

Tabela 16: Ocorrência conjunta (em %) de direção (°) e intensidade ($m s^{-1}$) das correntes modeladas no ponto H, em intervalos horários, entre março de 1992 e março de 1993, divididos nas estações de verão, outono, inverno e primavera. Tot é total, Ver é verão, Out é outono, Inv é inverno e Pri é primavera.

Ver	0-45°	45-90°	90-135°	135-180°	180-225°	225-270°	270-315°	315-360°	Tot.
0,00-0,10	8,47	2,87	0,88	1,90	6,02	6,16	2,59	4,31	33,19
0,10-0,20	13,75	1,48	0,09	0,37	10,65	3,66	0,00	0,42	30,42
0,20-0,30	9,49	0,09	0,00	0,00	7,69	0,56	0,00	0,00	17,82
0,30-0,40	4,58	0,05	0,00	0,00	6,25	0,14	0,00	0,00	11,02
0,40-0,50	1,81	0,00	0,00	0,00	3,19	0,00	0,00	0,00	5,00
0,50-0,60	0,51	0,00	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	0,00	1,76
0,60-0,70	0,19	0,00	0,00	0,00	0,46	0,00	0,00	0,00	0,65
0,70-0,80	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
0,80-0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,05
0,90-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00-1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,10-1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	38,89	4,49	0,97	2,27	35,56	10,51	2,59	4,72	
Out	0-45°	45-90°	90-135°	135-180°	180-225°	225-270°	270-315°	315-360°	Tot.
0,00-0,10	7,34	2,72	1,45	1,86	6,61	5,89	2,63	4,80	33,29
0,10-0,20	15,58	1,18	0,09	0,18	12,18	3,53	0,00	0,82	33,56
0,20-0,30	8,29	0,27	0,00	0,00	9,10	0,45	0,00	0,05	18,16
0,30-0,40	4,85	0,00	0,00	0,00	4,57	0,09	0,00	0,00	9,51
0,40-0,50	1,77	0,00	0,00	0,00	2,22	0,00	0,00	0,00	3,99
0,50-0,60	0,54	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,95
0,60-0,70	0,09	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	0,54
0,70-0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,80-0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,90-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00-1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,10-1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	38,45	4,17	1,54	2,04	35,55	9,96	2,63	5,66	

Inv	0-45°	45-90°	90-135°	135-180°	180-225°	225-270°	270-315°	315-360°	Tot.
0,00-0,10	5,03	2,85	1,04	1,99	5,75	4,48	1,45	3,85	26,45
0,10-0,20	9,96	1,13	0,05	0,18	12,18	3,35	0,09	0,45	27,40
0,20-0,30	8,24	0,18	0,00	0,05	11,78	0,41	0,00	0,00	20,65
0,30-0,40	4,98	0,05	0,00	0,00	9,51	0,09	0,00	0,00	14,63
0,40-0,50	2,90	0,00	0,00	0,00	3,89	0,00	0,00	0,00	6,79
0,50-0,60	1,59	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	2,58
0,60-0,70	0,82	0,00	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	1,09
0,70-0,80	0,32	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,41
0,80-0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,90-1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,00-1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,10-1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	33,83	4,21	1,09	2,22	44,47	8,33	1,54	4,30	
Pri	0-45°	45-90°	90-135°	135-180°	180-225°	225-270°	270-315°	315-360°	Tot.
0,00-0,10	3,85	1,88	0,55	2,06	5,72	5,04	1,83	2,52	23,44
0,10-0,20	7,51	1,28	0,23	0,37	12,91	3,34	0,00	0,32	25,96
0,20-0,30	7,19	0,32	0,00	0,00	12,59	0,64	0,00	0,00	20,74
0,30-0,40	3,34	0,05	0,00	0,00	10,07	0,14	0,00	0,00	13,60
0,40-0,50	1,74	0,00	0,00	0,00	7,69	0,00	0,00	0,00	9,43
0,50-0,60	0,60	0,00	0,00	0,00	4,17	0,00	0,00	0,00	4,76
0,60-0,70	0,41	0,00	0,00	0,00	1,05	0,00	0,00	0,00	1,47
0,70-0,80	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23
0,80-0,90	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
0,90-1,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23
1,00-1,10	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
1,10-1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	25,23	3,53	0,78	2,43	54,21	9,16	1,83	2,84	

4.2. Período de Retorno

PASTA n°
68018/2016
Fls. 341 Rubrica: <i>mor</i>

Correntes de grandes intensidades podem afetar as operações de atracação de embarcações. O conhecimento destas correntes extremas também é importante para o correto dimensionamento de estruturas marítimas. Por estes motivos, nesta seção, serão investigados eventos extremos na magnitude das correntes nos pontos selecionados (Figura 5).

Em cada ponto, a série temporal de correntes modelada foi reamostrada, para que fosse obtido um novo conjunto de dados onde apenas as correntes de máxima magnitude diária fossem consideradas. Posteriormente, esses conjuntos foram divididos por estações do ano.

A Tabela 17 e a Figura 14 à Figura 21 apresentam os primeiros momentos estatísticos dos dados de intensidade da corrente diária máxima para as estações do ano nos pontos selecionados. A corrente de maior magnitude ocorre na primavera no ponto F ($1,20 \text{ m s}^{-1}$). Verifica-se, também neste ponto, que as correntes máximas modeladas para as outras estações do ano são maiores do que os respectivos valores nos demais pontos analisados. A média das correntes máximas diárias é maior na primavera, seguida dos valores obtidos para o inverno, verão e outono, qualquer que seja o ponto considerado.

Tabela 17: Primeiros momentos estatísticos (máximo, mínimo, média, mediana, variância e desvio padrão) das intensidades máximas diárias de correntes, por estação do ano, nos pontos selecionados.

	Máximo (m s ⁻¹)	Mínimo (m s ⁻¹)	Média (m s ⁻¹)	Mediana (m s ⁻¹)	Variância (m ² s ⁻²)	Desvio Padrão (m s ⁻¹)
Ponto A						
Verão	0,69	0,17	0,34	0,32	0,01	0,10
Outono	0,57	0,13	0,32	0,30	0,01	0,09
Inverno	0,64	0,17	0,36	0,35	0,01	0,11
Primavera	0,81	0,13	0,37	0,35	0,01	0,12
Ponto B						
Verão	0,65	0,17	0,33	0,32	0,01	0,09
Outono	0,54	0,14	0,31	0,30	0,01	0,08
Inverno	0,60	0,16	0,34	0,33	0,01	0,10
Primavera	0,76	0,12	0,35	0,34	0,01	0,11
Ponto C						
Verão	0,80	0,16	0,39	0,39	0,02	0,13
Outono	0,70	0,19	0,37	0,35	0,01	0,12
Inverno	0,80	0,17	0,43	0,41	0,02	0,14
Primavera	1,05	0,16	0,44	0,40	0,02	0,15
Ponto D						
Verão	0,78	0,16	0,38	0,37	0,01	0,12
Outono	0,65	0,19	0,36	0,34	0,01	0,11
Inverno	0,74	0,18	0,41	0,40	0,02	0,13
Primavera	0,96	0,13	0,42	0,40	0,02	0,14
Ponto E						
Verão	0,84	0,16	0,42	0,40	0,02	0,14
Outono	0,79	0,17	0,40	0,37	0,02	0,13
Inverno	0,90	0,17	0,45	0,42	0,03	0,16
Primavera	1,17	0,18	0,47	0,43	0,03	0,16
Ponto F						
Verão	0,87	0,16	0,43	0,41	0,02	0,14
Outono	0,81	0,15	0,40	0,38	0,02	0,13
Inverno	0,92	0,17	0,46	0,43	0,03	0,16
Primavera	1,20	0,18	0,48	0,45	0,03	0,17
Ponto G						
Verão	0,79	0,14	0,37	0,35	0,02	0,12
Outono	0,66	0,15	0,35	0,34	0,01	0,11
Inverno	0,72	0,19	0,40	0,39	0,02	0,13
Primavera	0,93	0,18	0,42	0,39	0,02	0,14
Ponto H						
Verão	0,85	0,14	0,40	0,37	0,02	0,14
Outono	0,70	0,17	0,37	0,35	0,01	0,12
Inverno	0,78	0,20	0,43	0,40	0,02	0,14
Primavera	1,02	0,18	0,45	0,42	0,02	0,16

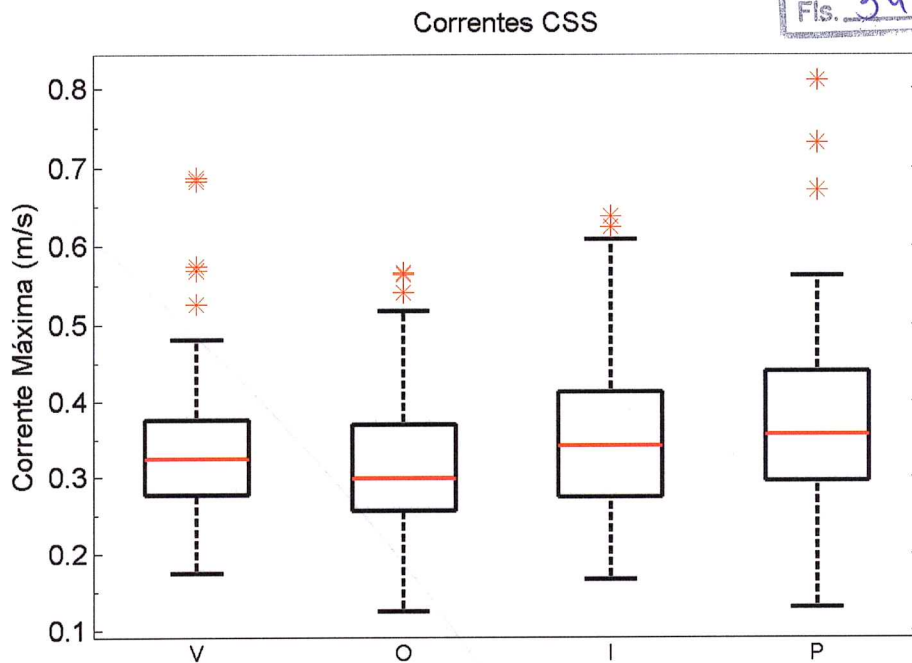


Figura 14: Magnitude máxima diária das correntes no ponto A: as caixas pretas representam os valores médios e seus respectivos desvios padrão; a linha vermelha apresenta a mediana; a linhas pretas pontilhadas indicam os valores máximos e mínimos, e finalmente, os símbolos "*" expressam valores atípicos.

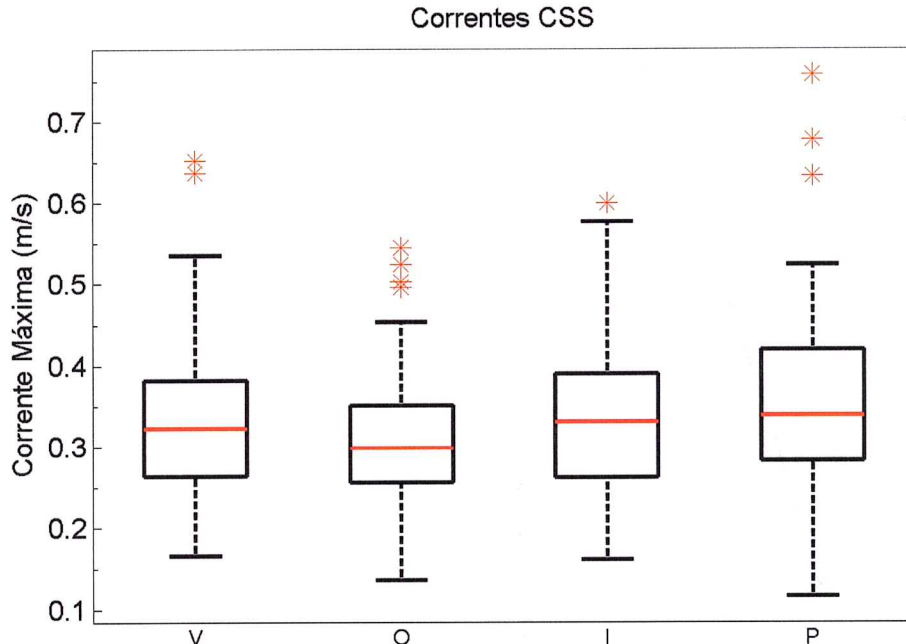


Figura 15: Magnitude máxima diária das correntes no ponto B: as caixas pretas representam os valores médios e seus respectivos desvios padrão; a linha vermelha apresenta a mediana; a linhas pretas pontilhadas indicam os valores máximos e mínimos, e finalmente, os símbolos "*" expressam valores atípicos.

