

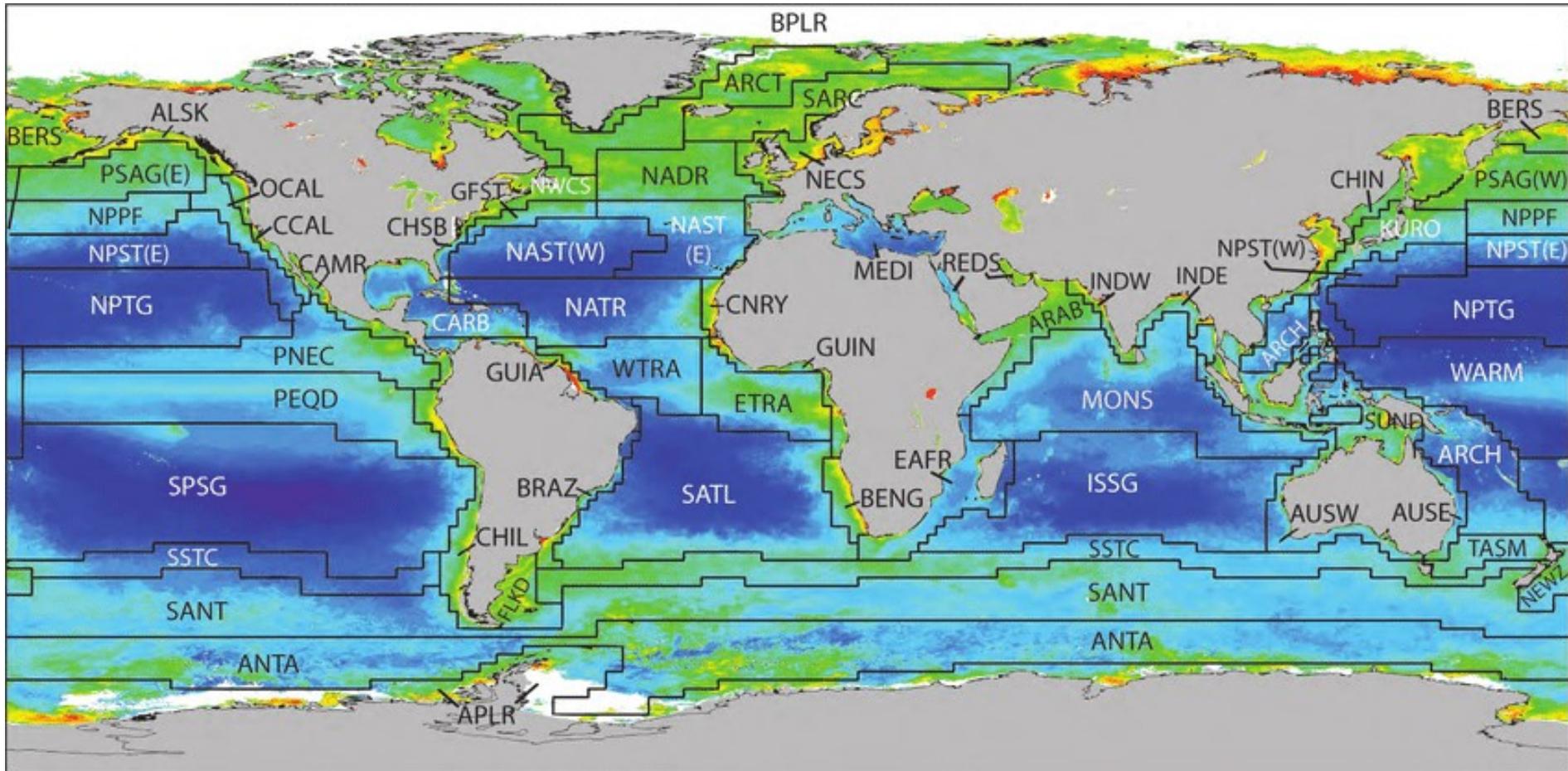


REGIONALIZAÇÃO DO AMBIENTE PELÁGICO BRASILEIRO - UM SUBSÍDIO PARA O PLANEJAMENTO DE ÁREAS MARINHAS PROTEGIDAS

Andréa de Lima Oliveira
18/12/2018

