



OIPS

Projeto Offshore Island Porto Santo

M1420-01-0247-FEDER-000020

TAREFA 2

Estudos preliminares e preparatórios



ATIVIDADE 2.1

ANÁLISE DA CAPACIDADE DA REDE ELÉTRICA E DA LIGAÇÃO ONSHORE

EEM - Empresa de Electricidade da Madeira

Agosto 2020



Índice

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | Identificação e caracterização dos pontos de ligação <i>onshore</i> | 3 |
| 2. | Caracterização da produção das ilhas – breve Resumo..... | 4 |
| 2.1 | Dados Característicos do SEM (Sistema Elétrico da Madeira)..... | 4 |
| 2.2 | Caracterização do Sistema Electroprodutor do SEM | 8 |
| 2.2.1 | Potência instalada no SEM..... | 8 |
| 2.3 | Emissão de energia na rede | 9 |
| 2.3.1 | Ilha da Madeira | 9 |
| 2.3.2 | Ilha do Porto Santo | 12 |
| 2.3.3 | Energia emitida por Nó | 17 |
| 3. | References | 18 |

Índice de Tabelas

| | | |
|------------|--|----|
| Tabela 1: | Dados característicos de subestações..... | 5 |
| Tabela 2: | Dados característicos de transformadores | 5 |
| Tabela 3: | Evolução da potência nas subestações | 5 |
| Tabela 4: | Dados característicos de postos de transformação | 6 |
| Tabela 5: | Evolução da potência nos postos de transformação | 6 |
| Tabela 6: | Dados característicos da rede de transporte e distribuição | 7 |
| Tabela 7: | Evolução da rede de transporte e distribuição | 7 |
| Tabela 8: | Dados característicos da potência instalada da EEM | 8 |
| Tabela 9: | Dados característicos da potência instalada privada | 8 |
| Tabela 10: | Dados característicos da potência instalada na ilha do Porto Santo | 8 |
| Tabela 11: | Síntese da emissão de energia no SEM | 17 |

1. Identificação e caracterização dos pontos de ligação *onshore*

No âmbito da tarefa A1.4 do projeto OIPs, foram identificados dois possíveis locais para ligação da plataforma *off-shore* ao sistema elétrico da ilha do Porto Santo: Ribeiros e Porto das Salemas. Estes dois locais não possuem atualmente rede elétrica estabelecida, pelo que a ligação destes locais à rede elétrica deverá ser contemplada no presente projeto, conforme estimativa de custos de ligação apresentada na tarefa anteriormente referida.



Figura 1-Possíveis pontos de ligação *onshore* identificados: Ribeiros e Porto das Salemas

O quadro seguinte sintetiza a caracterização do ponto de vista elétrico dos locais de transição *onshore –offshore* para as três alternativas do projeto.

| Alternativa | Ponto de Ligação | Pot. Nominal Plataforma | Disponibilidade Pot. Ligação | Niv. Tensão | CC Máx. | CC Mín. |
|-------------|-------------------|-------------------------|------------------------------|-------------|---------|---------|
| 1 | Porto das Salemas | 6 MW | 19,5 MVA | 30 kV | 86 MVA | 28 MVA |
| 2 | Porto das Salemas | 10 MW | 19,5 MVA | 30 kV | 86 MVA | 28 MVA |



| | | | | | | |
|-------------|-------------------|-------|----------|-------|---------|---------|
| 3 - Opção 1 | Ribeiros | 30 MW | 31,2 MVA | 30 kV | 174 MVA | 107 MVA |
| 3 - Opção 2 | Porto das Salemas | 30 MW | 31,2 MVA | 30 kV | 153 MVA | 93 MVA |

O cálculo dos curto circuitos foi efetuado com recurso ao software utilizado pela EEM para a análise de redes, o *Dplan*, desenvolvido pela empresa Ambertree Lda.

Para o cálculo dos curto circuitos da Alternativa 1 e 2, ou seja, na situação em que a rede elétrica da ilha do Porto Santo está isolada, foram considerados os seguintes cenários:

- Cenário para cálculo do curto circuito máximo: consideraram-se 4 grupos térmicos em funcionamento, a central de baterias ligada, os parques eólicos e fotovoltaicos também ligados, com a exploração da rede de 30 kV em malha fechada. Para a Central de Baterias considerou-se uma componente subtransitória correspondente a 200% da corrente nominal.
- Cenário para cálculo do curto circuito mínimo: as potências mínimas de curto-circuito foram calculadas considerando apenas um grupo térmico em funcionamento e a central de baterias ligada (sem os parques eólicos e fotovoltaicos), com a exploração da rede de 30 kV em malha fechada.

Para o cálculo dos curto circuitos da alternativa 3, no caso em que as redes elétricas da ilha da Madeira e do Porto Santo estão interligadas pelo cabo submarino, foram considerados os seguintes cenários:

- Cenário para o cálculo do curto circuito máximo: relativamente à rede do Porto Santo, consideraram-se as mesmas condições das Alternativas 1 e 2. Relativamente à rede da ilha da Madeira consideraram-se todos os grupos existentes ligados (inclusive os parques eólicos e solares), e que a rede de transporte é explorada em malha fechada. No caso de centrais em que o elemento de produção de energia é constituído por inversores ou geradores duplamente alimentados, considera-se que a contribuição destes está limitada a 100% da sua capacidade nominal, para efeitos de cálculo de curto-circuito máximo.
- Cenário para cálculo do curto circuito mínimo: relativamente à rede do Porto Santo, consideraram-se as mesmas condições das Alternativas 1 e 2. Para a rede da Ilha da Madeira, considerou-se uma forte componente hídrica/eólica (renováveis), ficando apenas quatro grupos térmicos a regular os parâmetros da rede (tensão e frequência), três grupos na central da Vitória e outro na central do Caniçal, a central de resíduos da Meia Serra e dois grupos em compensação síncrona, um na central SCR e outro na central Calheta III.

2. Caracterização da produção das ilhas – breve Resumo

2.1 Dados Característicos do SEM (Sistema Elétrico da Madeira)

Seguidamente, apresentam-se alguns dados característicos das instalações do SEM.

Subestações

Tabela 1: Dados característicos de subestações

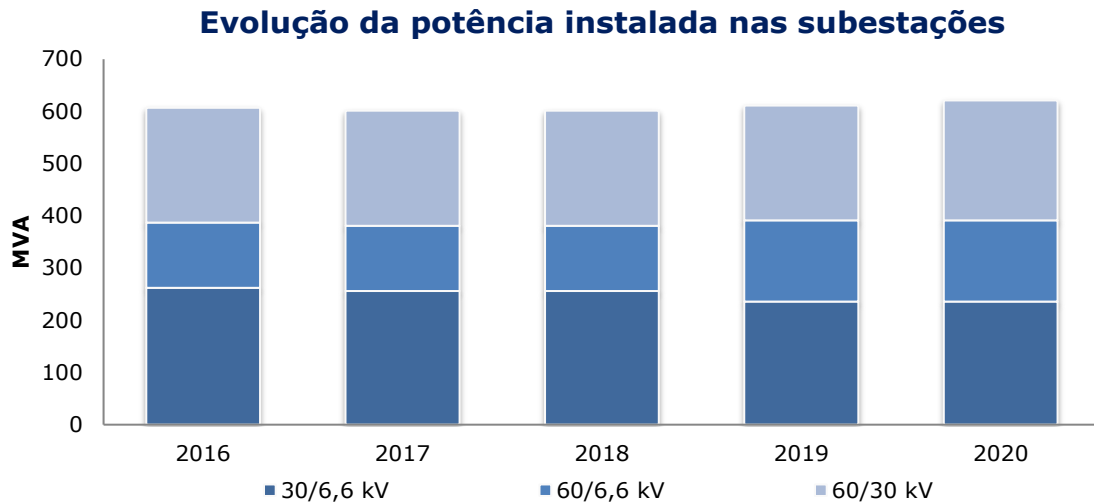
| Número de subestações por nível de tensão - 2020 | | | | | |
|--|--------|--------|-------|-----------|-------|
| kV | 30/6,6 | 60/6,6 | 60/30 | 60/30/6,6 | Total |
| Ilha da Madeira | 19 | 5 | 3 | 2 | 29 |
| Ilha do Porto Santo | 3 | - | - | - | 3 |
| Total RAM | 22 | 5 | 3 | 2 | 32 |

Tabela 2: Dados característicos de transformadores

| Transformadores instalados nas subestações - 2020 | | | | | | | | |
|---|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| | 30/6,6 | | 60/6,6 | | 60/30 | | Total | |
| | Nº TR's* | MVA | Nº TR's* | MVA | Nº TR's* | MVA | Nº TR's* | MVA |
| Ilha da Madeira | 25 | 216,0 | 12 | 155,0 | 10 | 230,0 | 47 | 601,0 |
| Ilha do Porto Santo | 4 | 20,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 4 | 20,0 |
| Total RAM | 29 | 236,0 | 12 | 155,0 | 10 | 230,0 | 51 | 621,0 |

*Nº TR's - Número de transformadores

Tabela 3: Evolução da potência nas subestações

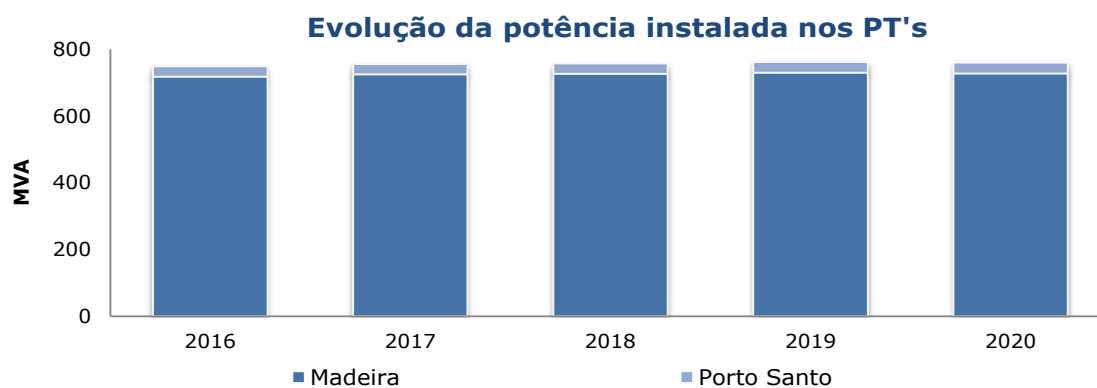


Postos de transformação

Tabela 4: Dados característicos de postos de transformação

| Síntese dos postos de transformação - 2020 | | | | | | |
|--|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|
| | Particulares | | Públicos | | Total | |
| | Nº | P. Inst. (MVA) | Nº | P. Inst. (MVA) | Nº | P. Inst. (MVA) |
| Ilha da Madeira | 284 | 178,64 | 1 387 | 548,91 | 1 671 | 727,55 |
| 6,6 kV | 276 | 168,93 | 1 353 | 541,20 | 1 629 | 710,13 |
| 30 kV | 8 | 9,71 | 34 | 7,71 | 42 | 17,42 |
| Ilha do Porto Santo | 20 | 14,19 | 74 | 17,80 | 94 | 31,99 |
| 6,6 kV | 20 | 14,19 | 74 | 17,80 | 94 | 31,99 |
| 30 kV | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 |
| RAM | 304 | 192,83 | 1 461 | 566,71 | 1 765 | 759,54 |
| 6,6 kV | 296 | 183,12 | 1 427 | 559,00 | 1 723 | 742,12 |
| 30 kV | 8 | 9,71 | 34 | 7,71 | 42 | 17,42 |

Tabela 5: Evolução da potência nos postos de transformação



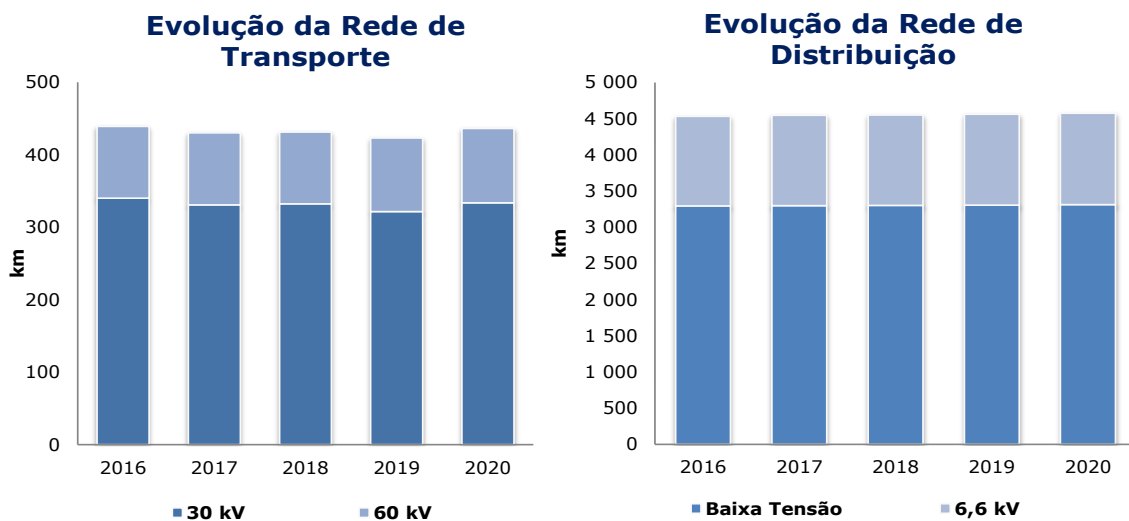
Redes

Tabela 6: Dados característicos da rede de transporte e distribuição

| Linhas e cabos da rede de transporte e distribuição - 2020 | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|
| km | Aérea | Subterrânea | Total |
| Madeira | 4 543 | 3 034 | 7 576 |
| Rede de 60 kV | 75 | 27 | 103 |
| Rede de 30 kV | 176 | 137 | 313 |
| Rede de 6,6 kV | 417 | 766 | 1 183 |
| Rede BT e BT/IP | 2 494 | 688 | 3 181 |
| BT Ramais | 1 200 | 536 | 1 736 |
| Rede IP | 181 | 880 | 1 060 |
| Porto Santo | 108 | 308 | 416 |
| Rede de 30 kV | 3 | 18 | 21 |
| Rede de 6,6 kV | 13 | 65 | 78 |
| Rede BT e BT/IP | 45 | 88 | 132 |
| BT Ramais | 37 | 50 | 87 |
| Rede IP | 11 | 86 | 97 |
| Total RAM | 4 651 | 3 342 | 7 992 |
| Rede de 60 kV | 75 | 27 | 103 |
| Rede de 30 kV | 179 | 155 | 334 |
| Rede de 6,6 kV | 429 | 832 | 1 261 |
| Rede BT e BT/IP | 2 538 | 775 | 3 314 |
| BT Ramais | 1 237 | 587 | 1 824 |
| Rede IP | 192 | 966 | 1 158 |

* Extensão planimétrica - SIT-GeoEEM, em 31/12/2020

Tabela 7: Evolução da rede de transporte e distribuição



2.2 Caracterização do Sistema Electroprodutor do SEM

2.2.1 Potência instalada no SEM

Tabela 8: Dados característicos da potência instalada da EEM

| Sistema eletroprodutor da EEM na ilha da Madeira - 2020 | | | | |
|---|----------|-------------|----------|--------|
| | Térmica | | Hidroel. | Total |
| | Fuelóleo | Gás Natural | | |
| Nº de Centrais | 1 | | 10 | 11 |
| Potência Instalada (MW) | 113,76 | 55,98 | 76,47 | 246,21 |
| Produção (GWh) | 219,50 | 167,79 | 61,12 | 448,41 |
| Emissão (GWh) | 213,23 | 164,39 | 60,48 | 438,09 |

Tabela 9: Dados característicos da potência instalada privada

| Sistema eletroprodutor de entidades privadas na ilha da Madeira - 2020 | | | | | | |
|--|---------|----------|--------|-------------|------------|--------|
| | Térmica | Hidroel. | Eólica | Resíd. Urb. | Fotovolt.* | Total |
| Nº de Centrais | 1 | 1 | 12 | 1 | 770 | 785 |
| P. Instalada (MW) | 36,00 | 0,70 | 63,11 | 8,00 | 20,22 | 128,03 |
| Aquisições (GWh) | 193,03 | 3,92 | 83,81 | 40,74 | 27,23 | 348,74 |

*inclui a microprodução, a miniprodução e outros parques de maior dimensão
Na microprodução, estão incluídas 3 instalações eólicas e 2 hídricas

Tabela 10: Dados característicos da potência instalada na ilha do Porto Santo

| Sistema eletroprodutor da ilha do Porto Santo - 2020 | | | | |
|--|---------------|------------------|------------|-------|
| | EEM - Térmica | Eólica (privada) | Fotovolt.* | Total |
| Nº de Centrais | 1 | 1 | 20 | 22 |
| Potência Instalada (MW) | 17,28 | 0,66 | 2,62 | 20,56 |
| Produção** (GWh) | 30,32 | | | 30,32 |
| Emissão (GWh) | 28,07 | 0,88 | 3,70 | 32,65 |

*inclui a microprodução, miniprodução e outros parques de maior dimensão

**Apenas das instalações da EEM

2.3 Emissão de energia na rede

2.3.1 Ilha da Madeira

A energia total entrada na rede da ilha da Madeira registou, em 2020, um valor de 786,83 GWh, enquanto que a emissão para a rede ascendeu a 785,91 GWh, em virtude do consumo de 0,97 GWh em bombagem.

A variação da energia emitida para a rede apresentou um decréscimo na ordem de 7,3 %, face ao ano anterior.

Este decréscimo da emissão para a rede é um reflexo da pandemia SARS-Cov-2, que levou a uma acentuada diminuição do consumo de energia elétrica a partir de março, principalmente devido à redução drástica das atividades de hotelaria, da restauração, da construção e da atividade económica em geral. Foi no período entre os meses de abril e julho que se verificou o maior decréscimo do consumo, correspondendo ao período de confinamento, com restrições de diversa ordem, nomeadamente: limitação da entrada de visitantes na RAM; unidades hoteleiras encerradas; paragem da atividade presencial de várias empresas.

Os gráficos seguintes traduzem a evolução mensal da energia emitida por fonte de energia primária e a evolução mensal da potência de ponta.

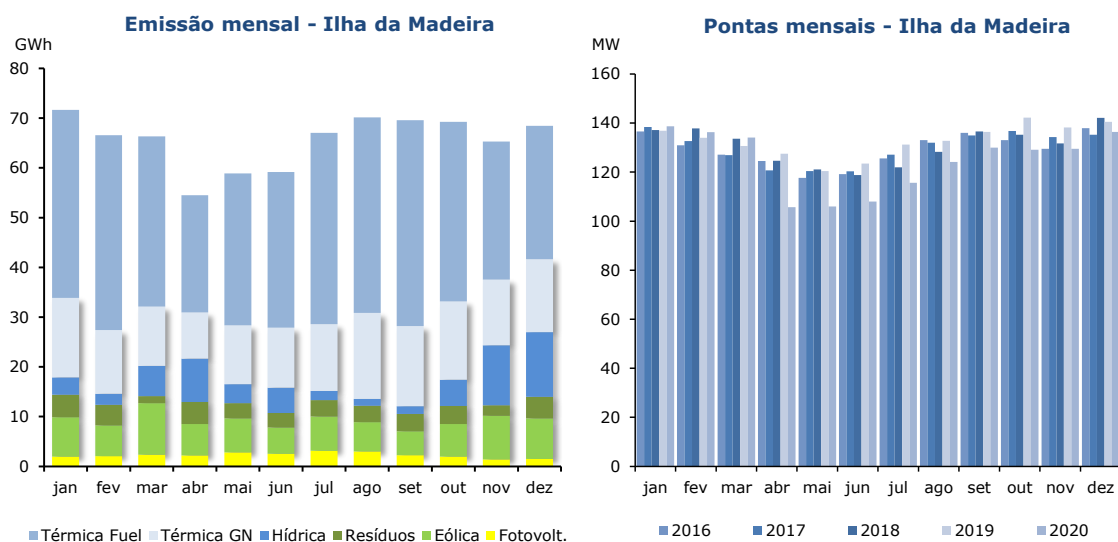


Figura 2: Evolução mensal de energia y da potência de ponta

A ponta máxima do ano ocorreu a 06 de janeiro, pelas 19h00, tendo atingido 138,66 MW, situação esta atípica, mas compreensível, pelo efeito da pandemia, o que fez com que na época de Natal e de Fim de Ano (onde tipicamente ocorre o pico de consumo máximo) o consumo fosse inferior ao habitual. Este valor corresponde a uma diminuição de 2,5 %, relativamente a 2019 (142,22 MW).

A componente hídrica registou um aumento muito significativo, de cerca de 46,5 %, face ao a o de 2019 (pior registo de sempre), mas, ainda assim, com um valor muito inferior ao referente a um ano hidrológico médio.

A produção de energia eólica registou um decréscimo de 11,0%, face a 2019, apesar do reforço da potência instalada nesta componente, durante o segundo semestre do ano. Esta redução deveu-se, essencialmente, a uma menor disponibilidade de recurso e à redução do consumo, que fez baixar a potência integrável desta componente, no período de vazio.

A contribuição por fonte de energia primária para a emissão é a indicada nos gráficos seguintes:

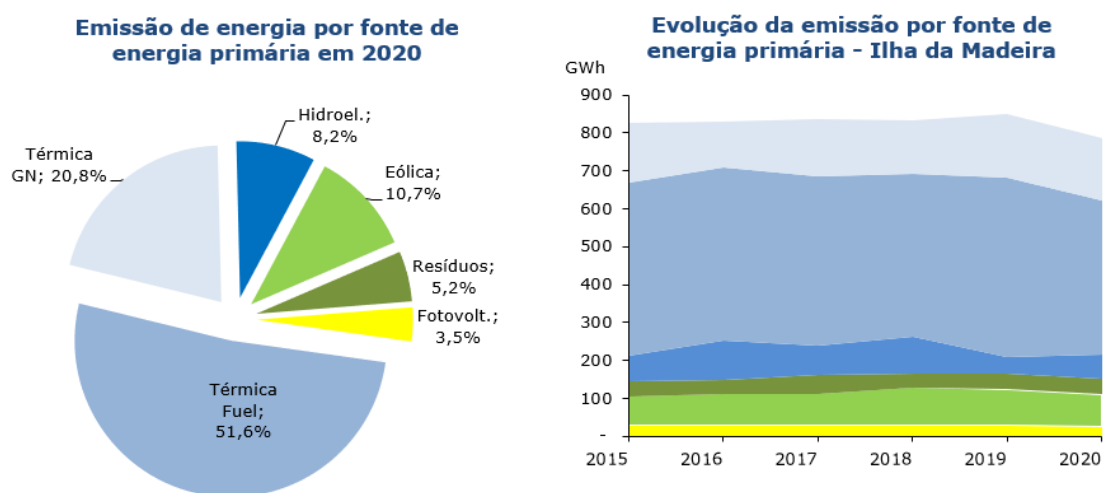


Figura 3: Emissão de energia por fonte y evolução da emissão por fonte

Comparativamente ao ano anterior, a componente solar fotovoltaica apresentou um decréscimo na ordem de 9,8%, motivado por uma menor disponibilidade do recurso. A energia proveniente dos resíduos urbanos manteve-se no mesmo registo.

Assim, o mix de emissão para a rede com origem em fontes não fósseis atingiu 27,5%, sendo ligeiramente superior ao do ano anterior (24,6%), decorrente, essencialmente, do aumento da componente hídrica e da redução da procura. Estas fontes de energia tiveram uma participação de 10,7%, 8,2%, 5,2% e 3,5%, nas componentes eólica, hídrica, resíduos e fotovoltaica, respetivamente.

Nas figuras seguintes, apresentam-se os diagramas típicos por estação do ano, referentes à emissão.

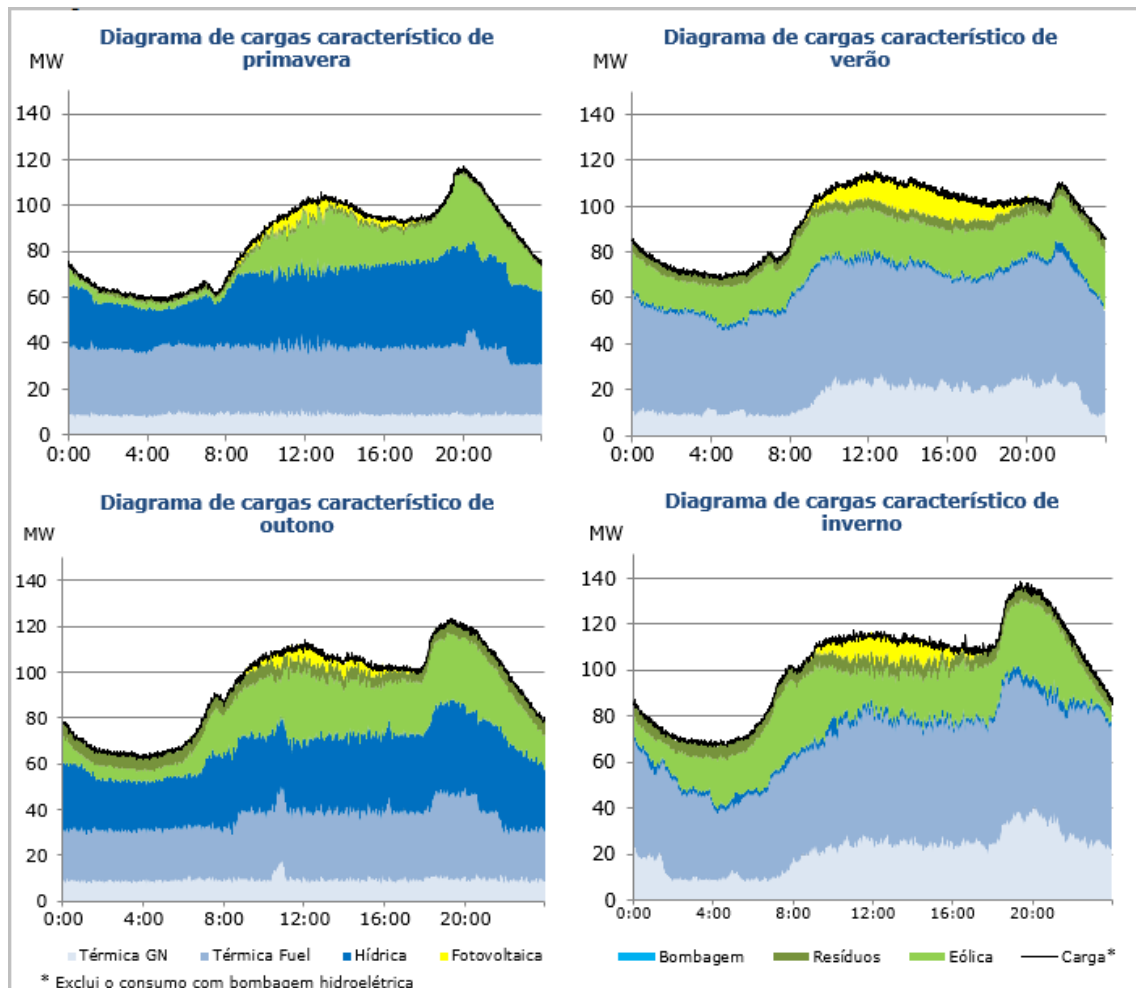


Figura 4: Evolução da emissão por estação do ano

O diagrama de cargas da ilha da Madeira apresenta uma ponta muito pronunciada em dezembro. Nesta época, a ponta ocorre à noite, por volta das 18h00/19h00.

No verão, os consumos mantêm-se elevados entre as 9h00 e as 22h00, com pequenas variações. As potências mais elevadas ocorrem normalmente entre as 11h00 e as 12h00 e entre as 20h00 e as 22h00.

Além da variação do perfil do diagrama de cargas típico nas diferentes estações do ano, é possível inferir a variabilidade das fontes de energia intermitentes registadas em cada minuto, em particular as de origem eólica e fotovoltaica. Sempre que possível, recorreu-se à bombagem hidroelétrica para aumentar a integração de energias renováveis, nomeadamente de energia eólica.

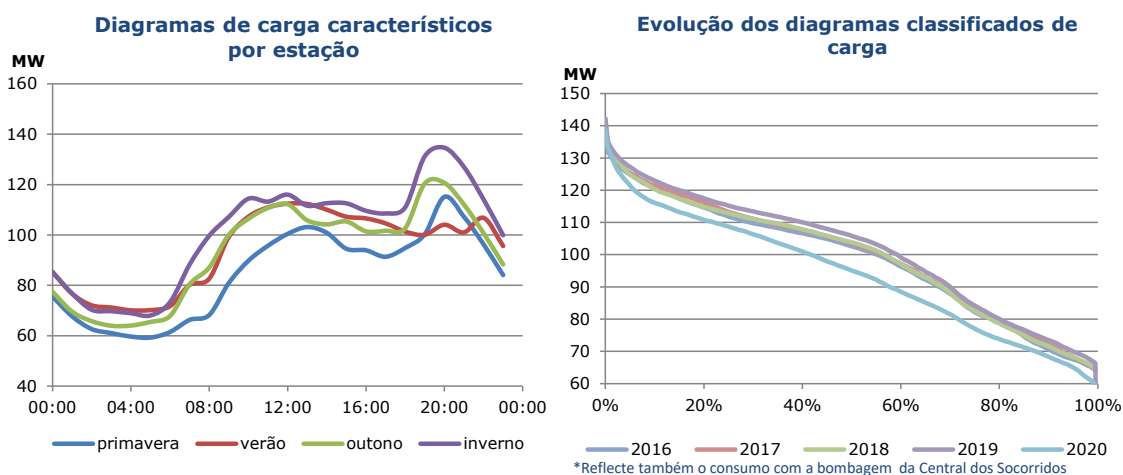


Figura 5: Diagrama de cargas típico nas diferentes estações do ano

Através da evolução dos diagramas classificados de cargas, verifica-se que entre os anos de 2016 a 2019 as cargas pouco se alteraram, sendo que em 2020, houve um decréscimo bastante acentuado (o maior dos últimos anos), devido ao efeito da pandemia.

2.3.2 Ilha do Porto Santo

Em 2020, a emissão de energia elétrica para a rede da ilha do Porto Santo ascendeu a 32,65 GWh, representando um decréscimo de 6,1%, face ao ano anterior, em consequência, tal como na ilha da Madeira, da pandemia SARS-Cov-2.

A evolução mensal da energia emitida, por fonte de energia primária e evolução mensal das potências de ponta, encontram-se ilustradas nos gráficos seguintes:

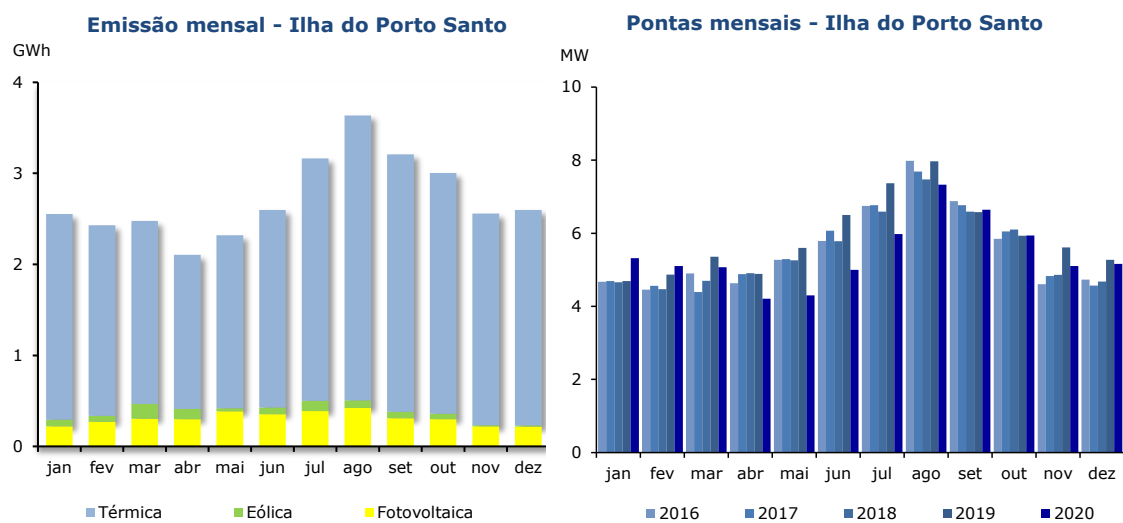


Figura 6: Evolução mensal da energia emitida, por fonte de energia primária na ilha do Porto Santo

Tal como aconteceu na ilha da Madeira, também na ilha do Porto Santo se verificou que a diminuição do consumo de energia elétrica ocorreu, maioritariamente, nos meses compreendidos entre abril e julho.

A ponta máxima ocorreu no dia 17 de agosto às 21h00, com um valor de 7,33 MW, observando um decréscimo de 8,0%, relativamente à verificada em 2019 (7,97 MW).

A contribuição por fonte de energia primária para a satisfação dos consumos é ilustrada nos gráficos seguintes:

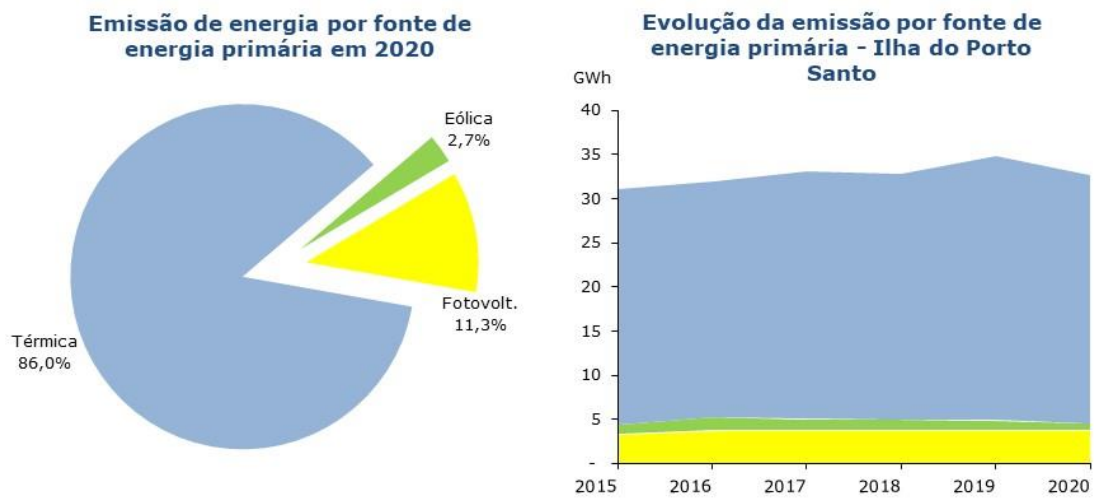


Figura 7: Contribuição por fonte de energia primária dos consumos

A contribuição por fonte de energia primária foi de 11,3%, 2,7% e 86,0%, nas componentes fotovoltaica, eólica e térmica, respetivamente.

A produção de origem eólica foi consideravelmente mais baixa, em cerca de 25,3%, em parte, devido à indisponibilidade do único aerogerador da ilha, por avaria, agravada pela dificuldade de deslocação de equipas especializadas, por restrições associadas ao SARS-Cov-2.

Os gráficos seguintes representam os diagramas de carga característicos por estação do ano e por fonte de energia primária, ao minuto.

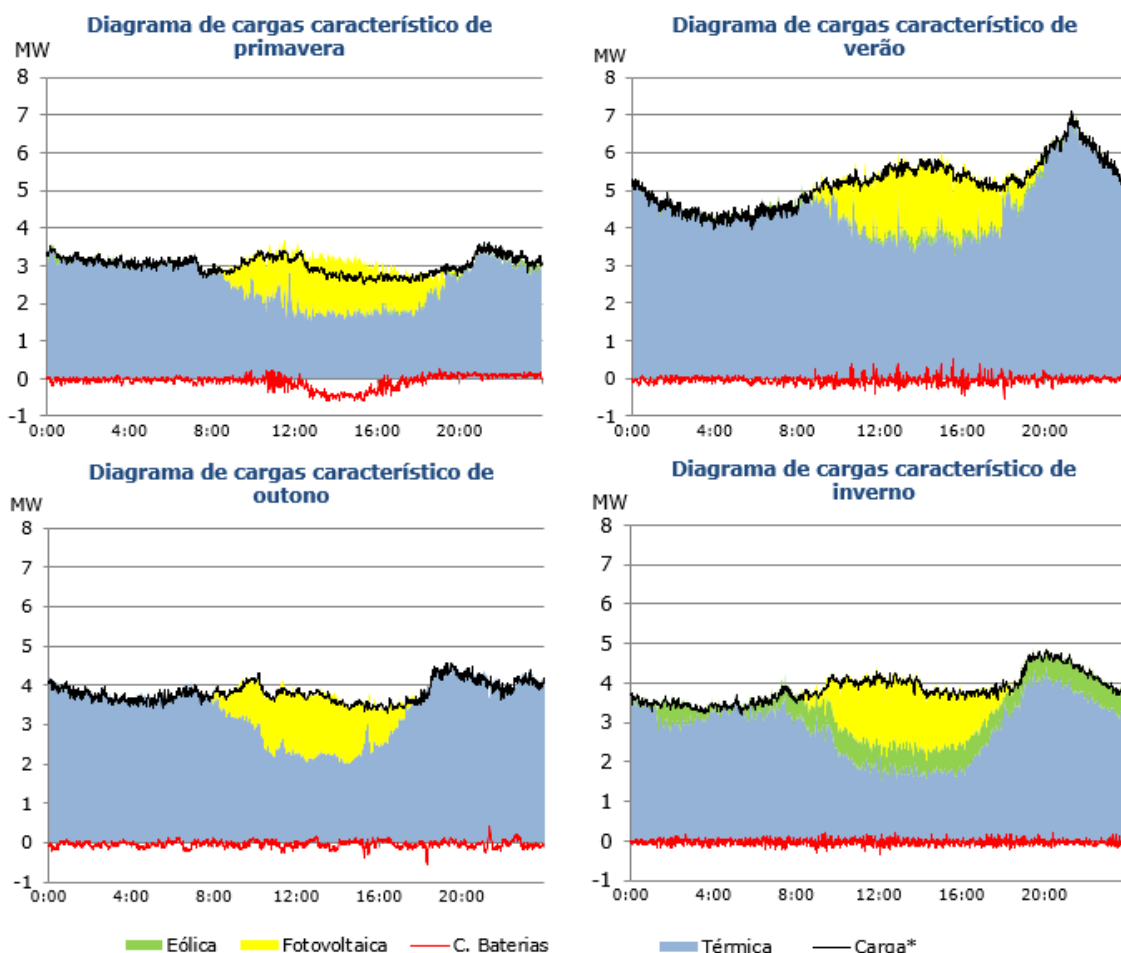


Figura 8: Diagramas de carga característicos por estação do ano

O rácio vazio/ponta é menos expressivo na ilha do Porto Santo, quando comparado ao da ilha da Madeira. Como se pode verificar, a produção renovável apresenta muita volatilidade, comparativamente à ilha da Madeira, em resultado de uma menor dispersão das centrais renováveis no território e ainda pela forte componente fotovoltaica, que em grande parte do ano (exceção do verão) atinge 50% ou mais, da potência de carga.

Observando os gráficos e comparando com os anos anteriores, podemos visualizar o impacto operacional da Central de Baterias (curva a vermelho). Esta curva representa a nova instalação da EEM, denominada como Central de Baterias (CB) da ilha do Porto Santo, que tem como principais objetivos, operar o sistema elétrico com menos um grupo térmico, face à situação sem CB, aumentando assim a eficiência da central térmica, por via de uma potência mais estabilizada e pelo aumento da potência média dos grupos térmicos ligados, operando num melhor nível de eficiência, para além de aumentar a capacidade disponível para penetração de fontes de energia renováveis, diminuindo a emissão de gases prejudiciais para a atmosfera, através da capacidade de controlar os

parâmetros de frequência e de tensão da rede elétrica, melhorando assim a qualidade do serviço, suavizando o esforço dos grupos térmicos no controlo de estabilidade.

Através do gráfico referente à Primavera, podemos observar que esta instalação é capaz de “absorver” a energia renovável excedentária, que de outra forma, não teria encaixe na rede elétrica, armazenando-a, sendo posteriormente devolvida à rede, diminuindo, assim, a produção de energia térmica.



Figura 9: Nova instalação da EEM, denominada como Central de Baterias (CB) da ilha do Porto Santo

As figuras seguintes traduzem a evolução do diagrama de cargas ao longo do ano, bem como a comparação dos diagramas de cargas classificados da ilha do Porto Santo, entre 2016 e 2020.

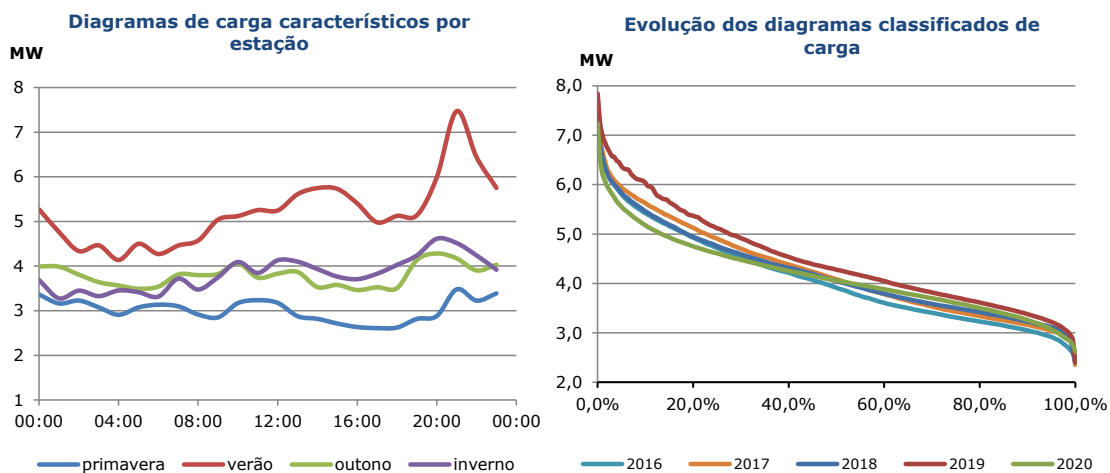


Figura 10: Diagrama do cargas

Da análise aos diagramas de carga característicos constata-se o carácter sazonal da economia na ilha do Porto Santo, sendo que a potência de ponta no Verão quase que duplica, face às estações da primavera e do inverno.

Da análise ao diagrama de evolução da carga, verifica-se que tal como aconteceu na ilha da Madeira, a carga na ilha do Porto Santo também sofreu um decréscimo acentuado devido à pandemia.

2.3.3 Energia emitida por Nó

Tabela 11: Síntese da emissão de energia no SEM

| Síntese da emissão de energia no SEM - 2020 | | | | | |
|--|------------|---------------|---------------|---------------|--|
| | Nó Injetor | Produções* | | Var. 20/19 | |
| | | GWh | % | | |
| Ilha da Madeira | | 786,83 | 100,0% | -7,3% | |
| Hídricas | | 64,40 | 8,2% | 46,5% | |
| Serra d' Água | SDA | 11,00 | 1,4% | 20,3% | |
| Calheta I | LDR | 5,64 | 0,7% | -3,5% | |
| Calheta II | CTS | 8,43 | 1,1% | 56,6% | |
| Ribeira da Janela | RDJ | 5,39 | 0,7% | -1,9% | |
| Fajã da Nogueira | FDN | 1,85 | 0,2% | 49,7% | |
| Lombo Brasil | CTS | 1,15 | 0,1% | 6,0% | |
| Fajã dos Padres | CGR | - | - | - | |
| Santa Quitéria | STQ | 3,30 | 0,4% | -20,1% | |
| Socorridos | VTO | 23,03 | 2,9% | 198,8% | |
| <i>Bombagem</i> | | 0,93 | - | -25,1% | |
| Calheta III | LDR | 0,69 | 0,1% | - | |
| <i>Bombagem</i> | | 0,00 | - | - | |
| Terça (priv.) | ALE | 3,92 | 0,5% | -0,4% | |
| Térmicas | | 570,65 | 72,5% | -10,7% | |
| Vitória (Fuel) | CTV | 213,23 | 27,1% | -24,0% | |
| Vitória (GN) | VTO | 164,39 | 20,9% | -1,0% | |
| Canical (Priv.) | CNL | 193,03 | 24,5% | 0,2% | |
| Eólicas | | 83,81 | 10,7% | -10,9% | |
| Perform - Paul | BDC | 24,82 | 3,2% | -15,5% | |
| WindMad - Paul | PDR | 4,90 | 0,6% | -6,5% | |
| Energólica - Paul | BDC | 5,03 | 0,6% | -16,4% | |
| Energólica - Canical | CNL | 2,73 | 0,3% | -5,3% | |
| ENEREEM - Loiral | LRL | 18,73 | 2,4% | -21,4% | |
| ENEREEM - Pedras | PDR | 18,13 | 2,3% | -13,9% | |
| ENEREEM - Paul | BDC | 4,40 | 0,6% | -22,7% | |
| Euroventos - Loiral | LRL | 1,12 | 0,1% | - | |
| Parque do Alecrim - Loiral | LRL | 3,94 | 0,5% | - | |
| Fotovoltaica | | 27,23 | 3,5% | -9,8% | |
| Parque do Canical (Priv.) | CNL | 9,15 | 1,2% | -3,7% | |
| Parque do Paul (Priv.) | LRL | 13,23 | 1,7% | -15,7% | |
| Micro e Mini produção** | Rede BT | 4,84 | 0,6% | -2,7% | |
| Outras | | 40,74 | 5,2% | -0,5% | |
| Meia serra (Priv) | MSR | 40,74 | 5,2% | -0,5% | |
| Ilha do Porto Santo | | 32,65 | 100,0% | -6,1% | |
| Térmicas | | 28,07 | 86,0% | -5,8% | |
| Central Térmica | CNP | 28,07 | 86,0% | -5,8% | |
| Eólicas | | 0,88 | 2,7% | -25,3% | |
| EEM | CPS | 0,00 | 0,0% | 0,0% | |
| ENEREEM (Priv) | VBL | 0,88 | 2,7% | -25,3% | |
| Fotovoltaica | | 3,70 | 11,3% | -2,4% | |
| Parque do P. Santo 1 (Priv.) | CPS | 1,62 | 4,97% | -1,1% | |
| Parque do P. Santo 2 (Priv.) | VBL | 1,62 | 4,97% | -1,1% | |
| Micro e Mini produção** | Rede BT | 0,45 | 1,38% | -11,2% | |
| Central de Bateias | | 0,55 | - | - | |
| <i>Consumo****</i> | VBL | 0,55 | - | - | |
| Total da energia entrada na rede do SEM | | 819,48 | | -7,2% | |
| Total Emitida para a Rede do SEM*** | | 818,55 | | -7,2% | |

* Referidas à emissão para a rede

** Inclui a microprodução, minigeração e Produção em Regime Especial BT

*** Exclui o consumo com a bombagem hidroelétrica e da Central de Baterias

**** No Porto Santo, corresponde ao saldo entre a energia absorvida pela bateria e a emissão pela bateria / Equiparado ao Consumo de bom



3. References

EEM (2020) *CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO EM AT E MT DO SEPM*
(www.eem.pt)

ATIVIDADE 2.2

ANÁLISE DO RECURSO EÓLICO

Março 2021



Índice

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Introdução..... | 3 |
| 1.1 | Caracterização da área e local de estudo | 3 |
| 2 | Metodologia..... | 5 |
| 2.1 | Produção Anual de Energia – AEP | 6 |
| 3 | Resultados no site..... | 8 |
| 3.1 | Séries de vento TMY | 8 |
| 3.2 | Gráficos de velocidade média do vento..... | 9 |
| 3.3 | Direção predominante dos ventos..... | 10 |
| 3.4 | Análise..... | 10 |
| 4 | Bibliografia | 12 |
| 5 | Anexos..... | 13 |
| 5.1 | Estação Meteorológica IPMA no Porto Santo / Aeroporto | 13 |
| 5.2 | Lei logarítmica do perfil de vento | 14 |

Índice de Figuras

| | | |
|----------|---|----|
| Figura 1 | - Séries de Vento nos meses típicos a 10m de altura | 8 |
| Figura 2 | - Séries de Vento nos meses típicos a 80m de altura | 8 |
| Figura 3 | - Exemplos de mapas de velocidade do vento no site | 9 |
| Figura 4 | - Rosa dos Ventos no site | 10 |
| Figura 5 | - Histograma da Velocidade do vento a 80m..... | 11 |
| Figura 6 | - Velocidade máxima registada no site | 12 |

1 Introdução

O estudo do potencial eólico é uma etapa fundamental na construção de qualquer parque eólico, com ele é possível estimar a produção do parque e verificar a sua viabilidade.

Esta análise é feita com recurso aos dados recebidos de uma estação meteorológica estrategicamente colocada. Os dados da velocidade e direção do vento são cruzados com a curva de potência dos aerogeradores a utilizar, por forma a obter uma estimativa da produção anual do parque.

A rosa-dos-ventos obtida permite obter a distribuição da velocidade e frequência do vento para diferentes direções, dependendo das partições desejadas, habitualmente doze ou dezasseis. Uma vez determinada a direção dominante do vento, é desejado que a paisagem possua o menor número de obstáculos nessa direção, por forma a não provocar zonas de turbulência e assim afetar a produção das turbinas eólicas bem como um desgaste prematuro do material.

Neste sentido foi desenvolvida uma metodologia e foi necessário, em primeiro lugar, a caracterização do recurso eólico offshore, ondas e correntes marítimas com o intuito de conhecer o perfil das variáveis caracterizadoras dos recursos e calcular o potencial energéticos dentro das áreas de estudo com o objetivo de definir as potenciais áreas de interesse.

Este relatório descreve a metodologia de caracterização numérica meteo-oceanográfica do projeto OIPS, que visa o desenvolvimento de uma plataforma de parque eólico offshore em combinação com a produção de aquicultura. O principal objetivo deste estudo é realizar uma caracterização meteorológica e oceanográfica (climatológica) para a região oceânica a norte da ilha de Porto Santo.

A sua execução foi desenvolvida tendo como base um conjunto de dados históricos do recurso eólico offshore, ondas e correntes desenvolvidos pelo OOM – Observatório Oceânico da Madeira

Neste sentido, foram elaboradas todas simulações necessárias para o processamento dos dados em formato *netcdf* recorrendo a diferentes softwares com o intuito de representar os mapas característicos de cada recurso renovável offshore, calcular o potencial energético de cada variável e confirmar o interesse da área em estudo.

1.1 Caracterização da área e local de estudo

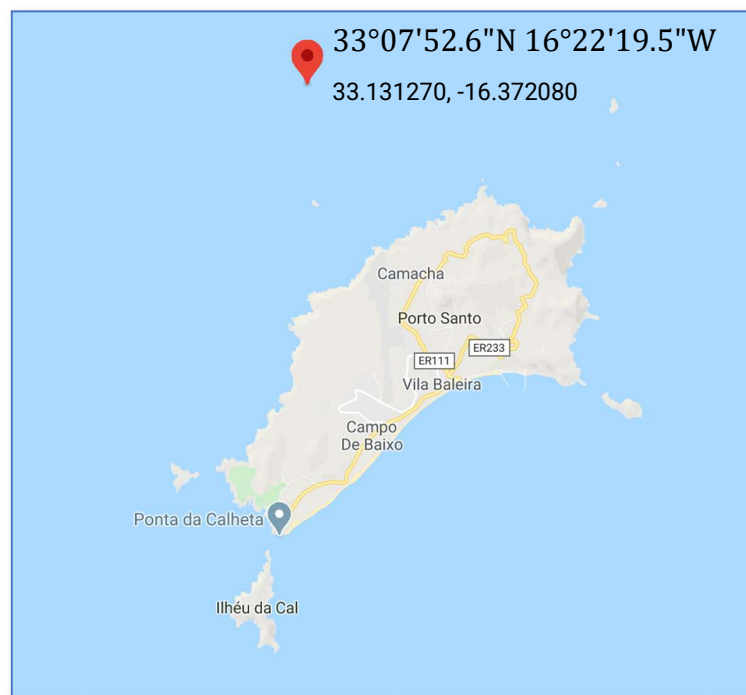
O Porto Santo é a segunda ilha habitada do arquipélago da Madeira, que está localizada a cerca de 500 km da costa norte-africana, no nordeste da ilha da Madeira. Esta ilha tem uma população de 5 168 habitantes, uma área total de 43 km² com 120 hab./km²

Nos últimos anos vários investigadores tem estudado as áreas adequadas para energia eólica offshore no Porto Santo e todos afirmam que a zona norte da ilha – área de 87 km² – é a zona adequada para instalar plataformas de energia eólica. Isto deve-se principalmente à existência

simultânea de um grande potencial eólico na área em questão e também à enorme distância desta área marítima à costa com a respetiva redução do impacto visual [1]

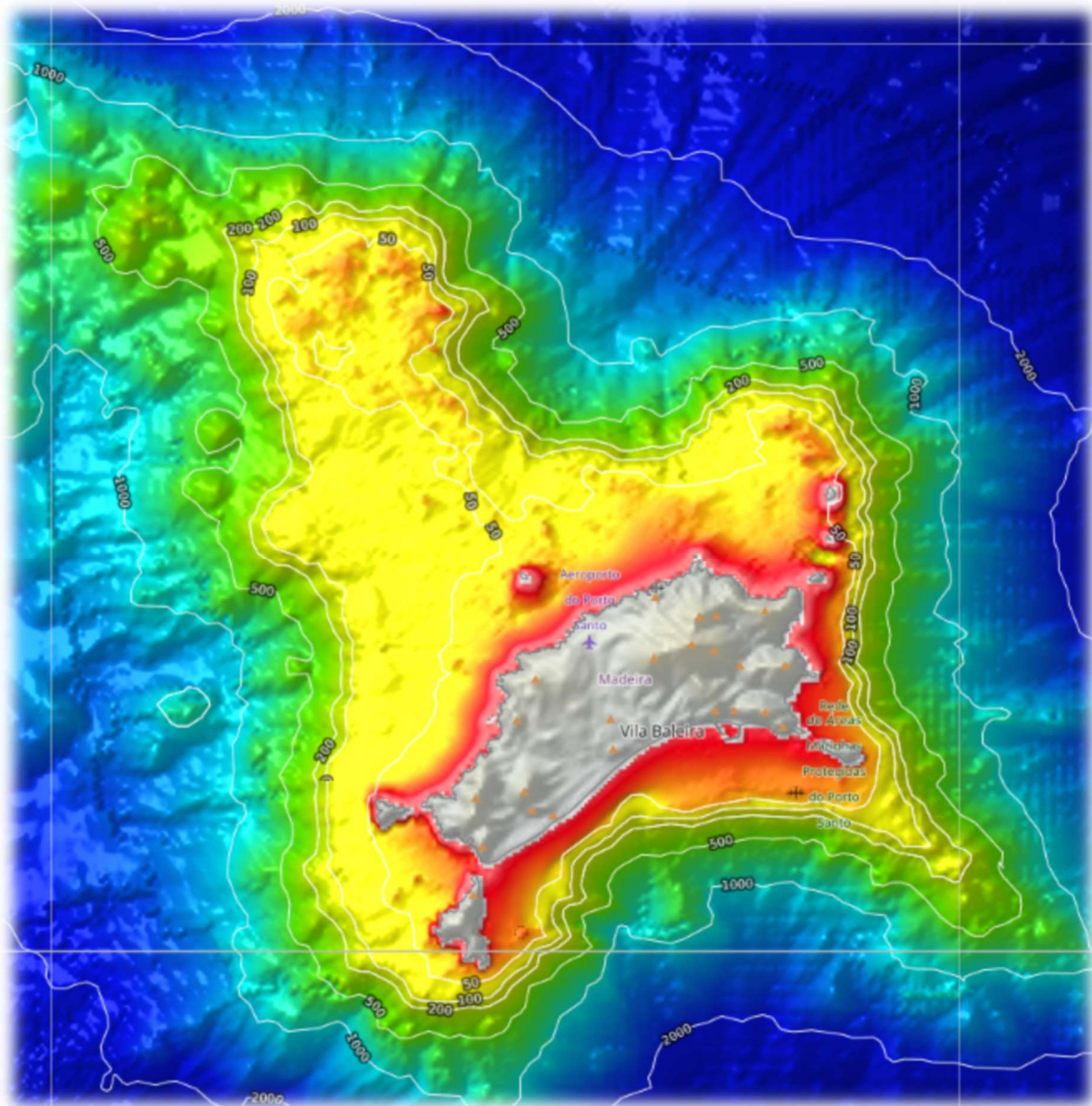
Na literatura encontrou-se um estudo mais recente [2, 3] onde foram estudadas duas áreas potenciais a norte do Porto Santo para integração de energia eólica offshore. Foi realizada uma “análise multivariável, através do conhecimento das atividades existentes e características do local de estudo para escolher a melhor local para colocação de energia offshore. Dentro das características a ter conta consideraram a batimetria, distância à costa, zonas de atividade turística, zonas de pesca, zonas de aquacultura, rotas de transporte e fluxo de tráfego marítimo, zonas de formação militar, conservação da natureza, espécies e às zonas protegidas, áreas de extração de matérias primas, investigação científica, rota dos cabos submarinos, oleodutos e do património cultural subaquático. Devido ao fato da zona Sul da Ilha estar fortemente condicionada ao tráfego marítimo e atividades turísticas foi selecionada uma área de interesse a norte da ilha afastada dos ilhéus existentes”.

Tendo como suporte esse estudo, selecionou-se um local (site) para o desenvolvimento do estudo para OIPS. O site pré-selecionado, situa-se a cerca de 5 km da costa norte do Porto Santo, conforme o mapa e as coordenadas seguintes:



O objetivo desta análise é de avaliar o potencial energético do vento offshore a norte da ilha do Porto Santo, nas coordenadas 33°07'52.6"N 16°22'19.5"W

Na imagem seguinte, podemos ver o perfil batimétrico da zona em estudo



2 Metodologia

A metodologia utilizada neste estudo consiste na análise de dados de longo prazo para a atmosfera e para o oceano, de forma a constituir um Ano Meteorológico Típico (TMY – *Typical Meteorological Year*). Os dados medidos passam por um procedimento de verificação de qualidade para remover pontos de dados inválidos da série de tempo observacional antes de prosseguir para a análise TMY. Depois da análise TMY estar concluída, é possível representar um ano considerando diferentes ‘meses típicos’ levando em consideração 10 anos de dados observacionais.



A avaliação dos recursos renováveis offshore é o primeiro passo para identificar e selecionar uma potencial área de estudo e posteriormente as áreas de interesse para o aproveitamento de energia eólica offshore, ondas e correntes marítimas.

Foram selecionadas as variáveis caracterizadoras do recurso eólico, ondas e correntes com o intuito de efetuar uma análise quantitativa das zonas de interesse através de uma análise de decisão multicritério.

Estes dados foram desenvolvidos pelo OOM - Observatório Oceânico da Madeira e são referentes à base de dados histórica desde 2007 a 2016 para o ano meteorológico típico.

Relativamente ao potencial de recurso eólico offshore as variáveis estudadas foram as seguintes:

- Perfil de velocidade de vento (m/s)
- Direção do Vento (°)
- Rosa dos ventos na coordenada geográfica
- Densidade energética do vento (kW/m²)

No que diz respeito ao potencial das ondas foram caracterizadas as seguintes variáveis:

- Altura significativa de onda (m)
- Período de onda (s)
- Direção de onda (°)
- Densidade energética das ondas (W/m)
- Rosa de Ondas em cada coordenada geográfica

Relativamente ao potencial das correntes segue abaixo as variáveis analisadas:

- Velocidade das correntes (m/s)
- Direção das correntes (°)
- Densidade energética das correntes (W/m²)

Foi necessário estudar as variáveis numa base temporal mensal caracterizadora do perfil existente em cada ilha e a nível anual num total de 8760 horas para cada recurso.

2.1 Produção Anual de Energia – AEP

A Produção Anual de Energia (*Annual Energy Production* – AEP) é o cálculo da energia produzida anualmente e para cada velocidade de vento offshore, sendo um parâmetro fundamental para o

dimensionamento de projetos de parques eólicos offshore e o conhecimento dos melhores locais para instalação de plataformas e/ou torres eólicas.

Através da utilização da curva de potência de fabricantes de turbinas eólicas offshore é possível calcular a resposta da turbina ao regime eólico offshore em consideração na área de interesse.

O método de cálculo aplicado combina o método de bins, em que se divide em classes de vento as velocidades de vento offshore ocorridas na área de interesse no período de um ano, com a curva de potência da turbina eólica offshore e desta forma calcula-se a energia anual produzida [2].

Este cálculo é uma estimativa inicial da energia produzida anualmente (AEP_{GROSS}), e não considera as perdas de todo o sistema de produção, como por exemplo, a disponibilidade da turbina que pode não estar disponível para produzir devido a várias razões como as manutenções planeadas e não planeadas.

Outras perdas que não foram tomadas em consideração neste estudo são:

- perdas de desempenho da turbina que ocorrem devido ao desempenho ideal da turbina eólica e devido às condições do vento serem diferentes daquelas calculadas para o local de referência em que a curva de potência foi medida;
- perdas elétricas devido aos cabos, transformadores, subestação, etc;
- cortes de rede forçados para proteger a rede ou mesmo reduzir o ruído.

Para uma estimativa mais real da energia produzida anualmente (AEP_{NET}), optou-se por considerar a disponibilidade da turbina como 95%, valor este que pode ser encontrado em vários artigos da literatura.

3 Resultados no site

3.1 Séries de vento TMY

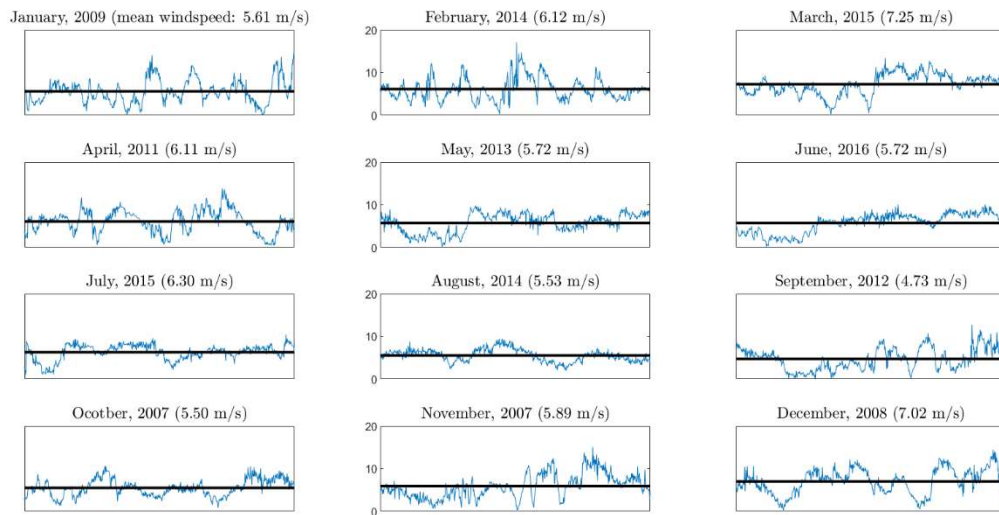


Figura 1 - Séries de Vento nos meses típicos a 10m de altura

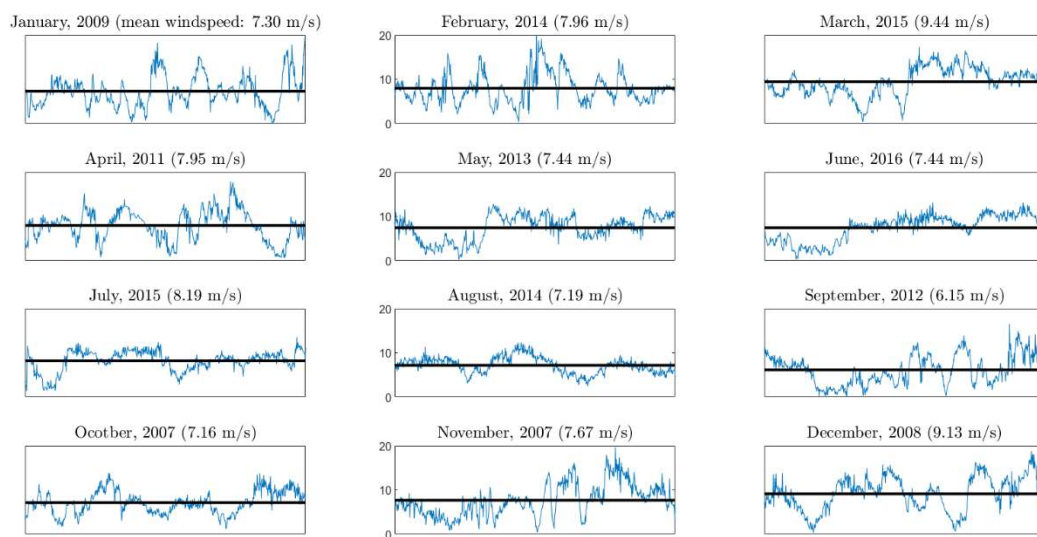


Figura 2 - Séries de Vento nos meses típicos a 80m de altura

3.2 Gráficos de velocidade média do vento

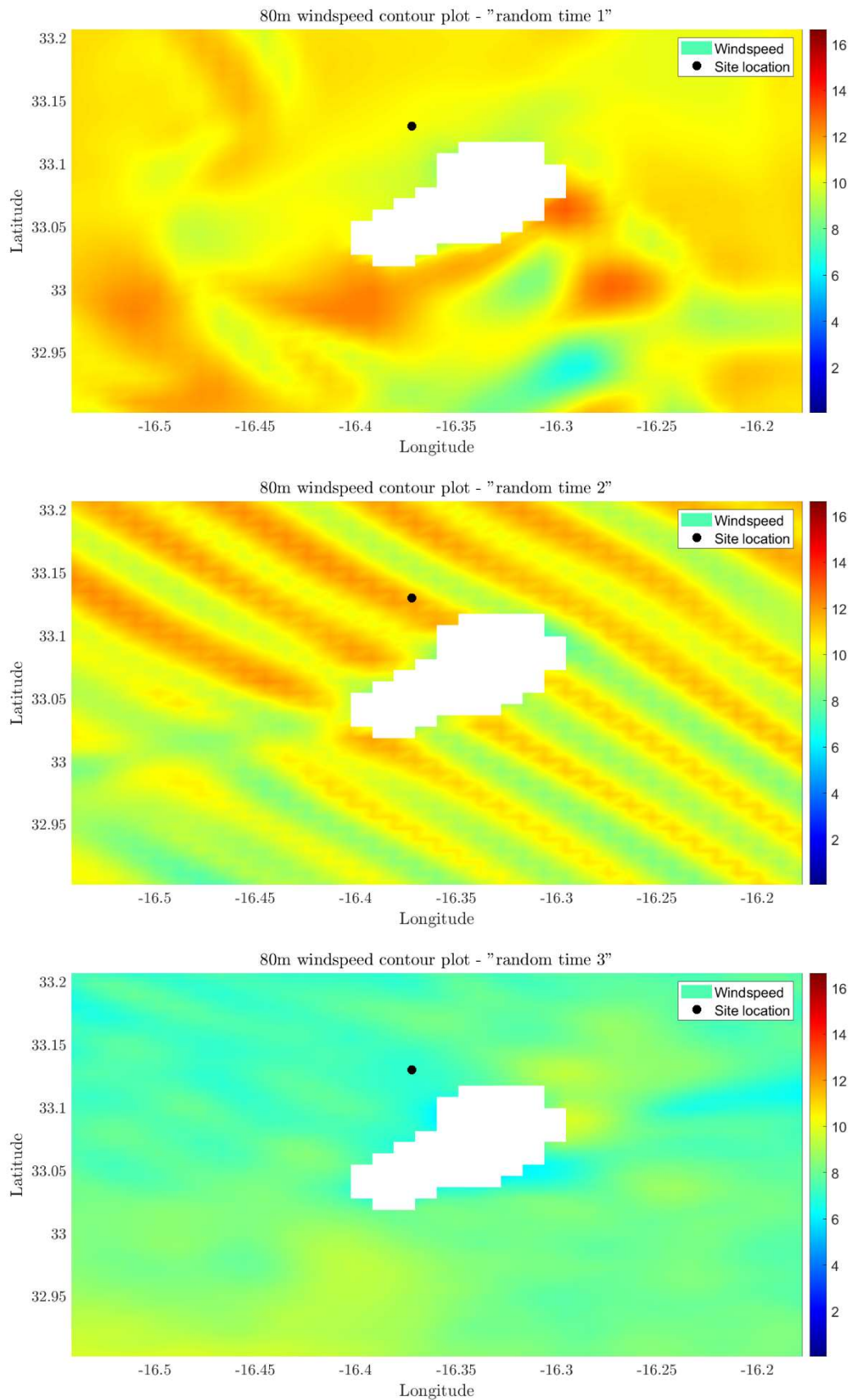


Figura 3 - Exemplos de mapas de velocidade do vento no site

3.3 Direção predominante dos ventos

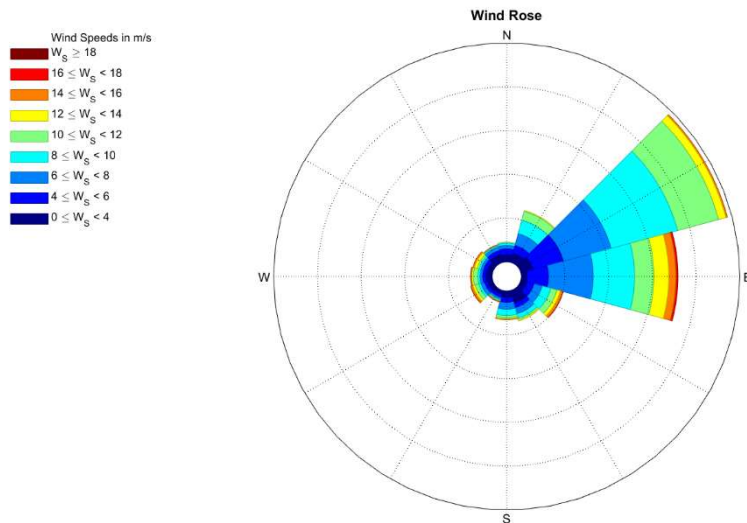


Figura 4 - Rosa dos Ventos no site

3.4 Análise

De acordo com os gráficos e mapas caracterizadores do perfil de velocidade de vento offshore no site em estudo representado nas Figura 1 e Figura 2, conclui-se que a média velocidade de vento é 7.75 m/s a 80 metros de altura.

Na tabela seguinte são apresentados esses valores médios de velocidade quer a 10m e a 80m, mas também os valores extrapolados através da lei logarítmica de perfil de vento (ver Anexo 5.2) para uma altura de 110m – altura da turbina eólica.

Tabela 1 - Velocidades médias durante os meses do ano típico

| | 10m | 80m | 110m * |
|------------------|-------------|-------------|-------------|
| janeiro | 5.61 | 7.30 | 7.55 |
| fevereiro | 6.12 | 7.96 | 8.24 |
| março | 7.25 | 9.44 | 9.77 |
| abril | 6.11 | 7.95 | 8.23 |
| maio | 5.72 | 7.44 | 7.71 |
| junho | 5.72 | 7.44 | 7.70 |
| julho | 6.30 | 8.19 | 8.48 |
| agosto | 5.53 | 7.19 | 7.44 |
| setembro | 4.73 | 6.15 | 6.37 |
| outubro | 5.50 | 7.16 | 7.41 |
| novembro | 5.89 | 7.67 | 7.94 |
| dezembro | 7.02 | 9.13 | 9.45 |
| MÉDIA | 5.96 | 7.75 | 8.02 |

Como observamos na Tabela 1, durante o ano meteorológico típico a velocidade média horária do vento varia entre 5,6 m/s a aproximadamente 9 m/s.

Relativamente à direção destes ventos, na Figura 4 referente á rosa-dos-ventos, é visível que a direção dominante do vento é 45º, ou seja, predominante ao longo do ano no quadrante Este / Nordeste.

Para proceder à análise estatística dos dados do vento no site, a média dos valores foram definidas em 22 classes de vento com 1 m/s de amplitude entre os intervalos. Todas as 8760 médias horárias de vento foram classificadas em intervalos começando em $0 \leq u < 1$ até aos $20 \leq u < 21$ m/s.

O histograma com as 22 classes de vento foi obtido através de uma folha de excel que continham todas as velocidades médias de vento no site a 80 metros de altura e é representado na figura seguinte:

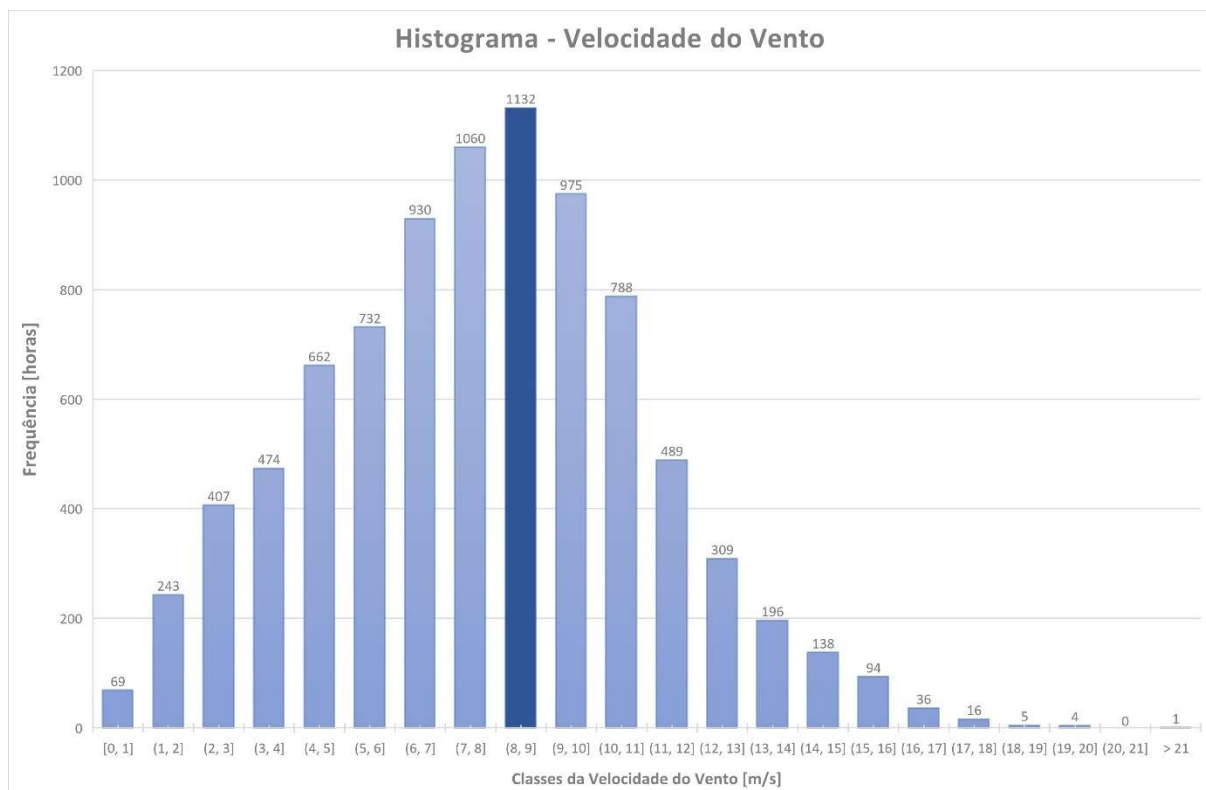


Figura 5 - Histograma da Velocidade do vento a 80m

Analisando a Figura 5 podemos concluir que a classe de velocidade média [8 , 9] m/s é a mais alta ocorrendo 1132 horas numa base anual, indicando que no site OIPS é a velocidade de vento mais predominante, embora a classe [7 , 8] esteja muito próxima.