Correntes CSS

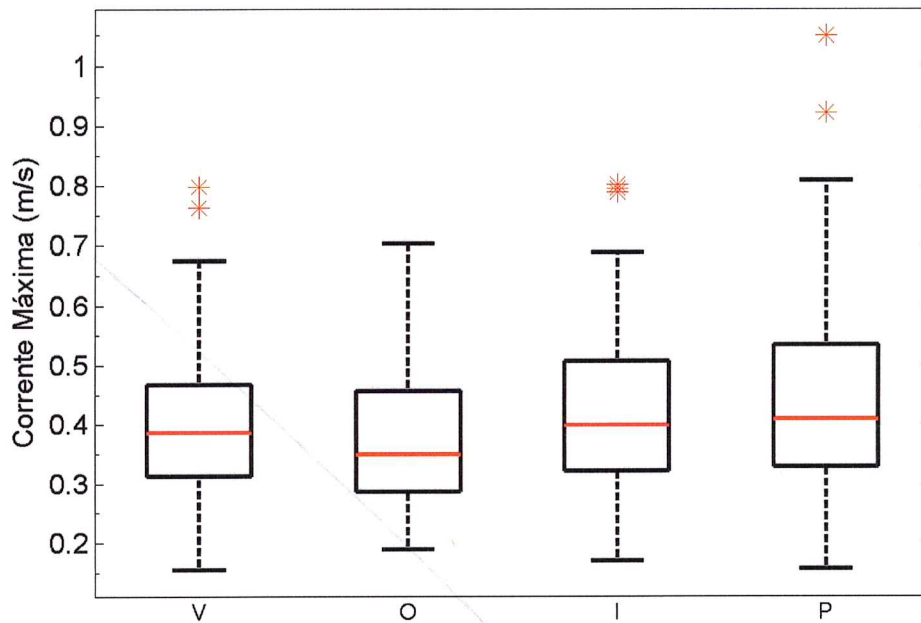


Figura 16: Magnitude máxima diária das correntes no ponto C: as caixas pretas representam os valores médios e seus respectivos desvios padrão; a linha vermelha apresenta a mediana; as linhas pretas pontilhadas indicam os valores máximos e mínimos, e finalmente, os símbolos "*" expressam valores atípicos.

Correntes CSS

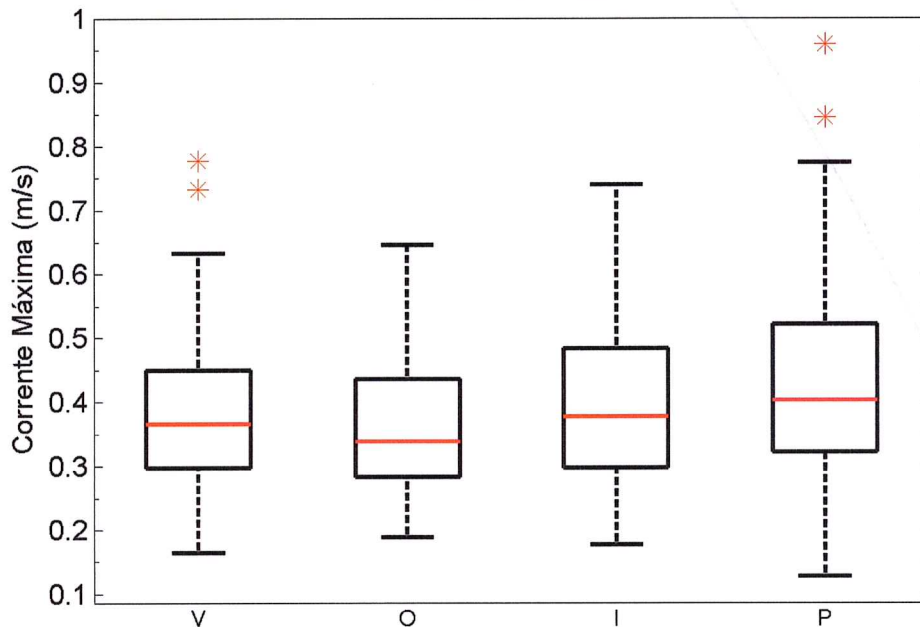


Figura 17: Magnitude máxima diária das correntes no ponto D: as caixas pretas representam os valores médios e seus respectivos desvios padrão; a linha vermelha apresenta a mediana; as linhas pretas pontilhadas indicam os valores máximos e mínimos, e finalmente, os símbolos "*" expressam valores atípicos.

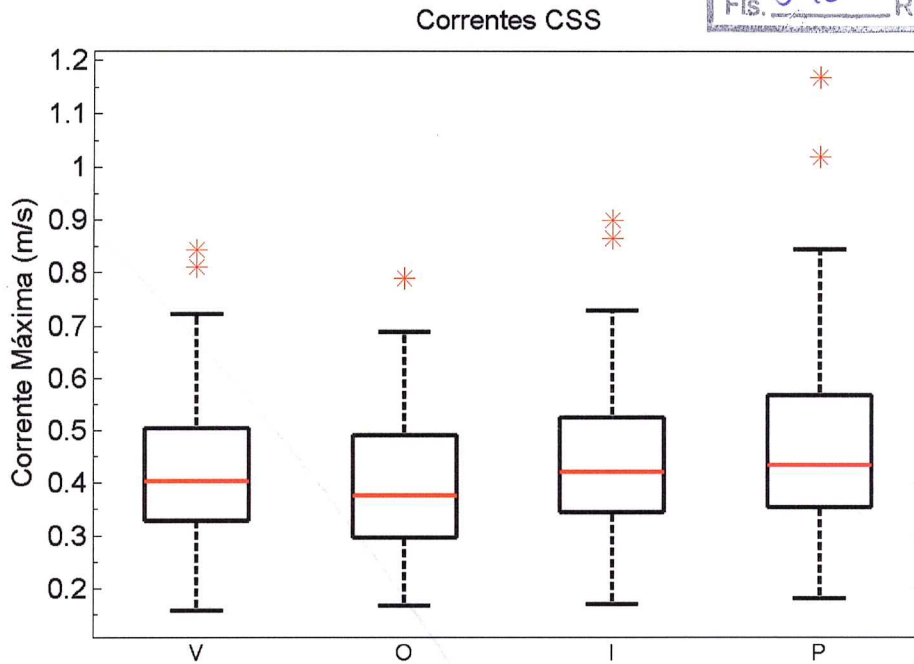


Figura 18: Magnitude máxima diária das correntes no ponto E: as caixas pretas representam os valores médios e seus respectivos desvios padrão; a linha vermelha apresenta a mediana; as linhas pretas pontilhadas indicam os valores máximos e mínimos, e finalmente, os símbolos "*" expressam valores atípicos.

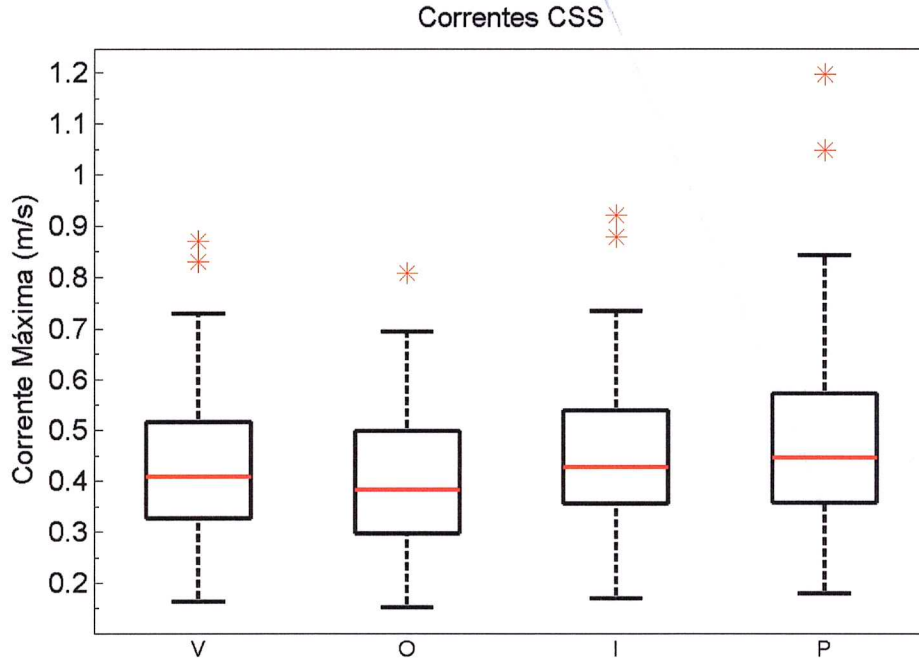


Figura 19: Magnitude máxima diária das correntes no ponto F: as caixas pretas representam os valores médios e seus respectivos desvios padrão; a linha vermelha apresenta a mediana; as linhas pretas pontilhadas indicam os valores máximos e mínimos, e finalmente, os símbolos "*" expressam valores atípicos.

Correntes CSS

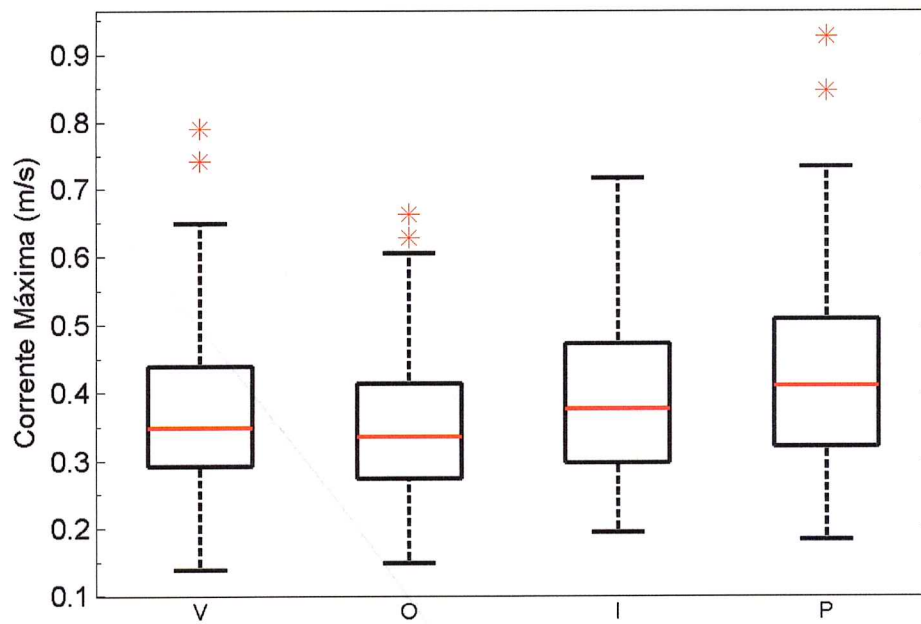


Figura 20: Magnitude máxima diária das correntes no ponto G: as caixas pretas representam os valores médios e seus respectivos desvios padrão; a linha vermelha apresenta a mediana; as linhas pretas pontilhadas indicam os valores máximos e mínimos, e finalmente, os símbolos "*" expressam valores atípicos.

Correntes CSS

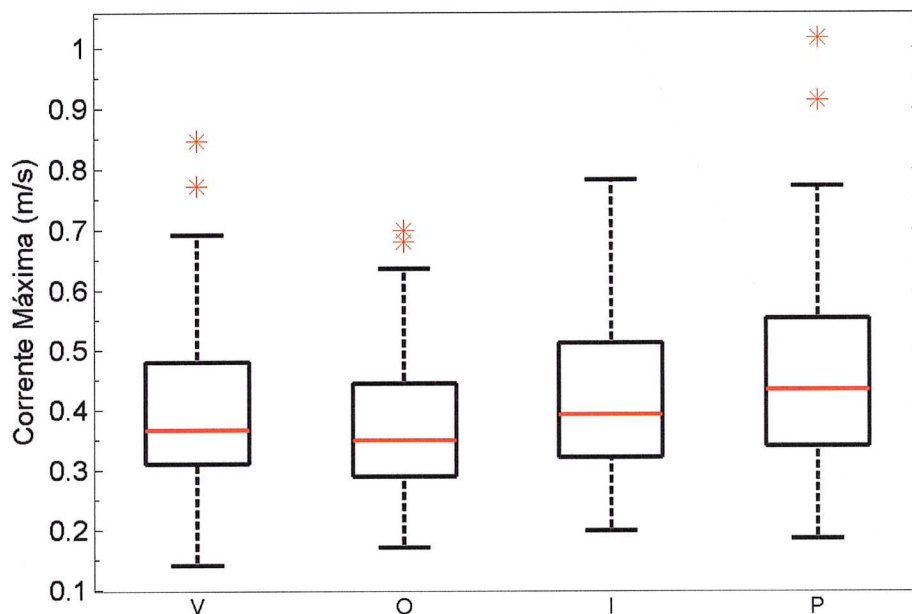


Figura 21: Magnitude máxima diária das correntes no ponto H: as caixas pretas representam os valores médios e seus respectivos desvios padrão; a linha vermelha apresenta a mediana; as linhas pretas pontilhadas indicam os valores máximos e mínimos, e finalmente, os símbolos "*" expressam valores atípicos.

Fisher & Tippet (1928) definiram três tipos possíveis de ajuste de valores extremos: Gumbel, Fréchet e Weibull. Estas três distribuições são conhecidas como distribuições Generalizadas de Valores Extremos (GVE). Segundo Raynal (1997), a escolha para a melhor distribuição para o conjunto de dados a ser analisado deve ser feita por meio da estimação dos parâmetros GVE (Jenkinson, 1955). Para cada ponto analisado, os parâmetros μ (localização), σ (escala) e ξ (forma) de GVE (Tabela 18) foram obtidos através do método dos Momentos Moderados de Probabilidade (Probability Weighted Moments Method, Hosking *et al.*, 1985). As estimativas de variância e covariância são apresentadas na Tabela 18. A Tabela 19 apresenta os valores do parâmetro ξ (forma) por estação com seu respectivo intervalo de confiança (95%).