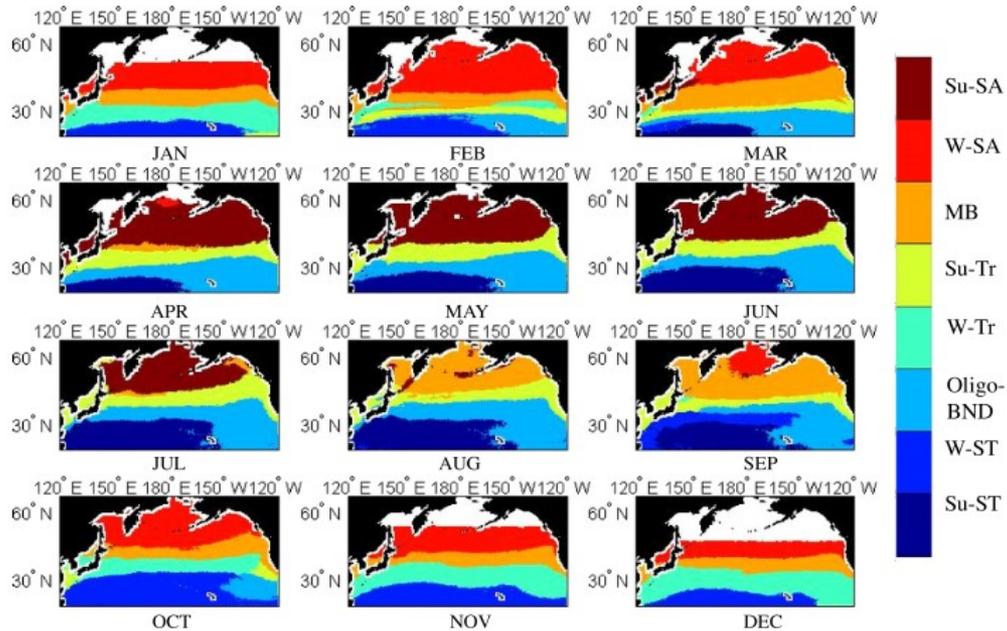
- Introdução
- Metodologia
 - Área de Estudo
 - Método Hierárquico com restrições espaciais
 - Preparação dos dados
- Resultados
- Discussão
- Conclusão