Observa-se também que a velocidade do vento é superior a 7 m/s em 60% do tempo, ou seja, 5243 horas.

A velocidade máxima foi registada no mês de fevereiro de 2014 com um valor de 22,27 m/s no site, conforme mostra a figura seguinte:

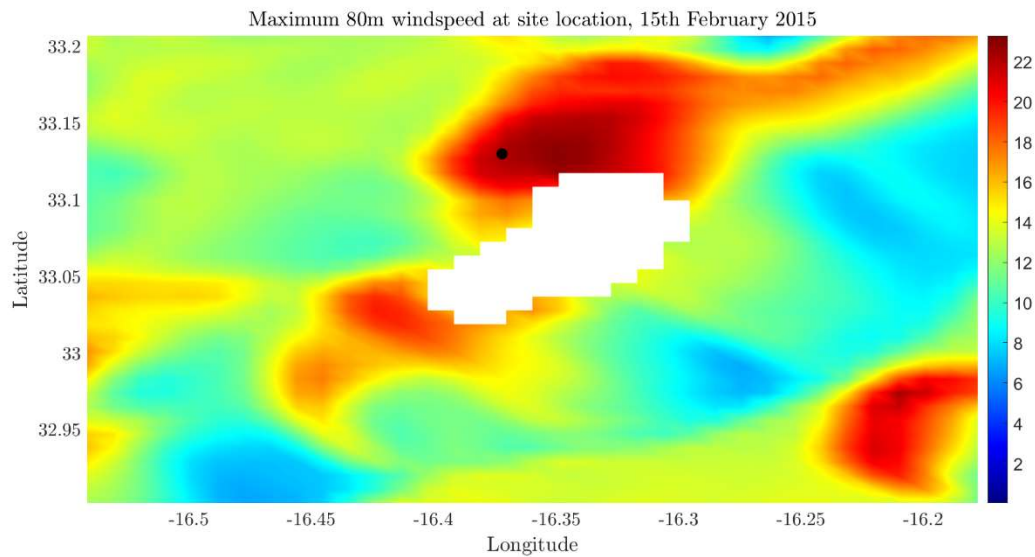


Figura 6 - Velocidade máxima registada no site

4 Bibliografia

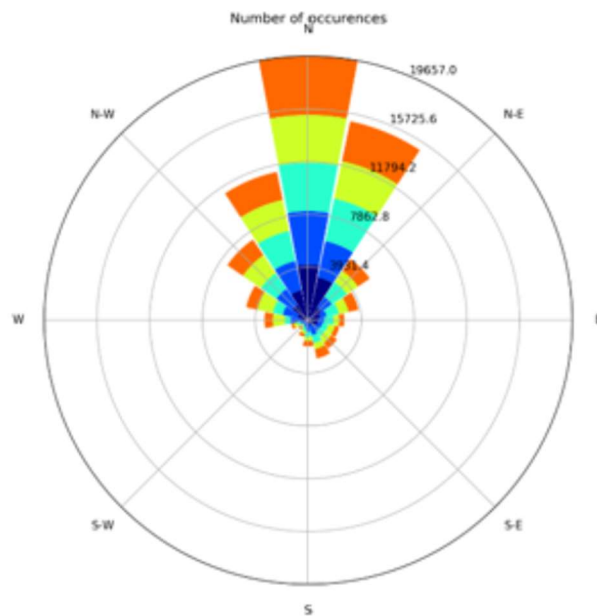
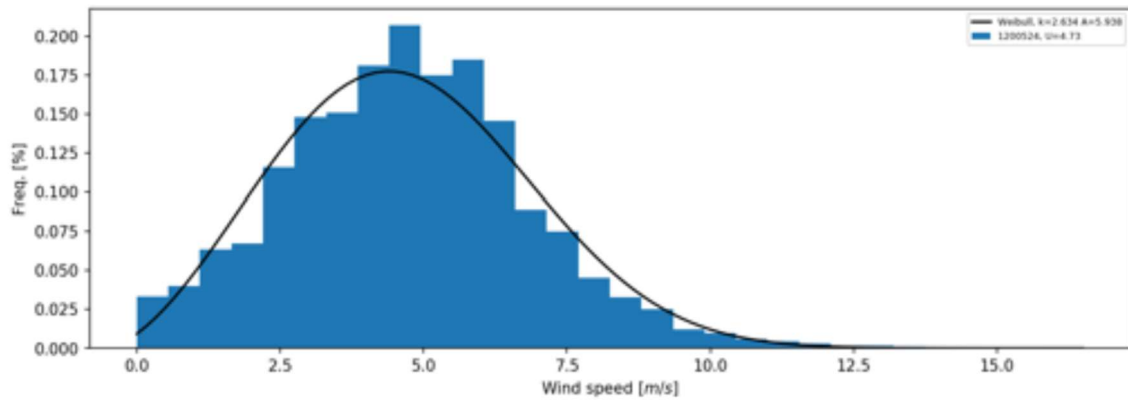
- [1] H. Díaz e C. G. Soares, "Site selection process for floating offshore wind farms in Madeira Islands," *Advances in Renewable Energies Offshore*, pp. 729 - 737, 2019.
- [2] F. d. S. Pereira, "Avaliação do potencial energético dos recursos renováveis offshore e identificação das áreas de potencial interesse na Região Autónoma da Madeira," AREAM - Projeto ENERMAC (MAC/1.1a/117), 2020.
- [3] F. Pereira e C. Silva, "Offshore Wind Energy Resource Assessment from Satellite Data Observations and WRF in Porto Santo Island," *Wind Energy Science Discussions*, 2020.

5 Anexos

5.1 Estação Meteorológica IPMA no Porto Santo / Aeroporto

Valores medidos da velocidade do vento e direção na estação Meteorológica do Porto Santo / Aeroporto no período entre 2007 e 2016.

Histograma e Distribuição de Weibull

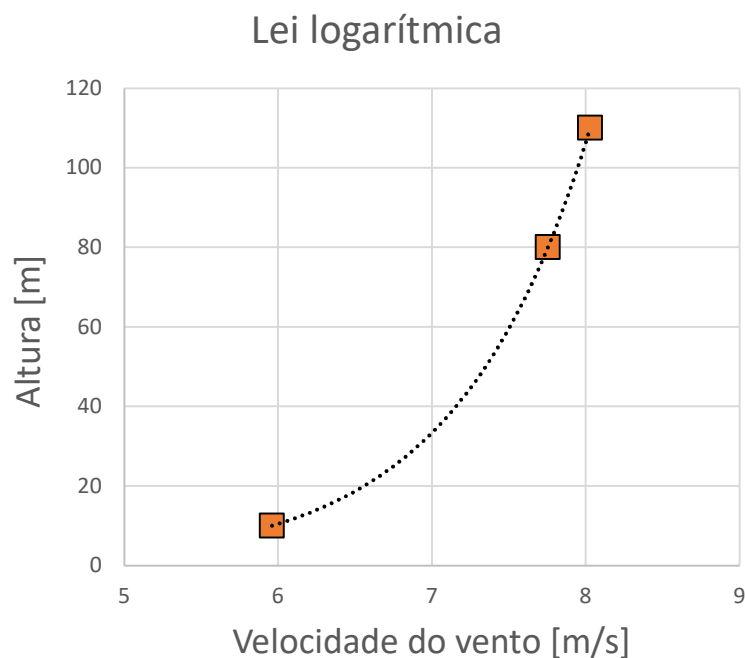


5.2 Lei logarítmica do perfil de vento

A lei de Prandtl, descrita na equação abaixo, proporciona uma boa representação da variação da velocidade média do vento com a altura da turbina eólica. De acordo com a literatura, a comparação entre as medições obtidas e os cálculos aplicando o modelo de lei de Prandtl mostrou que o modelo pode descrever a mudança da velocidade média do vento extrapolando para diferentes alturas da turbina eólica todos os dados a uma altura de referência z_{ref} e obter com precisão razoável a velocidade média de vento na altura da turbina em estudo, sendo neste caso $z = 110$ m.

$$\bar{u}(z) = \bar{u}_{ref} \left(\frac{\ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}{\ln\left(\frac{z_{ref}}{z_0}\right)} \right)$$

Em que $u(z)$ é a velocidade média do vento em altura z , u_{ref} é a velocidade média do vento medida à altura de referência z_{ref} e z_0 é o comprimento de rugosidade determinado pela condição superficial da superfície em metros.



ATIVIDADE 2.3

ANÁLISE DAS CONDIÇÕES OCEANOGRÁFICAS/METEOROLÓGICAS LOCAIS

Janeiro 2021



Índice

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Introdução..... | 4 |
| 2 | Metodologia..... | 4 |
| 3 | Análise e resultados..... | 5 |
| 3.1 | Análise das ondas na área de estudo..... | 5 |
| 3.1.1 | Altura Significativa Mensal..... | 5 |
| 3.1.2 | Rosa das Ondas..... | 12 |
| 3.2 | Análise das correntes na área de estudo..... | 12 |
| 3.3 | Rosa das Correntes..... | 19 |
| 3.4 | Valores Extremos..... | 20 |
| 4 | Significância dos cálculos metoceanicos na plataforma OIPS..... | 21 |
| 5 | Bibliografia..... | 22 |

Índice de Figuras

| | | |
|----------|---|----|
| Figura 1 | Rosa das Ondas..... | 12 |
| Figura 2 | Rosa das Correntes a 0 metros..... | 19 |
| Figura 3 | - Rosa das correntes a 60 metros de profundidade..... | 20 |

Índice de Tabelas

| | | |
|----------|---|----|
| Tabela 1 | Altura significativa média, máximos e mínimos de cada mês do ano meteorológico típico..... | 11 |
| Tabela 2 | Velocidade, máximos e mínimos das correntes 0 metros e -60 m de cada mês do ano meteorológico típico..... | 19 |
| Tabela 3 | Valore Extremos período de retorno de 40 anos..... | 20 |

Índice de Gráficos

| | | |
|------------|---|----|
| Gráfico 1 | Altura Significativa de Onda (Hs) no mês de janeiro..... | 5 |
| Gráfico 2 | Altura Significativa de Onda (Hs) no mês de fevereiro..... | 6 |
| Gráfico 3 | Altura Significativa de Onda (Hs) no mês de março..... | 6 |
| Gráfico 4 | Altura Significativa de Onda (Hs) no mês de abril..... | 7 |
| Gráfico 5 | Altura Significativa de Onda (Hs) no mês de maio..... | 7 |
| Gráfico 6 | Altura Significativa de Onda (Hs) no mês de junho..... | 8 |
| Gráfico 7 | Altura Significativa de Onda (Hs) no mês de julho..... | 8 |
| Gráfico 8 | Altura Significativa de Onda (Hs) no mês de agosto..... | 9 |
| Gráfico 9 | Altura Significativa de Onda (Hs) no mês setembro..... | 9 |
| Gráfico 10 | Altura Significativa de Onda (Hs) no mês de outubro..... | 10 |
| Gráfico 11 | - Altura Significativa de Onda (Hs) no mês de novembro..... | 10 |
| Gráfico 12 | Figura 12 - Altura Significativa de Onda (Hs) no mês de dezembro..... | 11 |

| | |
|---|----|
| Gráfico 13 Velocidades correntes oceânicas a 0 e 60 metros de profundidade no mês de janeiro | 13 |
| Gráfico 14 Velocidades correntes oceânicas a 0 e 60 metros de profundidade no mês de fevereiro 13 | |
| Gráfico 15 Velocidades correntes oceânicas a 0 e 60 metros de profundidade no mês de março | 14 |
| Gráfico 16 Velocidades correntes oceânicas a 0 e 60 metros de profundidade no mês de abril | 14 |
| Gráfico 17 Velocidades correntes oceânicas a 0 e 60 metros de profundidade no mês de maio | 15 |
| Gráfico 18 Velocidades correntes oceânicas a 0 e 60 metros de profundidade no mês de junho | 15 |
| Gráfico 19 Velocidades correntes oceânicas a 0 e 60 metros de profundidade no mês de julho | 16 |
| Gráfico 20 Velocidades correntes oceânicas a 0 e 60 metros de profundidade no mês de agosto..... | 16 |
| Gráfico 21 Velocidades correntes oceânicas a 0 e 60 metros de profundidade no mês de setembro 17 | |
| Gráfico 22 Velocidades correntes oceânicas a 0 e 60 metros de profundidade no mês de outubro .. | 17 |
| Gráfico 23 Velocidades correntes oceânicas a 0 e 60 metros de profundidade no mês de novembro.... | 18 |
| Gráfico 24 Velocidades correntes oceânicas a 0 e 60 metros de profundidade no mês de dezembro | 18 |



1 Introdução

Dados meteorológicos (vento, pressão atmosférica, temperatura do ar, etc.) e dados oceanográficos (ondas, corrente, nível da água, salinidade, temperatura da água, gelo, etc.) são frequentemente não só agrupados no termo dados metoceanicos, mas também são tipicamente agrupados numa única base de conceção para parâmetros ambientais. Além disso, os dois conjuntos de parâmetros estão profundamente relacionados, uma vez que as condições meteorológicas são as forças motrizes para as ondas, os níveis de corrente e os picos de corrente. Os programas de medição registam tipicamente ambos os tipos de dados. O termo dados hidrográficos é frequentemente utilizado para os dados oceanográficos. [1]

Para o planeamento de operações marítimas como a instalação das plataformas e a manutenção das turbinas eólicas, os tipos de condições mais frequentes são aplicados como base para as análises estatísticas. Como base da análise, são aplicadas séries temporais tipicamente contínuas que cobrem vários anos. A razão para utilizar mais anos é que a variabilidade interanual pode ser bastante significativa, pelo que são necessários dados de vários anos para cobrir tais variações. As análises centram-se na obtenção de estatísticas mais médias, quer para meses individuais, estações ou para todo o ano.

As estatísticas de todo o ano são utilizadas para a análise da fadiga das estruturas. A análise produzirá mais frequentemente estatísticas para a ocorrência (ou superação) de certas condições prescritas. Na forma mais simples, as análises negligenciam a duração das condições, e as estatísticas fornecem ou probabilidades de excedência para parâmetros individuais (velocidade da corrente, nível da água, altura da onda) ou diagramas de dispersão (tabelas de ocorrência conjunta) para condições de dois parâmetros (velocidade e direção da corrente, altura e período da onda, altura e direção da onda) [2].

2 Metodologia

A metodologia utilizada neste estudo consiste numa análise de dados a longo prazo para a atmosfera e para o oceano, a fim de constituir um TMY - Ano Meteorológico Típico. Os dados medidos são submetidos a um procedimento de verificação de qualidade para remover pontos de dados maus da série de tempo de observação antes de se proceder à análise TMY. Após a conclusão da análise TMY, somos capazes de representar um ano considerado como "mês típico", tendo em conta 10 anos de dados de observação. Os melhores dados estáticos, tais como a topografia e o território também são considerados.

3 Análise e resultados

3.1 Análise das ondas na área de estudo

As ondas são formadas pela força do vento sobre a água e o tamanho das ondas varia com a velocidade do vento e da sua duração. O movimento da água que resulta da força do vento transporta energia cinética que pode ser aproveitada por dispositivos próprios para a captação dessa energia, chamada energia das ondas. Procedeu-se nesta secção em primeiro lugar a análise da altura significativa de onda, direção de onda e período para a área da plataforma OIPS.

Neste sentido foram elaborados os gráficos médios mensais representativos do período meteorológico típico para a variável altura significativa (H_s) de onda (m) bem como a rosa das ondas.

3.1.1 Altura Significativa Mensal

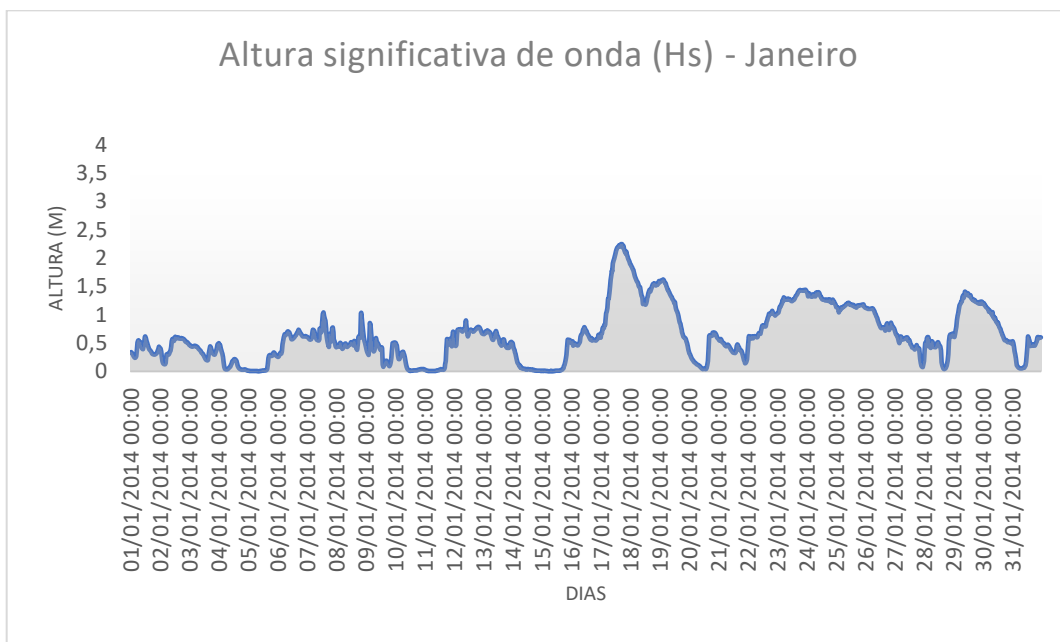


Gráfico 1 Altura Significativa de Onda (H_s) no mês de janeiro

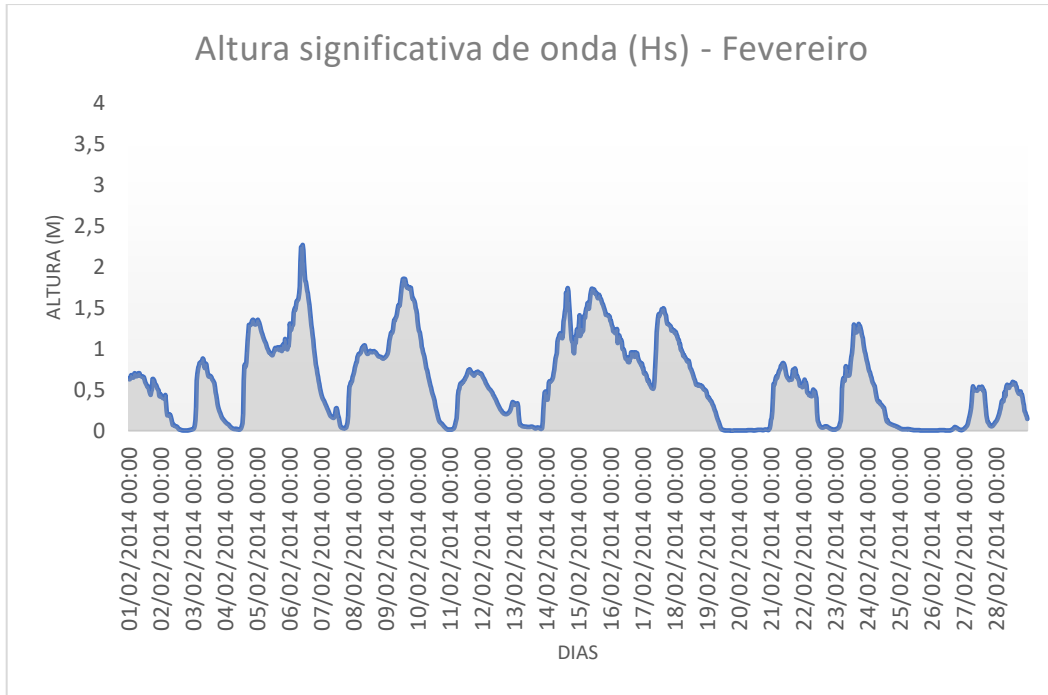


Gráfico 2 Altura Significativa de Onda (Hs) no mês de fevereiro

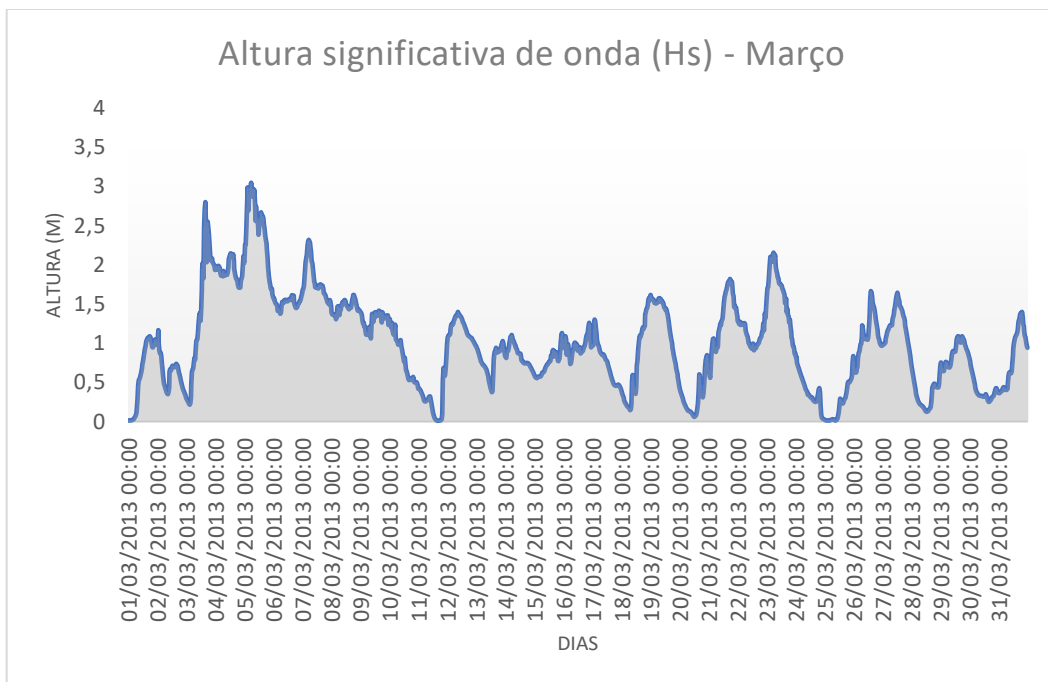


Gráfico 3 Altura Significativa de Onda (Hs) no mês de março

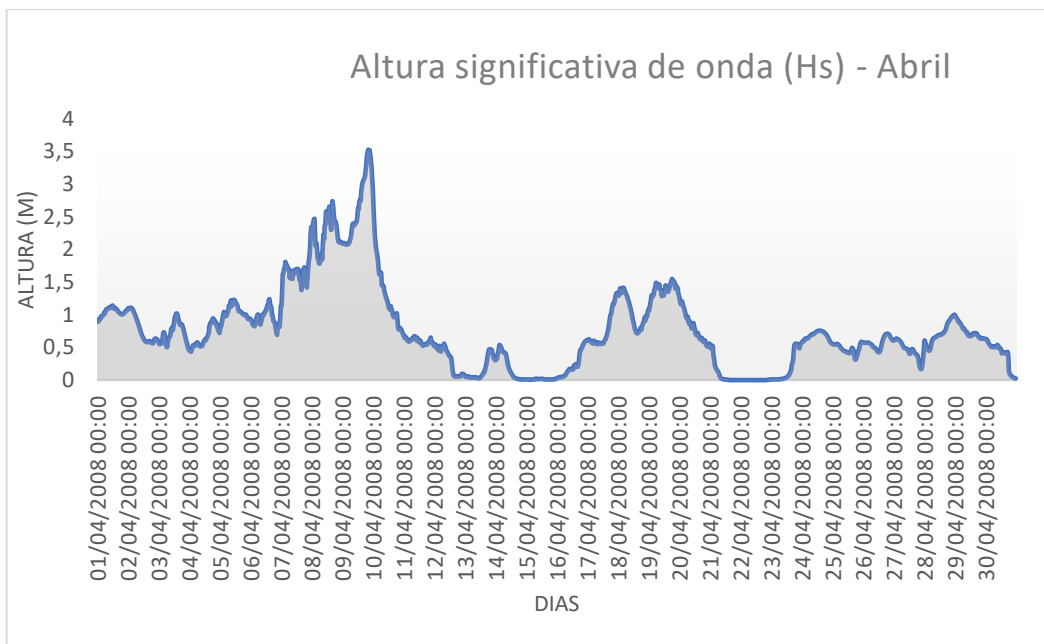


Gráfico 4 Altura Significativa de Onda (Hs) no mês de abril

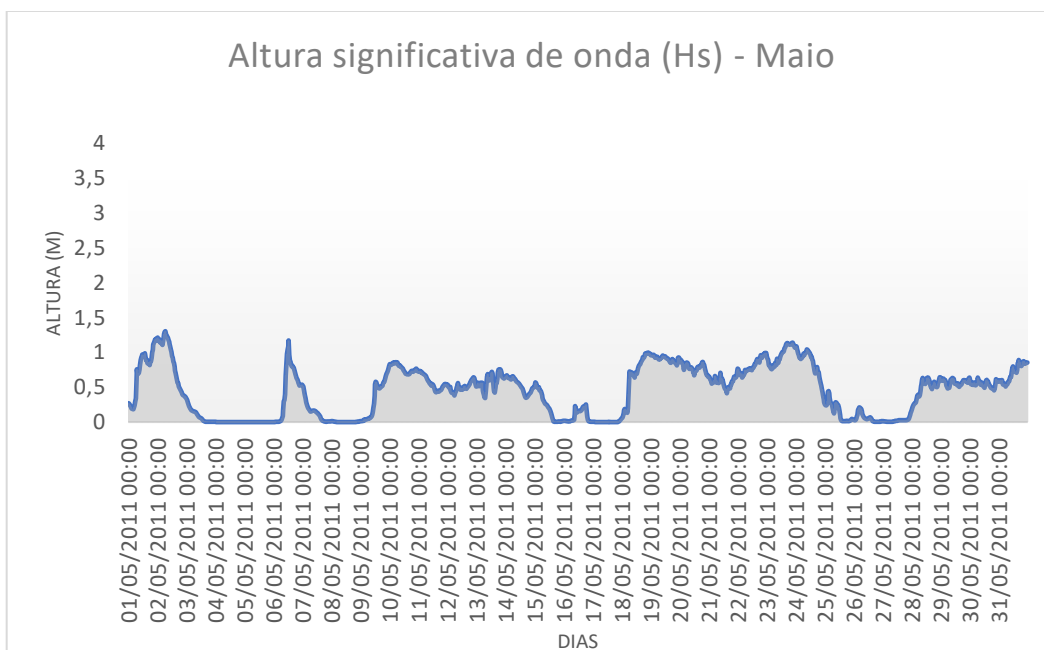


Gráfico 5 Altura Significativa de Onda (Hs) no mês de maio

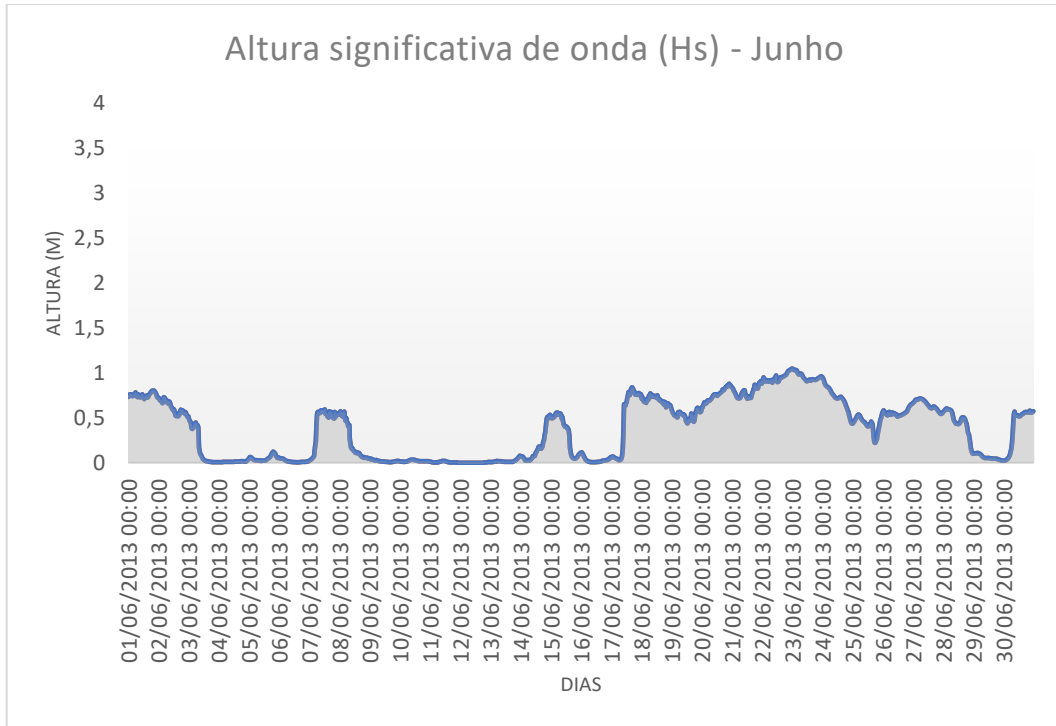


Gráfico 6 Altura Significativa de Onda (Hs) no mês de junho

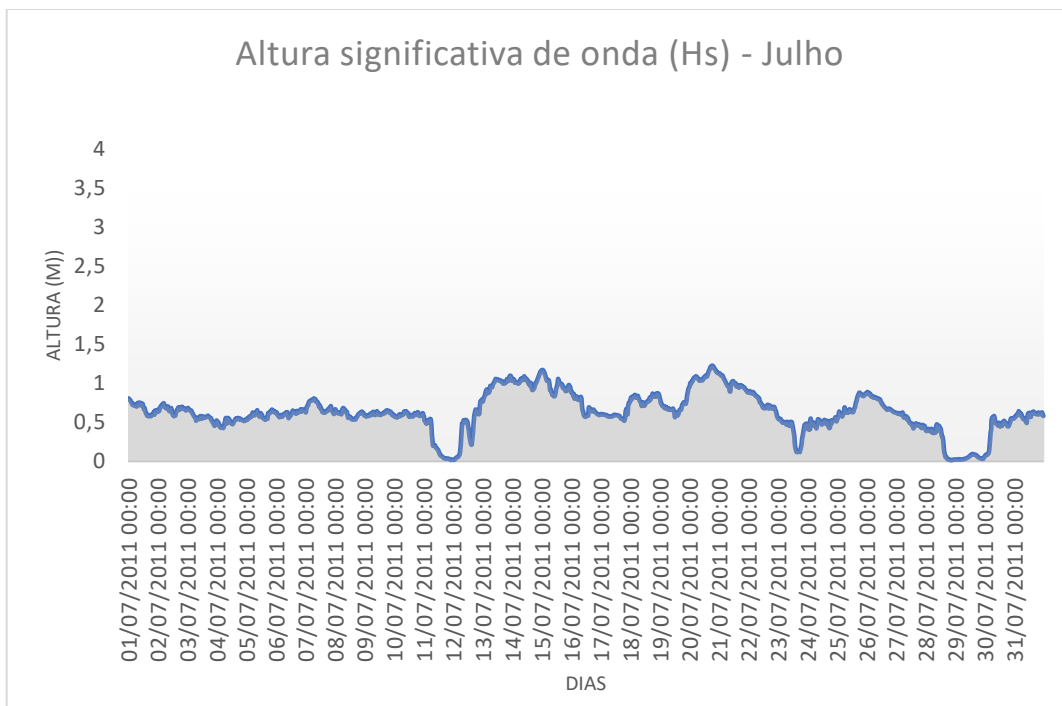


Gráfico 7 Altura Significativa de Onda (Hs) no mês de julho

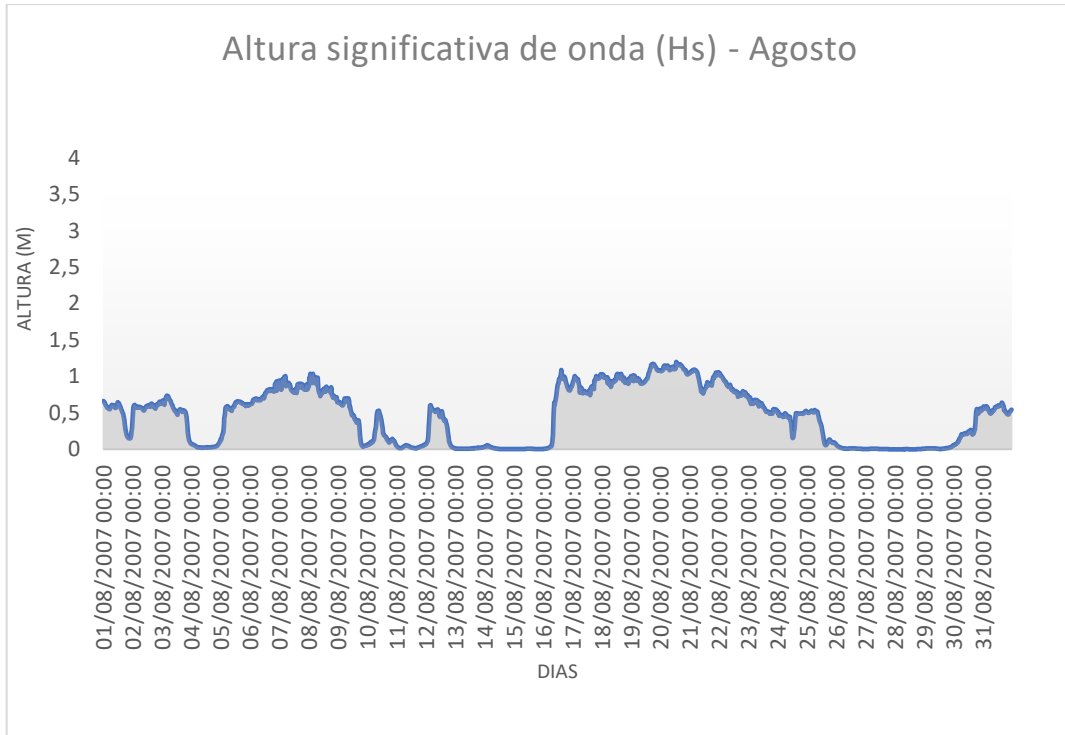


Gráfico 8 Altura Significativa de Onda (Hs) no mês de agosto

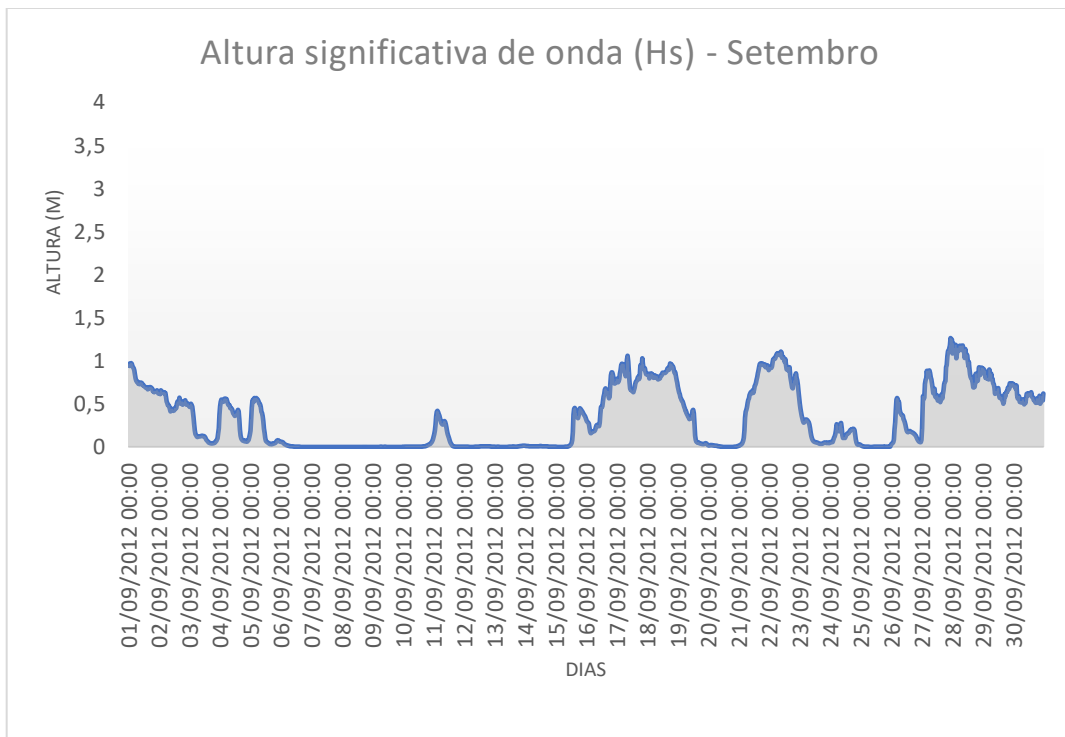


Gráfico 9 Altura Significativa de Onda (Hs) no mês setembro

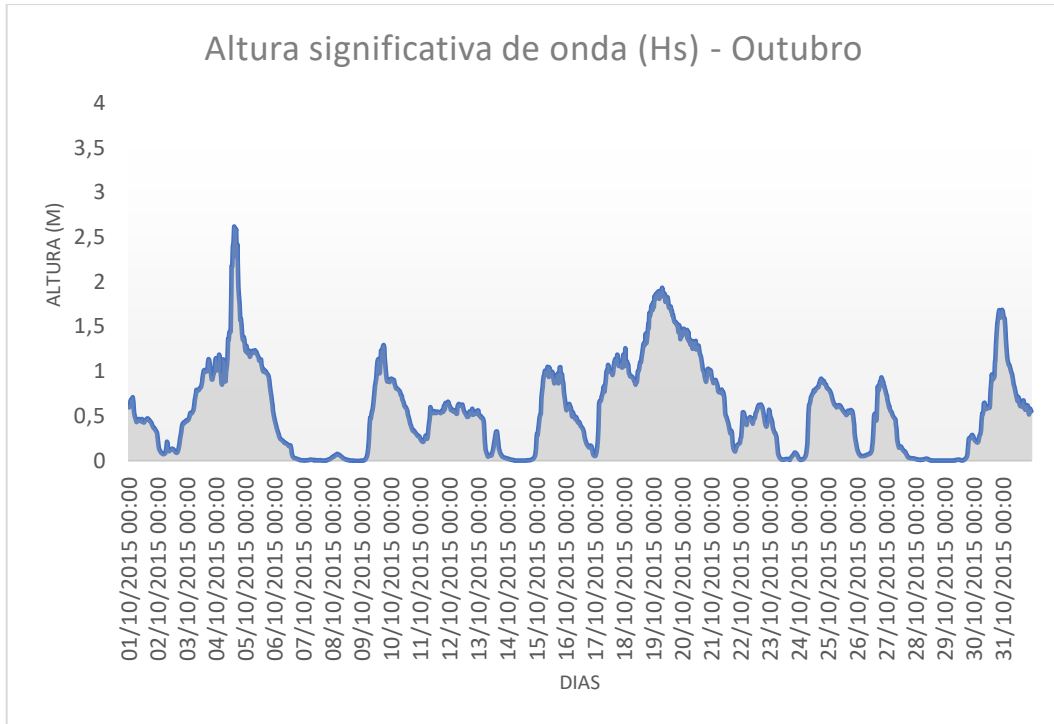


Gráfico 10 Altura Significativa de Onda (Hs) no mês de outubro

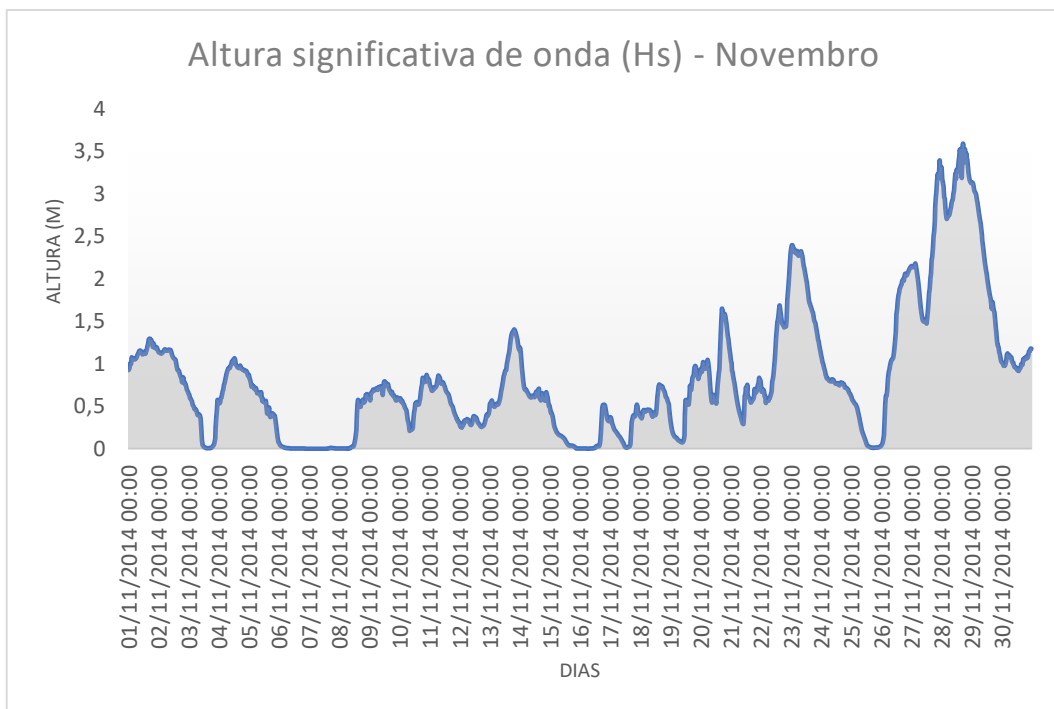


Gráfico 11 - Altura Significativa de Onda (Hs) no mês de novembro

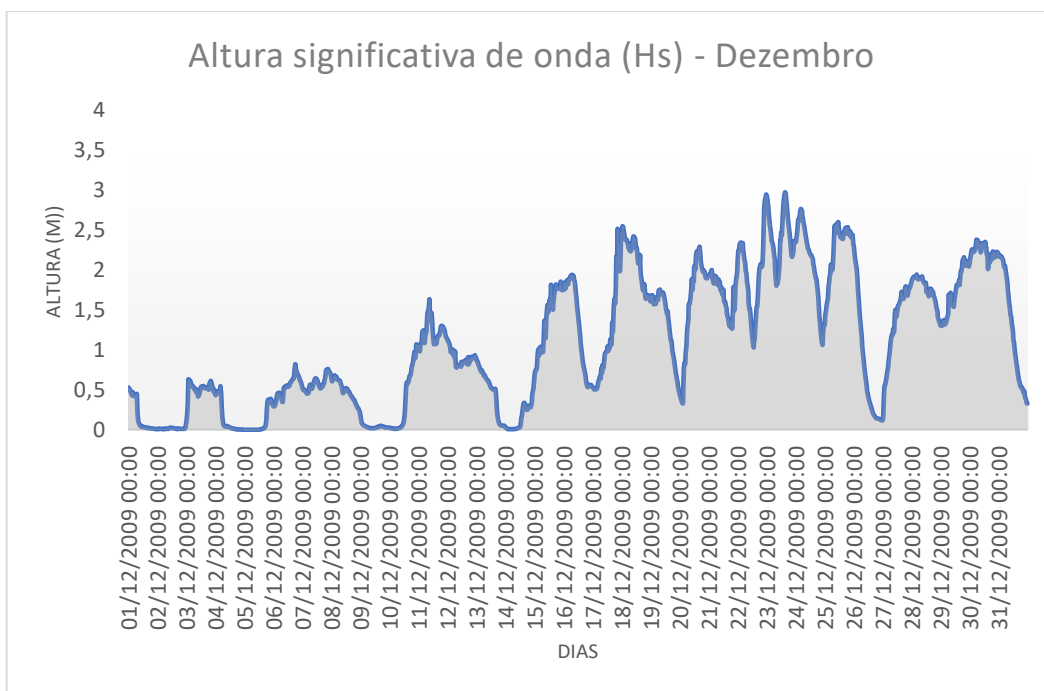


Gráfico 12 Figura 12 - Altura Significativa de Onda (Hs) no mês de dezembro

De acordo com os gráficos de altura significativa de ondas, concluiu-se que o máximo de altura significativa de onda atingida no ano meteorológico típico é 3,59 metros no mês de novembro. A média da altura significativa é de 0,64 metros durante Ano Meteorológico Típico. Os valores médios, máximos e mínimos correspondentes a cada mês estão representados na tabela em baixo (tabela 1).

Tabela 1 Altura significativa média, máximos e mínimos de cada mês do ano meteorológico típico

| Mês | Ano | Hs (m) Média | Max (m) | Min (m) |
|-----------|------|----------------------|---------|---------|
| Janeiro | 2014 | 0,63 | 2,25 | 3,4E-03 |
| Fevereiro | 2014 | 0,59 | 2,27 | 1,5E-03 |
| Março | 2013 | 1,01 | 3,05 | 1,3E-02 |
| Abril | 2008 | 0,76 | 3,53 | 2,0E-04 |
| Maio | 2011 | 0,45 | 1,31 | 1,1E-05 |
| Junho | 2013 | 0,38 | 1,05 | 6,1E-05 |
| Julho | 2011 | 0,63 | 1,23 | 1,8E-02 |
| Agosto | 2007 | 0,46 | 1,20 | 2,4E-04 |
| Setembro | 2012 | 0,33 | 1,26 | 7,7E-07 |
| Outubro | 2015 | 0,57 | 2,62 | 3,4E-04 |
| Novembro | 2014 | 0,83 | 3,59 | 6,1E-05 |
| Dezembro | 2009 | 1,10 | 2,97 | 1,3E-04 |
| | | Média =0,64 m | | |

3.1.2 Rosa das Ondas

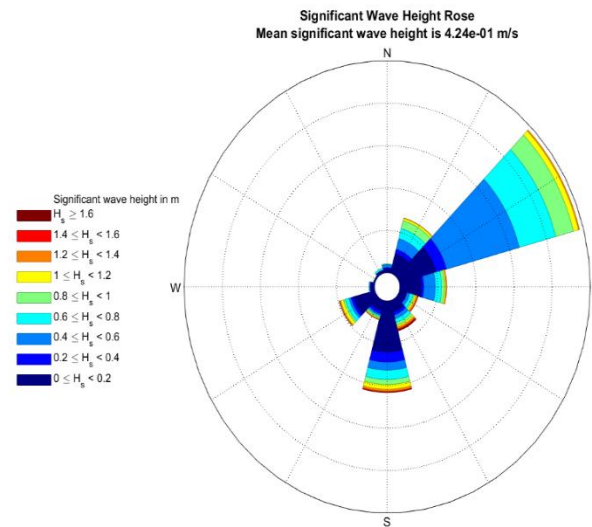


Figura 1 Rosa das Ondas

A rosa das ondas, representada em cima na figura 13, revela que as ondas da área em estudo apresentam uma direção predominante de noroeste.

3.2 Análise das correntes na área de estudo

O potencial da geração de energia elétrica a partir de correntes marítimas é enorme. Os altos fatores de carga resultantes das propriedades do fluido e a sua previsibilidade são características que fazem deste recurso uma atração para a produção de energia e uma vantagem quando comparada com outras fontes de energia renováveis-

As correntes são um parâmetro importante de caracterizar para estudar a sua influência no comportamento da Plataforma OIPS e nas forças envolvidas na estrutura integrada com aquacultura.

Para a nossa análise foram calculados a velocidade e direção para as correntes à superfície e a 60 metros de profundidade.

Nesta etapa do presente trabalho analisou-se o perfil de velocidade médio da velocidade das correntes a nível mensal na área da plataforma. Os dados do recurso das correntes marítimas foram calculados utilizando a metodologia em cima descrita e foram processados no formato netcdf através da utilização do Matlab, com o intuito de obter o melhor ajuste do recurso das correntes. Representou-se os doze gráficos caracterizadores do perfil de velocidade das correntes marítimas para a localização da plataforma OIPS.

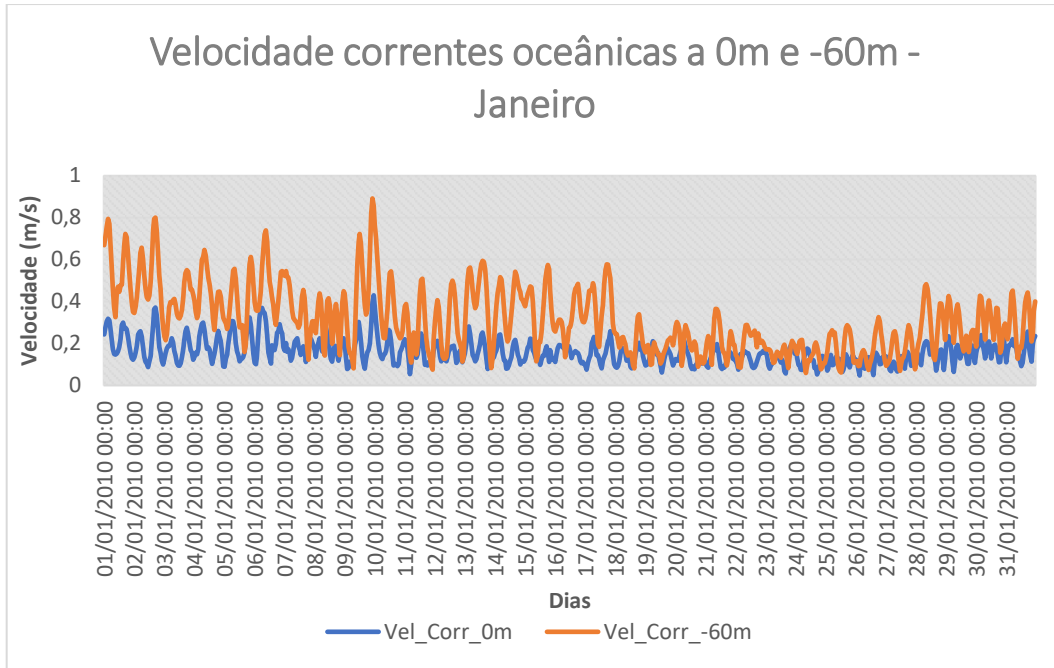


Gráfico 13 Velocidades correntes oceânicas a 0 e 60 metros de profundidade no mês de janeiro

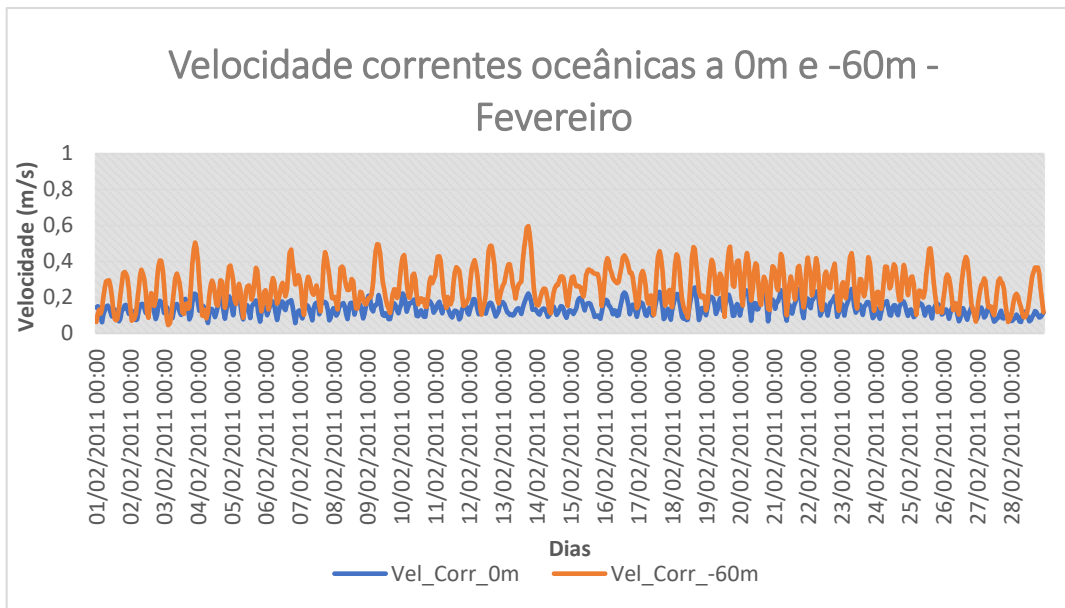


Gráfico 14 Velocidades correntes oceânicas a 0 e 60 metros de profundidade no mês de fevereiro

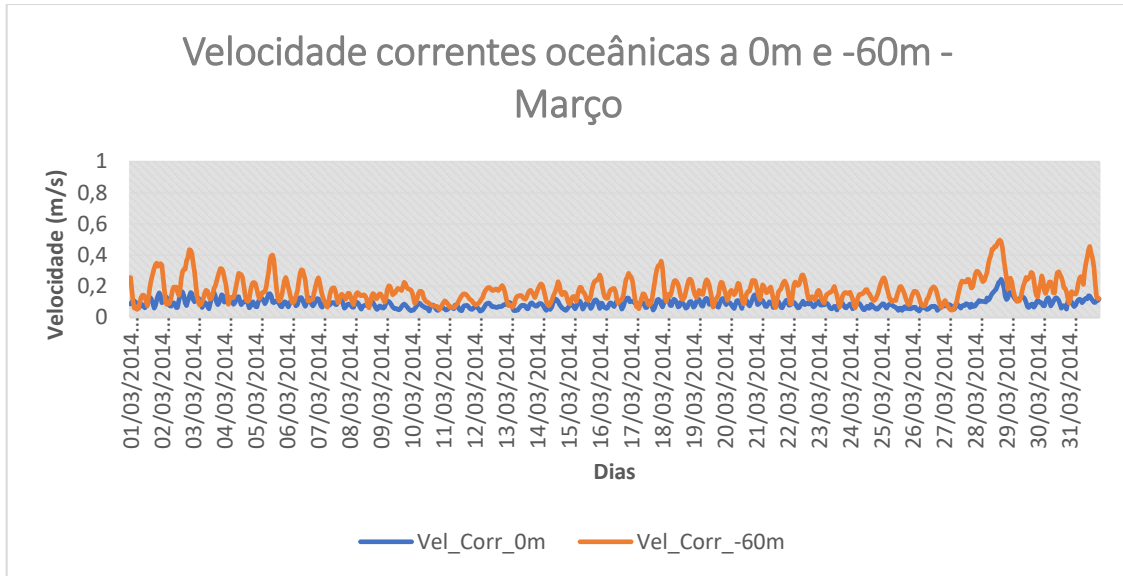


Gráfico 15 Velocidades correntes oceânicas a 0 e 60 metros de profundidade no mês de março

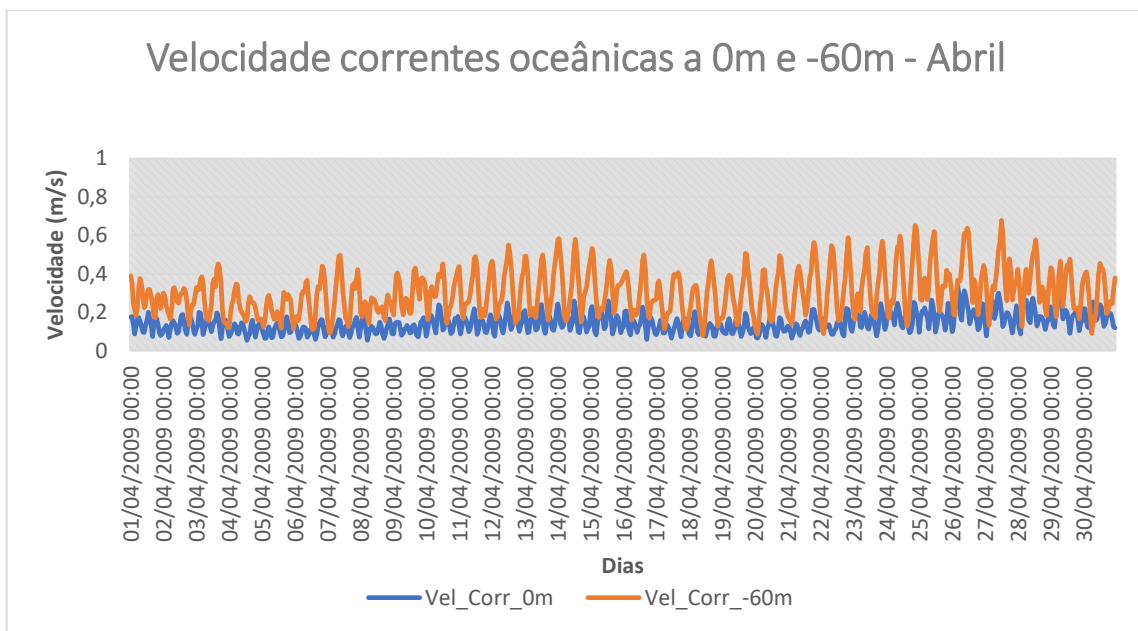


Gráfico 16 Velocidades correntes oceânicas a 0 e 60 metros de profundidade no mês de abril

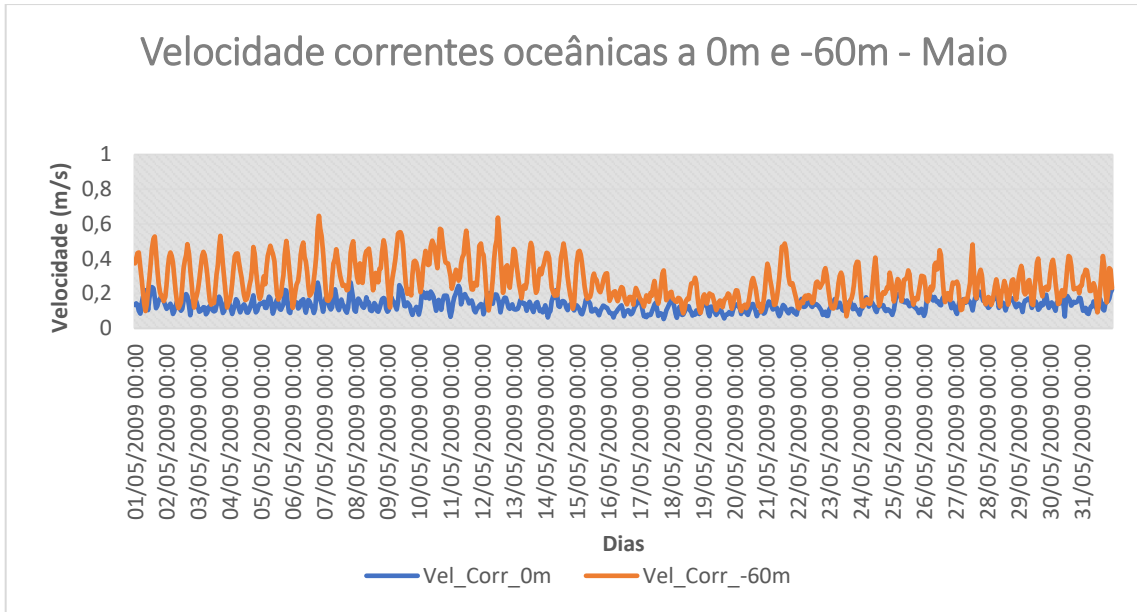


Gráfico 17 Velocidades correntes oceânicas a 0 e 60 metros de profundidade no mês de maio

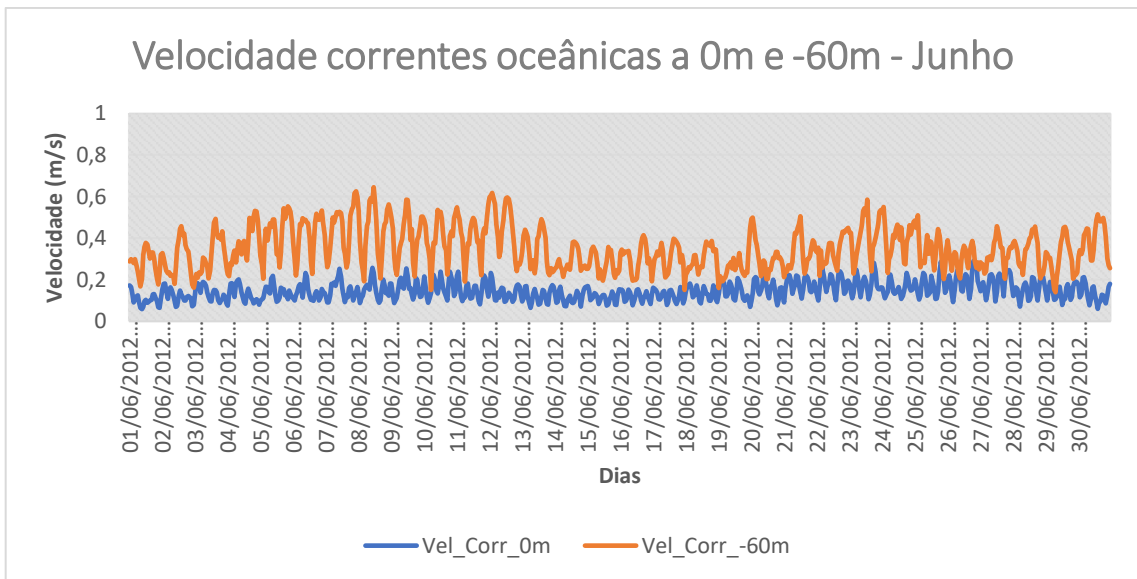


Gráfico 18 Velocidades correntes oceânicas a 0 e 60 metros de profundidade no mês de junho

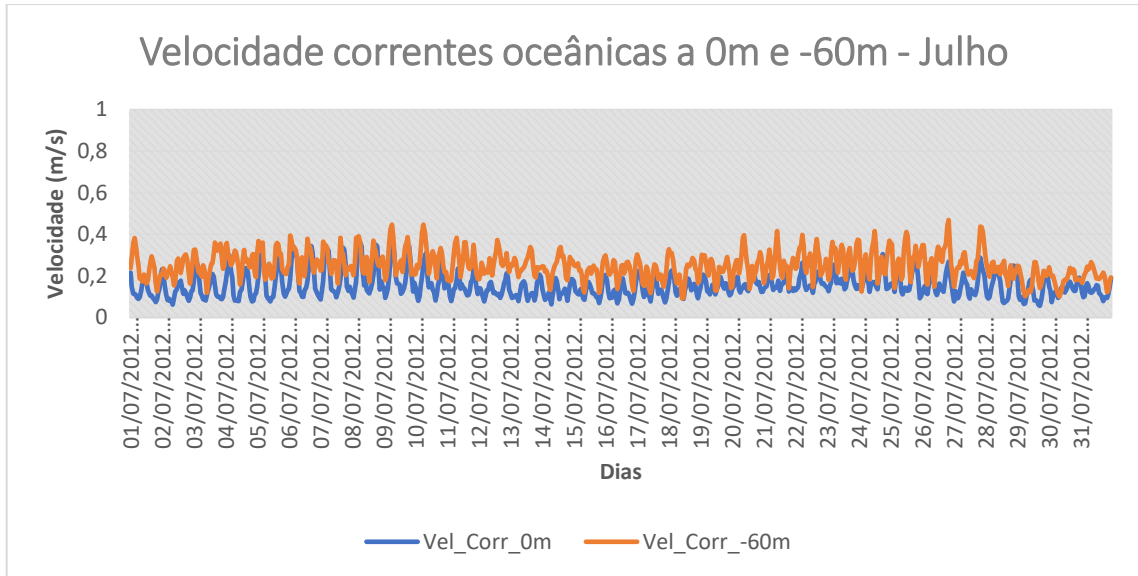


Gráfico 19 Velocidades correntes oceânicas a 0 e 60 metros de profundidade no mês de julho

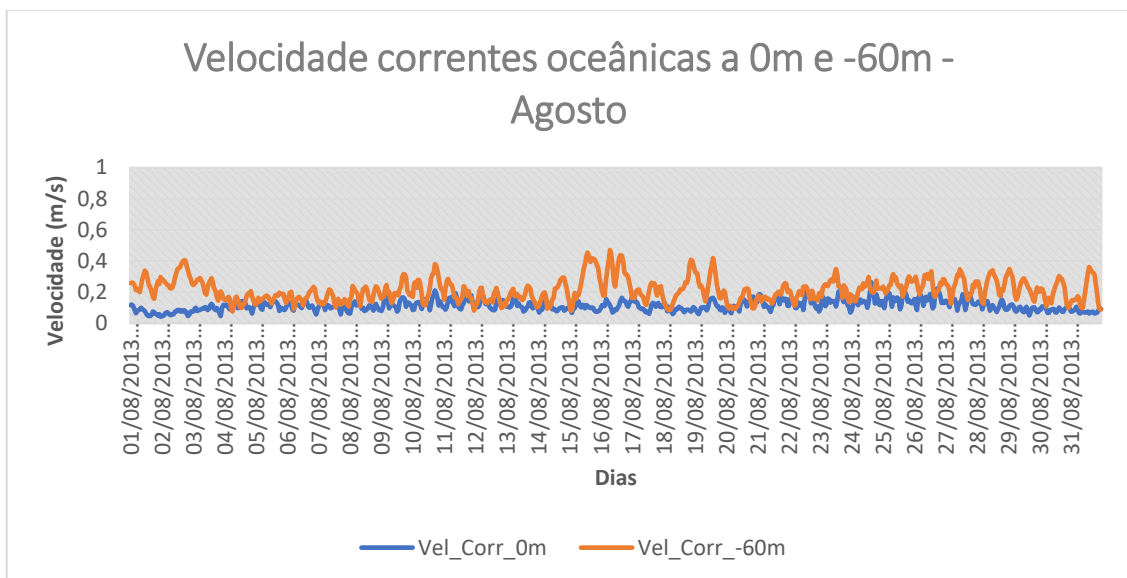


Gráfico 20 Velocidades correntes oceânicas a 0 e 60 metros de profundidade no mês de agosto

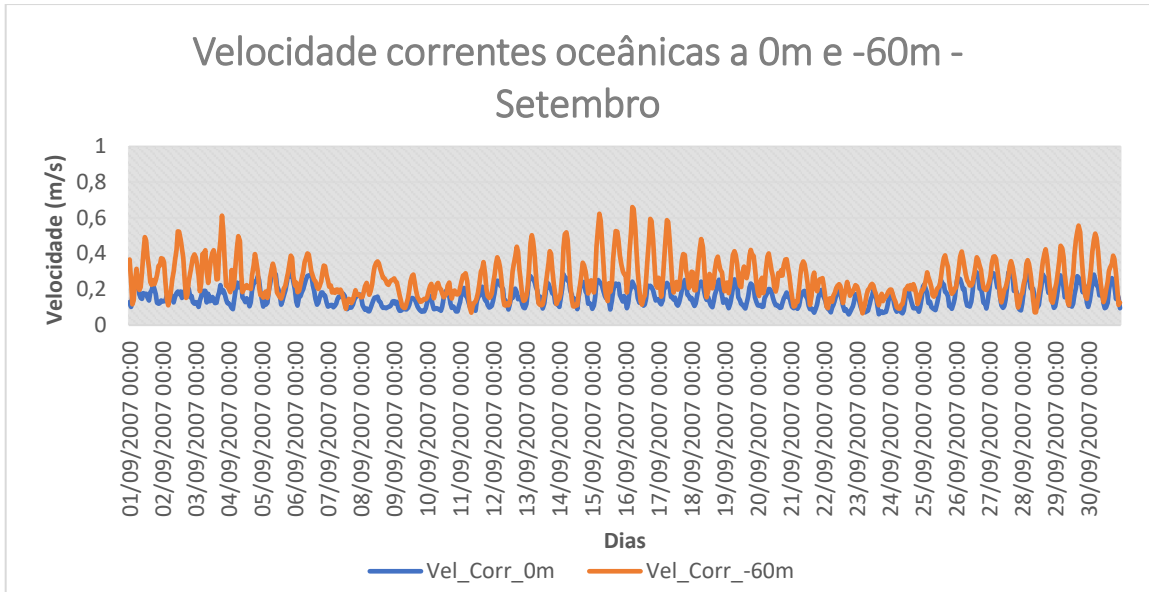


Gráfico 21 Velocidades correntes oceânicas a 0 e 60 metros de profundidade no mês de setembro

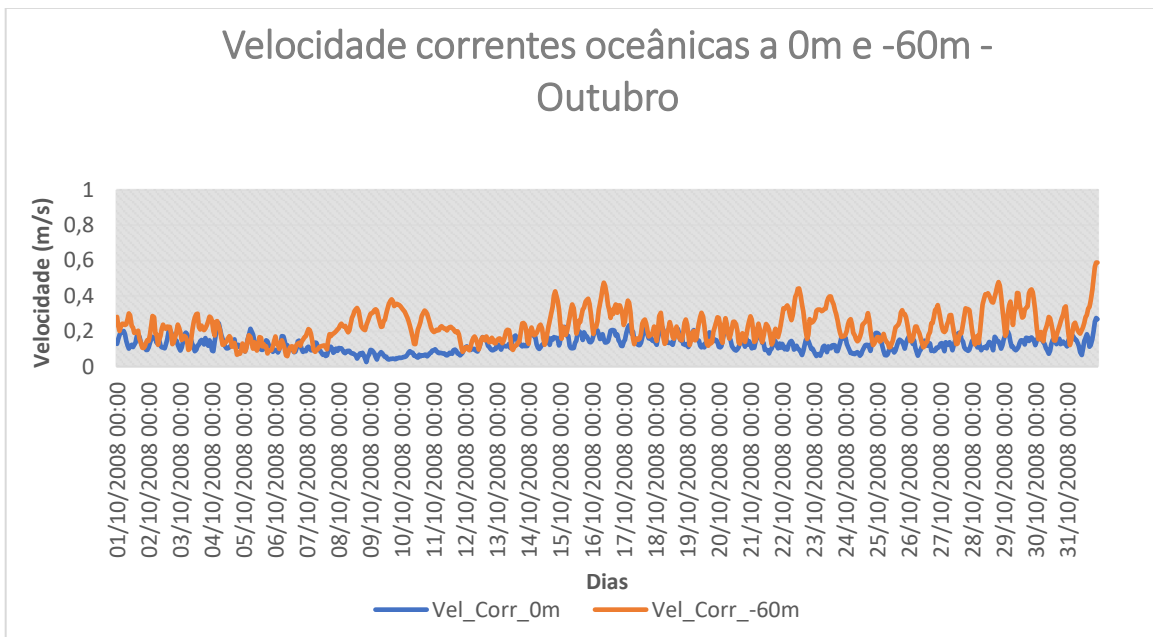


Gráfico 22 Velocidades correntes oceânicas a 0 e 60 metros de profundidade no mês de outubro

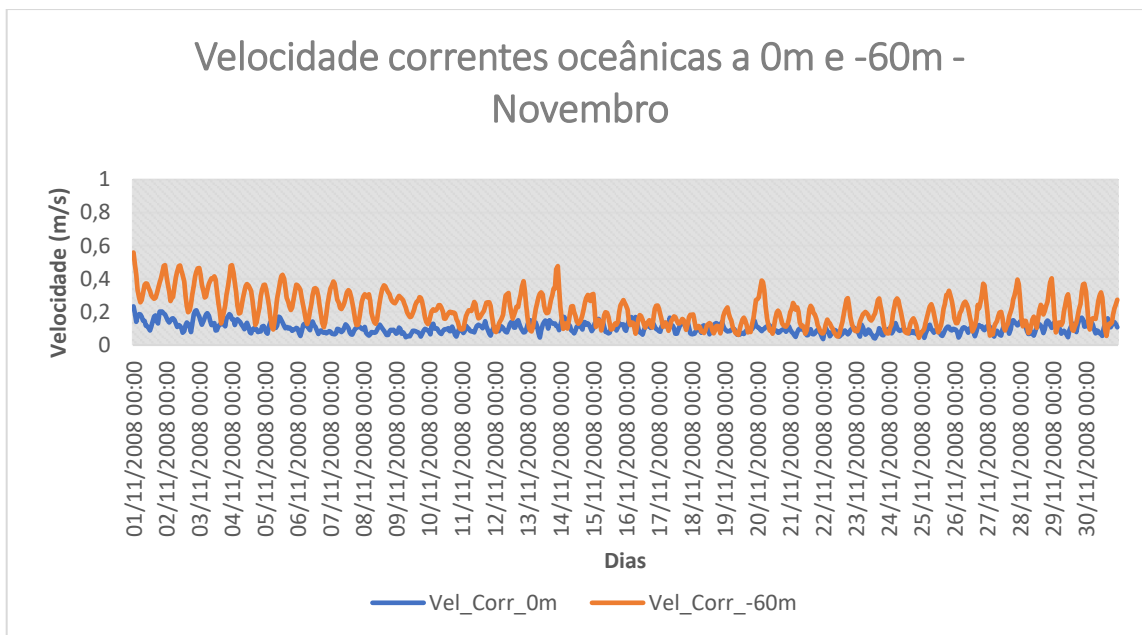


Gráfico 23 Velocidades correntes oceânicas a 0 e 60 metros de profundidade no mês de novembro

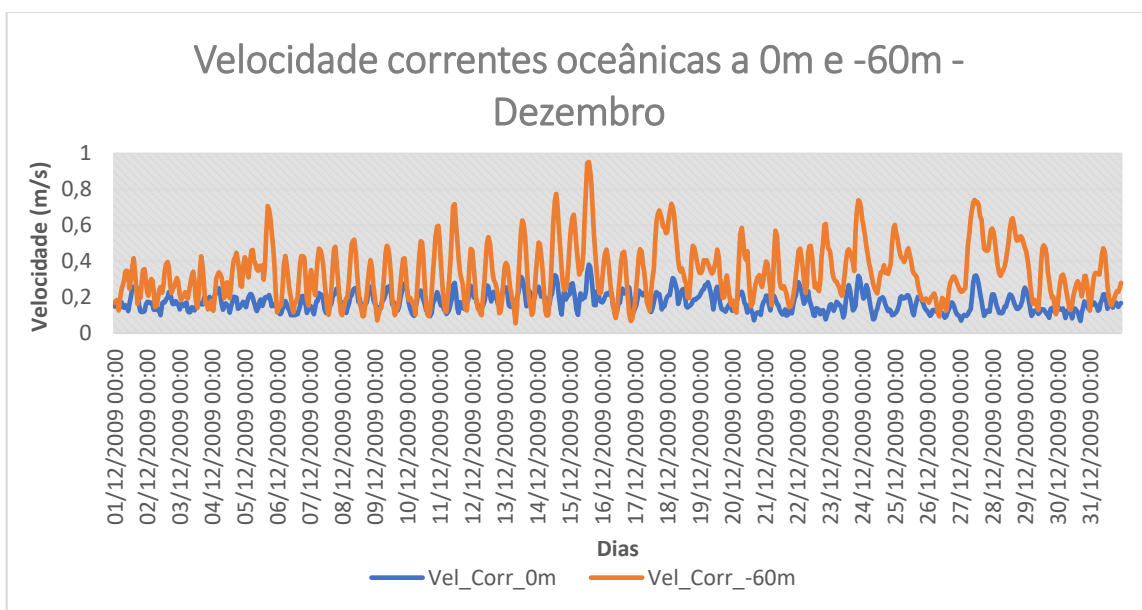


Gráfico 24 Velocidades correntes oceânicas a 0 e 60 metros de profundidade no mês de dezembro

De acordo com os gráficos das correntes, concluiu-se que o valor máximo de corrente à superfície é 0,42 m/s no mês Janeiro e a 60 metros de profundidade atinge um máximo de 0,95 m/s no mês de dezembro. O valor médio anual da corrente superficial (0m) e da corrente a uma profundidade de 60 m é de 0,14 m/s e 0,26 m/s respectivamente. Os valores médios, máximos e mínimos das correntes a 0 e -60 metros correspondentes a cada mês estão representados na tabela em baixo (tabela 2).