Tabela 18: Estimativas dos parâmetros μ (localização), σ (escala) e ξ (forma) das distribuições Generalizadas de Valores Extremos (GVE) por estação do ano, além de variâncias e covariâncias, para as magnitudes máximas das correntes em cada ponto analisado.

	μ	σ	ξ	Var(μ)	Var(σ)	Var(ξ)	Cov(μ , σ)	Cov(μ , ξ)	Cov(σ , ξ)
Ponto A									
Verão	0,29	0,08	-0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Outono	0,28	0,08	-0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inverno	0,31	0,09	-0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Primavera	0,32	0,10	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ponto B									
Verão	0,29	0,08	-0,04	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Outono	0,28	0,07	-0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inverno	0,30	0,08	-0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Primavera	0,31	0,09	-0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ponto C									
Verão	0,34	0,11	-0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outono	0,32	0,09	-0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Inverno	0,36	0,11	-0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Primavera	0,37	0,12	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ponto D									
Verão	0,32	0,10	-0,05	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Outono	0,31	0,09	-0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Inverno	0,35	0,11	-0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Primavera	0,36	0,11	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ponto E									
Verão	0,36	0,12	-0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outono	0,34	0,11	-0,04	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Inverno	0,38	0,12	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Primavera	0,39	0,13	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ponto F									

Verão	0,37	0,13	-0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outono	0,34	0,11	-0,06	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Inverno	0,39	0,13	-0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Primavera	0,40	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ponto G									
Verão	0,32	0,10	-0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outono	0,30	0,09	-0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Inverno	0,34	0,10	-0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Primavera	0,35	0,12	-0,05	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Ponto H									
Verão	0,34	0,12	-0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Outono	0,32	0,09	-0,04	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Inverno	0,36	0,11	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Primavera	0,38	0,13	-0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela 19: Estimativa do parâmetro ξ (forma) por estação para a distribuição Generalizada de Valores Extremos (GVE) e seus respectivos intervalos de confiança (ic) para as correntes máximas modeladas em cada ponto analisado.

	ξ -ic	ξ	ξ +ic	ξ -ic	ξ	ξ +ic
Ponto A			Ponto B			
Verão	-0,16	-0,01	0,14	-0,18	-0,04	0,10
Outono	-0,22	-0,08	0,06	-0,24	-0,11	0,03
Inverno	-0,18	-0,01	0,16	-0,19	-0,02	0,14
Primavera	-0,18	-0,05	0,08	-0,18	-0,06	0,06
Ponto C			Ponto D			
Verão	-0,23	-0,09	0,05	-0,20	-0,05	0,09
Outono	-0,20	-0,01	0,17	-0,21	-0,03	0,15
Inverno	-0,18	-0,01	0,15	-0,20	-0,03	0,14
Primavera	-0,14	-0,01	0,13	-0,17	-0,05	0,08
Ponto E			Ponto F			
Verão	-0,26	-0,13	0,01	-0,26	-0,13	0,01
Outono	-0,21	-0,04	0,14	-0,23	-0,06	0,12
Inverno	-0,15	-0,01	0,15	-0,15	-0,00	0,15
Primavera	-0,13	-0,01	0,14	-0,13	-0,00	0,14
Ponto G			Ponto H			
Verão	-0,20	-0,06	0,08	-0,22	-0,08	0,06
Outono	-0,19	-0,03	0,12	-0,20	-0,04	0,13
Inverno	-0,19	-0,01	0,17	-0,17	-0,02	0,21
Primavera	-0,19	-0,05	0,10	-0,20	-0,06	0,08

Se $\xi < 0$, a melhor distribuição é Weibull, se $\xi = 0$, Gumbel é apropriada e $\xi > 0$, Fréchet é a mais indicada. Como todos os valores foram inferiores a zero (Tabela 19), a distribuição adotada é a de Weibull para todos os pontos.

Na Tabela 20, os parâmetros ξ (forma), μ (localização) e σ (escala) para a distribuição de Weibull são apresentados a partir do método de estimação de máxima verossimilhança (Maximum Likelihood Estimative Method, Prescott e Walden, 1980). Também são apresentadas as variâncias e covariâncias específicas para cada estação do ano para todos os pontos analisados.

Tabela 20: Estimativa dos parâmetros de Weibull e suas respectivas variâncias e covariâncias para as correntes máximas modeladas em cada ponto analisado.

	ξ	σ	Var(ξ)	Var(σ)	Cov(ξ, σ)
Ponto A					
Verão	3,42	0,38	0,05	0,00	0,00
Outono	3,72	0,35	0,07	0,00	0,00
Inverno	3,44	0,40	0,06	0,00	0,00
Primavera	3,22	0,41	0,05	0,00	0,00
Ponto B					
Verão	3,58	0,36	0,06	0,00	0,00
Outono	4,00	0,34	0,08	0,00	0,01
Inverno	3,64	0,38	0,06	0,00	0,00
Primavera	3,34	0,39	0,05	0,00	0,00
Ponto C					
Verão	3,26	0,44	0,05	0,00	0,00
Outono	3,36	0,42	0,06	0,00	0,00
Inverno	3,12	0,48	0,05	0,00	0,00
Primavera	2,97	0,49	0,04	0,00	0,00
Ponto D					
Verão	3,30	0,42	0,05	0,00	0,00
Outono	3,54	0,40	0,06	0,00	0,00
Inverno	3,24	0,45	0,05	0,00	0,00
Primavera	3,10	0,47	0,04	0,00	0,00
Ponto E					
Verão	3,19	0,47	0,05	0,00	0,00
Outono	3,21	0,44	0,05	0,00	0,00
Inverno	2,99	0,51	0,04	0,00	0,00
Primavera	2,90	0,52	0,04	0,00	0,00
Ponto F					
Verão	3,15	0,48	0,05	0,00	0,00
Outono	3,21	0,45	0,05	0,00	0,00
Inverno	2,99	0,52	0,04	0,00	0,00

Primavera	2,90	0,53	0,04	0,00	0,00
Ponto G					
Verão	3,15	0,42	0,05	0,00	0,00
Outono	3,45	0,39	0,06	0,00	0,00
Inverno	3,26	0,45	0,05	0,00	0,00
Primavera	3,10	0,47	0,05	0,00	0,00
Ponto H					
Verão	3,06	0,44	0,05	0,00	0,00
Outono	3,35	0,41	0,05	0,00	0,00
Inverno	3,17	0,48	0,05	0,00	0,00
Primavera	3,02	0,50	0,04	0,00	0,00

A Figura 22 exemplifica o gráfico quantil-quantil para a distribuição de Weibull para verificar a qualidade de ajuste dos dados no ponto G. Apesar dos gráficos mostrarem um bom ajuste para as 4 estações do ano, a qualidade do ajuste deve ser verificada através do teste de Kolmogorov-Smirnov (Massey, 1951) para um nível de significância de 95%. Para um ajuste ideal, o valor máximo absoluto (D) deve ser menor que o valor crítico $D_{0,05}$ (Massey, 1951). A

Tabela 21 apresenta estes valores para as correntes do ponto G. Resultados similares foram obtidos para os demais pontos.

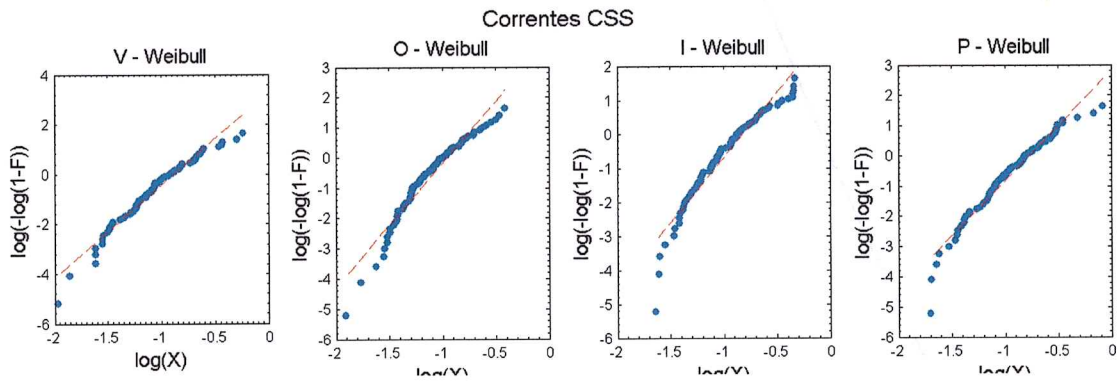


Figura 22: Ajuste quantil-quantil para os dados diários de corrente máximas modeladas à distribuição de Weibull. Dados referentes ao ponto G.

Tabela 21: Resultados para o teste Kolmogorov-Smirnov para as correntes máximas modeladas no ponto G.

	Tamanho do Conjunto de Dados	D	D _{0,05}
Verão	90	0,07	0,08
Outono	92	0,07	0,08
Inverno	92	0,07	0,08
Primavera	91	0,06	0,08

Tanto graficamente (exemplo da Figura 22) quanto numericamente (exemplo da

Tabela 21), há confirmação que Weibull é a distribuição apropriada para o conjunto de dados analisado. Por isso, os resultados apresentados a seguir consideraram esse tipo de ajuste.

Na Tabela 22, são apresentadas as probabilidades de ocorrência de correntes com intensidades contidas entre 0,1 e 1,2 m s⁻¹, com intervalo de 0,1 m s⁻¹, para cada estação do ano nos, oito pontos considerados. Os resultados indicam que em nenhuma das estações do ano existe probabilidade de ocorrerem correntes superiores a 1,20 m s⁻¹ em qualquer dos pontos analisados. Entretanto, em todas as estações e pontos, existe probabilidade maior de 50% de ocorrer correntes com intensidade de até 0,3 m s⁻¹. Entre as estações, inverno e primavera são aquelas que apresentam as maiores probabilidades de ocorrência de correntes mais intensas, alcançando até 1,1 m s⁻¹ nos pontos E e F.

Tabela 22: Probabilidade de ocorrência (%) de correntes com intensidade contida no intervalo entre 0,1 e 1,2 m s⁻¹ nos pontos considerados e para cada estação do ano.

	>0,1	>0,2	>0,3	>0,4	>0,5	>0,6	>0,7	>0,8	>0,9	>1,0	>1,1	>1,2
Ponto A												
Verão	98,94	89,16	63,16	29,24	7,14	0,73	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Outono	99,10	88,65	57,97	20,36	2,59	0,07	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Inverno	99,15	91,13	68,72	36,42	11,33	1,69	0,10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Primavera	98,97	90,80	70,03	40,68	15,81	3,62	0,43	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0
Ponto B												
Verão	98,99	88,62	59,73	23,66	4,07	0,21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Outono	99,26	88,76	54,70	14,88	0,95	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Inverno	99,22	90,71	65,26	29,64	6,46	0,49	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Primavera	98,96	89,99	66,49	34,43	10,58	1,61	0,10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ponto C												
Verão	99,18	92,39	74,33	46,86	20,83	5,83	0,91	0,07	0,0	0,0	0,0	0,0
Outono	99,17	91,83	71,65	41,58	15,59	3,23	0,31	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0
Inverno	99,23	93,51	78,82	55,74	30,93	12,58	3,49	0,61	0,06	0,0	0,0	0,0
Primavera	99,09	93,11	78,80	57,11	33,72	15,42	5,21	1,23	0,19	0,02	0,0	0,0
Ponto D												
Verão	99,11	91,60	71,62	42,24	16,55	3,76	0,43	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0
Outono	99,27	91,88	70,06	37,33	11,39	1,58	0,08	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0
Inverno	99,26	93,27	77,14	51,68	25,63	8,54	1,73	0,19	0,01	0,0	0,0	0,0
Primavera	99,17	93,06	77,64	53,90	29,07	11,35	2,99	0,49	0,05	0,0	0,0	0,0
Ponto E												
Verão	99,26	93,47	78,18	53,00	28,48	10,57	2,54	0,36	0,03	0,0	0,0	0,0
Outono	99,16	92,48	75,05	48,56	22,81	7,04	1,29	0,12	0,01	0,00	0,0	0,0
Inverno	99,23	94,05	81,39	61,47	38,74	19,49	7,48	2,09	0,41	0,05	0,0	0,0
Primavera	99,18	94,02	81,87	63,05	41,42	22,39	9,62	3,17	0,78	0,14	0,02	0,0
Ponto F												
Verão	99,26	93,66	79,06	55,90	30,88	12,40	3,36	0,57	0,06	0,0	0,0	0,0
Outono	99,21	92,90	76,31	50,64	24,85	8,22	1,66	0,18	0,01	0,0	0,0	0,0
Inverno	99,28	94,41	82,38	63,23	40,90	21,37	8,65	2,60	0,55	0,08	0,01	0,0
Primavera	99,21	94,27	82,62	64,45	43,25	24,14	10,85	3,80	1,01	0,19	0,03	0,0
Ponto G												
Verão	98,88	90,57	70,16	41,65	17,09	4,35	0,62	0,04	0,0	0,0	0,0	0,0
Outono	99,07	90,35	66,25	32,90	9,05	1,10	0,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Inverno	99,23	92,92	75,92	49,47	23,30	7,14	1,27	0,12	0,00	0,0	0,0	0,0
Primavera	99,15	92,95	77,36	53,46	28,63	11,07	2,88	0,47	0,04	0,0	0,0	0,0
Ponto H												
Verão	98,95	91,57	73,78	48,08	23,50	7,98	1,74	0,23	0,02	0,0	0,0	0,0
Outono	99,13	91,47	70,68	40,26	14,64	2,90	0,26	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0
Inverno	99,29	93,80	79,33	56,20	31,07	12,45	3,35	0,56	0,05	0,0	0,0	0,0
Primavera	99,23	93,92	80,77	60,09	36,82	17,68	6,33	1,61	0,27	0,03	0,0	0,0

O período de retorno para as correntes com intensidade máximas diárias modeladas é apresentado na Tabela 23. Enquanto que o menor período calculado foi igual a 0,11 anos para a intensidade modelada no ponto H, durante o inverno ($0,78 \text{ m s}^{-1}$), o maior foi igual a 1,26 anos para a corrente modelada no ponto F, durante a primavera ($1,20 \text{ m s}^{-1}$).

