.noaa.gov/OC5/WOD/pr_wod.html).

GRADOS, C., CHAIGNEAU, A., ECHEVIN, V., *et al.* "Upper ocean hydrology of the Northern Humboldt Current System at seasonal, interannual and interdecadal scales", **Progress in Oceanography**, v. 165, n. May, p. 123–144, 2018. DOI: 10.1016/j.pocean.2018.05.005. Disponible em: <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2018.05.005>.

ICOCHEA, L., "Masas de agua". 2011. p. 1–4. Disponible em: <https://tarwi.lamolina.edu.pe/licochea/masas.html>.

IOC, SCOR, IAPSO. "The international thermodynamic equation of seawater – 2010: Calculation and use of thermodynamic properties", **Intergovernmental Oceanographic Commission, Manuals and Guides No. 56**, n. June, p. 196, 2010.

JOHNSON, D. R., BOYER, T. P., GARCIA, H. E., *et al.* "World Ocean Database 2013 User's Manual", **NODC Internal Report 22**, p. 172, 2013. DOI: 10.7289/V5DF6P53. Disponible em: <http://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOD13/docwod13.html>.

KESSLER, W. S. "The circulation of the eastern tropical Pacific: A review", **Progress in Oceanography**, v. 69, n. 2–4, p. 181–217, 2006. DOI: 10.1016/j.pocean.2006.03.009. .

LAVÍN, M. F., FIEDLER, P. C., AMADOR, J. A., *et al.* "A review of eastern tropical Pacific oceanography: Summary", **Progress in Oceanography**, v. 69, n. 2–4, p. 391–398, 2006. DOI: 10.1016/j.pocean.2006.03.005. .

LOCARNINI, R. A., MISHONOV, A. V., BARANOVA, O. K., *et al.* **World Ocean Atlas 2018, Volume 1: Temperature. NOAA Atlas NESDIS 81**. 2019. Disponible

em: <http://www.nodc.noaa.gov/OC5/indprod.html>.

MCDUGALL, T. J., JACKETT, D. R., MILLERO, F. J., *et al.* "A global algorithm for estimating Absolute Salinity", **Ocean Science**, v. 8, n. 6, p. 1123–1134, 2012. DOI: 10.5194/os-8-1123-2012. .

MORÓN, O. "Climatología de la salinidad superficial del mar frente a la costa peruana 1960-2008.", **Instituto del Mar del Perú**, v. 38, n. 1, p. 7–39, 2011. .

PAIVA, M. **Panorama hidrográfico inédito do Atlântico Sul Ocidental nos últimos 20 anos (1998-2018) a partir de comissões oceanográficas da Marinha do Brasil**. 2019a. 1–69 f. 2019. DOI: .1037//0033-2909.I26.1.78.

PAIVA, M. **Protocolo 01-19 Rev 01 Processamento de dados CTD (via SBE Data Processing) - Observatório Oceanográfico**. 2019b.

PAWLOWICZ, R. "What every oceanographer needs to know about TEOS-10 ( The TEOS-10 Primer )", **Water**, v. 10, n. April, p. 1–9, 2010. .

PENNINGTON, J. T., MAHONEY, K. L., KUWAHARA, V. S., *et al.* "Primary production in the eastern tropical Pacific: A review", **Progress in Oceanography**, v. 69, n. 2–4, p. 285–317, 2006. DOI: 10.1016/j.pocean.2006.03.012. .

PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DEL PERÚ. **Creando el Sistema de Información Oceanográfica a cargo de la DHNM. Decreto Supremo 003-77-MA, 11 Marzo 1977**. 1977.

SBE SEA-BIRD ELECTRONICS. **SBE 9plus CTD - User Manual**. . Bellueve, Washington, USA, 2015.

SBE SEA-BIRD ELECTRONICS. **SeaCAT SBE 19 CTD Operating Manual**. . Bellueve, Washington, USA, 1994. Disponível em: [http://archive.ssc-ras.ru/eg/Equipment/SBE\\_19/Manual\\_SBE19\\_019.pdf](http://archive.ssc-ras.ru/eg/Equipment/SBE_19/Manual_SBE19_019.pdf).

SCHNEIDER, W., FUENZALIDA, R., RODRÍGUEZ-RUBIO, E., *et al.* "Characteristics and formation of Eastern South Pacific Intermediate Water", **Geophysical Research Letters**, v. 30, n. 11, p. 1–4, 2003. DOI: 10.1029/2003GL017086. .

SEA-BIRD ELECTRONICS. "SBE 19plus V2 SeaCAT profiler CTD User Manual", 2016. Disponible em: <http://www.seabird.com/sbe19plusv2-seacat-ctd>.

SEA-BIRD SCIENTIFIC. "Software Manual Seasoft V2 : SBE Data Processing", p. 177, 2017. Disponible em: [service@seabird.com](mailto:service@seabird.com).

STRUB, P. T., MESÍAS, M. J., MONTECINO, V., *et al.* **Coastal ocean circulation off western South America coastal segment. The Sea.** 1998.

UNESCO. **Consideraciones en torno a la posible adopción de una nueva formulación para la ecuación de estado del agua de mar.** París, Francia, 2009.

UNESCO. **La Escala de salinidades prácticas de 1978 y la ecuación internacional de estado del agua del mar de 1980.** Sidney, B.C., Canadá, 1984.

SCHNEIDER, W., R. F. Y. J. G., "Corrientes Marinas Y Masas De Agua". **Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y Procesos.** 2007. p. 177–194. Disponible em: <http://biblio3.url.edu.gt/Publi/Libros/2013/BioMarina/06.pdf>.

ZUTA, S., GUILLÉN, O. G. "Oceanografía de las Aguas Costeras del Perú.", **Boletín IMARPE**, v. 2, p. 157–324, 1970.

## APÊNDICE ALFA – HISTOGRAMAS DA PROFUNDIDADE, SALINIDADE ABSOLUTA E TEMPERATURA CONSERVATIVA

Histogramas da profundidade, salinidade absoluta e temperatura conservativa dos dados usados para o cálculo de cada curva da Figura 22.

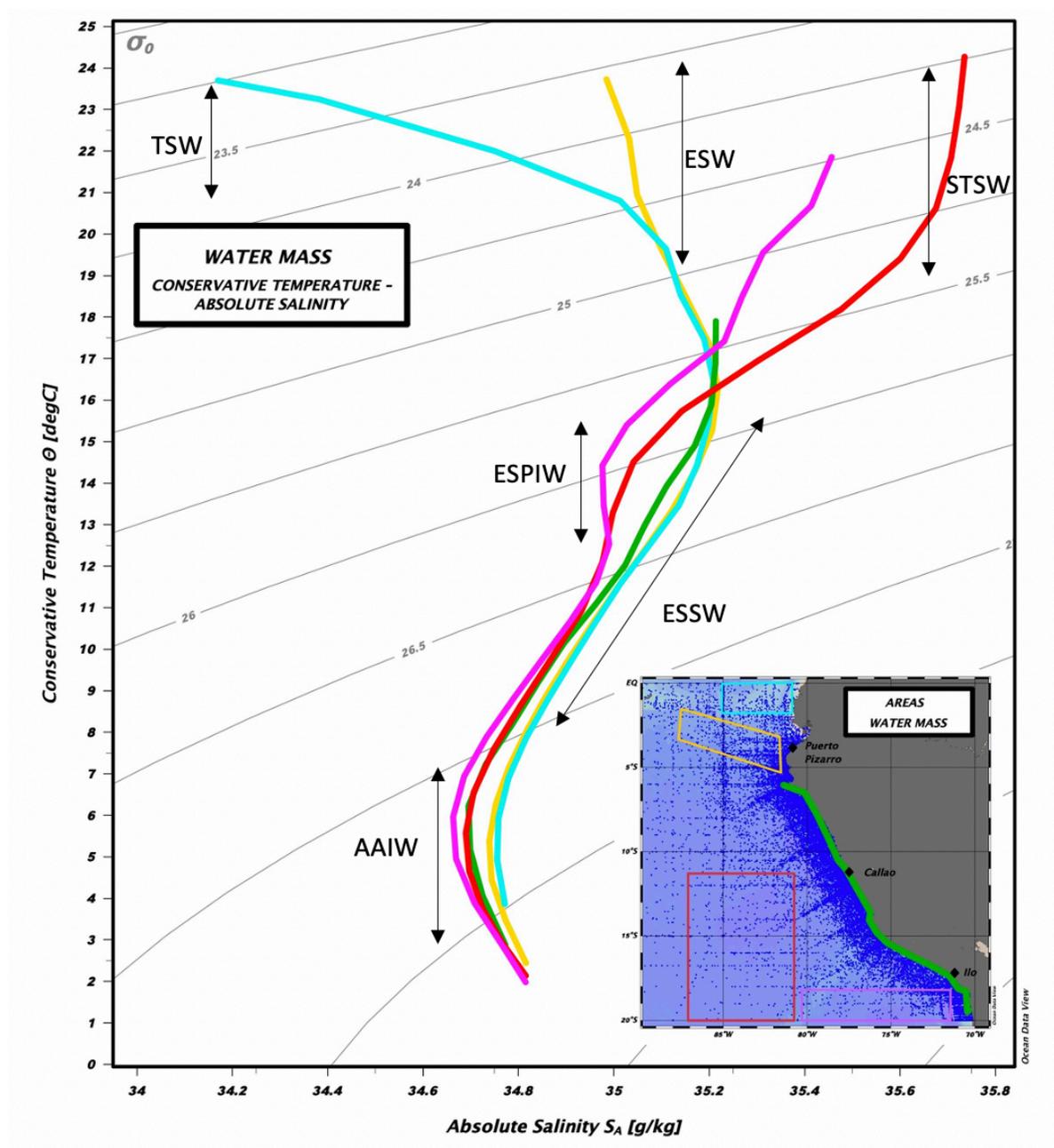


Figura A1 – Histograma da profundidade dos dados usados para o cálculo da curva média da área amarela