Tabela 2 Velocidade, máximos e mínimos das correntes 0 metros e -60 m de cada mês do ano meteorológico típico

| Mês | Ano | 0 m | | | -60m | | |
|-----------|------|-----------------------|-----------|-----------|---------------------|---------|---------|
| | | Velo_Curr (m/s) Média | Max (m/s) | Min (m/s) | Velo_Curr (m) Média | Max (m) | Min (m) |
| Janeiro | 2010 | 0,16 | 0,43 | 0,05 | 0,31 | 0,89 | 0,06 |
| Fevereiro | 2011 | 0,14 | 0,25 | 0,06 | 0,26 | 0,60 | 0,05 |
| Março | 2014 | 0,09 | 0,24 | 0,04 | 0,17 | 0,50 | 0,05 |
| Abril | 2009 | 0,14 | 0,34 | 0,05 | 0,30 | 0,68 | 0,08 |
| Maió | 2009 | 0,13 | 0,26 | 0,05 | 0,27 | 0,65 | 0,07 |
| Junho | 2012 | 0,15 | 0,29 | 0,06 | 0,35 | 0,64 | 0,14 |
| Julho | 2012 | 0,16 | 0,36 | 0,06 | 0,25 | 0,47 | 0,09 |
| Agosto | 2013 | 0,11 | 0,26 | 0,04 | 0,21 | 0,47 | 0,08 |
| Setembro | 2007 | 0,16 | 0,30 | 0,06 | 0,26 | 0,66 | 0,07 |
| Outubro | 2008 | 0,13 | 0,28 | 0,03 | 0,22 | 0,59 | 0,06 |
| Novembro | 2008 | 0,10 | 0,23 | 0,04 | 0,21 | 0,56 | 0,04 |
| Dezembro | 2009 | 0,17 | 0,38 | 0,07 | 0,33 | 0,95 | 0,05 |
| Média/ano | | 0,14 | | | 0,26 | | |

3.3 Rosa das Correntes

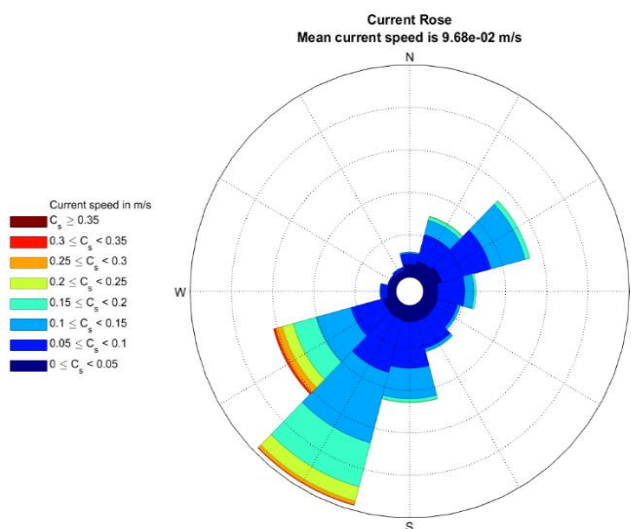


Figura 2 Rosa das Correntes a 0 metros

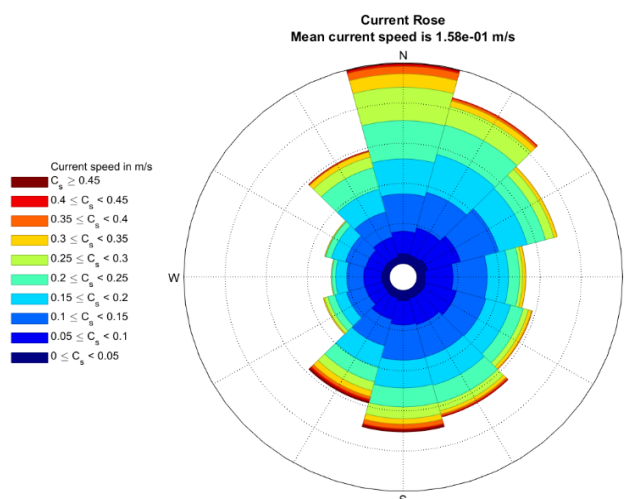


Figura 3 - Rosa das correntes a 60 metros de profundidade

Pela rosa das correntes superficiais verificamos temos correntes predominantemente vindas de sudoeste e também de noroeste.

3.4 Valores Extremos

Os valores extremos para o período de retorno de 40 anos também foram calculados. O período de retorno é o intervalo estimado entre ocorrências de igual magnitude utilizado no cálculo metoceanico. Este parâmetro estatístico tem grande utilidade para análises de risco e dimensionamento de plataformas offshore, geralmente com o objetivo de minimizar os efeitos prejudiciais de condições metoceanicas extremas. Na tabela 3 apresentamos os resultados para os valores extremos calculados para um período de retorno de 40 anos para os parâmetros metoceanicos analisados.

Tabela 3 Valore Extremos período de retorno de 40 anos

| Parâmetros | Valor Extremo |
|--------------------------------|---------------|
| Altura significativa H_s (m) | 3,6 |
| Vel. Curr. 0 m (m/s) | 0,6 |
| Vel. Curr. 60 m (m/s) | 1,3 |

4 Significância dos cálculos metoceanicos na plataforma OIPS

Para a energia eólica flutuante, uma grande diferença na perspetiva metoceanica será a caracterização das condições metoceanicas necessárias para quantificar o impacto sobre uma estrutura flutuante, que reage de forma dinâmica ao seu ambiente. Por exemplo, é necessário caracterizar os detalhes dos espectros de ondas direcionais completos. Um grande desafio é a conceção do movimento da plataforma com o correspondente movimento das pás das turbinas eólicas e com sistema de aquacultura acoplado.

Depois de analisados os parâmetros das ondas e correntes obtidos por cálculos numéricos para a localização da plataforma podemos tirar uma conclusão preliminar de que as condições metoceanicas não apresentam restrições para a instalação e operacionalidade da plataforma eólica flutuante. Os valores extremos de ondas e correntes calculados no período de retorno de 40 anos permitem-nos concluir que mesmo com valores extremos de ondas e correntes a dinâmica e funcionalidade da plataforma estão asseguradas



5 Bibliografia

- [1] O. R. S. I. Group, "Metocean Procedures Guide for Offshore Renewables," IMAREST, 2018.
- [2] T. Ainsworth, "Significant Wave Height' A closer look at wave forecasts," *NOAA's National Weather Service (NWS)*.

PROJETO OFFSHORE ISLAND PORTO SANTO (OIPS)

Avaliação e validação de sistemas de aquicultura compatíveis e com sinergias expectáveis com a plataforma de produção de energia eólica

Parte 2

Análise técnica comparada de performance de tecnologias de sistemas de cultura offshore apropriadas (SCA), para as condições físico-ambientais (meteo-oceanográficas) locais

Equipa Técnica

Abílio Ferreira (abilio.m.ferreira@madeira.gov.pt)

Maria Ferreira (ml.ferreira.2000@gmail.com)

Carlos Andrade (carlos.a.andrade@madeira.gov.pt)

Projeto OIPS



Fig. 1 - Coordenadas do Local

Trabalho Proposto

julho a setembro (2020-07-01 a 2020-09-30)

O trabalho proposto constará da avaliação e validação dos sistemas de aquacultura que sejam compatíveis e em que se verifiquem as sinergias expectáveis com a plataforma de produção de energia eólica, a nível de instalação e a nível da operação. O trabalho será baseado nas seguintes temáticas de estudo:

- 2. Análise técnica comparada de performance de tecnologias de sistemas de cultura offshore apropriadas (SCA), para as condições físico-ambientais (meteo-oceanográficas) locais.**

Resumo

Este trabalho, tendo como objetivo a comparação de sistemas de cultura offshore apropriados ao local, leva à necessidade do estudo de algumas variáveis que permitam tirar as conclusões necessárias.

Numa primeira parte aborda alguns temas necessários à caracterização do local:

- Análise das condições físico-ambientais locais
 - Parâmetros Físico-Químicos da água: Temperatura, Salinidade, Densidade, Níveis de oxigênio dissolvido e Ph
 - Condições Oceanográficas: Ondas, Correntes, Amplitude das marés e profundidade, Tipologia do fundo
 - Legislação local e condições de acesso
 - Caracterização do local: Condições Físico-Químicas, Condições Oceanográficas
 - Cultura/Espécies apropriadas ao local

Numa segunda parte faz o estudo de sistemas de cultura apropriados ao local:

- Sistemas de cultura offshore apropriados (SCA)
 - Estruturas de cultura offshore em uso
 - Outras estruturas de cultura offshore (em projeto/protótipo)
 - Escolha dos SCAs

As condições Oceanográficas, nomeadamente no que diz respeito às ondas, carecem de um novo estudo, que será objeto duma adenda a este trabalho, uma vez que os dados fornecidos pelo "Promotor do Projeto" são muito limitados e não espelham situações extremas de condições de mar no local, pelo que ficamos a aguardar novos elementos.

Índice

| | |
|---|-----------|
| Resumo | 3 |
| Índice de Figuras | 6 |
| Índice de Tabelas | 8 |
| Nomenclatura | 9 |
| Fórmulas Químicas | 9 |
| 2.1 Análise das condições físico-ambientais locais | 11 |
| 2.1.1. Parâmetros Físico-Químicos da água | 14 |
| 2.1.1.1. Temperatura | 14 |
| 2.1.1.1.1. Temperatura das águas adjacentes a Porto Santo | 17 |
| Temperaturas Superficiais..... | 17 |
| 2.1.1.2. Salinidade..... | 19 |
| 2.1.1.2.1. Salinidade das águas adjacentes a Porto Santo | 22 |
| 2.1.1.3. Densidade | 25 |
| 2.1.1.3.1. Densidade das águas adjacentes a Porto Santo | 25 |
| 2.1.1.4. Níveis de oxigénio dissolvido | 26 |
| 2.1.1.4.1. Níveis de oxigénio dissolvido nas águas adjacentes a Porto Santo | 30 |
| 2.1.1.5. Ph | 31 |
| 2.1.1.5.1. Ph nas águas adjacentes a Porto Santo | 33 |
| 2.1.2. Condições Oceanográficas | 34 |
| 2.1.2.1. Ondas..... | 34 |
| Principais parâmetros que caracterizam uma onda | 35 |
| 2.1.2.1.1. Ondas nas águas adjacentes a Porto Santo..... | 37 |
| 2.1.2.2. Correntes (velocidade média) | 40 |
| Pressão Atmosférica | 41 |
| Força de Coriolis..... | 42 |
| 2.1.2.2.1. Correntes superficiais | 43 |
| Correntes do Atlântico Norte | 44 |
| 2.1.2.2.2. Correntes adjacentes ao Arquipélago da Madeira | 45 |
| Circulação Geral | 45 |
| Correntes geostróficas de superfície | 47 |
| 2.1.2.3. Amplitude das marés e profundidade | 49 |
| 2.1.2.4. Tipologia do fundo | 52 |
| 2.1.3. Legislação local e condições de acesso | 54 |
| 2.1.4. Sumário das condições físico-químicas e oceanográficas do local | 55 |
| 2.1.4.1. Condições Físico-Químicas..... | 55 |
| 2.1.4.2. Condições Oceanográficas | 56 |
| 2.1.5. Cultura / Espécies apropriadas ao local | 57 |
| 2.2 Sistemas de cultura offshore apropriadas (SCA) | 59 |
| 2.2.1. Estrutura de Cultura Offshore em uso | 62 |

| | | |
|---------------|--|-----------|
| 2.2.1.1. | Estruturas de cultura offshore de Superfície ou Flutuantes..... | 62 |
| 2.2.1.2. | Estruturas de cultura offshore Rígidas Semi-submersíveis | 65 |
| 2.2.1.3. | Estruturas de cultura offshore REFA ligações tensas | 68 |
| 2.2.1.4. | Plataformas flutuantes | 70 |
| 2.2.1.5. | Bridgestone e Dunlop..... | 71 |
| 2.2.1.6. | Sistema Jetfloat | 72 |
| 2.2.1.7. | Estruturas de cultura offshore Submersíveis | 74 |
| | Estrutura de cultura offshore SADCO..... | 74 |
| | ECO OceanSpar | 76 |
| | ECOs que submergem (Semi-submersíveis ou submersíveis) | 78 |
| 2.2.1.8. | Vantagens e Desvantagens das Estruturas de cultura offshore em Uso | 79 |
| 2.2.2. | Escolha dos SCAs | 80 |
| 2.3 | Referências Bibliográficas..... | 81 |
| 2.3.1. | Bibliografia..... | 81 |
| 2.3.2. | Links Internet | 83 |
| Anexos | | 84 |
| | Anexo 1 - Dados das Ondas - ARDITI - janeiro/2006..... | 85 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Fig. 1 - Coordenadas do Local | 2 |
| Fig. 2 - Mapa da Ilha de Porto Santo e Local | 10 |
| Fig. 3 - Perfis de variação sazonal da temperatura em função da profundidade | 15 |
| Fig. 4 - Temperatura na superfície oceânica | 16 |
| Fig. 5 - Variação média sazonal da temperatura de superfície da água do mar (°C) .. | 17 |
| Fig. 6 - Perfis verticais médios de temperatura (°C), dos 0 aos 2000 m..... | 18 |
| Fig. 7 - Distribuição de salinidade na superfície dos oceanos - global | 20 |
| Fig. 8 - Variação da Salinidade (azul) e Temperatura (vermelho)..... | 20 |
| Fig. 9 - Distribuição global da Salinidade - Média de Verão..... | 21 |
| Fig. 10 - Salinidade no Oceano Atlântico (Verão e Inverno) vs latitude..... | 21 |
| Fig. 11 - Perfis verticais médios de salinidade (USP), dos 0 aos 2000 metros..... | 22 |
| Fig. 12 - Variação média sazonal da salinidade de superfície água do mar (PSU)..... | 23 |
| Fig. 13 - Variação da salinidade de superfície água do mar com a temperatura | 24 |
| Fig. 14 - Oxigénio dissolvido na superfície dos oceanos | 27 |
| Fig. 15 - Efeitos do oxigénio dissolvido (OD) em peixes de água quente | 28 |
| Fig. 16 - Relação oxigénio dissolvido, de saturação e temperatura com a profundidade | 29 |
| Fig. 17 - Solubilidade do gás oxigénio em água a várias temperaturas | 29 |
| Fig. 18 - Balanço de oxigénio dissolvido nos sistemas aquáticos | 30 |
| Fig. 19 - Alteração do pH na superfície oceânica..... | 32 |
| Fig. 20 - Principais parâmetros que caracterizam uma onda | 35 |
| Fig. 21 - Definição de variáveis relacionadas com as ondas..... | 36 |
| Fig. 22 - Altura Significativa Média das Ondas..... | 38 |
| Fig. 23 - Frequência da Vaga | 38 |
| Fig. 24 - Período da Vaga..... | 39 |
| Fig. 25 - Direção da Vaga | 39 |
| Fig. 26 - Distribuição da Altura Significativa Média, no Inverno e no Verão..... | 39 |
| Fig. 27 - Pressão Atmosférica / Ventos | 41 |
| Fig. 28 - Força de Coriolis (Viagem de Vasco da Gama)..... | 42 |
| Fig. 29 - Correntes do Atlântico Norte..... | 44 |
| Fig. 30 - Esquema das correntes de superfície e principais sistemas frontais | 45 |
| Fig. 31 - Representação esquemática das Correntes dos Açores e das bifurcações | 46 |
| Fig. 32 - Correntes geostróficas de superfície representadas sazonalmente..... | 47 |
| Fig. 33 - Corrente à Superfície..... | 48 |

| | |
|--|----|
| Fig. 34 - Influência da profundidade no deslocamento no fundo do mar | 50 |
| Fig. 35 - Representação tridimensional dos edifícios submarinos | 52 |
| Fig. 36 - Batimetria da Ilha de Porto Santo..... | 53 |
| Fig. 37 - Ordenamento do Espaço Marítimo de Porto Santo..... | 54 |
| Fig. 38 - Ordenamento do Espaço Marítimo do Arquipélago da Madeira | 54 |
| Fig. 39 -Charuteiro / Lírio - Seriola Dumerili..... | 58 |
| Fig. 40 - Características da estrutura de ECO de Superfície..... | 62 |
| Fig. 41 - Imagens de ECO circulares de peixe em PEAD..... | 63 |
| Fig. 42 - a) ECO retangular; b) ECO poligonal | 63 |
| Fig. 43 - Exploração aquícola em fiorde norueguês..... | 64 |
| Fig. 44 - ECOs de superfície, em localização costeira ou nearshore..... | 64 |
| Fig. 45 - Comportamento de ECOs circulares de superfície, em vários locais | 64 |
| Fig. 46 - Simplificação da submersão duma ECO OCEANIS..... | 66 |
| Fig. 47 - Processo de afundamento de ECO OCEANIS..... | 67 |
| Fig. 48 - Simplificação e real ECO AQUAPOD | 67 |
| Fig. 49 - Fases dum sistema submersível de aquacultura REFAMED | 69 |
| Fig. 50 - Uma fazenda de ECO de ligações tensas REFA (Sardenha, Itália) | 69 |
| Fig. 51 - Plataforma flutuante de piscicultura da Cultimar..... | 70 |
| Fig. 52 - Uma plataforma flutuante para piscicultura (Nápoles, Itália) | 71 |
| Fig. 53 - ECOs flutuantes Dunlop quadradas..... | 72 |
| Fig. 54 - ECOs feitas com unidades Jet-Float (fazenda Aquamed) | 73 |
| Fig. 55 - Aquacultura usando ECOs flutuantes | 73 |
| Fig. 56 - Uma ECO Sardo-Shelf numa posição submersa..... | 74 |
| Fig. 57 - SADCO Shelf | 75 |
| Fig. 58 - ECO SADKO-SG imersa e submersa | 75 |
| Fig. 59 - Simplificação ECO OceanSpar..... | 76 |
| Fig. 60 - ECO OceanSpar..... | 77 |
| Fig. 61 - Esquema apresentado na patente da ECO OceanSpar..... | 77 |
| Fig. 62 - ECOs Offshore submersíveis | 78 |

Índice de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Parâmetros e fatores..... | 12 |
| Tabela 2 – Caracterização do local | 13 |
| Tabela 3 - Parâmetros físico- químicos da água..... | 14 |
| Tabela 4 - Valores de temperatura de Inverno e Verão a várias profundidades. | 18 |
| Tabela 5 – Condições de Temperatura da água superficial no Local – Porto Santo.... | 19 |
| Tabela 6 - Valores mín. e máx. para o verão e inverno de salinidade | 24 |
| Tabela 7 - Condições de Salinidade à superfície da água, no Local – Porto Santo | 25 |
| Tabela 8 – Densidade da água do mar em função da temperatura e salinidade | 25 |
| Tabela 9 – Condições de Densidade da água no Local – Porto Santo..... | 26 |
| Tabela 10 - Valores de Oxigénio dissolvido para Verão e Inverno | 31 |
| Tabela 11 - Níveis de Oxigénio Dissolvido na água, no Local – Porto Santo | 31 |
| Tabela 12 - Condições de Ph da água, no Local – Porto Santo | 33 |
| Tabela 13 - Condições oceanográficas | 34 |
| Tabela 14 - Valores “Anuais” das Ondas | 40 |
| Tabela 15 – Velocidade da corrente no Local – Porto Santo..... | 48 |
| Tabela 16 – Amplitude das marés no Local – Porto Santo | 49 |
| Tabela 17 - Condições de Profundidade no Local – Porto Santo..... | 52 |
| Tabela 18 - Condições do Fundo do Mar no Local – Porto Santo | 53 |
| Tabela 19 – Parâmetros Físico-químicos do Local | 55 |
| Tabela 20 – Condições Oceanográficas do Local | 56 |
| Tabela 21 - Classificação dos tipos de estruturas de cultura offshore, | 59 |
| Tabela 22 - Classificação do local proposta pela FAO em 2009 | 60 |
| Tabela 23 - Classificação norueguesa de sites | 60 |
| Tabela 24 – Tipo de estrutura de cultura offshore utilizada face à localização..... | 61 |
| Tabela 25 – Vantagens e Desvantagens de ECOs de Superfície | 65 |
| Tabela 26 – Vantagens e Desvantagens de ECOs Semi-submersíveis | 68 |
| Tabela 27 – Vantagens e Desvantagens de ECO REFA ligações tensas | 70 |
| Tabela 28 – Vantagens e Desvantagens de Plataformas flutuantes | 71 |
| Tabela 29 – Vantagens e Desvantagens de ECOs Bridgestone e Dunlop | 72 |
| Tabela 30 – Vantagens e Desvantagens de Sistemas Jetfloat | 73 |
| Tabela 31 – Vantagens e Desvantagens de ECO Submersíveis | 78 |
| Tabela 32 – Vários tipos de ECOs em uso – vantagens e desvantagens..... | 79 |

Nomenclatura

| | |
|------------------------------------|---|
| AM | - Núcleo de Água Mediterrânica |
| AUV ou ROV | - Veículo autónomo submarino |
| CA ou FA | - Corrente ou Frente dos Açores |
| CC | - Corrente das Canárias |
| dir | - Direção da vaga |
| DO ou OD | - Concentração de oxigénio dissolvido na água do mar |
| DO* | - Concentração de saturação do oxigénio dissolvido na água do mar (à temperatura da água) |
| DQEM | - Diretiva Quadro Estratégia Marinha |
| ECO | - Estrutura de cultura offshore |
| f ou fp ou Fp | - Frequência da onda |
| FAO | - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura |
| FCR | - Rácio de conversão de alimentação dos peixes |
| H | - Altura da onda |
| H_{máx} | - Altura máxima da onda |
| H_s | - Altura significativa da onda |
| IH | - Instituto Hidrográfico |
| nd | - não disponível |
| Ph ou pH | - Medida da acidez (Ph<7) e alcalinidade (Ph>7) |
| PSOEM-SM | - Plano de Situação do Ordenamento do Espaço Marítimo - Subdivisão da Madeira |
| PSS-78 | - Escala de salinidade prática de 1978 |
| PSU | - Practical Salinity Unit |
| SCA | - Sistema de cultura apropriado |
| SGR | - Taxa de crescimento específica dos peixes |
| T ou t01 | - Período da onda |
| V_c | - Velocidade da corrente |
| VPO | - Viveiro de peixes offshore |
| σ_{OD} | - Saturação do oxigénio dissolvido na água do mar (%) |

Fórmulas Químicas

| | |
|---------------------------------------|----------------------|
| CO₂ | - dióxido de carbono |
| H₂CO₃ | - ácido carbónico |
| (HCO₃)¹⁻ | - ião de bicarbonato |
| CO₃²⁻ | - ião carbonato |



Fig. 2 - Mapa da Ilha de Porto Santo e Local

Fonte: https://images.search.yahoo.com/search/images;_ylt=A2KLfSMxQ4Bfrj0AeEJXNyoA;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZANDMDE2MF8xBHNIYwNzYw--?p=mapa+da+ilha+de+Porto+Santo&fr=mcafee_uninternational#id=3&iurl=https%3A%2F%2Fi.pinimg.com%2Foriginals%2F85%2F45%2F5b%2F85455ba93128c1cb38d290ce3e799345.gif&action=click

Sempre que se tem de decidir sobre a instalação de um estabelecimento de piscicultura offshore, há que fazer a escolha correta do local em termos de exposição.

2.1 Análise das condições físico-ambientais locais

As condições físico-ambientais integram não só parâmetros meteo-oceanográficos, mas também outros físicos, ex. batimetria, natureza dos fundos, relevo da costa e exposição etc. (Beveridge 2008).

Deve então neste contexto considerar-se:

- Dados oceanográficos do local;
- Parâmetros ambientais que afetam o bem-estar dos peixes e da exploração;
- Dimensão da exploração, acessibilidades, apoios de terra à instalação marítima e logística;
- Construção de estruturas que atendem as necessidades do operador e sejam adequadas para o ambiente em que se encontram;
- Tecnologia de comunicações, comando e controlo, apoios de manutenção e inspeção;
- Procedimentos de segurança da exploração, abaixamento e previsão de riscos potenciais, vigilância por câmaras e AUVs.

Neste projeto, o local foi previamente escolhido pela equipe responsável pela vertente energética eólica e indicado à equipa que produz este relatório, responsável pela vertente de aquacultura.

O local situa-se a noroeste da ilha de Porto Santo e as coordenadas constam da Fig. 2:

| |
|---|
| Coordenadas GPS 33° 07' 52.6" N 16° 22' 19.5" W Profundidade Média 70 m |
|---|

As características morfológicas desta plataforma, estão intimamente relacionadas com a origem vulcânica e com a evolução geológica da ilha.

Do ponto de vista fisiográfico e até perto da batimétrica dos 100 m, a plataforma apresenta um espaçamento regular entre as curvas batimétricas, as quais se apresentam geralmente paralelas à linha de costa. A rutura morfológica que marca o fim da plataforma e o início do talude, foi identificada a diferentes cotas, variando entre os 35 e os 100 m (DQEM Madeira 2014).

A localização adequada de uma exploração em estruturas de cultura offshore é de grande importância, em relação ao sucesso técnico e económico, e redução do impacto ambiental do conjunto da exploração; assim, podem ter-se em conta os seguintes parâmetros e fatores no processo de seleção do sítio para aquacultura, segundo (Beveridge, 2008):

*Tabela 1 - Parâmetros e fatores
a considerar no processo de seleção de sítio para aquacultura
Fonte: Beveridge, 2008*

| Ambientais e fatores relevantes para os organismos | Parâmetros Ambientais e fatores relevantes para as gaiolas | Critérios legais e logísticos |
|--|--|-------------------------------|
| Temperatura | Profundidade | Aspetos legais e jurídicos |
| Salinidade | Abrigo | Acesso |
| Poluição | Fundo do mar | Segurança |
| Sólidos em suspensão | Corrente | Proximidade do mercado |
| <i>Blooms</i> de algas | <i>Fouling</i> | Diretos de propriedade |
| Organismos patogénicos | Poluição | Autorizações |
| Circulação de água | | |
| Corrente | | |
| <i>Fouling</i> | | |
| Oxigénio dissolvido | | |

Tendo em conta que a profundidade do local é de ≈ 70 m, na caracterização do local, vamos considerar somente a camada superficial que vai até os 100 m de profundidade.

Para que um local seja utilizado para aquacultura, há que fazer a sua caracterização meteo-oceanográfica, pois só assim se podem escolher os equipamentos mais adequados e uma caracterização físico-química da água para um ajuste das espécies, podendo seguir-se o conhecimento das variáveis da tabela seguinte:

Tabela 2 – Caracterização do local
 Fonte: Carlos Andrade, comunicação pessoal

| Caracterização do local |
|---|
| 1 Parâmetros físico- químicos da água |
| <ul style="list-style-type: none"> • Níveis de oxigénio dissolvido; • Salinidade; • Ph; • Temperatura (à superfície e no “fundo”). |
| 2 Condições oceanográficas |
| <ul style="list-style-type: none"> • Ondas: <ul style="list-style-type: none"> o Altura da onda; o Altura máxima da onda; o Altura significativa da onda; o Comprimento da onda; o Período da onda; o Direção média da onda. • Correntes (velocidade média): <ul style="list-style-type: none"> o Locais (à superfície e no “fundo”); o Oceânicas globais. • Amplitude das marés e profundidade: • Tipologia do fundo |
| 3 Legislação local e condições de acesso |

Do ponto de vista dos organismos a estabelecer, os locais devem ter boa qualidade de água.

Não só a água deve estar livre de poluição industrial, como também deve satisfazer as exigências biológicas da espécie a cultivar. Estes critérios incluem fundamentalmente, temperatura adequada, salinidade e oxigénio dissolvido (DO) necessário para as espécies a cultivar.

A água deve estar livre de excesso de sólidos suspensos, com ocorrências limitadas de algas e presença de organismos doentes.

Alguma corrente é necessária para garantir uma troca de água adequada, mas muita corrente vai adicionar stress aos organismos estabelecidos e ao equipamento.

2.1.1. Parâmetros Físico-Químicos da água

Os parâmetros físico-químicos da água estão diretamente relacionados com as espécies a estabular e o bem-estar animal.

*Tabela 3 - Parâmetros físico- químicos da água
Fonte: Carlos Andrade, comunicação pessoal*

| 1 Parâmetros físico- químicos da água |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Níveis de oxigênio dissolvido; • Salinidade; • Ph; • Temperatura (à superfície e no “fundo”). |

2.1.1.1. Temperatura

A temperatura da água do mar possui uma grande variação, seja horizontalmente **ou** verticalmente na coluna d'água (Fig. 3).

A temperatura tem uma influência direta no metabolismo dos peixes, e conseqüentemente no seu consumo de oxigênio e taxa de atividade, bem como tolerância ao amoníaco e níveis de dióxido de carbono.

Uma variação súbita da temperatura pode ser uma fonte de stress para o peixe e pode facilitar surtos de doenças.

É importante ter em conta que (FAO 593):

- A temperatura da água nas zonas costeiras é influenciada pelo afluxo de água doce dos riachos e rios, que são influenciados pela variação sazonal da precipitação;
- A gama de temperaturas será maior em águas mais lentas;
- A radiação solar recebida por uma massa de água é absorvida unicamente pelos primeiros metros de água.

Se não houver mistura, a água ficará estratificada e a temperatura da coluna de água pode variar dramaticamente da superfície para o fundo.

A superfície dos oceanos aquece pela:

- radiação solar;
- condução de calor da atmosfera;

e arrefece pela:

- radiação de retorno da superfície do oceano para a atmosfera;

- condução do calor de volta à atmosfera;
- evaporação.

É interessante que a evaporação (sozinha, sem os demais fatores) é responsável por 55% da perda de calor pelos oceanos.

Além destes fatores, a temperatura superficial dos oceanos, está relacionada com a latitude, o equador recebe mais calor por unidade de área que os polos, devido ao ângulo de incidência da radiação solar, ser maior em pequenas latitudes, do que, em regiões polares.

Apesar do equador receber quase o dobro da quantidade de calor recebida pelos polos, as regiões equatoriais não estão a ficar mais quentes, nem os polos mais frios. O que ocorre, é um equilíbrio térmico, ou seja, o excesso de calor que as regiões equatoriais recebem é transferido para as regiões polares, através da circulação atmosférica e oceânica.

De uma forma geral, a temperatura das águas dos oceanos em profundidade, é bem baixa (cerca de 4°C na maior parte do seu volume - 77%).

Já na superfície, a temperatura distribui-se sazonalmente formando isotérmicas - linhas com a mesma temperatura - segundo a latitude.

A temperatura da superfície oceânica varia de, aproximadamente, 28°C na região equatorial até -1°C nos polos.

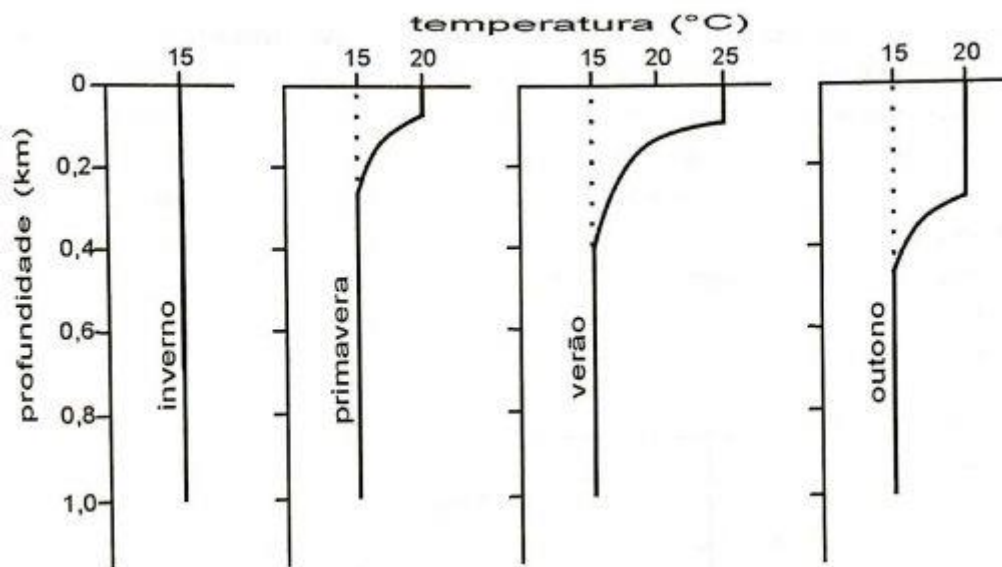


Fig. 3 - Perfis de variação sazonal da temperatura em função da profundidade na camada de mistura em latitudes médias (regiões tropicais)

Fonte: <https://www.efloraweb.com.br/propriedades-fisico-quimicas-da-agua-do-mar/>

Na coluna d'água, a temperatura frequentemente diminui com a profundidade em regiões equatoriais e tropicais, ou seja, em pequenas e médias latitudes,

respetivamente. Como resultado do aquecimento da superfície oceânica cria-se uma estrutura de três camadas na coluna d'água.

Como na camada superficial há uma rápida transferência de calor, cria-se uma camada isotérmica, ou seja, uma camada de igual temperatura – a qual se situa até cerca de 500 metros de profundidade. Esta faixa é denominada de **camada de mistura**.

A região superficial – aquecida pelo Sol – é separada das águas frias e profundas oceânicas (**camada de fundo**) pela **termoclina principal**, a qual possui de 500 a 1000 metros de espessura.

Além dessas três camadas na coluna d'água que ocorrem em latitudes pequenas e médias – *camada de mistura*, *termoclina principal* e *camada de fundo* – também pode ocorrer mais uma camada próxima à superfície (camada de mistura), denominada **termoclina sazonal**. Esta é causada pelo grande aumento da temperatura nas águas superficiais nos meses mais quentes do ano. Assim como a termoclina principal, essa termoclina sazonal também impede a circulação vertical da água.

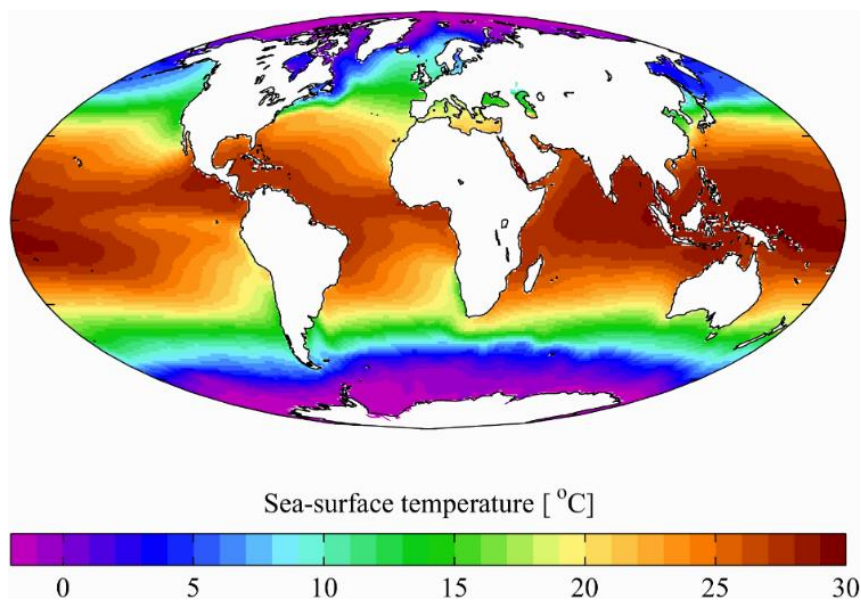


Fig. 4 - Temperatura na superfície oceânica

Fonte - https://pt.wikipedia.org/wiki/acidifica%C3%A7%C3%A3o_oce%C3%A2nica

Temperatura e salinidade não podem ser tratadas separadamente, pois, por exemplo, a salinidade afeta a temperatura à qual a água do mar se congela, sendo que a densidade da água do mar é função de ambas, e é esse o fator predominante na definição das correntes.

Portanto, esses dois parâmetros – em conjunto – são utilizados para identificar **massas de água** e **sistemas de correntes**.

2.1.1.1. Temperatura das águas adjacentes a Porto Santo

(DQEM Madeira 2014)

Temperaturas Superficiais

A temperatura da superfície do mar tem um papel fundamental nas interações entre o oceano e a atmosfera, ao regular a energia em forma de fluxo de calor que é trocada nessas interações, servindo também como traçador de vários processos oceanográficos que apresentam uma assinatura térmica.

De uma forma geral, a temperatura do mar nas latitudes médias e baixas, caso da região da Madeira apresenta uma distribuição vertical, onde se podem diferenciar três zonas com características distintas.

O nosso projeto situa-se na camada superficial, que pode atingir os 150 m de profundidade onde se regista uma grande variação térmica ao longo do ano, devido ao intercâmbio de energia com a atmosfera.

A variação média do padrão sazonal da temperatura de superfície da água do mar (°C) para a região da Madeira está representada na Fig. 5.

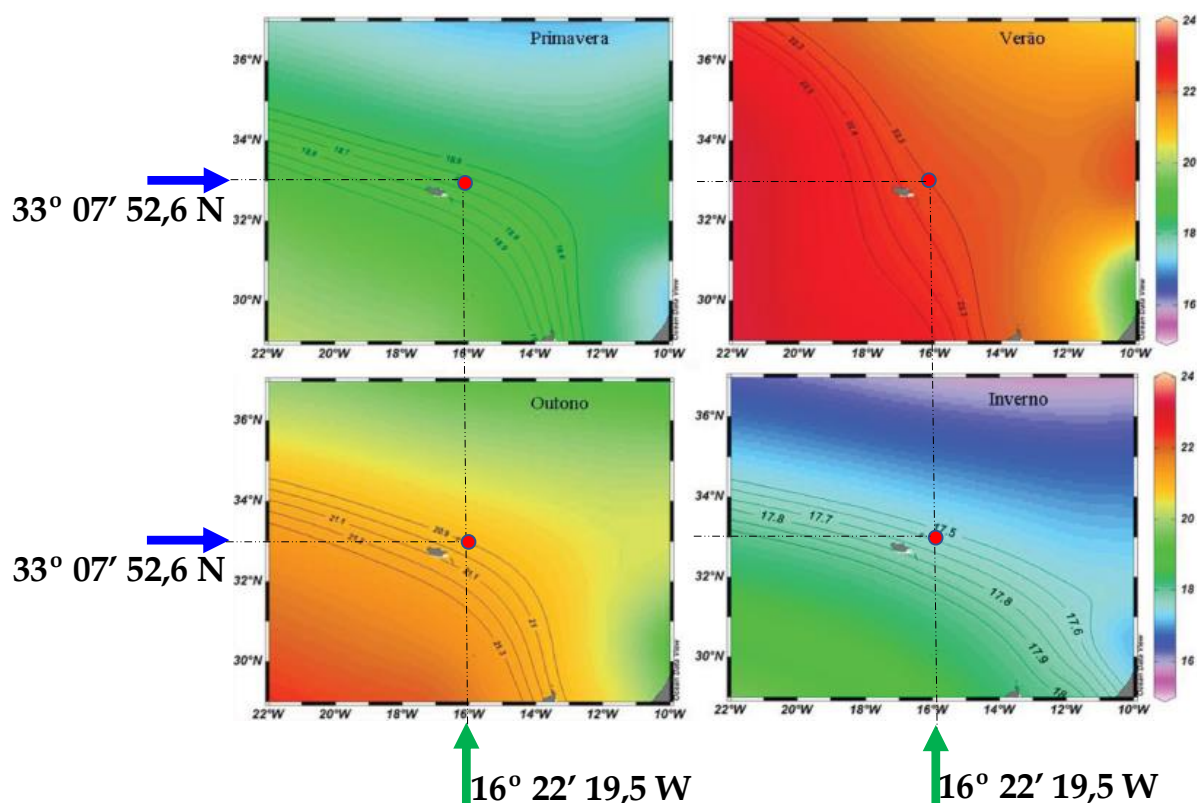


Fig. 5 - Variação média sazonal da temperatura de superfície da água do mar (°C) no Arquipélago da Madeira

Fonte: World Ocean Database 2009

A estrutura térmica vertical entre os 0 e os 2000 m para região da Madeira está representada na Fig. 6, separadamente para os meses de verão e inverno.

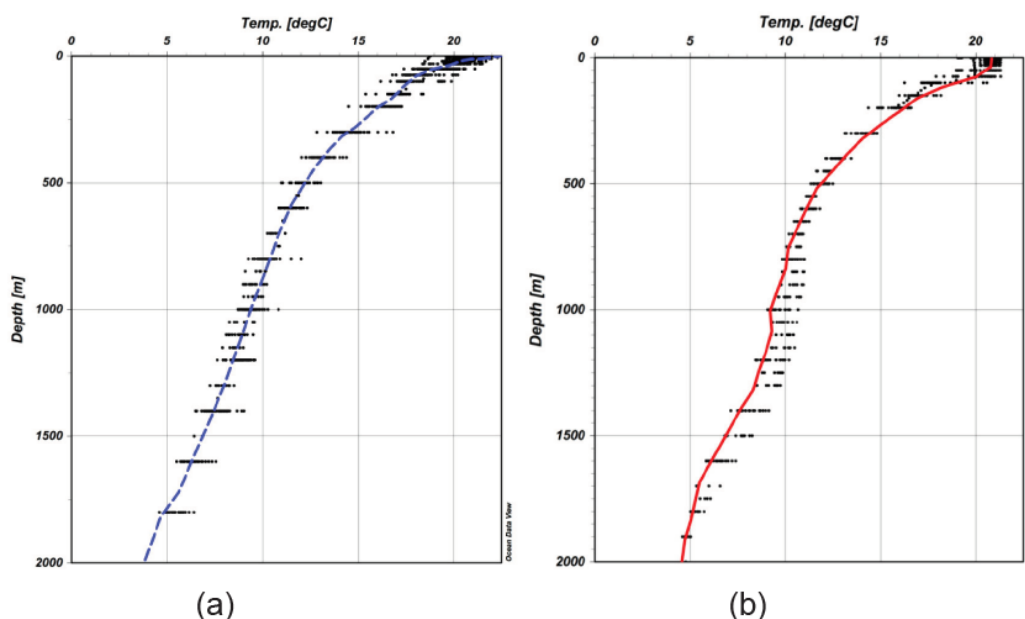


Fig. 6 - Perfis verticais médios de temperatura (°C), dos 0 aos 2000 m
 (a) Durante o verão (azul) e (b) inverno (vermelho)

Fonte: relatórios de Cruzeiro de Reconhecimento de Pesca e Oceanografia

A **camada de mistura de superfície**, região onde a temperatura é praticamente constante, devido à turbulência induzida pelos ventos, é mais estreita durante os meses de Verão, variando aproximadamente entre os 0 e os 10 m de profundidade (Termoclima sazonal).

Durante o inverno, quando as temperaturas de superfície são mais baixas e as condições na superfície mais turbulentas, a camada de mistura é mais extensa podendo atingir os 80 m de profundidade. O gradiente térmico na camada de mistura não poderá ser superior a 0,02-0,1 °C (Stewart 1997).

Tabela 4 - Valores de temperatura de Inverno e Verão a várias profundidades.

Fonte: DQEM Madeira 2014 - modificado

| Prof (m) | Temperatura (°C) | | | |
|----------|------------------|-------|-------|-------|
| | Inverno | | Verão | |
| | Máx. | Min. | Máx. | Min. |
| 0 | 21,4 | 17,91 | 22,36 | 18,77 |
| 100 | 20,59 | 15,57 | 19,86 | 16,17 |
| 500 | 12,5 | 11,21 | 13,03 | 10,99 |
| 1000 | 11,24 | 8,28 | 10,81 | 8,07 |

Tabela 5 – Condições de Temperatura da água superficial no Local – Porto Santo
 Fonte: DQEM Madeira 2014

| Local - Porto Santo Camada Superficial | | Mínimo | Máximo |
|---|---------------------|---------------|---------------|
| Temperatura (°C) | Verão | 18.77 | 22.36 |
| | Inverno | 17.91 | 21.40 |
| | Global Anual | 17.9 | 22.4 |

2.1.1.2. Salinidade

A salinidade marinha pode ser definida como a quantidade total, em gramas, de sais inorgânicos contidos num quilograma de água do mar.

Antes da adoção da escala de salinidade prática (PSS-78), em 1978, a salinidade da água do mar era expressa em partes por mil (‰ ou ppmil ou g/kg).

Entretanto, a partir daquele ano, a comunidade científica internacional adotou a PSS-78 e a salinidade passou a ser uma propriedade adimensional. Assim, a salinidade é expressa sem unidades.

Para ambientes de oceano aberto, a salinidade média é 35 com variação entre 33 e 37, sendo que estes desvios acontecem na superfície devido a processos como evaporação e precipitação.

Valores de salinidade inferiores à média também podem ocorrer próximo à costa nas imediações de desembocaduras de rios e nas regiões polares, devido ao degelo que ocorre no verão.

Níveis de salinidade inadequados podem influenciar negativamente a alimentação dos peixes, a FCR e também a sua taxa de crescimento específica (SGR) (FAO 593).

Variações significativas da salinidade contribuem para o stress, que pode deprimir o sistema imunológico do peixe estabulado, tornando-os mais suscetíveis a infeções de organismos parasitas e outras doenças (FAO 593).

Estuários são locais onde variações de salinidade ocorrem frequentemente, e devem ser evitados se as espécies de peixes que estão a ser cultivadas são sensíveis às variações neste parâmetro (FAO 593).

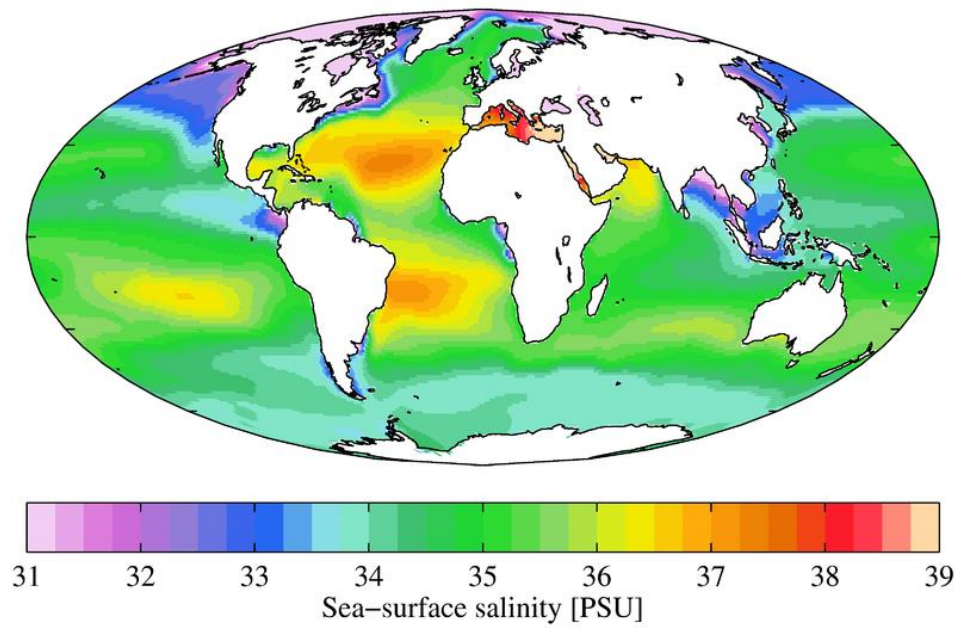


Fig. 7 - Distribuição de salinidade na superfície dos oceanos - global
 Fonte - https://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%81gua_do_mar

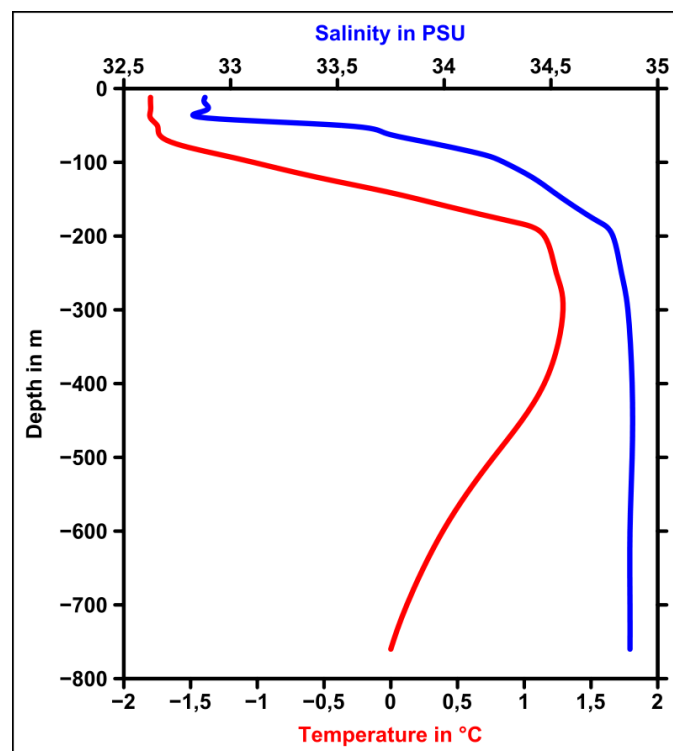


Fig. 8 - Variação da Salinidade (azul) e Temperatura (vermelho) da água do mar com a profundidade
 Fonte - https://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%81gua_do_mar

Alguns mares semifechados tendem a apresentar salinidade acima da média devido a elevadas taxas de evaporação de água. Exemplos incluem o Mar Mediterrâneo e o Mar

Vermelho com salinidades de 39 e 41, respetivamente.

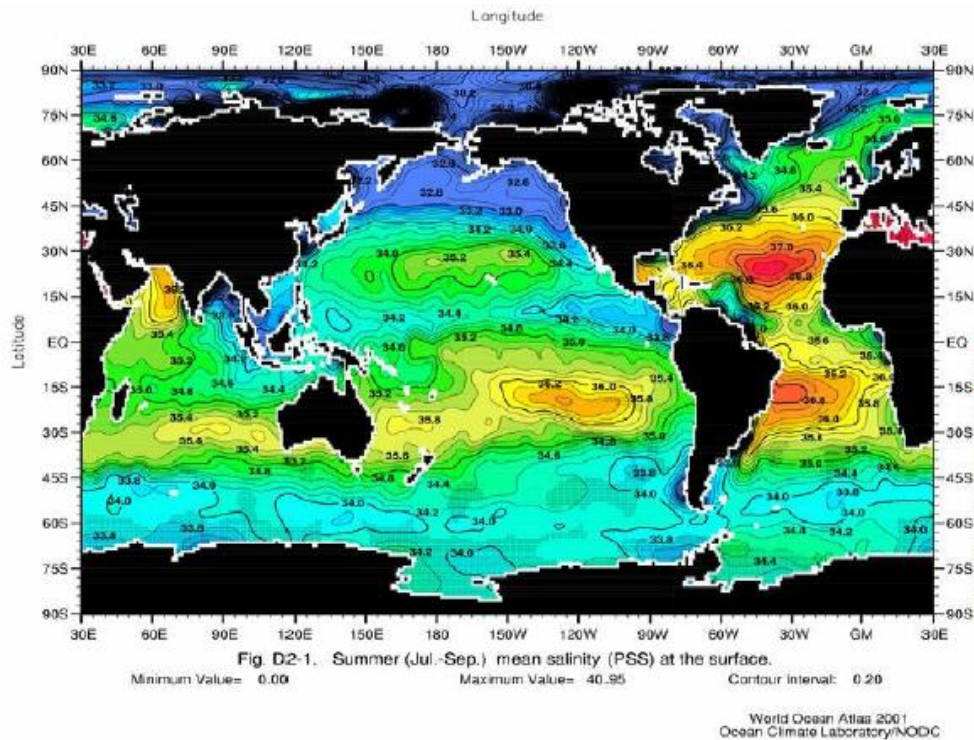


Fig. 9 - Distribuição global da Salinidade - Média de Verão
 Fonte: Costa 2007

A medida da salinidade é de fundamental importância em estudos oceanográficos, pois variações no conteúdo de sal têm efeito na densidade da água do mar. Além disso, a salinidade auxilia na identificação das massas de água no oceano e no estudo de seus movimentos e misturas.

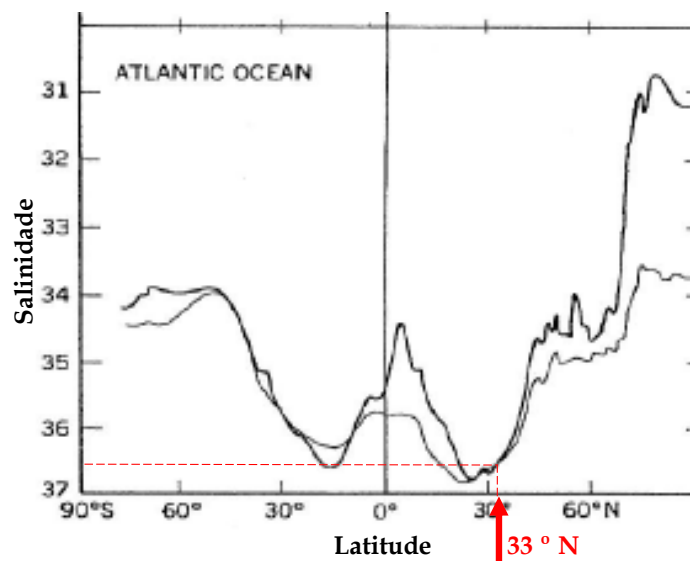


Fig. 10 - Salinidade no Oceano Atlântico (Verão e Inverno) vs latitude
 Fonte: Costa 2007

Em profundidade, particularmente para a zona do Atlântico Norte em que estamos a trabalhar, a salinidade é particularmente elevada, devido à corrente muito salina, que vem do Mediterrâneo.

No campo da oceanografia biológica, o conhecimento da salinidade é essencial para compreender os padrões anatómicos, fisiológicos e comportamentais dos organismos marinhos.

No particular da aquacultura, a salinidade média do local, condiciona a espécie a estabelecer, já que cada espécie tem um intervalo de salinidade admissível para o seu bem-estar e/ou condições de existência.

2.1.1.2.1. Salinidade das águas adjacentes a Porto Santo

(DQEM Madeira 2014)

Na Fig. 11, estão representados os perfis médios verticais de salinidade entre os 0 e os 2.000 metros de profundidade para o verão e para o inverno. Os padrões de distribuição da salinidade média em função da profundidade são idênticos para as duas estações do ano.

Entre a superfície e os 600m a salinidade decresce 1 PSU (de 36,5 a 35,5 PSU).

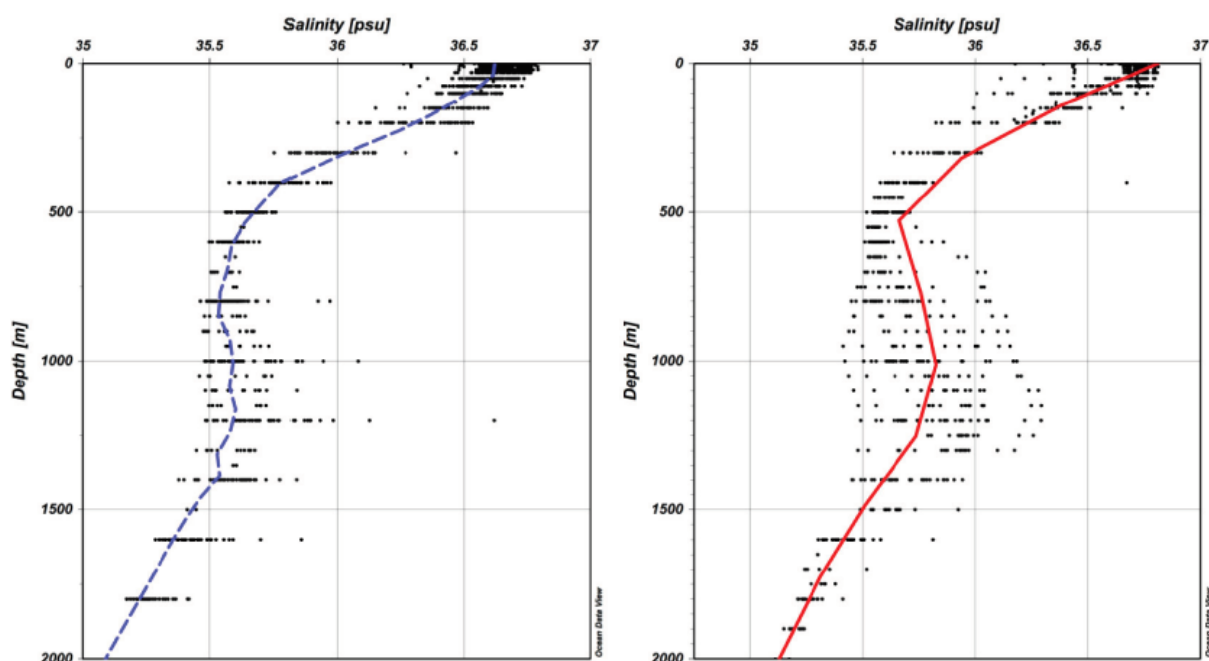


Fig. 11 - Perfis verticais médios de salinidade (USP), dos 0 aos 2000 metros
Durante o verão (azul) e o inverno (vermelho)

Fonte: Relatórios de Cruzeiro de Reconhecimento de Pesca e Oceanografia

A salinidade à superfície é controlada principalmente pela evaporação (que a

aumenta), e a precipitação (que a diminui).

Os máximos de salinidade na superfície, estão nas regiões dos ventos alísios, que provocam um máximo de evaporação.

O mapa climatológico da salinidade média de superfície ('PSU - Practical Salinity Unit') da região da Madeira está representado na Fig. 12.

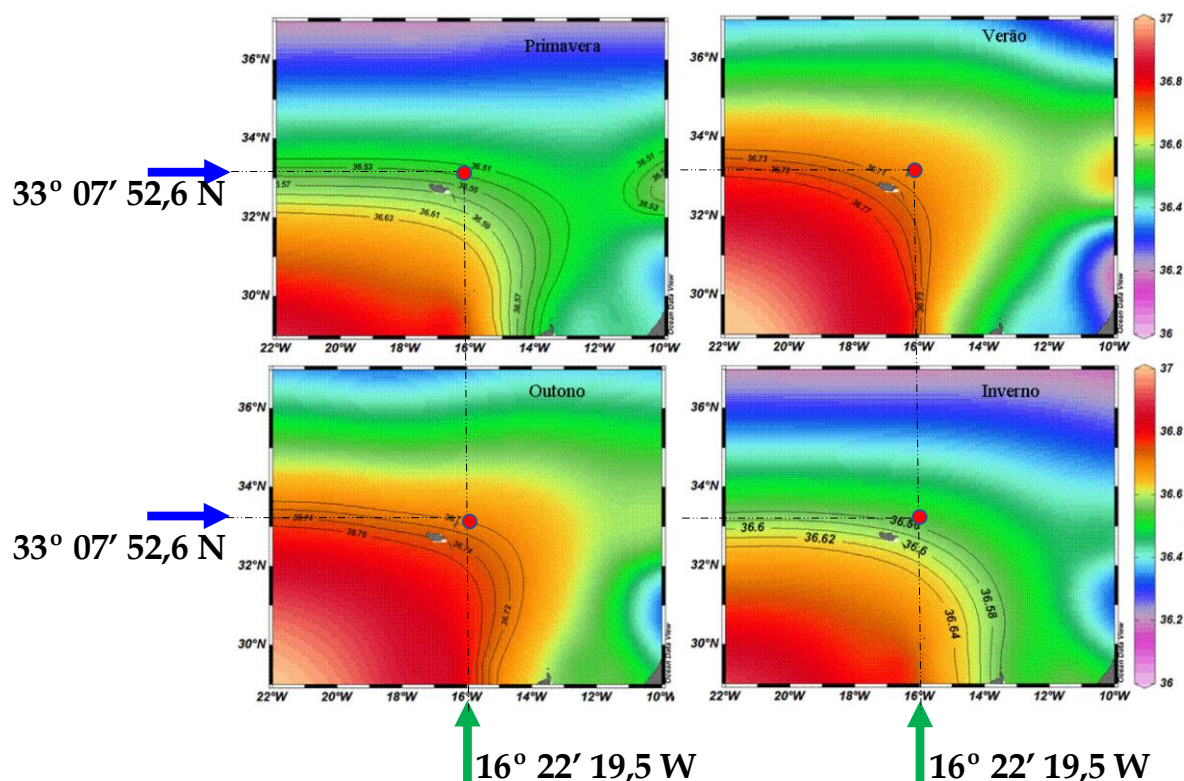


Fig. 12 - Variação média sazonal da salinidade de superfície água do mar (PSU) no Arquipélago da Madeira

Fonte: World Ocean Database 2010

Os valores mais elevados de salinidade (37 PSU), foram registados à superfície nos meses de verão, embora não sejam significativamente distintos dos valores atingidos nas camadas intermédias (100 - 500 m) devido à influência da Água Mediterrânica.

Uma elevada taxa de evaporação durante os meses de verão poderá estar na origem dos valores elevados atingidos à superfície.

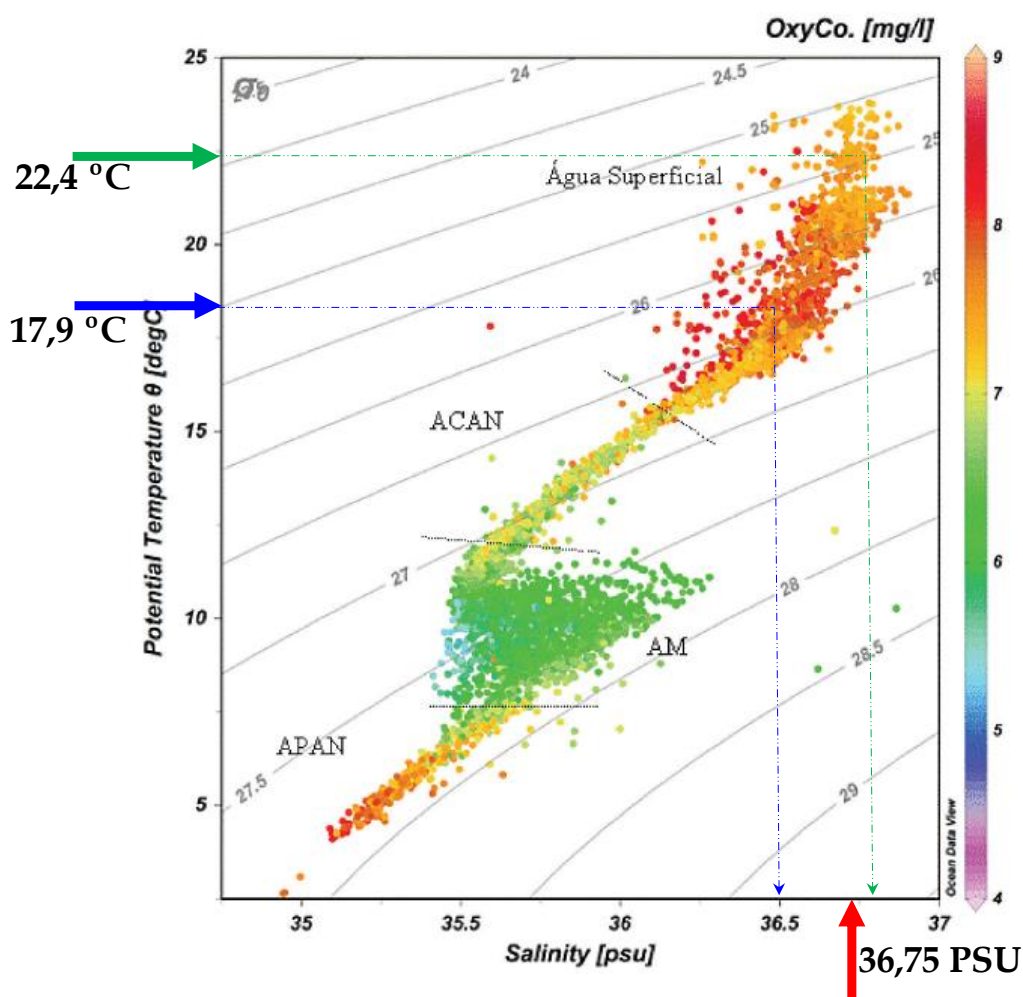


Fig. 13 - Variação da salinidade de superfície água do mar com a temperatura no Arquipélago da Madeira

Fonte: DQEM Madeira (2014) - Com cálculos

Em virtude da corrente Mediterrânea, a Salinidade média no Porto Santo andarà à volta dos 35,75 (obtido de Costa 2007 - Fig. 10 e Fig. 13) e deverá ter baixa variação anual dadas as condições de oceano aberto do local.

Tabela 6 - Valores mín. e máx. para o verão e inverno de salinidade
 Fonte: DQEM Madeira (2014) - modificado - modificado

| Prof (m) | Salinidade (PSU) | | | |
|----------|------------------|--------|--------|--------|
| | Inverno | | Verão | |
| | Máx. | Min. | Máx. | Min. |
| 0 | 36,786 | 36,177 | 37 | 36,259 |
| 100 | 36,767 | 36,007 | 36,649 | 36,276 |
| 500 | 35,710 | 35,517 | 35,762 | 35,561 |
| 1000 | 36,185 | 35,420 | 36,082 | 35,480 |

Tabela 7 - Condições de Salinidade à superfície da água, no Local – Porto Santo
 Fonte: DQEM Madeira (2014) - modificado

| Local - Porto Santo Camada Superficial | | Mínima | Máxima |
|---|--------------|--------|--------|
| Salinidade (PSU) | Verão | 36,72 | 36,77 |
| | Inverno | 36,56 | 36,62 |
| | Global Anual | 36,53 | 36,77 |

2.1.1.3. Densidade

A densidade da água do mar está diretamente relacionada com a sua temperatura e salinidade Tabela 8.

Tabela 8 – Densidade da água do mar em função da temperatura e salinidade
 Fonte: <https://www.efloraweb.com.br/propriedades-fisico-quimicas-da-agua-do-mar/>

| SALINIDADE | TEMPERATURA (°C) | | | | | | |
|------------|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| 5 | 1,00397 | 1,00401 | 1,00367 | 1,00301 | 1,00207 | 1,00087 | 0,99943 |
| 10 | 1,00801 | 1,00796 | 1,00756 | 1,00684 | 1,00585 | 1,00461 | 1,00314 |
| 15 | 1,01204 | 1,01191 | 1,01144 | 1,01067 | 1,00964 | 1,00836 | 1,00686 |
| 20 | 1,01606 | 1,01585 | 1,01531 | 1,01449 | 1,01341 | 1,01210 | 1,01057 |
| 25 | 1,02008 | 1,01980 | 1,01920 | 1,01832 | 1,01720 | 1,01585 | 1,01429 |
| 30 | 1,02410 | 1,02374 | 1,02308 | 1,02215 | 1,02099 | 1,01960 | 1,01801 |
| 35 | 1,02813 | 1,02770 | 1,02697 | 1,02600 | 1,02479 | 1,02337 | 1,02176 |
| 40 | 1,03216 | 1,03166 | 1,03088 | 1,02985 | 1,02860 | 1,02715 | 1,02551 |

2.1.1.2.1. Densidade das águas adjacentes a Porto Santo

Com base nas Tabela 4, Tabela 6 e Tabela 8 foram efetuados cálculos que levaram à

Tabela 9.

As massas de água mais densas foram registadas nas águas mais profundas como seria de esperar, durante os meses de inverno, enquanto que as menos densas foram registadas nos meses de verão à superfície (conclusões retiradas do estudo da conjugação das tabelas 4, 6 e 8).

Tabela 9 – Condições de Densidade da água no Local – Porto Santo
 Fonte: Calculado a partir dos dados de temperatura e salinidade, entrando nas Tabela 6 e Tabela 8

| Local - Porto Santo | | Mínimo | Máximo |
|----------------------|---------|---------|---------|
| Densidade Superfície | Inverno | 1.02577 | 1.02620 |
| | Verão | 1.02566 | 1.02606 |

2.1.1.4. Níveis de oxigénio dissolvido

O **oxigénio dissolvido no oceano** é a quantidade de oxigénio gasoso que se encontra dissolvido na água do mar.

O oxigénio entra na água de várias formas, incluindo a sua absorção da atmosfera, através do movimento rápido da água, ou como produto da fotossíntese.

Essa quantidade pode ser expressa em termos absolutos (por exemplo, em mg de O₂/Kg de água do mar) ou relativos (por exemplo, em percentagem de saturação do oxigénio dissolvido na água do mar, a uma determinada temperatura).

O oxigénio é um dos gases mais importantes nos oceanos; o seu estudo é fundamental para a compreensão de fenómenos em diferentes áreas do conhecimento, como:

- os processos de transporte de massas de água (estudados pelos oceanógrafos físicos)
- os processos de fotossíntese e respiração (investigados pelos biólogos, oceanógrafos e ecólogos).

Em aquacultura, em estruturas de cultura offshore, esta variável é extremamente importante, estando diretamente relacionada com a velocidade da corrente e o fouling da rede da estrutura de cultura offshore:

- Velocidade da corrente
Dá conta do número de renovações de água e conseqüentemente de O₂ fresco dentro da estrutura de cultura offshore
- Biofouling da rede da estrutura de cultura offshore
É um obstáculo à renovação de água dentro da estrutura de cultura offshore

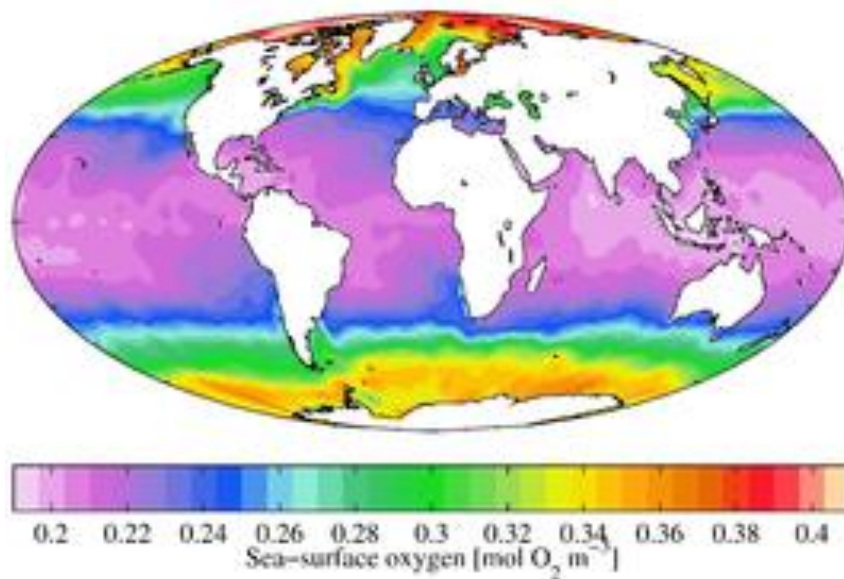


Fig. 14 - Oxigênio dissolvido na superfície dos oceanos
 Fonte - https://pt.wikipedia.org/wiki/Oxigênio_dissolvido_no_oceano

O oxigênio dissolvido (DO) é um dos parâmetros mais importantes a ter em conta quando se escolhe uma localização. Os requisitos de oxigênio variam com as espécies, fase de desenvolvimento e tamanho dos peixes.

O nível de DO é influenciado pela temperatura, e influencia diretamente o rácio de conversão de alimentação (FCR); quanto mais baixo for o DO na água, maior será o FCR final, o que resultará em custos de alimentação mais elevados.

O nível de DO também pode ser influenciado pelas comunidades de algas. Fotossíntese diurna aumenta DO, enquanto a respiração noturna diminui DO. O nível mais alto de DO está ao final da tarde, e o mínimo nas horas de pré-madrugada.

Algas podem influenciar dramaticamente o DO como mencionado acima, mas há também uma nova redução do DO quando há uma mudança nas condições oceânicas que causa um crescimento repentino de algas ou, pelo contrário, a sua morte. Com a mortalidade de algas, a decomposição da biomassa levará a uma diminuição do DO, reduzindo-o por vezes a zero.

O nível de DO também é influenciado pelo fouling na estrutura de cultura offshore, porque o crescimento de organismos na rede pode reduzir a troca de água. O nível de DO pode ser reduzido durante a alimentação, mas este é geralmente apenas temporário e valores normais vão voltar em apenas algumas horas.

Como referência genérica, Swingle (1969) desenvolveu uma escala DO para espécies de peixes de água temperada (Fig. 15):

- DO = < 0,3 mg/litro - os peixes morrem após exposição a curto prazo;

- DO = 0,3-1 mg/litro - letal para exposição a longo prazo;
- DO = 1-5 mg/litro - os peixes sobrevivem, mas o crescimento é lento para exposição prolongada;
- DO = > 5 mg/litro - mínimo para espécies de peixes de água temperada (crescimento rápido).