Tabela 23: Período de retorno para correntes com intensidades máximas modeladas para cada estação do ano.

	Magnitude Máxima (m s^{-1})	Período de Retorno (anos)
Ponto A		
Verão	0,69	0,43
Outono	0,57	0,24
Inverno	0,64	0,13
Primavera	0,81	0,87

Ponto B		
Verão	0,65	0,58
Outono	0,54	0,37
Inverno	0,60	0,15
Primavera	0,76	1,07
Ponto C		
Verão	0,80	0,56
Outono	0,70	0,18
Inverno	0,80	0,15
Primavera	1,05	1,05
Ponto D		
Verão	0,78	0,53
Outono	0,65	0,15
Inverno	0,74	0,13
Primavera	0,96	1,18
Ponto E		
Verão	0,84	0,55
Outono	0,79	0,25
Inverno	0,90	0,18
Primavera	1,17	1,14
Ponto F		
Verão	0,87	0,60
Outono	0,81	0,31
Inverno	0,92	0,19
Primavera	1,20	1,26
Ponto G		
Verão	0,66	0,25
Outono	0,79	0,54
Inverno	0,72	0,11
Primavera	0,93	0,76
Ponto H		
Verão	0,85	0,57
Outono	0,70	0,21
Inverno	0,78	0,11
Primavera	1,02	0,89

Usando Likelihood-Ratio (Walshaw, 1994), o período de retorno pode ser extrapolado para 100 anos, com 95% de intervalo de confiança. Para cada ponto considerado, os resultados são apresentados da Figura 24 à Figura 30 e alguns valores listados na Tabela 24. Em todas as estações e pontos analisados, a intensidade das correntes cresce exponencialmente até aproximadamente o período de retorno de 10 anos. Após este valor a intensidade varia linearmente, com pequeno coeficiente

angular. A magnitude da corrente com período de retorno de 50 anos varia entre 0,70 m s^{-1} (ponto B, outono) e 1,68 m s^{-1} (ponto F, primavera).

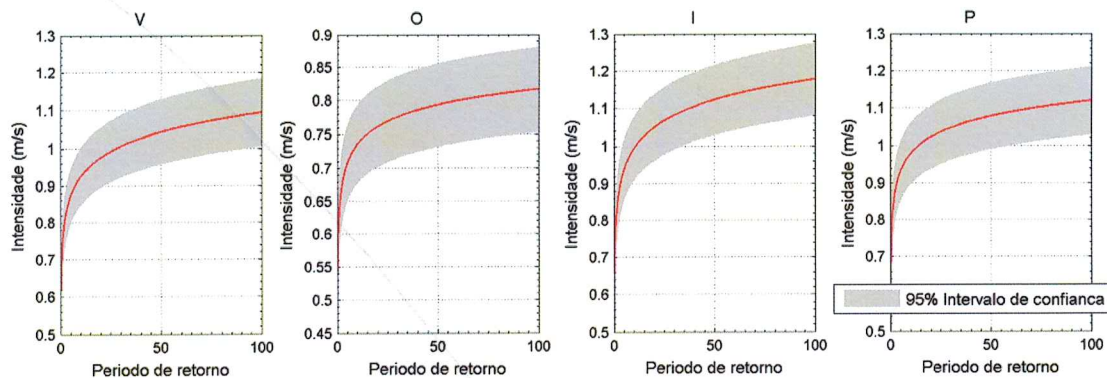


Figura 23: Período de retorno e respectivo nível de retorno para o período entre 0 e 100 anos para as correntes máximas diárias modeladas no Ponto A, por estação do ano: verão (V), outono (O), inverno (I) e primavera (P). As áreas sombreadas equivalem ao nível de confiança de 95%.

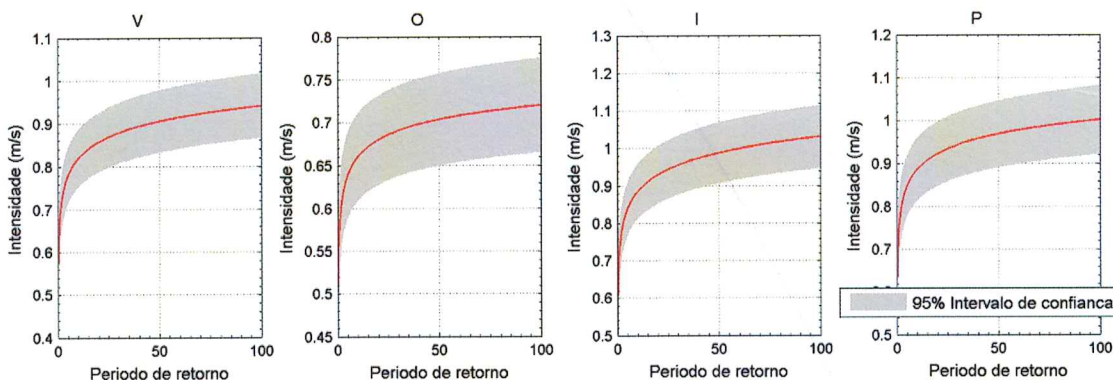


Figura 24: Período de retorno e respectivo nível de retorno para o período entre 0 e 100 anos para as correntes máximas diárias modeladas no Ponto B, por estação do ano: verão (V), outono (O), inverno (I) e primavera (P). As áreas sombreadas equivalem ao nível de confiança de 95%.

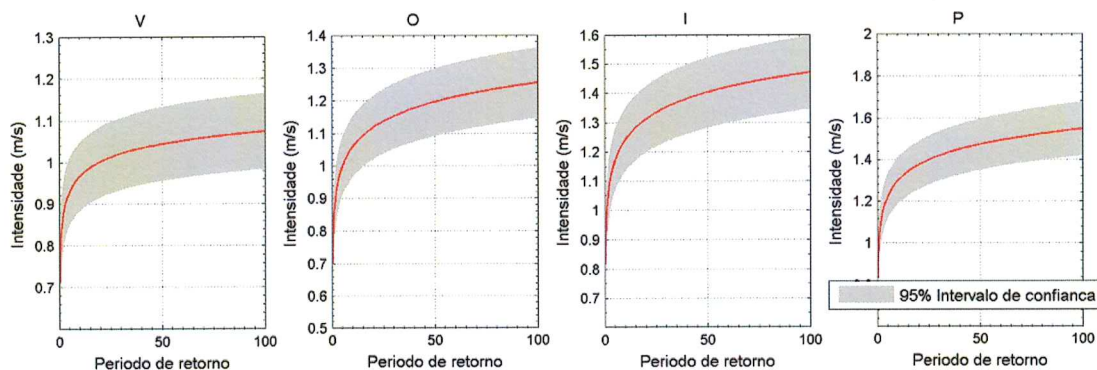


Figura 25: Período de retorno e respectivo nível de retorno para o período entre 0 e 100 anos para as correntes máximas diárias modeladas no Ponto C, por estação do ano: verão (V), outono (O), inverno (I) e primavera (P). As áreas sombreadas equivalem ao nível de confiança de 95%.

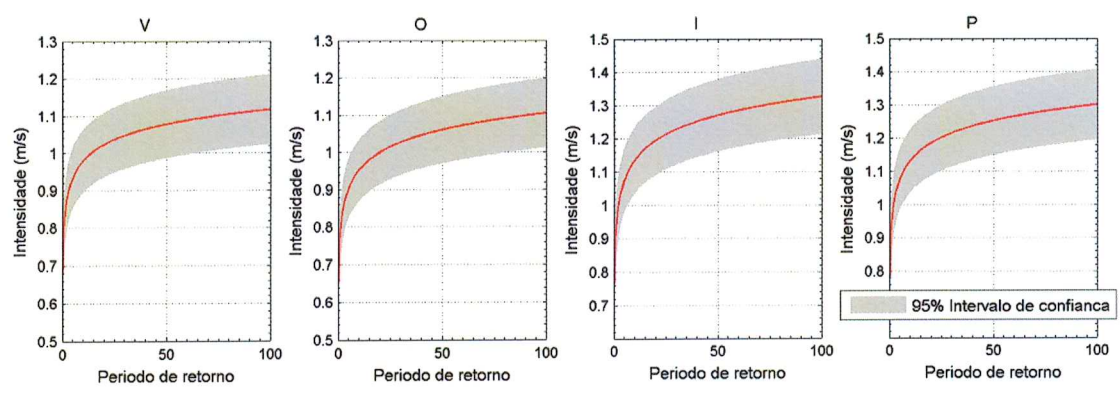


Figura 26: Período de retorno e respectivo nível de retorno para o período entre 0 e 100 anos para as correntes máximas diárias modeladas no Ponto D, por estação do ano: verão (V), outono (O), inverno (I) e primavera (P). As áreas sombreadas equivalem ao nível de confiança de 95%.

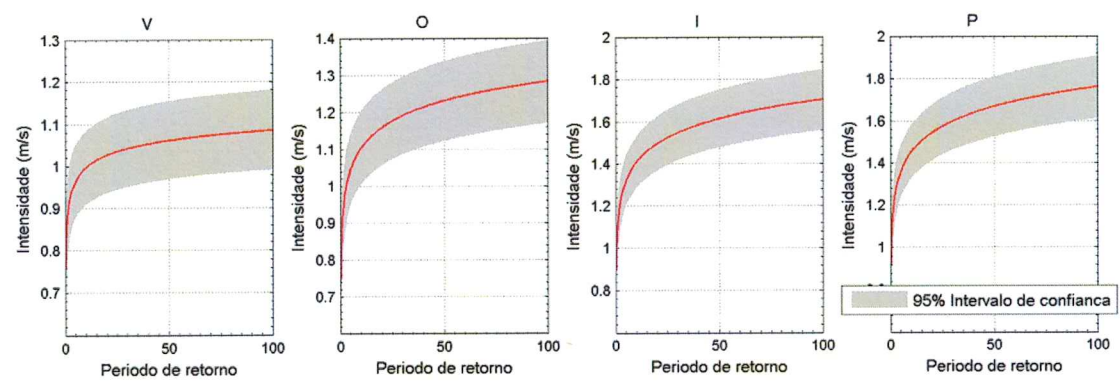


Figura 27: Período de retorno e respectivo nível de retorno para o período entre 0 e 100 anos para as correntes máximas diárias modeladas no Ponto E, por estação do ano: verão (V), outono (O), inverno (I) e primavera (P). As áreas sombreadas equivalem ao nível de confiança de 95%.

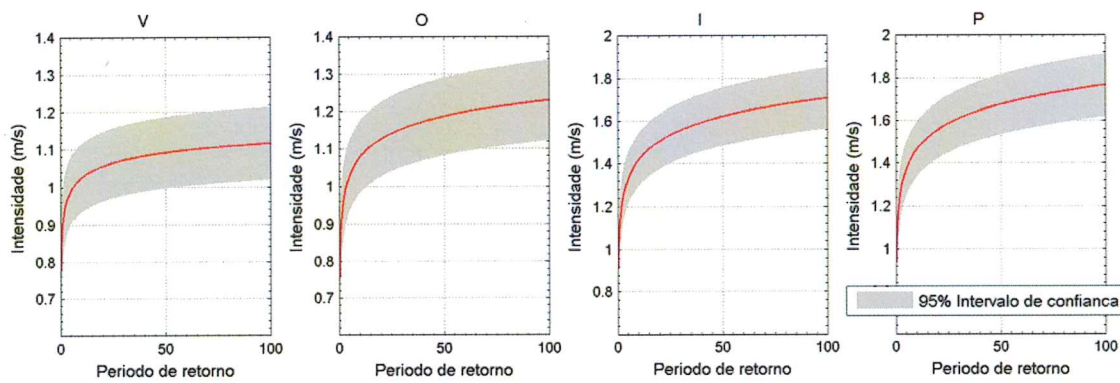


Figura 28: Período de retorno e respectivo nível de retorno para o período entre 0 e 100 anos para as correntes máximas diárias modeladas no Ponto F, por estação do ano: verão (V), outono (O), inverno (I) e primavera (P). As áreas sombreadas equivalem ao nível de confiança de 95%.