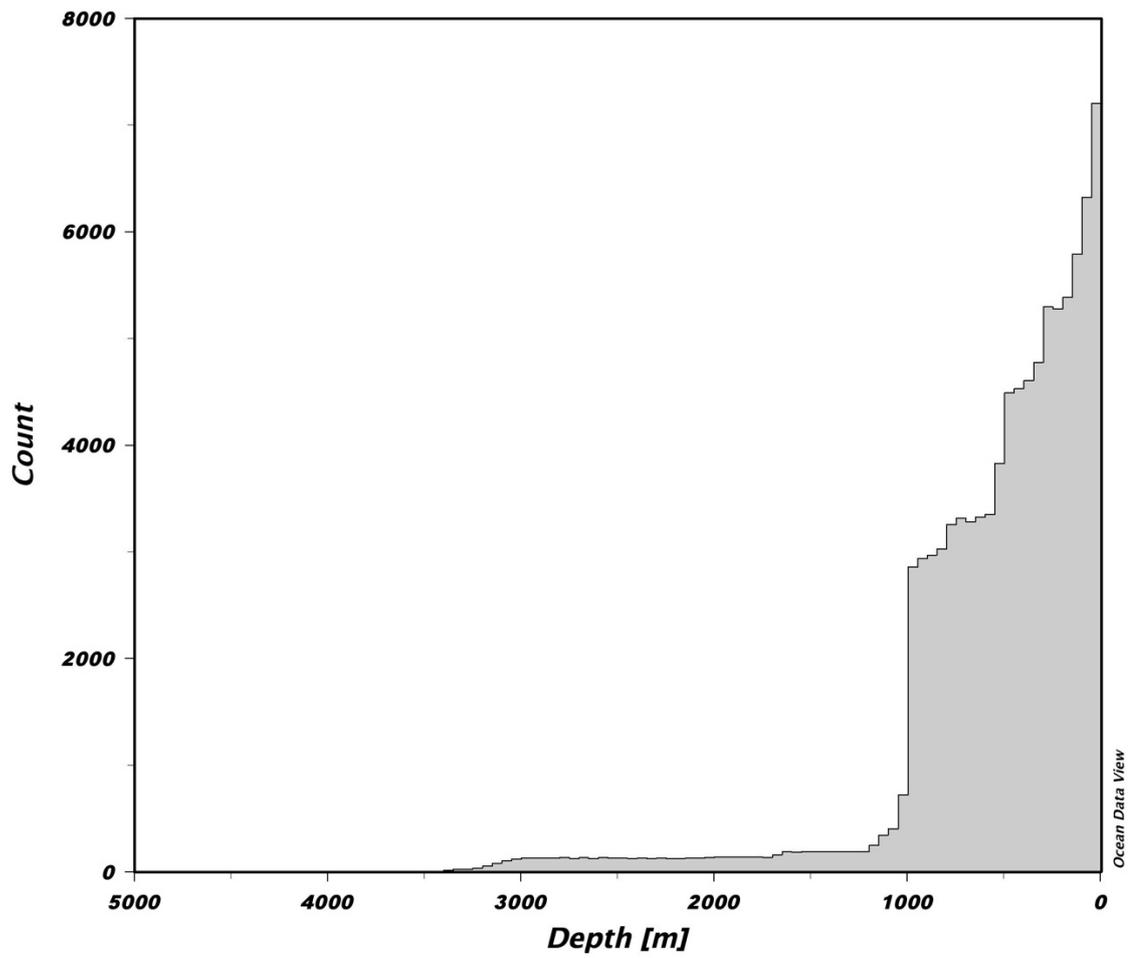


Figura A2 – Histograma da salinidade absoluta dos dados usados para o cálculo da curva média da área amarela

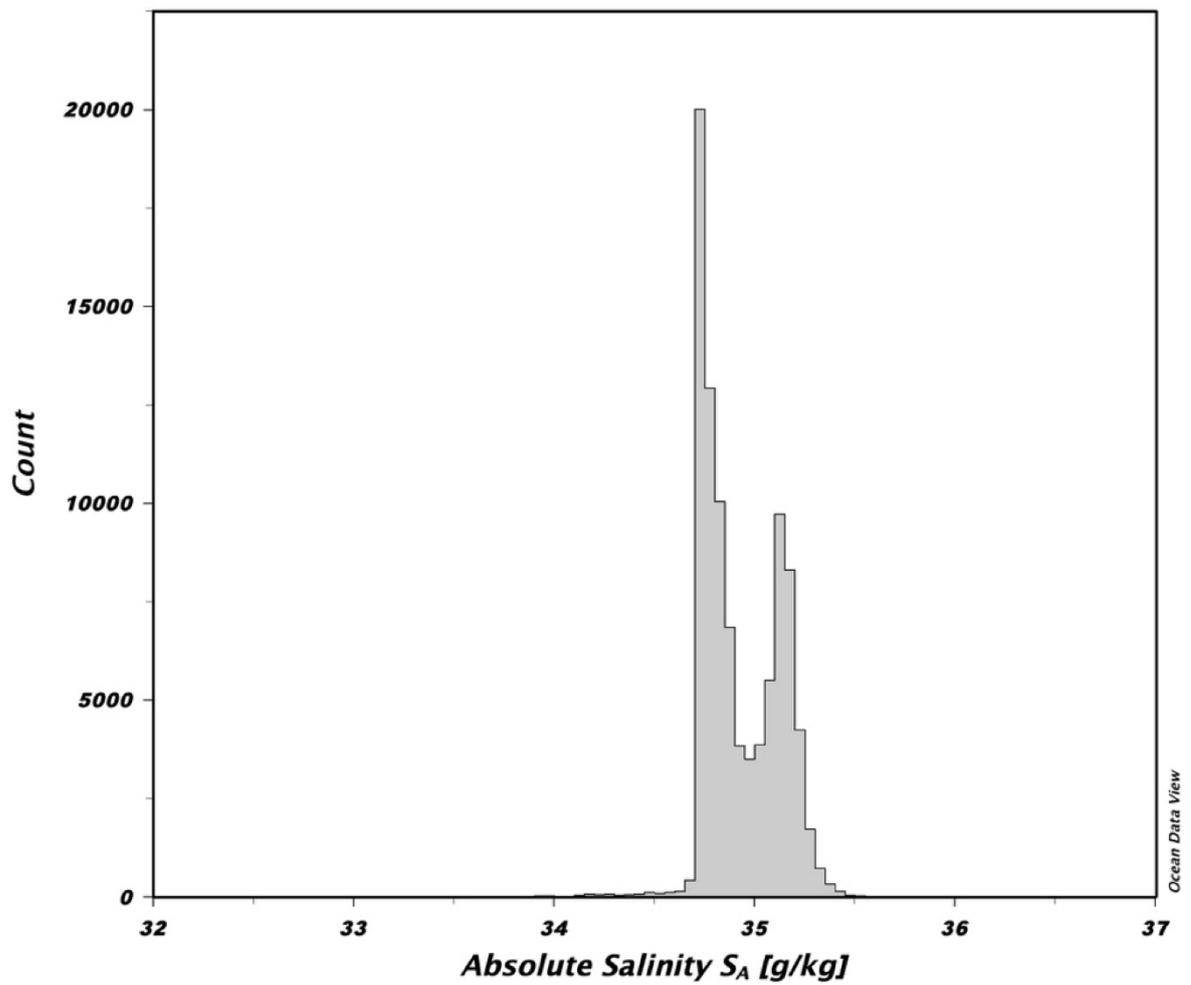


Figura A3 – Histograma da temperatura conservativa dos dados usados para o cálculo da curva média da área amarela