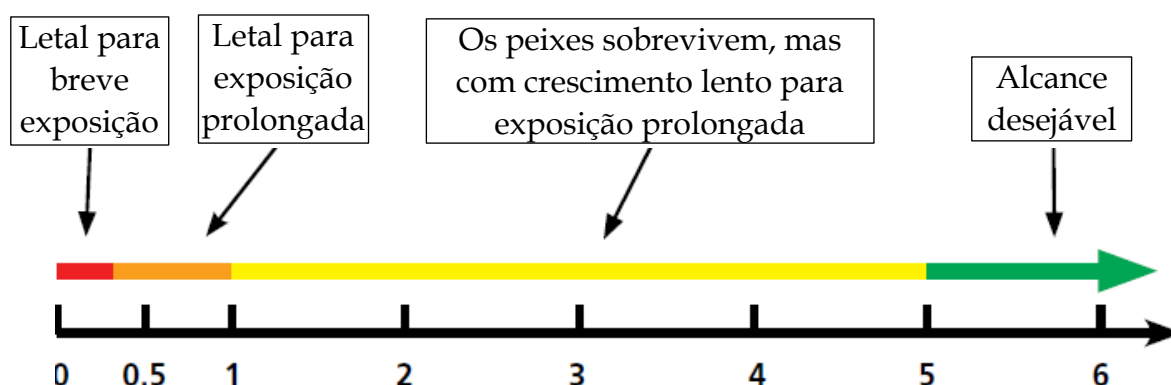


Fig. 15 - Efeitos do oxigênio dissolvido (OD) em peixes de água quente
 Fonte: Swingle (1969)

As espécies-alvo devem ser claramente identificadas antes do processo de seleção do local, e requisitos de oxigênio pesquisados, para evitar a seleção de locais com insuficiente DO para a espécie que se pretende estabelecer.

A saturação de oxigênio dissolvido no oceano:

$$\sigma_{OD} = \frac{OD}{OD^*} \times 100$$

Onde:

σ_{OD} - é a saturação do oxigênio dissolvido na água do mar (%);

OD - é a concentração medida de oxigênio dissolvido na água do mar;

OD* - é a concentração de saturação do oxigênio dissolvido na água do mar (que depende das condições de temperatura, salinidade e pressão da parcela de água).

A partir do resultado desse cálculo, a água do mar pode ser classificada como subsaturada ($\sigma_{OD} < 100\%$), saturada ($\sigma_{OD} = 100\%$) ou supersaturada ($\sigma_{OD} > 100\%$)

com relação ao oxigênio dissolvido. Na superfície do oceano, de forma geral, a saturação de oxigênio dissolvido é em média 103%.

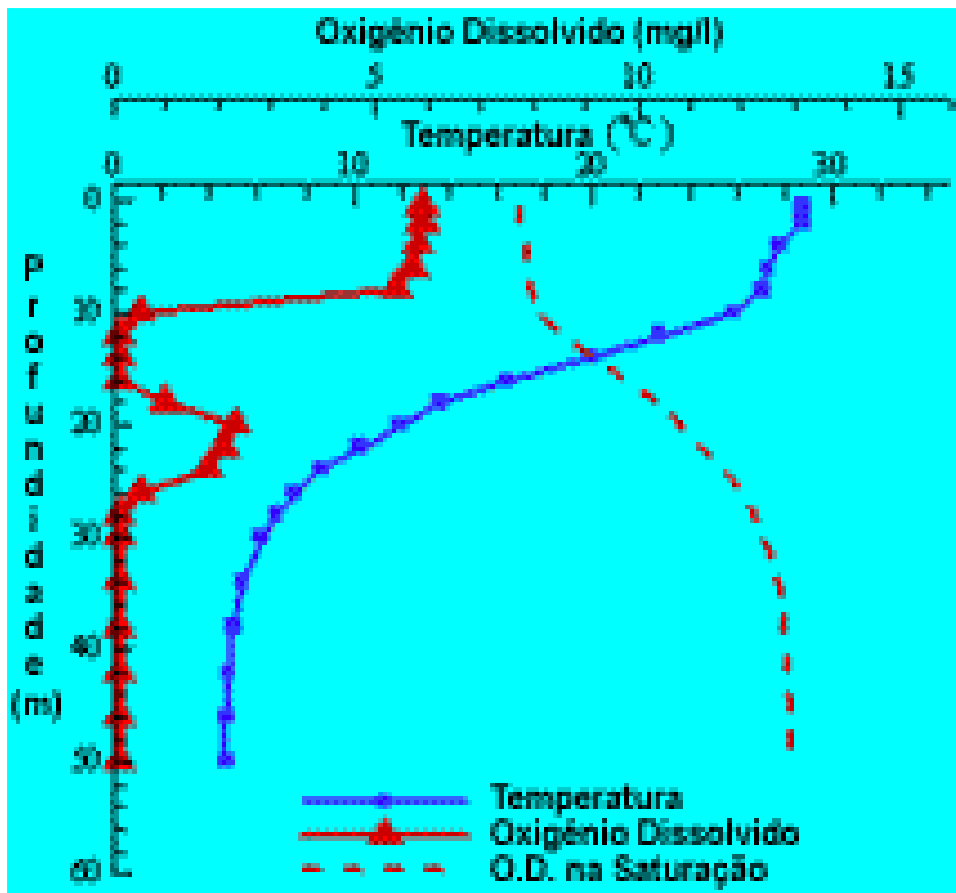


Fig. 16 - Relação oxigênio dissolvido, de saturação e temperatura com a profundidade
 Fonte: FAO 498

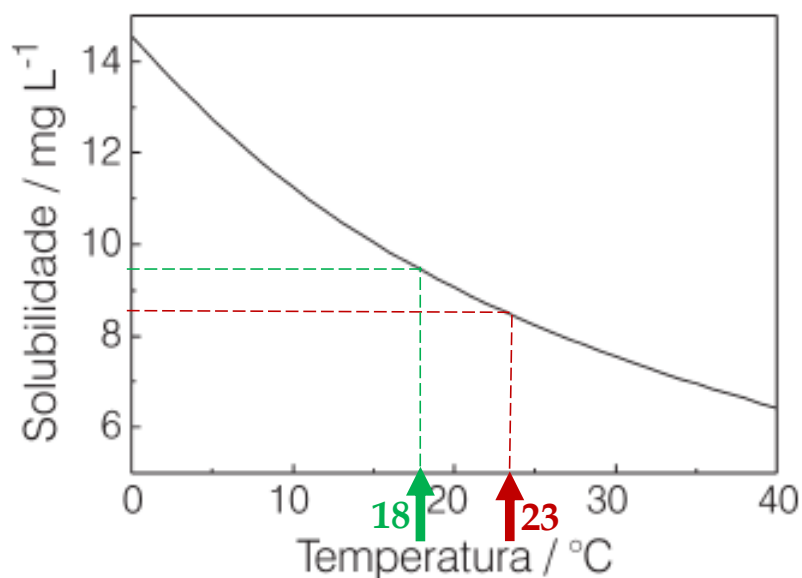


Fig. 17 - Solubilidade do gás oxigênio em água a várias temperaturas
 à pressão atmosférica de 1 atm (760 mmHg)

Fonte: http://www.tps.com.au/handbooks/93BFDOv2_1.PDF

O oxigénio é o que dá vida à água, tanto os peixes como as plantas dependem de certos níveis de oxigénio para sobreviverem.

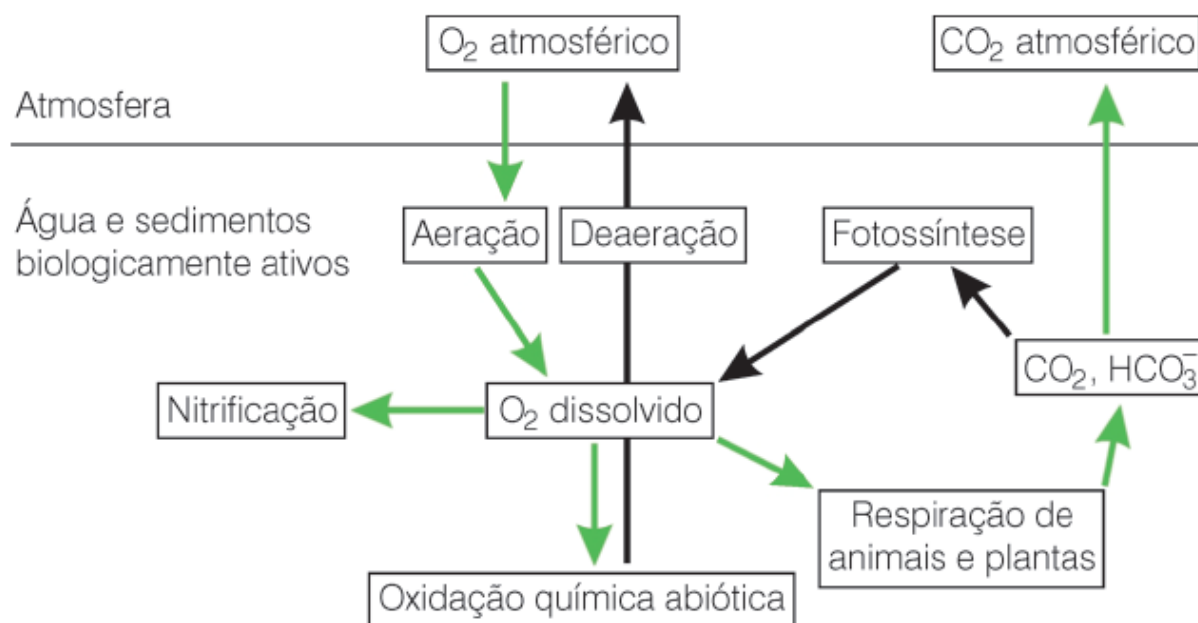


Fig. 18 - Balanço de oxigénio dissolvido nos sistemas aquáticos
os processos acelerados ou aumentados pela descarga de materiais orgânicos são indicados por setas verdes
Fonte: adaptado de Connell, 1997

2.1.1.4.1. Níveis de oxigénio dissolvido nas águas adjacentes a Porto Santo

(DQEM Madeira 2014)

Nos primeiros 100/150 metros, dependendo da estação do ano, distribui-se a camada de **Água Superficial** que se caracteriza por uma homogeneidade nas suas propriedades termohalinas, por estar diretamente sobre a influência das interações oceano-atmosfera (influência dos ventos, ondas, aquecimento solar e taxas de evaporação, precipitação), que favorecem a mistura na camada de água, verticalmente. Devido ao contacto direto com a atmosfera as Águas Superficiais caracterizam-se pelo seu alto teor de oxigénio dissolvido (DQEM Madeira 2014).

As maiores concentrações de oxigénio dissolvido (8,20 mg/l) foram encontradas à superfície nos meses de verão e na camada de mistura (< 100 m) nos meses de inverno (8,14 mg/l). O contacto direto com a atmosfera nos meses de verão conjugada com a estratificação e a maior mistura induzida pelo vento nos meses de inverno podem explicar esta distribuição (Tabela 10).

Tabela 10 - Valores de Oxigénio dissolvido para Verão e Inverno a várias profundidades

Fonte: DQEM Madeira 2014

| Prof. (m) | Oxigénio dissolvido (mg/l) | | | |
|-----------|----------------------------|------|-------|------|
| | Inverno | | Verão | |
| | Máx. | Min. | Máx. | Min. |
| 0 | 8,08 | 7,29 | 8,20 | 6,96 |
| 100 | 8,14 | 7,23 | 8,17 | 6,19 |
| 500 | 7,01 | 6,24 | 7,90 | 5,66 |
| 1000 | | 5,46 | 6,68 | 4,01 |

Tabela 11 - Níveis de Oxigénio Dissolvido na água, no Local - Porto Santo

Fonte: Tabela 10

| Local - Porto Santo | | Mínimo | Máximo |
|---|---------|-----------|-----------|
| Níveis de Oxigénio dissolvido - OD Superfície | Inverno | 7,29 mg/l | 8,08 mg/l |
| | Verão | 6,96 mg/l | 8,20 mg/l |

2.1.1.5. Ph

No mar, principalmente no oceano, o Ph da água é um valor fundamental para se conhecer a “saúde” desta.

O nível de pH é uma medida de acidez, a escala de Ph vai de 0-14, sendo que:

- Ph < 7 → ácido;
- Ph > 7 → alcalino;
- Ph= 7 designa-se como neutro - a água doce pura tem um valor neutro de pH (perto de 7.0 a 25 °C).

Em água doce, podem ocorrer variações de pH devido à precipitação ácida de chuva; isto geralmente acontece no final dos meses de inverno, em áreas onde há uma abundância de neve derretida fluindo para as bacias circundantes.

Ph é uma expressão da concentração de iões de hidrogénio num material, Ph é definido como um logaritmo decimal negativo da concentração de iões de hidrogénio numa

dada solução:

$$Ph = \log \frac{1}{[H+]}$$

A água do mar é profundamente tamponada contra a variação do Ph, e como tal o Ph está geralmente no intervalo de 7,4 e 8,4, tendo em média cerca de 7,6.

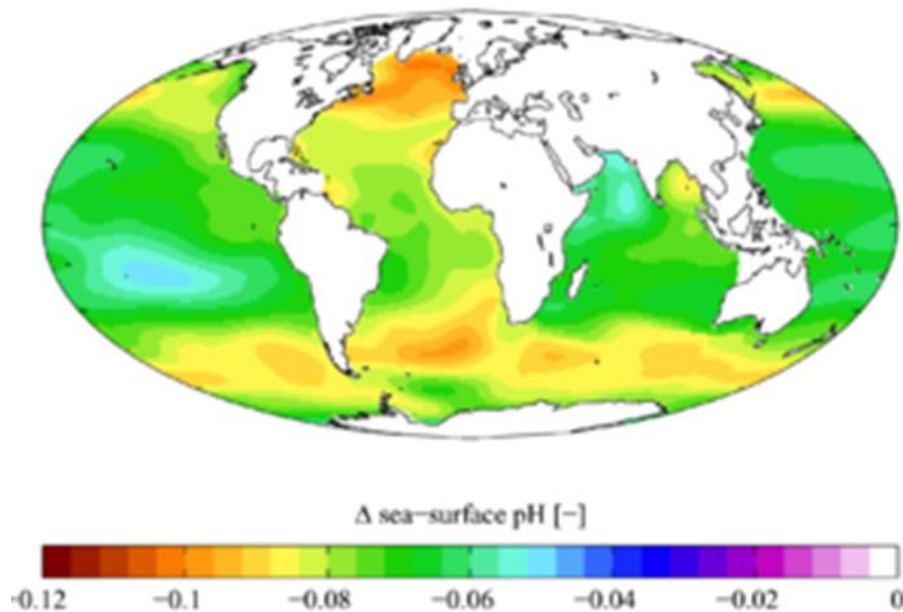


Fig. 19 - Alteração do pH na superfície oceânica devido ao aumento de CO₂ antropogénico entre 1700 e 1990

Fonte - https://pt.wikipedia.org/wiki/Acidifica%C3%A7%C3%A3o_oce%C3%A2nica

O CO₂ e o ácido carbónico (H₂CO₃) presentes na água do mar combinam-se emitindo um ião de bicarbonato (HCO₃)¹⁻ e CO₃²⁻ ião carbonato aleatório que ajuda a manter o nível de Ph, agindo como tampão.

Nos oceanos ou no mar, grande parte dos processos químicos ocorrem, com a água atuando como solvente.

As reações ácido-base, oxidação-redução e solubilidade que ocorrem na água do mar, todas elas são essenciais para manter o ecossistema marinho e também para manter as funções reguladoras do oceano sobre o clima do planeta.

Uma variação da química do oceano ou do ecossistema pode afetar todo o seu comportamento.

O oceano (ou mar) é um grande ecossistema em equilíbrio entre o ecossistema marinho, a atmosfera e as reações químicas que nele ocorrem. E assim será enquanto for capaz de absorver todos os desvios e manter o equilíbrio.

O Ph da água do mar é constantemente alterado. Desde a absorção de CO₂ pelo mar, a emissão de gases pelas plantas marinhas, a todos os resíduos de peixes e, claro,

resíduos humanos. Tudo isso quebraria o equilíbrio no oceano se não fosse pelo grande balanceador de Ph que existe.

Graças à capacidade de equilíbrio do oceano, a vida do oceano e do planeta como a conhecemos é mantida. É assim que funciona este ótimo tampão ou balanceador de Ph:

- ❖ O oceano absorve grande parte do CO₂ emitido - ajudando a eliminar os gases de efeito estufa ou tornar o seu efeito menos pronunciado;
- ❖ Parte do CO₂ absorvido é transformado em ácido carbónico HCO₃.

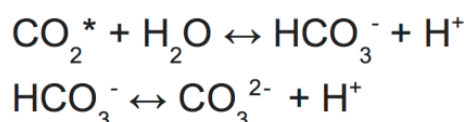
2.1.1.5.1. Ph nas águas adjacentes a Porto Santo

DQEM Madeira 2014

A dissolução de carbono antropogénico na superfície do oceano tem vindo a aumentar. O Atlântico Nordeste devido à proximidade da Europa e dos EUA, ambos os continentes com um elevado grau de industrialização, tem concentrações de carbono antropogénico particularmente altas (ex. ~ 80 moles/m²), quando comparadas com outras zonas do globo incluindo o Atlântico Sul (DQEM Madeira 2014).

Ao reagir com a água do mar o dióxido de carbono liberta um ião de hidrogénio (bomba física).

A precipitação e dissolução do carbonato de cálcio no oceano libertam igualmente iões H⁺.



Por outro lado, durante os processos biológicos que levam à nitrificação e/ou à oxidação do amónio, são igualmente libertados iões de H⁺ (bomba biológica). Um aumento da concentração de iões livres de [H⁺] no oceano resulta num aumento da acidez das águas. A acidificação do oceano tem efeitos nocivos para organismos com esqueletos constituídos por carbonato de cálcio (DQEM Madeira 2014).

Tabela 12 - Condições de Ph da água, no Local - Porto Santo

Fonte: <http://cafe-matutino.info/ciencia-e-natureza/animais/qual-e-o-ph-de-agua-salgada.php>

| Local - Porto Santo | Mínimo | Médio | Máximo |
|---------------------|--------|-------|--------|
| Ph | 7,4 | 7,6 | 8,4 |

2.1.2. Condições Oceanográficas

As condições oceanográficas, sendo talvez, a principal caracterização do local, estão intrinsecamente ligadas às propriedades físico químicas.

*Tabela 13 - Condições oceanográficas
Fonte: Carlos Andrade, comunicação pessoal*

| 2 Condições oceanográficas |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Ondas: <ul style="list-style-type: none"> o Altura da onda; o Altura máxima da onda; o Altura significativa da onda; o Comprimento da onda; o Período da onda; o Direção média da onda. • Correntes (velocidade média): <ul style="list-style-type: none"> o Locais (à superfície e no “fundo”); o Oceânicas globais. • Amplitude das marés e profundidade: • Tipologia do fundo |

2.1.2.1. Ondas

As **ondas oceânicas de superfície** são ondas de superfície que ocorrem nos oceanos. São geradas pelo vento, que cria forças de pressão e fricção que, perturbam o equilíbrio da superfície dos oceanos.

O vento, transfere parte da sua energia, para as ondas, ao exercer na superfície da água, uma força resultante de diferenças de pressão, provocadas por flutuações na velocidade do vento, próximo à interface ar-mar.

Uma vez colocadas em movimento, as ondas que se movem sobre as águas profundas, dissipam a sua energia muito lentamente, de modo que atingem regiões muito distantes do seu local de formação. Assim, ondas de grande altitude podem ser observadas na ausência de vento.

A superfície perturbada é restabelecida por ação da gravidade. A interação cíclica entre

a força de pressão exercida pelo vento e a força da gravidade, faz com que ondas se propaguem, distanciando-se progressivamente da sua zona de geração.

Durante tempestades, em águas mais profundas, a força do vento vai formando ondas pequenas que aos poucos vão crescendo.

O tamanho das ondas depende:

- da força do vento;
- do tempo que o vento sopra numa só direção;
- e da área de mar aberto em que o vento sopra sobre a água.

Mas, segundo os marinheiros, a altura das ondas em metros, não deverá ser nunca muito maior do que cerca de 1/10 da velocidade do vento em km/h.

Quando as ondas se afastam da zona de tempestade, tornam-se mais regulares e de menor altura e são chamadas ondas de superfície (ondas que viajam em águas mais profundas do que metade do comprimento de onda).

As várias tempestades que ocorrem num oceano, vão produzir ondas de diferentes alturas e períodos, que interferem umas com as outras, até acabarem por se aproximar de uma costa.

As ondas dissipam a sua energia de várias maneiras, podendo ser em cúmulo:

- uma parte pode-se tornar numa corrente de superfície, um deslocamento de massa de um grande volume de água a uma profundidade considerável;
- outra parte dissipa-se por atrito com o ar, numa inversão do fenómeno que deu origem às ondas;
- parte da energia pode ser dissipada se a velocidade excessiva do vento causar a quebra das cristas;
- por fim, a energia acaba dissipando-se pela interação com a crosta sólida, quando o fundo é raso ou quando as ondas finalmente chocam com a costa.

Principais parâmetros que caracterizam uma onda

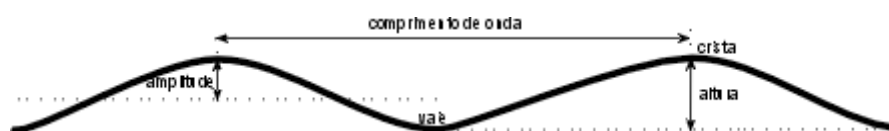


Fig. 20 - Principais parâmetros que caracterizam uma onda
Fonte: <https://cursos.unisanta.br/oceanografia/ondas.htm>

Crista da onda – ponto máximo da onda;

Vale ou Cava da onda - ponto mínimo da onda;

Altura da onda - Distância vertical entre a crista de uma onda e a cava da onda adjacente;

A altura da onda (H), corresponde ao desnível entre o vale e o cume desta, ou seja, é a distância vertical entre uma crista (máxima elevação) e a cava (mínima elevação) adjacente.

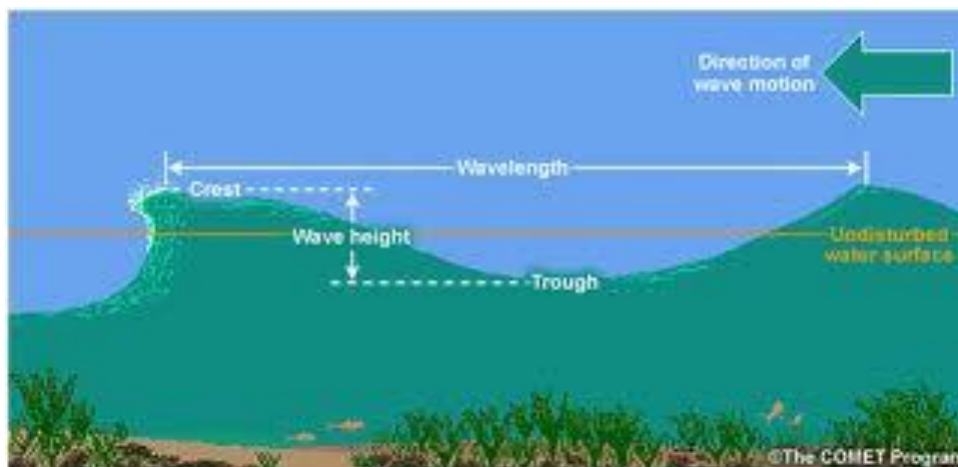


Fig. 21 - Definição de variáveis relacionadas com as ondas

Fonte: [https://images.search.yahoo.com/search/images;_ylt=A2KlfSd1jV9fulgAcpJXNyoA;](https://images.search.yahoo.com/search/images;_ylt=A2KlfSd1jV9fulgAcpJXNyoA;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Nj?p=altura+da+onda+do+mar&fr=mcafee_uninternational#id=0&iu9yahO8fLu0%2FTYc_eTTGbVI%2FAAAAAAAAAAJ0%2FtnciZB5ck YE%2Fs1600%2Fwqequeweqew.jpg&action=click)

[_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Nj?p=altura+da+onda+do+mar&fr=mcafee_uninternational#id=0&iu9yahO8fLu0%2FTYc_eTTGbVI%2FAAAAAAAAAAJ0%2FtnciZB5ck YE%2Fs1600%2Fwqequeweqew.jpg&action=click](https://images.search.yahoo.com/search/images;_ylt=A2KlfSd1jV9fulgAcpJXNyoA;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Nj?p=altura+da+onda+do+mar&fr=mcafee_uninternational#id=0&iu9yahO8fLu0%2FTYc_eTTGbVI%2FAAAAAAAAAAJ0%2FtnciZB5ck YE%2Fs1600%2Fwqequeweqew.jpg&action=click)

Duma forma geral, os modelos de ondas utilizados em oceanografia só são válidos para profundidades superiores a 40 m (o que é o nosso caso).

Altura máxima da onda - $H_{m\acute{a}x}$ (m) - Máxima altura de onda registada durante o período de observação (IH-Instituto Hidrográfico).

A sua importância tem a ver com ocasionais estragos em equipamentos marítimos.

Altura significativa da onda - H_s (m) - Média do terço mais elevado das alturas de onda que foram registadas durante o período de observação. Corresponde aproximadamente à avaliação visual da altura das ondas (IH-Instituto Hidrográfico).

É o parâmetro mais utilizado, quando haja referência a altura de ondas e por vezes, embora haja referência somente a altura de onda, ela é a altura significativa.

Comprimento de onda - Distância horizontal entre qualquer ponto de uma onda e o ponto correspondente da próxima onda;

A superfície do mar apresenta variações contínuas de nível. E, em qualquer local, a superfície é alternadamente erguida e rebaixada, em relação a uma posição média.

Amplitude de onda - Distância vertical máxima da superfície do mar a partir do nível da água em repouso. Equivale a metade da altura da onda;

Período de onda (T) - O tempo que leva para uma onda completar um comprimento de onda para passar por um ponto estacionário, ou seja, é o intervalo de tempo entre a ocorrência de cristas (ou cavas) sucessivas, numa posição fixa;

Frequência de onda (f) - é o número de cristas (ou cavas) que ocorrem numa posição fixa por unidade de tempo, $f = 1/T$;

Velocidade da onda - Velocidade na qual uma onda individual avança sobre a superfície da água.

As ondas são classificadas fundamentalmente em relação à faixa do período.

2.1.2.1.1. Ondas nas águas adjacentes a Porto Santo

(Dados fornecidos pelo Promotor do Projeto - trabalhados)

Para as coordenadas da plataforma OIPS, foram tratados os dados enviados pelo Promotor do Projeto (encontra-se no Anexo 1, os dados de janeiro/2006 para exemplo).

Os dados cobrem todos os meses do ano, mas são referentes a anos diferentes.

Chama-se a atenção para o facto de não ser possível determinar a Altura Máxima das ondas, variável absolutamente determinante para a escolha das ECOs - estruturas de cultura offshore.

As variáveis tratadas são:

- Altura significativa da onda (em metros) - H_s [m]
- Frequência da vaga (em Hertz) - f_p [1/s]
- Período da vaga (em segundos) - t_{01} [s]
- Direção da vaga (em graus) - dir [°]

Para todos os dados fornecidos, os valores são médios diários, com exceção da altura das ondas que são alturas significativas.

Os dados foram tratados, dando origem aos resultados que se apresentam nas Fig. 22, Fig. 23, Fig. 24, Fig. 25 e Fig. 26.

| Altura Significativa Média da Onda (m) | |
|--|------|
| janeiro/2006 | 0.38 |
| fevereiro/2007 | 0.30 |
| março/2008 | 0.49 |
| abril/2011 | 0.50 |
| maio/2013 | 0.39 |
| junho/2007 | 0.50 |
| julho/2008 | 0.33 |
| agosto/2009 | 0.38 |
| setembro/2010 | 0.21 |
| outubro/2014 | 0.41 |
| novembro/2008 | 0.61 |
| dezembro/2008 | 0.60 |

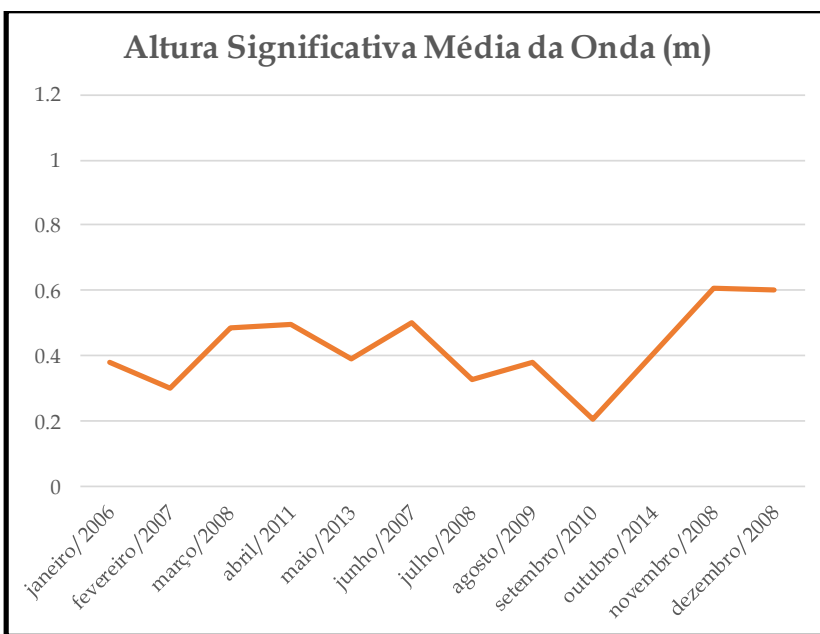


Fig. 22 - Altura Significativa Média das Ondas

| Frequência Média da Vaga (Hz) | |
|-------------------------------|------|
| janeiro/2006 | 0.30 |
| fevereiro/2007 | 0.31 |
| março/2008 | 0.30 |
| abril/2011 | 0.29 |
| maio/2013 | 0.31 |
| junho/2007 | 0.29 |
| julho/2008 | 0.32 |
| agosto/2009 | 0.31 |
| setembro/2010 | 0.34 |
| outubro/2014 | 0.29 |
| novembro/2008 | 0.38 |
| dezembro/2008 | 0.28 |

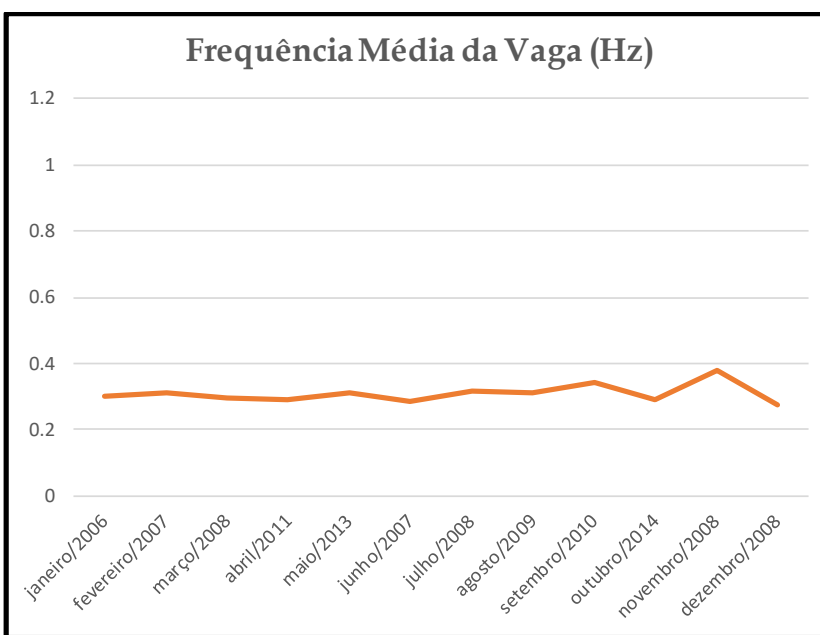


Fig. 23 - Frequência da Vaga

| Período Médio da Vaga (s) | |
|---------------------------|------|
| janeiro/2006 | 2.97 |
| fevereiro/2007 | 2.83 |
| março/2008 | 2.96 |
| abril/2011 | 3.03 |
| maio/2013 | 2.86 |
| junho/2007 | 3.09 |
| julho/2008 | 2.76 |
| agosto/2009 | 2.81 |
| setembro/2010 | 2.54 |
| outubro/2014 | 3.05 |
| novembro/2008 | 3.16 |
| dezembro/2008 | 3.21 |

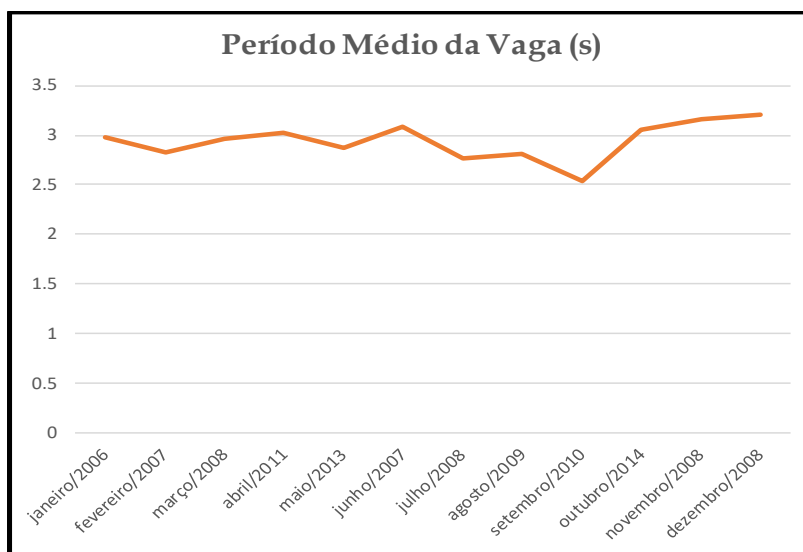


Fig. 24 - Período da Vaga

| Direção Média da Vaga (°) | |
|---------------------------|--------|
| janeiro/2006 | 199.72 |
| fevereiro/2007 | 221.61 |
| março/2008 | 89.84 |
| abril/2011 | 156.01 |
| maio/2013 | 106.12 |
| junho/2007 | 164.12 |
| julho/2008 | 80.65 |
| agosto/2009 | 59.60 |
| setembro/2010 | 113.78 |
| outubro/2014 | 191.82 |
| novembro/2008 | 107.72 |
| dezembro/2008 | 136.80 |

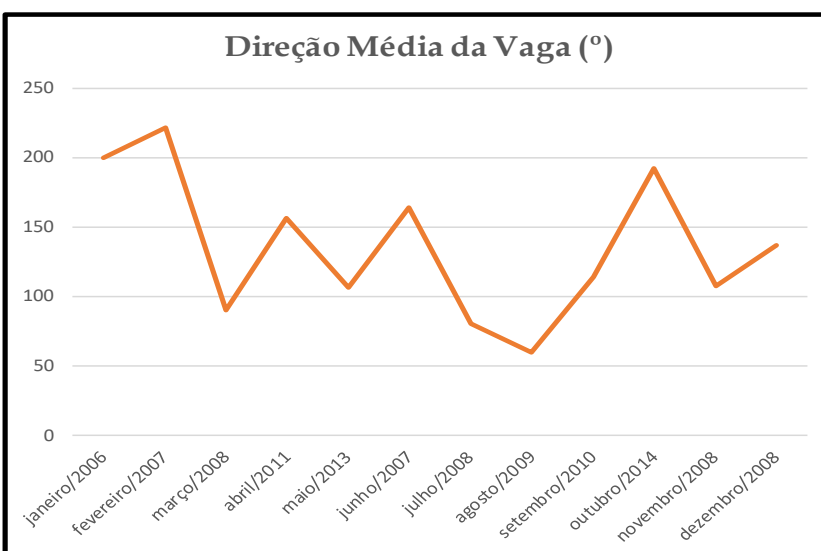


Fig. 25 - Direção da Vaga

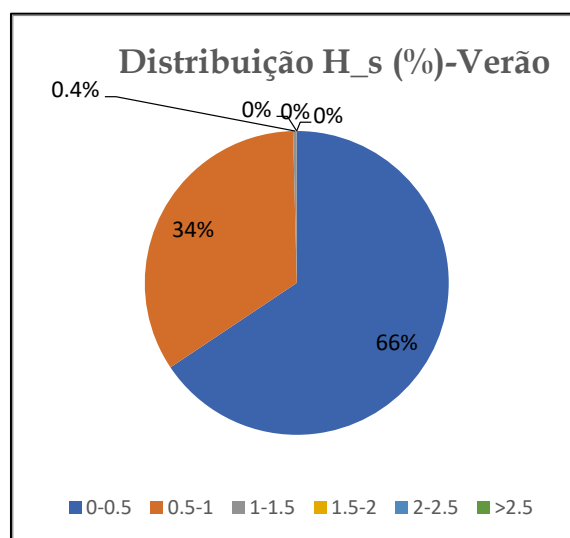
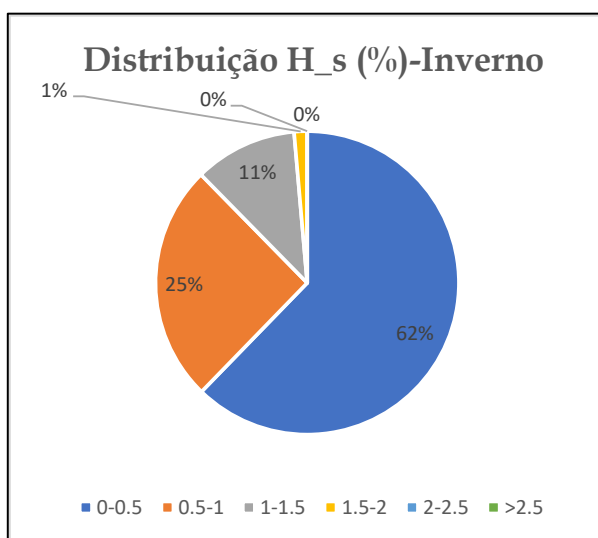


Fig. 26 - Distribuição da Altura Significativa Média, no Inverno e no Verão

Chamamos a atenção para o facto de, ao serem valores médios e faltando os mínimos e máximos, pouco se pode concluir para as decisões a tomar.

Considerando valores “Anuais” médios, podem resumir-se na Tabela 14

*Tabela 14 - Valores “Anuais” das Ondas
com os dados Fornecidos pelo Promotor do Projeto – trabalhados*

| Propriedades Ondas - Médias | | | | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------|--------------|-----------------------|
| Simbolo | Designação | Unidade | Inverno | Verão | Global "Anual" |
| Hs | Altura Significativa da Onda | m | 0.39 | 0.30 | 0.42 |
| fp | Frequência da Vaga | Hz | 0.30 | 0.32 | 0.31 |
| t01 | Período da Vaga | s | 2.92 | 2.70 | 2.94 |
| dir | Direção da Vaga | ° | 170.39 | 84.68 | 135.65 |

2.1.2.2. Correntes (velocidade média)

Os oceanos e a atmosfera, são ambos fluídos e estão em mútuo contacto físico; assim, além de terem comportamentos semelhantes, ocorre grande interação entre eles.

Os raios solares aquecem a atmosfera, o solo e os oceanos uma e meia a duas vezes mais por unidade de área nas regiões equatoriais do que nas polares. Embora isso ocorra, o equador não se aquece cada vez mais e nem os polos arrefecem.

Há um balanço energético que transfere o calor (ou a energia) recebida pelo equador para os polos, através da atmosfera e dos oceanos. Este equilíbrio térmico é fator muito importante na geração dos principais cinturões de vento e das grandes correntes oceânicas no planeta.

A atmosfera, é a principal via, para o transporte de energia, das zonas equatoriais para as polares. Nas regiões de baixas latitudes, a evaporação da água dos oceanos é o mecanismo principal para a remoção do calor na superfície terrestre. Esse transporte de calor tão eficiente, ocorre graças à propriedade denominada calor latente de vaporização que é muito alto no caso da água. Esta, ao evaporar, retira do ambiente grande quantidade de energia, que acaba sendo transportada junto com o vapor de água para regiões mais frias do planeta. Nestas regiões mais frias, a água arrefece, desce e condensa, libertando a energia que transportou de regiões mais quentes.

Através das correntes marinhas, os oceanos também levam energia do equador para

os polos, contribuindo com 10% a 20% da distribuição de calor no planeta global.

Pressão Atmosférica

Diferenças de temperatura causam diferenças de pressão atmosférica. A taxa de variação da pressão atmosférica entre duas áreas é denominada de gradiente de pressão e causa o movimento horizontal do ar, ou seja, o vento.

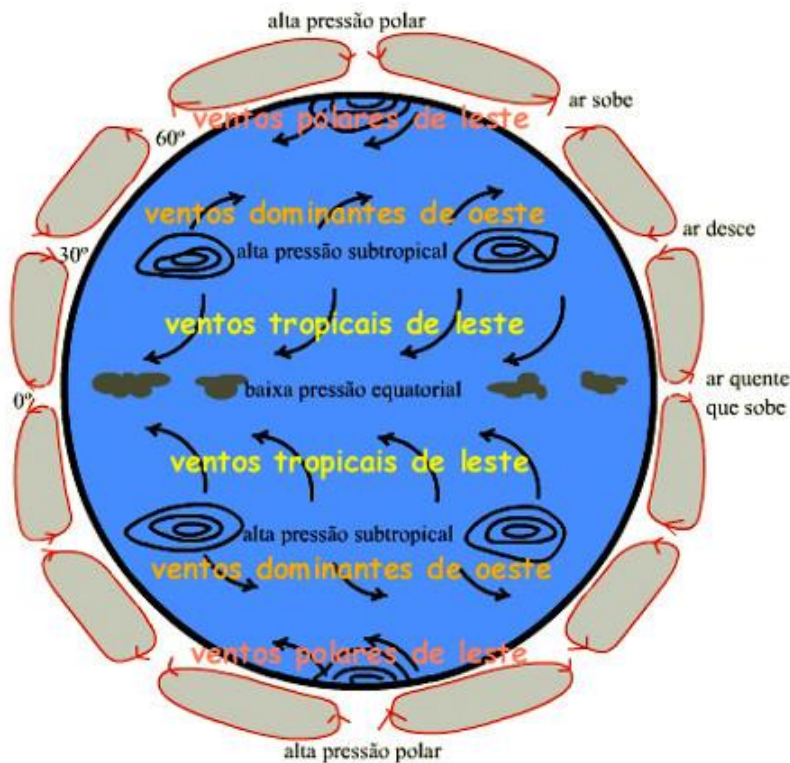


Fig. 27 - Pressão Atmosférica / Ventos

Fonte: <https://nozmoscadacanoagem.com.br/coriolis-e-sua-dinamica-em-ventos-e-mares/>

A direção dos ventos dá-se de regiões de alta pressão (anticiclones) para as de baixa pressão (ciclones) e a sua velocidade está relacionada com a magnitude do gradiente de pressão.

Centros de baixa pressão ocorrem quando o ar aquece, torna-se mais leve e sobe, enquanto os de alta pressão, ao contrário, ocorrem quando o ar arrefece, torna-se mais denso e desce.

Esse fenômeno explica a alteração diária da brisa em regiões litorais.

Durante o dia o solo aquece, mais rapidamente que a água, ocasionando uma área de baixa pressão sobre o continente; a brisa sopra então do mar para terra.

À noite, o solo arrefece rapidamente enquanto a água do mar o faz de forma mais lenta. A temperatura, na água, fica maior que a do solo, ocasionando um centro de baixa pressão do mar, que origina uma brisa do continente em sua direção.

Força de Coriolis

Os ventos não caminham em linha reta ao longo de um gradiente de pressão, mas são defletidos ou desviados em forma de curva devido à rotação da Terra.

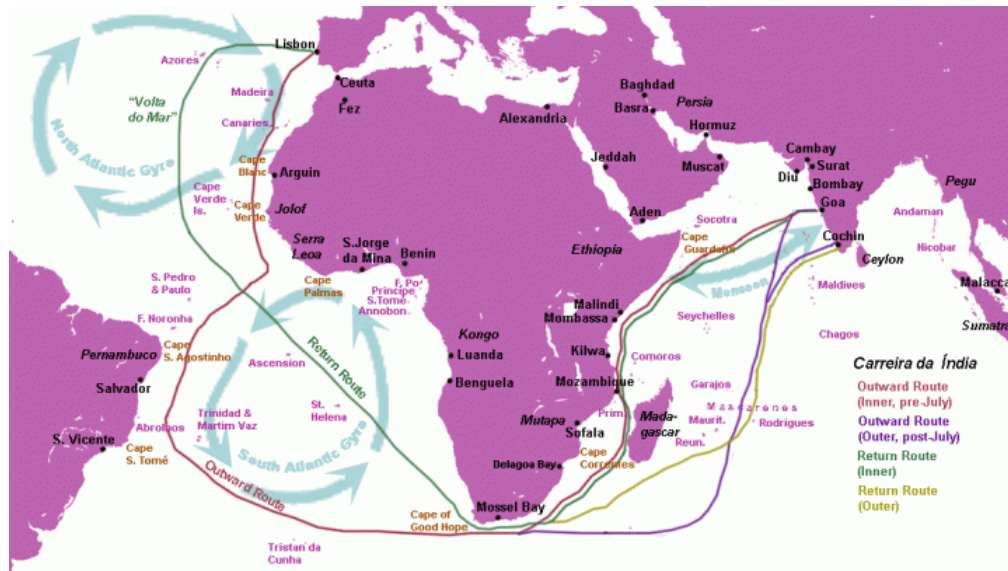


Fig. 28 – Força de Coriolis (Viagem de Vasco da Gama)

Fonte: <https://nozmoscadacanoagem.com.br/coriolis-e-sua-dinamica-em-ventos-e-mares/>

O desvio de algo que se mova na superfície do planeta é causado pela força de Coriolis. Assim, no caso dos ventos, o ar é forçado a desviar-se para a esquerda no hemisfério sul e para a direita no hemisfério norte.

Cinturões de Vento

Existem na atmosfera situações relativamente permanentes:

Centros de alta pressão ocorrem sobre os polos e em latitudes tropicais;

Centros de baixa pressão ocorrem em regiões equatoriais e subpolares.

Esses gradientes de pressão geram 3 sistemas gerais de ventos na atmosfera (**Erro! A origem da referência não foi encontrada.**):

- **Ventos Alísios**, que ocorrem entre 0° e 30° de latitude, soprando do Leste para Oeste;
- **Ventos do Oeste**, entre 30° e 60° de latitude e que sopram do Oeste para o Leste;
- **Ventos do Leste** nas regiões polares, do Leste para o Oeste (na meteorologia, os pontos cardeais definem a localização da origem do vento).

Tais sistemas de vento são os principais responsáveis pelo equilíbrio de calor no planeta.

Como explicação para a gênese destas três células de ventos, tem-se que no hemisfério sul, o ar quente, ao deixar o equador em direção ao sul, vai-se arrefecendo e desce aos cerca de 30° de latitude. Parte desse ar completa o giro e retorna ao norte, em direção ao equador (**Ventos Alísios**); a outra porção continua em direção à Antártida (**Ventos do Oeste**). Estes ventos formam novamente outra célula ao elevar-se aos cerca de 60° de latitude. Parte desse ar que sai eleva-se, retorna em direção ao equador e parte caminha em direção aos polos onde novamente forma outra célula. Na região polar, o ar desce, retornando em direção ao equador (**Ventos do Leste**). A mesma explicação vale para o hemisfério Norte.

2.1.2.2.1. Correntes superficiais

Como os ventos tendem a deslocar-se circularmente por causa da força de Coriolis, que deflete o seu movimento original, ao soprarem na superfície oceânica ocasionam um acumular de água na porção central dos grandes cinturões de vento em latitudes médias de cada hemisfério. Esse fenômeno ocorre devido à espiral de Ekman, que demonstra que o fluxo médio resultante da água tem uma direção perpendicular à do vento.

Esta convergência de água para uma região, acarreta duas consequências:

- elevação do nível da água originando uma colina de água e
- espessamento da camada superficial.

As colinas de água, características de regiões de convergência de águas superficiais, são pequenas, raramente ultrapassando 2 metros em milhares de milhas náuticas. Entretanto, a resposta da água para esta topografia oceânica é como acontece em terra, ou seja, correndo colina abaixo por causa da força da Gravidade. Esse movimento, entretanto, não ocorre em linha reta, mas é defletido pela força de Coriolis, para a esquerda no hemisfério sul e para direita no hemisfério norte.

Esse movimento de água, resultado do balanço entre a força da gravidade e a deflexão causada pela força de Coriolis, chama-se corrente Geostrófica e é um dos principais componentes que contribuem para a formação das grandes correntes superficiais oceânicas.

Concluindo, os ventos são a força básica que origina as maiores correntes oceânicas superficiais, mas a inércia e os efeitos geostróficos mantêm essas correntes em movimento, mesmo durante períodos em que o vento pare de soprar.

Correntes do Atlântico Norte

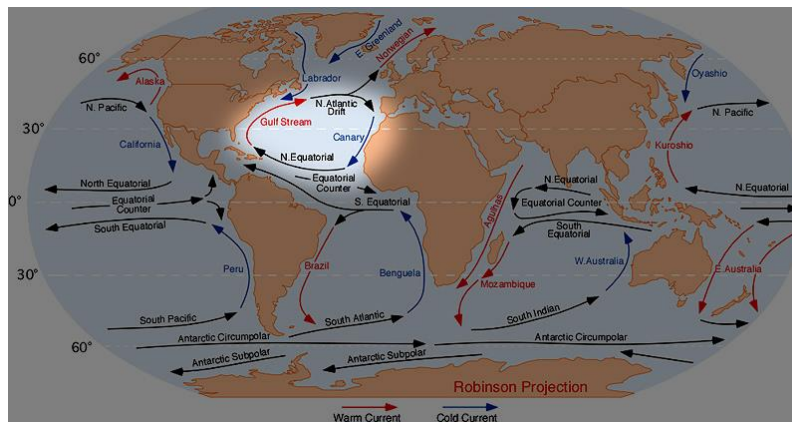


Fig. 29 – Correntes do Atlântico Norte

Fonte: <https://sites.google.com/site/correntesoceanica/home/correntes-de-superficie-do-atlantico/correntes-do-atlantico-norte>

A corrente Equatorial do Norte nasce perto das ilhas de Cabo Verde, esta corrente dirige-se para oeste, juntando-se a norte da América do Sul com a corrente de água quente das Guianas, que tem origem no hemisfério sul.

A corrente que resulta da junção das duas penetra no mar das Antilhas, atravessa os estreitos existentes entre o continente e as ilhas e adquire grande velocidade, nesta altura a corrente divide-se, uma parte da corrente escoo pelo sul das ilhas, uma pequena porção penetra no golfo do México e forma um turbilhão, a maior parte da corrente segue para o estreito entre Cuba e a Flórida, onde faz parte da formação da corrente do Golfo.

Dos vários ramos em que se divide a **Corrente do Golfo**, os mais memoráveis são o setentrional e o meridional:

O **ramo meridional** dirige-se ao arquipélago dos Açores e a Espanha, envia também turbilhões para o golfo da Gasconha e uma ramificação para o Mediterrâneo, através de Gibraltar.

O **ramo setentrional**, que é o mais importante, devido ao facto de que exerce uma grande influência sobre o clima do noroeste da Europa, transporta águas que são uma mistura das do Golfo e da corrente do Labrador, formada a leste da Gronelândia. Segue então para o mar da Noruega, uma ramificação separa-se para o sul da Islândia.

No seu percurso, passa pelas ilhas Britânicas, pela costa da Noruega penetra no mar de Barents (também conhecido como Golfo da Biscaia é um golfo situado entre a costa norte da Espanha e a costa sudoeste de França) e do litoral de Svalbard (também conhecido como Esvalbarda é um território ártico norueguês, é também o ponto da Terra permanentemente habitado mais próximo do Polo Norte), onde as suas águas

mornas se misturam às frias e pouco salgadas da corrente da Gronelândia que, vinda do norte, percorre o seu litoral.

O ramo setentrional, quando entra no mar da Noruega, tem temperatura de 8 °C, e quando sai arrefece até os 1 °C. Essa considerável perda de calor é transferida, na sua maioria, para a atmosfera, o que causa o aquecimento das costas da Escandinávia, do mar de Barents e do litoral de Svalbard.

Graças também à corrente do Golfo, Paris e Londres têm Invernos mais amenos que o sul de Labrador na mesma latitude.

O circuito do Atlântico Norte, completa-se com a corrente das Canárias, que se dirige para sul, acompanhando o litoral Norte Africano. É uma corrente fria, por se originar na subida de águas profundas e tem influência sobre o clima das costas de Marrocos.

2.1.2.2.2. Correntes adjacentes ao Arquipélago da Madeira

(DQEM Madeira 2014)

Circulação Geral

As correntes oceânicas de superfície que afetam o Arquipélago da Madeira integram-se na circulação geral do sistema de correntes da Bacia do Atlântico Norte, que é constituído por um Giro subtropical (com aproximadamente 1000 km de diâmetro).

Este giro ciclónico, é responsável pela transferência de calor das latitudes tropicais mais quentes para as latitudes mais altas.

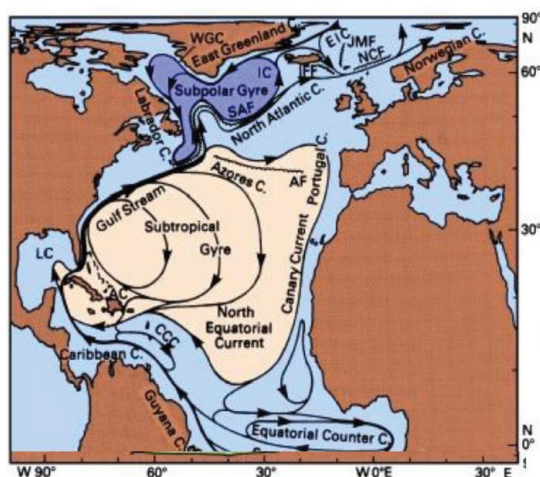


Fig. 30 - Esquema das correntes de superfície e principais sistemas frontais do Atlântico Norte

Fonte: Adaptado de Tomczak and Godfrey, 2002

A componente do giro subtropical que parece afetar o Arquipélago da Madeira com maior frequência denomina-se de Corrente e/ou Frente dos Açores (CA/FA), Fig. 31.

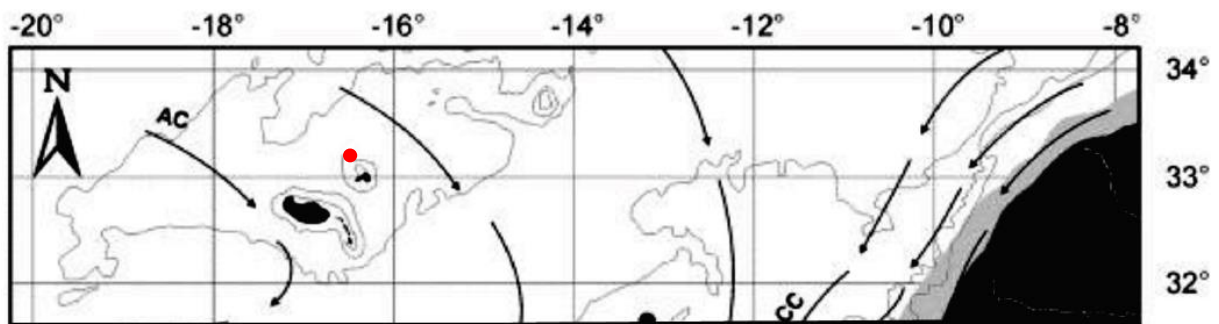


Fig. 31 - Representação esquemática das Correntes dos Açores e das bifurcações que afetam o Arquipélago da Madeira

Fonte: Adaptada de Mittelstaedt, 1991

A Frente dos Açores origina-se a partir de uma extensão da Corrente do Golfo, que permanece ao longo de todo o ano. Esta frente desloca-se para Este com uma trajetória zonal centrada por volta dos 34°N, com uma espessura de cerca de 150 a 1000m de profundidade, e uma velocidade média à superfície de cerca de 5 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$, (Juliano, 2002).

A CA possui uma grande atividade de fenómenos de mesoescala, com tendência para a formação de meandros ciclónicos no lado norte do escoamento principal e de meandros anticiclónicos no lado sul, (Kielman e Kase, 1987).

Uma vez que a Corrente dos Açores está relacionada com uma frente termohalina, (variações bruscas da temperatura e da salinidade), é muitas vezes designada como a Frente dos Açores (Juliano, 2002).

Ao longo da sua componente principal a CA dá origem a bifurcações que fluem para sul, (Klein and Siedler 1989), estando uma delas localizada a cerca dos 32°W ao longo do talude continental entre o Planalto da Madeira e as Ilhas Canárias (Zhou et al. 2000).

Mais para leste entre os 20°W e os 10°W, a Corrente dos Açores bifurca-se num ramo que se dirige para leste em direção a Gibraltar e noutro que alimenta a Corrente das Canárias (CC).

A corrente das Canárias está representada sobretudo junto à costa Oeste de África e a região adjacente ao Arquipélago da Madeira é afetada por bifurcações anteriores, provenientes da Frente dos Açores (Mittelstaedt 1991).

Trabalhos recentes também sugerem que a dinâmica associada à corrente das Canárias é distinta daquela que origina as bifurcações da Frente dos Açores (Klein and Siedler, 1989).

A análise dos dados de altimetria e das propriedades termohalinas de superfície relevam um cenário compatível com a separação entre a frente dos Açores e a Corrente das Canárias, com a separação centrada na localização do Arquipélago da Madeira.

Correntes geostróficas de superfície

As correntes geostróficas surgem do balanço entre o gradiente de pressão e a força de Coriolis. O escoamento das correntes geostróficas á superfície pode ser inferido pelas diferenças de nível detetadas por dados de altimetria de satélite (Maximenko, 2006).

Representação das médias sazonais das correntes geostróficas de superfície, considerando dados da AVISO para o período de outubro de 1992 a Março de 2010 mostram que o Arquipélago da Madeira é afetado predominantemente por uma corrente de Oeste (Fig. 32) (AVISO 1992-2010).

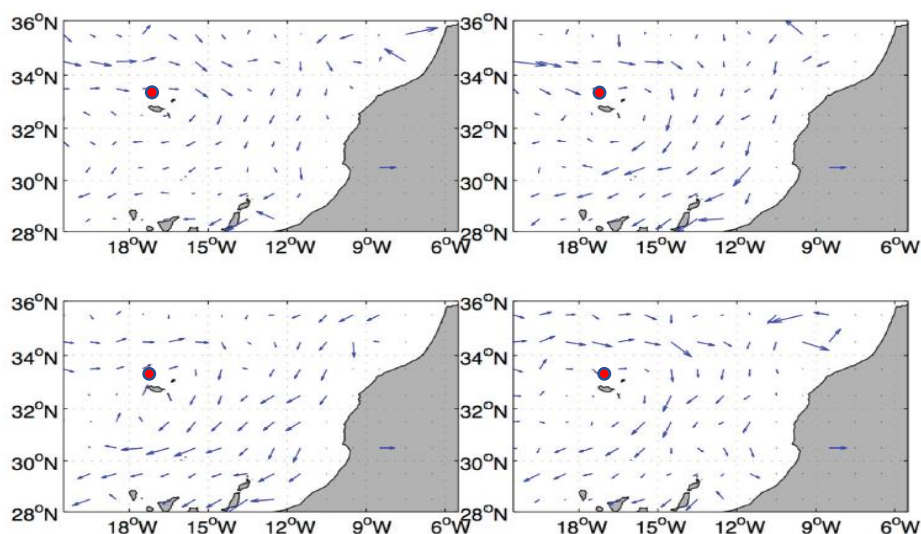


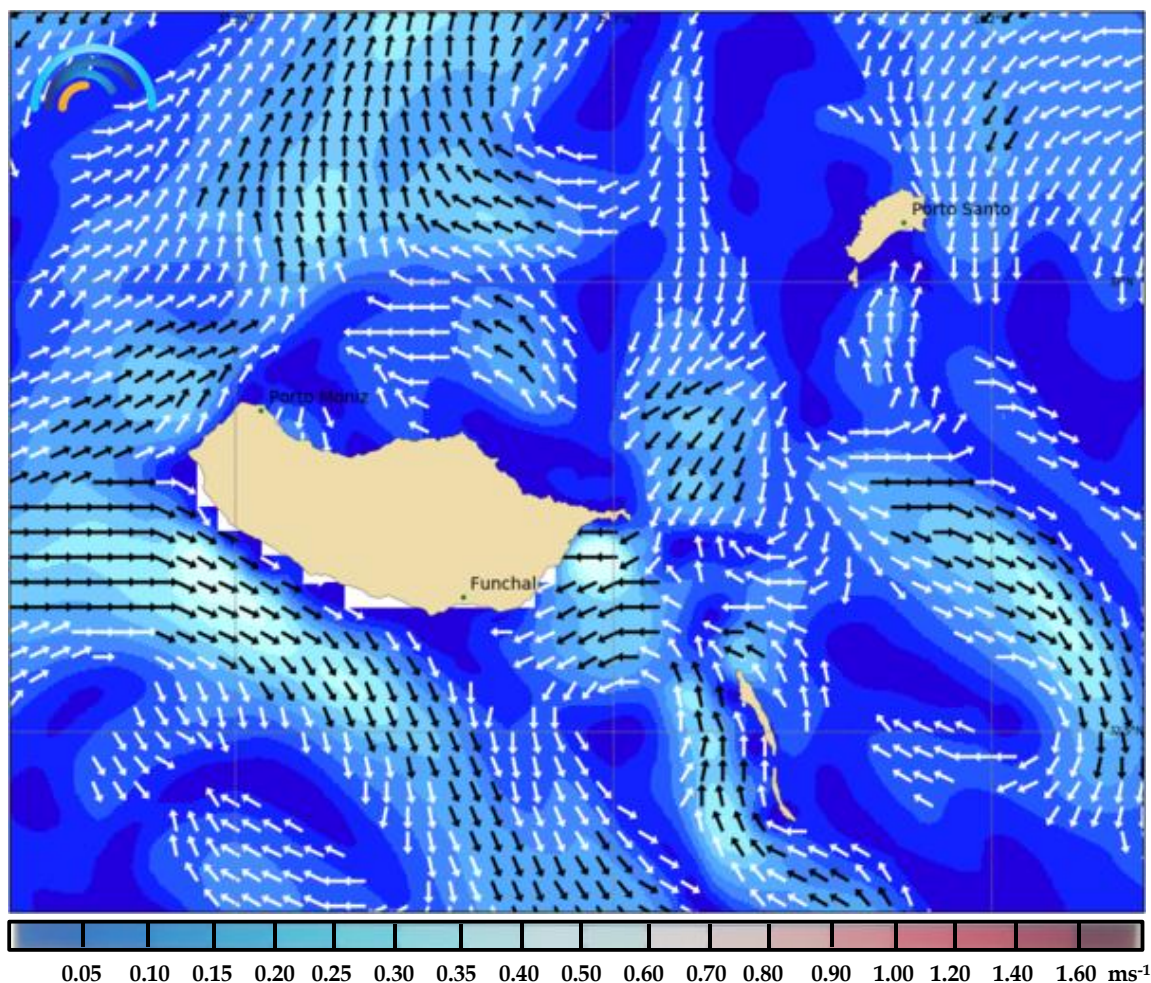
Fig. 32 - Correntes geostróficas de superfície representadas sazonalmente com base em dados de altimetria

Fonte: AVISO (1992-2010)

A interpretação dos dados sugere também que esta corrente contorna o arquipélago dirigindo-se posteriormente para sul. Tal como sugerido por interpretações anteriores, o sistema de correntes de superfície que afetam a costa oeste Africana parece estar desacoplado do sistema de correntes que afeta o Arquipélago da Madeira.

No Porto Santo, «as correntes marítimas atingem maiores velocidades nas marés vivas, correndo dos quadrantes sul durante a enchente, e do quadrante NE durante a vazante.

Fazem-se sentir principalmente na ponta sul do Ilhéu de Cima onde as águas correm para NE, marés vivas, com a velocidade de 1 milha durante a enchente, e com a de 1,5 durante a vazante. Na Ponta do Ilhéu de Baixo, durante a enchente, correm para oeste ou este com a velocidade de 1 a 1,5 milhas, e para a SW com a velocidade de 1 milha, em marés vivas, durante a vazante. Estas marés produzem, por vezes, inesperadamente, fortes e traiçoeiros fluxos e refluxos nesta ilha (<http://madeira-gentes-lugares.blogspot.com/2007/07/o-mar-do-arquiplago-da-madeira.html>).



Notas:

- Setas indicam a direção da corrente;
- Valores $< 0.1 \text{ ms}^{-1}$ sem seta;
- Setas brancas ou pretas têm o mesmo significado, apenas para melhor visualização.

Fig. 33 - Corrente à Superfície
 Fonte: IPMA - 2020-11-22 - 00:30

Tendo em conta os considerandos anteriores e https://tabuademaes.com/pt/madeira/porto-santo#_mares - a 2020-11-22, chegam-se por cálculo, aos valores inscritos na Tabela 15, que confirmam a Fig. 33.

Tabela 15 - Velocidade da corrente no Local - Porto Santo

Fonte: Dados obtidos a partir de elementos de: <http://madeira-gentes-lugares.blogspot.com/2007/07/o-mar-do-arquipelago-da-madeira.html> e https://tabuademaes.com/pt/madeira/porto-santo#_mares

| Local - Porto Santo | Enchente | Vazante |
|---|----------|---------|
| Velocidade da Corrente (ms^{-1}) | 0.09 | 0.12 |

2.1.2.3. Amplitude das marés e profundidade

Amplitude das marés

Amplitude da maré é a diferença vertical num dado local entre a maré alta (preia-mar) e a maré baixa, num mesmo ciclo de maré. Esta diferença corresponde à amplitude do ciclo resultante dos movimentos periódicos de ascensão e queda do nível das águas do mar, provocados pelo efeito das forças gravíticas exercidas pela Lua, o Sol e a rotação da Terra.

A amplitude da maré não é constante, o seu valor depende das posições relativas do Sol, Lua e Terra.

Marés são as alterações cíclicas do nível das águas do mar causadas pelos efeitos combinados da rotação da Terra com as forças gravitacionais exercidas pela Lua e pelo Sol (este último com menor intensidade, devido à distância) sobre o campo gravítico da Terra.

Os efeitos das marés traduzem-se em subidas e descidas periódicas do nível das águas cuja amplitude e periodicidade é influenciada por fatores locais.

Tratando dados disponíveis no Instituto Hidrográfico para a Amplitude das Marés do Inverno e Verão de 2020, chega-se aos valores registados na Tabela 16.

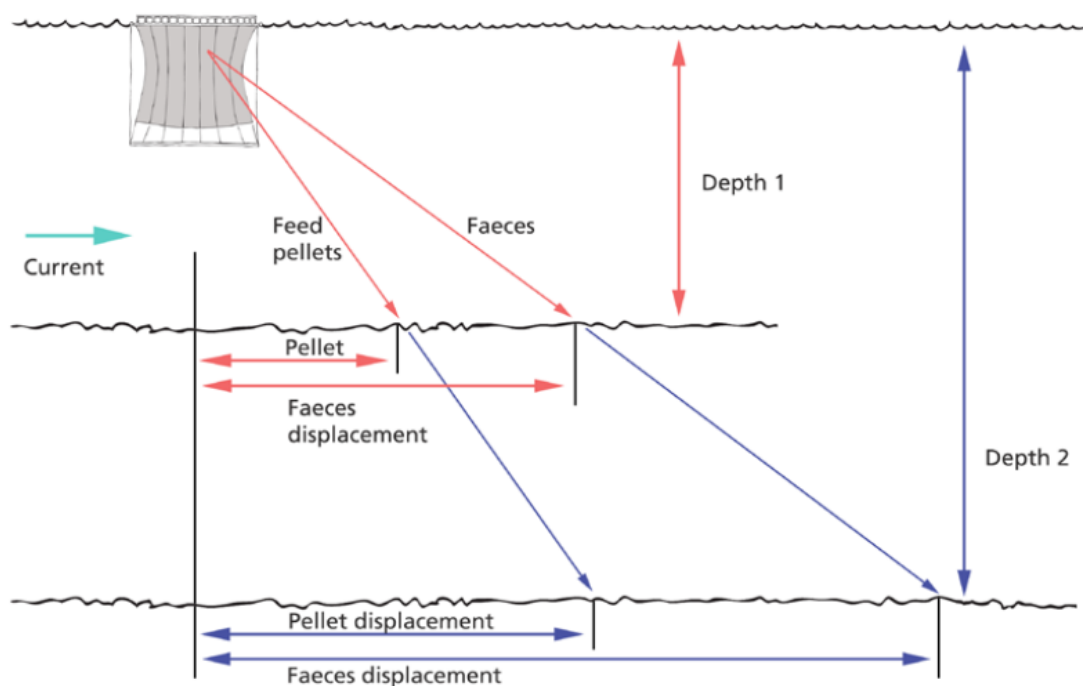
Estão incluídos os valores das marés vivas, que correspondem a maiores amplitudes nas marés.

*Tabela 16 – Amplitude das marés no Local – Porto Santo
Fonte: Instituto Hidrográfico – dados trabalhados*

| Local - Porto Santo | | Mínima | Máxima |
|--------------------------------|---------------------|---------------|---------------|
| Amplitude das Marés (m) | Verão | 0.2 | 2.8 |
| | Inverno | 0.1 | 2.7 |
| | Global Anual | 0.1 | 2.8 |

Profundidade

A profundidade da água, em combinação com a velocidade e direção da corrente média, pode determinar a concentração de sedimentos de resíduos na área em torno das estruturas de cultura offshore (Fig. 34).



Nota: Os pellets de ração não comidos têm uma densidade mais alta em comparação com as fezes, portanto, o seu deslocamento será mais concentrado. Dada uma corrente constante, quanto mais profundo o local, maior será o deslocamento, tanto para pellets não comidos quanto para fezes de peixes.

Fig. 34 - Influência da profundidade no deslocamento no fundo do mar de resíduos sólidos abaixo das estruturas de cultura offshore
Fonte - FAO 593

A profundidade também pode ter os seguintes impactos:

- **Pegada do sistema de estruturas de cultura offshore:** quanto maior for a profundidade da água, maior será a pegada, porque o comprimento das linhas de amarração é geralmente três a cinco vezes a profundidade do local.
- **Design de amarração:** a profundidade do local pode influenciar o equipamento e os materiais utilizados para amarrações, incluindo as suas dimensões.
- **Inspeções de mergulho:** mergulhar a mais de 50 m apresentará um problema para mergulhadores profissionais, que exigem formação específica, sendo que os equipamentos profissionais para trabalhar a maiores profundidades são muito caros. Embora a inspeção de âncora não seja um procedimento de rotina, esta questão deve

ser considerada ao selecionar o site, todavia, hoje em dia este problema é resolvido utilizando-se ROV's.

- **Profundidade da rede da estrutura de cultura offshore:** como regra do polegar e dependendo da velocidade da corrente no local, não deve ser mais profunda do que um terço da profundidade do local e pelo menos 15 metros deve ser deixado entre a base da rede e o leito do mar (na maré baixa), para permitir uma maior e melhor dispersão de partículas de resíduos da estrutura de cultura offshore.

Assim, um local raso, resultará na necessidade de usar redes curtas e, conseqüentemente, os volumes das estruturas de cultura offshore serão menores do que num local mais profundo.

Durante qualquer fase de desenvolvimento do projeto, a profundidade da água deve ser estudada num gráfico marinho e, em seguida, verificado corretamente através de uma extensa pesquisa de campo.

As batimétricas são uma boa maneira de pesquisar a área e encontrar o local mais adequado, que deve ser, na medida do possível, plano e sem rochas ou formações de corais que poderiam fornecer pontos de rasgo para as linhas de amarração.

Um levantamento do site também pode ser executado com o apoio de um scanner de profundidade dedicado (por exemplo, scanner OLEX 3D portátil) que pode devolver informações completas e detalhadas sobre as características do fundo do mar.

Em muitos casos, a ação da onda em águas mais lentas (se não abrigada) é mais violento.

Águas mais rasas experimentam ondas mais altas. Um local raso pode ser sujeito a condições de onda severas, exigindo, assim, engenharia de amarração mais forte do que em locais com águas mais profundas. Tais condições também podem aumentar a probabilidade de danos no stock de peixes dentro das redes.

Nota:

Uma armadilha típica é instalar um sistema de estruturas de cultura offshore muito perto da costa, tanto em termos de qualidade da água como de forças:

- das marés;
- ondas e seu retorno (é o que existe na Madeira, devido ao declive dos fundos);
- correntes.

Segundo o Promotor do projeto OIPS, a profundidade do local é de 70 m.

Tabela 17 - Condições de Profundidade no Local - Porto Santo
 Fonte: Promotor do Projeto OIPS

| Local - Porto Santo | Média |
|---------------------|-------|
| Profundidade | 70 m |

2.1.2.4. Tipologia do fundo

A morfologia do fundo marinho da subdivisão da Madeira, que integra a sub-região da Macaronésia, constitui o prolongamento natural dos fundos das restantes águas marinhas nacionais nas quais se aplica a DQEM (Fig. 35):

- Apresenta uma morfologia diversificada, que inclui vários domínios fisiográficos, nomeadamente, montes submarinos, planícies abissais e zonas de fratura.
- É genericamente constituída por um *plateau* central, no qual se elevam as ilhas da Madeira e Porto Santo, descendo a noroeste para a planície abissal da Madeira e elevando-se a SE para a plataforma continental africana, de onde emergem as ilhas Selvagens.
- A noroeste, a batimetria desta subdivisão é controlada pela planície abissal da Madeira, caracterizada por fundos planos, com cobertura sedimentar, situados a profundidades superiores a 5000 m e a partir dos quais se elevam alguns relevos submarinos de natureza rochosa.

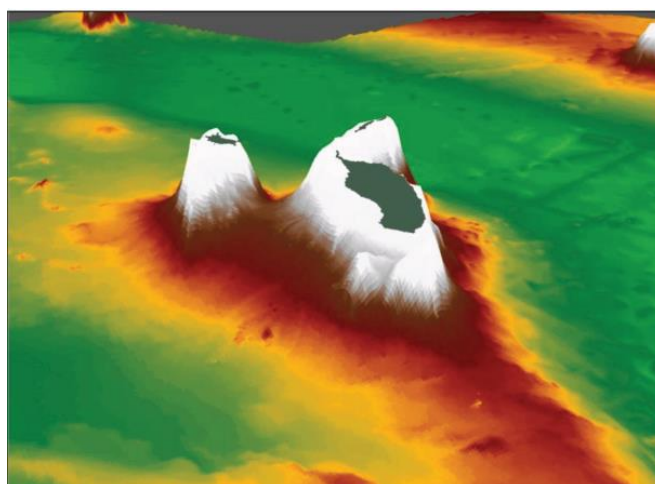


Fig. 35 - Representação tridimensional dos edifícios submarinos que suportam as áreas emersas do arquipélago da Madeira

Fonte: DQEM Madeira 2014

A DQEM Madeira (2014) não nos dá indicações sobre o fundo marinho da parte noroeste da ilha do Porto Santo, somente da plataforma meridional, até à batimétrica dos 100 m, todavia o Promotor do Projeto OIPS refere que o fundo do Local é arenoso,

algo que deve ser investigado antes de se proceder à instalação de qualquer estrutura no local.