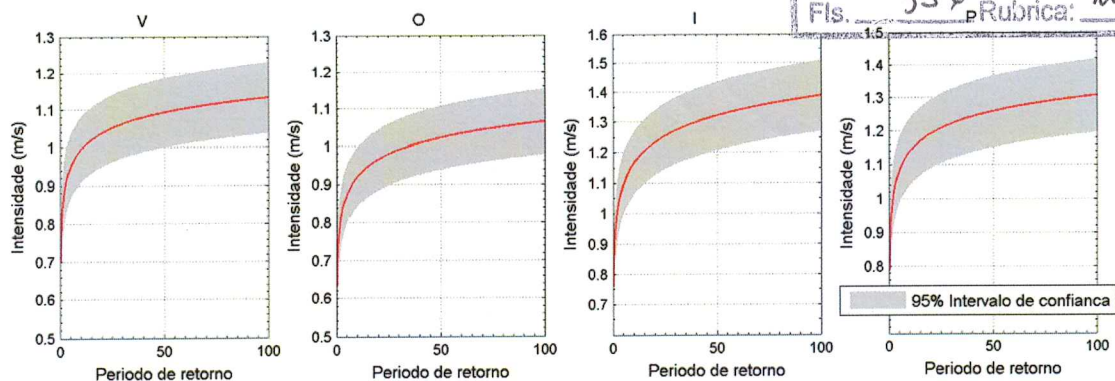


Figura 29: Período de retorno e respectivo nível de retorno para o período entre 0 e 100 anos para as correntes máximas diárias modeladas no Ponto G, por estação do ano: verão (V), outono (O), inverno (I) e primavera (P). As áreas sombreadas equivalem ao nível de confiança de 95%.

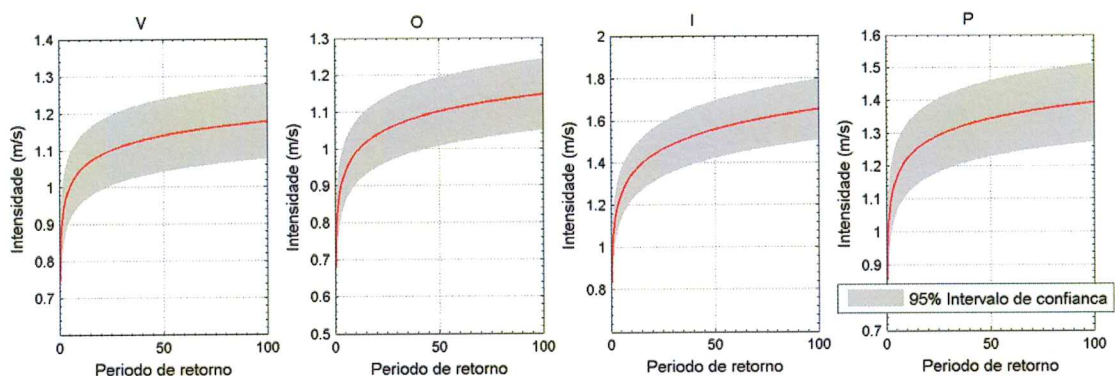


Figura 30: Período de retorno e respectivo nível de retorno para o período entre 0 e 100 anos para as correntes máximas diárias modeladas no Ponto H, por estação do ano: verão (V), outono (O), inverno (I) e primavera (P). As áreas sombreadas equivalem ao nível de confiança de 95%.

Tabela 24: Período de retorno e respectivo nível de retorno para as correntes máximas diárias modeladas em cada ponto considerado e para cada estação do ano.

Período de Retorno (anos)	Verão	Outono	Inverno	Primavera
Ponto A				
5	0,87	0,71	0,94	0,93
10	0,92	0,74	0,99	0,98
15	0,95	0,75	1,03	1,00
20	0,98	0,76	1,05	1,02
50	1,04	0,79	1,12	1,08
Ponto B				
5	0,78	0,64	0,84	0,85
10	0,82	0,66	0,89	0,89
15	0,84	0,67	0,91	0,91
20	0,86	0,68	0,93	0,92
50	0,91	0,70	0,99	0,97
Ponto C				

5	0,93	1,00	1,17	1,22
10	0,97	1,06	1,24	1,30
15	0,99	1,09	1,28	1,34
20	1,00	1,12	1,31	1,37
50	1,04	1,20	1,40	1,47
Ponto D				
5	0,93	0,90	1,08	1,08
10	0,98	0,95	1,14	1,13
15	1,00	0,98	1,17	1,16
20	1,03	1,00	1,19	1,19
50	1,08	1,06	1,27	1,25
Ponto E				
5	0,96	1,05	1,32	1,36
10	1,00	1,10	1,41	1,45
15	1,01	1,14	1,46	1,51
20	1,03	1,16	1,50	1,55
50	1,06	1,23	1,61	1,67
Ponto F				
5	0,99	1,03	1,33	1,37
10	1,02	1,08	1,42	1,47
15	1,04	1,11	1,47	1,52
20	1,06	1,13	1,51	1,56
50	1,09	1,19	1,62	1,68
Ponto G				
5	0,95	0,87	1,10	1,08
10	0,99	0,92	1,16	1,14
15	1,02	0,95	1,20	1,17
20	1,04	0,96	1,24	1,19
50	1,09	1,02	1,32	1,26
Ponto H				
5	1,00	0,94	1,25	1,17
10	1,05	0,99	1,34	1,22
15	1,07	1,02	1,40	1,25
20	1,09	1,04	1,44	1,28
50	1,14	1,10	1,56	1,34

4.3. Distribuições horizontais das correntes

Para ilustrar o campo de correntes no CSS, escolhemos dois eventos de correntes máximas: um com correntes para NE, no dia 4 de novembro de 1992, às 18 h, quando a intensidade em alguns dos oito pontos atingiu $1,20 \text{ m s}^{-1}$, e outro para SW, no dia 29 de dezembro de 1992, às 17 h, quando a intensidade máxima chegou a $-0,90 \text{ m s}^{-1}$. Esses dois campos são apresentados, respectivamente, na Figura 31 e Figura 32.

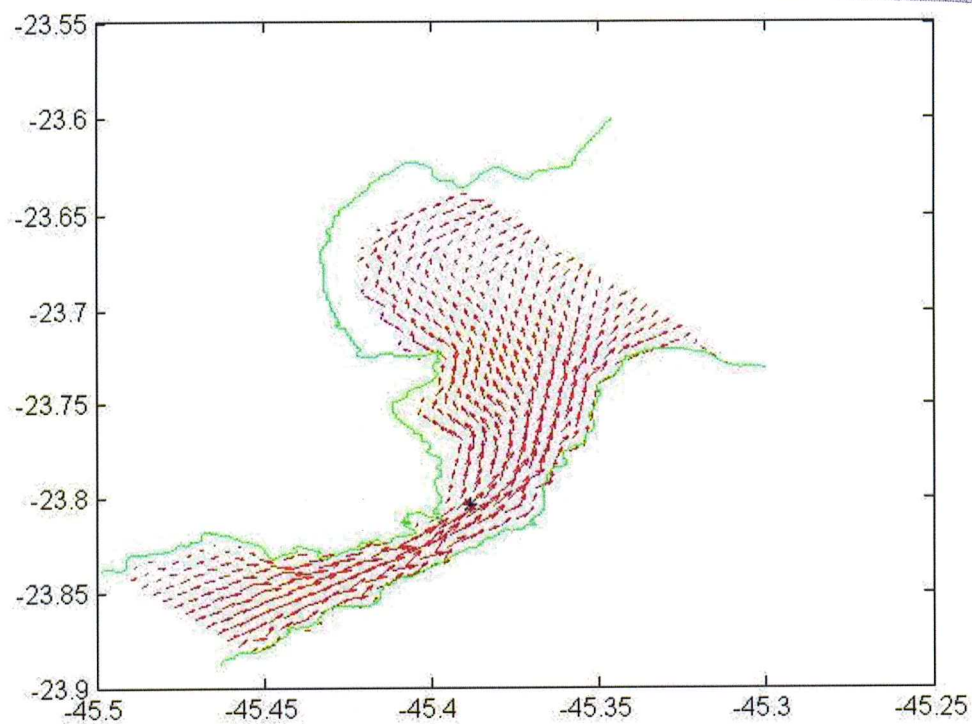


Figura 31: Campo de correntes no CSS obtido pela modelagem numérica para o dia 4 de novembro de 1992, às 18 h. A corrente máxima para NE tem intensidade de $1,20 \text{ m s}^{-1}$. A * indica a posição aproximada do TEBAR.

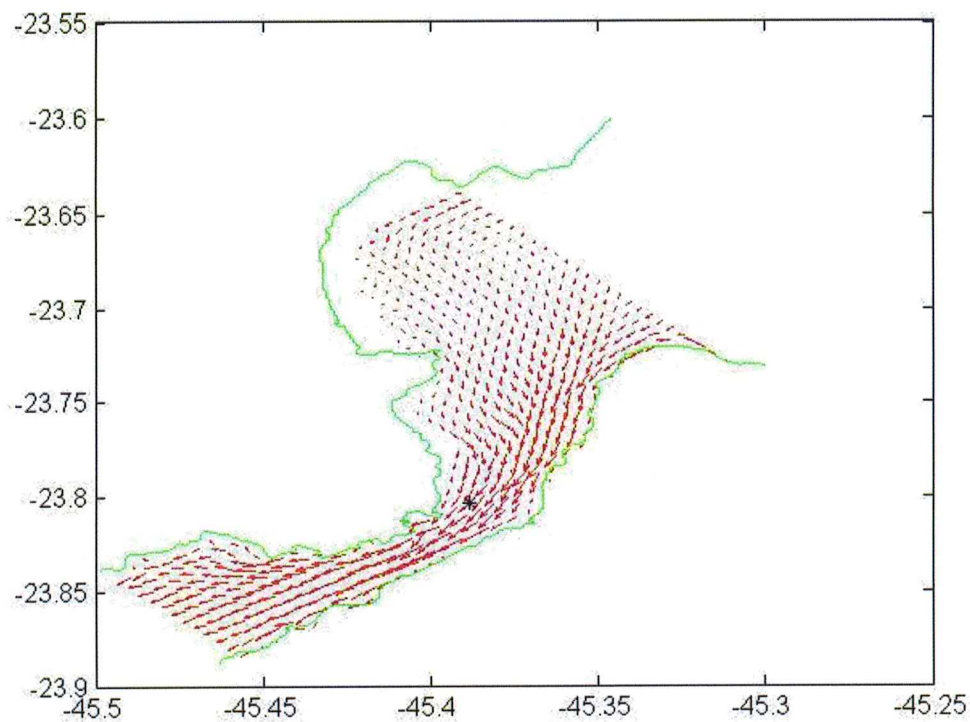


Figura 32: Campo de correntes no CSS obtido pela modelagem numérica para o dia 29 de dezembro de 1992, às 17 h. A corrente máxima para SW tem intensidade de $0,90 \text{ m s}^{-1}$. A * indica a posição aproximada do TEBAR.

5. Análise Estatística dos Ventos

Nesta Seção, o conjunto de dados de direção e intensidade de vento analisado foi amostrado por uma estação meteorológica instalada na Ilha da Universidade (23° 49,7'S e 45° 25,4'W), localizada no interior do CSS, em terreno do Centro de Biologia Marinha da Universidade de São Paulo - CEBIMAR. Os dados foram coletados pelo LHiCo entre 25 de março de 1992 e 02 de março de 1993, com intervalo de amostragem igual a 30 min.

Estes dados foram subdivididos nas estações do ano a fim de obtermos uma descrição da variabilidade sazonal dos ventos na região de interesse. Desta forma, os dados compreendidos entre dezembro de 1992 e fevereiro de 1993 foram utilizados para análise do período de verão, entre março de 1992 e maio de 1992 para o período de outono, entre junho e agosto de 1992 para o período de inverno e entre setembro e novembro de 1992 para o período de primavera.

5.1. Primeiros Momentos Estatísticos

Resultados da análise estatística dos dados de vento são apresentados na Tabela 25 para cada estação do ano. Decompondo magnitude e direção em componentes U e V da velocidade, utilizando as mesmas direções empregadas para as correntes no Capítulo 4, verifica-se que a componente U apresenta maiores valores mínimo, máximo, de desvio padrão e de variância do que a componente V, indicando que a maior variabilidade ocorre na direção leste-oeste. Para componente U, os maiores valores de desvio padrão e variância foram observados no inverno (5,58 m s⁻¹ e 33,36 m² s⁻², respectivamente). Entretanto, foi na primavera que os extremos mínimo (-18,75 m s⁻¹) e máximo (13,49 m s⁻¹) para a componente zonal ocorreram. A média da intensidade do vento foi maior no inverno (5,34 m s⁻¹), seguido pela primavera (5,20 m s⁻¹), verão (4,78 m s⁻¹) e outono (4,48 m s⁻¹).