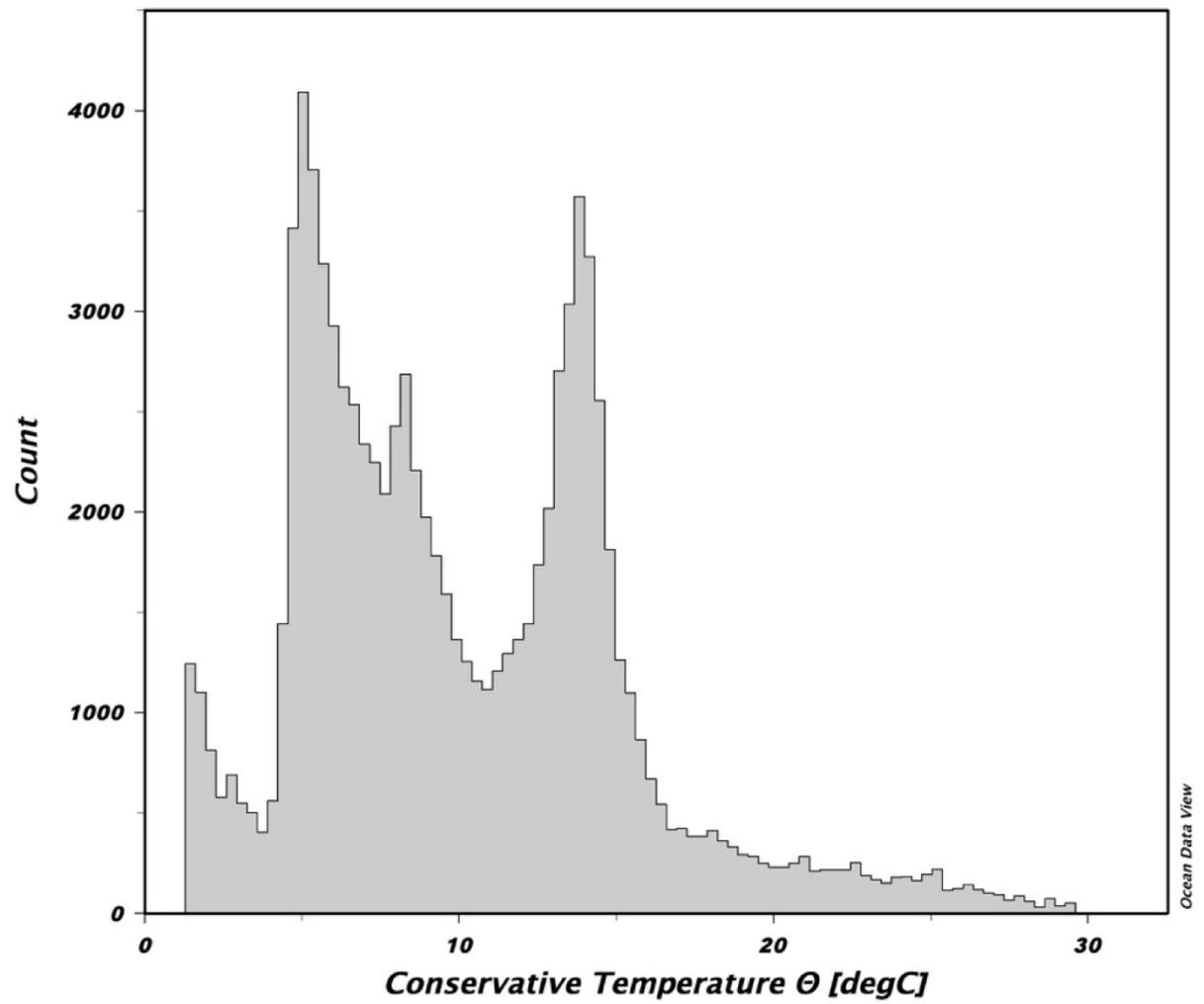


Figura A4 – Histograma da profundidade dos dados usados para o cálculo da curva média da área azul claro

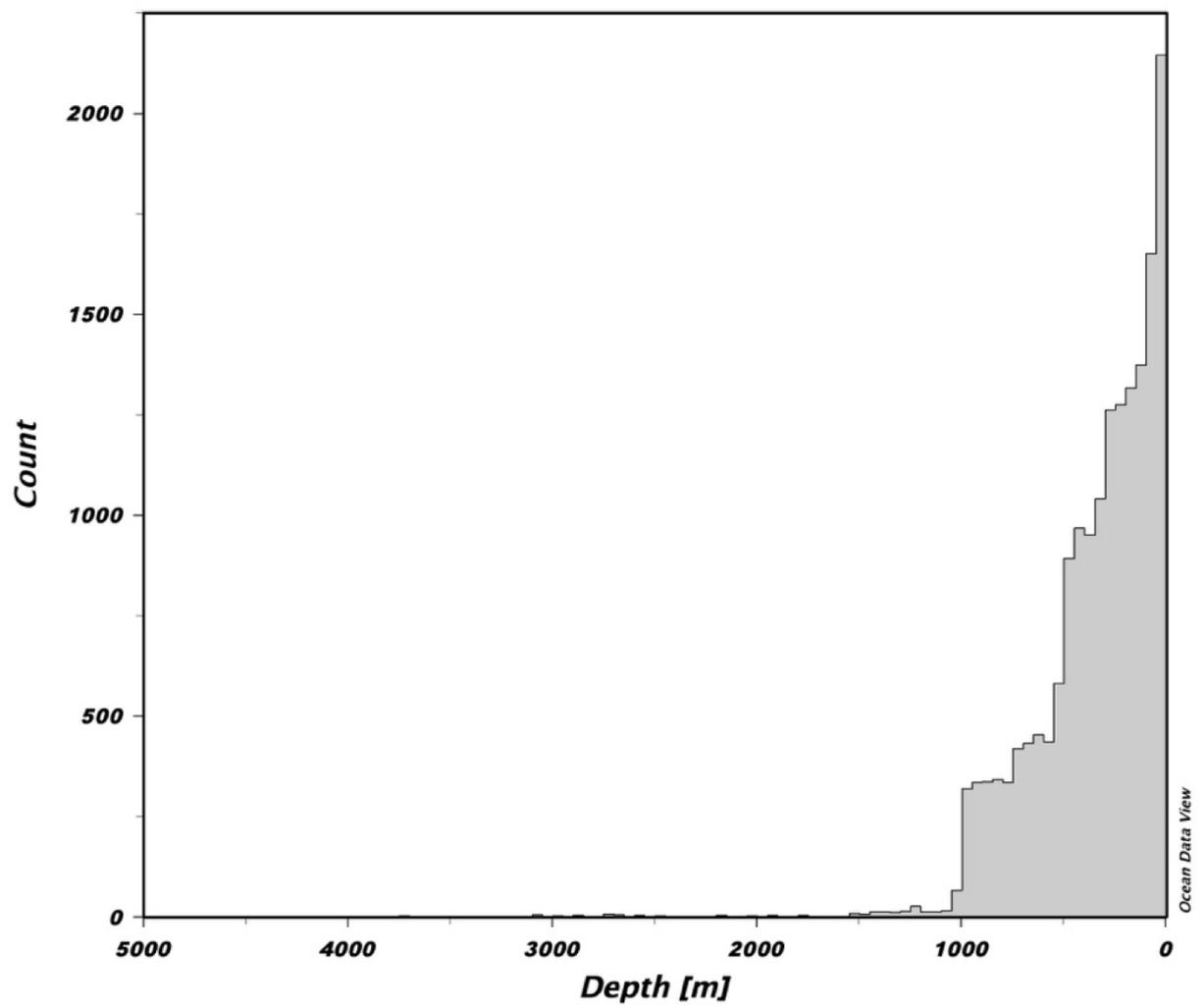


Figura A5 – Histograma da salinidade absoluta dos dados usados para o cálculo da curva média da área azul claro