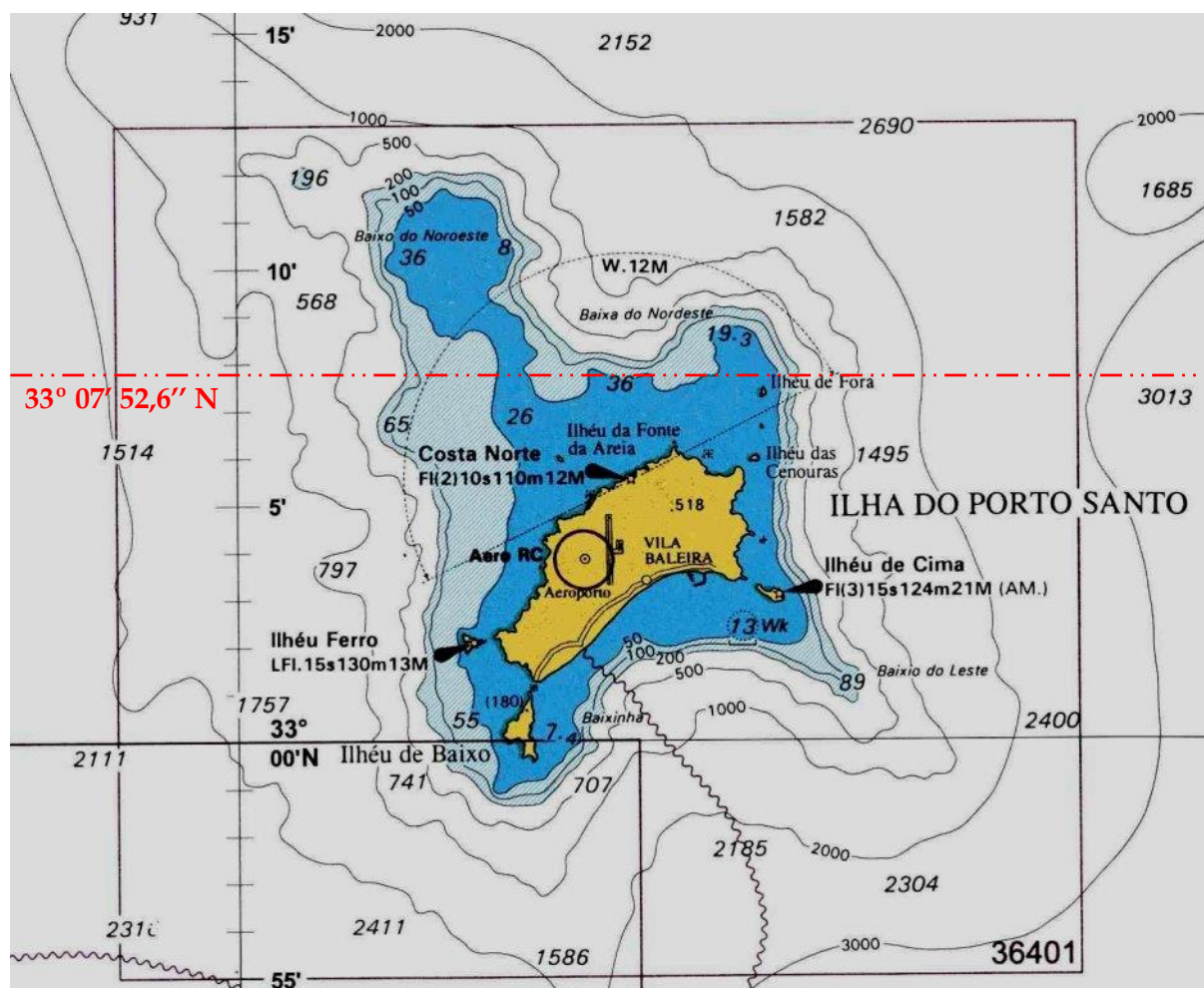


Fig. 36 – Batimetria da Ilha de Porto Santo
 Fonte: Instituto Hidrográfico

Segundo o Promotor do projeto OIPS, o fundo no local é arenoso.

Tabela 18 - Condições do Fundo do Mar no Local – Porto Santo
 Fonte: Promotor do Projeto OIPS

Local - Porto Santo

| | |
|---------------------------|---------|
| Tipologia do Fundo do Mar | Arenoso |
|---------------------------|---------|

2.1.3. Legislação local e condições de acesso

De acordo com o Plano de Situação do Ordenamento do Espaço Marítimo Nacional correspondente à Subdivisão da Madeira, Resolução do Conselho de Ministros nº 203-A/2019O local de implantação do projeto fica incluído na Área de Energia Offshore da Ilha de Porto Santo (Fig. 37).



Fig. 37 - Ordenamento do Espaço Marítimo de Porto Santo
Fonte: PSOEMN Subdivisão da Madeira

No entanto, esta área não inclui Áreas de Potencial de Aquicultura, que na Região Autónoma da Madeira se situam apenas no sul da Ilha da Madeira (Fig. 38).



Fig. 38 - Ordenamento do Espaço Marítimo do Arquipélago da Madeira
Fonte: PSOEMN Sub divisão da Madeira

Deste modo, a partilha de espaço marítimo entre as duas atividades económicas, apesar de aconselhável como prática, não pode acontecer antes de poder ser reconhecida a possibilidade de estabelecer uma exploração aquícola no local.

2.1.4. Sumário das condições físico-químicas e oceanográficas do local

A caracterização do local, será feita através das suas condições Físico-químicas e Oceanográficas, pelo que se apresentam quadros resumo (Tabela 19 e Tabela 20).

2.1.4.1. Condições Físico-Químicas

Apresenta-se o quadro resumo das condições Físico-Químicas para o local do projeto OPIS.

Tabela 19 – Parâmetros Físico-químicos do Local

| Caracterização do local 33° 07' 52,6" N 16° 22' 19,5" W | | | |
|--|---------------------|--------------|-------------------|
| 1 Parâmetros físico-químicos da água | Mín | Médio | Máx |
| Níveis de oxigénio dissolvido - OD | 8,4 mg/l | 8,95 mg/l | 9,5 mg/l |
| Salinidade (escala PSS-78) | Verão | 36,53 | 36,77 |
| | Inverno | | 36,62 |
| | Global Anual | | 36,77 |
| Densidade | 1,023764 Inverno | 1,024994 | 1,024994 Verão |
| Ph | 7,4 | 7,6 | 8,4 |
| Temperatura | Verão | 17,91 °C | 22,36 °C |
| | Inverno | | 21,40 °C |
| | Global Anual | | 22,36 °C |

2.1.4.2. Condições Oceanográficas

Apresenta-se o quadro resumo das condições Oceanográficas para o local do projeto OPIS.

Tabela 20 – Condições Oceanográficas do Local

| Caracterização do local 33° 07' 52,6" N 16° 22' 19,5" W | | | | | | | |
|---|------|------------------------------|--|------------------|---------|-------|----------------|
| 2 Condições oceanográficas | | | | Unidade | Inverno | Verão | Global "Anual" |
| Ondas | H | Altura da onda | | m | nd | nd | nd |
| | Hmáx | Altura máxima da onda | | | nd | nd | nd |
| | Hs | Altura significativa da onda | | | 0.39 | 0.30 | 0.42 |
| | fp | Frequência da Vaga | | Hz | 0.30 | 0.32 | 0.31 |
| | t01 | Período da Vaga | | s | 2.92 | 2.70 | 2.94 |
| | dir | Direção da Vaga | | ° | 170.39 | 84.68 | 135.65 |
| Correntes (velocidade média) | Vc-e | Velocidade na Enchente | | ms ⁻¹ | 0.09 | | |
| | Vc-v | Velocidade na Vazante | | | 0.12 | | |
| Amplitude das marés | | Baixa mar | | m | 0.1 | 0.2 | 0.1 |
| | | Preia mar | | | 2.7 | 2.8 | 2.8 |
| Profundidade | | | | m | 70 m | | |
| Tipologia do fundo | | | | ----- | arenoso | | |

Estes elementos não nos permitem enquadrar o local na tabela Norueguesa, por forma a conseguirmos saber quais os tipos de estruturas de cultura offshore utilizáveis e/ou mais convenientes, especialmente por falta de dados, fornecidos pelo Promotor do Projeto, que permitam determinar a Hmáx das ondas.

2.1.5. Cultura / Espécies apropriadas ao local

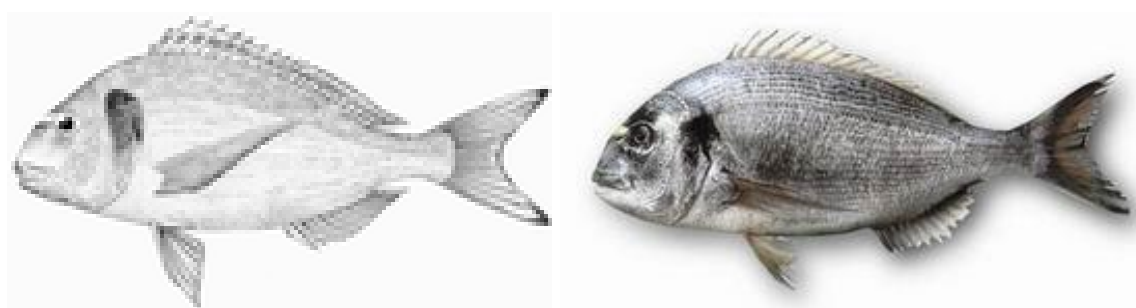
A escolha da espécie, de entre as que são utilizadas em aquacultura, tem a ver com vários fatores, entre os quais as suas necessidades estarem de acordo com as propriedades do local e serem espécies autóctones.

Espécies de possível utilização:

(Fonte: <http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/search/en>)

- Dourada;
- Lírio.

Dourada - *Sparus aurata* (1758)



Intervalo de temperatura aceitável - 15 - 27 °C

Melhor temperatura para crescimento - 18 - 26 °C

Salinidade - 35 - 37 ‰

10 g - 1 ano - 350 a 400 g

Quando as douradas são criadas em tanques, são utilizadas densidades muito altas, variando de 15 a 45 kg/m³, sendo necessária uma injeção maciça de oxigénio, para garantir a sobrevivência dos peixes. Em condições excelentes (18-26 °C), as douradas pequenas pré-engordadas (5 g) atingem o primeiro tamanho comercial (350-400 g) em cerca de um ano.

Crescer em estruturas de cultura offshore é simples e económico; é o sistema de engorda normalmente usado na bacia do Mediterrâneo. Embora as densidades (10-15 kg/m³) sejam menores do que nos tanques, existem grandes vantagens que tornam a aquacultura em estruturas de cultura offshore mais lucrativa, por exemplo, não há custos de energia para bombeamento, aeração ou tratamento de água pós-criação. No entanto, não é possível controlar a temperatura na criação em estruturas de cultura offshore, resultando num período de criação mais longo para o tamanho do mercado, ou a necessidade de estocar juvenis maiores. Em média, a dourada pré-engordada maior (10 g) atinge o primeiro tamanho comercial (350-400 g) em cerca de um ano.

Lírio / Charuteiro - *Seriola Dumerili* (1810)

(FAO - http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Seriola_dumerili/en)

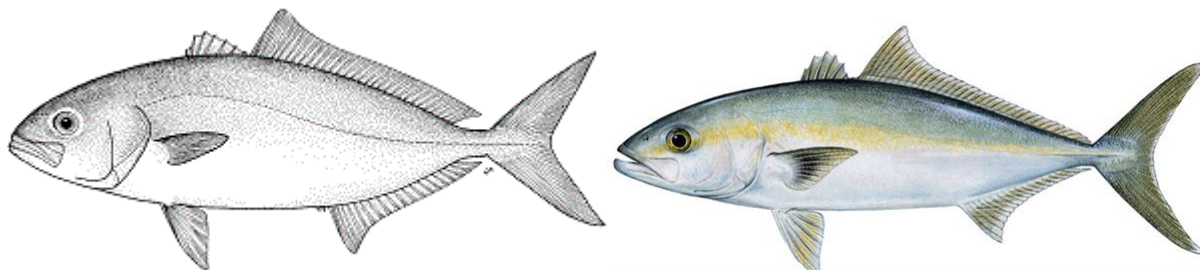


Fig. 39 -Charuteiro / Lírio - *Seriola Dumerili*

Fonte: FAO - http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Seriola_dumerili/en

Intervalo de temperatura aceitável - 21 - 27 ° C

Tamanho:

- ✓ Eclosão - 1 ano - 1 Kg
- ✓ Eclosão - 2 ano - 3 Kg
- ✓ Eclosão - 3 ano - 6 Kg

Salinidade - 35 - 37 %

A sua coloração geral é prateada e possui frequentemente uma larga risca amarela ou cor de cobre ao longo de cada um dos flancos. As barras escuras que partem da mandíbula superior e atravessam os olhos encontram-se no local onde começa a barbatana dorsal, formando um V invertido.

A família *Carangidae* está representada na Madeira por 15 espécies sendo as mais comuns os charuteiros ou lírios (*Seriola dumerili*, *Seriola fasciata* e *Seriola rivoliana*) (PSOEM-SM 2018).

É um peixe pelágico e epibentónico que habita tanto os habitats de recifes próximos à costa quanto o mar aberto, geralmente encontrados entre 18 e 360 m de profundidade.

A alimentação não deve ir até ao saciamento, deve ser ≈ 80 %.

O tamanho adequado da malha a utilizar na estrutura de cultura offshore, melhora as taxas de troca de água e oxigénio dissolvido, e a densidade de stocagem será o resultado dessas variáveis combinadas com a temperatura da água.

A redução do crescimento da espécie ocorre a temperaturas abaixo de 21 °C e dramaticamente abaixo de 17 °C.

2.2 Sistemas de cultura offshore apropriadas (SCA)

As estruturas de cultura offshore de piscicultura só mais ou menos a partir dos anos 60 do século passado, começaram a ter um desenvolvimento tecnológico que ainda hoje está longe do final.

As estruturas de cultura offshore em relação ao seu posicionamento na coluna d'água têm a seguinte classificação:

- **Estrutura de cultura offshore flutuante ou de superfície** – está sempre à superfície, tendo um colar que está parcialmente fora de água e promove a flutuabilidade do sistema;
- **Estrutura de cultura offshore semi-submersível** – está à superfície, mergulhando quando existem condições adversas;
- **Estrutura de cultura offshore submersível** – está sempre submersa.

Tabela 21 - Classificação dos tipos de estruturas de cultura offshore, vantagens, desvantagens e fabricantes

Fonte: (Adaptado de Scott & Muir, 2004)

| Estrutura | Modo Operacional | Vantagens | Desvantagens | Modelos |
|--|------------------|---|--|---|
| F l e x í v e l | Flutuante | <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de Suporte de rede funcional e testado • Variedade de configurações • Custos reduzidos para elevados volumes • Facilidade de ampliação • Facilidade de operação | <ul style="list-style-type: none"> • Resistência moderada a ondas e correntes • Riscos elevados em mar aberto • Ausência de estruturas de suporte operacional | Corelsa® Aqualine® Fusion Marine® OceanSpar net systems® |
| | Semi Submersível | <ul style="list-style-type: none"> • Área de instalação reduzida • Facilidade de operação • Submersão automática em caso de tempestades • Relação preço/volume reduzido | <ul style="list-style-type: none"> • Reduções de volume até 25% • Sistema de lastro difícil de instalar • Alimentação pouco eficiente | Refamed® Technosea® |
| R í g i d a | Flutuante | <ul style="list-style-type: none"> • Plataforma operacional estável • Capacidade de armazenagem • Capacidade de instalar sistemas automáticos de alimentação | <ul style="list-style-type: none"> • Difíceis de instalar • Resistência moderada • Elevados custos de manutenção • Elevado capital inicial de investimento | Cruive® Pisbarca® |
| | Semi Submersível | <ul style="list-style-type: none"> • Volume estável • Capacidade de submergir • Capacidade de integração de sistemas automáticos de alimentação • Sistema provado comercialmente | <ul style="list-style-type: none"> • Capital de investimento elevado • Complexidade de operação e manutenção • Necessita de mergulhadores a tempo inteiro | Refamed® Technosea® |
| | Submersível | <ul style="list-style-type: none"> • Volume estável • Impacto visual mínimo • Capacidade de emergir | <ul style="list-style-type: none"> • Dificuldade de operação e manutenção • Capital de investimento elevado | Trident® Sdaco® Seatreck® |

Todavia, a prática corrente é designar-se por “Estrutura de cultura offshore submersível” sempre que a estrutura de cultura offshore tenha a faculdade de submergir independentemente de estar sempre submersa ou não. Assim será esta a abordagem que teremos.

Outra classificação das estruturas de cultura offshore tem a ver com a sua localização, (FAO 2009); no entanto, é preciso não esquecer que muitos consideram offshore tudo o que está localizado no mar, e que mesmo os noruegueses consideram as estruturas de cultura offshore colocadas nos fiordes, como offshore.

Tabela 22 - Classificação do local proposta pela FAO em 2009
 Fonte: Lovatelli, Aguilar-Manjarrez and Soto (2013).

| Característica | Costeira | Nearshore | Offshore |
|----------------------------------|---|---|---|
| Localização / Hidrografia | <500 m da costa Profundidade <10 m na maré baixa À vista de terra Geralmente protegido | 0.5-3 km da costa 10 m<Profundidade <50 m na maré baixa Frequentemente à vista de terra Um pouco protegido | >2 km da costa Geralmente dentro de zonas de plataforma continental, possivelmente oceano aberto > 50 m de profundidade |
| Meio Ambiente | Hs normalmente <1 m Vento fraco, ondulação curta, Correntes costeiras localizadas, Maré e correntes possivelmente fortes | Hs_{ou}=3-4 m Correntes costeiras localizadas, algumas correntes de maré | Hs_{ou}= 5 m ou mais, regularmente 2-3 m, ondas oceânicas Períodos de vento variável Possivelmente efeito de correntes menos localizadas |
| Acesso | 100 % acessível Acesso a terra sempre possível | > 90% acessibilidade pelo menos uma vez por dia Visita à gaiola geralmente possível | Normalmente acessibilidade > 80 % Visita periódica à gaiola pode ser possível, p. cada 3-10 dias |
| Operação | Regular envolvimento manual, alimentação, monitoramento etc. | Algumas operações automatizados, p.ex. alimentação, monitoramento | Operações remotas função do sistema, alimentação automatizada, monitoramento a distância |

Nota: Hs = Altura significativa da onda (Hs x 1,9 = Altura máxima da onda).

Outra classificação é adotada pelos noruegueses Normas (NS) NS9415-2003 sobre “Requisitos de sistemas de viveiros de peixes marinhos para pesquisa do local, risco, análises, projeto, dimensionamento, produção, instalação e operação”:

Tabela 23 - Classificação norueguesa de sites
 com base em parâmetros estatísticos de ondas
 Fonte: FAO 593

| Classificação do site (Classes de ondas) | Altura da onda (Hs) (m) | Período do pico da onda (Tp) (s) | Velocidade da corrente (Vc) (m/s) | Nível de exposição do sítio |
|--|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| A | 0.0 - 0.5 | 0.0 - 2.0 | 0.0 - 0.3 | Baixo |
| B | 0.5 - 1.0 | 1.6 - 3.2 | 0.3 - 0.5 | Moderado |
| C | 1.0 - 2.0 | 2.5 - 5.1 | 0.5 - 1.0 | Substancial |
| D | 2.0 - 3.0 | 4.0 - 6.7 | 1.0 - 1.5 | Alto |
| E | > 3.0 | 5.3 - 18.0 | > 1.5 | Extremo |

Tabela 24 - Tipo de estrutura de cultura offshore utilizada face à localização

Fonte: Ryan et al., 2004

| Classe do Sítio | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|-------------------------------|--------------------------------|---|--|
| Descrição Convencional (em relação à exposição do local) | Local no Litoral Protegido | Local Costeiro Semi-exposto | Sítio Exposto Offshore | Sítio Offshore em Oceano-Aberto |
| Tipo de jaula utilizada | Gravítica Superficial | Gravítica Superficial | Gravítica Superficial; Tensão da Ancoragem | Gravítica Superficial ; Superficial Rígida; Tensão da Ancoragem; Gravítica Submersa; Rígida Submersa |

A abordagem do tema SCA - Sistema de Cultura Adequado, neste projeto, irá ser feita tendo em conta as que se encontram em uso e as outras, já que o interesse prevalente será, naturalmente, sobre aquelas que já deram provas na sua utilização.

Neste trabalho, as estruturas de cultura offshore terão definições genéricas, guardando-se para o trabalho seguinte:

“Potenciais e constrangimentos de SCA com PO”

uma visão mais profunda, daquelas que tenham um interesse mais profundo para o projeto.

2.2.1. Estrutura de Cultura Offshore em uso

De entre os vários tipos de estruturas de cultura offshore, vamos aqui considerar aquelas que estão em uso e têm provas dadas, podendo assim fazer-se uma primeira triagem, ficando para o trabalho seguinte, um aprofundamento daquelas que se mostrarem mais adequadas ao projeto.

2.2.1.1. Estruturas de cultura offshore de Superfície ou Flutuantes

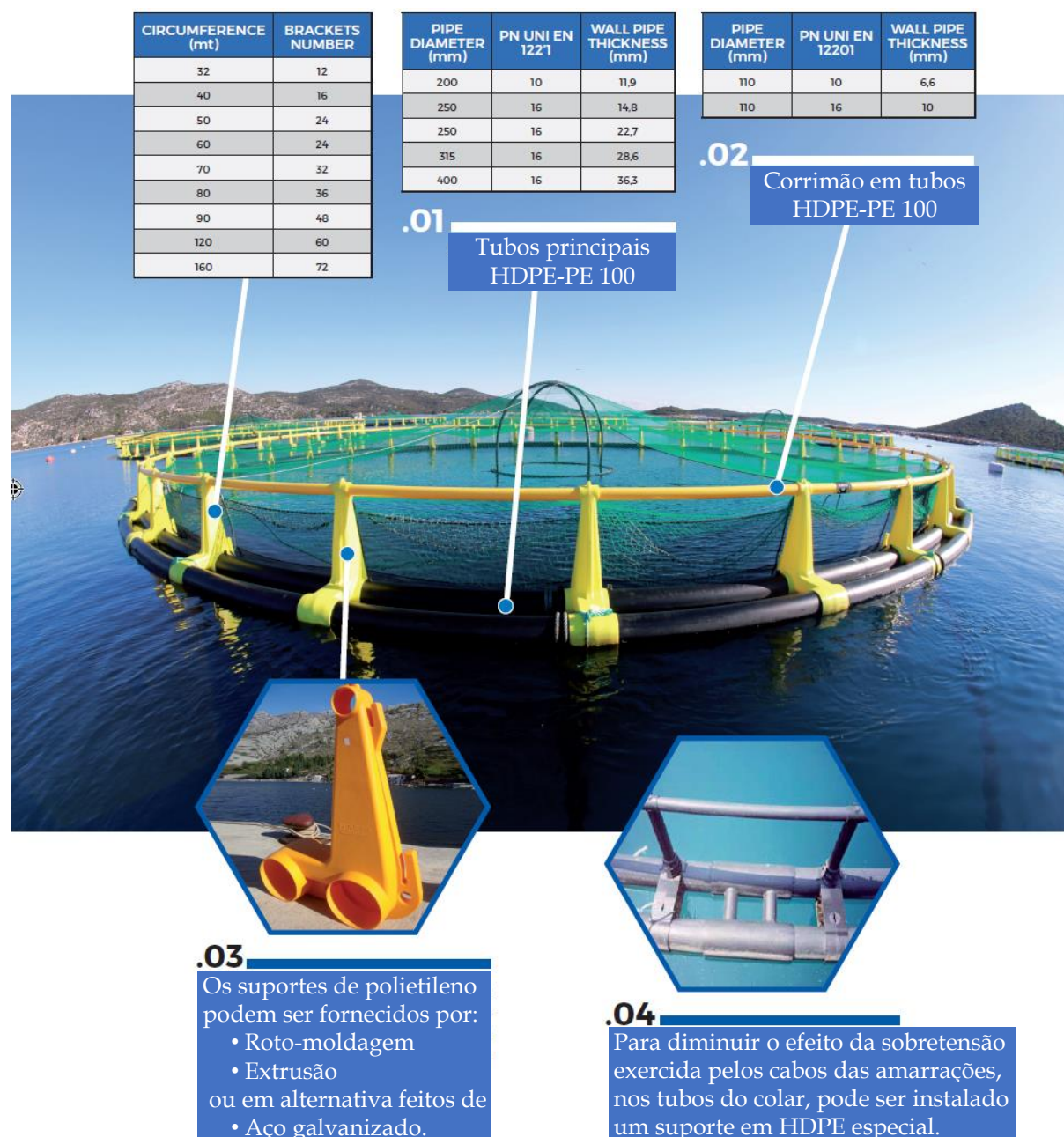


Fig. 40 – Características da estrutura de ECO de Superfície
 Fonte: Badinotti group - Cage Farming Equipment

Material de fabrico: *em plástico, metal e/ou madeira; o plástico é fundamentalmente PEAD - polietileno de alta densidade, mas aparecendo também casos de PU - poliuretano e de PP - polipropileno.*

As estruturas de cultura offshore de superfície têm maioritariamente colar de forma circular, mas também, hexagonal, octogonal e retangular.

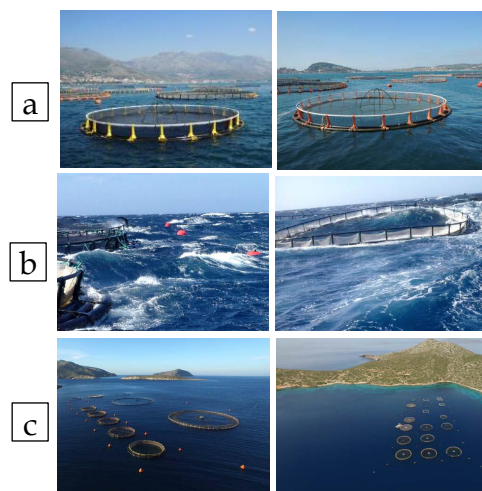


Fig. 41 - Imagens de ECO circulares de peixe em PEAD
 (a) Em águas calmas (Mar Tirreno, costa sul da Itália - linha superior),
 (b) Em águas agitadas (Oceano Atlântico, Ilhas Canárias - linha do meio)
 (c) Vista aérea de duas instalações de estruturas de cultura offshore (Mar Egeu - linha inferior)

Fonte: FAO 2018



Fig. 42 - a) ECO retangular; b) ECO poligonal

Fonte: FAO 2011

As estruturas de cultura offshore de superfície são atualmente a forma de produção piscícola no mar que menos investimento requer na instalação e manutenção (Baldwin et al., 2002, Shainee et al., 2012, Størkersen, 2012).

A circulação da água dentro das estruturas de cultura offshore é resultante da entrada de correntes aquáticas, que evitam acumulação de detritos, garantindo um ambiente mais adequado para o seu crescimento saudável.

A estrutura de cultura offshore de superfície é uma estrutura em forma de colar, que alberga a rede responsável por manter em cativeiro o peixe, com a particularidade de ser flutuante. A rede mantém a forma por gravidade, devido à existência de pesos na parte inferior da mesma. A estrutura de cultura offshore pode também contemplar o equipamento necessário para a sua operação, manutenção e monitorização, tais como

os sistemas de alimentação, de limpeza de redes e monitorização de pescado. É a tipologia de estruturas de cultura offshore mais usada em todo o mundo, e pode ser projetada numa enorme diversidade de dimensões e configurações (Fula, 2013, Korsøen et al., 2012).

Esta configuração permite igualmente a fácil adaptação ao tamanho e às necessidades particulares de cada espécie de peixe, a estrutura de cultura offshore pode ter um fundo liso e rígido de forma a poder albergar peixes planos.

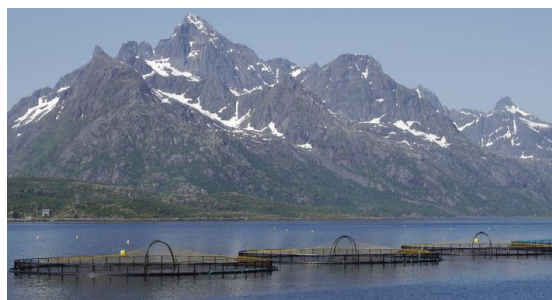


Fig. 43 - Exploração aquícola em fiorde norueguês
Fonte: Earthducation 2011



Fig. 44 - ECOs de superfície, em localização costeira ou nearshore
Fonte: <https://www.kongsberg.com/maritime/solutions/ship-types/fish-farm/>



Mar Tirreno

Oceano Atlântico - Canárias

Mar Egeu

Fig. 45 - Comportamento de ECOs circulares de superfície, em vários locais
Fonte: Ferreira 2018

Localização de Estruturas de cultura offshore de Superfície

Em todo o mundo, América do Norte e Sul, Norte da Europa, Mar Mediterrâneo, etc., em particular: Noruega, Espanha, Grécia, Turquia, Malta, França, Ilhas Canárias, Portugal, Ilha da Madeira, etc.

Fornecedores de Estruturas de cultura offshore de Superfície PEAD

| | | |
|------------------|----------------------|---------------|
| Akua Kare, | Akva group, | Aqualine, |
| Asakua, | Botngaard AS, | Catvis, |
| Gael Force, | Gesikat, | Refamed |
| Hvalpsund Net, | Nsm-fish, | Polar Circle, |
| Steinsvik AS, | System Group Marine, | Vonin, |
| Wavemaster, etc. | | |

Tabela 25 – Vantagens e Desvantagens de ECOs de Superfície
Fonte: FAO 498

| Tipo Jaula | Vantagens | Desvantagens |
|-------------------------|--|---|
| Superfície ou Flutuante | <ul style="list-style-type: none"> • versatilidade dos materiais; • mudança de rede simples; • verificação visual frequente do peixe; • relativamente rentável (especialmente para gaiolas maiores). | <ul style="list-style-type: none"> • sistema de amarração complicado que requer verificação e manutenção frequentes; • são necessários controlos constantes das previsões meteorológicas. |

2.2.1.2. Estruturas de cultura offshore Rígidas Semi-submersíveis

Os sistemas submersíveis, a serem posicionados na coluna d'água, de acordo com as condições do mar, são acionados por controlo remoto, ou através dum sistema automático de autocontrolo a bordo para localização superficial e profundidade, sendo monitorizado num centro instalado numa plataforma ou em terra; reposicionam a estrutura de cultura offshore na profundidade mais adequada possível e admissível (consoante as necessidades de temperatura da variedade da espécie piscícola, porque a temperatura varia ao longo da coluna d'água), imposta automaticamente, utilizando a informação gerada e os meios de manobra instalados, em que se garanta a segurança do equipamento e o bem-estar animal, otimizando-se o valor da temperatura que constitui um fator crítico no crescimento dos peixes estabulados.

Estrutura de cultura offshore OCEANIS

Material de fabrico: Estrutura em Metal com zonas de apoio em materiais de construção.

As estruturas de cultura offshores submersíveis permitem que os piscicultores lidem com várias questões ambientais, por exemplo:

- **O gelo flui** - o transporte, fluxos de gelo e outros grandes objetos flutuantes podem causar danos graves às estruturas de cultura offshores flutuantes;
- **Algas** - alguns locais são propensos a proliferação de algas tóxicas que podem dizimar os stocks de peixes. Felizmente, as algas tóxicas geralmente não são encontradas em profundidades superiores a 15 a 20 m. O afundamento de estrutura de cultura offshores durante esses eventos ajudará a proteger os stocks de peixes;
- **Os piolhos do mar** - são mais fáceis de controlar e menos onerosos quando os stocks são mantidos a 15-20 m de profundidade.
- **Eventos de baixo oxigênio** - podem ser tratados melhor, pois águas mais profundas e frias tendem a ter melhores níveis de oxigênio;
- **Locais expostos** - que podem ser convenientemente localizados, mas são muito arriscados para instalar estruturas de cultura offshores flutuantes normais. As estruturas de cultura offshores podem ser permanentemente submersas ou submersas sempre que a altura da onda for muito elevada;
- **Menor visibilidade** - têm menos probabilidade de induzir as comunidades locais a rejeitar um projeto de aquicultura e são menos vulneráveis a roubo e vandalismo.

A tecnologia do projeto OCEANIS, é basicamente uma estrutura de cultura offshore de colar, que pode submergir enchendo os tubos de PEAD, para resistir a condições de mar adversas.

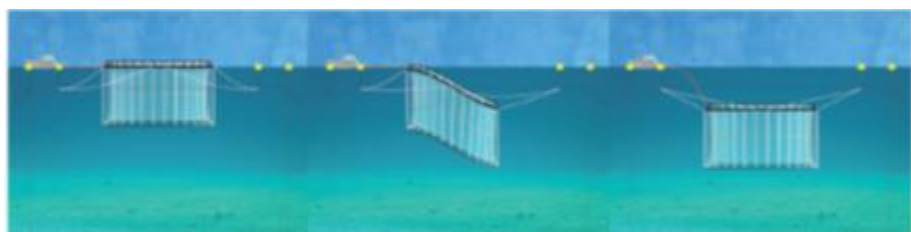


Fig. 46 - Simplificação da submersão duma ECO OCEANIS

Fonte:

https://images.search.yahoo.com/search/images;_ylt=A2KLfRs7s.teeikAckJXNyoA;_ylu=X3oDMTByMjB0aG5zBGNvbG8DYmYxBHBvcwMxBHZ0aWQDBHNIYwNzYw--?p=OCEANIS+aquaculture+cages+images&fr=mcafee_uninternational



OCEANIS is the Badinotti's Group Cages

Processo de afundamento

Fig. 47 – Processo de afundamento de ECO OCEANIS

Fonte: Web - Badinotti group

Localização de Estruturas de cultura offshore OCEANIS: Itália, Canada, América do Norte, Peru, Chile, Eslováquia, Croácia, Finlândia.

Fornecedores de Estruturas de cultura offshore OCEANIS: Badinotti

Estrutura de cultura offshore AQUAPOD

Material de fabrico: Estrutura em Polietileno e Aço.



Fig. 48 – Simplificação e real ECO AQUAPOD

Fonte: https://images.search.yahoo.com/search/images;_ylt=A0geJaBAteteyh8AaCRXNyoA;_ylu=X3oDMTByMjB0aG5zBGNvbG8DYmYxBHBvcwMxBHZ0aWQDBHNIYwNzYw--?p=aquapod+cages&fr=mcafee_uninternational

A estrutura de cultura offshore AQUAPOD, é uma estrutura de cultura offshore com malha que pode ser de latão, na qual os aquicultores podem colocar os seus peixes e depois deixá-la à deriva no mar, estando dotado de GPS e pode também ficar ancorada num local fixo.

"O projeto explora o potencial de criar peixes saudáveis no seu ambiente natural, praticamente sem impacto ambiental no fundo do mar subjacente, na qualidade da água circundante ou nos peixes selvagens fora do Aquapod (Sims 2018)."

A estrutura de cultura offshore é feita de uma malha de latão que reduz substancialmente o *biofouling*, quando as algas e cracas se ligam a objetos submersos; isto minimiza, tanto o arrasto, como a necessidade de limpeza das estruturas de cultura offshore aumentando a oxigenação dos peixes em cultura, resistindo também melhor a ataque de predadores.

As estruturas de cultura offshore podem ser feitas com, até 28 metros de diâmetro, sendo constituídas por uma série de painéis individuais, de rede em triângulo, tendo a vantagem de serem substituídos separadamente.

Localização de Estruturas de cultura offshore AQUAPOD: Golfo do México

Fornecedores de Estruturas de cultura offshore AQUAPOD: Ocean Farms Technology (InnovaSea)

Tabela 26 – Vantagens e Desvantagens de ECOs *Semi-submersíveis*
Fonte: FAO 498

| Tipo Jaula | Vantagens | Desvantagens |
|---------------------------|--|---|
| Rígidas Semi-submersíveis | <ul style="list-style-type: none"> • testadas ao longo de quase 20 anos em diversas condições marítimas; • adequado também para locais expostos; • sistema de alimentação integrado; • volume de retenção estável. | <ul style="list-style-type: none"> • elevados custos de capital inicial; • acesso complicado na colheita; • mudança de rede difícil; • elevados custos de manutenção; • alto impacto visual. |

2.2.1.3. Estruturas de cultura offshore REFA ligações tensas

Material de fabrico: Estrutura em Metal.

A estrutura de cultura offshore consiste em:

- Rede de nylon contida numa estrutura rígida hexagonal para manter a forma da rede;
- Vigas verticais da estrutura deslizam em mais de 6 colunas tensionadas, por meio de argolas;
- As colunas tensoras consistem em: amarração, boia de bloco, corrente e flutuação, instaladas permanentemente;
- A submersão controlada da estrutura de cultura offshore, é realizada com um guincho elétrico e cabo associado a um sistema de roldana;

- As roldanas são instaladas em 2 blocos de cimento.

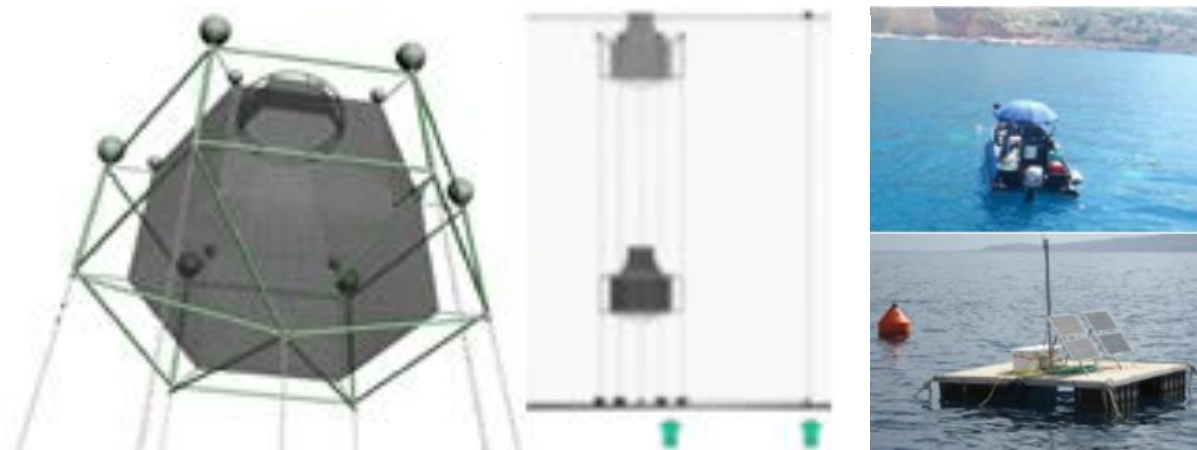


Fig. 49 – Fases dum sistema submersível de aquacultura REFAMED

a) Esquema de ECO REFAMED; b) Esquema de submersão da ECO; c) Barco de apoio; c) Barcaça de apoio à energia .

Fonte: REFAMED

Na operação de submersão:

- A estrutura de cultura offshore ficará submersa a 40 m (pode variar consoante a conveniência) de profundidade do local da instalação. O transporte da estrutura de cultura offshore é feito com uma velocidade inferior a 1m/min:
 - ✓ 1º dia: 2 transportes até 8m cada, com um intervalo de 3 horas;
 - ✓ 2º dia: 2 transportes até 8m cada, com um intervalo de 3 horas;
 - ✓ 3º dia: 1 último transporte de 8m.
- O funcionamento da estrutura de cultura offshore, na sua atividade de submersão, é auxiliado por uma plataforma flutuante;
- Os painéis solares colocados na plataforma, fornecem energia (320 W) ligada a baterias que podem abastecer quase 50Ah durante 4 dias (período máximo sem sol, determinado estatisticamente durante fevereiro).



Fig. 50 - Uma fazenda de ECO de ligações tensas REFA (Sardenha, Itália)

Fonte: FAO 498

Localização de ECO REFA ligações tensas: Sardenha - Itália

Fornecedores de ECO REFA ligações tensas: REFAMED

Tabela 27 – Vantagens e Desvantagens de ECO REFA ligações tensas
 Fonte: FAO 498

| Tipo Jaula | Vantagens | Desvantagens |
|-------------------------|---|--|
| REFA ligações tensas | <ul style="list-style-type: none"> • conceção simples; • resposta automática às condições adversas do mar; • custos eficazes; • pequena área inferior ocupada pelo sistema de amarração; • fácil de reparar; • poucos componentes que requerem manutenção; • impacto visual muito baixo. | <ul style="list-style-type: none"> • gaiola fechada e má verificação visual do peixe; • pequena superfície para alimentação; • difícil de mudar as redes. |

2.2.1.4. Plataformas flutuantes



Fig. 51 - Plataforma flutuante de piscicultura da Cultimar
 perto de Barcelona (Espanha)

Fonte: FAO 498

Plataforma flutuante para piscicultura, equipada com seis grandes ECO - Estruturas de Cultura Offshore e um edifício central de 2 andares, com todos os sistemas de apoio à ECO múltipla, "Ittica offshore del Tirreno" está em Nápoles, Itália.

Material de fabrico: Estrutura em Metal com zonas de apoio em materiais de construção.



Fig. 52 - Uma plataforma flutuante para piscicultura (Nápoles, Itália)
Fonte: FAO 498

Localização de Plataformas flutuantes: Cádiz e Tarragona - Barcelona - Espanha (Fig. 51), Nápoles - Itália (Fig. 52).

Fornecedores de Plataformas flutuantes: Marina System Iberica (MSI) (Fig. 51)

Tabela 28 - Vantagens e Desvantagens de Plataformas flutuantes
Fonte: FAO 498

| Tipo Jaula | Vantagens | Desvantagens |
|------------------------|---|--|
| Plataformas flutuantes | <ul style="list-style-type: none"> • excelente logística; • possibilidade de alimentação com qualquer condição marítima; • verificação visual constante do peixe; • supostamente uma estrutura altamente durável. | <ul style="list-style-type: none"> • elevado custo inicial de investimento; • elevados custos de manutenção; • mudança de rede difícil; • impacto visual extremamente elevado. |

2.2.1.5. Bridgestone e Dunlop

Estes tipos de ECO - Estrutura de Cultura Offshores flutuantes destinam-se a condições severas de mar. São construídas através da montagem de mangueiras de borracha, com junções colocadas "topo a topo". Reforços de ferro estão presos nas mangueiras, para permitir que a rede fique pendurada.

As estruturas de cultura offshore têm uma forma quadrada, hexagonal ou octogonal. As estruturas de cultura offshore quadradas podem ser montadas em vários módulos. Volumes diferentes estão disponíveis até (teoricamente) 60 000 m³.



Fig. 53 - ECOs flutuantes Dunlop quadradas e circulares menores Estrutura de cultura offshore de HDPE usadas para pré-crescimento em Chipre
Fonte: FAO 498

Localização de Estruturas de cultura offshore Bridgestone e Dunlop: Espanha, Itália, França e Chipre

Fornecedores de Estruturas de cultura offshore Bridgestone e Dunlop: Bridgestone, Dunlop

Tabela 29 – Vantagens e Desvantagens de ECOs Bridgestone e Dunlop
Fonte: FAO 498

| Tipo Jaula | Vantagens | Desvantagens |
|----------------------|---|--|
| Bridgestone e Dunlop | <ul style="list-style-type: none"> • excelente logística; • possibilidade de alimentação com qualquer condição marítima; • verificação visual constante do peixe; • supostamente uma estrutura altamente durável. | <ul style="list-style-type: none"> • elevado custo inicial de investimento; • elevados custos de manutenção; • mudança líquida difícil; • impacto visual extremamente elevado. |

2.2.1.6. Sistema Jetfloat

Trata-se de um sistema de componentes modulares: os cubos de plástico podem ser montados para criar uma estrutura flutuante onde as redes são fixadas.

Originalmente projetado para uso de portos e cais, este sistema pode ser usado em locais protegidos onde as ECO - Estruturas de Cultura Offshores quadradas, podem ser construídas graças a vários acessórios, feitos exclusivamente para fins de aquicultura (isto é, estacas e dispositivos de amarração).



Fig. 54 - ECOs feitas com unidades Jet-Float (fazenda Aquamed)
 Fonte: Pomélie 2000



Fig. 55 - Aquacultura usando ECOs flutuantes
 construídas com componentes Jetfloat (Cannes França)
 Fonte FAO 498

Localização de Sistemas Jetfloat: Grécia, Malta e sobretudo em França (Provence, Corsica Island), nas empresas: Aquamed, Cannes Aquaculture, Cap d'Antibes, Lou Loubas, Theoule Aquaculture.

Fornecedores de Sistemas Jetfloat: Akva Group ASA, Akuakare

Tabela 30 – Vantagens e Desvantagens de **Sistemas Jetfloat**
 Fonte: FAO 498

| Tipo Jaula | Vantagens | Desvantagens |
|------------------|---|--|
| Sistema Jetfloat | <ul style="list-style-type: none"> • versatilidade do sistema (qualquer dimensão e relação lateral podem ser montadas); • fácil substituição do módulo danificado; • facilmente desmontar e armazenar. | <ul style="list-style-type: none"> • não adequado para locais muito expostos; • mais caro em comparação com as gaiolas tradicionais de HDPE; • relativamente caro em volumes mais baixos. |

2.2.1.7. Estruturas de cultura offshore Submersíveis

As ECOs - Estruturas de Cultura Offshore submersíveis, encontram-se sempre submersas, em qualquer ponto da coluna d'água, embora possam estar à superfície com uma pequena parte; todavia os acessos são sempre os mesmos, ou seja, aqueles que tem quando está imersa.

O uso de ECOs - Estruturas de Cultura Offshore submersas, permite que, a aquicultura desenvolva atividades em locais marítimos de áreas expostas e desprotegidas, melhorando a produção potencial costeira, e assegurando ao mesmo tempo, a sustentabilidade dos locais de cultivo.

Estrutura de cultura offshore SADCO

Esta empresa russa produz e distribui dois tipos de ECOs - Estruturas de Cultura Offshore de aço, ambos submersíveis.

SADCO-Self

Material de fabrico: Estrutura em Metal.

As séries Sadco (1200, 2000 e 4000) foram evoluindo desde o início dos anos 80.



*Fig. 56 - Uma ECO Sardo-Shelf numa posição submersa.
O sistema de alimentação automática à prova d'água é visível (Itália)*

Fonte: FAO 498

No topo da estrutura de cultura offshore, está instalado um sistema de alimentação integrado à prova d'água, equipado com um vídeo subaquático, controlado remotamente. Esse tipo de estrutura de cultura offshore está disponível em vários modelos e tamanhos, de 1 200 a 4 000 m³.

O design especial da bolsa de rede, bem como o seu método de fixação, proporcionam volume e formato constantes da bolsa de rede, mesmo em correntes de 1,5 m /s e ondas de até 15 m.

Uma estrutura de cultura offshore Sardo-Shelf numa posição submersa assim como a ideia dum «elevador» prevendo três estágios de imersão da instalação. O sistema de alimentação automático à prova d'água é visível (Itália).

O abaixamento e levantamento da estrutura de cultura offshore é feito por meio de descarga ou abastecimento de ar, que regula o equilíbrio água-ar no sistema de tanques de lastro. O dispositivo é dotado de compartimento de lastro com válvulas kingston e válvulas de ventilação operadas manualmente ou por atuador pneumático.

A estrutura de cultura offshore pode ser parada em várias posições de profundidade intermediária antes de chegar à superfície.



Fig. 57 – SADC Shelf

Fonte: [http://www.sadco-shelf.com/?d\[\]=products&d\[\]=seriesE](http://www.sadco-shelf.com/?d[]=products&d[]=seriesE)

SADCO-SG

Material de fabrico: Estrutura em Metal.

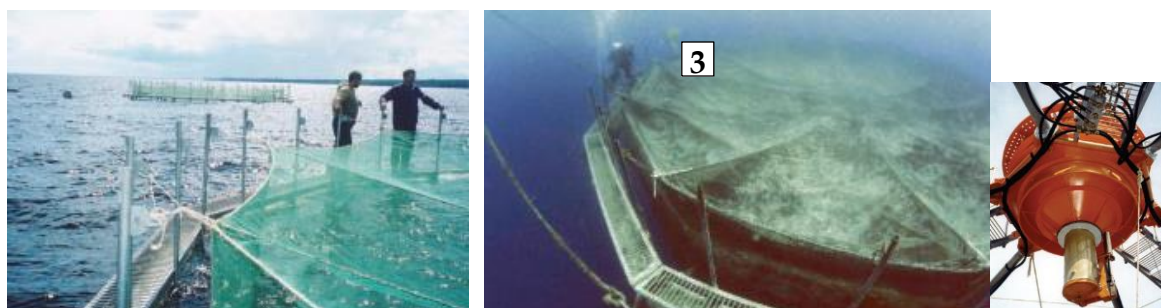


Fig. 58 – ECO SADKO-SG imersa e submersa

3 - Silo de alimentos

Fonte: Bugrov 2006

Esta estrutura de cultura offshore é constituída por um tubo de aço poligonal (quadro), um tubo e um tanque submerso para controle de flutuabilidade. A estruturas de

cultura offshore pode ser submersa através da entrada de água dentro do tanque; não possui alimentador independente, mas pode funcionar com tubo de alimentação manual ou um sistema de alimentação centralizado.

As estruturas de cultura offshore, são levantadas para a superfície da água uma vez a cada duas semanas ou caso os peixes estejam prontos para venda. A captura e outras operações relacionadas com o serviço, são realizadas da mesma maneira que com uma estruturas de cultura offshore flutuante. Para segurança e conveniência dos operadores, a área de trabalho das estruturas de cultura offshore tem uma passarela com corrimão.

Essas estruturas de cultura offshore são projetadas para locais expostos em condições offshore.

Localização de ECOs SADCO: Rússia, Itália.

Fornecedores de ECOs SADCO: SADCO Shelf Ltd

ECO OceanSpar

Material de fabrico: Estrutura em Metal.

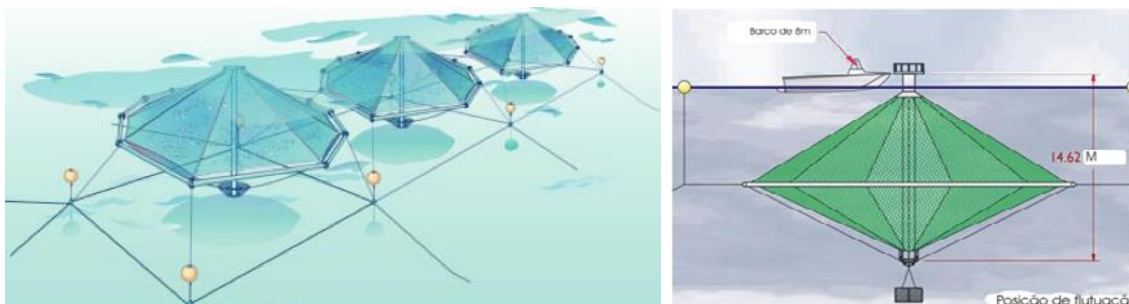


Fig. 59 – Simplificação ECO OceanSpar

Fonte:

https://images.search.yahoo.com/search/images;_ylt=AwrEzNxlteteZCsATiaJzbf;_ylu=X3oDMTBsZ29xY3ZzBHNIYwNzZWYyY2gEc2xrA2J1dHRvbg--;_ylc=X1MDOTYwNjI4NTcEX3IDMgRhY3RuA2NsaWRjc3JjcHZpZAN5NWo1MHpFd0xqSjhmVEVpWHQuRXpRT1VPVfV1T1FBQUFBQUU1TmJrBGZyA21jYWZlZV91bmludGVybmF0aW9uYWwEZnlyA3NhLWdwBGdwcmlkA110ZXNmbjZVDVIZlFkQW94cXdVQkEEb19zdWdnAzAEb3JpZ2luA2ltYWdlcy5zZWYyY2gueWFob28uY29tBHBvcwMwBHBxc3RyAwRwcXN0cmwDBHFzdHJsAzE3BHF1ZXJ5A29jZWFuc3BhciUyMGNhZ2VzBHRfc3RtcAMxNTkyNTA1ODk5?p=oceanspar+cages&fr=mcafee_uninternationa&fr2=sb-top-images.search&ei=UTF-8&n=60&x=wrt#id=1&iurl=http%3A%2F%2Fnews-wire.com%2Fnews%2Fapr2006%2F20060410_cagedivers.jpg&action=click



Fig. 60 – ECO OceanSpar
 Fonte: Estação Piloto de Piscicultura de Olhão

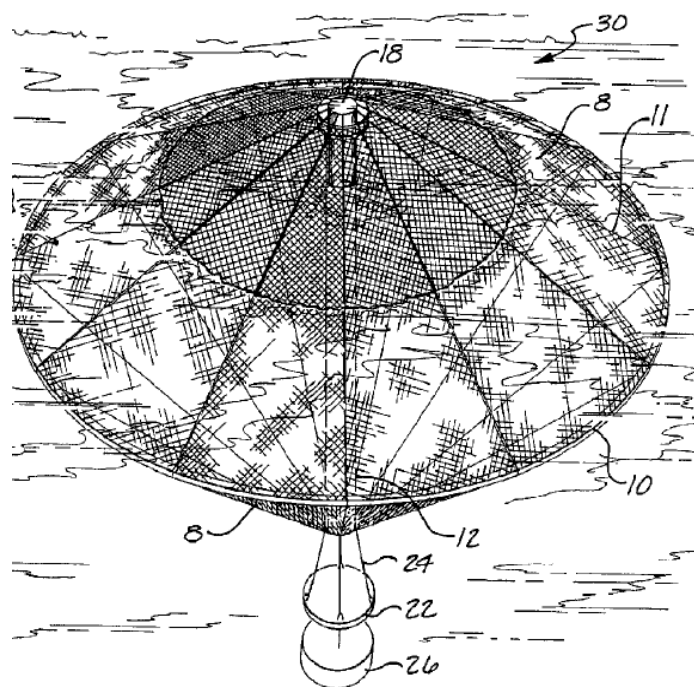


Fig. 61 – Esquema apresentado na patente da ECO OceanSpar
 Fonte: Canadien Patent ; CA 2216754 C 2007-03-20

A estrutura de cultura offshore móvel ancorada (30) para engordar peixe ou marisco possui um flutuador central, vertical e alongado (tubo central vertical) (12) rodeado por, pelo menos um anel de apoio da rede horizontal (10), com rede contínua (8), que se estende de uma extremidade superior (14) do tubo central, até ao anel, e daí a uma

extremidade inferior e submersa (16) do tubo central, ficando assim uma estrutura de cultura offshore fechada.

A estrutura de cultura offshore não está opcionalmente ancorada, ficando livre para flutuar com as correntes, embora possa ser mais frequentemente ancorada de forma convencional.

A estrutura de cultura offshore pode incluir ainda uma placa (amortecedor de ondas) (22) suspensa da extremidade inferior do tubo central, podendo também incluir um peso de lastro (26) suspenso da placa de amortecedor para ajustar o nível a que a estrutura de cultura offshore flutua na água.

A mobilidade da estrutura de cultura offshore proporciona a vantagem de evitar perigos localizados, crescimento de algas e a capacidade de mover a estrutura de cultura offshore para um local mais conveniente, se necessário (Canadien Patent ; CA 2216754 C 2007-03-20).

Localização de Estruturas de cultura offshore OceanSpar: Canada, Cadis-Espanha, Chipre

Fornecedores de Estruturas de cultura offshore OceanSpar: InnovaSea

Tabela 31 – Vantagens e Desvantagens de ECO Submersíveis
Fonte: FAO 498

| Tipo Jaula | Vantagens | Desvantagens |
|--------------|--|--|
| Submersíveis | <ul style="list-style-type: none"> • adequada para todos os locais (também muito expostos); • resistente e durável; • baixo impacto visual; • nenhuma redução do volume de cultura também em condições correntes fortes. | <ul style="list-style-type: none"> • difícil de alterar redes (na série Sadco); • dispendiosos em volumes baixos; • alimentador automático ainda a ser devidamente testado. |

ECOs que submergem (Semi-submersíveis ou submersíveis)

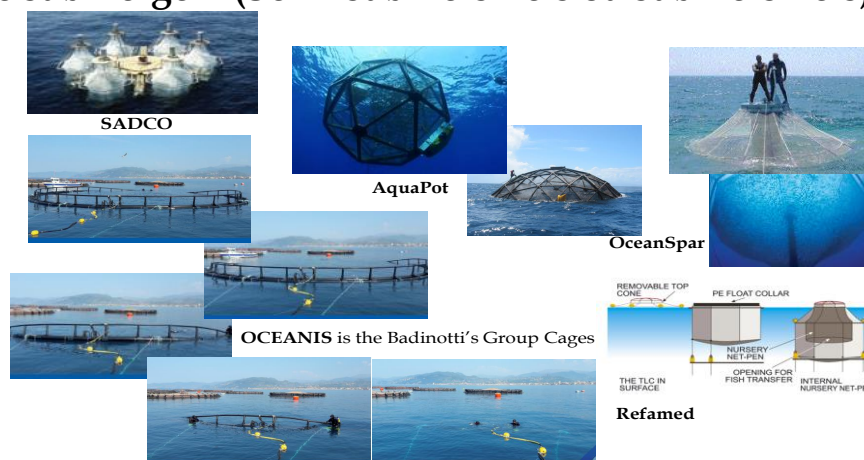


Fig. 62 - ECOs Offshore submersíveis
Fonte: Ferreira 2018

A vantagem de usar uma estrutura de cultura offshore submersível ou semi-submersível, em comparação com os equipamentos flutuantes tradicionais, é diminuir significativamente o risco de perda de equipamentos e conseqüentemente a potencial perda económica.

2.2.1.8. Vantagens e Desvantagens das Estruturas de cultura offshore em Uso

Com base na FAO 498, elaborou-se a Tabela 32 das Vantagens e Desvantagens das Estruturas de cultura offshore em uso.

Tabela 32 – Vários tipos de ECOs em uso – vantagens e desvantagens
Fonte: construída a partir de FAO 498

| Tipo Jaula | Vantagens | Desvantagens |
|----------------------------------|---|---|
| Superfície ou Flutuante | <ul style="list-style-type: none"> • versatilidade dos materiais; • mudança de rede simples; • verificação visual frequente do peixe; • relativamente rentável (especialmente para gaiolas maiores). | <ul style="list-style-type: none"> • sistema de amarração complicado que requer verificação e manutenção frequentes; • são necessários controlos constantes das previsões meteorológicas. |
| Rígidas Semi-submersíveis | <ul style="list-style-type: none"> • testadas ao longo de quase 20 anos em diversas condições marítimas; • adequado também para locais expostos; • sistema de alimentação integrado; • volume de retenção estável. | <ul style="list-style-type: none"> • elevados custos de capital inicial; • acesso complicado na colheita; • mudança de rede difícil; • elevados custos de manutenção; • alto impacto visual. |
| REFA ligações tensas | <ul style="list-style-type: none"> • conceção simples; • resposta automática às condições adversas do mar; • custos eficazes; • pequena área inferior ocupada pelo sistema de amarração; • fácil de reparar; • poucos componentes que requerem manutenção; • impacto visual muito baixo. | <ul style="list-style-type: none"> • gaiola fechada e má verificação visual do peixe; • pequena superfície para alimentação; • difícil de mudar as redes. |
| Plataformas flutuantes | <ul style="list-style-type: none"> • excelente logística; • possibilidade de alimentação com qualquer condição marítima; • verificação visual constante do peixe; • supostamente uma estrutura altamente durável. | <ul style="list-style-type: none"> • elevado custo inicial de investimento; • elevados custos de manutenção; • mudança de rede difícil; • impacto visual extremamente elevado. |
| Bridgestone e Dunlop | <ul style="list-style-type: none"> • excelente logística; • possibilidade de alimentação com qualquer condição marítima; • verificação visual constante do peixe; • supostamente uma estrutura altamente durável. | <ul style="list-style-type: none"> • elevado custo inicial de investimento; • elevados custos de manutenção; • mudança líquida difícil; • impacto visual extremamente elevado. |
| Sistema Jetfloat | <ul style="list-style-type: none"> • versatilidade do sistema (qualquer dimensão e relação lateral podem ser montadas); • fácil substituição do módulo danificado; • facilmente desmontar e armazenar. | <ul style="list-style-type: none"> • não adequado para locais muito expostos; • mais caro em comparação com as gaiolas tradicionais de HDPE; • relativamente caro em volumes mais baixos. |
| Submersíveis | <ul style="list-style-type: none"> • adequada para todos os locais (também muito expostos); • resistente e durável; • baixo impacto visual; • nenhuma redução do volume de cultura também em condições correntes fortes. | <ul style="list-style-type: none"> • difícil de alterar redes (na série Sadco); • dispendiosos em volumes baixos; • alimentador automático ainda a ser devidamente testado. |

2.2.2. Escolha dos SCAs

A seleção do sistema de aquacultura apropriado para um determinado local é determinada por vários fatores, incluindo os seguintes (FAO 593):

- metas / objetivos de desenvolvimento e beneficiários alvo;
- aceitabilidade / comercialização de espécies de cultura;
- disponibilidade e nível de tecnologia;
- disponibilidade de consumos de produção e instalações e serviços de apoio;
- requisitos de investimento;
- considerações ambientais.

Os dados de oceanografia disponibilizados pelo promotor do projeto, não nos permitem fazer ainda o tratamento dos dados em falta, que nos levaria às conclusões de escolha de espécies e equipamentos.

Aguardamos o envio/recebimento dos dados e faremos posteriormente uma adenda a este trabalho.

Quando se fizer a escolha de um determinado tipo de estruturas de cultura offshore, far-se-á para essa situação, uma abordagem mais pormenorizada na Fase 3 do presente trabalho.

2.3 Referências Bibliográficas

2.3.1. Bibliografia

- Baldwin, K.C., Irish, J.D., Celikkol, B., Swift, M.R., Fredriksson, D., Tsukrov, I., Chambers, M.,** (2002). Open ocean aquaculture engineering, OCEANS '02 MTS/IEEE, Biloxi, Mississippi, 2002.
- Beveridge, M** (2004). Cage aquaculture. Third edition. London, Blackwell Publishing.
- Costa, P., Carvalho, D.** (2007). Dinâmica do Clima.
- DQEM Madeira,** (2014), Diretiva Quadro Estratégia Marinha - Estratégia Marinha para a Subdivisão da Madeira (Maio 2014), Consulta Pública.
- Earthducation,** (2011). Fishing Industry, from <http://lt.umn.edu/earthducation/expedition2/fishing-industry/>
- FAO 2009.** *The State of World Fisheries and Aquaculture 2008.* Rome. 196 pp. (available at www.fao.org/docrep/011/i0250e/i0250e00.htm)
- FAO 593 ; FAO 498 ; FAO 2012**
- Ferreira, A.,** (2018). Divulgação “EcoFouLess”, Olhão Portugal.
- Fula, D.,** (2013). User Centered Design e a Conceção De Sistemas Complementares à Prática Aquícola. Dissertação de mest., Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Repositório Aberto da Universidade do Porto.
- Juliano, M. M. F.,** (2002). Determinação e Análise do Sistema de Circulação Oceânica Tridimensional e Clima do Oceano Atlântico. Uma Visão Integrada. Dissertação para a obtenção do Grau de Doutor em Ciências do Mar, Especialidade de Oceanografia Física. Universidade dos Açores, Uaç. pp 311
- Kielmann, J., R. H. Käse,** (1987). Numerical modelling of meander and eddy formation in the Azores Current frontal zone. *J. Phys. Oceanogr.*, 17, 529-541.
- Klein, B., Siedler, G.** (1989). On the origin of the Azores Current. *Journal of Geophysical Research*, 94, 6159- 6168, citing Joanna Gyory et al.
- Korsøen, T.J., Fosseidengen, J. E., Kristiansen, T. S., Oppedal, F., Bui, S., Dempster, T.,** Atlantic salmon in a submerged sea-cage adapt rapidly to re-fill their swim bladders in an underwater air-filled dome, *Aquacultural Engineering*, 1-6, 2012.
- Lovatelli, A.** (1988). Status of scallop farming: A review of techniques. FAO Document

-
- SF/WP/87/1. 22 pp (available at www.fao.org/docrep/field/003/AB714E/AB714E01.htm).
- Lovatelli, A., Manjarrez, J.A., Soto, D.,** (2013). Expanding mariculture farther offshore. Technical, environmental, spatial and governance challenges. FAO Technical Workshop, 22–25 March 2010 Orbetello, Italy.
- Maximenko, N. A., Niiler, P.P.** (2006). Mean surface circulation of the global ocean inferred from satellite altimeter and drifter data, Proceedings of the Symposium on “15 years of Progress in Radar Altimetry”, March 13-18, 2006, Venice, Italy, ESA: SP-614. em: <http://iprc.soest.hawaii.edu/users/nikolai/Papers/VeniceProc.pdf>
- Mittelstaedt, E.** (1991). The ocean boundary along the northwest African coast: Circulation and oceanographic properties at the sea surface. *Prog. Oceanog.* Vol. 26, pp. 307-355.
- Pomélie, C, Paquotte, P.,** (2000). Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 30, pp. 25-32.
- Ryan, J.,** (2004). Farming the Deep Blue. Dublin, Ireland, Sea Fisheries Board and Marine Institute. 160 pp.
- Scott, D.C.B., Muir, J.F.,** (2004). Offshore cage systems - a practical overview, Institute of aquaculture, University of Stirling, Scotland, UK, In: Mediterranean Offshore Book; CHIEAM Options Méditerranéennes
- Shainee, M., Haskins, C., Ellingsen, H., Leira, B.J.,** (2012). Designing offshore fish cages using systems engineering principles, *Systems Engineering*, 396-406, 2012.
- Sims, N.A.** (2018). <http://ocean-era.com/neil-sims>.
- Størkersen, K.V.,** (2012). Fish first. Sharp end decision-making at Norwegian fish farms. *Safety Science*, 2028-2034, 2012.
- Stewart, R. H.,** (1997). Introduction to physical oceanography. Texas A & M University, 2005. 334pp.
- Swingle, H.S.** (1969). Methods of analysis for waters, organic matter and pond bottom soils used in fisheries research. Auburn, USA, Auburn University.
- Zhou, M., J.D. Paduan, and P.P. Niiler** (2000). Surface currents in the Canary Basin from drifter observations. *Journal of Geophysical Research*, 105, 21893-21911, citing Joanna Gyory et al..