Tabela 25: Primeiros momentos estatísticos (média, mínimo, máximo, desvio padrão e variância) dos dados horários de vento, para a magnitude ($m s^{-1}$) e para as componentes U (zonal) e V (longitudinal). Dados coletados na estação meteorológica do Centro de Biologia Marinha da Universidade de São Paulo. Convenção meteorológica: $U > 0$ vento aponta para oeste; $U < 0$ aponta para leste; $V > 0$ aponta para sul e $V < 0$ aponta para norte.

	Mínimo ($m s^{-1}$)	Máximo ($m s^{-1}$)	Média ($m s^{-1}$)	Desvio Padrão ($m s^{-1}$)	Variância ($m^2 s^{-2}$)
Verão					
Magnitude ($m s^{-1}$)	0,08	16,96	4,78	2,70	7,27
U ($m s^{-1}$)	-16,38	11,71	1,38	4,84	23,46
V ($m s^{-1}$)	-9,45	10,56	0,67	2,07	4,28
Outono					
Magnitude ($m s^{-1}$)	0,06	16,02	4,48	2,75	7,55
U ($m s^{-1}$)	-15,66	11,27	0,39	4,91	24,08
V ($m s^{-1}$)	-9,63	7,98	0,31	1,82	3,33
Inverno					
Magnitude ($m s^{-1}$)	0,13	18,96	5,34	3,19	10,17
U ($m s^{-1}$)	-18,56	12,52	0,51	5,78	33,36
V ($m s^{-1}$)	-7,22	9,61	0,44	2,22	4,93
Primavera					
Magnitude ($m s^{-1}$)	0,10	18,94	5,20	3,10	9,59
U ($m s^{-1}$)	-18,75	13,49	1,34	5,44	29,64
V ($m s^{-1}$)	-7,58	9,18	0,63	2,19	4,79

Categorizando os ventos por classes de direção (Figura 33 a Figura 36), verifica-se que no CSS, nas quatro estações do ano, os ventos mais frequentes sopram de nordeste (45,6% no verão, 44,8% na primavera, 42,9% no inverno e 40,9% no outono) e de sudeste (30,1% no inverno, 27,3% no outono, 24,6% na primavera e 22,7% no verão). As duas outras classes de ventos mais frequentes são leste e oeste: neste caso, verifica-se que no verão (10,7% E e 8,1% W, Figura 33) e no inverno (8,6% E e 8,1% W,

Figura 35) os ventos de leste ocorrem com maior frequência do que aqueles de oeste. Já no outono (Figura 34) e na primavera (Figura 36), ventos de oeste (9,4% no outono e 9,2% na primavera) são mais frequentes do que de leste (8,5% no outono e 9,0% na primavera). No verão (Figura 33) assim como na primavera (Figura 36), a magnitude média do vento é similar em todas as classes de direções. No outono (Figura 34) e no inverno (Figura 35), o vento médio mais intenso sopra de sudoeste e de noroeste, respectivamente.

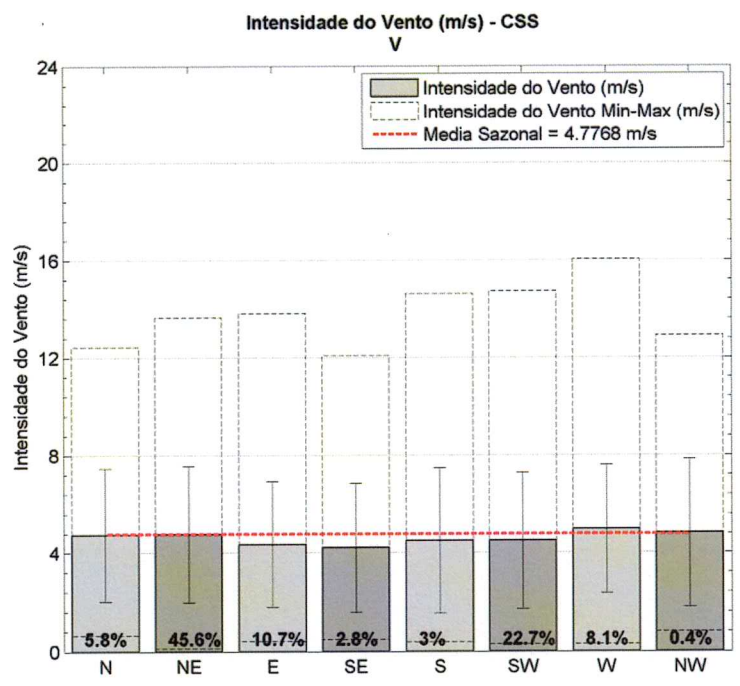


Figura 33: Análise estatística dos dados de vento, amostrados no verão, considerando classes de direção do vento. As barras em cinza indicam a média da intensidade em cada classe de direção. As barras pontilhadas apresentam valores máximos e mínimos de magnitude da velocidade, as linhas verticais indicam valores de desvio padrão da magnitude da velocidade. A linha pontilhada vermelha apresenta a média global da magnitude da velocidade. Os valores percentuais representam a frequência de ocorrência de cada classe de direção. Convenção meteorológica: direções indicam o ponto de cardeal de origem do vento.

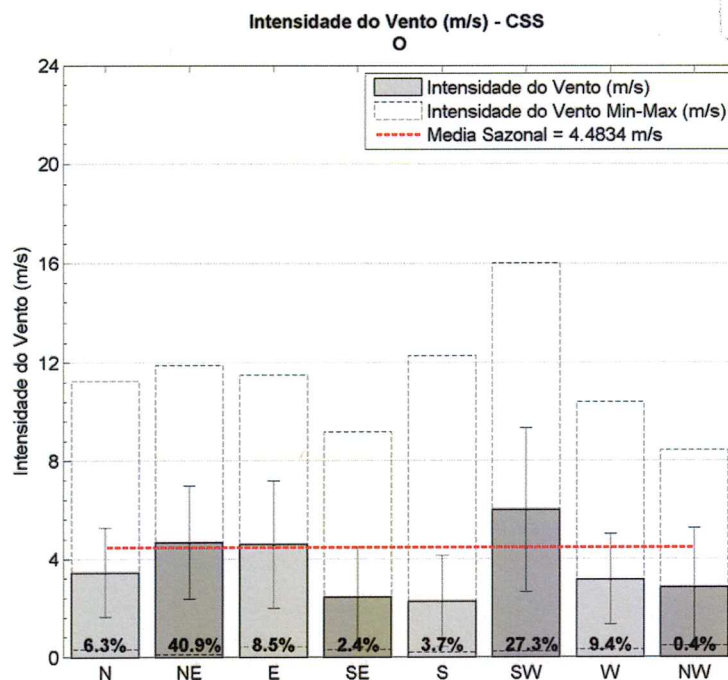


Figura 34: Análise estatística dos dados de vento, amostrados no outono, considerando classes de direção do vento. As barras em cinza indicam a média da intensidade em cada classe de direção. As barras pontilhadas apresentam valores máximos e mínimos de magnitude da velocidade, as linhas verticais indicam valores de desvio padrão da magnitude da velocidade. A linha pontilhada vermelha apresenta a média global da magnitude da velocidade. Os valores percentuais representam a frequência de ocorrência de cada classe de direção. Convenção meteorológica: direções indicam o ponto de cardeal de origem do vento.

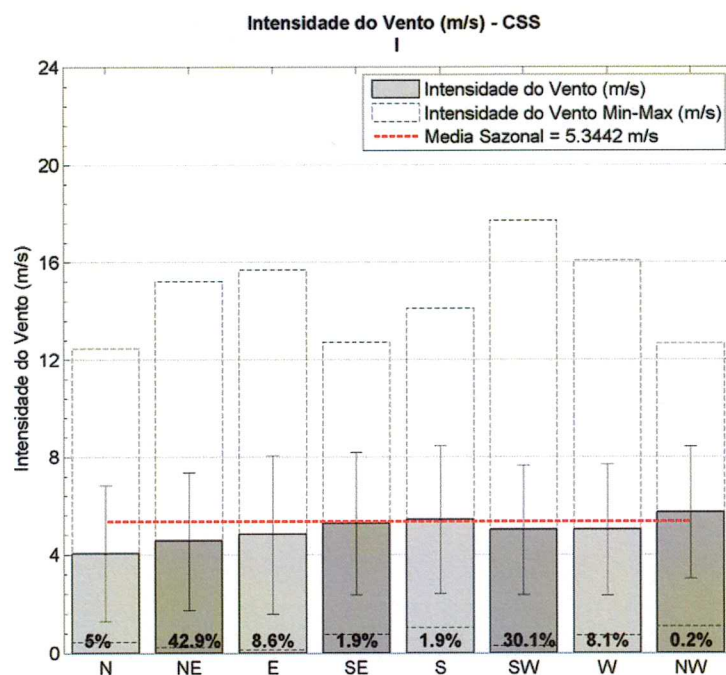


Figura 35: Análise estatística dos dados de vento, amostrados no inverno, considerando classes de direção do vento. As barras em cinza indicam a média da intensidade em cada classe de direção. As barras pontilhadas apresentam valores máximos e mínimos de magnitude da velocidade, as linhas verticais indicam valores de desvio padrão da magnitude da velocidade. A linha pontilhada vermelha apresenta a média global da magnitude da velocidade. Os valores percentuais representam a frequência de ocorrência de cada classe de direção. Convenção meteorológica: direções indicam o ponto de cardeal de origem do vento.

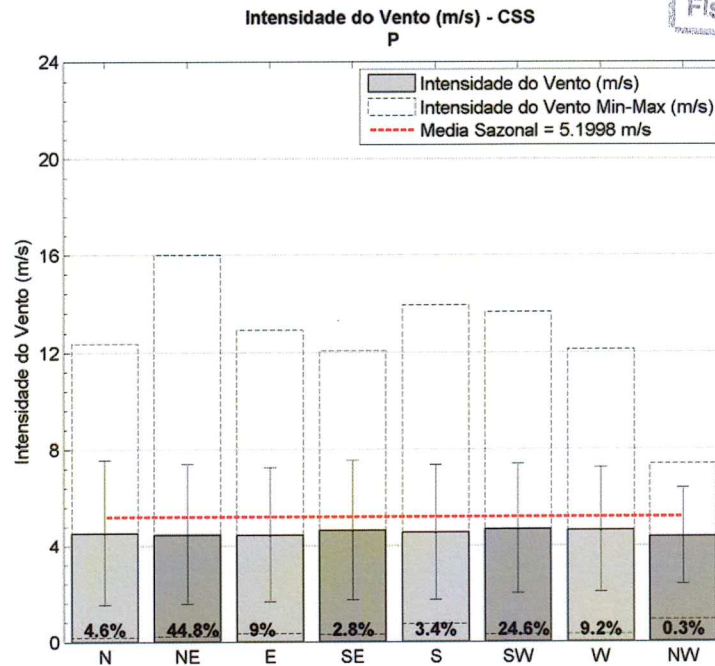


Figura 36: Análise estatística dos dados de vento, amostrados na primavera, considerando classes de direção do vento. As barras em cinza indicam a média da intensidade em cada classe de direção. As barras pontilhadas apresentam valores máximos e mínimos de magnitude da velocidade, as linhas verticais indicam valores de desvio padrão da magnitude da velocidade. A linha pontilhada vermelha apresenta a média global da magnitude da velocidade. Os valores percentuais representam a frequência de ocorrência de cada classe de direção. Convenção meteorológica: direções indicam o ponto de cardeal de origem do vento.

Na Tabela 26, são apresentados os dados das frequências relativas do vento observado. Em todas as estação do ano, os ventos predominantes são de NE-W, variando entre 41,42% no outono a 46,89% no verão. Nesta classe de direção, os ventos mais frequentes têm intensidade entre 3 e 6 m s⁻¹: 20,92% no verão, 20,78% no outono, 21,82% no inverno e 16,63% na primavera. Ventos de NE-W com magnitude entre 6 e 9 m s⁻¹, também, ocorrem com maior frequência na primavera do que em qualquer outra estação: 16,25%. A segunda classe de direção de ventos mais frequentes no CSS é SW-W (de 26,23% no verão a 32,53% no inverno), com ventos típicos (frequência de ocorrência entre 9,04% no inverno e 10,31% no outono) com intensidade de 3 a 6 m s⁻¹.

Ventos mais intensos (magnitude entre 18 e 21 m s⁻¹) foram observados no inverno (0,11%) e na primavera (0,06%). Ventos de magnitude entre 15 e 18 m s⁻¹ ocorrem em todas as estações do ano (0,05% no verão, 0,06% no outono, 0,76% no inverno e 0,16% na primavera) exclusivamente com direção SW-W, exceto no verão quando ventos de NE-W com esta classe de intensidade também foram observados (0,05%).

5.2. Período de Retorno

Nesta seção, serão investigados eventos extremos da magnitude do vento observados no CSS. A mesma metodologia aplicada às correntes modeladas (Seção 4.2) foi utilizada. Portanto, os dados amostrados no CEBIMAR foram reamostrados de forma a obter um novo conjunto de dados onde apenas os ventos de máxima magnitude diária fossem considerados e, então, separados nas estações do ano.