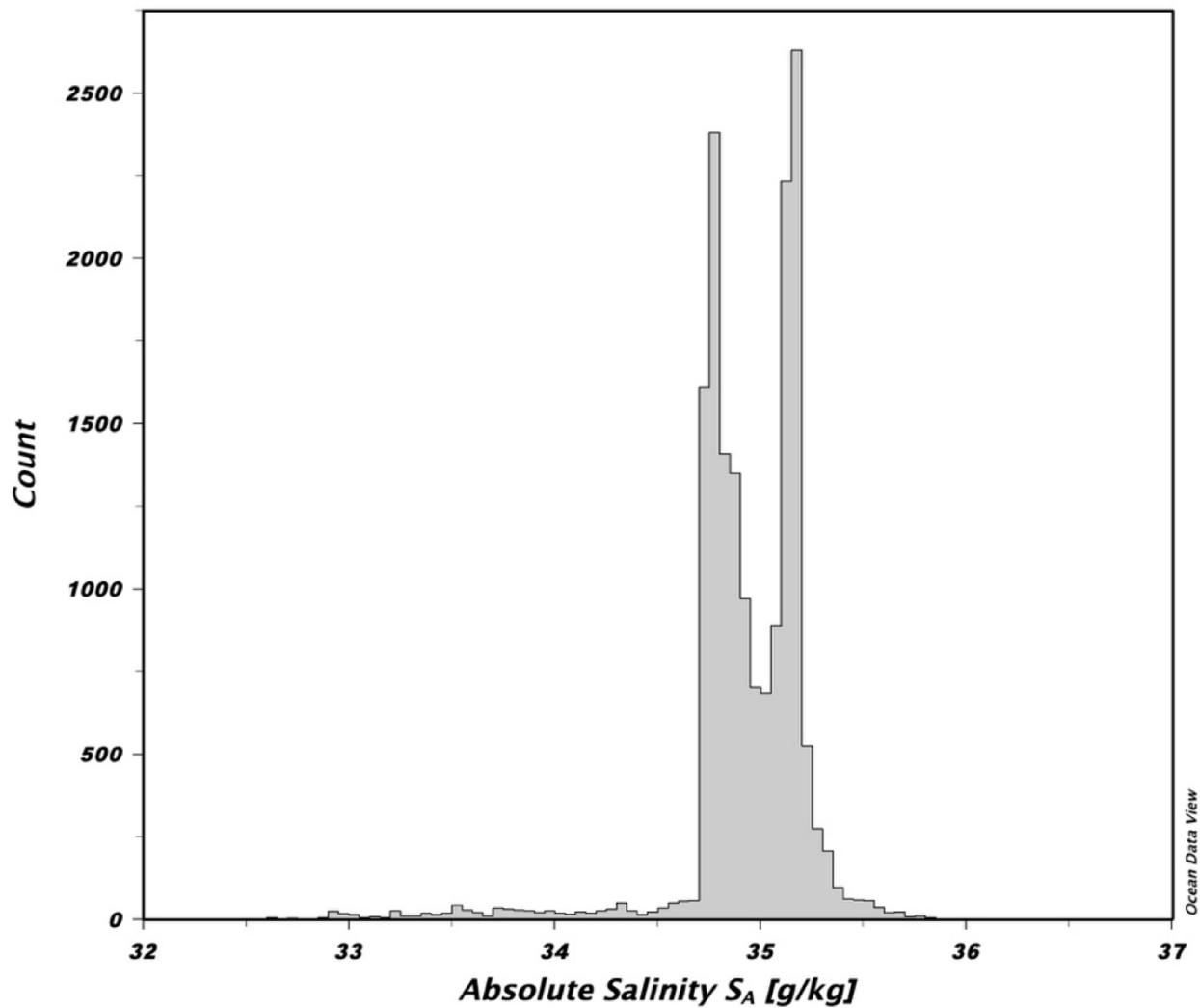


Figura A6 – Histograma da temperatura conservativa dos dados usados para o cálculo da curva média da área azul claro

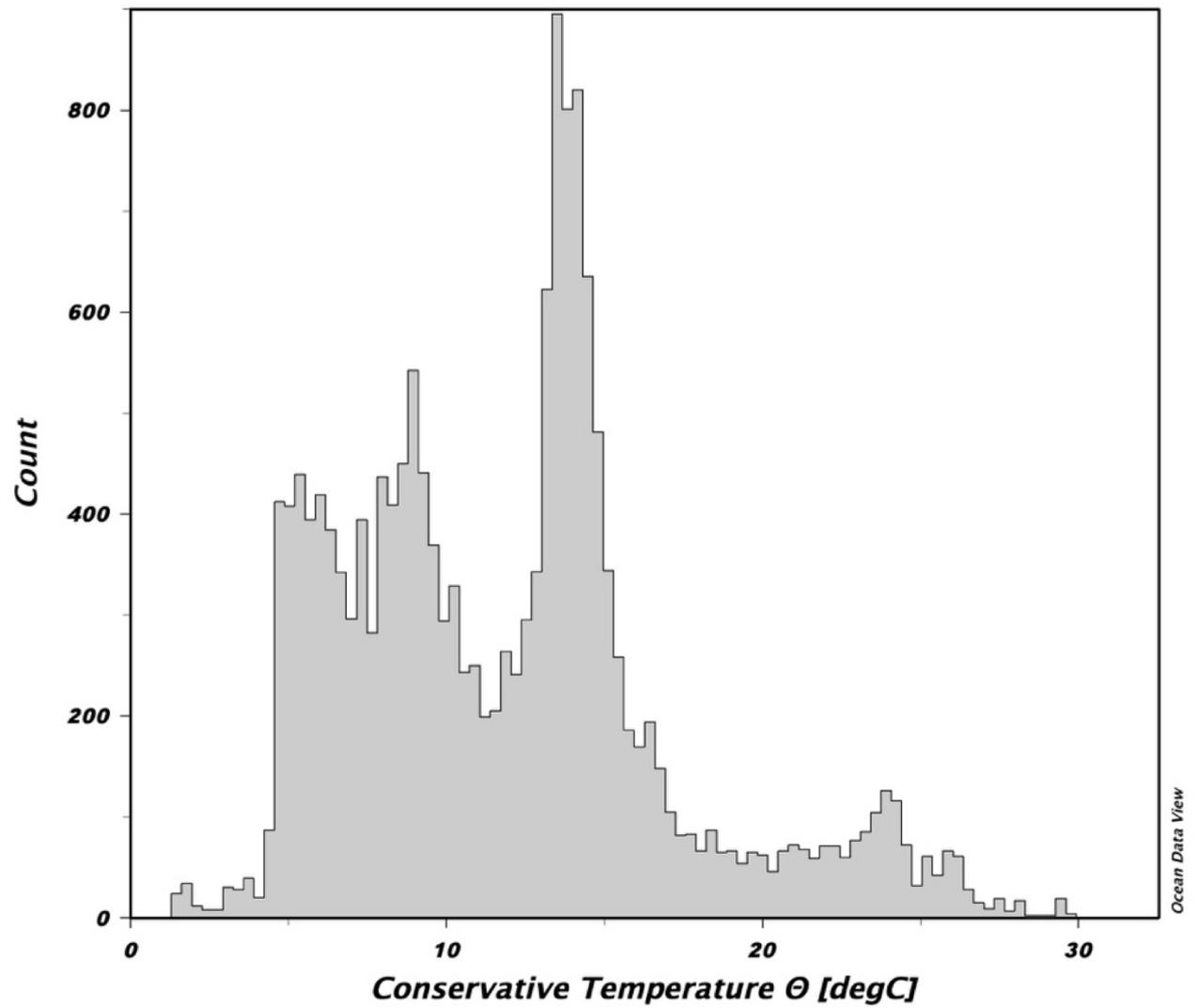


Figura A7 – Histograma da profundidade dos dados usados para o cálculo da curva média da área vermelha

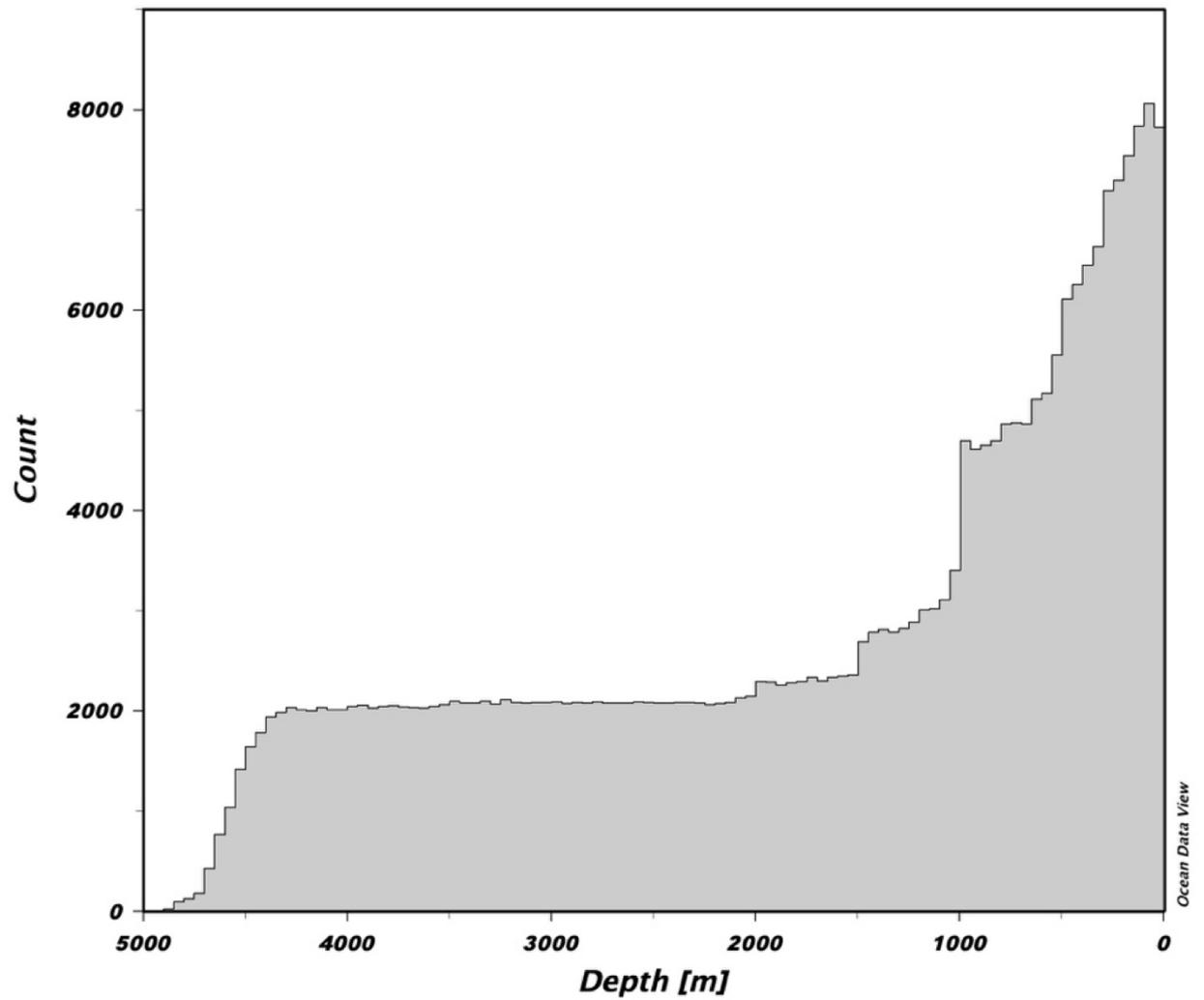


Figura A8 – Histograma da salinidade absoluta dos dados usados para o cálculo da curva média da área vermelha