World Ocean Database 2010

2.3.2. Links Internet

- https://images.search.yahoo.com/search/images;_ylt=A2KLfSMxQ4Bfrj0AeEJXNyoA;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZANDMDE2MF8xBHNIYwNzYw?p=mapa+da+ilha+de+Porto+Santo&fr=mcafee_uninternational#id=3&iurl=https%3A%2F%2Fi.pinimg.com%2Foriginals%2F85%2F45%2F5b%2F85455ba93128c1cb38d290ce3e799345.gif&action=click
- <https://www.efloraweb.com.br/propriedades-fisico-quimicas-da-agua-do-mar/>
- https://pt.wikipedia.org/wiki/Acidifica%C3%A7%C3%A3o_oce%C3%A2nica
- https://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%81gua_do_mar
- https://pt.wikipedia.org/wiki/Oxig%C3%A9nio_dissolvido_no_oceano
- <http://cafe-matutino.info/ciencia-e-natureza/animais/qual-e-o-ph-de-agua-salgada.php>
- <https://cursos.unisanta.br/oceanografia/ondas.htm>
- https://images.search.yahoo.com/search/images;_ylt=A2KLfSd1jV9fuIgAcpJXNyoA;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Nj?p=altura+da+onda+do+mar&fr=mcafee_uninternational#id=0&iurl=https%3A%2F%2Flh3.googleusercontent.com%2F9yahO8fLu0%2FTYc_eTTGbVI%2FAAAAAAAAAAJ0%2FtnciZB5ckYE%2Fs1600%2Fwqeqwqewqew.jpg&action=click
- <https://nozmoscadacanoagem.com.br/coriolis-e-sua-dinamica-em-ventos-e-mares/>
- <https://sites.google.com/site/correntesoceânica/home/correntes-de-superfície-do-atlântico/correntes-do-atlântico-norte>
- <http://madeira-gentes-lugares.blogspot.com/2007/07/o-mar-do-arquipélago-da-madeira.html>
- <http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/search/en>
- http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Seriola_dumerili/en
- <https://www.kongsberg.com/maritime/solutions/ship-types/fish-farm/>
- https://images.search.yahoo.com/search/images;_ylt=A2KLfRs7s.teeikAckJXNyoA;_ylu=X3oDMTByMjB0aG5zBGNvbG8DYmYxBHBvcwMxBHZ0aWQDBHNIYwNzYw?p=OCEANIS+aquaculture+cages+images&fr=mcafee_uninternational
- https://images.search.yahoo.com/search/images;_ylt=A0geJaBAteteyh8AaCRXNyoA;_ylu=X3oDMTByMjB0aG5zBGNvbG8DYmYxBHBvcwMxBHZ0aWQDBHNIYwNzYw?p=aquapod+cages&fr=mcafee_uninternational
- [http://www.sadco-shelf.com/?d\[\]=products&d\[\]=seriesE](http://www.sadco-shelf.com/?d[]=products&d[]=seriesE)
- https://images.search.yahoo.com/search/images;_ylt=AwrEzNxlteteZCsATIaJzbfK;_ylu=X3oDMTBsZ29xY3ZzBHNIYwNzZWfyY2gEc2xrA2J1dHRvbg;_ylc=X1MDOTYwNjI4NTcEX3IDMgRhY3RuA2NsawRjc3JjcHZpZAN5NWo1MHPFd0xqSjhmVEVpWHQuRXpRT1VPVfV1T1FBQUFBQWU1TmJrBGZyA21jYWZlZV91bmludGVybmF0aW9uYWwEZnlyA3NhLWdwBGdwcmlkA1l0ZXNmbjZVDVlZlFkQW94cXdVQkEEbl9zdWdnAzAEB3JpZ2luA2ltYWdlcy5zZWfyY2gueWFob28uY29tBHBvcwMwBHBxc3RyAwRwcXN0cmwDBHFzdHJsAzE3BHF1ZXJ5A29jZWfuc3BhciUyMGNhZ2VzBHRfc3RtcAMxNTkyNTA1ODk5?p=oceanspar+cages&fr=mcafee_uninternational&fr2=sb-top-images.search&ei=UTF-8&n=60&x=wrt#id=1&iurl=http%3A%2F%2Fenswire.com%2Fens%2Fapr2006%2F20060410_cagedivers.jpg&action=click

Anexos

Anexo 1 - Dados das Ondas - ARDITI - janeiro/2006

janeiro/2006 - 1-2

| Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] | Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] |
|----------|---------|-----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|---------|-----------|
| 00:00:00 | 0.2308 | 0.29749 | 2.93341 | 205.869 | 00:00:00 | 0.41646 | 0.27595 | 3.15185 | 257.648 |
| 00:30:00 | 0.20335 | 0.30748 | 2.82527 | 205.02 | 00:30:00 | 0.4181 | 0.28027 | 3.08534 | 257.12 |
| 01:00:00 | 0.19233 | 0.31121 | 2.7543 | 204.378 | 01:00:00 | 0.4155 | 0.28371 | 3.02557 | 256.783 |
| 01:30:00 | 0.19257 | 0.30922 | 2.79879 | 209.742 | 01:30:00 | 0.38022 | 0.28578 | 3.025 | 256.956 |
| 02:00:00 | 0.21659 | 0.28413 | 2.98663 | 229.982 | 02:00:00 | 0.35138 | 0.29159 | 2.97995 | 257.581 |
| 02:30:00 | 0.26188 | 0.29268 | 3.0948 | 251.87 | 02:30:00 | 0.32476 | 0.29995 | 2.92041 | 258.612 |
| 03:00:00 | 0.32203 | 0.2708 | 3.13245 | 266.067 | 03:00:00 | 0.30479 | 0.3056 | 2.85621 | 260.025 |
| 03:30:00 | 0.36287 | 0.26677 | 3.23794 | 270.312 | 03:30:00 | 0.29626 | 0.30875 | 2.80926 | 261.822 |
| 04:00:00 | 0.38385 | 0.26449 | 3.30816 | 269.674 | 04:00:00 | 0.29396 | 0.31085 | 2.76625 | 263.963 |
| 04:30:00 | 0.39433 | 0.25673 | 3.40227 | 269.044 | 04:30:00 | 0.29606 | 0.31319 | 2.71547 | 266.157 |
| 05:00:00 | 0.4008 | 0.25075 | 3.50836 | 269.564 | 05:00:00 | 0.30382 | 0.31574 | 2.67307 | 267.884 |
| 05:30:00 | 0.41053 | 0.24668 | 3.59968 | 270.072 | 05:30:00 | 0.30926 | 0.32027 | 2.64712 | 268.892 |
| 06:00:00 | 0.43079 | 0.24197 | 3.68552 | 270.647 | 06:00:00 | 0.32015 | 0.32746 | 2.60002 | 270.131 |
| 06:30:00 | 0.45636 | 0.23576 | 3.75803 | 271.79 | 06:30:00 | 0.34221 | 0.33796 | 2.49779 | 272.067 |
| 07:00:00 | 0.49008 | 0.22625 | 3.85847 | 274.336 | 07:00:00 | 0.32505 | 0.35492 | 2.34321 | 275.976 |
| 07:30:00 | 0.54178 | 0.22049 | 3.95905 | 277.226 | 07:30:00 | 0.17264 | 0.37392 | 2.27006 | 289.242 |
| 08:00:00 | 0.58212 | 0.21934 | 3.98005 | 278.3 | 08:00:00 | 0.09091 | 0.35341 | 2.41017 | 303.827 |
| 08:30:00 | 0.63711 | 0.21673 | 3.98161 | 279.264 | 08:30:00 | 0.07654 | 0.35146 | 2.37101 | 304.419 |
| 09:00:00 | 0.67036 | 0.21329 | 3.97813 | 278.627 | 09:00:00 | 0.06745 | 0.35878 | 2.31392 | 304.501 |
| 09:30:00 | 0.69492 | 0.21202 | 3.94597 | 277.696 | 09:30:00 | 0.05815 | 0.36911 | 2.25103 | 304.231 |
| 10:00:00 | 0.69472 | 0.21208 | 3.94658 | 277.257 | 10:00:00 | 0.04896 | 0.37413 | 2.20064 | 303.432 |
| 10:30:00 | 0.71797 | 0.21237 | 3.87748 | 276.681 | 10:30:00 | 0.03745 | 0.3756 | 2.17835 | 302.174 |
| 11:00:00 | 0.72246 | 0.21314 | 3.80177 | 274.992 | 11:00:00 | 0.02546 | 0.37609 | 2.1734 | 299.096 |
| 11:30:00 | 0.71078 | 0.21539 | 3.76339 | 273.602 | 11:30:00 | 0.01644 | 0.37578 | 2.18675 | 291.049 |
| 12:00:00 | 0.73219 | 0.21909 | 3.68348 | 273.013 | 12:00:00 | 0.01141 | 0.37408 | 2.21966 | 276.035 |
| 12:30:00 | 0.73822 | 0.22099 | 3.67463 | 272.221 | 12:30:00 | 0.00966 | 0.3731 | 2.23424 | 267.543 |
| 13:00:00 | 0.7734 | 0.22455 | 3.6145 | 272.035 | 13:00:00 | 0.00895 | 0.37356 | 2.23601 | 267.57 |
| 13:30:00 | 0.77023 | 0.22479 | 3.60213 | 271.199 | 13:30:00 | 0.0082 | 0.37389 | 2.26469 | 270.057 |
| 14:00:00 | 0.7621 | 0.22507 | 3.60116 | 270.104 | 14:00:00 | 0.00769 | 0.37305 | 2.43434 | 273.082 |
| 14:30:00 | 0.72684 | 0.22768 | 3.58638 | 268.465 | 14:30:00 | 0.00839 | 0.24276 | 2.78114 | 272.328 |
| 15:00:00 | 0.67329 | 0.2309 | 3.55928 | 267.744 | 15:00:00 | 0.0107 | 0.27055 | 2.98281 | 265.918 |
| 15:30:00 | 0.62696 | 0.23358 | 3.52298 | 267.222 | 15:30:00 | 0.01458 | 0.29991 | 2.91108 | 258.797 |
| 16:00:00 | 0.5934 | 0.23563 | 3.51612 | 267.437 | 16:00:00 | 0.02053 | 0.33026 | 2.71251 | 250.742 |
| 16:30:00 | 0.58244 | 0.23652 | 3.49015 | 267.853 | 16:30:00 | 0.02892 | 0.35776 | 2.52922 | 238.244 |
| 17:00:00 | 0.56687 | 0.23842 | 3.49339 | 268.013 | 17:00:00 | 0.03608 | 0.36858 | 2.45553 | 231.13 |
| 17:30:00 | 0.54904 | 0.24329 | 3.48512 | 268.106 | 17:30:00 | 0.0379 | 0.36846 | 2.52688 | 227.453 |
| 18:00:00 | 0.52535 | 0.24742 | 3.46148 | 267.506 | 18:00:00 | 0.04196 | 0.36006 | 2.66013 | 224.481 |
| 18:30:00 | 0.50054 | 0.25037 | 3.4495 | 266.673 | 18:30:00 | 0.05945 | 0.23757 | 2.89308 | 231.183 |
| 19:00:00 | 0.47856 | 0.2525 | 3.43689 | 265.894 | 19:00:00 | 0.13974 | 0.25592 | 3.25961 | 248.76 |
| 19:30:00 | 0.45821 | 0.25425 | 3.42407 | 265.615 | 19:30:00 | 0.35502 | 0.27792 | 3.04005 | 256.714 |
| 20:00:00 | 0.43777 | 0.25669 | 3.39902 | 265.783 | 20:00:00 | 0.53599 | 0.27523 | 3.14436 | 254.662 |
| 20:30:00 | 0.42161 | 0.26049 | 3.36595 | 266.194 | 20:30:00 | 0.54861 | 0.26895 | 3.23145 | 256.422 |
| 21:00:00 | 0.41248 | 0.265 | 3.32689 | 266.266 | 21:00:00 | 0.52422 | 0.26358 | 3.29853 | 258.708 |
| 21:30:00 | 0.40924 | 0.26836 | 3.30802 | 265.674 | 21:30:00 | 0.46473 | 0.26463 | 3.3318 | 262.139 |
| 22:00:00 | 0.41472 | 0.26916 | 3.28754 | 264.728 | 22:00:00 | 0.42461 | 0.27094 | 3.3232 | 266.476 |
| 22:30:00 | 0.41949 | 0.26923 | 3.27425 | 262.947 | 22:30:00 | 0.40653 | 0.27322 | 3.31533 | 270.912 |
| 23:00:00 | 0.41835 | 0.27129 | 3.25335 | 260.448 | 23:00:00 | 0.4013 | 0.27455 | 3.30174 | 273.976 |
| 23:30:00 | 0.41742 | 0.27325 | 3.20526 | 258.508 | 23:30:00 | 0.40956 | 0.27394 | 3.30026 | 274.293 |

janeiro/2006 - 3-4

| Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] | Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] |
|----------|---------|-----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|---------|-----------|
| 00:00:00 | 0.4233 | 0.27246 | 3.30274 | 272.316 | 00:00:00 | 0.29849 | 0.28613 | 2.83768 | 282.162 |
| 00:30:00 | 0.42756 | 0.27393 | 3.28352 | 270.768 | 00:30:00 | 0.28602 | 0.29043 | 2.76223 | 281.269 |
| 01:00:00 | 0.42209 | 0.27692 | 3.23878 | 270.531 | 01:00:00 | 0.27853 | 0.30073 | 2.6895 | 281 |
| 01:30:00 | 0.42072 | 0.27898 | 3.18279 | 271.408 | 01:30:00 | 0.29331 | 0.31768 | 2.57908 | 279.672 |
| 02:00:00 | 0.42607 | 0.28119 | 3.12059 | 272.608 | 02:00:00 | 0.31712 | 0.34398 | 2.50377 | 279.029 |
| 02:30:00 | 0.44315 | 0.28544 | 3.05899 | 273.228 | 02:30:00 | 0.36058 | 0.34407 | 2.47732 | 281.499 |
| 03:00:00 | 0.45388 | 0.29058 | 3.02776 | 274.124 | 03:00:00 | 0.4198 | 0.33492 | 2.52762 | 286.511 |
| 03:30:00 | 0.47781 | 0.29437 | 2.99721 | 273.999 | 03:30:00 | 0.44789 | 0.31815 | 2.63496 | 291.267 |
| 04:00:00 | 0.49365 | 0.29421 | 3.00485 | 273.408 | 04:00:00 | 0.45465 | 0.31225 | 2.70367 | 293.361 |
| 04:30:00 | 0.5097 | 0.29075 | 3.02207 | 272.224 | 04:30:00 | 0.48612 | 0.30938 | 2.7352 | 292.583 |
| 05:00:00 | 0.48233 | 0.28605 | 3.0569 | 274.057 | 05:00:00 | 0.51059 | 0.30514 | 2.79642 | 291.241 |
| 05:30:00 | 0.43039 | 0.28537 | 3.10744 | 277.934 | 05:30:00 | 0.5466 | 0.29918 | 2.87018 | 291.755 |
| 06:00:00 | 0.39555 | 0.28865 | 3.09991 | 280.003 | 06:00:00 | 0.57565 | 0.28562 | 2.9847 | 291.037 |
| 06:30:00 | 0.39327 | 0.2955 | 3.03263 | 281.412 | 06:30:00 | 0.56664 | 0.27992 | 3.06621 | 289.965 |
| 07:00:00 | 0.4237 | 0.29932 | 2.96606 | 281.531 | 07:00:00 | 0.57013 | 0.28026 | 3.06434 | 288.324 |
| 07:30:00 | 0.46093 | 0.29867 | 2.96823 | 281.759 | 07:30:00 | 0.56523 | 0.28079 | 3.07905 | 287.736 |
| 08:00:00 | 0.44377 | 0.29747 | 2.98747 | 280.453 | 08:00:00 | 0.58578 | 0.28513 | 3.04445 | 284.895 |
| 08:30:00 | 0.45792 | 0.2971 | 2.98306 | 281.909 | 08:30:00 | 0.60706 | 0.28317 | 3.07546 | 281.222 |
| 09:00:00 | 0.51576 | 0.29556 | 2.98948 | 282.796 | 09:00:00 | 0.62093 | 0.27773 | 3.14579 | 278.384 |
| 09:30:00 | 0.58235 | 0.28288 | 3.09164 | 284.386 | 09:30:00 | 0.63188 | 0.27445 | 3.21924 | 275.008 |
| 10:00:00 | 0.60818 | 0.27585 | 3.19468 | 284.258 | 10:00:00 | 0.63929 | 0.26874 | 3.30699 | 277.299 |
| 10:30:00 | 0.6286 | 0.26821 | 3.26816 | 283.748 | 10:30:00 | 0.65397 | 0.26167 | 3.36694 | 278.23 |
| 11:00:00 | 0.65074 | 0.25892 | 3.33285 | 284.873 | 11:00:00 | 0.66265 | 0.25682 | 3.39089 | 279.732 |
| 11:30:00 | 0.66194 | 0.2551 | 3.37863 | 284.162 | 11:30:00 | 0.65304 | 0.25368 | 3.43076 | 280.571 |
| 12:00:00 | 0.70077 | 0.2518 | 3.44915 | 284.029 | 12:00:00 | 0.67207 | 0.25466 | 3.4183 | 281.488 |
| 12:30:00 | 0.70641 | 0.24736 | 3.51267 | 283.405 | 12:30:00 | 0.68871 | 0.25308 | 3.4374 | 281.93 |
| 13:00:00 | 0.72007 | 0.24297 | 3.52959 | 282.937 | 13:00:00 | 0.71618 | 0.25077 | 3.46343 | 283.373 |
| 13:30:00 | 0.68751 | 0.24086 | 3.53776 | 281.435 | 13:30:00 | 0.7549 | 0.24465 | 3.49839 | 284.948 |
| 14:00:00 | 0.65333 | 0.24315 | 3.50789 | 280.922 | 14:00:00 | 0.76214 | 0.23435 | 3.5582 | 285.809 |
| 14:30:00 | 0.63851 | 0.24897 | 3.43387 | 281.316 | 14:30:00 | 0.80127 | 0.23104 | 3.57854 | 286.237 |
| 15:00:00 | 0.61734 | 0.25292 | 3.38964 | 281.466 | 15:00:00 | 0.80702 | 0.22798 | 3.62167 | 287.061 |
| 15:30:00 | 0.61989 | 0.25536 | 3.36246 | 282.691 | 15:30:00 | 0.82425 | 0.22636 | 3.62612 | 286.652 |
| 16:00:00 | 0.6076 | 0.25631 | 3.34903 | 282.966 | 16:00:00 | 0.86304 | 0.2236 | 3.65159 | 287.633 |
| 16:30:00 | 0.59892 | 0.25492 | 3.34673 | 284.758 | 16:30:00 | 0.87516 | 0.21904 | 3.67568 | 288.833 |
| 17:00:00 | 0.58609 | 0.25335 | 3.33132 | 285.84 | 17:00:00 | 0.93878 | 0.21752 | 3.67211 | 288.64 |
| 17:30:00 | 0.54519 | 0.2532 | 3.3298 | 286.092 | 17:30:00 | 0.94589 | 0.21484 | 3.70664 | 288.77 |
| 18:00:00 | 0.52254 | 0.25258 | 3.29056 | 285.879 | 18:00:00 | 0.93456 | 0.21341 | 3.73735 | 289.794 |
| 18:30:00 | 0.50193 | 0.25365 | 3.26498 | 285.712 | 18:30:00 | 0.97018 | 0.21366 | 3.73895 | 289.885 |
| 19:00:00 | 0.48205 | 0.25644 | 3.22423 | 285.483 | 19:00:00 | 1.00362 | 0.21172 | 3.78269 | 291.167 |
| 19:30:00 | 0.47954 | 0.25927 | 3.16143 | 285.123 | 19:30:00 | 0.98518 | 0.20972 | 3.80766 | 290.401 |
| 20:00:00 | 0.45873 | 0.26045 | 3.14673 | 284.229 | 20:00:00 | 0.98615 | 0.20874 | 3.84217 | 290.002 |
| 20:30:00 | 0.43971 | 0.26365 | 3.11704 | 283.223 | 20:30:00 | 0.97858 | 0.20889 | 3.82226 | 289.969 |
| 21:00:00 | 0.4125 | 0.26611 | 3.11281 | 282.931 | 21:00:00 | 0.95082 | 0.2091 | 3.81155 | 289.571 |
| 21:30:00 | 0.38849 | 0.26802 | 3.11609 | 282.87 | 21:30:00 | 0.91438 | 0.20967 | 3.78388 | 288.853 |
| 22:00:00 | 0.36966 | 0.2714 | 3.08981 | 282.99 | 22:00:00 | 0.89417 | 0.21113 | 3.7468 | 287.402 |
| 22:30:00 | 0.35376 | 0.27593 | 3.0278 | 282.738 | 22:30:00 | 0.89797 | 0.2131 | 3.72121 | 286.323 |
| 23:00:00 | 0.34957 | 0.28122 | 2.91174 | 282.277 | 23:00:00 | 0.9207 | 0.21411 | 3.72453 | 285.519 |
| 23:30:00 | 0.32974 | 0.28435 | 2.85096 | 282.244 | 23:30:00 | 0.90859 | 0.21405 | 3.75078 | 285.116 |

janeiro/2006 - 5-6

| Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] | Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] |
|----------|---------|-----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|---------|-----------|
| 00:00:00 | 0.95178 | 0.21513 | 3.73945 | 283.137 | 00:00:00 | 0.33536 | 0.30897 | 2.71345 | 50.976 |
| 00:30:00 | 0.97914 | 0.21509 | 3.75053 | 283.595 | 00:30:00 | 0.31323 | 0.32574 | 2.61943 | 55.0922 |
| 01:00:00 | 0.92917 | 0.21228 | 3.80123 | 288.156 | 01:00:00 | 0.31279 | 0.33667 | 2.51096 | 55.3209 |
| 01:30:00 | 0.88507 | 0.2127 | 3.71809 | 290.754 | 01:30:00 | 0.30394 | 0.34667 | 2.38398 | 57.5153 |
| 02:00:00 | 0.86548 | 0.21339 | 3.61218 | 295.064 | 02:00:00 | 0.22071 | 0.37258 | 2.24931 | 61.3679 |
| 02:30:00 | 0.89754 | 0.21657 | 3.55843 | 303.289 | 02:30:00 | 0.13211 | 0.3748 | 2.20689 | 55.4777 |
| 03:00:00 | 0.9192 | 0.22694 | 3.56916 | 311.334 | 03:00:00 | 0.0755 | 0.37432 | 2.21028 | 49.2879 |
| 03:30:00 | 0.93756 | 0.23503 | 3.58431 | 319.613 | 03:30:00 | 0.0494 | 0.37417 | 2.21045 | 44.4152 |
| 04:00:00 | 0.9324 | 0.23705 | 3.59897 | 325.969 | 04:00:00 | 0.03564 | 0.37438 | 2.2113 | 39.4897 |
| 04:30:00 | 0.95021 | 0.2385 | 3.60979 | 334.207 | 04:30:00 | 0.02524 | 0.37318 | 2.22833 | 36.6129 |
| 05:00:00 | 0.97595 | 0.2366 | 3.62182 | 342.249 | 05:00:00 | 0.01998 | 0.37328 | 2.22346 | 37.0381 |
| 05:30:00 | 1.00103 | 0.23305 | 3.67971 | 348.135 | 05:30:00 | 0.01526 | 0.37332 | 2.2224 | 36.9451 |
| 06:00:00 | 0.98111 | 0.23256 | 3.68598 | 353.477 | 06:00:00 | 0.0116 | 0.37413 | 2.21665 | 35.4846 |
| 06:30:00 | 1.01213 | 0.23176 | 3.67694 | 359.44 | 06:30:00 | 0.0085 | 0.37453 | 2.22636 | 31.7327 |
| 07:00:00 | 1.00052 | 0.23149 | 3.68441 | 2.76141 | 07:00:00 | 0.0061 | 0.3742 | 2.26766 | 19.3234 |
| 07:30:00 | 1.04164 | 0.23036 | 3.69797 | 5.73621 | 07:30:00 | 0.00463 | 0.37366 | 2.32923 | 347.947 |
| 08:00:00 | 1.01674 | 0.22961 | 3.69982 | 9.06689 | 08:00:00 | 0.00373 | 0.371 | 2.41187 | 298.454 |
| 08:30:00 | 1.00448 | 0.2295 | 3.69397 | 10.5724 | 08:30:00 | 0.00334 | 0.31089 | 2.45763 | 281.318 |
| 09:00:00 | 0.96711 | 0.23116 | 3.66097 | 11.8168 | 09:00:00 | 0.00308 | 0.31661 | 2.46871 | 273.412 |
| 09:30:00 | 0.9312 | 0.23242 | 3.64336 | 13.4796 | 09:30:00 | 0.00295 | 0.3361 | 2.44641 | 270.423 |
| 10:00:00 | 0.91461 | 0.23366 | 3.62696 | 15.3199 | 10:00:00 | 0.00295 | 0.34344 | 2.38282 | 271.624 |
| 10:30:00 | 0.87975 | 0.23467 | 3.61525 | 16.5493 | 10:30:00 | 0.00285 | 0.34984 | 2.32451 | 270.319 |
| 11:00:00 | 0.85539 | 0.23726 | 3.56662 | 16.7937 | 11:00:00 | 0.00275 | 0.36619 | 2.2607 | 270.457 |
| 11:30:00 | 0.76004 | 0.23933 | 3.55458 | 17.4958 | 11:30:00 | 0.00253 | 0.37267 | 2.21219 | 270.45 |
| 12:00:00 | 0.72984 | 0.24568 | 3.50009 | 17.4103 | 12:00:00 | 0.00209 | 0.37523 | 2.18082 | 270.284 |
| 12:30:00 | 0.70246 | 0.25225 | 3.4376 | 17.5249 | 12:30:00 | 0.00142 | 0.37644 | 2.1656 | 269.253 |
| 13:00:00 | 0.66159 | 0.25479 | 3.40821 | 18.4156 | 13:00:00 | 0.00079 | 0.3764 | 2.19636 | 270 |
| 13:30:00 | 0.65322 | 0.25779 | 3.35368 | 17.6617 | 13:30:00 | 0.00046 | 0.36755 | 2.40203 | 270 |
| 14:00:00 | 0.60878 | 0.26061 | 3.31656 | 17.5469 | 14:00:00 | 0.00045 | 0.32325 | 2.46541 | 270 |
| 14:30:00 | 0.57625 | 0.26344 | 3.27929 | 17.8568 | 14:30:00 | 0.00051 | 0.33013 | 2.49637 | 270 |
| 15:00:00 | 0.55498 | 0.266 | 3.23583 | 16.9474 | 15:00:00 | 0.00058 | 0.33763 | 2.44605 | 270 |
| 15:30:00 | 0.51498 | 0.26899 | 3.25961 | 17.023 | 15:30:00 | 0.00064 | 0.34568 | 2.37593 | 270 |
| 16:00:00 | 0.53975 | 0.27288 | 3.20203 | 16.2133 | 16:00:00 | 0.00068 | 0.35745 | 2.31725 | 270 |
| 16:30:00 | 0.5484 | 0.27296 | 3.20692 | 17.524 | 16:30:00 | 0.00068 | 0.36621 | 2.27532 | 270 |
| 17:00:00 | 0.54505 | 0.27543 | 3.15839 | 17.8769 | 17:00:00 | 0.00065 | 0.37076 | 2.25197 | 270 |
| 17:30:00 | 0.5077 | 0.27473 | 3.12141 | 18.4357 | 17:30:00 | 0.00059 | 0.37216 | 2.25337 | 270 |
| 18:00:00 | 0.48848 | 0.27437 | 3.12957 | 17.4178 | 18:00:00 | 0.00052 | 0.37092 | 2.28495 | 270 |
| 18:30:00 | 0.4629 | 0.27803 | 3.09907 | 18.6845 | 18:30:00 | 0.00047 | 0.36684 | 2.33264 | 270 |
| 19:00:00 | 0.46013 | 0.27929 | 3.02893 | 21.0275 | 19:00:00 | 0.00046 | 0.36064 | 2.3693 | 270 |
| 19:30:00 | 0.4314 | 0.28133 | 3.00096 | 22.6404 | 19:30:00 | 0.00046 | 0.3554 | 2.38513 | 270 |
| 20:00:00 | 0.424 | 0.28494 | 2.95173 | 25.6266 | 20:00:00 | 0.00047 | 0.35083 | 2.39288 | 270 |
| 20:30:00 | 0.4133 | 0.29018 | 2.93482 | 27.3998 | 20:30:00 | 0.00049 | 0.34806 | 2.39412 | 270 |
| 21:00:00 | 0.41519 | 0.29436 | 2.84223 | 28.129 | 21:00:00 | 0.00051 | 0.34881 | 2.38432 | 270 |
| 21:30:00 | 0.38706 | 0.30028 | 2.814 | 31.2067 | 21:30:00 | 0.00053 | 0.3504 | 2.37088 | 270 |
| 22:00:00 | 0.3932 | 0.30441 | 2.75469 | 33.8656 | 22:00:00 | 0.00055 | 0.35072 | 2.35808 | 270 |
| 22:30:00 | 0.40102 | 0.30469 | 2.74563 | 38.3956 | 22:30:00 | 0.00057 | 0.35385 | 2.34009 | 270 |
| 23:00:00 | 0.38226 | 0.30769 | 2.70844 | 42.1119 | 23:00:00 | 0.00057 | 0.35825 | 2.32071 | 270 |
| 23:30:00 | 0.34575 | 0.30767 | 2.74311 | 47.4978 | 23:30:00 | 0.00057 | 0.36191 | 2.30289 | 270 |

janeiro/2006 - 7-8

| Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] | Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] |
|----------|---------|-----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|---------|-----------|
| 00:00:00 | 0.00056 | 0.36527 | 2.28419 | 270 | 00:00:00 | 0.26268 | 0.25449 | 3.24724 | 271.364 |
| 00:30:00 | 0.00053 | 0.36784 | 2.26837 | 270 | 00:30:00 | 0.26993 | 0.25104 | 3.31392 | 276.1 |
| 01:00:00 | 0.00049 | 0.36963 | 2.25624 | 270 | 01:00:00 | 0.28289 | 0.24806 | 3.40632 | 279.7 |
| 01:30:00 | 0.00043 | 0.37068 | 2.24884 | 270 | 01:30:00 | 0.30866 | 0.24637 | 3.4516 | 281.263 |
| 02:00:00 | 0.00037 | 0.37121 | 2.46541 | 270 | 02:00:00 | 0.34753 | 0.24185 | 3.51299 | 282.122 |
| 02:30:00 | 0.0003 | 0.37153 | 2.46541 | 270 | 02:30:00 | 0.38651 | 0.24002 | 3.58987 | 283.497 |
| 03:00:00 | 0.00024 | 0.37163 | 2.46541 | 270 | 03:00:00 | 0.41299 | 0.23792 | 3.65223 | 284.695 |
| 03:30:00 | 0.00019 | 0.37103 | 2.46541 | 270 | 03:30:00 | 0.41575 | 0.23612 | 3.68527 | 285.081 |
| 04:00:00 | 0.00015 | 0.36909 | 2.46541 | 270 | 04:00:00 | 0.40877 | 0.23336 | 3.71092 | 284.688 |
| 04:30:00 | 0.00012 | 0.36511 | 2.46541 | 270 | 04:30:00 | 0.39391 | 0.23557 | 3.68081 | 283.602 |
| 05:00:00 | 0.00011 | 0.36374 | 2.46541 | 270 | 05:00:00 | 0.37679 | 0.23551 | 3.62492 | 281.671 |
| 05:30:00 | 0.00011 | 0.36582 | 2.46541 | 270 | 05:30:00 | 0.37414 | 0.23323 | 3.47242 | 276.272 |
| 06:00:00 | 0.0001 | 0.36591 | 2.46541 | 270 | 06:00:00 | 0.39311 | 0.23418 | 3.20504 | 264.724 |
| 06:30:00 | 9.8E-05 | 0.36361 | 2.46541 | 270 | 06:30:00 | 0.39064 | 0.23513 | 3.25511 | 262.624 |
| 07:00:00 | 9.8E-05 | 0.36088 | 2.46541 | 270 | 07:00:00 | 0.37931 | 0.23427 | 3.58132 | 268.369 |
| 07:30:00 | 0.00013 | 0.37097 | 2.46541 | 270 | 07:30:00 | 0.38013 | 0.22547 | 3.6783 | 273.641 |
| 08:00:00 | 0.00013 | 0.34964 | 2.46541 | 270 | 08:00:00 | 0.38105 | 0.2297 | 3.65188 | 274.217 |
| 08:30:00 | 0.0002 | 0.3719 | 2.46541 | 270 | 08:30:00 | 0.39004 | 0.23484 | 3.59055 | 270.07 |
| 09:00:00 | 0.00033 | 0.37483 | 2.46541 | 270 | 09:00:00 | 0.4647 | 0.23143 | 3.61521 | 274.657 |
| 09:30:00 | 0.00068 | 0.37523 | 2.18879 | 270 | 09:30:00 | 0.58356 | 0.22831 | 3.70765 | 278.549 |
| 10:00:00 | 0.00101 | 0.37417 | 2.22351 | 270 | 10:00:00 | 0.6337 | 0.22197 | 3.82359 | 278.672 |
| 10:30:00 | 0.00198 | 0.37212 | 2.2554 | 200.552 | 10:30:00 | 0.66396 | 0.21538 | 3.90849 | 278.144 |
| 11:00:00 | 0.00281 | 0.37275 | 2.24438 | 204.65 | 11:00:00 | 0.70691 | 0.21414 | 3.99949 | 270.427 |
| 11:30:00 | 0.00304 | 0.37212 | 2.25843 | 207.836 | 11:30:00 | 0.71723 | 0.21399 | 4.02381 | 264.894 |
| 12:00:00 | 0.00459 | 0.3706 | 2.28656 | 205.533 | 12:00:00 | 0.74199 | 0.20896 | 4.11599 | 264.441 |
| 12:30:00 | 0.00543 | 0.37072 | 2.28606 | 205.707 | 12:30:00 | 0.80896 | 0.20115 | 4.26251 | 269.197 |
| 13:00:00 | 0.00621 | 0.37016 | 2.29982 | 210.273 | 13:00:00 | 1.07229 | 0.19635 | 4.12125 | 273.703 |
| 13:30:00 | 0.00838 | 0.36934 | 2.3234 | 211.159 | 13:30:00 | 1.0752 | 0.19388 | 4.23715 | 271.74 |
| 14:00:00 | 0.01086 | 0.36929 | 2.33008 | 213.189 | 14:00:00 | 0.99291 | 0.19372 | 4.22157 | 265.851 |
| 14:30:00 | 0.01442 | 0.37033 | 2.32887 | 215.191 | 14:30:00 | 1.14766 | 0.19771 | 4.01799 | 263.739 |
| 15:00:00 | 0.01727 | 0.37122 | 2.31932 | 214.447 | 15:00:00 | 1.23334 | 0.19353 | 4.13981 | 261.317 |
| 15:30:00 | 0.02075 | 0.37146 | 2.30606 | 212.413 | 15:30:00 | 1.29286 | 0.18957 | 4.22549 | 258.728 |
| 16:00:00 | 0.02406 | 0.37126 | 2.30053 | 212.197 | 16:00:00 | 1.15584 | 0.18725 | 4.33689 | 259.482 |
| 16:30:00 | 0.02955 | 0.37171 | 2.29175 | 211.262 | 16:30:00 | 1.10985 | 0.18582 | 4.33409 | 259.977 |
| 17:00:00 | 0.03593 | 0.37234 | 2.28344 | 210.096 | 17:00:00 | 1.22047 | 0.18935 | 4.20485 | 261.68 |
| 17:30:00 | 0.04019 | 0.37279 | 2.28615 | 209.815 | 17:30:00 | 1.23978 | 0.18956 | 4.25122 | 261.357 |
| 18:00:00 | 0.04154 | 0.37253 | 2.31642 | 211.52 | 18:00:00 | 1.19161 | 0.19007 | 4.20023 | 261.588 |
| 18:30:00 | 0.04381 | 0.37201 | 2.36782 | 216.242 | 18:30:00 | 1.08401 | 0.19064 | 4.17407 | 261.243 |
| 19:00:00 | 0.05009 | 0.37032 | 2.44143 | 227.712 | 19:00:00 | 0.99912 | 0.19127 | 4.13439 | 261.307 |
| 19:30:00 | 0.07657 | 0.36901 | 2.55988 | 255.643 | 19:30:00 | 0.91339 | 0.19411 | 4.08574 | 261.164 |
| 20:00:00 | 0.25719 | 0.26027 | 3.37005 | 276.285 | 20:00:00 | 0.83455 | 0.20198 | 3.96426 | 262.648 |
| 20:30:00 | 0.34388 | 0.26424 | 3.32411 | 276.701 | 20:30:00 | 0.77884 | 0.2118 | 3.82507 | 265.444 |
| 21:00:00 | 0.31976 | 0.27299 | 3.25294 | 276.089 | 21:00:00 | 0.74961 | 0.21781 | 3.65159 | 270.624 |
| 21:30:00 | 0.29104 | 0.27806 | 3.20212 | 275.006 | 21:30:00 | 0.77238 | 0.21901 | 3.48797 | 277.931 |
| 22:00:00 | 0.26861 | 0.28084 | 3.14205 | 274.13 | 22:00:00 | 0.78893 | 0.21343 | 3.41957 | 281.507 |
| 22:30:00 | 0.25532 | 0.27996 | 3.14926 | 269.902 | 22:30:00 | 0.8147 | 0.21738 | 3.28674 | 292.954 |
| 23:00:00 | 0.2599 | 0.28419 | 3.174 | 262.082 | 23:00:00 | 0.80236 | 0.2304 | 3.29838 | 297.909 |
| 23:30:00 | 0.26029 | 0.26069 | 3.18974 | 265.541 | 23:30:00 | 0.77628 | 0.23802 | 3.30621 | 302.255 |

janeiro/2006 - 9-10

| Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] | Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] |
|----------|---------|-----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|---------|-----------|
| 00:00:00 | 0.73323 | 0.25664 | 3.34217 | 305.416 | 00:00:00 | 0.01463 | 0.34676 | 2.52058 | 266.48 |
| 00:30:00 | 0.70403 | 0.26262 | 3.34681 | 309.318 | 00:30:00 | 0.01673 | 0.35696 | 2.51793 | 266.703 |
| 01:00:00 | 0.65803 | 0.26029 | 3.35368 | 310.917 | 01:00:00 | 0.02081 | 0.36284 | 2.5612 | 270.921 |
| 01:30:00 | 0.65565 | 0.26395 | 3.30083 | 317.199 | 01:30:00 | 0.03166 | 0.37009 | 2.49898 | 272.384 |
| 02:00:00 | 0.66437 | 0.26788 | 3.29502 | 325.249 | 02:00:00 | 0.04386 | 0.37038 | 2.47889 | 271.018 |
| 02:30:00 | 0.63161 | 0.26866 | 3.32811 | 323.592 | 02:30:00 | 0.07828 | 0.37136 | 2.40005 | 270.368 |
| 03:00:00 | 0.58836 | 0.26086 | 3.33605 | 320.254 | 03:00:00 | 0.2082 | 0.27612 | 2.95449 | 288.615 |
| 03:30:00 | 0.57656 | 0.25991 | 3.26413 | 319.145 | 03:30:00 | 0.38326 | 0.27312 | 3.27183 | 293.667 |
| 04:00:00 | 0.55315 | 0.26126 | 3.20486 | 319.359 | 04:00:00 | 0.38082 | 0.27426 | 3.26352 | 287.578 |
| 04:30:00 | 0.54097 | 0.26396 | 3.10299 | 321.05 | 04:30:00 | 0.38188 | 0.26192 | 3.31362 | 286.773 |
| 05:00:00 | 0.51555 | 0.26359 | 3.05346 | 320.754 | 05:00:00 | 0.39169 | 0.25354 | 3.42252 | 287.279 |
| 05:30:00 | 0.48594 | 0.26945 | 2.94815 | 320.308 | 05:30:00 | 0.40602 | 0.24858 | 3.42056 | 284.706 |
| 06:00:00 | 0.44299 | 0.27099 | 2.89917 | 313.433 | 06:00:00 | 0.4848 | 0.24691 | 3.36723 | 265.514 |
| 06:30:00 | 0.3709 | 0.26892 | 3.06558 | 294.146 | 06:30:00 | 0.56584 | 0.24722 | 3.50656 | 262.041 |
| 07:00:00 | 0.32536 | 0.2707 | 3.13425 | 285.811 | 07:00:00 | 0.64634 | 0.22986 | 3.67742 | 276.252 |
| 07:30:00 | 0.29611 | 0.27576 | 3.1489 | 281.783 | 07:30:00 | 0.69435 | 0.2221 | 3.79127 | 280.707 |
| 08:00:00 | 0.27736 | 0.28031 | 3.08607 | 280.854 | 08:00:00 | 0.71786 | 0.21708 | 3.86656 | 281.794 |
| 08:30:00 | 0.26077 | 0.28331 | 3.05551 | 279.902 | 08:30:00 | 0.75087 | 0.21259 | 3.94541 | 282.413 |
| 09:00:00 | 0.24898 | 0.28612 | 2.99792 | 279.854 | 09:00:00 | 0.79071 | 0.21035 | 4.0004 | 283.381 |
| 09:30:00 | 0.23567 | 0.2891 | 2.92857 | 280.275 | 09:30:00 | 0.79606 | 0.20936 | 4.00306 | 283.207 |
| 10:00:00 | 0.22077 | 0.29075 | 2.87961 | 280.384 | 10:00:00 | 0.80207 | 0.20606 | 4.05016 | 283.673 |
| 10:30:00 | 0.20643 | 0.29242 | 2.82265 | 280.663 | 10:30:00 | 0.80773 | 0.20493 | 4.0895 | 282.691 |
| 11:00:00 | 0.18923 | 0.29531 | 2.79753 | 280.923 | 11:00:00 | 0.83544 | 0.19956 | 4.16724 | 281.578 |
| 11:30:00 | 0.17659 | 0.29797 | 2.77977 | 280.927 | 11:30:00 | 0.92675 | 0.19899 | 4.04161 | 280.617 |
| 12:00:00 | 0.15608 | 0.29861 | 2.8087 | 280.195 | 12:00:00 | 1.16651 | 0.19585 | 4.06545 | 280.161 |
| 12:30:00 | 0.13969 | 0.29974 | 2.82466 | 279.54 | 12:30:00 | 1.12917 | 0.18943 | 4.32292 | 279.907 |
| 13:00:00 | 0.12586 | 0.30093 | 2.84094 | 278.861 | 13:00:00 | 1.04961 | 0.18692 | 4.42865 | 279.731 |
| 13:30:00 | 0.11593 | 0.30276 | 2.8194 | 278.488 | 13:30:00 | 1.05725 | 0.18562 | 4.37211 | 278.02 |
| 14:00:00 | 0.10697 | 0.30435 | 2.79294 | 277.704 | 14:00:00 | 1.31486 | 0.18649 | 4.27035 | 274.602 |
| 14:30:00 | 0.09919 | 0.30506 | 2.76977 | 276.644 | 14:30:00 | 1.33986 | 0.18003 | 4.33992 | 272.621 |
| 15:00:00 | 0.09264 | 0.30442 | 2.74024 | 275.395 | 15:00:00 | 1.15303 | 0.17708 | 4.55178 | 274.487 |
| 15:30:00 | 0.08413 | 0.30509 | 2.74705 | 273.474 | 15:30:00 | 1.10305 | 0.17619 | 4.64709 | 275.315 |
| 16:00:00 | 0.07619 | 0.3076 | 2.75468 | 271.849 | 16:00:00 | 1.1592 | 0.17669 | 4.46876 | 273.282 |
| 16:30:00 | 0.07108 | 0.313 | 2.70158 | 270.453 | 16:30:00 | 1.24554 | 0.17802 | 4.39225 | 271.463 |
| 17:00:00 | 0.06744 | 0.31799 | 2.62444 | 269.157 | 17:00:00 | 1.34641 | 0.17832 | 4.38184 | 268.307 |
| 17:30:00 | 0.0637 | 0.32607 | 2.55512 | 267.756 | 17:30:00 | 1.30646 | 0.17686 | 4.46426 | 266.996 |
| 18:00:00 | 0.05978 | 0.33377 | 2.49041 | 266.183 | 18:00:00 | 1.25261 | 0.17784 | 4.46395 | 267.332 |
| 18:30:00 | 0.05651 | 0.34078 | 2.42318 | 264.86 | 18:30:00 | 1.20197 | 0.17802 | 4.54277 | 267.178 |
| 19:00:00 | 0.05452 | 0.34686 | 2.35908 | 263.821 | 19:00:00 | 1.15429 | 0.17889 | 4.56228 | 266.928 |
| 19:30:00 | 0.05288 | 0.36406 | 2.28888 | 263.113 | 19:30:00 | 1.12808 | 0.18105 | 4.54629 | 265.679 |
| 20:00:00 | 0.04796 | 0.37313 | 2.23388 | 262.328 | 20:00:00 | 1.13783 | 0.18424 | 4.53616 | 265.803 |
| 20:30:00 | 0.04088 | 0.37559 | 2.20616 | 261.441 | 20:30:00 | 1.12342 | 0.1827 | 4.54796 | 265.942 |
| 21:00:00 | 0.0315 | 0.37567 | 2.21459 | 260.189 | 21:00:00 | 1.0751 | 0.18507 | 4.50557 | 265.336 |
| 21:30:00 | 0.02171 | 0.3725 | 2.28002 | 256.984 | 21:30:00 | 1.01366 | 0.18737 | 4.44106 | 264.301 |
| 22:00:00 | 0.0168 | 0.36482 | 2.359 | 252.575 | 22:00:00 | 0.96481 | 0.18882 | 4.38082 | 264.006 |
| 22:30:00 | 0.01602 | 0.36984 | 2.3661 | 251.205 | 22:30:00 | 0.92744 | 0.18974 | 4.33909 | 264.045 |
| 23:00:00 | 0.01528 | 0.37157 | 2.389 | 255.075 | 23:00:00 | 0.90868 | 0.1902 | 4.31587 | 263.78 |
| 23:30:00 | 0.01437 | 0.36355 | 2.46775 | 262.682 | 23:30:00 | 0.91229 | 0.19234 | 4.21036 | 260.807 |

janeiro/2006 - 11-12

| Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] | Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] |
|----------|---------|-----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|---------|-----------|
| 00:00:00 | 0.91481 | 0.19649 | 4.04666 | 254.584 | 00:00:00 | 0.10547 | 0.37255 | 2.28624 | 260.932 |
| 00:30:00 | 0.91799 | 0.20233 | 3.95284 | 247.81 | 00:30:00 | 0.08713 | 0.37392 | 2.28843 | 262.222 |
| 01:00:00 | 0.90452 | 0.20613 | 3.91408 | 244.363 | 01:00:00 | 0.06988 | 0.37415 | 2.32046 | 260.822 |
| 01:30:00 | 0.90888 | 0.20929 | 3.87567 | 240.449 | 01:30:00 | 0.05418 | 0.37323 | 2.40163 | 253.963 |
| 02:00:00 | 0.89486 | 0.2057 | 4.00299 | 242.386 | 02:00:00 | 0.04154 | 0.3691 | 2.56034 | 240.609 |
| 02:30:00 | 0.91182 | 0.20014 | 4.12716 | 245.857 | 02:30:00 | 0.03398 | 0.28349 | 2.75086 | 230.357 |
| 03:00:00 | 0.90153 | 0.197 | 4.18201 | 247.785 | 03:00:00 | 0.0301 | 0.28152 | 2.90745 | 226.232 |
| 03:30:00 | 0.89482 | 0.19921 | 4.13598 | 247.898 | 03:30:00 | 0.02852 | 0.28162 | 2.98513 | 224.912 |
| 04:00:00 | 0.9146 | 0.19589 | 4.22753 | 252.535 | 04:00:00 | 0.02845 | 0.28261 | 2.97484 | 224.111 |
| 04:30:00 | 0.93641 | 0.19157 | 4.29814 | 257.406 | 04:30:00 | 0.02863 | 0.28452 | 2.93111 | 223.169 |
| 05:00:00 | 0.91301 | 0.19305 | 4.28826 | 258.252 | 05:00:00 | 0.02879 | 0.28736 | 2.86779 | 221.335 |
| 05:30:00 | 0.88658 | 0.19537 | 4.26335 | 257.667 | 05:30:00 | 0.02848 | 0.29046 | 2.82265 | 218.863 |
| 06:00:00 | 0.86566 | 0.19635 | 4.23517 | 257.943 | 06:00:00 | 0.02789 | 0.29638 | 2.79555 | 216.107 |
| 06:30:00 | 0.85969 | 0.19629 | 4.19688 | 258.478 | 06:30:00 | 0.02733 | 0.30177 | 2.78357 | 213.986 |
| 07:00:00 | 0.87193 | 0.1965 | 4.20876 | 259.157 | 07:00:00 | 0.02769 | 0.30751 | 2.74883 | 211.117 |
| 07:30:00 | 0.93946 | 0.19664 | 4.08315 | 261.473 | 07:30:00 | 0.02834 | 0.31302 | 2.70901 | 207.816 |
| 08:00:00 | 0.99361 | 0.19779 | 4.01204 | 263.625 | 08:00:00 | 0.02932 | 0.32139 | 2.65797 | 204.371 |
| 08:30:00 | 1.00364 | 0.19832 | 3.96638 | 264.061 | 08:30:00 | 0.03242 | 0.33309 | 2.53132 | 199.185 |
| 09:00:00 | 0.9553 | 0.2006 | 3.95006 | 262.698 | 09:00:00 | 0.0355 | 0.3454 | 2.40957 | 195.276 |
| 09:30:00 | 0.89336 | 0.20778 | 3.87772 | 262.195 | 09:30:00 | 0.03654 | 0.36164 | 2.32572 | 193.767 |
| 10:00:00 | 0.83527 | 0.21271 | 3.7654 | 262.995 | 10:00:00 | 0.03556 | 0.36742 | 2.27435 | 189.522 |
| 10:30:00 | 0.78075 | 0.21672 | 3.69074 | 263.807 | 10:30:00 | 0.03302 | 0.37244 | 2.23213 | 182.53 |
| 11:00:00 | 0.75547 | 0.22436 | 3.61639 | 264.845 | 11:00:00 | 0.02713 | 0.37459 | 2.2172 | 168.308 |
| 11:30:00 | 0.71783 | 0.22567 | 3.58119 | 263.703 | 11:30:00 | 0.01757 | 0.37361 | 2.25419 | 127.167 |
| 12:00:00 | 0.66891 | 0.22963 | 3.55938 | 262.361 | 12:00:00 | 0.01413 | 0.36932 | 2.3343 | 101.482 |
| 12:30:00 | 0.60647 | 0.23378 | 3.53808 | 261.575 | 12:30:00 | 0.01504 | 0.36957 | 2.33363 | 101.812 |
| 13:00:00 | 0.54296 | 0.24128 | 3.49495 | 261.721 | 13:00:00 | 0.01729 | 0.36984 | 2.32496 | 101.269 |
| 13:30:00 | 0.47865 | 0.24749 | 3.46133 | 261.738 | 13:30:00 | 0.02093 | 0.37126 | 2.31057 | 99.4822 |
| 14:00:00 | 0.41977 | 0.25022 | 3.44198 | 261.358 | 14:00:00 | 0.02486 | 0.37201 | 2.29049 | 101.919 |
| 14:30:00 | 0.37186 | 0.25197 | 3.43818 | 260.567 | 14:30:00 | 0.02763 | 0.3729 | 2.28741 | 104.322 |
| 15:00:00 | 0.33314 | 0.25424 | 3.43634 | 259.092 | 15:00:00 | 0.02987 | 0.37342 | 2.27389 | 103.577 |
| 15:30:00 | 0.30273 | 0.25742 | 3.43271 | 256.769 | 15:30:00 | 0.03761 | 0.37358 | 2.28524 | 105.035 |
| 16:00:00 | 0.2788 | 0.26178 | 3.42065 | 254.014 | 16:00:00 | 0.03825 | 0.37399 | 2.25849 | 106.1 |
| 16:30:00 | 0.25904 | 0.26704 | 3.40118 | 251.242 | 16:30:00 | 0.04257 | 0.37349 | 2.27306 | 106.972 |
| 17:00:00 | 0.24189 | 0.2705 | 3.37732 | 248.594 | 17:00:00 | 0.05581 | 0.37449 | 2.23703 | 108.122 |
| 17:30:00 | 0.2272 | 0.27413 | 3.33295 | 246.56 | 17:30:00 | 0.05531 | 0.37449 | 2.23511 | 108.892 |
| 18:00:00 | 0.21506 | 0.27983 | 3.25857 | 245.484 | 18:00:00 | 0.05323 | 0.37471 | 2.23014 | 110.867 |
| 18:30:00 | 0.2058 | 0.28801 | 3.14991 | 245.402 | 18:30:00 | 0.05536 | 0.37457 | 2.2346 | 110.599 |
| 19:00:00 | 0.19827 | 0.29586 | 3.03335 | 245.583 | 19:00:00 | 0.05683 | 0.37481 | 2.2256 | 111.943 |
| 19:30:00 | 0.19026 | 0.30167 | 2.94271 | 245.806 | 19:30:00 | 0.05428 | 0.37489 | 2.22446 | 113.257 |
| 20:00:00 | 0.18208 | 0.30712 | 2.85705 | 246.339 | 20:00:00 | 0.05579 | 0.37471 | 2.23035 | 114.311 |
| 20:30:00 | 0.17568 | 0.31328 | 2.75461 | 247.248 | 20:30:00 | 0.0601 | 0.37475 | 2.22832 | 114.184 |
| 21:00:00 | 0.16994 | 0.32314 | 2.65545 | 248.409 | 21:00:00 | 0.059 | 0.37442 | 2.23452 | 113.785 |
| 21:30:00 | 0.16546 | 0.3343 | 2.55381 | 250.155 | 21:30:00 | 0.07013 | 0.3739 | 2.25194 | 114.094 |
| 22:00:00 | 0.16165 | 0.34263 | 2.46021 | 252.51 | 22:00:00 | 0.0661 | 0.37386 | 2.24667 | 115.289 |
| 22:30:00 | 0.15422 | 0.35311 | 2.38519 | 255.033 | 22:30:00 | 0.05271 | 0.37307 | 2.28065 | 116.825 |
| 23:00:00 | 0.14166 | 0.3654 | 2.33309 | 257.16 | 23:00:00 | 0.04862 | 0.37199 | 2.35364 | 122.35 |
| 23:30:00 | 0.12439 | 0.36991 | 2.30256 | 258.973 | 23:30:00 | 0.04868 | 0.36792 | 2.52237 | 138.273 |

janeiro/2006 - 13-14

| Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] | Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] |
|----------|---------|-----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|---------|-----------|
| 00:00:00 | 0.06957 | 0.36878 | 2.51868 | 140.809 | 00:00:00 | 0.01148 | 0.23689 | 2.86658 | 242.344 |
| 00:30:00 | 0.07808 | 0.28416 | 2.65706 | 161.242 | 00:30:00 | 0.01151 | 0.25296 | 2.95242 | 245.201 |
| 01:00:00 | 0.09035 | 0.31931 | 2.62902 | 163.427 | 01:00:00 | 0.01267 | 0.26883 | 2.81362 | 238.63 |
| 01:30:00 | 0.10507 | 0.35961 | 2.52157 | 152.755 | 01:30:00 | 0.01369 | 0.28435 | 2.69758 | 235.657 |
| 02:00:00 | 0.10773 | 0.36393 | 2.49345 | 156.095 | 02:00:00 | 0.01659 | 0.30931 | 2.58173 | 212.042 |
| 02:30:00 | 0.09654 | 0.35992 | 2.57391 | 171.771 | 02:30:00 | 0.01577 | 0.32726 | 2.50184 | 236.179 |
| 03:00:00 | 0.09298 | 0.35325 | 2.64829 | 179.957 | 03:00:00 | 0.01728 | 0.34296 | 2.45875 | 233.718 |
| 03:30:00 | 0.09551 | 0.25985 | 2.76238 | 191.606 | 03:30:00 | 0.01815 | 0.35501 | 2.38601 | 244.344 |
| 04:00:00 | 0.1095 | 0.25953 | 2.83953 | 197.975 | 04:00:00 | 0.01841 | 0.36714 | 2.32799 | 250.662 |
| 04:30:00 | 0.12878 | 0.30129 | 2.78152 | 196.081 | 04:30:00 | 0.0168 | 0.37167 | 2.30235 | 256.631 |
| 05:00:00 | 0.15196 | 0.33047 | 2.5832 | 179.888 | 05:00:00 | 0.01462 | 0.37134 | 2.35906 | 236.283 |
| 05:30:00 | 0.20152 | 0.36584 | 2.45401 | 127.846 | 05:30:00 | 0.01302 | 0.3682 | 2.43326 | 181.983 |
| 06:00:00 | 0.33434 | 0.34797 | 2.46394 | 89.6883 | 06:00:00 | 0.0134 | 0.36586 | 2.47105 | 157.173 |
| 06:30:00 | 0.382 | 0.33666 | 2.5322 | 89.7946 | 06:30:00 | 0.01287 | 0.36661 | 2.48716 | 155.219 |
| 07:00:00 | 0.36353 | 0.34319 | 2.46548 | 91.2086 | 07:00:00 | 0.01172 | 0.3674 | 2.53984 | 167.058 |
| 07:30:00 | 0.29739 | 0.36685 | 2.37803 | 93.132 | 07:30:00 | 0.01127 | 0.35942 | 2.63007 | 185.712 |
| 08:00:00 | 0.2107 | 0.36955 | 2.38072 | 106.958 | 08:00:00 | 0.01212 | 0.31063 | 2.61331 | 196.375 |
| 08:30:00 | 0.14875 | 0.35476 | 2.52186 | 167.228 | 08:30:00 | 0.01332 | 0.32971 | 2.53575 | 202.832 |
| 09:00:00 | 0.12741 | 0.33169 | 2.60545 | 208.238 | 09:00:00 | 0.01473 | 0.34913 | 2.43837 | 209.154 |
| 09:30:00 | 0.12446 | 0.34172 | 2.5166 | 213.28 | 09:30:00 | 0.01564 | 0.36992 | 2.38111 | 212.789 |
| 10:00:00 | 0.11362 | 0.35351 | 2.45171 | 214.856 | 10:00:00 | 0.01467 | 0.37478 | 2.50138 | 219.747 |
| 10:30:00 | 0.09679 | 0.36418 | 2.3983 | 216.027 | 10:30:00 | 0.01291 | 0.25318 | 2.86733 | 231.049 |
| 11:00:00 | 0.07573 | 0.36833 | 2.36184 | 216.415 | 11:00:00 | 0.01247 | 0.26731 | 3.22488 | 240.346 |
| 11:30:00 | 0.05479 | 0.36788 | 2.3781 | 212.808 | 11:30:00 | 0.01226 | 0.28413 | 3.23565 | 243.087 |
| 12:00:00 | 0.04188 | 0.3671 | 2.39788 | 203.777 | 12:00:00 | 0.01156 | 0.30124 | 3.15931 | 244.685 |
| 12:30:00 | 0.0333 | 0.36513 | 2.4156 | 198.296 | 12:30:00 | 0.01136 | 0.31557 | 2.882 | 244.98 |
| 13:00:00 | 0.02844 | 0.36519 | 2.40935 | 200.259 | 13:00:00 | 0.01191 | 0.33436 | 2.58739 | 241.974 |
| 13:30:00 | 0.02616 | 0.36806 | 2.39587 | 199.396 | 13:30:00 | 0.01221 | 0.34821 | 2.4197 | 239.289 |
| 14:00:00 | 0.0236 | 0.36916 | 2.45415 | 202.982 | 14:00:00 | 0.01309 | 0.36627 | 2.36792 | 223.181 |
| 14:30:00 | 0.02359 | 0.36961 | 2.4859 | 206.026 | 14:30:00 | 0.01395 | 0.3681 | 2.35373 | 184.03 |
| 15:00:00 | 0.02569 | 0.37067 | 2.61509 | 210.415 | 15:00:00 | 0.01682 | 0.36786 | 2.37924 | 127.638 |
| 15:30:00 | 0.03262 | 0.23839 | 2.92049 | 220.626 | 15:30:00 | 0.01956 | 0.36963 | 2.38934 | 115.307 |
| 16:00:00 | 0.05045 | 0.25463 | 3.23658 | 229.827 | 16:00:00 | 0.02096 | 0.37073 | 2.37965 | 108.099 |
| 16:30:00 | 0.0763 | 0.26556 | 3.32674 | 232.69 | 16:30:00 | 0.02446 | 0.37015 | 2.40488 | 103.862 |
| 17:00:00 | 0.11258 | 0.27276 | 3.39771 | 233.802 | 17:00:00 | 0.02892 | 0.37004 | 2.41339 | 104.471 |
| 17:30:00 | 0.15703 | 0.28211 | 3.25796 | 231.54 | 17:30:00 | 0.03515 | 0.37022 | 2.41184 | 105.039 |
| 18:00:00 | 0.19146 | 0.29348 | 3.05229 | 228.798 | 18:00:00 | 0.04173 | 0.3703 | 2.3964 | 104.405 |
| 18:30:00 | 0.20393 | 0.29972 | 2.9086 | 227.088 | 18:30:00 | 0.05364 | 0.37133 | 2.36438 | 104.209 |
| 19:00:00 | 0.21468 | 0.30421 | 2.83752 | 226.313 | 19:00:00 | 0.06526 | 0.37197 | 2.33635 | 104.569 |
| 19:30:00 | 0.23033 | 0.31124 | 2.74168 | 226.045 | 19:30:00 | 0.07929 | 0.3729 | 2.29281 | 105.065 |
| 20:00:00 | 0.24914 | 0.32318 | 2.63371 | 226.571 | 20:00:00 | 0.10118 | 0.37356 | 2.26383 | 105.714 |
| 20:30:00 | 0.25842 | 0.33919 | 2.49144 | 227.73 | 20:30:00 | 0.12286 | 0.37405 | 2.24107 | 104.783 |
| 21:00:00 | 0.23495 | 0.36351 | 2.35119 | 230.016 | 21:00:00 | 0.13419 | 0.37396 | 2.23254 | 106.696 |
| 21:30:00 | 0.15631 | 0.37318 | 2.25315 | 234.349 | 21:30:00 | 0.14478 | 0.37404 | 2.22639 | 107.71 |
| 22:00:00 | 0.07033 | 0.37585 | 2.20481 | 237.816 | 22:00:00 | 0.19032 | 0.37435 | 2.22207 | 107.83 |
| 22:30:00 | 0.02369 | 0.37524 | 2.27651 | 232.839 | 22:30:00 | 0.19486 | 0.37425 | 2.22766 | 106.935 |
| 23:00:00 | 0.01332 | 0.37255 | 2.50493 | 227.658 | 23:00:00 | 0.17794 | 0.37355 | 2.24348 | 108.195 |
| 23:30:00 | 0.0117 | 0.36952 | 2.72422 | 235.341 | 23:30:00 | 0.1881 | 0.37281 | 2.26342 | 108.278 |

janeiro/2006 - 15-16

| Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] | Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] |
|----------|---------|-----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|---------|-----------|
| 00:00:00 | 0.16515 | 0.37293 | 2.28093 | 109.438 | 00:00:00 | 0.15441 | 0.36492 | 2.41063 | 95.0581 |
| 00:30:00 | 0.14524 | 0.37167 | 2.36138 | 131.561 | 00:30:00 | 0.11617 | 0.36797 | 2.42255 | 106.876 |
| 01:00:00 | 0.13407 | 0.36425 | 2.49685 | 166.47 | 01:00:00 | 0.08303 | 0.36854 | 2.49223 | 124.32 |
| 01:30:00 | 0.13881 | 0.31766 | 2.59395 | 187.528 | 01:30:00 | 0.06912 | 0.36901 | 2.49906 | 134.645 |
| 02:00:00 | 0.15674 | 0.31739 | 2.59912 | 194.89 | 02:00:00 | 0.06714 | 0.37101 | 2.42953 | 132.882 |
| 02:30:00 | 0.15131 | 0.33609 | 2.54007 | 193.501 | 02:30:00 | 0.0591 | 0.37091 | 2.43127 | 132.239 |
| 03:00:00 | 0.13239 | 0.33476 | 2.57161 | 197.243 | 03:00:00 | 0.05443 | 0.37138 | 2.41318 | 127.201 |
| 03:30:00 | 0.12908 | 0.3133 | 2.62081 | 199.376 | 03:30:00 | 0.05386 | 0.37103 | 2.38635 | 120.097 |
| 04:00:00 | 0.12035 | 0.32256 | 2.61686 | 197.773 | 04:00:00 | 0.05196 | 0.37177 | 2.36379 | 117.017 |
| 04:30:00 | 0.10545 | 0.33025 | 2.65155 | 190.99 | 04:30:00 | 0.04729 | 0.37143 | 2.40203 | 117.268 |
| 05:00:00 | 0.10321 | 0.26145 | 2.70918 | 181.295 | 05:00:00 | 0.0551 | 0.37172 | 2.40361 | 114.049 |
| 05:30:00 | 0.11079 | 0.26189 | 2.72619 | 172.729 | 05:30:00 | 0.06607 | 0.37233 | 2.39829 | 107.833 |
| 06:00:00 | 0.1237 | 0.35998 | 2.68646 | 165.106 | 06:00:00 | 0.08577 | 0.37261 | 2.36782 | 104.428 |
| 06:30:00 | 0.1434 | 0.37034 | 2.58225 | 150.892 | 06:30:00 | 0.11083 | 0.37388 | 2.29179 | 100.744 |
| 07:00:00 | 0.18229 | 0.37401 | 2.44176 | 129.603 | 07:00:00 | 0.15823 | 0.37485 | 2.24442 | 99.6264 |
| 07:30:00 | 0.21818 | 0.37484 | 2.36378 | 120.204 | 07:30:00 | 0.184 | 0.37521 | 2.22675 | 97.9333 |
| 08:00:00 | 0.30012 | 0.37468 | 2.29725 | 108.577 | 08:00:00 | 0.19719 | 0.37479 | 2.23381 | 96.9515 |
| 08:30:00 | 0.47502 | 0.3682 | 2.33343 | 99.1147 | 08:30:00 | 0.2268 | 0.37424 | 2.24271 | 95.3842 |
| 09:00:00 | 0.53278 | 0.34529 | 2.42883 | 96.6152 | 09:00:00 | 0.31648 | 0.37301 | 2.252 | 94.5014 |
| 09:30:00 | 0.50957 | 0.34177 | 2.46754 | 98.96 | 09:30:00 | 0.53946 | 0.34438 | 2.41684 | 92.2879 |
| 10:00:00 | 0.49019 | 0.34082 | 2.48337 | 98.876 | 10:00:00 | 0.5566 | 0.31447 | 2.67243 | 94.0628 |
| 10:30:00 | 0.52129 | 0.34005 | 2.48846 | 96.1688 | 10:30:00 | 0.49224 | 0.30854 | 2.77288 | 96.7229 |
| 11:00:00 | 0.54359 | 0.33457 | 2.54399 | 96.8456 | 11:00:00 | 0.42505 | 0.31099 | 2.74482 | 98.1929 |
| 11:30:00 | 0.57861 | 0.31113 | 2.72442 | 95.5647 | 11:30:00 | 0.39028 | 0.32237 | 2.65882 | 98.5833 |
| 12:00:00 | 0.51645 | 0.30468 | 2.84053 | 95.4072 | 12:00:00 | 0.38847 | 0.33443 | 2.53586 | 97.9159 |
| 12:30:00 | 0.44664 | 0.30646 | 2.81697 | 92.9493 | 12:30:00 | 0.38728 | 0.34253 | 2.44445 | 99.0483 |
| 13:00:00 | 0.40186 | 0.30881 | 2.78228 | 90.5567 | 13:00:00 | 0.35572 | 0.35658 | 2.36239 | 99.9532 |
| 13:30:00 | 0.41275 | 0.30981 | 2.76503 | 91.2104 | 13:30:00 | 0.32152 | 0.36707 | 2.31049 | 101.222 |
| 14:00:00 | 0.4329 | 0.30889 | 2.77071 | 91.0676 | 14:00:00 | 0.28129 | 0.37076 | 2.27852 | 103.117 |
| 14:30:00 | 0.42922 | 0.30754 | 2.79795 | 91.2734 | 14:30:00 | 0.20276 | 0.37242 | 2.26345 | 107.94 |
| 15:00:00 | 0.42842 | 0.30837 | 2.78369 | 90.7506 | 15:00:00 | 0.14947 | 0.3726 | 2.28831 | 113.033 |
| 15:30:00 | 0.41299 | 0.30553 | 2.82472 | 88.9995 | 15:30:00 | 0.10603 | 0.372 | 2.38675 | 122.454 |
| 16:00:00 | 0.41338 | 0.30226 | 2.87876 | 86.9478 | 16:00:00 | 0.0847 | 0.37052 | 2.54774 | 138.817 |
| 16:30:00 | 0.42152 | 0.29985 | 2.923 | 85.8341 | 16:30:00 | 0.06975 | 0.26315 | 2.77917 | 162.617 |
| 17:00:00 | 0.43226 | 0.29891 | 2.93381 | 85.7928 | 17:00:00 | 0.06137 | 0.27437 | 2.9496 | 178.407 |
| 17:30:00 | 0.43139 | 0.29905 | 2.92879 | 85.6999 | 17:30:00 | 0.05527 | 0.28374 | 3.00906 | 186.122 |
| 18:00:00 | 0.43198 | 0.30221 | 2.88355 | 85.4797 | 18:00:00 | 0.0502 | 0.2947 | 2.98804 | 188.688 |
| 18:30:00 | 0.4396 | 0.30392 | 2.84172 | 85.2323 | 18:30:00 | 0.04466 | 0.29485 | 2.99136 | 190.711 |
| 19:00:00 | 0.44349 | 0.30429 | 2.83106 | 85.2224 | 19:00:00 | 0.03994 | 0.25371 | 3.03546 | 192.698 |
| 19:30:00 | 0.43647 | 0.30523 | 2.82301 | 85.7488 | 19:30:00 | 0.0368 | 0.25475 | 3.07872 | 194.781 |
| 20:00:00 | 0.42966 | 0.30597 | 2.81566 | 86.9073 | 20:00:00 | 0.03484 | 0.2592 | 3.11138 | 196.591 |
| 20:30:00 | 0.40187 | 0.30742 | 2.80133 | 87.4875 | 20:30:00 | 0.03369 | 0.26714 | 3.13215 | 198.096 |
| 21:00:00 | 0.35937 | 0.31103 | 2.76202 | 87.1325 | 21:00:00 | 0.03299 | 0.27491 | 3.11798 | 199.253 |
| 21:30:00 | 0.32143 | 0.31908 | 2.69608 | 86.5077 | 21:30:00 | 0.03271 | 0.2844 | 3.05476 | 200.167 |
| 22:00:00 | 0.28708 | 0.32861 | 2.62559 | 85.902 | 22:00:00 | 0.03287 | 0.29544 | 2.95026 | 201.01 |
| 22:30:00 | 0.25794 | 0.33568 | 2.55128 | 86.0739 | 22:30:00 | 0.03299 | 0.30672 | 2.8214 | 201.854 |
| 23:00:00 | 0.22882 | 0.3447 | 2.4784 | 86.8311 | 23:00:00 | 0.03289 | 0.31764 | 2.68512 | 202.796 |
| 23:30:00 | 0.19017 | 0.35675 | 2.43994 | 88.4696 | 23:30:00 | 0.03271 | 0.3348 | 2.54567 | 203.583 |

janeiro/2006 - 17-18

| Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] | Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] |
|----------|---------|-----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|---------|-----------|
| 00:00:00 | 0.03088 | 0.34539 | 2.45221 | 203.969 | 00:00:00 | 0.00023 | 0.36073 | 2.46541 | 270 |
| 00:30:00 | 0.02735 | 0.36289 | 2.38484 | 203.683 | 00:30:00 | 0.00022 | 0.36461 | 2.46541 | 270 |
| 01:00:00 | 0.0229 | 0.36734 | 2.34892 | 202.554 | 01:00:00 | 0.00021 | 0.36954 | 2.46541 | 270 |
| 01:30:00 | 0.01805 | 0.36524 | 2.35349 | 200.212 | 01:30:00 | 0.00019 | 0.37249 | 2.46541 | 270 |
| 02:00:00 | 0.01425 | 0.36588 | 2.35341 | 198.255 | 02:00:00 | 0.00017 | 0.37322 | 2.46541 | 270 |
| 02:30:00 | 0.0121 | 0.36912 | 2.33948 | 197.985 | 02:30:00 | 0.00015 | 0.37404 | 2.46541 | 270 |
| 03:00:00 | 0.01061 | 0.36814 | 2.34726 | 198.831 | 03:00:00 | 0.00013 | 0.37458 | 2.46541 | 270 |
| 03:30:00 | 0.00925 | 0.36505 | 2.35931 | 203.263 | 03:30:00 | 0.00012 | 0.37408 | 2.46541 | 270 |
| 04:00:00 | 0.00871 | 0.37014 | 2.33034 | 211.124 | 04:00:00 | 0.0001 | 0.37308 | 2.46541 | 270 |
| 04:30:00 | 0.00844 | 0.37439 | 2.2933 | 217.222 | 04:30:00 | 9.9E-05 | 0.37341 | 2.46541 | 270 |
| 05:00:00 | 0.00719 | 0.37392 | 2.32788 | 215.467 | 05:00:00 | 9.7E-05 | 0.3745 | 2.46541 | 270 |
| 05:30:00 | 0.00568 | 0.36549 | 2.48544 | 206.613 | 05:30:00 | 9.1E-05 | 0.37538 | 2.46541 | 270 |
| 06:00:00 | 0.00509 | 0.30959 | 2.70116 | 202.718 | 06:00:00 | 0.00018 | 0.36346 | 2.46541 | 270 |
| 06:30:00 | 0.00549 | 0.31703 | 2.71416 | 203.89 | 06:30:00 | 0.00044 | 0.36948 | 2.46541 | 270 |
| 07:00:00 | 0.00608 | 0.32901 | 2.58843 | 205.231 | 07:00:00 | 0.00062 | 0.37128 | 2.25952 | 270 |
| 07:30:00 | 0.00635 | 0.34294 | 2.46929 | 204.054 | 07:30:00 | 0.00069 | 0.37363 | 2.19509 | 270 |
| 08:00:00 | 0.00648 | 0.3607 | 2.39301 | 191.692 | 08:00:00 | 0.00063 | 0.37804 | 2.12475 | 270 |
| 08:30:00 | 0.00684 | 0.36709 | 2.35837 | 161.071 | 08:30:00 | 0.00035 | 0.37803 | 2.46541 | 270 |
| 09:00:00 | 0.00513 | 0.37035 | 2.33217 | 167.673 | 09:00:00 | 0.00011 | 0.37708 | 2.46541 | 270 |
| 09:30:00 | 0.00432 | 0.36937 | 2.36578 | 150.827 | 09:30:00 | 7.5E-05 | 0.3758 | 2.46541 | 270 |
| 10:00:00 | 0.00343 | 0.36592 | 2.38604 | 149.071 | 10:00:00 | 6.9E-05 | 0.37466 | 2.46541 | 270 |
| 10:30:00 | 0.0024 | 0.34115 | 2.46752 | 176.015 | 10:30:00 | 7E-05 | 0.37334 | 2.46541 | 270 |
| 11:00:00 | 0.00203 | 0.34281 | 2.45177 | 197.294 | 11:00:00 | 0.00013 | 0.35919 | 2.46541 | 270 |
| 11:30:00 | 0.00198 | 0.3581 | 2.38935 | 196.529 | 11:30:00 | 0.00024 | 0.37621 | 2.46541 | 270 |
| 12:00:00 | 0.00189 | 0.36292 | 2.36437 | 191.383 | 12:00:00 | 0.00043 | 0.23886 | 2.46541 | 270 |
| 12:30:00 | 0.00183 | 0.36327 | 2.34927 | 179.597 | 12:30:00 | 0.00216 | 0.28186 | 2.67217 | 35.9719 |
| 13:00:00 | 0.00178 | 0.36033 | 2.33705 | 164.471 | 13:00:00 | 0.00407 | 0.31738 | 2.54309 | 34.9855 |
| 13:30:00 | 0.00181 | 0.36535 | 2.30214 | 148.309 | 13:30:00 | 0.00617 | 0.35511 | 2.38678 | 35.2888 |
| 14:00:00 | 0.00164 | 0.36786 | 2.28716 | 154.94 | 14:00:00 | 0.00739 | 0.36703 | 2.29726 | 35.4625 |
| 14:30:00 | 0.0014 | 0.37098 | 2.2706 | 270 | 14:30:00 | 0.00755 | 0.37192 | 2.25346 | 36.6454 |
| 15:00:00 | 0.00114 | 0.37428 | 2.27021 | 270 | 15:00:00 | 0.00675 | 0.37185 | 2.2424 | 40.3408 |
| 15:30:00 | 0.00085 | 0.37602 | 2.33723 | 270 | 15:30:00 | 0.00586 | 0.37376 | 2.211 | 44.2792 |
| 16:00:00 | 0.00061 | 0.29588 | 2.58344 | 270 | 16:00:00 | 0.00437 | 0.3749 | 2.19019 | 44.9983 |
| 16:30:00 | 0.00052 | 0.30937 | 2.46541 | 270 | 16:30:00 | 0.00301 | 0.37576 | 2.17476 | 44.2148 |
| 17:00:00 | 0.00056 | 0.32367 | 2.75798 | 270 | 17:00:00 | 0.002 | 0.37628 | 2.16528 | 41.7025 |
| 17:30:00 | 0.00064 | 0.33532 | 2.5223 | 270 | 17:30:00 | 0.00132 | 0.37643 | 2.16045 | 36.9994 |
| 18:00:00 | 0.00073 | 0.34932 | 2.38597 | 270 | 18:00:00 | 0.00095 | 0.37722 | 2.14448 | 270 |
| 18:30:00 | 0.00073 | 0.36702 | 2.33955 | 270 | 18:30:00 | 0.00064 | 0.37776 | 2.13156 | 270 |
| 19:00:00 | 0.00067 | 0.37191 | 2.30967 | 270 | 19:00:00 | 0.00035 | 0.37793 | 2.46541 | 270 |
| 19:30:00 | 0.00056 | 0.37278 | 2.3012 | 270 | 19:30:00 | 0.00016 | 0.37799 | 2.46541 | 270 |
| 20:00:00 | 0.0004 | 0.36768 | 2.46541 | 270 | 20:00:00 | 8E-05 | 0.37759 | 2.46541 | 270 |
| 20:30:00 | 0.0003 | 0.34605 | 2.46541 | 270 | 20:30:00 | 5.4E-05 | 0.37676 | 2.46541 | 270 |
| 21:00:00 | 0.00029 | 0.36159 | 2.46541 | 270 | 21:00:00 | 3.8E-05 | 0.37488 | 2.46541 | 270 |
| 21:30:00 | 0.00027 | 0.36754 | 2.46541 | 270 | 21:30:00 | 3.4E-05 | 0.37458 | 2.46541 | 270 |
| 22:00:00 | 0.00025 | 0.36686 | 2.46541 | 270 | 22:00:00 | 3E-05 | 0.37448 | 2.46541 | 270 |
| 22:30:00 | 0.00025 | 0.36597 | 2.46541 | 270 | 22:30:00 | 2.6E-05 | 0.3735 | 2.46541 | 270 |
| 23:00:00 | 0.00024 | 0.36559 | 2.46541 | 270 | 23:00:00 | 2.2E-05 | 0.37166 | 2.46541 | 270 |
| 23:30:00 | 0.00024 | 0.36324 | 2.46541 | 270 | 23:30:00 | 1.9E-05 | 0.36903 | 2.46541 | 270 |