A Tabela 27 e a Figura 37 apresentam os primeiros momentos estatísticos dos dados de intensidade do vento diário máximo para as estações do ano propostas. Os ventos de maior magnitude ocorrem no inverno ($18,96 \text{ m s}^{-1}$) e na primavera ($18,94 \text{ m s}^{-1}$). As estações verão e outono apresentam vento máximo igual a $16,96 \text{ m s}^{-1}$ e $16,02 \text{ m s}^{-1}$, respectivamente. O vento máximo diário médio é maior no inverno ($8,92 \text{ m s}^{-1}$), seguido por aqueles observados na primavera ($8,86 \text{ m s}^{-1}$), no verão ($8,39 \text{ m s}^{-1}$) e no outono ($7,92 \text{ m s}^{-1}$). A maior variância ocorre, também, no inverno ($9,45 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$).

Tabela 26: Ocorrência conjunta (em %) de direção (°) e intensidade (m s^{-1}) dos ventos amostrados em intervalos de 30 min, entre março de 1992 e março de 1993, divididos nas estações de verão (Ver), outono (Out), inverno (Inv) e primavera (Pri). Dados coletados na estação meteorológica instalada pelo LHiCo no CEBIMAR.

Ver	0°-45°	45°-90°	90-135°	135° 180°	180°-225°	225°-270°	270°-315°	315°-360°	Total
0-3	3,79	8,91	2,40	2,43	2,93	5,83	3,32	0,39	29,99
3-6	2,19	20,92	2,90	0,37	0,44	10,21	0,81	0,05	37,90
6-9	0,39	12,98	2,95	0,03	0,05	7,89	0,10	0,00	24,40
9-12	0,18	3,42	0,73	0,00	0,00	1,99	0,00	0,00	6,32
12-15	0,00	0,60	0,00	0,00	0,03	0,26	0,00	0,00	0,89
15-18	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,10
18-21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	6,56	46,89	8,99	2,82	3,45	26,23	4,23	0,44	
Out	0°-45°	45°-90°	90-135°	135° 180°	180°-225°	225°-270°	270°-315°	315°-360°	Total
0-3	4,34	10,06	3,07	2,54	3,29	6,91	5,19	0,39	35,78
3-6	2,27	20,78	1,96	0,17	0,50	10,31	1,05	0,00	37,03

6-9	0,33	8,93	1,88	0,00	0,00	7,63	0,00	0,00	18,76
9-12	0,03	1,66	0,72	0,00	0,00	4,01	0,00	0,00	6,41
12-15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	1,19	0,00	0,00	1,22
15-18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,06
18-21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	6,96	41,42	7,63	2,71	3,81	30,09	6,24	0,39	
Inv	0°-45°	45°-90°	90-135°	135° 180°	180°-225°	225°-270°	270°-315°	315°-360°	Total
0-3	2,52	5,71	1,79	1,65	1,95	6,61	4,82	0,34	25,40
3-6	1,90	21,82	2,55	0,28	0,30	9,04	0,60	0,00	36,48
6-9	1,12	12,71	2,06	0,02	0,07	8,49	0,00	0,00	24,48
9-12	0,21	3,42	0,83	0,00	0,02	4,98	0,00	0,00	9,45
12-15	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	2,55	0,00	0,00	2,73
15-18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76	0,00	0,00	0,76
18-21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00	0,11
TOTAL	5,76	43,84	7,23	1,95	2,34	32,53	5,41	0,34	
Prim	0°-45°	45°-90°	90-135°	135° 180°	180°-225°	225°-270°	270°-315°	315°-360°	Total
0-3	2,48	6,73	2,51	2,70	2,89	5,75	4,57	0,29	27,90
3-6	2,06	16,63	2,06	0,16	0,60	10,29	1,40	0,00	33,21
6-9	0,67	16,25	1,94	0,00	0,19	6,89	0,19	0,00	26,13
9-12	0,13	4,83	1,11	0,00	0,00	3,21	0,00	0,00	9,27
12-15	0,03	1,14	0,22	0,00	0,00	1,02	0,00	0,00	2,41
15-18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,16
18-21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,06
TOTAL	5,37	45,59	7,84	2,86	3,68	27,37	6,16	0,29	

Tabela 27: Primeiros momentos estatísticos (máximo, mínimo, média, mediana, variância e desvio padrão) dos ventos máximos diários, por estação do ano, observados na estação meteorológica instalada no CEBIMAR.

	Máximo (m s ⁻¹)	Mínimo (m s ⁻¹)	Média (m s ⁻¹)	Mediana (m s ⁻¹)	Variância (m ² s ⁻²)	Desvio Padrão (m s ⁻¹)
Verão	16,96	3,27	8,39	8,22	6,17	2,48
Outono	16,02	2,75	7,92	7,60	6,11	2,47
Inverno	18,96	2,85	8,92	8,73	9,45	3,07
Primavera	18,94	1,92	8,86	8,58	9,06	3,01

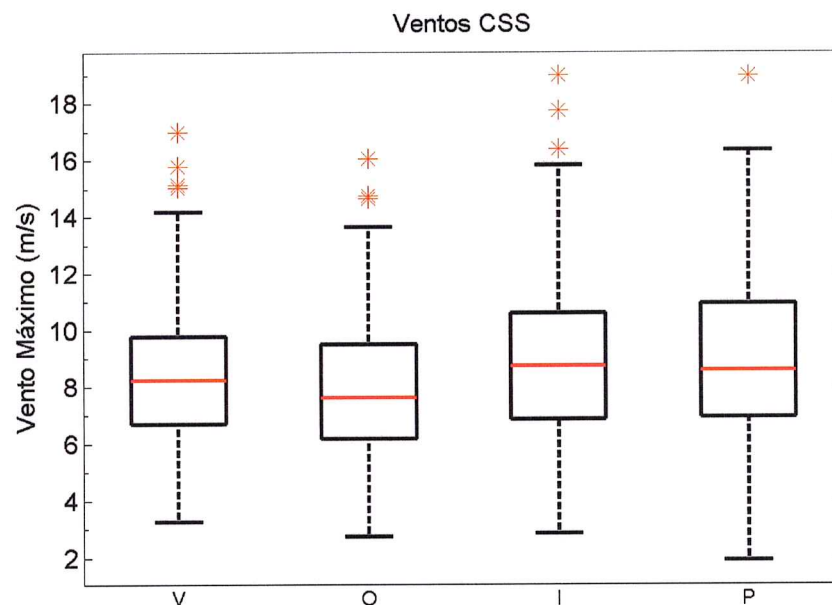


Figura 37: Estatística dos dados de ventos máximos diários no verão (V), outono (O), inverno (I) e primavera (P): as caixas pretas representam os valores médios e seus respectivos desvios padrão; a linha vermelha apresenta a mediana; as linhas pretas pontilhadas indicam os valores máximos e mínimos, e finalmente, os símbolos "*" expressam valores atípicos. Dados da estação meteorológica do CEBIMAR.

Os parâmetros μ , σ e ξ referentes às distribuições GVE são apresentados na Tabela 28, por estação do ano, juntamente com suas respectivas variâncias e covariâncias. A Tabela 29 apresenta os valores do parâmetro ξ , por estação, com seu respectivo intervalo de confiança (95%). Tendo em vista que para as quatro estações do ano $\xi < 0$, a distribuição adotada é a de Weibull.

Tabela 28: Estimativas dos parâmetros μ (localização), σ (escala) e ξ (forma) das distribuições Generalizadas de Valores Extremos (GVE), por estação do ano, além de variâncias e covariâncias, para os ventos máximos diários. Dados observados na estação meteorológica do CEBIMAR.

	μ	σ	ξ	Var(μ)	Var(σ)	Var(ξ)	Cov(μ, σ)	Cov(μ, ξ)	Cov(σ, ξ)
Verão	7,36	2,22	-0,12	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Outono	6,89	2,20	-0,12	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Inverno	7,63	2,71	-0,11	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Primavera	7,66	2,82	-0,18	0,07	0,03	0,00	0,01	0,01	0,00

Tabela 29: Estimativa do parâmetro ξ (forma), por estação do ano, para a distribuição Generalizada de Valores Extremos (GVE) e seus respectivos intervalos de confiança (ic) para os ventos máximos. Dados observados na estação meteorológica do CEBIMAR.

	ξ -ic	ξ	ξ +ic
Verão	-0,22	-0,12	-0,03
Outono	-0,22	-0,12	-0,02
Inverno	-0,21	-0,11	-0,02
Primavera	-0,27	-0,18	-0,08

Na Tabela 30, os parâmetros ξ e σ para a distribuição de Weibull são apresentados a partir do método de estimação de máxima verossimilhança (Maximum Likelihood Estimative Method, Prescott e Walden, 1980). Também são apresentadas as variâncias e covariâncias específicas para cada estação.

Tabela 30: Estimativa dos parâmetros de Weibull e suas respectivas variâncias e covariâncias para os ventos máximos diários, por estação do ano. Dados observados na estação meteorológica do CEBIMAR.

	ξ	σ	Var(ξ)	Var(σ)	Cov(ξ, σ)
Verão	3,55	9,30	0,04	0,04	0,01
Outono	3,39	8,80	0,04	0,05	0,01
Inverno	3,09	9,97	0,02	0,06	0,01
Primavera	3,19	9,89	0,04	0,07	0,01

A Figura 38 apresenta a gráfico quantil-quantil para a distribuição de Weibull para verificar a qualidade de ajuste dos dados. Apesar dos gráficos mostrarem um bom ajuste para as quatro estações do ano, a qualidade do ajuste também foi verificada através do teste de Kolmogorov-Smirnov (Massey, 1951) para um nível de significância de 95%. Para um ajuste ideal, o valor máximo absoluto (D) deve ser menor que o valor crítico $D_{0,05}$ (Massey, 1951). A Tabela 31 apresenta estes valores.

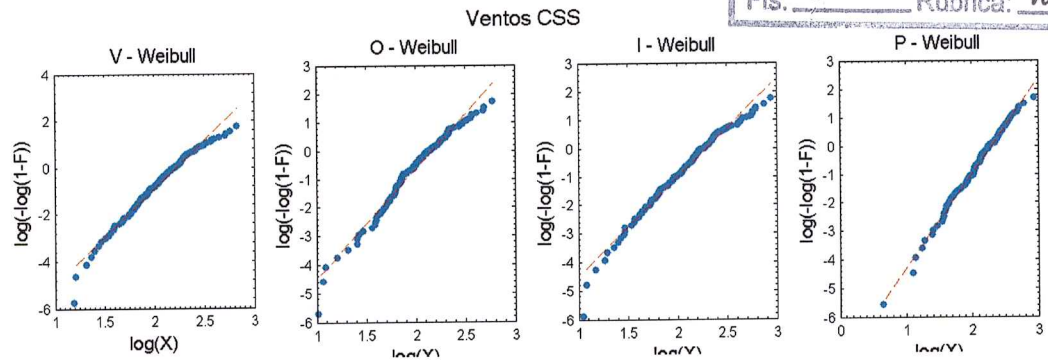


Figura 38: Ajuste quantil-quantil para os dados de ventos diários máximos, por estação do ano (referência na parte superior de cada gráfico: V – verão, O – outono, I – inverno e P - primavera), à distribuição de Weibull. Dados observados na estação meteorológica do CEBIMAR.

Tabela 31: Resultados para o teste Kolmogorov-Smirnov para os ventos máximos diários, por estação do ano. Dados amostrados na estação meteorológica do CEBIMAR.

	Tamanho do Conjunto de Dados	D	D _{0,05}
Verão	160	0,05	0,06
Outono	151	0,06	0,07
Inverno	182	0,05	0,06
Primavera	132	0,05	0,07

Tanto graficamente (Figura 38) quanto numericamente (Tabela 31), há confirmação que Weibull é a distribuição apropriada para o conjunto de dados analisado. Por isso, os resultados apresentados a seguir consideraram esse tipo de ajuste.

Na Tabela 32, são apresentadas as probabilidades de ocorrência de ventos acima de 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15 e 19 m s⁻¹ para as estações do ano. Os resultados indicam que, tanto no verão quanto no outono, não existe probabilidade de ocorrerem ventos superiores a 19 m s⁻¹. Entretanto, em todas as estações existe probabilidade maior de 50% de ocorrer ventos de até 7 m s⁻¹. Entre as estações, o inverno e a primavera são aquelas que apresentam as maiores probabilidades de ocorrência de ventos mais intensos.

Tabela 32: Probabilidade de ocorrência (%) de ventos acima de 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15 e 19 m s⁻¹, por estação do ano. Dados observados na estação meteorológica do CEBIMAR.