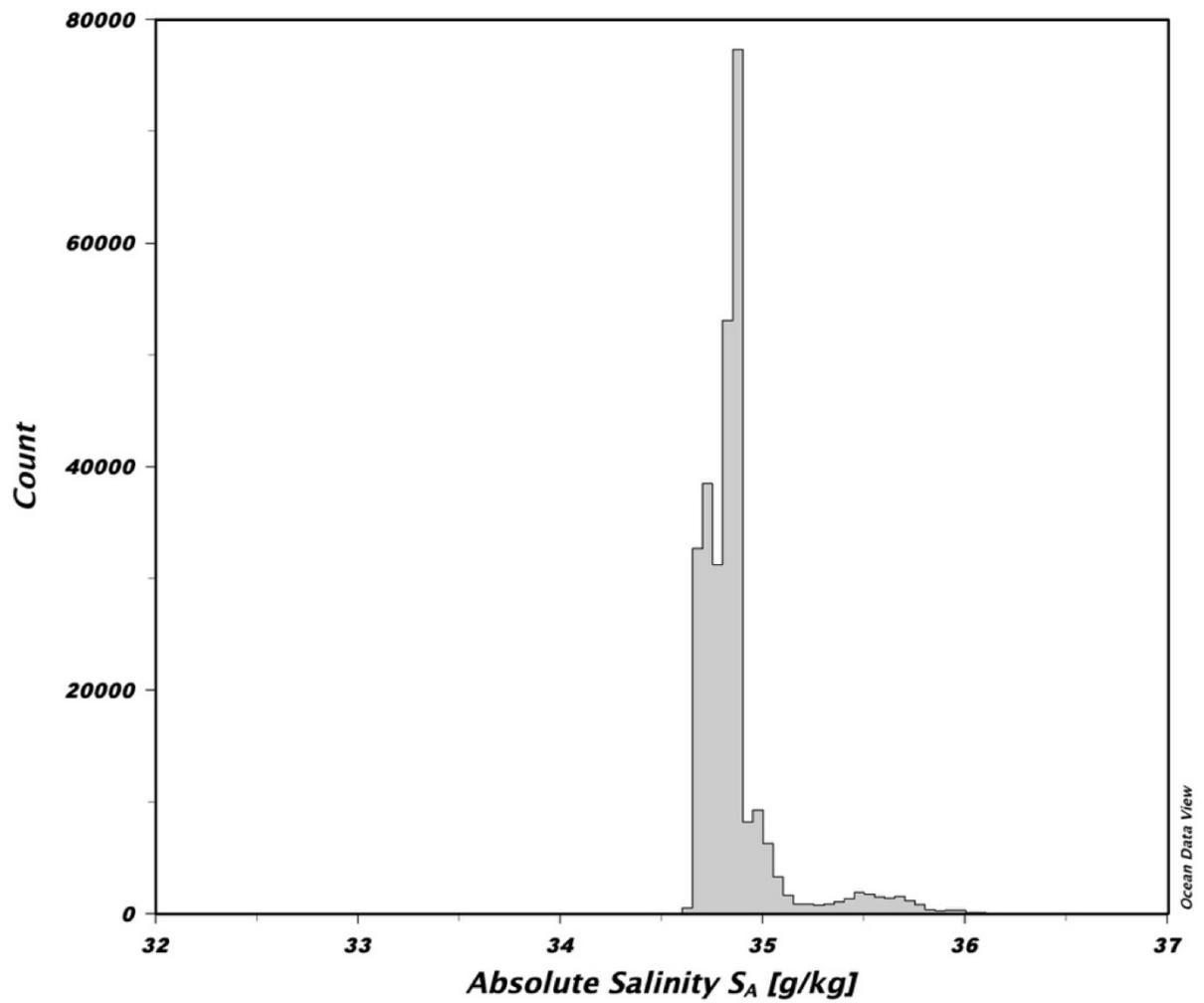


Figura A9 – Histograma da temperatura conservativa dos dados usados para o cálculo da curva média da área vermelha

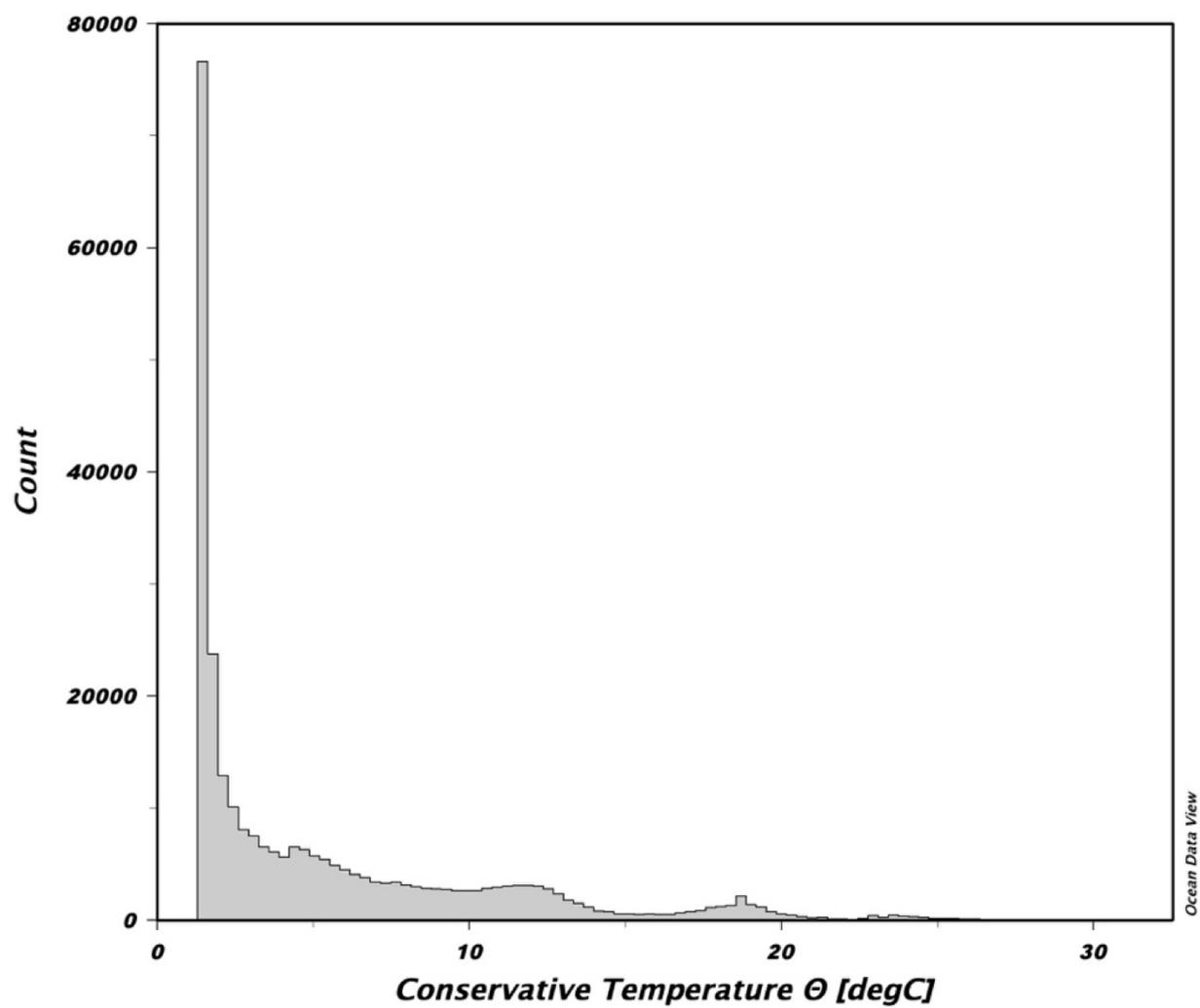


Figura A10 – Histograma da profundidade dos dados usados para o cálculo da curva média da área rosa