janeiro/2006 - 19-20

| Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] | Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] |
|----------|---------|-----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|---------|-----------|
| 00:00:00 | 1.7E-05 | 0.36347 | 2.46541 | 270 | 00:00:00 | 0.43427 | 0.25707 | 3.34395 | 290.185 |
| 00:30:00 | 1.5E-05 | 0.35003 | 2.46541 | 270 | 00:30:00 | 0.4341 | 0.25445 | 3.38617 | 290.32 |
| 01:00:00 | 1.5E-05 | 0.34582 | 2.46541 | 270 | 01:00:00 | 0.43685 | 0.25284 | 3.4079 | 289.684 |
| 01:30:00 | 1.5E-05 | 0.34263 | 2.46541 | 270 | 01:30:00 | 0.4454 | 0.25212 | 3.37082 | 287.858 |
| 02:00:00 | 2.6E-05 | 0.37492 | 2.46541 | 270 | 02:00:00 | 0.44736 | 0.25258 | 3.37155 | 286.917 |
| 02:30:00 | 9.6E-05 | 0.37678 | 2.46541 | 270 | 02:30:00 | 0.45814 | 0.25373 | 3.34266 | 286.034 |
| 03:00:00 | 0.00019 | 0.37651 | 2.46541 | 270 | 03:00:00 | 0.474 | 0.25586 | 3.30586 | 285.51 |
| 03:30:00 | 0.00021 | 0.37677 | 2.46541 | 270 | 03:30:00 | 0.48748 | 0.25772 | 3.26951 | 284.936 |
| 04:00:00 | 0.00014 | 0.37655 | 2.46541 | 270 | 04:00:00 | 0.48672 | 0.26045 | 3.23862 | 285.218 |
| 04:30:00 | 8.8E-05 | 0.37655 | 2.46541 | 270 | 04:30:00 | 0.47037 | 0.26399 | 3.2234 | 285.579 |
| 05:00:00 | 0.00013 | 0.20007 | 2.46541 | 270 | 05:00:00 | 0.4799 | 0.27084 | 3.1534 | 285.169 |
| 05:30:00 | 0.00038 | 0.22109 | 2.46541 | 270 | 05:30:00 | 0.4629 | 0.27228 | 3.13422 | 285.521 |
| 06:00:00 | 0.00084 | 0.2352 | 4.06203 | 270 | 06:00:00 | 0.44178 | 0.27414 | 3.14017 | 286.231 |
| 06:30:00 | 0.00155 | 0.24879 | 3.69238 | 225.168 | 06:30:00 | 0.43586 | 0.27658 | 3.10071 | 286.571 |
| 07:00:00 | 0.00248 | 0.2635 | 3.39312 | 225.531 | 07:00:00 | 0.41864 | 0.27688 | 3.07934 | 287.539 |
| 07:30:00 | 0.00408 | 0.28235 | 2.92312 | 234.382 | 07:30:00 | 0.40173 | 0.27724 | 3.05167 | 288.031 |
| 08:00:00 | 0.00636 | 0.30654 | 2.70754 | 244.815 | 08:00:00 | 0.38773 | 0.27778 | 3.03563 | 289.004 |
| 08:30:00 | 0.00982 | 0.35399 | 2.58654 | 253.813 | 08:30:00 | 0.3675 | 0.27911 | 3.04135 | 289.872 |
| 09:00:00 | 0.0131 | 0.35427 | 2.53934 | 262.199 | 09:00:00 | 0.34823 | 0.28024 | 3.03352 | 290.404 |
| 09:30:00 | 0.02015 | 0.36327 | 2.44588 | 264.159 | 09:30:00 | 0.33411 | 0.28135 | 3.01266 | 290.725 |
| 10:00:00 | 0.03078 | 0.36871 | 2.3525 | 264.334 | 10:00:00 | 0.32533 | 0.28217 | 2.99708 | 290.816 |
| 10:30:00 | 0.04989 | 0.36988 | 2.29332 | 261.075 | 10:30:00 | 0.32169 | 0.28245 | 2.9971 | 291.395 |
| 11:00:00 | 0.07494 | 0.37263 | 2.23888 | 259.038 | 11:00:00 | 0.33544 | 0.28423 | 2.97025 | 291.473 |
| 11:30:00 | 0.09617 | 0.37356 | 2.22005 | 257.534 | 11:30:00 | 0.344 | 0.28443 | 2.98844 | 291.599 |
| 12:00:00 | 0.10589 | 0.37399 | 2.21262 | 257.704 | 12:00:00 | 0.35976 | 0.28304 | 3.02216 | 291.691 |
| 12:30:00 | 0.10417 | 0.37385 | 2.21602 | 258.349 | 12:30:00 | 0.37842 | 0.28004 | 3.04265 | 291.681 |
| 13:00:00 | 0.10238 | 0.37409 | 2.21681 | 260.186 | 13:00:00 | 0.38849 | 0.27251 | 3.14102 | 291.904 |
| 13:30:00 | 0.10513 | 0.37372 | 2.2284 | 263.47 | 13:30:00 | 0.40191 | 0.26858 | 3.18851 | 291.255 |
| 14:00:00 | 0.1182 | 0.37419 | 2.23963 | 268.896 | 14:00:00 | 0.40702 | 0.26356 | 3.26483 | 290.37 |
| 14:30:00 | 0.15297 | 0.37328 | 2.29516 | 277.166 | 14:30:00 | 0.42564 | 0.26058 | 3.29554 | 289.056 |
| 15:00:00 | 0.24601 | 0.37165 | 2.3623 | 286.95 | 15:00:00 | 0.43404 | 0.25583 | 3.34691 | 287.943 |
| 15:30:00 | 0.33465 | 0.33584 | 2.57903 | 293.516 | 15:30:00 | 0.45357 | 0.25577 | 3.34639 | 285.877 |
| 16:00:00 | 0.38141 | 0.30065 | 2.75803 | 291.771 | 16:00:00 | 0.48132 | 0.25642 | 3.35501 | 285.156 |
| 16:30:00 | 0.42114 | 0.29334 | 2.91779 | 283.523 | 16:30:00 | 0.50479 | 0.25578 | 3.36092 | 285.052 |
| 17:00:00 | 0.43849 | 0.28715 | 3.09098 | 280.093 | 17:00:00 | 0.50597 | 0.25529 | 3.37569 | 285.362 |
| 17:30:00 | 0.4396 | 0.28247 | 3.18647 | 282.108 | 17:30:00 | 0.51178 | 0.25472 | 3.39465 | 285.803 |
| 18:00:00 | 0.42506 | 0.28371 | 3.18191 | 283.157 | 18:00:00 | 0.51742 | 0.2558 | 3.37948 | 285.827 |
| 18:30:00 | 0.41071 | 0.28475 | 3.15246 | 284.374 | 18:30:00 | 0.51963 | 0.25601 | 3.38714 | 285.014 |
| 19:00:00 | 0.40325 | 0.28576 | 3.11673 | 284.546 | 19:00:00 | 0.51591 | 0.25522 | 3.42469 | 284.146 |
| 19:30:00 | 0.40304 | 0.28884 | 3.0824 | 284.65 | 19:30:00 | 0.5108 | 0.25553 | 3.42815 | 283.368 |
| 20:00:00 | 0.4093 | 0.29003 | 3.05768 | 285.281 | 20:00:00 | 0.5055 | 0.25583 | 3.41814 | 282.051 |
| 20:30:00 | 0.44672 | 0.28628 | 3.02459 | 286.021 | 20:30:00 | 0.50816 | 0.25672 | 3.40103 | 281.039 |
| 21:00:00 | 0.49527 | 0.28217 | 3.02578 | 285.52 | 21:00:00 | 0.4952 | 0.25659 | 3.43153 | 280.295 |
| 21:30:00 | 0.48493 | 0.27789 | 3.0626 | 284.904 | 21:30:00 | 0.49426 | 0.25654 | 3.42877 | 280.375 |
| 22:00:00 | 0.45945 | 0.27319 | 3.10925 | 284.758 | 22:00:00 | 0.48684 | 0.25572 | 3.4188 | 280.174 |
| 22:30:00 | 0.44981 | 0.26934 | 3.13556 | 286.122 | 22:30:00 | 0.47243 | 0.25615 | 3.40988 | 279.756 |
| 23:00:00 | 0.44138 | 0.26405 | 3.22006 | 287.935 | 23:00:00 | 0.45563 | 0.25632 | 3.42024 | 279.363 |
| 23:30:00 | 0.43534 | 0.2596 | 3.28729 | 289.68 | 23:30:00 | 0.4415 | 0.25707 | 3.41413 | 279.222 |

janeiro/2006 - 21-22

| Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] | Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] |
|----------|---------|-----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|---------|-----------|
| 00:00:00 | 0.42473 | 0.25803 | 3.41717 | 278.866 | 00:00:00 | 0.00647 | 0.36018 | 2.41268 | 258.533 |
| 00:30:00 | 0.40572 | 0.25989 | 3.40474 | 278.435 | 00:30:00 | 0.00709 | 0.36032 | 2.39016 | 256.761 |
| 01:00:00 | 0.38243 | 0.26332 | 3.37513 | 277.993 | 01:00:00 | 0.00769 | 0.36178 | 2.36121 | 255.397 |
| 01:30:00 | 0.36076 | 0.26814 | 3.34477 | 277.588 | 01:30:00 | 0.00811 | 0.3631 | 2.3334 | 254.436 |
| 02:00:00 | 0.34101 | 0.27218 | 3.30724 | 277.261 | 02:00:00 | 0.00834 | 0.36396 | 2.30913 | 254.036 |
| 02:30:00 | 0.32215 | 0.27488 | 3.26226 | 276.96 | 02:30:00 | 0.00844 | 0.3669 | 2.28047 | 254.065 |
| 03:00:00 | 0.30405 | 0.27771 | 3.20831 | 276.767 | 03:00:00 | 0.00825 | 0.37009 | 2.25391 | 254.577 |
| 03:30:00 | 0.28828 | 0.28159 | 3.14528 | 276.603 | 03:30:00 | 0.00748 | 0.3718 | 2.23958 | 256.201 |
| 04:00:00 | 0.27628 | 0.28715 | 3.07234 | 276.608 | 04:00:00 | 0.00628 | 0.3723 | 2.23926 | 259.457 |
| 04:30:00 | 0.26569 | 0.29273 | 2.99245 | 276.796 | 04:30:00 | 0.00511 | 0.37183 | 2.25208 | 264.238 |
| 05:00:00 | 0.25484 | 0.29751 | 2.91609 | 277.325 | 05:00:00 | 0.00423 | 0.37062 | 2.27277 | 269.805 |
| 05:30:00 | 0.24424 | 0.30249 | 2.84176 | 277.937 | 05:30:00 | 0.00369 | 0.36902 | 2.29048 | 275.139 |
| 06:00:00 | 0.23117 | 0.30687 | 2.79074 | 278.86 | 06:00:00 | 0.00337 | 0.36729 | 2.30261 | 278.882 |
| 06:30:00 | 0.21833 | 0.31091 | 2.74617 | 280.081 | 06:30:00 | 0.00318 | 0.36654 | 2.30417 | 281.01 |
| 07:00:00 | 0.20559 | 0.31517 | 2.70155 | 281.359 | 07:00:00 | 0.00307 | 0.36734 | 2.29487 | 282.114 |
| 07:30:00 | 0.19305 | 0.31772 | 2.65979 | 282.469 | 07:30:00 | 0.00297 | 0.36855 | 2.28431 | 282.419 |
| 08:00:00 | 0.18089 | 0.3191 | 2.63142 | 283.546 | 08:00:00 | 0.00285 | 0.36955 | 2.2783 | 282.079 |
| 08:30:00 | 0.16836 | 0.32199 | 2.61491 | 284.975 | 08:30:00 | 0.00276 | 0.36984 | 2.28531 | 279.051 |
| 09:00:00 | 0.15509 | 0.32585 | 2.58798 | 286.573 | 09:00:00 | 0.00256 | 0.36987 | 2.30821 | 279.25 |
| 09:30:00 | 0.14262 | 0.32867 | 2.56466 | 288.406 | 09:30:00 | 0.00234 | 0.36876 | 2.37399 | 281.623 |
| 10:00:00 | 0.13237 | 0.33065 | 2.53817 | 290.208 | 10:00:00 | 0.00226 | 0.36788 | 2.46202 | 278.276 |
| 10:30:00 | 0.12453 | 0.33296 | 2.52344 | 292.204 | 10:30:00 | 0.00227 | 0.36608 | 2.5505 | 271.892 |
| 11:00:00 | 0.11966 | 0.33386 | 2.53428 | 294.545 | 11:00:00 | 0.00234 | 0.36074 | 2.59447 | 263.397 |
| 11:30:00 | 0.1194 | 0.33516 | 2.54402 | 297.679 | 11:30:00 | 0.00248 | 0.34421 | 2.56325 | 254.25 |
| 12:00:00 | 0.12313 | 0.33561 | 2.55638 | 300.962 | 12:00:00 | 0.00264 | 0.34493 | 2.47607 | 246.074 |
| 12:30:00 | 0.13159 | 0.33528 | 2.56021 | 304.252 | 12:30:00 | 0.00274 | 0.3582 | 2.37651 | 239.938 |
| 13:00:00 | 0.14179 | 0.33551 | 2.54713 | 308.689 | 13:00:00 | 0.00265 | 0.36727 | 2.31086 | 237.112 |
| 13:30:00 | 0.14541 | 0.34014 | 2.49732 | 314.848 | 13:30:00 | 0.00235 | 0.37117 | 2.29356 | 237.001 |
| 14:00:00 | 0.13604 | 0.35097 | 2.41465 | 321.922 | 14:00:00 | 0.00201 | 0.36832 | 2.34027 | 238.99 |
| 14:30:00 | 0.1068 | 0.36421 | 2.35057 | 329.101 | 14:30:00 | 0.00193 | 0.35844 | 2.35466 | 238.873 |
| 15:00:00 | 0.06901 | 0.36852 | 2.31236 | 335.567 | 15:00:00 | 0.00207 | 0.36593 | 2.29603 | 236.705 |
| 15:30:00 | 0.03672 | 0.36971 | 2.30125 | 339.23 | 15:30:00 | 0.00215 | 0.37195 | 2.25408 | 229.583 |
| 16:00:00 | 0.0186 | 0.36886 | 2.29481 | 335.049 | 16:00:00 | 0.00218 | 0.3727 | 2.25427 | 204.647 |
| 16:30:00 | 0.01146 | 0.371 | 2.26145 | 314.849 | 16:30:00 | 0.0019 | 0.37142 | 2.26757 | 206.864 |
| 17:00:00 | 0.00825 | 0.37176 | 2.25258 | 288.643 | 17:00:00 | 0.00198 | 0.37122 | 2.25186 | 194.033 |
| 17:30:00 | 0.00708 | 0.37177 | 2.2536 | 274.213 | 17:30:00 | 0.0024 | 0.37254 | 2.22928 | 130.489 |
| 18:00:00 | 0.00664 | 0.37204 | 2.2477 | 270.161 | 18:00:00 | 0.0026 | 0.37329 | 2.23033 | 108.54 |
| 18:30:00 | 0.00635 | 0.37245 | 2.24073 | 269.311 | 18:30:00 | 0.00273 | 0.37255 | 2.24281 | 102.326 |
| 19:00:00 | 0.00604 | 0.37278 | 2.23747 | 269.575 | 19:00:00 | 0.00408 | 0.36991 | 2.29259 | 99.971 |
| 19:30:00 | 0.0057 | 0.37261 | 2.24201 | 270.712 | 19:30:00 | 0.00771 | 0.36621 | 2.39135 | 102.181 |
| 20:00:00 | 0.00542 | 0.37194 | 2.25263 | 272.17 | 20:00:00 | 0.01331 | 0.36584 | 2.40825 | 103.221 |
| 20:30:00 | 0.00527 | 0.3714 | 2.26286 | 272.767 | 20:30:00 | 0.0116 | 0.36675 | 2.36106 | 96.467 |
| 21:00:00 | 0.00522 | 0.37119 | 2.27298 | 272.522 | 21:00:00 | 0.0104 | 0.3673 | 2.33967 | 95.6684 |
| 21:30:00 | 0.00519 | 0.37093 | 2.28943 | 271.556 | 21:30:00 | 0.01064 | 0.36839 | 2.32439 | 99.7794 |
| 22:00:00 | 0.00521 | 0.37031 | 2.31731 | 269.754 | 22:00:00 | 0.01031 | 0.36884 | 2.32518 | 102.115 |
| 22:30:00 | 0.00532 | 0.36901 | 2.35273 | 267 | 22:30:00 | 0.01264 | 0.36889 | 2.33571 | 107.108 |
| 23:00:00 | 0.00556 | 0.36636 | 2.3907 | 263.91 | 23:00:00 | 0.01166 | 0.37067 | 2.29979 | 108.773 |
| 23:30:00 | 0.00594 | 0.36287 | 2.4134 | 260.789 | 23:30:00 | 0.01277 | 0.36944 | 2.35416 | 111.154 |

janeiro/2006 - 23-24

| Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] | Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] |
|----------|---------|-----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|---------|-----------|
| 00:00:00 | 0.01488 | 0.36969 | 2.35722 | 104.828 | 00:00:00 | 0.59797 | 0.2641 | 3.22791 | 213.153 |
| 00:30:00 | 0.01376 | 0.37065 | 2.30786 | 98.1866 | 00:30:00 | 0.66874 | 0.25316 | 3.34594 | 214.537 |
| 01:00:00 | 0.01373 | 0.37174 | 2.28887 | 100.755 | 01:00:00 | 0.72604 | 0.24402 | 3.41211 | 214.613 |
| 01:30:00 | 0.01482 | 0.37233 | 2.2844 | 101.345 | 01:30:00 | 0.74571 | 0.23633 | 3.45101 | 213.428 |
| 02:00:00 | 0.01343 | 0.37378 | 2.25036 | 101.447 | 02:00:00 | 0.76672 | 0.23184 | 3.51945 | 212.208 |
| 02:30:00 | 0.01407 | 0.37273 | 2.30345 | 104.685 | 02:30:00 | 0.82534 | 0.22822 | 3.56322 | 211.451 |
| 03:00:00 | 0.01346 | 0.37376 | 2.25907 | 103.862 | 03:00:00 | 0.90786 | 0.21808 | 3.65781 | 211.503 |
| 03:30:00 | 0.01161 | 0.37335 | 2.27682 | 104.681 | 03:30:00 | 1.05581 | 0.21155 | 3.76407 | 212.319 |
| 04:00:00 | 0.01118 | 0.37217 | 2.29637 | 104.222 | 04:00:00 | 1.04667 | 0.20796 | 3.83634 | 213.325 |
| 04:30:00 | 0.01067 | 0.37111 | 2.31057 | 102.208 | 04:30:00 | 1.02013 | 0.20824 | 3.80874 | 212.904 |
| 05:00:00 | 0.01104 | 0.37081 | 2.31253 | 100.881 | 05:00:00 | 1.03608 | 0.20624 | 3.83102 | 212.404 |
| 05:30:00 | 0.01447 | 0.37007 | 2.33261 | 104.725 | 05:30:00 | 1.09677 | 0.20442 | 3.87562 | 212.767 |
| 06:00:00 | 0.01691 | 0.37085 | 2.31908 | 103.51 | 06:00:00 | 1.10536 | 0.20135 | 3.94697 | 213.728 |
| 06:30:00 | 0.01834 | 0.37113 | 2.30487 | 103.933 | 06:30:00 | 1.15501 | 0.19769 | 3.96705 | 214.229 |
| 07:00:00 | 0.02116 | 0.37232 | 2.27881 | 106.45 | 07:00:00 | 1.14265 | 0.19786 | 3.95647 | 214.516 |
| 07:30:00 | 0.02222 | 0.37275 | 2.27154 | 106.184 | 07:30:00 | 1.00744 | 0.2063 | 3.88355 | 214.698 |
| 08:00:00 | 0.02048 | 0.37244 | 2.26757 | 106.075 | 08:00:00 | 0.95849 | 0.21206 | 3.77709 | 213.265 |
| 08:30:00 | 0.02197 | 0.37301 | 2.25054 | 108.134 | 08:30:00 | 1.0328 | 0.21012 | 3.86161 | 213.275 |
| 09:00:00 | 0.01946 | 0.37365 | 2.23576 | 109.032 | 09:00:00 | 1.11856 | 0.20551 | 3.91505 | 213.827 |
| 09:30:00 | 0.01823 | 0.37373 | 2.23991 | 109.94 | 09:30:00 | 1.13636 | 0.19706 | 3.98353 | 215.391 |
| 10:00:00 | 0.01544 | 0.37376 | 2.25347 | 110.819 | 10:00:00 | 1.12422 | 0.19746 | 3.9761 | 216.513 |
| 10:30:00 | 0.01364 | 0.37357 | 2.30782 | 112.57 | 10:30:00 | 1.1289 | 0.20145 | 3.93832 | 216.569 |
| 11:00:00 | 0.01487 | 0.37207 | 2.41046 | 114.731 | 11:00:00 | 1.12003 | 0.19628 | 3.97406 | 218.244 |
| 11:30:00 | 0.01399 | 0.37259 | 2.51157 | 121.789 | 11:30:00 | 1.11126 | 0.19565 | 4.00531 | 219.513 |
| 12:00:00 | 0.01987 | 0.36986 | 2.55266 | 121.837 | 12:00:00 | 1.08299 | 0.19691 | 3.98185 | 220.533 |
| 12:30:00 | 0.0199 | 0.36906 | 2.56729 | 120.696 | 12:30:00 | 1.07438 | 0.20015 | 3.95665 | 221.348 |
| 13:00:00 | 0.02438 | 0.36807 | 2.55247 | 114.588 | 13:00:00 | 1.03745 | 0.20594 | 3.9241 | 222.885 |
| 13:30:00 | 0.03358 | 0.36811 | 2.46015 | 111.407 | 13:30:00 | 0.99867 | 0.20753 | 3.88085 | 224.919 |
| 14:00:00 | 0.04826 | 0.37139 | 2.32041 | 107.859 | 14:00:00 | 0.92806 | 0.20703 | 3.84187 | 226.694 |
| 14:30:00 | 0.05212 | 0.37385 | 2.24373 | 105.13 | 14:30:00 | 0.90493 | 0.2073 | 3.85467 | 226.104 |
| 15:00:00 | 0.04712 | 0.3752 | 2.21065 | 102.196 | 15:00:00 | 0.90295 | 0.20689 | 3.9169 | 225.603 |
| 15:30:00 | 0.03643 | 0.37541 | 2.21845 | 103.243 | 15:30:00 | 0.93246 | 0.20749 | 3.94018 | 224.643 |
| 16:00:00 | 0.02609 | 0.37467 | 2.25521 | 104.663 | 16:00:00 | 0.99719 | 0.20683 | 3.94029 | 223.094 |
| 16:30:00 | 0.02078 | 0.37301 | 2.30892 | 108.514 | 16:30:00 | 1.0325 | 0.20627 | 3.96469 | 222.896 |
| 17:00:00 | 0.0209 | 0.37111 | 2.38147 | 123.141 | 17:00:00 | 1.08134 | 0.20631 | 3.9443 | 222.687 |
| 17:30:00 | 0.02007 | 0.3712 | 2.36994 | 121.37 | 17:30:00 | 1.09967 | 0.20443 | 3.99996 | 223.528 |
| 18:00:00 | 0.01868 | 0.37164 | 2.36843 | 122.648 | 18:00:00 | 1.10535 | 0.20633 | 3.97819 | 225.438 |
| 18:30:00 | 0.01899 | 0.3715 | 2.38217 | 136.58 | 18:30:00 | 1.10446 | 0.20543 | 4.06572 | 227.99 |
| 19:00:00 | 0.02041 | 0.37 | 2.52954 | 177.024 | 19:00:00 | 1.03032 | 0.20515 | 4.06058 | 233.927 |
| 19:30:00 | 0.02986 | 0.37039 | 2.70134 | 199.51 | 19:30:00 | 0.96747 | 0.2041 | 4.21495 | 238.769 |
| 20:00:00 | 0.05134 | 0.26776 | 3.16284 | 222.678 | 20:00:00 | 0.96108 | 0.20263 | 4.36664 | 246.555 |
| 20:30:00 | 0.09788 | 0.27542 | 3.02326 | 225.935 | 20:30:00 | 0.96327 | 0.20035 | 4.31884 | 251.549 |
| 21:00:00 | 0.16749 | 0.29643 | 2.75598 | 224.679 | 21:00:00 | 0.92564 | 0.20058 | 4.16595 | 252.433 |
| 21:30:00 | 0.3189 | 0.30572 | 2.67258 | 225.861 | 21:30:00 | 0.85876 | 0.20259 | 4.10963 | 251.403 |
| 22:00:00 | 0.48298 | 0.29417 | 2.8975 | 224.383 | 22:00:00 | 0.78836 | 0.20837 | 4.02668 | 250.233 |
| 22:30:00 | 0.5107 | 0.28262 | 3.05183 | 213.909 | 22:30:00 | 0.73194 | 0.21465 | 3.92001 | 250.478 |
| 23:00:00 | 0.50246 | 0.27818 | 3.09349 | 212.527 | 23:00:00 | 0.69978 | 0.22278 | 3.73219 | 253.826 |
| 23:30:00 | 0.52502 | 0.27568 | 3.14016 | 211.549 | 23:30:00 | 0.68016 | 0.22954 | 3.58199 | 258.975 |

janeiro/2006 - 25-26

| Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] | Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] |
|----------|---------|-----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|---------|-----------|
| 00:00:00 | 0.65258 | 0.23601 | 3.43927 | 264.246 | 00:00:00 | 0.23699 | 0.37536 | 2.20214 | 64.8204 |
| 00:30:00 | 0.59096 | 0.2457 | 3.47951 | 264.385 | 00:30:00 | 0.20481 | 0.37562 | 2.19705 | 64.2761 |
| 01:00:00 | 0.54724 | 0.25123 | 3.43921 | 266.911 | 01:00:00 | 0.17391 | 0.37571 | 2.20078 | 63.8822 |
| 01:30:00 | 0.50333 | 0.25524 | 3.36956 | 269.444 | 01:30:00 | 0.15428 | 0.37562 | 2.21186 | 60.6669 |
| 02:00:00 | 0.48031 | 0.25856 | 3.27988 | 274.463 | 02:00:00 | 0.13052 | 0.37581 | 2.20266 | 58.8232 |
| 02:30:00 | 0.46058 | 0.262 | 3.28384 | 277.655 | 02:30:00 | 0.10231 | 0.3762 | 2.194 | 60.5107 |
| 03:00:00 | 0.45193 | 0.26535 | 3.26781 | 282.142 | 03:00:00 | 0.07621 | 0.37633 | 2.19014 | 63.0581 |
| 03:30:00 | 0.43682 | 0.26581 | 3.25578 | 284.599 | 03:30:00 | 0.0567 | 0.37631 | 2.18995 | 65.073 |
| 04:00:00 | 0.41711 | 0.26314 | 3.29397 | 285.554 | 04:00:00 | 0.04444 | 0.37628 | 2.19393 | 67.7721 |
| 04:30:00 | 0.40546 | 0.2579 | 3.33783 | 285.914 | 04:30:00 | 0.03499 | 0.37591 | 2.21261 | 70.4531 |
| 05:00:00 | 0.38723 | 0.25663 | 3.36225 | 285.153 | 05:00:00 | 0.02997 | 0.37543 | 2.2403 | 72.4369 |
| 05:30:00 | 0.36471 | 0.25597 | 3.35538 | 284.407 | 05:30:00 | 0.02792 | 0.37507 | 2.26956 | 74.9469 |
| 06:00:00 | 0.3481 | 0.25647 | 3.31677 | 284.88 | 06:00:00 | 0.02711 | 0.3744 | 2.30364 | 78.4167 |
| 06:30:00 | 0.33318 | 0.2579 | 3.27029 | 285.852 | 06:30:00 | 0.02987 | 0.37417 | 2.29999 | 80.8516 |
| 07:00:00 | 0.31257 | 0.26048 | 3.28493 | 284.517 | 07:00:00 | 0.03001 | 0.37368 | 2.29993 | 83.6269 |
| 07:30:00 | 0.29223 | 0.26475 | 3.29839 | 283.18 | 07:30:00 | 0.0306 | 0.37286 | 2.28858 | 86.4869 |
| 08:00:00 | 0.27408 | 0.26937 | 3.29522 | 281.987 | 08:00:00 | 0.02798 | 0.37149 | 2.28134 | 90.9919 |
| 08:30:00 | 0.25979 | 0.27314 | 3.26117 | 281.489 | 08:30:00 | 0.02521 | 0.37119 | 2.26688 | 96.3723 |
| 09:00:00 | 0.24638 | 0.27703 | 3.20408 | 281.403 | 09:00:00 | 0.02412 | 0.37331 | 2.2448 | 95.3837 |
| 09:30:00 | 0.2335 | 0.28161 | 3.14185 | 281.526 | 09:30:00 | 0.02217 | 0.37415 | 2.24407 | 90.1133 |
| 10:00:00 | 0.22043 | 0.28676 | 3.06882 | 282.01 | 10:00:00 | 0.02007 | 0.37348 | 2.26056 | 83.6766 |
| 10:30:00 | 0.20713 | 0.29304 | 2.98623 | 282.75 | 10:30:00 | 0.02115 | 0.37307 | 2.27177 | 84.0402 |
| 11:00:00 | 0.19371 | 0.29915 | 2.89419 | 283.849 | 11:00:00 | 0.02126 | 0.37251 | 2.2883 | 85.5756 |
| 11:30:00 | 0.17937 | 0.30412 | 2.8107 | 285.383 | 11:30:00 | 0.02512 | 0.37299 | 2.2735 | 85.1159 |
| 12:00:00 | 0.16643 | 0.3083 | 2.7367 | 287.867 | 12:00:00 | 0.01984 | 0.37129 | 2.3095 | 83.7703 |
| 12:30:00 | 0.15584 | 0.31238 | 2.67112 | 291.785 | 12:30:00 | 0.01886 | 0.37021 | 2.32617 | 86.5533 |
| 13:00:00 | 0.14725 | 0.31581 | 2.61358 | 295.607 | 13:00:00 | 0.01786 | 0.37081 | 2.30866 | 86.8573 |
| 13:30:00 | 0.1409 | 0.31932 | 2.5642 | 300.145 | 13:30:00 | 0.01525 | 0.37136 | 2.31053 | 86.8962 |
| 14:00:00 | 0.13777 | 0.32923 | 2.53025 | 305.284 | 14:00:00 | 0.01254 | 0.36962 | 2.34166 | 87.3925 |
| 14:30:00 | 0.13585 | 0.3381 | 2.51896 | 308.24 | 14:30:00 | 0.01109 | 0.37116 | 2.3552 | 91.1955 |
| 15:00:00 | 0.1347 | 0.34684 | 2.50524 | 310.424 | 15:00:00 | 0.00969 | 0.37165 | 2.44336 | 100.384 |
| 15:30:00 | 0.13392 | 0.31795 | 2.50479 | 310.432 | 15:30:00 | 0.00872 | 0.37193 | 2.62654 | 122.789 |
| 16:00:00 | 0.1371 | 0.33586 | 2.46565 | 313.63 | 16:00:00 | 0.00826 | 0.2474 | 2.86408 | 159.163 |
| 16:30:00 | 0.14183 | 0.34735 | 2.39152 | 314.594 | 16:30:00 | 0.00868 | 0.2473 | 2.91584 | 171.08 |
| 17:00:00 | 0.15415 | 0.36512 | 2.31185 | 319.218 | 17:00:00 | 0.0082 | 0.25061 | 3.08194 | 190.817 |
| 17:30:00 | 0.16794 | 0.37175 | 2.25409 | 327.737 | 17:30:00 | 0.00852 | 0.25704 | 3.00729 | 188.315 |
| 18:00:00 | 0.17438 | 0.3748 | 2.20621 | 344.278 | 18:00:00 | 0.00802 | 0.26405 | 3.09384 | 195.202 |
| 18:30:00 | 0.17433 | 0.37646 | 2.17115 | 27.9016 | 18:30:00 | 0.00773 | 0.27501 | 3.0823 | 197.848 |
| 19:00:00 | 0.16724 | 0.37675 | 2.16319 | 46.2468 | 19:00:00 | 0.00745 | 0.28637 | 3.01479 | 198.763 |
| 19:30:00 | 0.18553 | 0.3766 | 2.16753 | 50.5694 | 19:30:00 | 0.00734 | 0.30122 | 2.92593 | 194.82 |
| 20:00:00 | 0.23496 | 0.37649 | 2.1719 | 51.8928 | 20:00:00 | 0.00722 | 0.31532 | 2.77346 | 197.354 |
| 20:30:00 | 0.22782 | 0.37628 | 2.1775 | 53.4092 | 20:30:00 | 0.00764 | 0.33318 | 2.52794 | 203.163 |
| 21:00:00 | 0.24719 | 0.37615 | 2.18007 | 56.8851 | 21:00:00 | 0.00786 | 0.35062 | 2.37716 | 204.262 |
| 21:30:00 | 0.2089 | 0.37605 | 2.18245 | 59.4573 | 21:30:00 | 0.0073 | 0.3679 | 2.30057 | 205.104 |
| 22:00:00 | 0.20191 | 0.3757 | 2.18926 | 61.5521 | 22:00:00 | 0.00612 | 0.37276 | 2.27356 | 205.778 |
| 22:30:00 | 0.23936 | 0.37579 | 2.18775 | 62.8234 | 22:30:00 | 0.00452 | 0.3733 | 2.30356 | 206.801 |
| 23:00:00 | 0.24514 | 0.37551 | 2.19506 | 62.7793 | 23:00:00 | 0.00329 | 0.36873 | 2.38789 | 208.507 |
| 23:30:00 | 0.24512 | 0.37542 | 2.19743 | 65.4525 | 23:30:00 | 0.00267 | 0.3513 | 2.43644 | 210.63 |

janeiro/2006 - 27-28

| Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] | Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] |
|----------|---------|-----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|---------|-----------|
| 00:00:00 | 0.00244 | 0.35658 | 2.38832 | 211.501 | 00:00:00 | 0.00055 | 0.25389 | 2.46541 | 270 |
| 00:30:00 | 0.00224 | 0.36523 | 2.33768 | 208.896 | 00:30:00 | 0.00125 | 0.29826 | 2.8362 | 270 |
| 01:00:00 | 0.00201 | 0.37027 | 2.31158 | 203.06 | 01:00:00 | 0.00214 | 0.34418 | 2.44302 | 9.64148 |
| 01:30:00 | 0.00174 | 0.37237 | 2.31192 | 196.31 | 01:30:00 | 0.00234 | 0.37038 | 2.49991 | 357.257 |
| 02:00:00 | 0.00126 | 0.37013 | 2.39955 | 202.542 | 02:00:00 | 0.00309 | 0.23881 | 2.81125 | 15.2531 |
| 02:30:00 | 0.00103 | 0.36447 | 2.46981 | 270 | 02:30:00 | 0.00395 | 0.27414 | 2.7283 | 23.7713 |
| 03:00:00 | 0.00094 | 0.36367 | 2.44408 | 270 | 03:00:00 | 0.00434 | 0.30615 | 2.63752 | 27.0417 |
| 03:30:00 | 0.00087 | 0.36627 | 2.39445 | 270 | 03:30:00 | 0.00514 | 0.34186 | 2.40414 | 28.223 |
| 04:00:00 | 0.00072 | 0.36767 | 2.37115 | 270 | 04:00:00 | 0.00535 | 0.3691 | 2.24831 | 28.9376 |
| 04:30:00 | 0.00056 | 0.36449 | 2.38308 | 270 | 04:30:00 | 0.01104 | 0.37118 | 2.44003 | 8.87537 |
| 05:00:00 | 0.0006 | 0.37087 | 2.2865 | 270 | 05:00:00 | 0.01856 | 0.36329 | 2.48126 | 3.48596 |
| 05:30:00 | 0.00055 | 0.37267 | 2.25095 | 270 | 05:30:00 | 0.02546 | 0.37145 | 2.34535 | 2.82788 |
| 06:00:00 | 0.00041 | 0.37333 | 2.46541 | 270 | 06:00:00 | 0.02926 | 0.37179 | 2.32546 | 5.12988 |
| 06:30:00 | 0.00027 | 0.37214 | 2.46541 | 270 | 06:30:00 | 0.03376 | 0.37266 | 2.29027 | 6.14905 |
| 07:00:00 | 0.00021 | 0.3731 | 2.46541 | 270 | 07:00:00 | 0.04138 | 0.37316 | 2.25919 | 7.61993 |
| 07:30:00 | 0.00028 | 0.37558 | 2.46541 | 270 | 07:30:00 | 0.06713 | 0.37489 | 2.22933 | 10.993 |
| 08:00:00 | 0.0002 | 0.37266 | 2.46541 | 270 | 08:00:00 | 0.08995 | 0.37517 | 2.23939 | 12.9763 |
| 08:30:00 | 0.00021 | 0.37333 | 2.46541 | 270 | 08:30:00 | 0.16774 | 0.37455 | 2.26702 | 16.3973 |
| 09:00:00 | 0.00021 | 0.37499 | 2.46541 | 270 | 09:00:00 | 0.45619 | 0.37183 | 2.28346 | 23.298 |
| 09:30:00 | 0.00018 | 0.3759 | 2.46541 | 270 | 09:30:00 | 0.71581 | 0.30154 | 2.88702 | 28.3337 |
| 10:00:00 | 0.00017 | 0.37593 | 2.46541 | 270 | 10:00:00 | 0.79915 | 0.25702 | 3.39077 | 29.2308 |
| 10:30:00 | 0.00014 | 0.37622 | 2.46541 | 270 | 10:30:00 | 0.9073 | 0.23875 | 3.56943 | 30.305 |
| 11:00:00 | 0.00011 | 0.37672 | 2.46541 | 270 | 11:00:00 | 1.03312 | 0.22618 | 3.7213 | 31.4772 |
| 11:30:00 | 7.6E-05 | 0.37656 | 2.46541 | 270 | 11:30:00 | 1.09987 | 0.21458 | 3.8149 | 32.2974 |
| 12:00:00 | 5.4E-05 | 0.37557 | 2.46541 | 270 | 12:00:00 | 1.11296 | 0.21139 | 3.85047 | 33.3878 |
| 12:30:00 | 7.3E-05 | 0.37697 | 2.46541 | 270 | 12:30:00 | 1.10197 | 0.21064 | 3.85004 | 35.4799 |
| 13:00:00 | 6E-05 | 0.28297 | 2.46541 | 270 | 13:00:00 | 1.08045 | 0.21063 | 3.83963 | 37.0007 |
| 13:30:00 | 5.8E-05 | 0.29706 | 2.46541 | 270 | 13:30:00 | 1.09768 | 0.21132 | 3.80496 | 36.0375 |
| 14:00:00 | 6.4E-05 | 0.30465 | 2.46541 | 270 | 14:00:00 | 1.08946 | 0.21182 | 3.79557 | 35.7631 |
| 14:30:00 | 8.9E-05 | 0.3183 | 2.46541 | 270 | 14:30:00 | 1.08993 | 0.21213 | 3.79029 | 36.5363 |
| 15:00:00 | 0.00014 | 0.35954 | 2.46541 | 270 | 15:00:00 | 1.08626 | 0.21274 | 3.78335 | 36.9429 |
| 15:30:00 | 0.00021 | 0.36518 | 2.46541 | 270 | 15:30:00 | 1.11889 | 0.21209 | 3.80698 | 37.1233 |
| 16:00:00 | 0.00029 | 0.37251 | 2.46541 | 270 | 16:00:00 | 1.13464 | 0.21167 | 3.81716 | 38.3967 |
| 16:30:00 | 0.0003 | 0.37419 | 2.46541 | 270 | 16:30:00 | 1.11928 | 0.21124 | 3.82289 | 39.8646 |
| 17:00:00 | 0.00028 | 0.36971 | 2.46541 | 270 | 17:00:00 | 1.12661 | 0.21131 | 3.81992 | 39.6116 |
| 17:30:00 | 0.00032 | 0.36966 | 2.46541 | 270 | 17:30:00 | 1.12973 | 0.21098 | 3.83055 | 40.1011 |
| 18:00:00 | 0.00035 | 0.37401 | 2.46541 | 270 | 18:00:00 | 1.12033 | 0.21114 | 3.84883 | 40.7339 |
| 18:30:00 | 0.00031 | 0.3752 | 2.46541 | 270 | 18:30:00 | 1.15039 | 0.2107 | 3.83732 | 40.5071 |
| 19:00:00 | 0.00021 | 0.37459 | 2.46541 | 270 | 19:00:00 | 1.14264 | 0.21067 | 3.83446 | 40.5647 |
| 19:30:00 | 0.00014 | 0.37174 | 2.46541 | 270 | 19:30:00 | 1.13755 | 0.21051 | 3.83907 | 40.9016 |
| 20:00:00 | 0.00013 | 0.37019 | 2.46541 | 270 | 20:00:00 | 1.13603 | 0.21022 | 3.84576 | 40.9547 |
| 20:30:00 | 0.00012 | 0.36784 | 2.46541 | 270 | 20:30:00 | 1.19597 | 0.20847 | 3.89021 | 40.606 |
| 21:00:00 | 0.00012 | 0.36521 | 2.46541 | 270 | 21:00:00 | 1.20318 | 0.20681 | 3.91604 | 40.7201 |
| 21:30:00 | 0.00013 | 0.37105 | 2.46541 | 270 | 21:30:00 | 1.26749 | 0.20114 | 3.99684 | 41.369 |
| 22:00:00 | 0.00015 | 0.30623 | 2.46541 | 270 | 22:00:00 | 1.2593 | 0.20026 | 4.00989 | 41.9402 |
| 22:30:00 | 0.00032 | 0.3422 | 2.46541 | 270 | 22:30:00 | 1.28232 | 0.19653 | 4.05849 | 42.6711 |
| 23:00:00 | 0.00041 | 0.36646 | 2.46541 | 270 | 23:00:00 | 1.30092 | 0.19579 | 4.06702 | 42.8392 |
| 23:30:00 | 0.00046 | 0.3743 | 2.37894 | 270 | 23:30:00 | 1.29793 | 0.19472 | 4.08401 | 42.6074 |

janeiro/2006 - 29-30

| Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] | Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] |
|----------|---------|-----------|---------|-----------|----------|---------|-----------|---------|-----------|
| 00:00:00 | 1.33263 | 0.19319 | 4.1167 | 42.3743 | 00:00:00 | 1.1514 | 0.20688 | 3.90992 | 45.7814 |
| 00:30:00 | 1.35073 | 0.19254 | 4.13122 | 42.4988 | 00:30:00 | 1.16498 | 0.2061 | 3.92405 | 45.8876 |
| 01:00:00 | 1.36431 | 0.19211 | 4.14116 | 42.5353 | 01:00:00 | 1.19508 | 0.20528 | 3.9371 | 45.8281 |
| 01:30:00 | 1.37486 | 0.19202 | 4.14415 | 42.5171 | 01:30:00 | 1.20331 | 0.20456 | 3.94619 | 45.8704 |
| 02:00:00 | 1.3871 | 0.19185 | 4.14803 | 42.5333 | 02:00:00 | 1.20682 | 0.20438 | 3.94936 | 45.9557 |
| 02:30:00 | 1.39417 | 0.1919 | 4.14917 | 42.647 | 02:30:00 | 1.22176 | 0.20487 | 3.91953 | 45.807 |
| 03:00:00 | 1.39462 | 0.19199 | 4.15045 | 42.661 | 03:00:00 | 1.21885 | 0.20477 | 3.93833 | 45.7301 |
| 03:30:00 | 1.39817 | 0.19229 | 4.1441 | 42.9175 | 03:30:00 | 1.22031 | 0.20636 | 3.88986 | 46.4304 |
| 04:00:00 | 1.40927 | 0.19265 | 4.13664 | 43.1381 | 04:00:00 | 1.2087 | 0.20733 | 3.89571 | 46.464 |
| 04:30:00 | 1.39841 | 0.19312 | 4.1304 | 43.3875 | 04:30:00 | 1.23165 | 0.20792 | 3.88765 | 45.1486 |
| 05:00:00 | 1.38862 | 0.19365 | 4.12022 | 43.5783 | 05:00:00 | 1.23732 | 0.20895 | 3.87109 | 46.5457 |
| 05:30:00 | 1.36076 | 0.19493 | 4.07201 | 43.666 | 05:30:00 | 1.1716 | 0.21065 | 3.84171 | 46.6804 |
| 06:00:00 | 1.32599 | 0.1961 | 4.04601 | 43.5474 | 06:00:00 | 1.16641 | 0.21171 | 3.83667 | 46.6168 |
| 06:30:00 | 1.30718 | 0.1975 | 4.01473 | 43.5698 | 06:30:00 | 1.14724 | 0.21301 | 3.79621 | 45.8979 |
| 07:00:00 | 1.28722 | 0.19888 | 4.0071 | 44.0295 | 07:00:00 | 1.13445 | 0.2133 | 3.79448 | 45.8713 |
| 07:30:00 | 1.28672 | 0.20085 | 3.98518 | 43.9066 | 07:30:00 | 1.12072 | 0.2141 | 3.77448 | 46.1179 |
| 08:00:00 | 1.27555 | 0.20175 | 3.9794 | 44.0458 | 08:00:00 | 1.111 | 0.21438 | 3.77115 | 46.4788 |
| 08:30:00 | 1.26721 | 0.2015 | 3.98728 | 43.4457 | 08:30:00 | 1.09531 | 0.21429 | 3.77459 | 46.588 |
| 09:00:00 | 1.24977 | 0.20286 | 3.97409 | 43.6855 | 09:00:00 | 1.10323 | 0.21423 | 3.77107 | 47.2987 |
| 09:30:00 | 1.24569 | 0.20224 | 3.98376 | 43.8035 | 09:30:00 | 1.0831 | 0.21449 | 3.76312 | 47.4295 |
| 10:00:00 | 1.2443 | 0.20188 | 3.98953 | 43.7281 | 10:00:00 | 1.07801 | 0.21444 | 3.75088 | 48.4919 |
| 10:30:00 | 1.23774 | 0.20158 | 3.98973 | 43.7646 | 10:30:00 | 1.05262 | 0.21433 | 3.76327 | 48.3956 |
| 11:00:00 | 1.22128 | 0.20191 | 3.985 | 43.8724 | 11:00:00 | 1.03888 | 0.21436 | 3.76281 | 49.0008 |
| 11:30:00 | 1.23562 | 0.20211 | 3.98284 | 43.847 | 11:30:00 | 1.03991 | 0.21434 | 3.76475 | 49.0259 |
| 12:00:00 | 1.22865 | 0.20277 | 3.97013 | 44.42 | 12:00:00 | 1.0342 | 0.21466 | 3.76052 | 49.2518 |
| 12:30:00 | 1.22302 | 0.20382 | 3.94255 | 44.5552 | 12:30:00 | 1.04817 | 0.21481 | 3.76998 | 49.8099 |
| 13:00:00 | 1.22821 | 0.20261 | 3.96838 | 43.9421 | 13:00:00 | 1.02607 | 0.21435 | 3.76201 | 49.5592 |
| 13:30:00 | 1.19939 | 0.20424 | 3.94504 | 43.709 | 13:30:00 | 1.03075 | 0.21487 | 3.76289 | 49.9005 |
| 14:00:00 | 1.16587 | 0.20612 | 3.91324 | 44.1979 | 14:00:00 | 1.02228 | 0.21559 | 3.73814 | 50.7626 |
| 14:30:00 | 1.13041 | 0.20836 | 3.87864 | 44.5076 | 14:30:00 | 1.03812 | 0.21646 | 3.7283 | 51.33 |
| 15:00:00 | 1.11375 | 0.21007 | 3.83869 | 44.0379 | 15:00:00 | 0.9909 | 0.21959 | 3.72544 | 51.2527 |
| 15:30:00 | 1.09811 | 0.21186 | 3.80285 | 43.5945 | 15:30:00 | 0.9879 | 0.22339 | 3.68975 | 52.061 |
| 16:00:00 | 1.07405 | 0.21329 | 3.78761 | 42.8617 | 16:00:00 | 0.94775 | 0.22659 | 3.65736 | 51.6902 |
| 16:30:00 | 1.08513 | 0.21495 | 3.74952 | 42.7973 | 16:30:00 | 0.94743 | 0.22892 | 3.65024 | 52.4506 |
| 17:00:00 | 1.07447 | 0.21662 | 3.72321 | 42.5841 | 17:00:00 | 0.98263 | 0.22923 | 3.62994 | 51.5821 |
| 17:30:00 | 1.07803 | 0.21675 | 3.73563 | 42.5945 | 17:30:00 | 0.96588 | 0.22913 | 3.66044 | 51.2898 |
| 18:00:00 | 1.11895 | 0.21627 | 3.74444 | 41.9602 | 18:00:00 | 0.97784 | 0.22864 | 3.65423 | 51.17 |
| 18:30:00 | 1.11179 | 0.21597 | 3.74637 | 42.2516 | 18:30:00 | 0.96815 | 0.23013 | 3.64197 | 51.7417 |
| 19:00:00 | 1.13265 | 0.21418 | 3.77207 | 42.6396 | 19:00:00 | 0.97069 | 0.23019 | 3.63963 | 52.55 |
| 19:30:00 | 1.11341 | 0.21426 | 3.77054 | 43.2586 | 19:30:00 | 0.9595 | 0.22997 | 3.65914 | 52.1223 |
| 20:00:00 | 1.11228 | 0.21323 | 3.77997 | 43.3847 | 20:00:00 | 0.95198 | 0.23038 | 3.63613 | 53.3243 |
| 20:30:00 | 1.10735 | 0.21236 | 3.80208 | 43.579 | 20:30:00 | 0.96815 | 0.22925 | 3.65694 | 53.4865 |
| 21:00:00 | 1.10308 | 0.21162 | 3.81146 | 43.62 | 21:00:00 | 0.97772 | 0.22879 | 3.65637 | 53.7363 |
| 21:30:00 | 1.0985 | 0.21068 | 3.82524 | 43.8625 | 21:30:00 | 0.91411 | 0.22921 | 3.65304 | 53.5615 |
| 22:00:00 | 1.1047 | 0.20987 | 3.84422 | 44.2692 | 22:00:00 | 0.94136 | 0.22634 | 3.69542 | 53.7855 |
| 22:30:00 | 1.12629 | 0.20891 | 3.86518 | 44.6563 | 22:30:00 | 0.92084 | 0.22941 | 3.64441 | 54.7089 |
| 23:00:00 | 1.13731 | 0.20826 | 3.88003 | 45.0816 | 23:00:00 | 0.94232 | 0.22795 | 3.66366 | 54.6363 |
| 23:30:00 | 1.14032 | 0.20755 | 3.89702 | 45.595 | 23:30:00 | 0.91812 | 0.22822 | 3.6616 | 54.2518 |

janeiro/2006 - 31

| Time | H_s [m] | f_p [1/s] | t01 [s] | dir [deg] |
|----------|---------|-----------|---------|-----------|
| 00:00:00 | 0.92866 | 0.22661 | 3.68106 | 54.4604 |
| 00:30:00 | 0.91392 | 0.22679 | 3.67195 | 54.5879 |
| 01:00:00 | 0.94669 | 0.22646 | 3.66908 | 55.6333 |
| 01:30:00 | 0.89019 | 0.22836 | 3.64789 | 54.9311 |
| 02:00:00 | 0.92225 | 0.22679 | 3.66864 | 55.3149 |
| 02:30:00 | 0.91453 | 0.22796 | 3.66772 | 55.4164 |
| 03:00:00 | 0.92411 | 0.22915 | 3.63056 | 55.7449 |
| 03:30:00 | 0.89672 | 0.22857 | 3.65477 | 54.851 |
| 04:00:00 | 0.97998 | 0.22989 | 3.63952 | 55.5059 |
| 04:30:00 | 0.97018 | 0.22863 | 3.65778 | 54.8823 |
| 05:00:00 | 1.01271 | 0.22811 | 3.67204 | 54.2086 |
| 05:30:00 | 1.03115 | 0.22706 | 3.68138 | 53.2143 |
| 06:00:00 | 1.05321 | 0.22553 | 3.69501 | 52.7139 |
| 06:30:00 | 1.07235 | 0.22531 | 3.69599 | 52.9597 |
| 07:00:00 | 1.05899 | 0.22232 | 3.72859 | 52.4473 |
| 07:30:00 | 1.09245 | 0.22162 | 3.72535 | 51.8542 |
| 08:00:00 | 1.09149 | 0.21934 | 3.7334 | 52.4828 |
| 08:30:00 | 1.09697 | 0.21849 | 3.73276 | 52.769 |
| 09:00:00 | 1.12137 | 0.21702 | 3.75369 | 53.0375 |
| 09:30:00 | 1.09504 | 0.21619 | 3.76375 | 54.036 |
| 10:00:00 | 1.11128 | 0.2151 | 3.78654 | 54.928 |
| 10:30:00 | 1.12305 | 0.21418 | 3.79166 | 55.4435 |
| 11:00:00 | 1.12688 | 0.21304 | 3.81726 | 55.5877 |
| 11:30:00 | 1.08882 | 0.21346 | 3.8041 | 56.445 |
| 12:00:00 | 1.11772 | 0.21278 | 3.80767 | 57.2837 |
| 12:30:00 | 1.07653 | 0.21337 | 3.81193 | 57.5659 |
| 13:00:00 | 1.05153 | 0.21394 | 3.76976 | 58.3268 |
| 13:30:00 | 1.02199 | 0.21427 | 3.7792 | 58.6027 |
| 14:00:00 | 0.97291 | 0.21612 | 3.74957 | 58.356 |
| 14:30:00 | 0.95184 | 0.21842 | 3.7306 | 58.173 |
| 15:00:00 | 0.92753 | 0.22403 | 3.67437 | 58.7693 |
| 15:30:00 | 0.89455 | 0.22793 | 3.66411 | 57.9418 |
| 16:00:00 | 0.88936 | 0.22987 | 3.63866 | 57.8976 |
| 16:30:00 | 0.86622 | 0.23266 | 3.59826 | 57.886 |
| 17:00:00 | 0.82982 | 0.23401 | 3.586 | 57.2725 |
| 17:30:00 | 0.8187 | 0.23753 | 3.53015 | 57.5751 |
| 18:00:00 | 0.79354 | 0.23973 | 3.51219 | 56.4564 |
| 18:30:00 | 0.79267 | 0.24587 | 3.4874 | 56.2465 |
| 19:00:00 | 0.7655 | 0.2492 | 3.46881 | 55.3196 |
| 19:30:00 | 0.75426 | 0.25062 | 3.4537 | 54.772 |
| 20:00:00 | 0.74684 | 0.2524 | 3.44355 | 54.9003 |
| 20:30:00 | 0.74227 | 0.25326 | 3.41886 | 54.8289 |
| 21:00:00 | 0.73102 | 0.25327 | 3.42611 | 54.228 |
| 21:30:00 | 0.71717 | 0.25429 | 3.39739 | 55.0671 |
| 22:00:00 | 0.69546 | 0.25436 | 3.41198 | 54.2268 |
| 22:30:00 | 0.70363 | 0.25458 | 3.40156 | 55.1649 |
| 23:00:00 | 0.70798 | 0.25401 | 3.40546 | 55.2365 |
| 23:30:00 | 0.70961 | 0.25343 | 3.42202 | 54.8738 |

PROJETO OFFSHORE ISLAND PORTO SANTO (OIPS)

Avaliação e validação de sistemas de aquicultura compatíveis e com sinergias expectáveis com a plataforma de produção de energia eólica

Projeto OIPS

Adenda à Parte 2

Análise técnica comparada de performance de tecnologias de sistemas de cultura offshore apropriadas (SCA), para as condições físico-ambientais (meteo-oceanográficas) locais

Nomeadamente o ponto 2.1.4.2

Condições Oceanográficas

Equipa Técnica

Abílio Ferreira (abilio.m.ferreira@madeira.gov.pt)

Maria Ferreira (ml.ferreira.2000@gmail.com)

Carlos Andrade (carlos.a.andrade@madeira.gov.pt)

Conteúdo

| | |
|--|-----------|
| Índice de Figuras..... | 3 |
| Índice de Tabelas..... | 3 |
| Introdução | 5 |
| Ondas..... | 7 |
| Altura das Ondas (m) | 7 |
| Conclusão da Altura das Ondas..... | 11 |
| Direção das Ondas..... | 12 |
| Conclusão da Direção das Ondas..... | 12 |
| Frequência das ondas (Hertz) | 13 |
| Conclusão da Frequência das Ondas..... | 16 |
| Correntes | 17 |
| Gráficos fornecidos pela INNOVAKEME..... | 17 |
| Velocidade da Corrente | 18 |
| Direção da Corrente..... | 21 |
| Conclusão das Correntes..... | 24 |
| Algumas apreciações sobre os dados Oceanográficos fornecidos pela ARDITI | 24 |
| ANEXOS..... | 24 |
| ANEXO Ano 1 - Dados ARDITI e sua análise | 24 |
| ANEXO Ano 2 - Dados ARDITI e sua análise | 24 |
| ANEXO Ano 3 - Dados ARDITI e sua análise | 24 |
| ANEXO Ano 4 - Dados ARDITI e sua análise | 24 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Fig. 1 - Coordenadas do Local | 6 |
| Fig. 2 - Extremo a 40 anos | 7 |
| Fig. 3 - Ano 1 - Altura máxima mensal das ondas | 8 |
| Fig. 4 - Ano 2 - Altura máxima mensal das ondas | 8 |
| Fig. 5 - Ano 3 - Altura máxima mensal das ondas..... | 9 |
| Fig. 6 - Ano 4 - Altura máxima mensal das ondas..... | 9 |
| Fig. 7 - Global dos anos em estudo - Altura máxima mensal das ondas | 10 |
| Fig. 8 - % de Observações por Classes de Altura máxima das Ondas (m) - Ano 4 | 10 |
| Fig. 9 - % de Observações por Classes de Direção das Ondas (°) - Ano 4 | 12 |
| Fig. 10 - Ano 1 - Frequência máxima mensal das ondas..... | 13 |
| Fig. 11 - Ano 2 - Frequência máxima mensal das ondas..... | 13 |
| Fig. 12 - Ano 3 - Frequência máxima mensal das ondas..... | 14 |
| Fig. 13 - Ano 4 - Frequência máxima mensal das ondas..... | 14 |
| Fig. 14 - Global dos anos em estudo - Frequência máxima mensal das ondas | 15 |
| Fig. 15 - % de Observações por Classes de Frequência das Ondas (Hz) - Ano 4 | 15 |
| Fig. 16 - Extremo de Frequência das Ondas a 40 anos | 16 |
| Fig. 17 - Rosa das Correntes a 0 m (Fonte: INNOVAKEME - 2021-03-12)..... | 17 |
| Fig. 18 - Rosa das Correntes a 60 m (Fonte: INNOVAKEME - 2021-03-12)..... | 18 |
| Fig. 19 - % de Observações p/ Classes de Velocidade da Corrente (m/s) - Anual | 19 |
| Fig. 20 - % de Observações p/ Classes de Velocidade da Corrente (m/s) - janeiro | 19 |
| Fig. 21 - % de Observações p/ Classes de Velocidade da Corrente (m/s) - fevereiro..... | 19 |
| Fig. 22 - % de Observações p/ Classes de Velocidade da Corrente (m/s) - março | 19 |
| Fig. 23 - % de Observações p/ Classes de Velocidade da Corrente (m/s) - abril..... | 19 |
| Fig. 24 - % de Observações p/ Classes de Velocidade da Corrente (m/s) - maio..... | 20 |
| Fig. 25 - % de Observações p/ Classes de Velocidade da Corrente (m/s) - junho..... | 20 |
| Fig. 26 - % de Observações p/ Classes de Velocidade da Corrente (m/s) - julho | 20 |
| Fig. 27 - % de Observações p/ Classes de Velocidade da Corrente (m/s) - agosto | 20 |
| Fig. 28 - % de Observações p/ Classes de Velocidade da Corrente (m/s) - setembro | 20 |
| Fig. 29 - % de Observações p/ Classes de Velocidade da Corrente (m/s) - outubro..... | 20 |
| Fig. 30 - % de Observações p/ Classes de Velocidade da Corrente (m/s) - novembro | 20 |
| Fig. 31 - % de Observações p/ Classes de Velocidade da Corrente (m/s) - dezembro | 20 |
| Fig. 32 - Mínimos e Máximos da Velocidade da Corrente “ANO” e Mensal | 21 |
| Fig. 33 - % de Observações p/ Classes de Direção da Corrente (°) - Anual (0 e 60 m) | 22 |
| Fig. 34 - % de Observações p/ Classes de Direção da Corrente (m/s) - janeiro | 22 |
| Fig. 35 - % de Observações p/ Classes de Direção da Corrente (m/s) - fevereiro..... | 22 |
| Fig. 36 - % de Observações p/ Classes de Direção da Corrente (m/s) - março | 22 |
| Fig. 37 - % de Observações p/ Classes de Direção da Corrente (m/s) - abril..... | 22 |
| Fig. 38 - % de Observações p/ Classes de Direção da Corrente (m/s) - maio..... | 23 |
| Fig. 39 - % de Observações p/ Classes de Direção da Corrente (m/s) - junho..... | 23 |
| Fig. 40 - % de Observações p/ Classes de Direção da Corrente (m/s) - julho | 23 |
| Fig. 41 - % de Observações p/ Classes de Direção da Corrente (m/s) - agosto | 23 |
| Fig. 42 - % de Observações p/ Classes de Direção da Corrente (m/s) - setembro | 23 |

| | |
|---|----|
| Fig. 43 - % de Observações p/ Classes de Direção da Corrente (m/s) – outubro..... | 23 |
| Fig. 44 - % de Observações p/ Classes de Direção da Corrente (m/s) - novembro | 23 |
| Fig. 45 - % de Observações p/ Classes de Direção da Corrente (m/s) – dezembro | 23 |

Índice de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Composição dos “Anos” em estudo para as Ondas..... | 5 |
| Tabela 2 – Distribuição dos meses pelos anos - Ondas..... | 5 |
| Tabela 3 - Composição do “Ano” em estudo para as Correntes | 5 |
| Tabela 4 – Valores máximos e mínimos anuais da Frequência das Ondas | 16 |

Introdução

Faz-se nesta adenda uma análise de dados fornecidos pela Arditi em várias ocasiões:

- 2021-03-05 – Ano 1 (Ondas)
- 2021-03-25 – Ano 2 e 3 (Ondas); Ano e extremos a 40 anos (Correntes)
- 2021-04-01 – Ano 4 (Ondas) e extremos a 40 anos (Ondas)

Encontrando-se esses dados em anexo.

Cada um dos “anos” considerados, não se trata dum ano cronológico completo, mas de meses completos de vários anos, conforme se pode ver nas Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1 – Composição dos “Anos” em estudo para as Ondas

| Porto_Santo_ww3 | 2021-03-05 | | 2021-03-25 | | | | 2021-04-01 | |
|-----------------|------------|-------------|------------|-------|---------|-------|------------|-------|
| | Mês | Ano 1 (Máx) | Nº Dias | Ano 2 | Nº Dias | Ano 3 | Nº Dias | Ano 4 |
| 1 | 2014 | 31 | 2010 | 31 | 2014 | 31 | 2014 | 31 |
| 2 | 2014 | 28 | 2014 | 28 | 2014 | 28 | 2014 | 28 |
| 3 | 2013 | 31 | 2013 | 31 | 2014 | 28 | 2013 | 31 |
| 4 | 2008 | 30 | 2008 | 30 | 2013 | 30 | 2008 | 30 |
| 5 | 2011 | 31 | 2011 | 31 | 2008 | 30 | 2011 | 31 |
| 6 | 2013 | 30 | 2011 | 30 | 2013 | 30 | 2013 | 30 |
| 7 | 2011 | 31 | 2011 | 31 | 2013 | 30 | 2011 | 31 |
| 8 | 2007 | 31 | 2011 | 31 | 2007 | 31 | 2007 | 31 |
| 9 | 2012 | 30 | 2012 | 30 | 2007 | 30 | 2012 | 30 |
| 10 | 2015 | 31 | 2015 | 31 | 2012 | 30 | 2015 | 31 |
| 11 | 2014 | 30 | 2014 | 30 | 2015 | 30 | 2014 | 30 |
| 12 | 2009 | 31 | 2009 | 31 | 2014 | 30 | 2009 | 31 |

Tabela 2 – Distribuição dos meses pelos anos - Ondas

| Anos Dados | 2 007 | 2 008 | 2 009 | 2 010 | 2 011 | 2 012 | 2 013 | 2 014 | 2 015 |
|------------|---------|---------|---------|-------|---------|---------|---------|------------|---------|
| 1 | | | | 2 | | | | 1, 3, 4 | |
| 2 | | | | | | | | 1, 2, 3, 4 | |
| 3 | | | | | | | 1, 2, 4 | 3 | |
| 4 | | 1, 2, 4 | | | | | 3 | | |
| 5 | | 3 | | | 1, 2, 4 | | | | |
| 6 | | | | | 2 | | 1, 3, 4 | | |
| 7 | | | | | 1, 2, 4 | | 3 | | |
| 8 | 1, 3, 4 | | | | 2 | | | | |
| 9 | 3 | | | | | 1, 2, 4 | | | |
| 10 | | | | | | 3 | | | 1, 2, 4 |
| 11 | | | | | | | | 1, 2, 4 | 3 |
| 12 | | | 1, 2, 4 | | | | | 3 | |

Tabela 3 - Composição do “Ano” em estudo para as Correntes

| Correntes | "Ano" |
|-----------|-------|
| janeiro | 2010 |
| fevereiro | 2011 |
| março | 2014 |
| abril | 2009 |
| maio | 2009 |
| junho | 2012 |
| julho | 2012 |
| agosto | 2013 |
| setembro | 2007 |
| outubro | 2008 |
| novembro | 2008 |
| dezembro | 2009 |

Foram fornecidas pela INNOVAKEME as coordenadas do local, a que correspondem os dados fornecidos pela ARDITI.

```
% Site coordinates, correspond to point(17,27)  
in the coordinate system.
```

```
xCoor=-16.372080000110312;  
yCoor=33.131170002350426;
```



Fig. 1 - Coordenadas do Local

Vamos no contexto das “Condições Oceanográficas”, fazer o estudo das:

- Ondas e
- Correntes

A $h_{m\acute{a}x}$ das ondas é o fator mais importante a ter em conta na escolha dos equipamentos em Aquacultura.

As correntes são um fator muito importante a considerar, fundamentalmente na escolha do posicionamento dos equipamentos de Aquacultura per si e em relação à Plataforma Eólica.

Ondas

As ondas são movimentos provocados pelo vento, que sopra sobre a superfície das águas oceânicas. Quando as ondas se aproximam do litoral, dobram e quebram.

Tendo em conta o objetivo deste trabalho (caracterizar as variáveis oceanográficas que influenciam a escolha dos equipamentos de Aquacultura), vamos a nível das ondas estudar:

- Altura das Ondas – em especial a altura máxima;
- Direção das Ondas;
- Frequência das Ondas

Altura das Ondas (m)

A altura das ondas depende sobretudo da intensidade e duração do vento.

A ARDITI apresentou dados de “ h_s – Alturas significativas” de meia em meia hora ou de hora a hora, que foram transformados em “ $h_{m\acute{a}x}$ – Alturas máximas” no processo de tratamento de dados ($h_{m\acute{a}x}=h_s/0.6$), referentes a cada mês.

Também se analisará a distribuição (%) da $h_{m\acute{a}x}$ das ondas por classes (m) 0-1, 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-7.

| Extremo a 40 anos | | |
|-------------------|----------|-----------------|
| | Hs | Hm $\acute{a}x$ |
| 25/03/2021 | 3.591509 | 6.0 |

Fig. 2 - Extremo a 40 anos

Com base em dados fornecidos pela ARDITI em 2021-03-05 - Ano 1

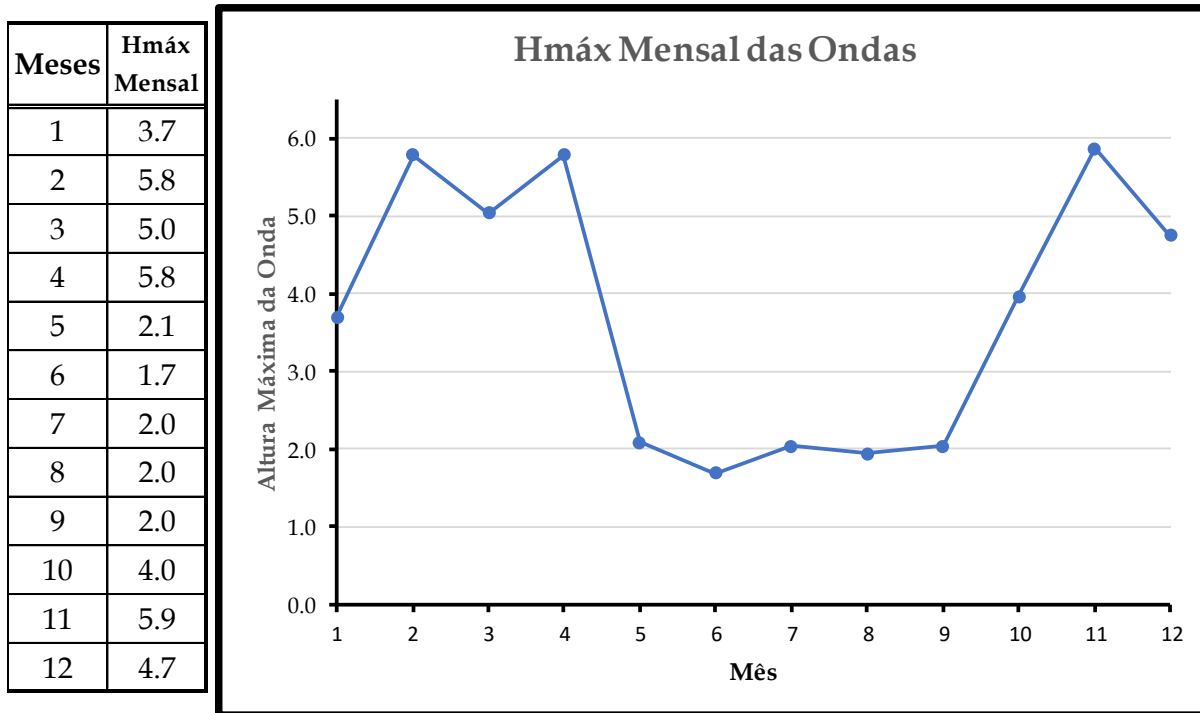


Fig. 3 - Ano 1 - Altura máxima mensal das ondas

Com base em dados fornecidos pela ARDITI em 2021-03-25 - Ano 2

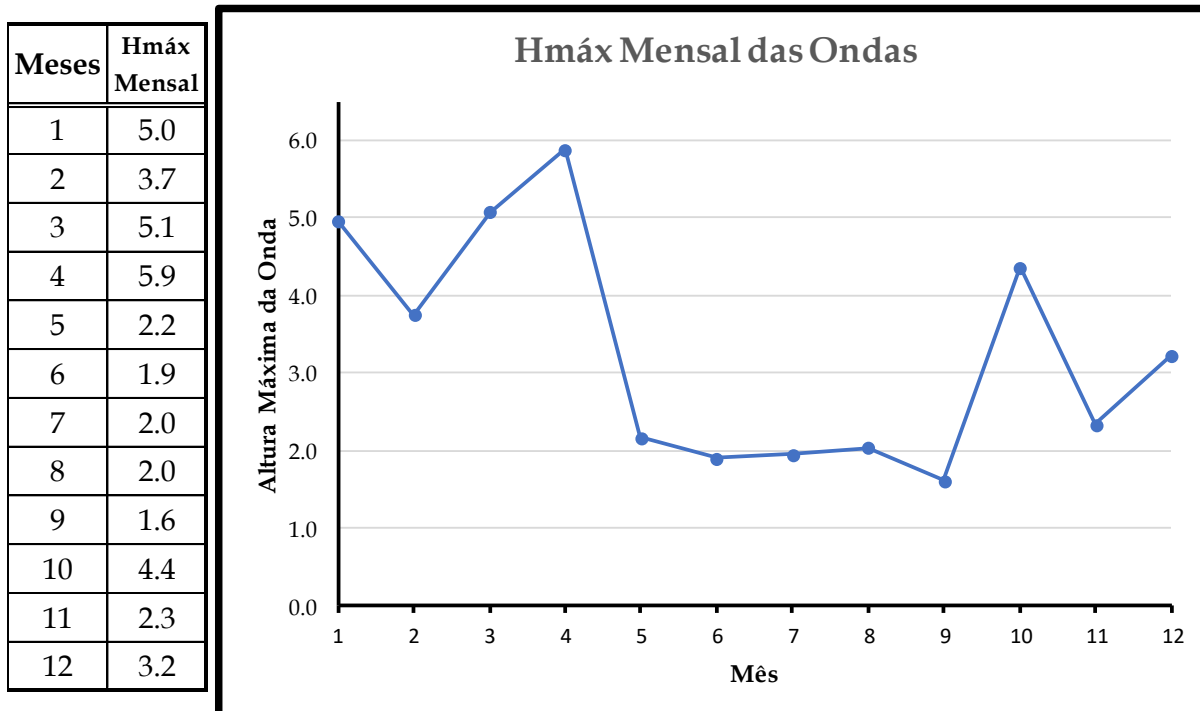


Fig. 4 - Ano 2 - Altura máxima mensal das ondas

Com base em dados fornecidos pela ARDITI em 2021-03-25 - Ano 3

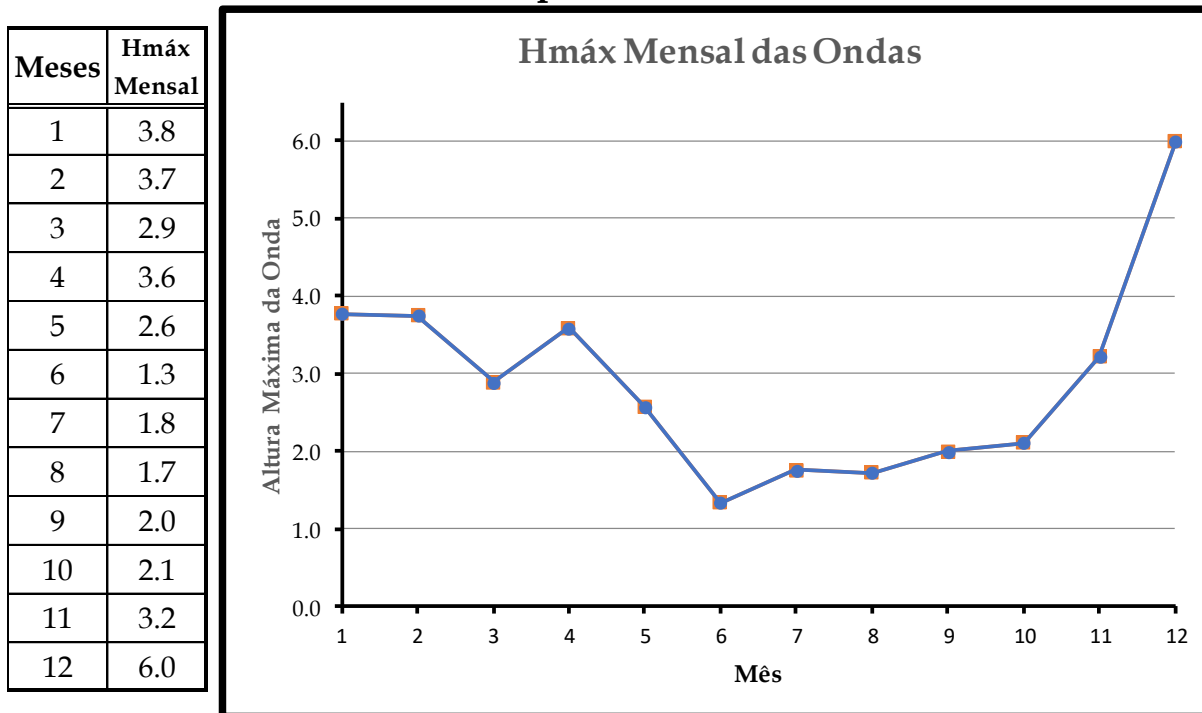


Fig. 5 - Ano 3 - Altura máxima mensal das ondas

Com base em dados fornecidos pela ARDITI em 2021-04-01 - Ano 4

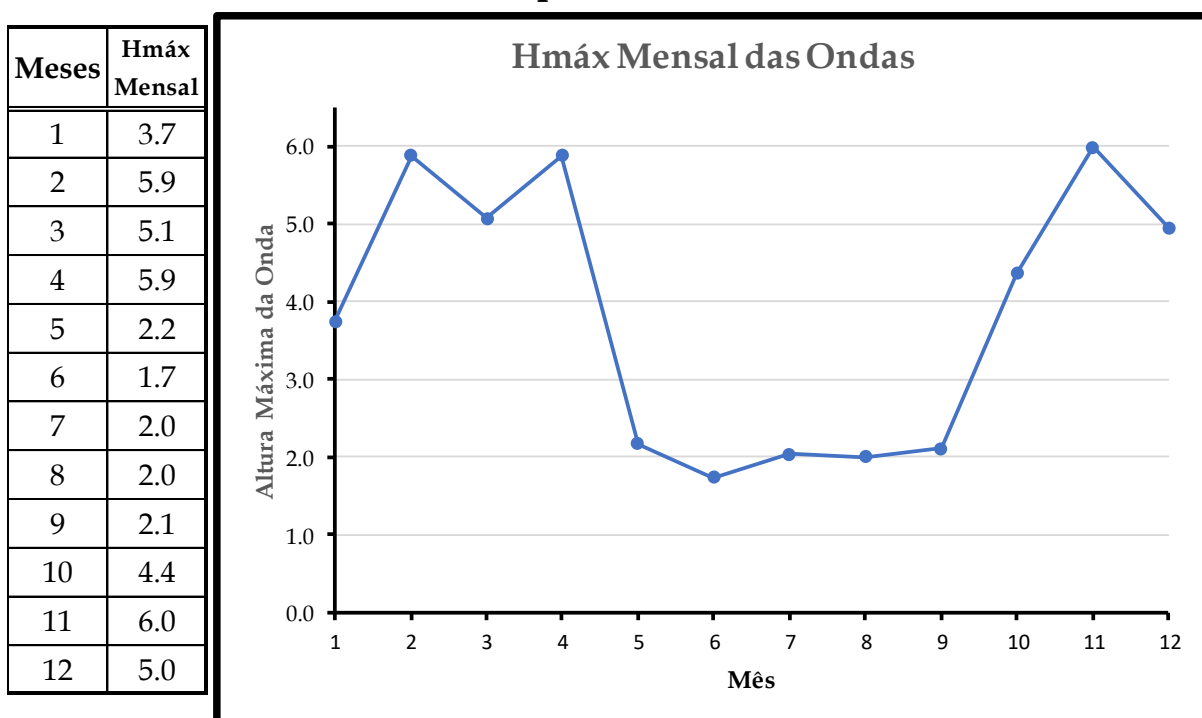


Fig. 6 - Ano 4 - Altura máxima mensal das ondas

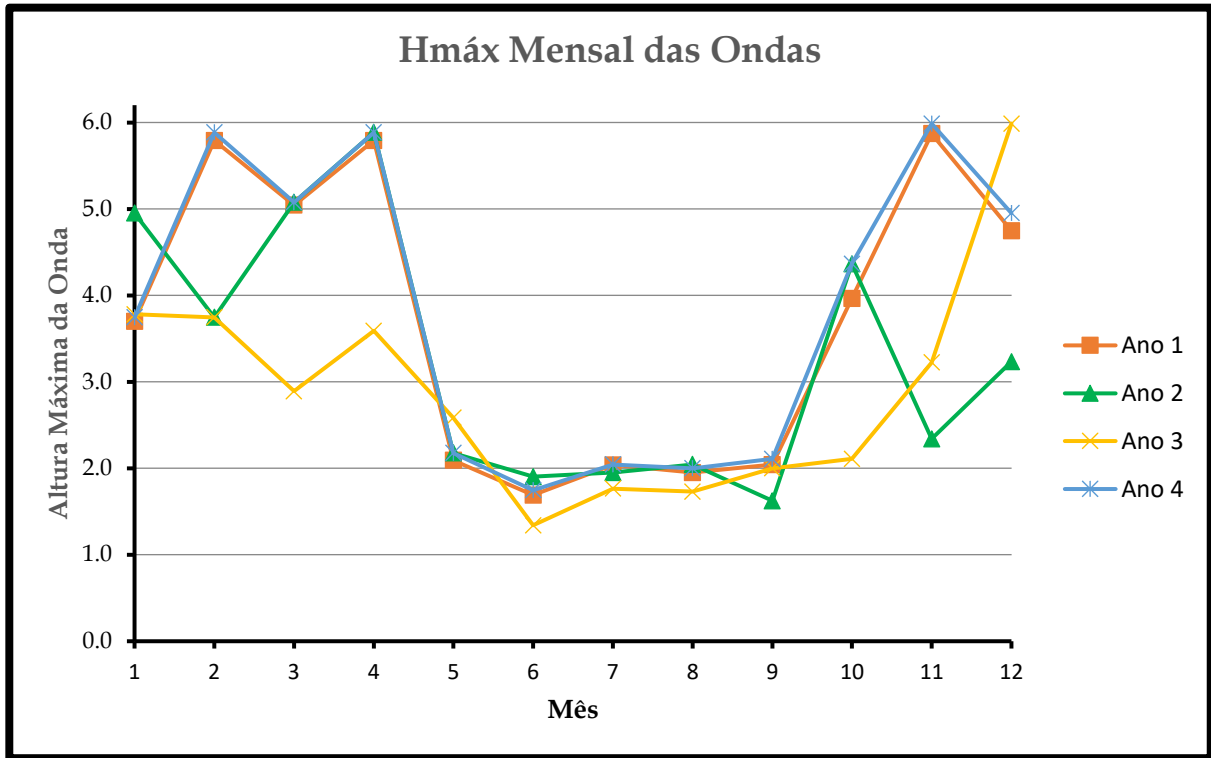


Fig. 7 - Global dos anos em estudo - Altura máxima mensal das ondas

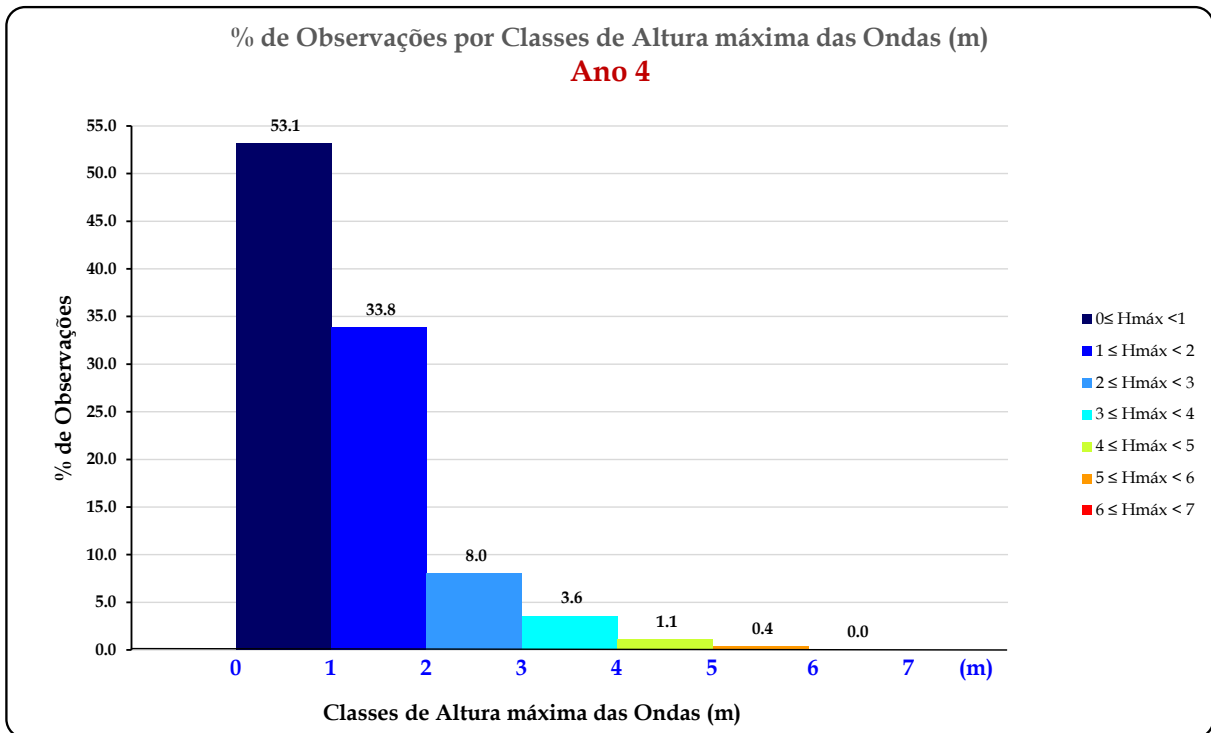


Fig. 8 - % de Observações por Classes de Altura máxima das Ondas (m) - Ano 4

Conclusão da Altura das Ondas

- A Altura das Ondas, no que corresponde à análise dos dados apresentados, não ultrapassa os 6 m, o que está em linha com o valor apresentado como extremo a 40 anos.
- Tomando como exemplo o Ano 4, fez-se uma síntese mais pormenorizada da incidência de Altura de Ondas superiores a 4 m, tendo-se obtido os seguintes resultados:
 - 3/março - 15 observações
 - 8/abril - 2 observações
 - 9/abril - 12 observações
 - 27 a 29/novembro - 40 observações
 - 18/dezembro - 1 observação
 - 22 a 23/dezembro - 6 observações + 4 observações
 - 24/dezembro - 6 observações
 - 25/dezembro - 12 observações

No Ano 4, ocorre um total de 98 observações de Altura de Ondas superiores a 4 m, mais propriamente entre 4 m e 5.9 m a que corresponde 1.5 % do total de observações anuais.