	>5	>6	>7	>8	>9	>10	>11	>12	>13	>15	>19
Verão	89,54	80,98	69,44	55,66	41,06	27,41	16,28	8,44	3,74	0,42	0,00
Outono	86,34	76,14	63,13	48,49	33,98	21,36	11,85	5,69	2,32	0,22	0,00
Inverno	88,83	81,22	71,54	60,29	48,29	36,49	25,83	17,02	10,35	2,90	0,07
Primavera	89,25	81,60	71,72	60,12	47,67	35,46	24,53	15,65	9,12	2,29	0,12

O período de retorno para os ventos máximos diários são apresentados na Tabela 33. Enquanto que o vento máximo observado no inverno ($18,96 \text{ m s}^{-1}$) apresenta período de retorno menor do que um ano (0,80 anos), o vento máximo da primavera ($18,94 \text{ m s}^{-1}$) apresenta período de retorno de, aproximadamente, 2,67 anos. No verão e no outono, o período de retorno para as intensidades máximas observadas é igual a 1,33 e 0,93 anos, respectivamente.

Tabela 33: Período de retorno para os ventos diários máximos observados para cada estação do ano. Dados da estação meteorológica do CEBIMAR.

	Vento Máximo (m s^{-1})	Período de Retorno (anos)
Verão	16,96	1,33
Outono	16,02	0,93
Inverno	18,96	0,80
Primavera	18,94	2,67

O período de retorno foi extrapolado para 100 anos, com 95% de intervalo de confiança (Walshaw, 1994). Os resultados são apresentados na Figura 39 e os valores listados na Tabela 34. A intensidade do vento centenário é menor no outono ($19,84 \text{ m s}^{-1}$) e no verão ($20,41 \text{ m s}^{-1}$) do que no inverno ($24,25 \text{ m s}^{-1}$) e na primavera ($21,21 \text{ m s}^{-1}$). Em todas as estações a intensidade do vento cresce exponencialmente até aproximadamente o período de retorno de 10 anos. Após este valor a intensidade varia linearmente, com pequeno coeficiente angular.

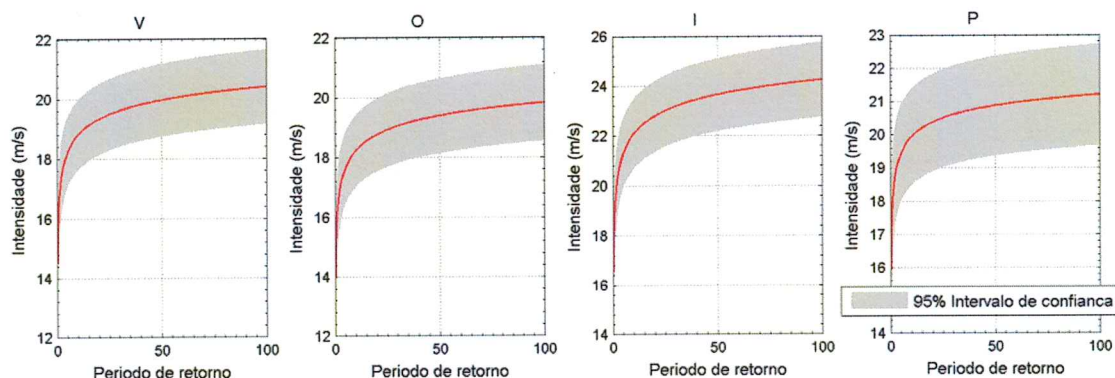


Figura 39: Período de retorno e respectivo nível de retorno para o período entre 0 e 100 anos para os ventos máximos diários, por estação do ano: verão (V), outono (O), inverno (I) e primavera (P). As áreas sombreadas equivalem ao nível de confiança de 95%. Dados observados na estação meteorológica do CEBIMAR.

Tabela 34: Período de retorno e respectivo nível de retorno para ventos máximos diários observados no CSS.

Período de Retorno (anos)	Verão	Outono	Inverno	Primavera
1	16,66	16,10	19,27	18,04
2	17,37	16,81	20,20	18,69
3	17,76	17,19	20,71	19,04
4	18,02	17,46	21,05	19,27
5	18,22	17,65	21,32	19,44
6	18,38	17,81	21,52	19,58
7	18,51	17,94	21,70	19,69
8	18,62	18,05	21,84	19,78
9	18,72	18,15	21,97	19,87
10	18,80	18,23	22,09	19,94
11	18,88	18,31	22,19	20,00
12	18,95	18,38	22,28	20,06
13	19,01	18,44	22,36	20,11
14	19,07	18,50	22,44	20,16
15	19,12	18,55	22,51	20,20
16	19,17	18,60	22,57	20,24
17	19,21	18,64	22,64	20,28
18	19,26	18,69	22,69	20,31
19	19,30	18,73	22,75	20,34
20	19,33	18,76	22,80	20,37
50	19,97	19,40	23,66	20,88
100	20,41	19,84	24,25	21,21

6. Sumário Executivo

Neste trabalho, um estudo dos padrões de correntes e dos ventos no CSS foi apresentado, com foco principal na área próxima ao TEBAR da TRANSPETRO. Para isso, dados horários de direção e intensidade de corrente foram obtidos através da simulação numérica da circulação, sob diferentes condições oceanográficas, de marés e de ventos, ao longo de um ano, entre março de 1992 e março de 1993. Já os dados de direção e intensidade de vento analisados foram coletados por uma estação meteorológica instalada na Ilha da Universidade, localizada no CSS, entre março de 1992 e março de 1993, com intervalo de amostragem igual a 30 min.

As correntes modeladas foram analisadas em oito pontos distribuídos próximo ao TEBAR. Verificou-se que, apesar da proximidade dos pontos, o padrão de correntes varia entre aqueles pontos localizados em regiões mais rasas e aqueles em áreas mais profundas. Em áreas mais rasas, pontos A e B, as correntes são menos intensas (valor máximo modelado igual a $0,81 \text{ m s}^{-1}$) e fluem preferencialmente para sudoeste em todas as estações do ano. Nos pontos C, D, E e F, mais profundos, as correntes são mais intensas (máximo igual a $1,20 \text{ m s}^{-1}$ na primavera, ponto F) e a direção predominante é para o sul (máximo igual a 46,2% na primavera, ponto D). Os pontos G e H, também, posicionados em maiores profundidades, apresentaram correntes com magnitude máxima igual a $1,02 \text{ m s}^{-1}$ (ponto H) e com direção norte mais frequente (máximo de 37,6% no verão, ponto H) durante o verão e o outono. Nestes pontos, no inverno e na primavera, a direção predominante é sul (máximo de 48,3%). O período de retorno das correntes diárias máximas modeladas foi estimado. Os resultados obtidos mostraram que a magnitude da corrente com período de retorno de 50 anos varia entre $0,70 \text{ m s}^{-1}$ (ponto B, outono) e $1,68 \text{ m s}^{-1}$ (ponto F, primavera).

Em todas as estações do ano, os ventos mais frequentes no CSS sopram de NE-W e de SW-W com intensidades de 3 a 6 m s^{-1} . A estimada intensidade média dos ventos foi: $4,77 \text{ m s}^{-1}$ no verão, $4,48 \text{ m s}^{-1}$ no outono, $5,34 \text{ m s}^{-1}$ no inverno e $5,19 \text{ m s}^{-1}$ na primavera. Ventos com maiores intensidades (até 19 m s^{-1}) ocorrem no inverno e na primavera, com direção SW-W. O período de retorno estimado para essas intensidades foi igual a 0,80 anos no inverno e 2,67 anos na primavera. A intensidade do vento centenário obtida foi menor no outono ($19,84 \text{ m s}^{-1}$) e no verão ($20,41 \text{ m s}^{-1}$) do que no inverno ($24,25 \text{ m s}^{-1}$) e na primavera ($21,21 \text{ m s}^{-1}$).

7. Referências Bibliográficas

- Assad, L. P. F. (2000) Circulação no CSS (SP) durante o inverno: estudos numéricos. *Dissertação de Mestrado*, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 138 pp.
- Castro, B. M. (1985) Subtidal response to wind forcing in the South Brazil Bight during winter. *Ph.D. Dissertation*, University of Miami, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, Miami, FL., USA, 211 pp.
- Castro, B. M. (1990) Wind driven currents in the Channel of São Sebastião: winter, 1979. *Bolm. Inst. Oceanogr.*, 38(2): 111-132.
- Castro, B. M. (1996) Correntes e massas de água da plataforma continental norte de São Paulo. *Tese de Livre-Docência*, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 248 pp.
- Castro, B. M., L. B. Miranda, L. S. Silva, R. F. C. Fontes, A. F. Pereira, e A. L. Coelho (2008) Processos físicos: hidrografia, circulação e transporte. In: *Oceanografia de um ecossistema subtropical – Plataforma de São Sebastião, SP*, A.M.S. Pires-Vanin (org.), EDUSP, São Paulo, pp. 59-121.
- Castro, B. M., A. F. Pereira, A. De Caroli, H. F. Neto, G. C. A. Paschoal, I. C. A. da Silveira, e C. C. Amor. Correntes e massas de água na Plataforma Continental da Bacia de Campos. Capítulo de Oceanografia Física da Bacia de Campos. Projeto Habitats - Petrobras. *In Press*.
- Coelho, A. L. (1997) Massas de água e circulação no CSS. *Dissertação de Mestrado*, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 244 pp.
- Egbert, G. D., A. F. Bennett, e M. G. G. Foreman (1994) Topex/Poseidon tides estimated using a global inverse model, *J. Geophys. Res.*, 99, 24821-52.
- Egbert, G. D., e S. Y. Erofeeva (2002) Efficient inverse modeling of barotropic ocean tides, *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 19(2), 183-204.
- Emilsson, I. (1961) The shelf and coastal waters of southern Brazil. *Bolm. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, 7(2), 101-112.
- FEMAR – Fundação de Estudos do Mar (2000) Catálogo de estações maregráficas brasileiras. F. J. P. Salles, F. C. M. Bentes e J. A. dos Santos (org.). 1ª ed, Rio de Janeiro, RJ. 280 pp.

- Fisher, R. A., e L. H. C. Tippett (1928) Limiting forms of the frequency distributions of the largest or smallest member of a sample. *Proc. Cambridge Philos. Soc.*, 24, 180-190.
- Fontes, R. F. C. (1995) As correntes no CSS. *Dissertação de Mestrado*, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 159 pp.
- Hosking, J. R. M., J. R. Wallis, e E. F. Wood (1985) Estimation of the generalized extreme value distribution by the method of probability-weighted moments. *Technometrics*, 27, 251-261.
- Jenkinson, A. F. (1955) The frequency distribution of the annual maximum (or minimum) values of meteorological elements. *Quart. J. Royal Met. Soc.*, 81, 158-171.
- Kanamitsu, M., W. Ebisuzaki, J. Woollen, S. K. Yarg, J. J., Hnilo, M. Fiorino, and G. L. Potter (2002) NCEP/DOE AMIP-II reanalysis (R-2). *Bull. Am. Met. Soc.*, 83, 1631-1643.
- Kvinge, T. (1967) On the special current and water level variations in the Channel of São Sebastião. *Bolm. Inst. oceanogr.*, 16: 23-38.
- Large, W. G., e S. Pond (1981) Open ocean momentum flux measurements in moderate to strong winds. *J. Phys. Oceanogr.*, 11, 324-336.
- Leandro, R. P. (1999) Climatologia das águas do CSS (SP). *Dissertação de Mestrado*, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 162 pp.
- Massey, F. R. (1951) The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit. *J. Am. Stat. Ass.*, 46, 68-78.
- Miranda, L. B., e B. M. Castro (1995) Variabilidade da circulação e do transporte de volume no CSS (SP): outono de 1980. *Publ. Esp. Inst. Oceanogr.*, 11, 1-9.
- Miranda, E. E. de, e A. C. Coutinho (2004) Brasil Visto do Espaço. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2004. Disponível em: <http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br>
- Paixão, S. V. (2008) Transporte de volume e condições hidrográficas no CSS. *Dissertação de Mestrado*, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 128 pp.
- Pereira, A. F., B. M. Castro, L. Calado, e I. C. A. Silveira (2007) Numerical simulation of M₂ internal tides in the South Brazil Bight and their interaction with the Brazil Current. *Journal of Geophysical Research*, 112, C04009, doi:10.1029/2006JC003673.



- Prescott, P., and A. T. Walden (1980) Maximum likelihood estimation of the parameters of the generalized extreme-value distribution. *Biometrika*, 67, 723-724.
- Ray, R. D., G. D. Egbert, e S. Y. Erofeeva (2011) Tide prediction in shelf and coastal waters: status and prospects. Em: *Coastal Altimetry*, S. Vignudelli *et al.* (Eds), 191-216, Springer-Verlag, Berlim.
- Raynal, J. A. (1997) Sobre el use del dominio de atracción para la identificación de valores extremos e máximos. *Ing. Hidr. México*, 12, 57-62.
- Silva, L. S. (1995) Condições oceanográficas no CSS e na região costeira adjacente: variações sazonais entre fevereiro de 1994 a março de 1995. *Dissertação de Mestrado*, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 128 pp.
- Silva, L. S., L. B. Miranda, e B. M. Castro (2004) Análise de massas de água no CSS entre fevereiro de 1994 e março de 1995. *Anais Hidrogr.*, LXI: 76-99.
- Silva, L. S., L. B. Miranda, e B. M. Castro (2005) Numerical study of circulation and thermohaline structure in the São Sebastião Channel. *Rev. Bras. Geof.*, 23(4): 407-425.