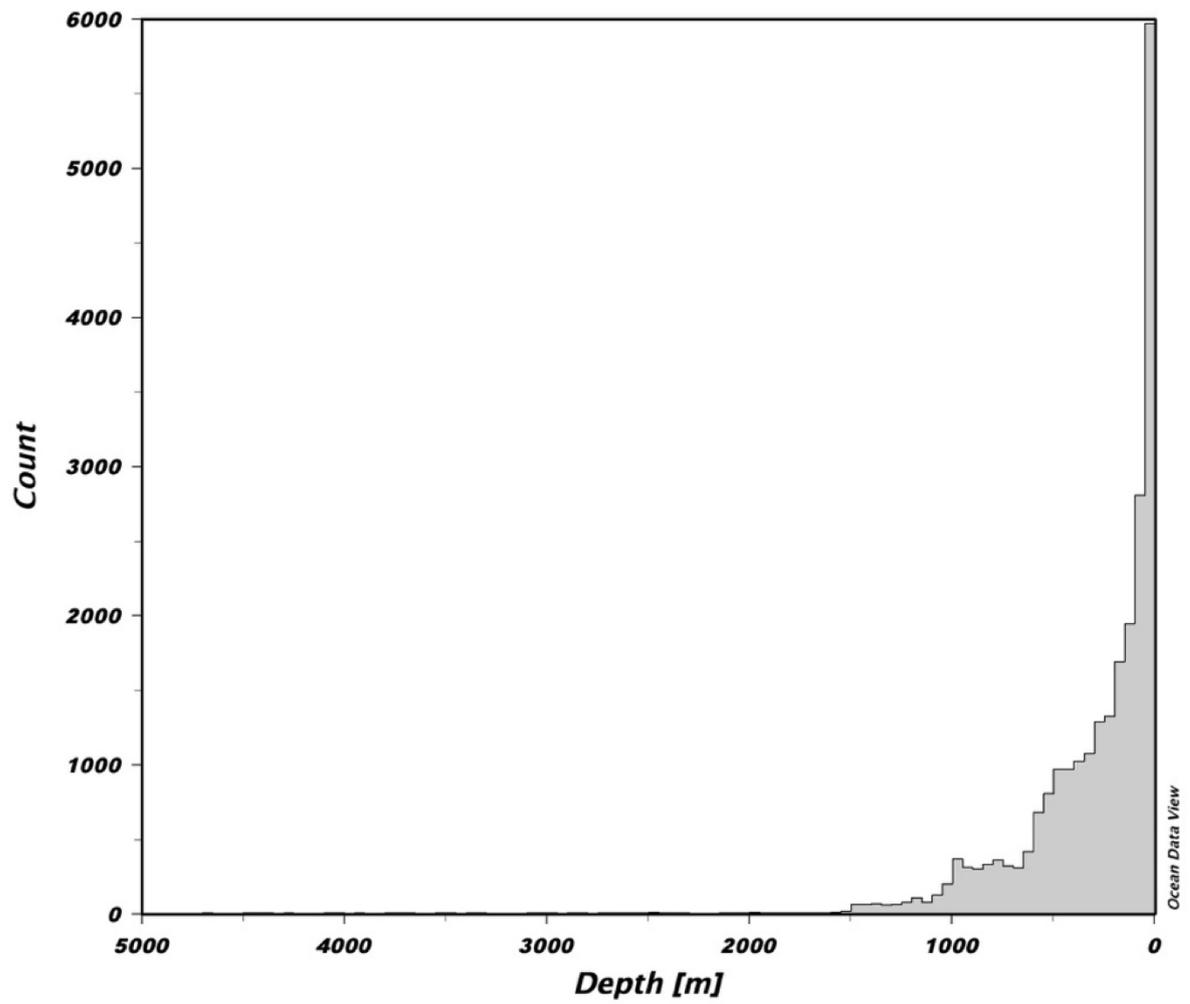


Figura A11 – Histograma da salindade absoluta dos dados usados para o cálculo da curva média da área rosa

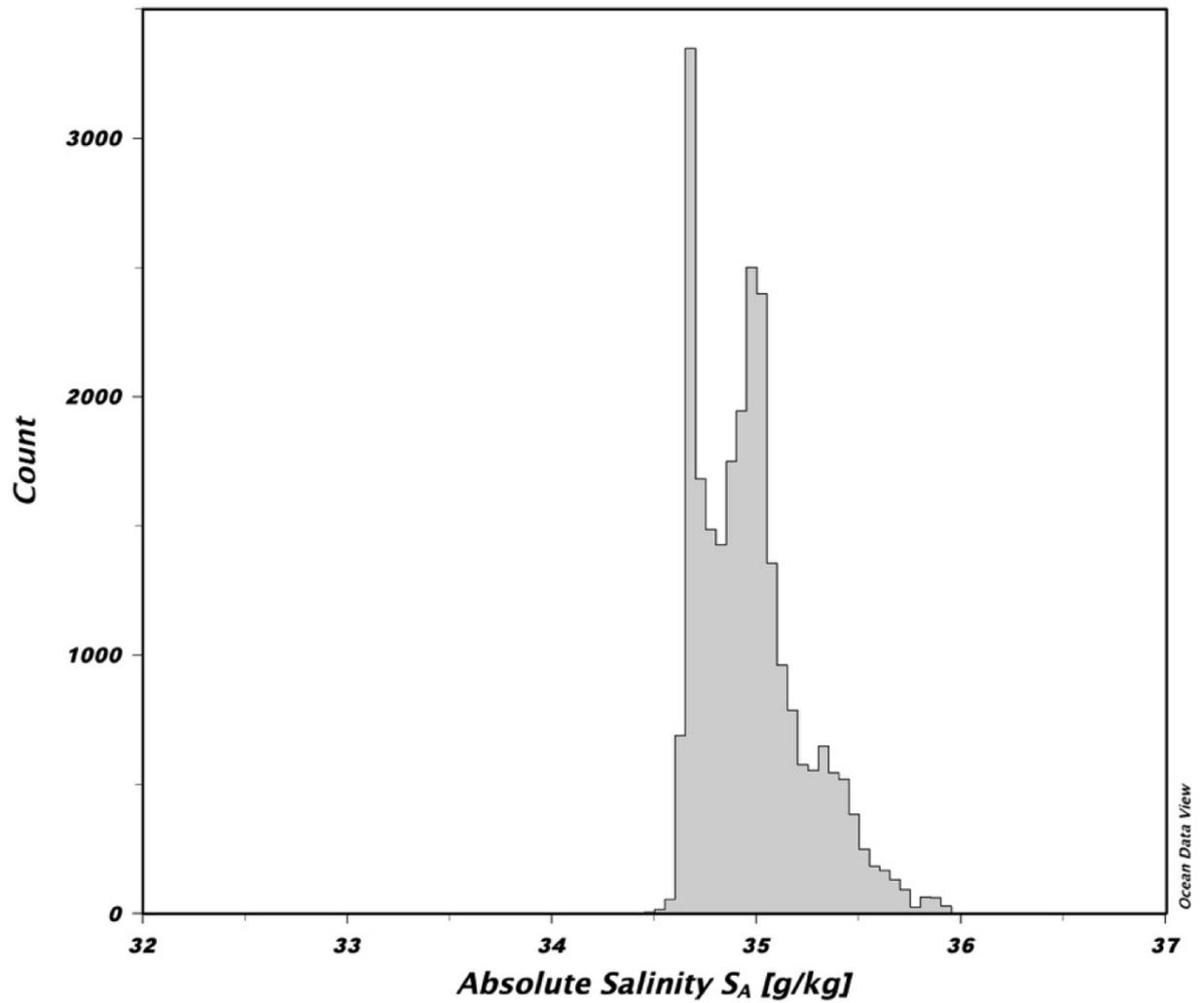


Figura A12 – Histograma da temperatura conservativa dos dados usados para o cálculo da curva média da área rosa