- As observações indicadas em cada situação apresentam-se sempre seguidas, podendo dizer-se que o fenómeno, em cada episódio (com exceção para a ocorrência de novembro), não ultrapassa as 12 h.
- 86.9 % das Ondas não ultrapassam os 2 m.
- Por indicação doutras fontes, nomeadamente o IPMA, esporadicamente poderão aparecer ondas de 10 m.

Direção das Ondas

As ondas podem ter qualquer direção, dependente da direção do vento.

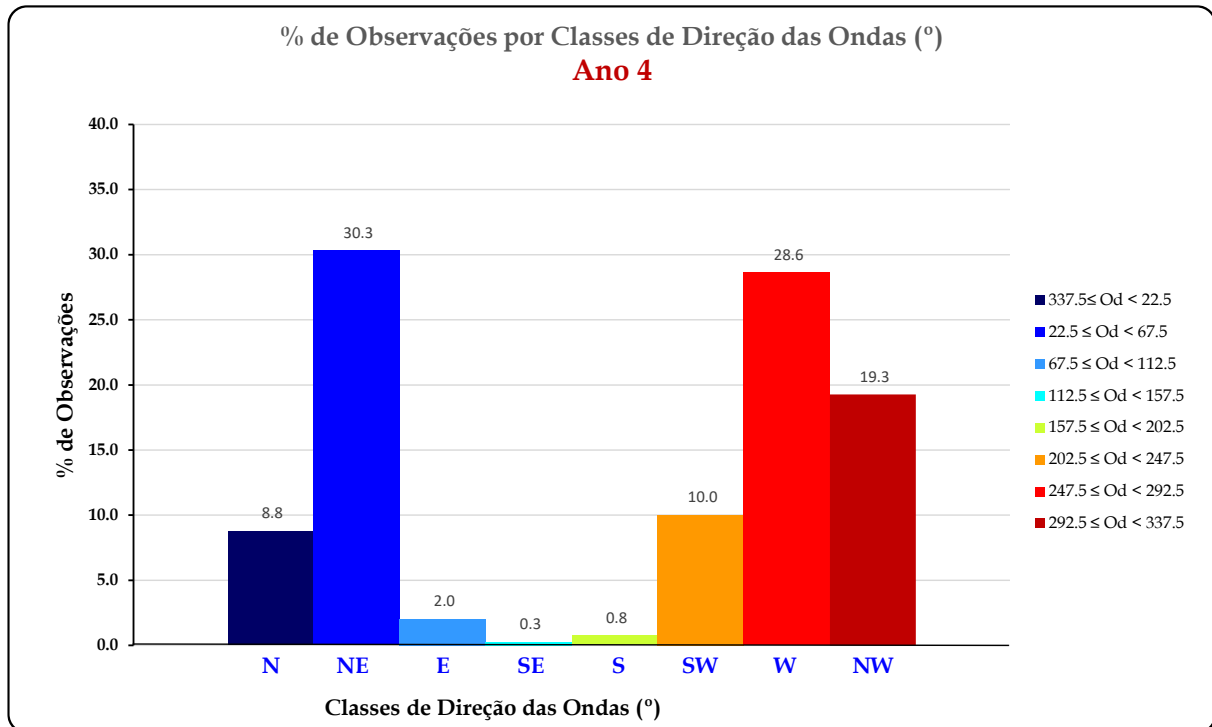


Fig. 9 - % de Observações por Classes de Direção das Ondas (°) - Ano 4

Conclusão da Direção das Ondas

- A direção das ondas é fundamentalmente de:
 - Nordeste 30.3 %
 - Oeste..... 28.6 %
 - Noroeste..... 19.3 %

Sendo inexpressivas as direções Este, Sudeste e Sul.

Frequência das ondas (Hertz)

Frequência da onda (f) o número de cristas ou vales consecutivos que passam por um mesmo ponto numa unidade de tempo. A unidade é o Hertz (Hz).

Diretamente dos dados fornecidos pela ARDITI, consideraram-se os valores máximos mensais.

Com base em dados fornecidos pela ARDITI em 2021-03-05 - Ano 1

| Meses | Fmáx Mensal |
|-------|-------------|
| 1 | 0.3771 |
| 2 | 0.3778 |
| 3 | 0.3761 |
| 4 | 0.3773 |
| 5 | 0.3780 |
| 6 | 0.3775 |
| 7 | 0.3763 |
| 8 | 0.3776 |
| 9 | 0.3777 |
| 10 | 0.3767 |
| 11 | 0.3768 |
| 12 | 0.3764 |

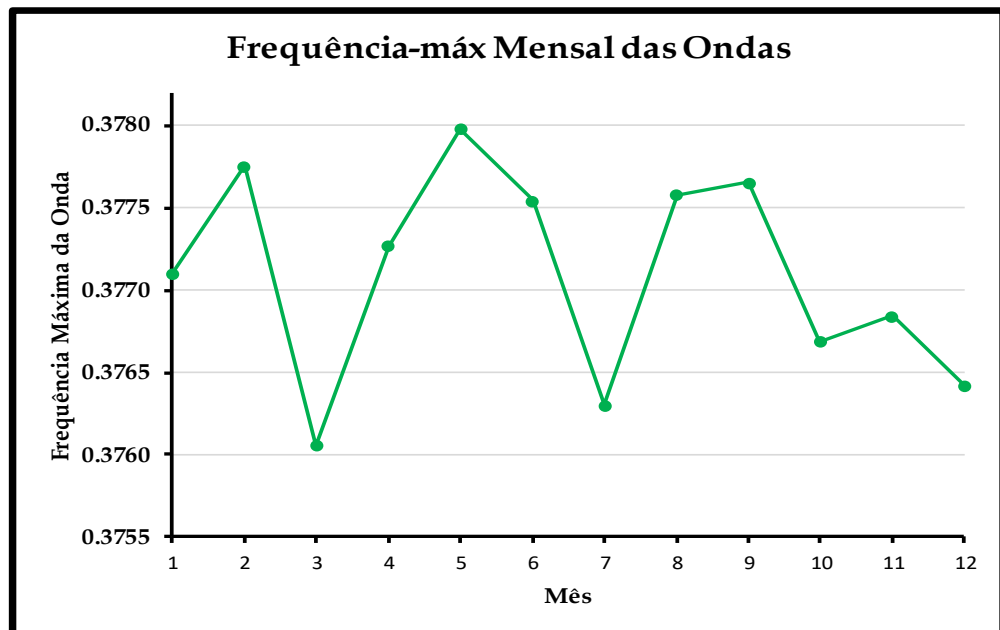


Fig. 10 - Ano 1 - Frequência máxima mensal das ondas

Com base em dados fornecidos pela ARDITI em 2021-03-25 - Ano 2

| Meses | Fmáx Mensal |
|-------|-------------|
| 1 | 0.3734 |
| 2 | 0.3768 |
| 3 | 0.3756 |
| 4 | 0.3771 |
| 5 | 0.3781 |
| 6 | 0.3768 |
| 7 | 0.3766 |
| 8 | 0.3765 |
| 9 | 0.3779 |
| 10 | 0.3768 |
| 11 | 0.3773 |
| 12 | 0.3770 |

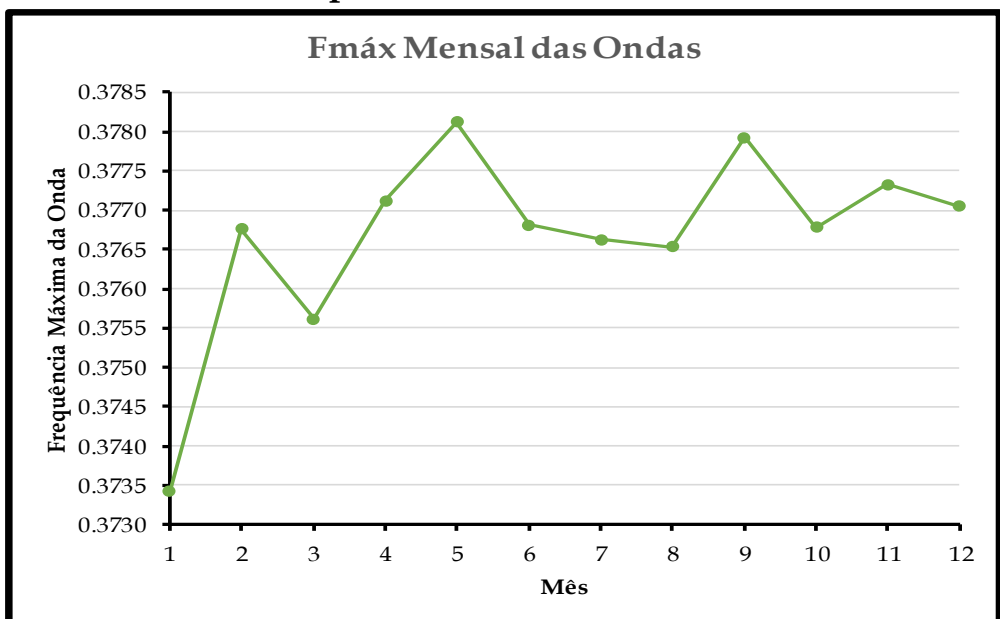


Fig. 11 - Ano 2 - Frequência máxima mensal das ondas

Com base em dados fornecidos pela ARDITI em 2021-03-25 - **Ano 3**

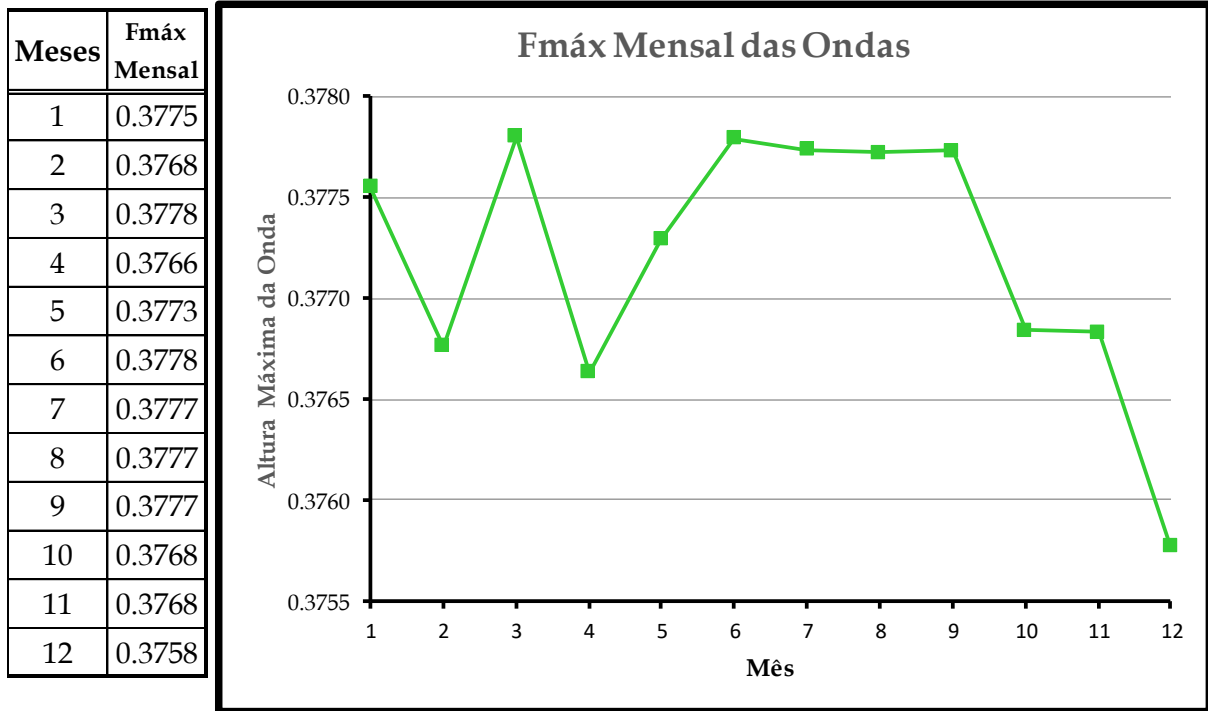


Fig. 12 - Ano 3 - Frequência máxima mensal das ondas

Com base em dados fornecidos pela ARDITI em 2021-04-01 - **Ano 4**

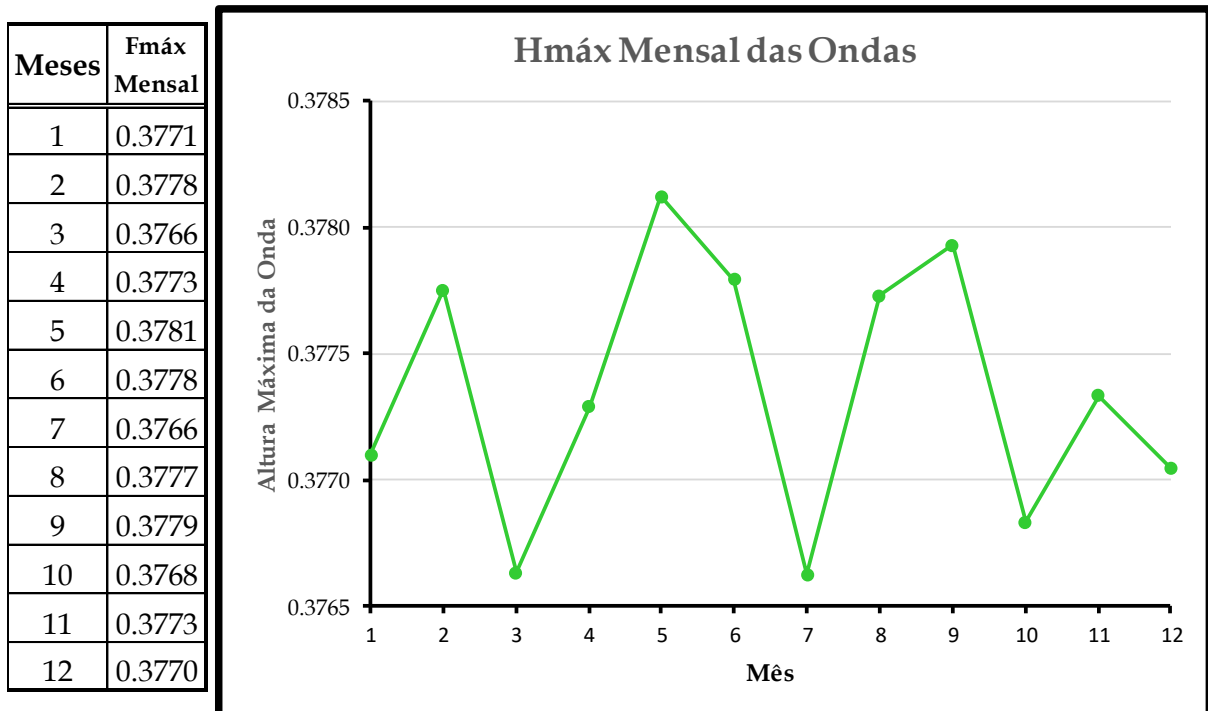


Fig. 13 - Ano 4 - Frequência máxima mensal das ondas

Adotando uma visão global da Frequência das Ondas, nos anos em estudo:

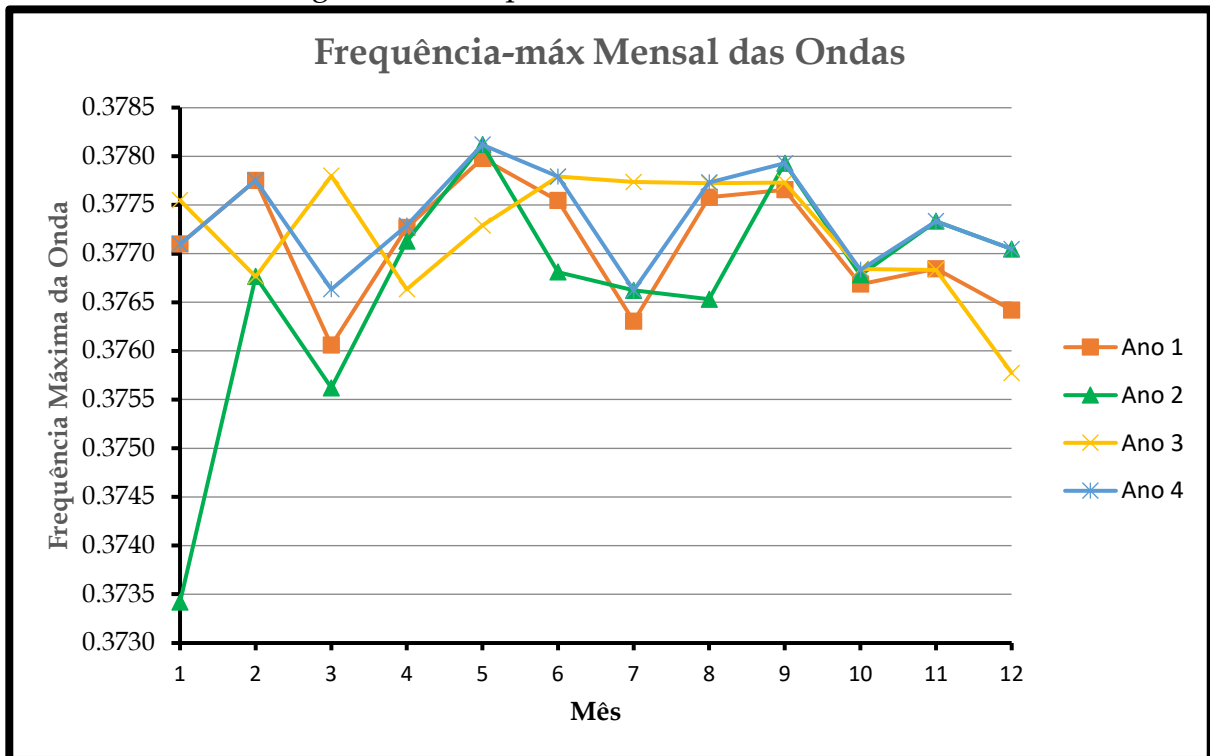


Fig. 14 - Global dos anos em estudo - Frequência máxima mensal das ondas

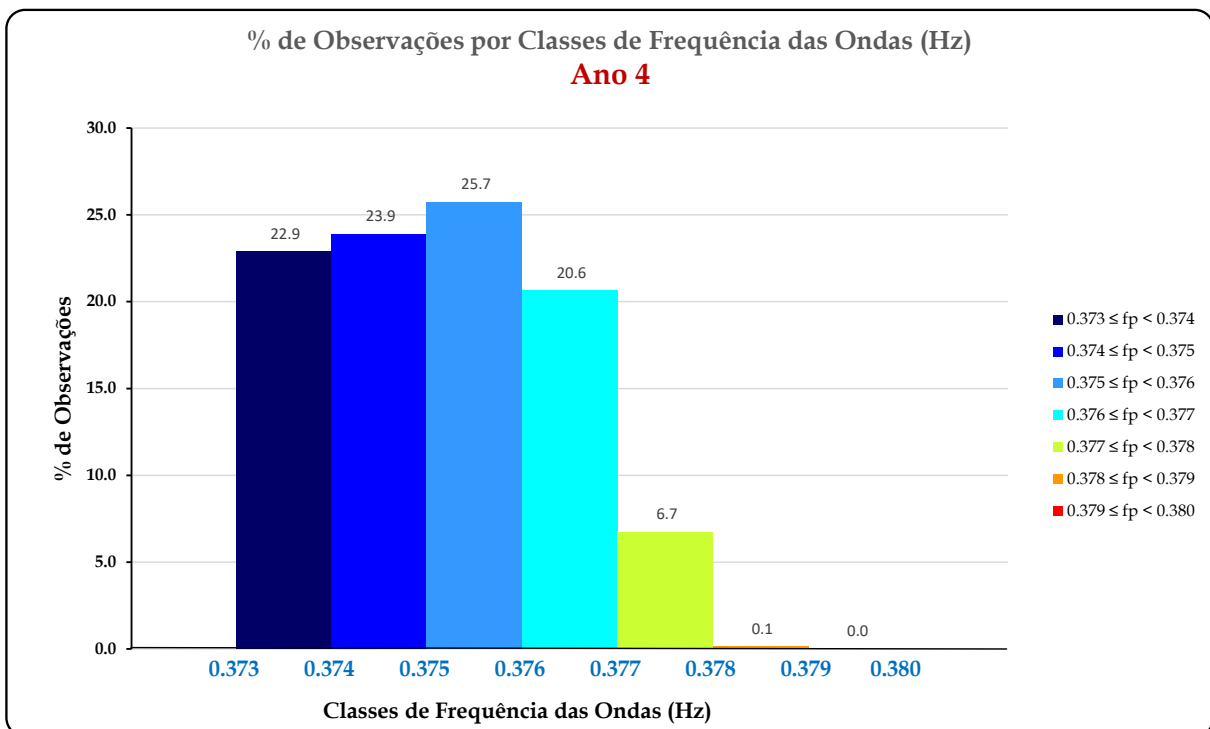


Fig. 15 - % de Observações por Classes de Frequência das Ondas (Hz) - Ano 4

| Extremo a 40 anos | |
|-------------------|----------------------------------|
| 25/03/2021 | Fsupremo 0.3781 |

Fig. 16 - Extremo de Frequência das Ondas a 40 anos

Conclusão da Frequência das Ondas

- A Frequência das Ondas no que corresponde à análise dos dados apresentados, não ultrapassa os 0.3781 hertz, que é também o valor apresentado como extremo a 40 anos.
- Embora para o objetivo do nosso trabalho sejam os valores máximos da Frequência das Ondas que nos interessam, apresentamos uma tabela com os máximos e mínimos anuais:

Tabela 4 - Valores máximos e mínimos anuais da Frequência das Ondas

| Frequência da Onda (Hz) | | |
|-------------------------|-----|--------|
| Ano 1 | Máx | 0.3780 |
| | Mín | 0.1237 |
| Ano 2 | Máx | 0.3781 |
| | Mín | 0.1262 |
| Ano 3 | Máx | 0.3778 |
| | Mín | 0.1300 |
| Ano 4 | Máx | 0.3781 |
| | Mín | 0.1262 |

- A Frequência das Ondas nos quatro anos analisados varia entre 0.1237 Hz e 0.3781 Hz; sendo que a frequência superior a 0,377 Hertz tem uma incidência de 0.1 %.

Correntes

Correntes oceânicas ou correntes marítimas são o fluxo das águas dos oceanos, ordenadas ou não, decorrentes da:

- inércia da rotação do planeta Terra;
- ventos;
- diferença de densidade/salinidade.

A água constituinte dos oceanos não é estática, as correntes marinhas propriamente ditas formam uma verdadeira circulação, que modifica o estado físico e químico da massa oceânica e cuja influência até se faz sentir de forma marcada no clima dos continentes.

Na nossa localização, tendo em conta a variação súbita da profundidade do fundo marinho é previsível o aparecimento de marés e correntes associadas.

Gráficos fornecidos pela INNOVAKEME

Elementos fornecidos pela INNOVAKEME em 2021-03-12, diretamente as “Current Rose” a 0 m (superfície) e 60 m (profundidade).

Na profundidade de 0 m (Superfície)

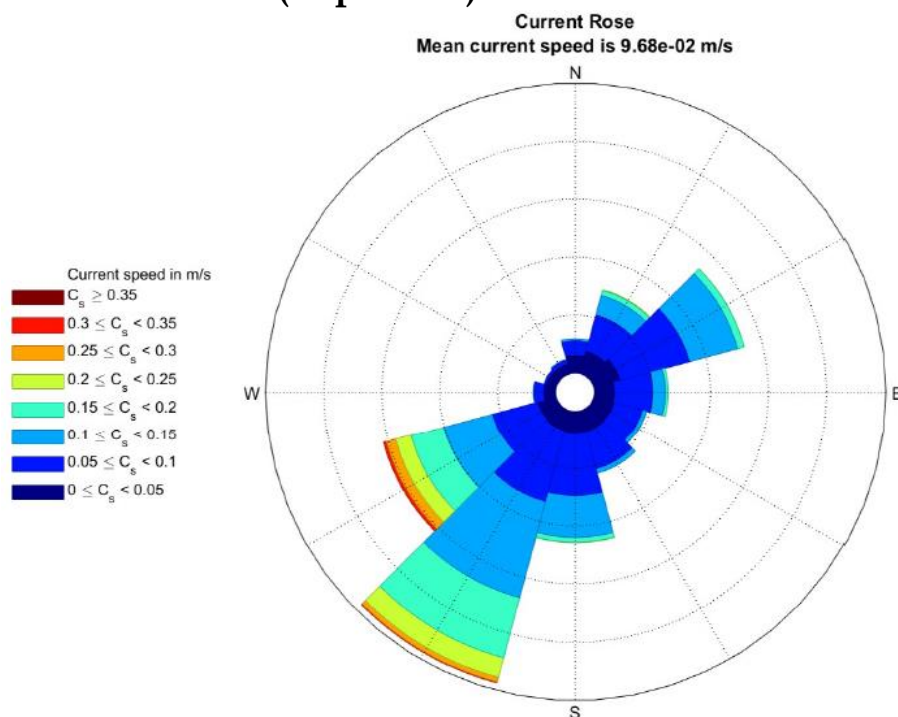


Fig. 17 – Rosa das Correntes a 0 m (Fonte: INNOVAKEME – 2021-03-12)

Na profundidade de 60 m

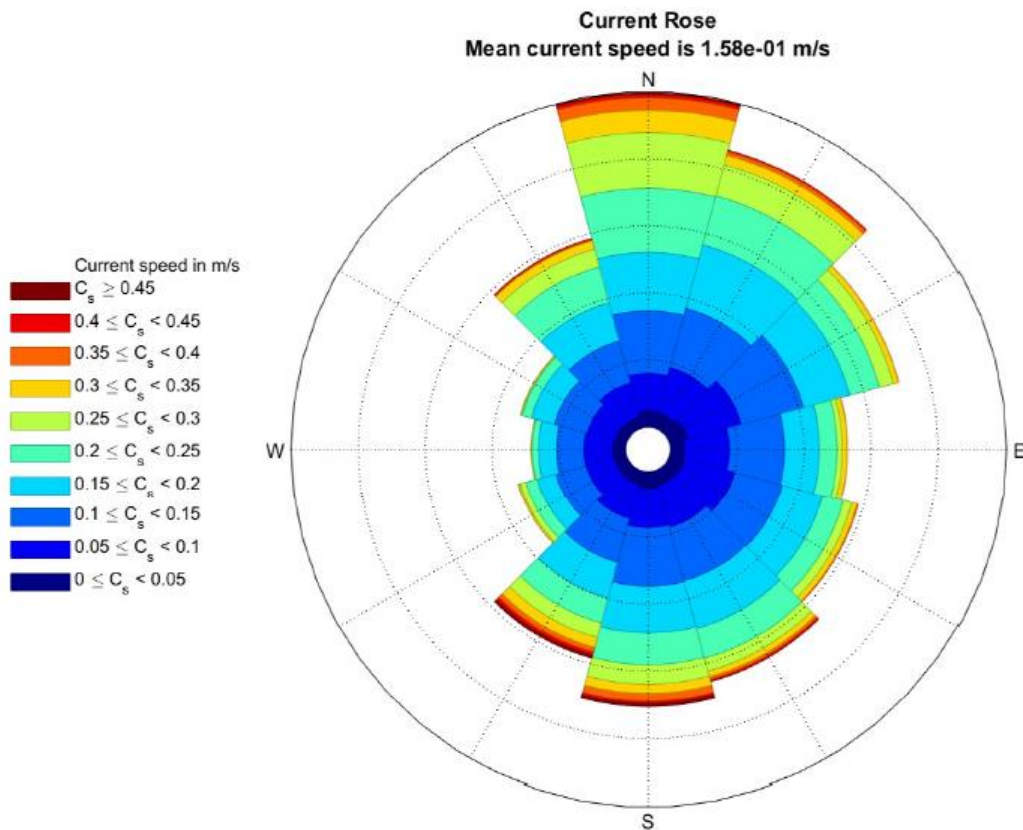


Fig. 18 - Rosa das Correntes a 60 m (Fonte: INNOVAKEME – 2021-03-12)

Com base em dados fornecidos pela ARDITI em 2021-03-25, perfazendo 1 ano (Ano), efetuou-se o estudo da velocidade e direção da Corrente a 0 m (superfície) e a 60 m.

Velocidade da Corrente

As Correntes Marinhas têm velocidades fracas (não ultrapassam geralmente os 2 nós) a sua influência é considerável tanto para a navegação como para a economia geral dos mares e para o clima.

As Correntes Marinhas destacam-se somente para velocidades superiores a meio nó, apresentando alguma regularidade, sendo as com velocidades inferiores, muitas vezes irregulares e mal localizadas.

Nas águas profundas, os movimentos são muito lentos tendendo a uniformizar as condições térmicas e de salinidade.

A circulação nas camadas mais superficiais, muito mais rápida e com contrastes mais acentuados.

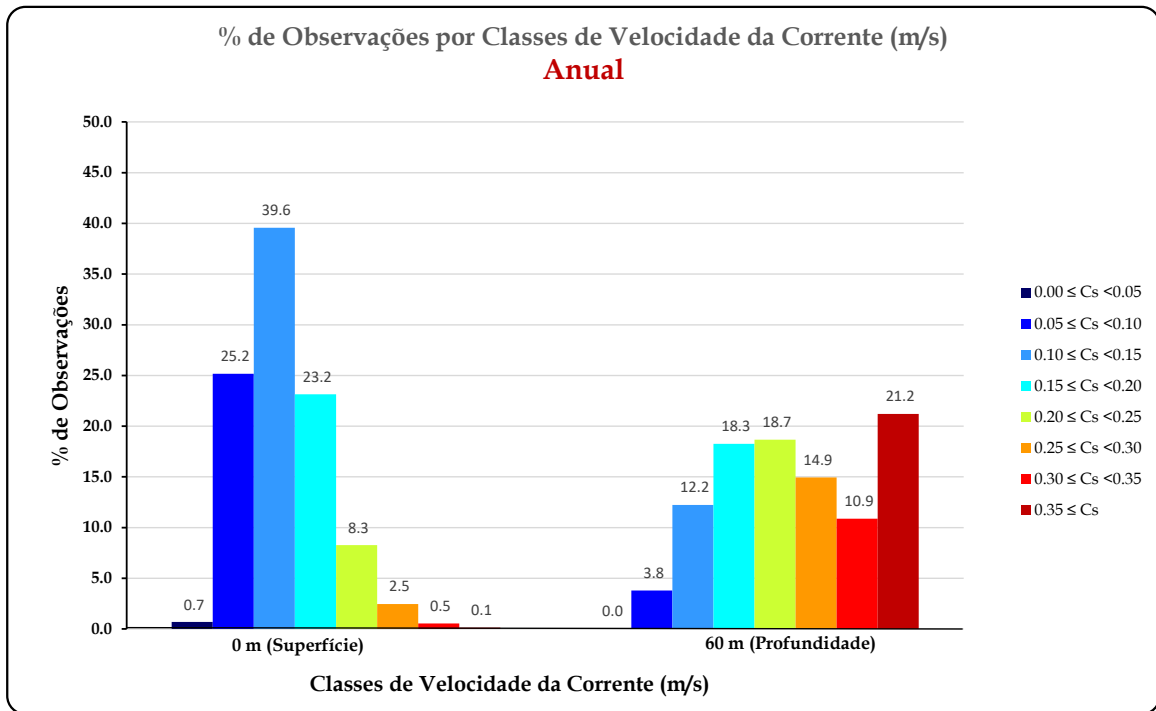


Fig. 19 - % de Observações p/ Classes de Velocidade da Corrente (m/s) - Anual

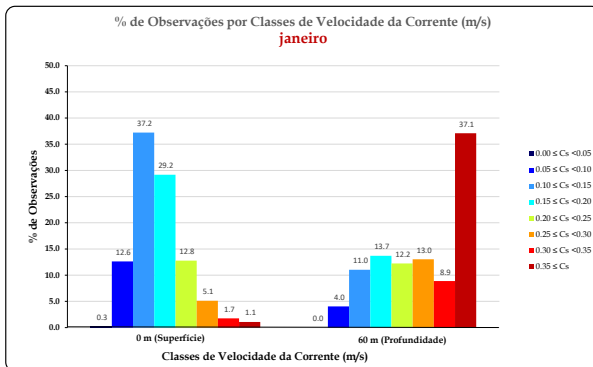


Fig. 20 - % de Observações p/ Classes de Velocidade da Corrente (m/s) - janeiro

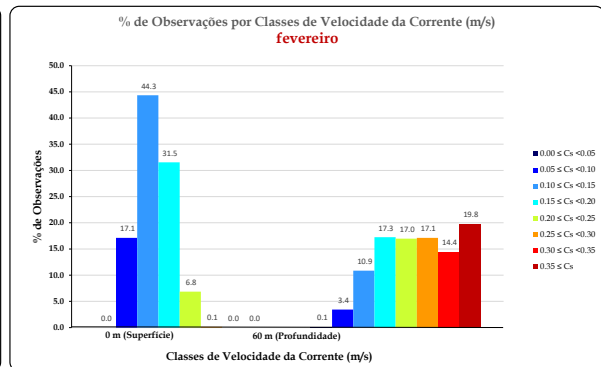


Fig. 21 - % de Observações p/ Classes de Velocidade da Corrente (m/s) - fevereiro

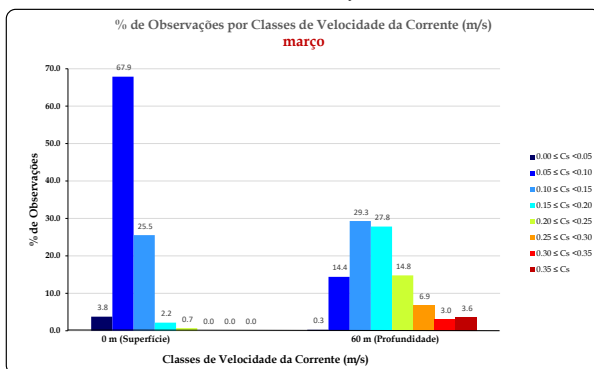


Fig. 22 - % de Observações p/ Classes de Velocidade da Corrente (m/s) - março

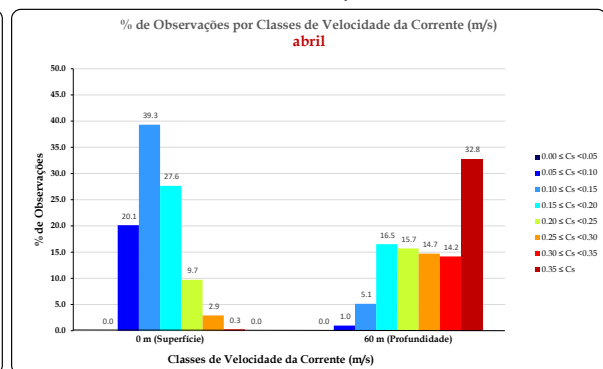


Fig. 23 - % de Observações p/ Classes de Velocidade da Corrente (m/s) - abril

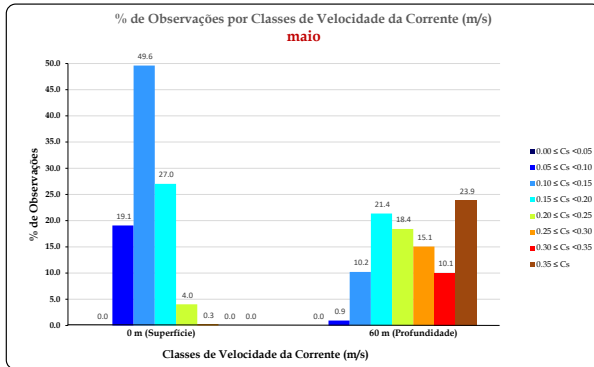


Fig. 24 - % de Observações p/ Classes de Velocidade da Corrente (m/s) - maio

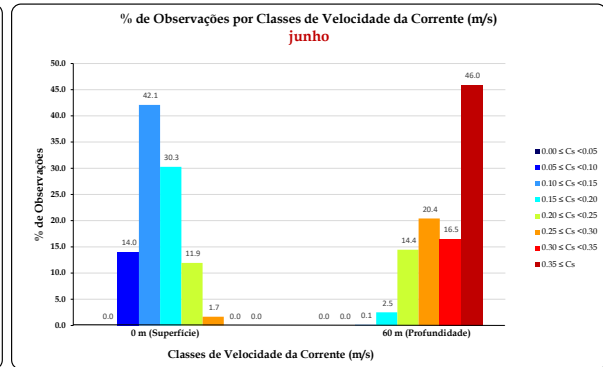


Fig. 25 - % de Observações p/ Classes de Velocidade da Corrente (m/s) - junho

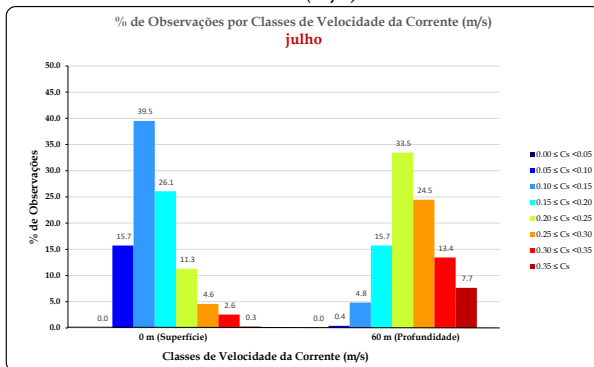


Fig. 26 - % de Observações p/ Classes de Velocidade da Corrente (m/s) - julho

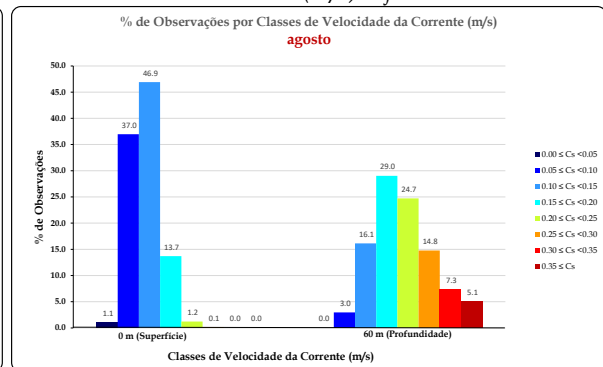


Fig. 27 - % de Observações p/ Classes de Velocidade da Corrente (m/s) - agosto

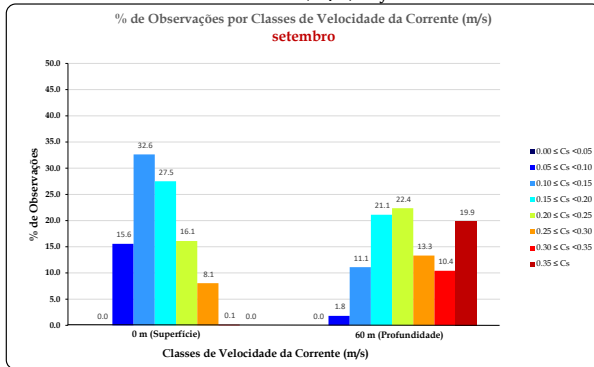


Fig. 28 - % de Observações p/ Classes de Velocidade da Corrente (m/s) - setembro

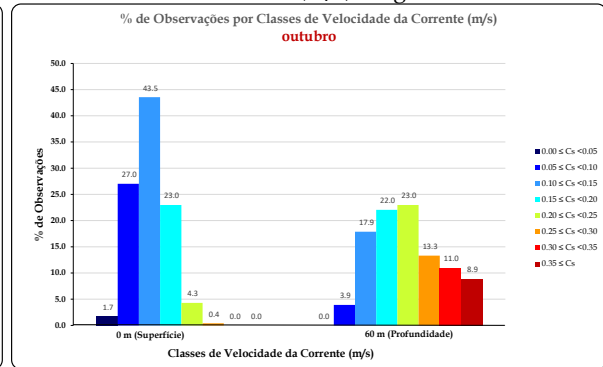


Fig. 29 - % de Observações p/ Classes de Velocidade da Corrente (m/s) - outubro

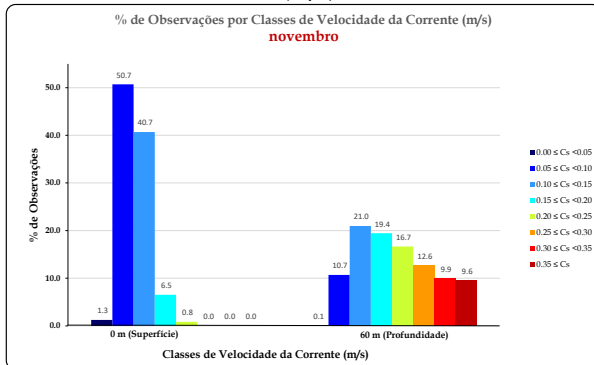


Fig. 30 - % de Observações p/ Classes de Velocidade da Corrente (m/s) - novembro

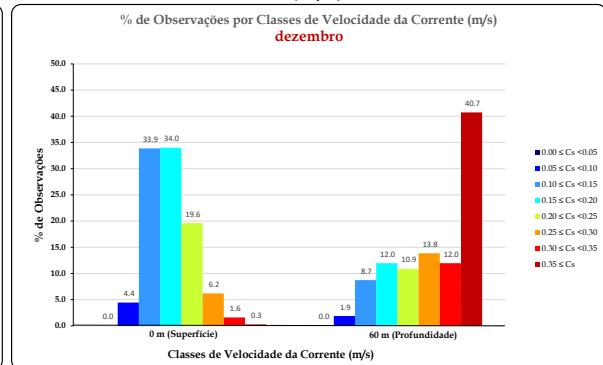


Fig. 31 - % de Observações p/ Classes de Velocidade da Corrente (m/s) - dezembro

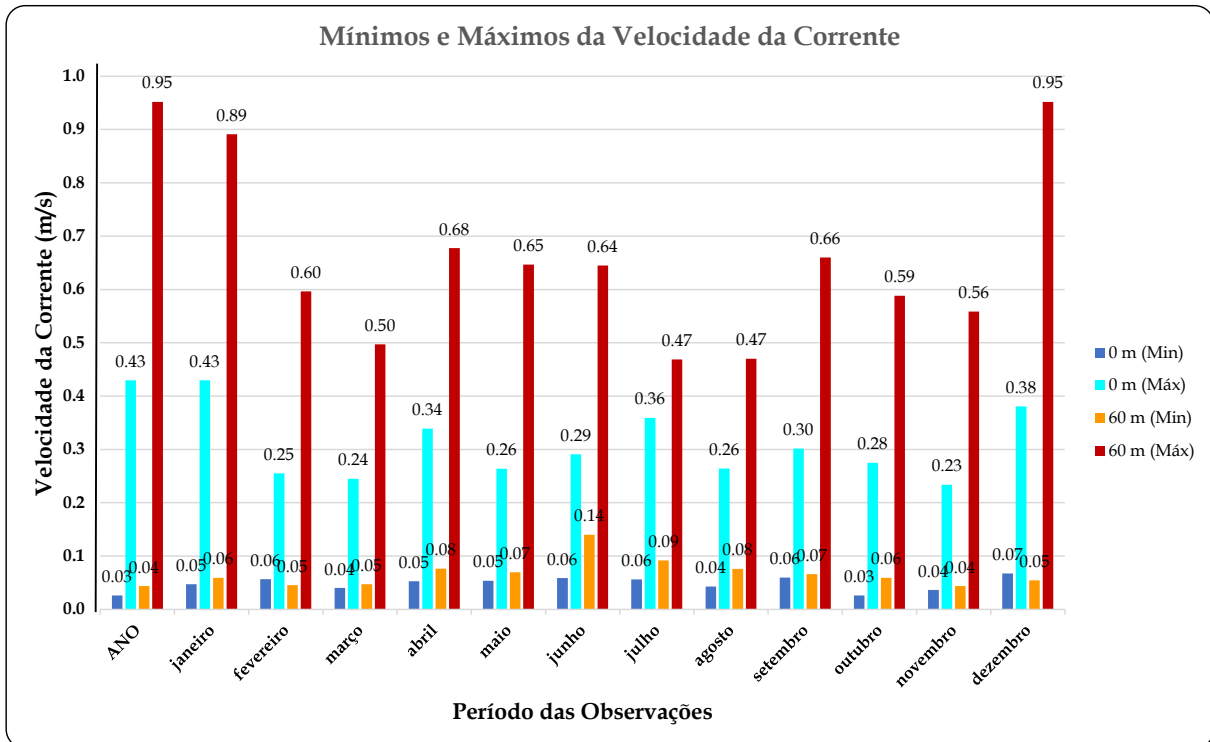


Fig. 32 - Mínimos e Máximos da Velocidade da Corrente "ANO" e Mensal

Direção da Corrente

As correntes marinhas designam-se sempre pela direção segundo a qual se dirigem, estando assim em oposição direta com o método de denominação dos ventos.

Um vento Oeste (origem), leva o ar do Oeste para o Leste.

Uma corrente Oeste (destino), leva a água do Leste para o Oeste.

A velocidade e a direção de todas as correntes são muito inconstantes, podem sofrer, local e regionalmente grandes, variações.

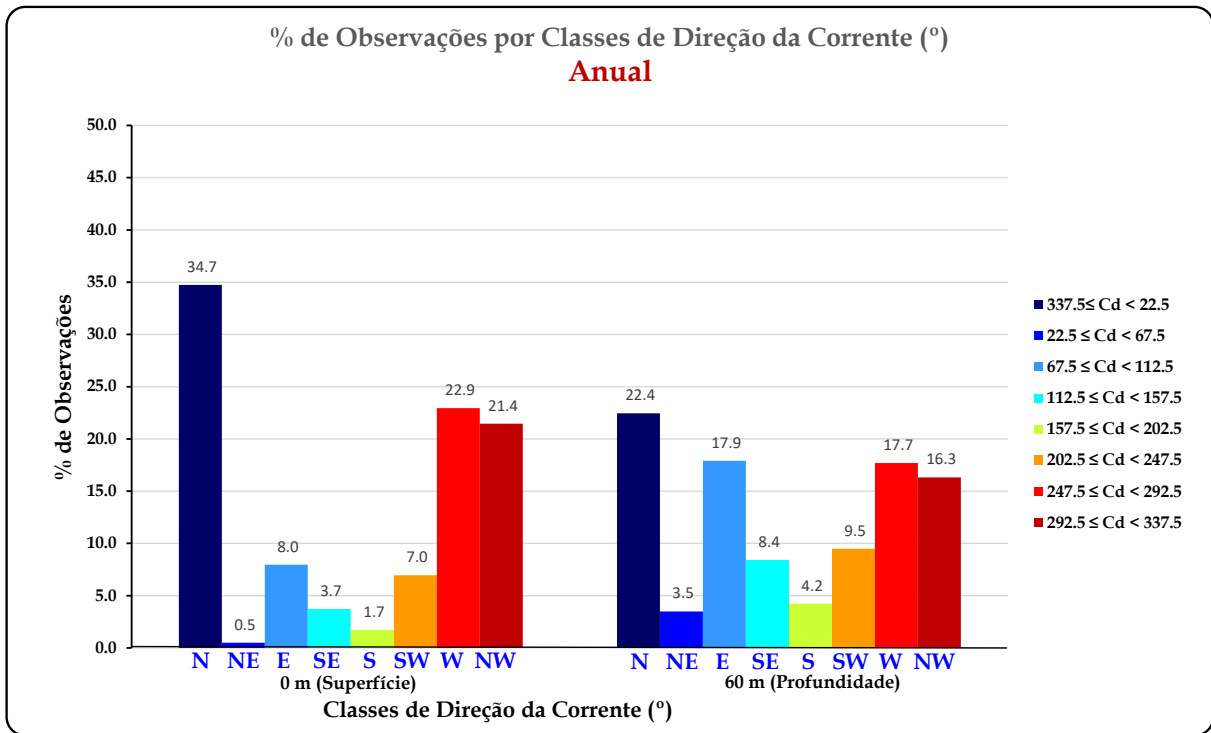


Fig. 33 - % de Observações p/ Classes de Direção da Corrente (°) - Anual (0 e 60 m)

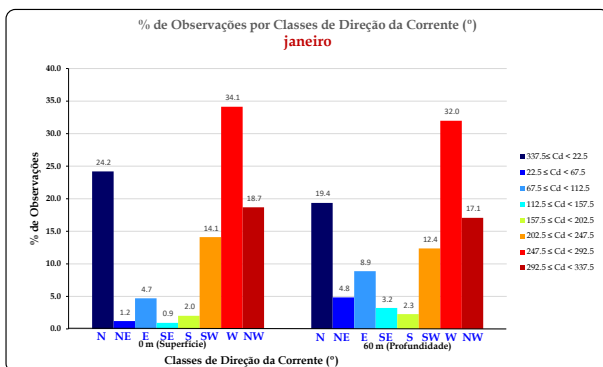


Fig. 34 - % de Observações p/ Classes de Direção da Corrente (m/s) - janeiro

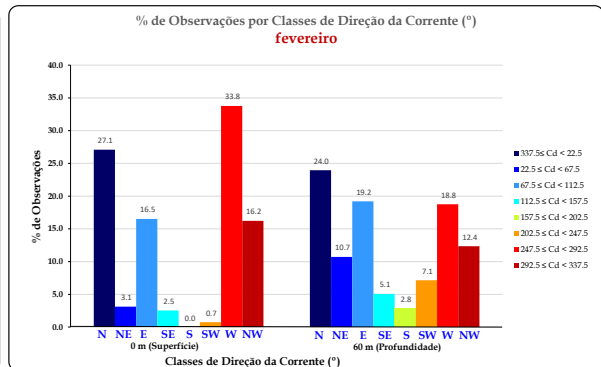


Fig. 35 - % de Observações p/ Classes de Direção da Corrente (m/s) - fevereiro

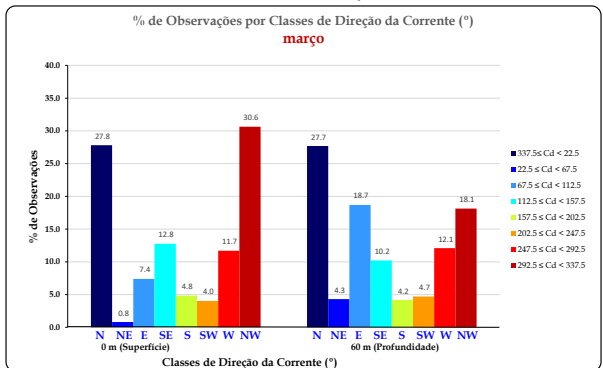


Fig. 36 - % de Observações p/ Classes de Direção da Corrente (m/s) - março

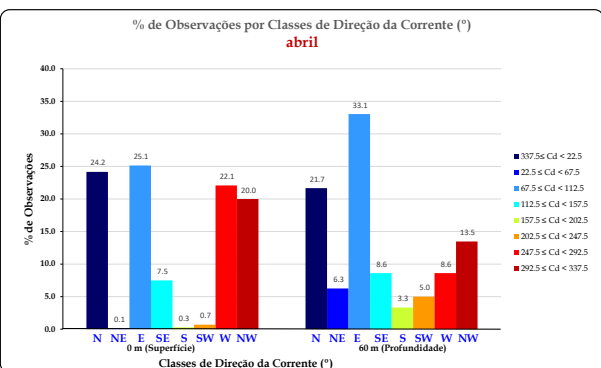


Fig. 37 - % de Observações p/ Classes de Direção da Corrente (m/s) - abril

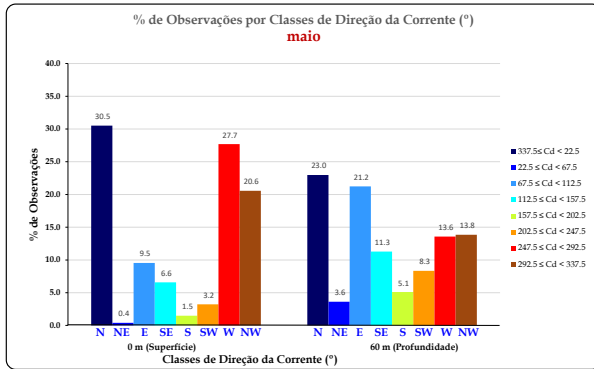


Fig. 38 - % de Observações p/ Classes de Direção da Corrente (m/s) - maio

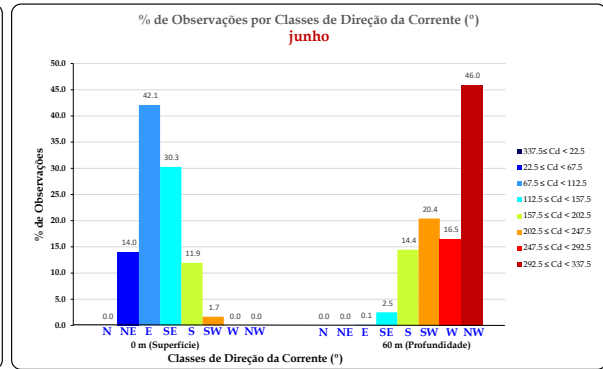


Fig. 39 - % de Observações p/ Classes de Direção da Corrente (m/s) - junho

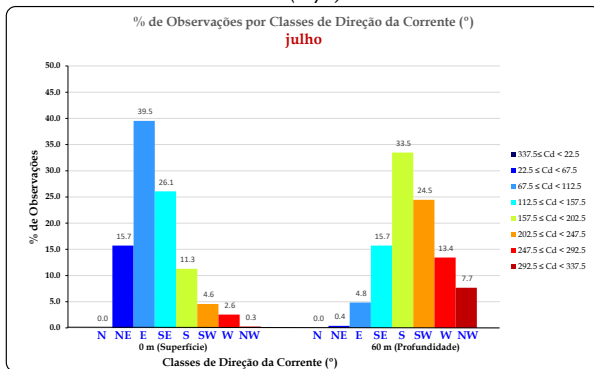


Fig. 40 - % de Observações p/ Classes de Direção da Corrente (m/s) - julho

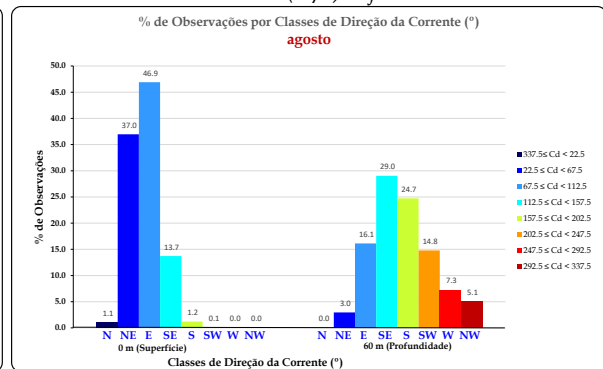


Fig. 41 - % de Observações p/ Classes de Direção da Corrente (m/s) - agosto

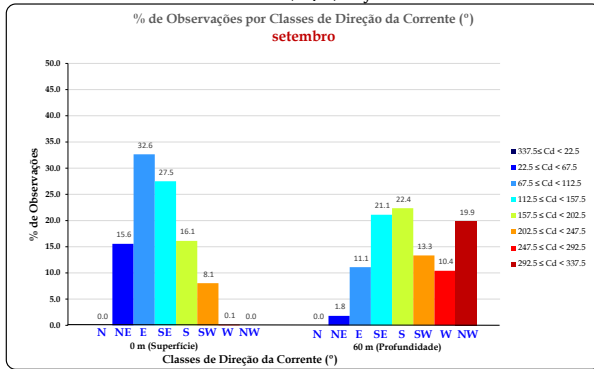


Fig. 42 - % de Observações p/ Classes de Direção da Corrente (m/s) - setembro

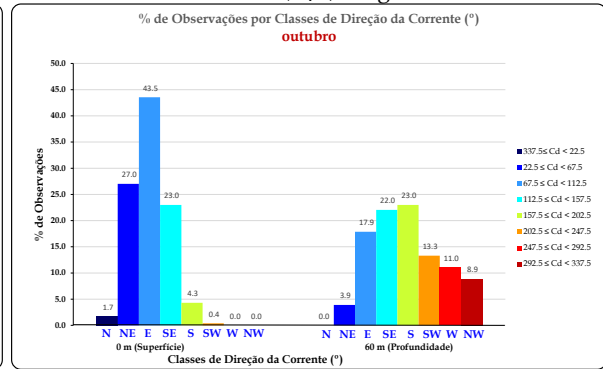


Fig. 43 - % de Observações p/ Classes de Direção da Corrente (m/s) - outubro

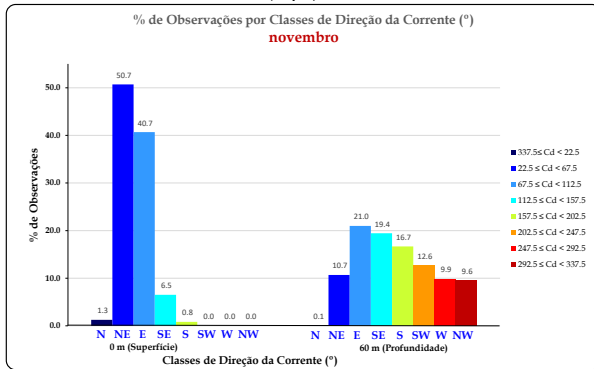


Fig. 44 - % de Observações p/ Classes de Direção da Corrente (m/s) - novembro

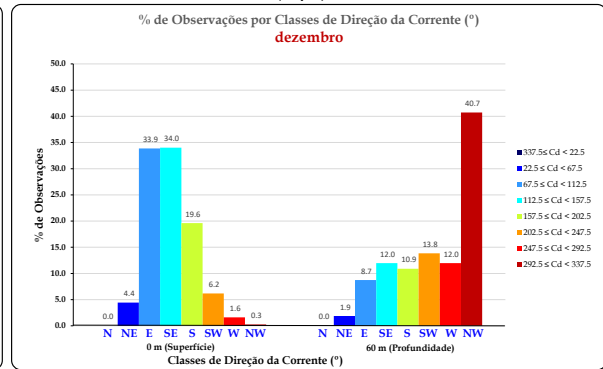


Fig. 45 - % de Observações p/ Classes de Direção da Corrente (m/s) - dezembro

Conclusão das Correntes

- A direção da Corrente é fundamentalmente:

| | <u>0 m</u> | <u>60 m</u> |
|-----------------|------------|-------------|
| • Norte..... | 34.7 % | 22.4 % |
| • Este..... | | 17.9 % |
| • Oeste..... | 22.9 % | 17.7 % |
| • Noroeste..... | 21.4 % | 16.3 % |

- A Corrente média à superfície (0 m) é de 0,0968 m/s, variando entre 0.05 m/s e 0.48 m/s, sendo predominantemente de Sul para Norte (34.7 %)
- A Corrente média em profundidade de 60 m é de 0,158 m/s, sendo predominantemente de Sul para Norte (22.4 %).

Para o nosso trabalho interessa-nos sobretudo a situação à superfície.

Algumas apreciações sobre os dados Oceanográficos fornecidos pela ARDITI

- ❖ Este trabalho tem como finalidade o estudo dos dados Oceanográficos que nos levem à escolha criteriosa das ECO - Estruturas de cultura offshore.
- ❖ As variáveis Oceanográficas que mais incidem para essa escolha são: Altura Máxima das Ondas e Frequência das Ondas (ou Período das Ondas sendo necessário caracterizar somente uma delas).
- ❖ As Correntes, não têm tanto a ver com a caracterização dos equipamentos, mas com a posição relativa da colocação desses equipamentos em relação à plataforma.

ANEXOS

(em separado)

ANEXO Ano 1 - Dados ARDITI e sua análise

ANEXO Ano 2 - Dados ARDITI e sua análise

ANEXO Ano 3 - Dados ARDITI e sua análise

ANEXO Ano 4 - Dados ARDITI e sua análise

ATIVIDADE 2.5

POTENCIAL DA PLATAFORMA FLUTUANTE OFFSHORE COM SISTEMA DE MULTI-TURBINAS

Novembro 2020

1 Visão geral da Tecnologia da plataforma flutuante

A tecnologia da fundação flutuante do nosso parceiro Hexicon, que está em contínuo desenvolvimento é caracterizada por:

- Uma estrutura semi-submersível de aço triangular que integra duas turbinas eólicas inclinadas;
- Colunas com tanques de lastro para fornecer flutuabilidade e estabilidade em todas as condições;
- Sistema de amarração de ponto único conectado à coluna frontal para permitir a rotação da plataforma.

A fundação flutuante é amarrada ao fundo do mar e os cabos elétricos submarinos são configurados para permitir os movimentos da plataforma.



Figura 1 - Tecnologia da Energia Eólica flutuante da Hexicon

O uso da tecnologia de multi-turbina permite o desenvolvimento de projetos com eficiência, tanto em termos de custo quanto de área ocupada. Com duas turbinas eólicas instaladas numa única fundação/plataforma que gira em alinhamento com a direção do vento, o fabricante prevê até 70% de aumento da capacidade de produção de energia, a ser instalada numa determinada área em comparação com soluções de turbina única. Para além disso estimam usar menos 45% de cabos entre plataformas no caso de ser instalados mais plataformas formando um parque eólico flutuante.

Como já referido, a característica principal da fundação multi-turbina é a sua capacidade de girar passivamente e alinhar-se com a direção do vento (“cata-vento”), como ilustra a figura seguinte. A plataforma consiste num sistema de amarração de um único ponto, permitindo que as forças aerodinâmicas atuam nas duas turbinas como resultado da chegada do vento. Estas forças combinadas com sua distância horizontal do ponto de rotação da plataforma na torre, fornecem um

mecanismo de rotação automática e passiva resultando no movimento da plataforma como se fosse um cata-vento.

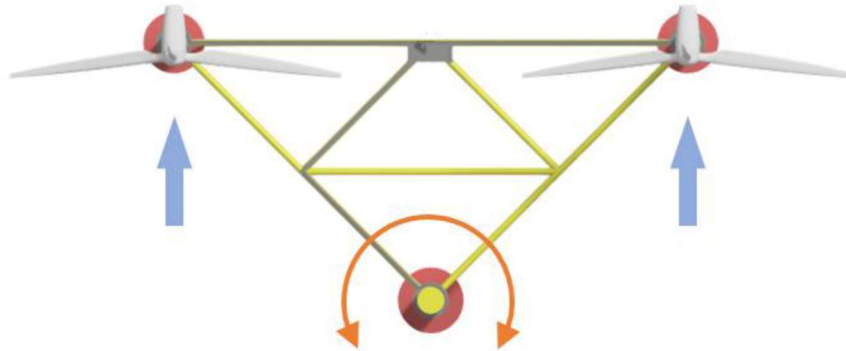


Figura 2 - Esquema ilustrativo do Sistema de cata-vento da plataforma flutuante

Com este design garantem que as duas turbinas sejam posicionadas próximas uma da outra sem nenhum aumento de carga ou redução na produção de eletricidade.

Como os cata-ventos de fundação flutuantes, as turbinas dentro do parque eólico mudam suas posições relativas. Esta é uma diferença fundamental entre a tecnologia proposta e as fundações de uma única turbina, onde a posição das turbinas é fixa e, portanto, a distância entre as turbinas em parques eólicos com fundações de uma única turbina precisa ser maior.

Uma estrutura de treliça em aço conecta as colunas flutuantes e os tanques de lastro, e que fornece à fundação flutuante resistência e rigidez suficientes para operações em condições meteoceânicas presentes no local do projeto.

A fundação flutuante é projetada de forma que a montagem da torre e a instalação da turbina sejam realizadas em instalações onshore, eliminando a necessidade de operações offshore de levantamento pesado ou construção. Esta mais valia deve-se ao pequeno calado necessário na flutuação e outras condições de pré-serviço. Para mais informações relativas à fabricação e montagem ver a Atividade A4.5.

Espera-se que todas as fundações dentro de cada projeto sejam idênticas, mas cada unidade terá as amarrações configuradas individualmente e a respetiva disposição dos cabos adaptando-se assim à profundidade local e às variações do solo.

Além disso, será necessário menos cabo entre as turbinas, uma vez que duas turbinas estão conectadas à mesma plataforma flutuante e a perturbação do fundo do mar associada ao enterramento do cabo é reduzida. Estudos realizados sobre a diminuição do comprimento de cabos indicam que há uma redução aproximada de 45% no comprimento de cabo por MW produzido, isto comparado com instalações de turbina única.



Outro aspeto positivo são as distâncias mais curtas a ser percorridas durante a operação e manutenção (O&M), pois duas turbinas podem ser alcançadas com uma única transferência de tripulação. Esses fatores juntos contribuem para um uso mais eficiente de uma determinada área offshore com uma pegada ambiental limitada.

1.1 Aplicação em Projetos

Um exemplo da aplicação desta tecnologia por parte da Hexicon foi o projeto Dounreay Tri, que consistia numa única plataforma de 2x5MW, o conceito básico foi desenvolvido através das fases de engenharia de PreFEED, FEED e Projeto Detalhado. O teste do modelo em escala foi realizado nas instalações da Marin na Holanda e milhares de casos de carga foram simulados em modelos numéricos acoplados.

Em termos dos estudos da cadeia de suprimentos realizados, os esforços de desenvolvimento do projeto Dounreay Tri deram à Hexicon um entendimento profundo de como um projeto eólico flutuante pode ser contratado com interfaces adequadas entre os escopos e o esforço de engenharia necessário.

O projeto de última geração, que inclui torres inclinadas e sistema de amarração TLP, foi avaliado com análise acoplada durante 2019. O principal fator para torres inclinadas é a redução do tamanho, peso e custos da plataforma. Este projeto é a tecnologia que está sendo considerada no Projeto Donghae TwinWind, atualmente na fase de PreFEED.

1.2 Análise SWOT

Tabela 1 - Análise SWOT da plataforma flutuante Hexicon

| | Catenária | TLP |
|---------|--|---|
| PROS | <ul style="list-style-type: none"> Solução comprovada Mantém o calado constante Permite diferentes tecnologias de ancoragem | <ul style="list-style-type: none"> Pegada mínima Contribui para a estabilidade do sistema Sistema de amarração muito leve o que o torna mais barato Oferece o máximo de flexibilidade em relação ao layout do parque eólico Custos de instalação mais baixos |
| CONTRAS | <ul style="list-style-type: none"> Deslocamentos relativamente grandes Grande pegada de amarração Num parque eólico de grande capacidade, organizar os vários flutuadores pode ser um desafio devido à possível sobreposição de amarração e roteamento de cabos entre conjuntos | <ul style="list-style-type: none"> Mais sensível à composição do fundo do mar do que catenária Necessita de projeto de ancoragem especializado Instalação pode ser complicada |