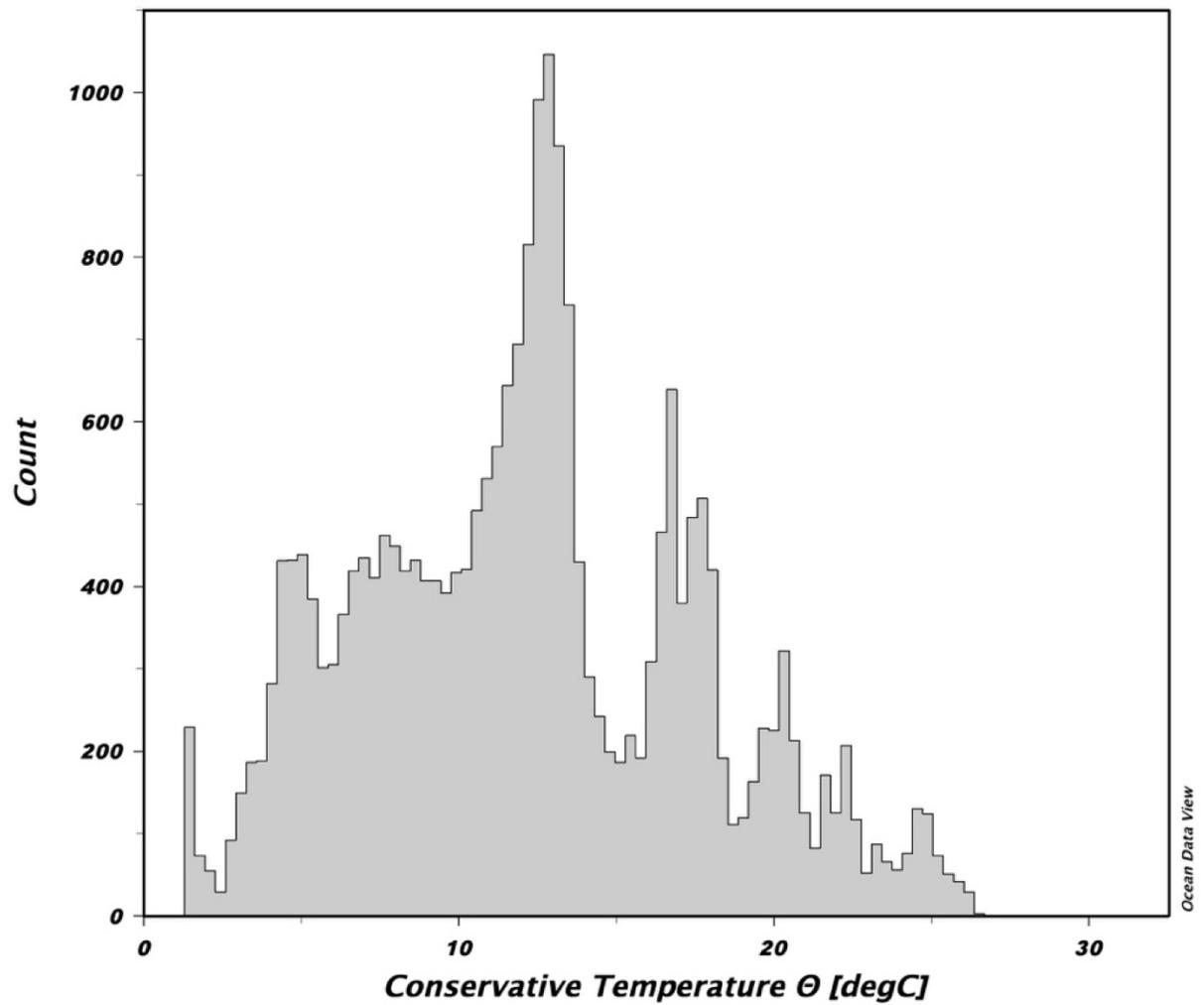


Figura A13 – Histograma da profundidade dos dados usados para o cálculo da curva média da área verde

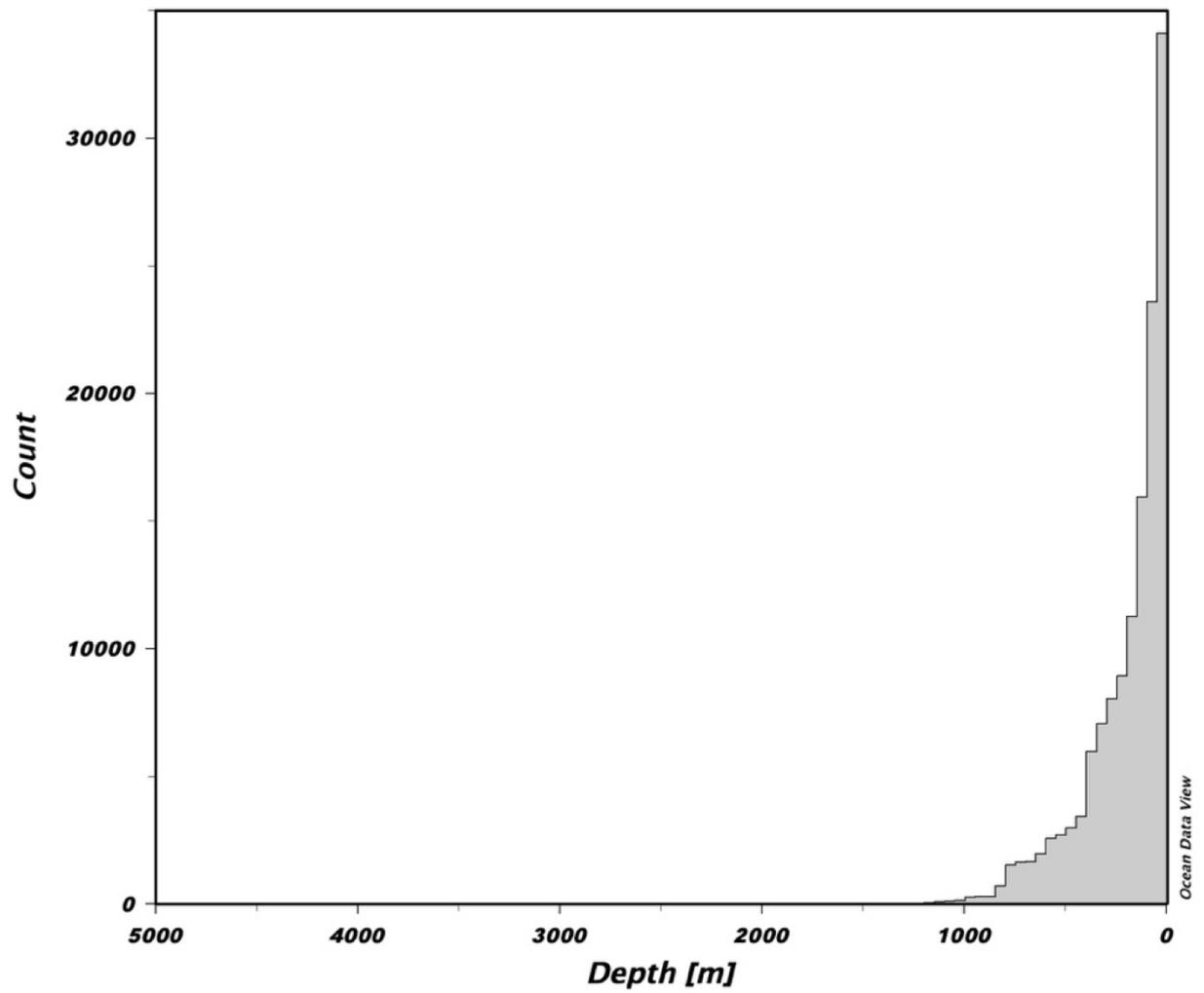


Figura A14 – Histograma da salinidade absoluta dos dados usados para o cálculo da curva média da área verde

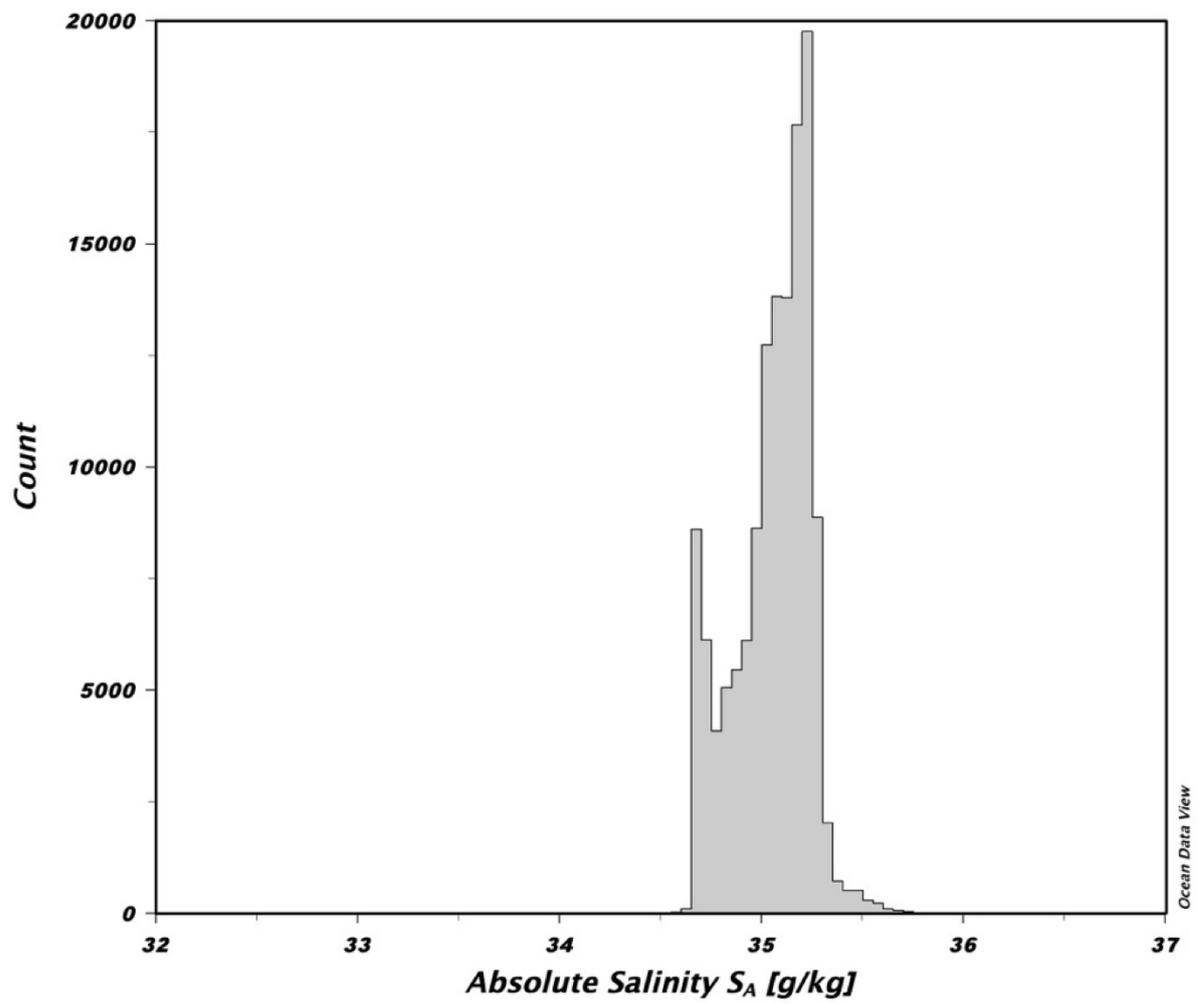
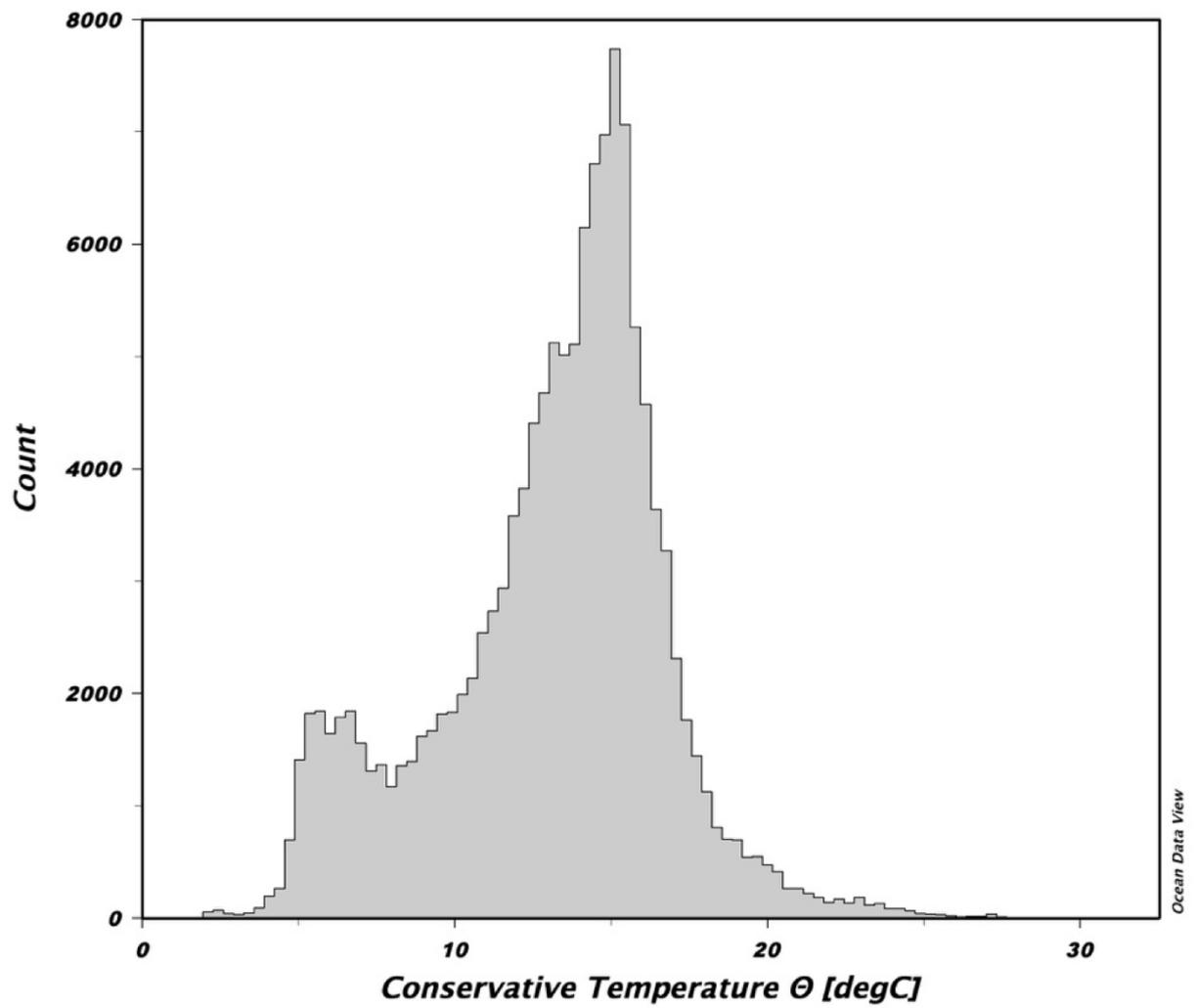


Figura A15 – Histograma da temperatura conservativa dos dados usados para o cálculo da curva média da área verde



## APÊNDICE BRAVO – DADOS DOS DIAGRAMAS T/S MÉDIOS

Dados dos diagramas T / S médios das áreas marcadas na Figura 22 usando as curvas geradas na opção estatística "PIECE-WISE LINEAL LEAST SQUARES" do software Ocean Data View (ODV).

Tabela B1 - Dados da curva média da área amarela

Conservative Temperature $\Theta$ [degC]	Absolute Salinity SA [g/kg]
2.44308	34.8156
3.47468	34.7729
4.44298	34.7438
5.36936	34.7388
6.26775	34.7524
7.1481	34.7797
8.01806	34.8164
8.88392	34.8582
9.75116	34.9049
10.6248	34.9557
11.5097	35.009
12.4109	35.0656
13.3333	35.1212
14.2826	35.1694
15.2649	35.2061
16.2871	35.2181
17.3569	35.1997
18.4832	35.151
19.6752	35.098
20.9426	35.0487
22.2929	35.0321
23.7279	34.9845

Tabela B2 - Dados da curva média da área azul claro

Conservative Temperature $\Theta$ [degC]	Absolute Salinity SA [g/kg]
3.86334	34.7714
4.92263	34.7554
5.93188	34.7581
6.90709	34.7794
7.85939	34.8159
8.79714	34.862
9.72701	34.9111
10.6546	34.9616
11.5848	35.014
12.5221	35.0753
13.471	35.1367
14.4356	35.1745
15.4202	35.1977
16.4292	35.2096
17.4671	35.1895
18.5384	35.1398
19.6476	35.1091
20.7989	35.0132
21.9956	34.751
23.2392	34.3842
23.70	34.170

Tabela B3 - Dados da curva média da área vermelha

Conservative Temperature $\Theta$ [degC]	Absolute Salinity SA [g/kg]
2.13679	34.8153
2.92798	34.766
3.76313	34.7246
4.64454	34.6971
5.57389	34.6895
6.55193	34.706
7.57814	34.7475
8.65038	34.8046
9.76474	34.8681
10.9156	34.9318
12.096	34.9761
13.2982	34.998
14.5145	35.0412
15.7382	35.1426
16.9636	35.3041
18.1871	35.4767
19.4067	35.6007
20.6224	35.6755
21.8359	35.7071
23.0506	35.7238
24.2716	35.7352

Tabela B4 - Dados da curva média da área rosa

Conservative Temperature $\Theta$ [degC]	Absolute Salinity SA [g/kg]
1.98	34.815
2.748	34.7727
3.88779	34.7078
4.95076	34.6691
5.9623	34.663
6.93851	34.686
7.8906	34.7332
8.82692	34.7905
9.75409	34.8494
10.6776	34.909
11.6024	34.9628
12.5328	34.9904
13.473	34.9786
14.4272	34.9761
15.3993	35.027
16.3937	35.1185
17.4147	35.2314
18.4668	35.2679
19.5547	35.3128
20.6829	35.414
21.8556	35.4567

Tabela B5 - Dados da curva média da área verde

Conservative Temperature $\Theta$ [degC]	Absolute Salinity SA [g/kg]
1.98	34.8147
2.88341	34.7722
4.07031	34.7244
5.17424	34.6987
6.22242	34.6952
7.23195	34.7316
8.21459	34.7882
9.17902	34.8398
10.132	34.8946
11.0792	34.9615
12.0252	35.0237
12.9745	35.0642
13.9309	35.1106
14.8983	35.1695
15.8802	35.2044
16.8802	35.2131
17.9021	35.2139
18.9495	35.2471
20.0259	35.2973
21.1347	35.3325

## APÊNDICE CHARLIE – COORDENADAS DA SEÇÃO PARALELA A 100 KM DA COSTA

Coordenadas da seção paralela a 100 quilômetros da costa.

279.218000 0.320271  
278.565000 -0.785133  
278.472000 -1.522070  
278.565000 -2.166890  
278.565000 -2.627480  
279.031000 -2.995940  
278.378000 -3.732880  
278.098000 -4.193470  
278.192000 -4.930400  
278.378000 -5.943690  
278.751000 -6.680630  
279.498000 -7.049100  
279.871000 -7.693910  
280.244000 -8.522970  
280.711000 -9.259910  
281.177000 -9.904720  
281.457000 -10.918000  
282.110000 -11.931300  
282.577000 -12.852500  
283.136000 -13.865800  
283.230000 -14.234200  
283.976000 -15.523900  
284.909000 -16.076600  
285.749000 -16.445000  
286.868000 -16.997700  
287.614000 -17.366200  
288.361000 -17.918900  
288.921000 -18.655800  
289.201000 -19.392800  
289.201000 -20.037600