Introdução

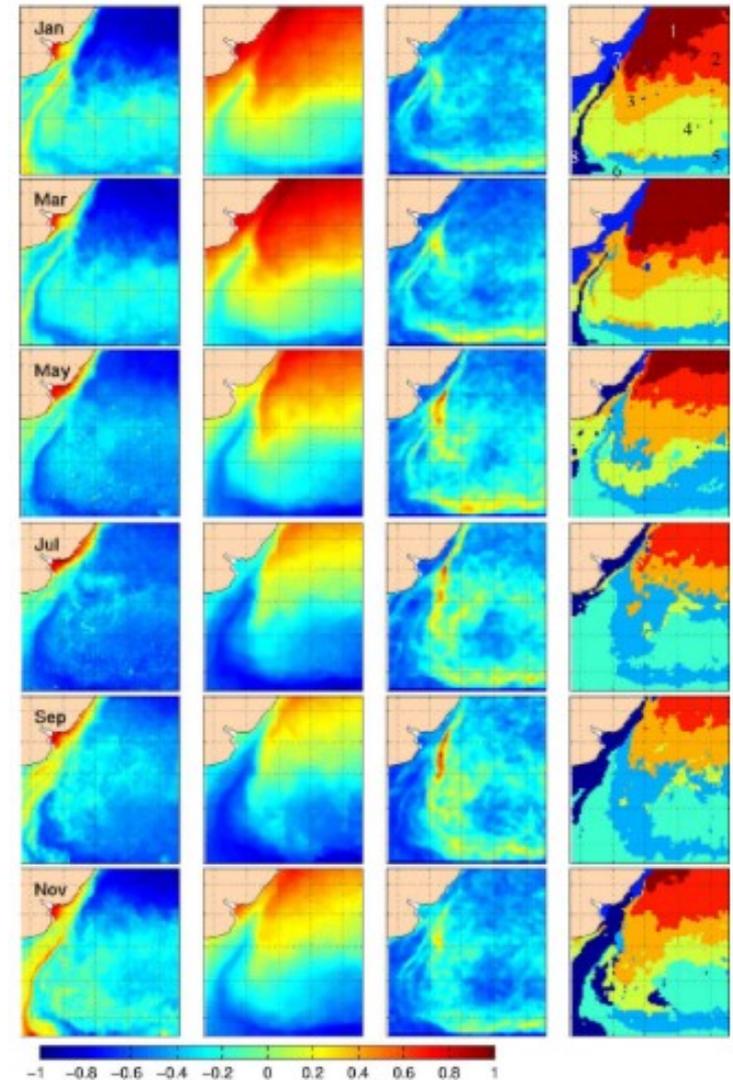


- LONGHURST (1998)

Introdução



KAVANAUGH et al. (2014)



SARACENO et al. (2006)

Introdução

Principais métodos utilizados para a regionalização do oceano.
A maioria dos métodos não supervisionado não leva em consideração a componente espacial para os agrupamentos, se baseando primordialmente no espaço de atributos.

Method	References
<u>Supervised</u>	
Expert knowledge / literature review	Platt and Sathyendranath, 1988; Mueller and Lange, 1989 ^a ; Sherman, 1991 ^a ; Sherman, 1994 ^a ; Longhurst et al., 1995; Longhurst, 1995, 1998; Sathyendranath et al., 1995; ICES, 2004; Platt et al., 2005; Longhurst, 2007; Spalding et al., 2007, 2012; Henson et al., 2010; Hao et al., 2015 ^a
Boolean logic/Decision tree	Sathyendranath et al., 1991 ^a ; Brock et al., 1998; Watts et al., 1999; Sarmiento et al., 2004 ^a ; Fay and McKinley, 2014
<u>Unsupervised</u>	
Clustering	
Hierarchical	Traykovski and Sosik, 2003; Oliver et al., 2004; Saraceno et al., 2006; Lubac and Loisel, 2007 ^a ; Oliver and Irwin, 2008; Irwin and Oliver, 2009; Briceño and Boyer, 2010 ^a ; Taylor et al., 2011 ^a ; Vantrepotte et al., 2012; Shi et al., 2013; Fendereski et al., 2014
Nonhierarchical	Moore et al., 1998; Karabashev et al., 2002; Oliver et al., 2004; Feng et al., 2005 ^a ; Devred et al., 2007, 2009; Oliver and Irwin, 2008; D'Ortenzio and d'Alcalà, 2009; Irwin and Oliver, 2009; Kahru et al., 2010; Acevedo-Trejos et al., 2013; Blondeau-Patissier et al., 2014b; Foukal and Thomas, 2014; Nieblas et al., 2014; Mayot et al., 2015; Mélin and Vantrepotte, 2015
Fuzzy	Moore et al., 2001; Hoepffner and Dowell, 2005; Lucieer and Lucieer, 2009 ^a ; Moore et al., 2009
Empirical Orthogonal Function	Navarro and Ruiz, 2006; Macías et al., 2007; Hardman-Mountford et al., 2008; Santamaría-Del-Ángel et al., 2011; Callejas-Jimenez et al., 2012; Caballero et al., 2014; Muñoz et al., 2015
Non-Parametric Probabilistic Ecological Niche Model	Reygondeau et al., 2013

^a Not including ocean colour remote sensing data.

Introdução

SACARENO et al. (2006) e KAVANAUGH et al. (2014) usam o método SOM probabilístico que considera uma curva de distribuição gaussiana em cada elemento, que acaba impondo um peso maior para elementos mais próximos

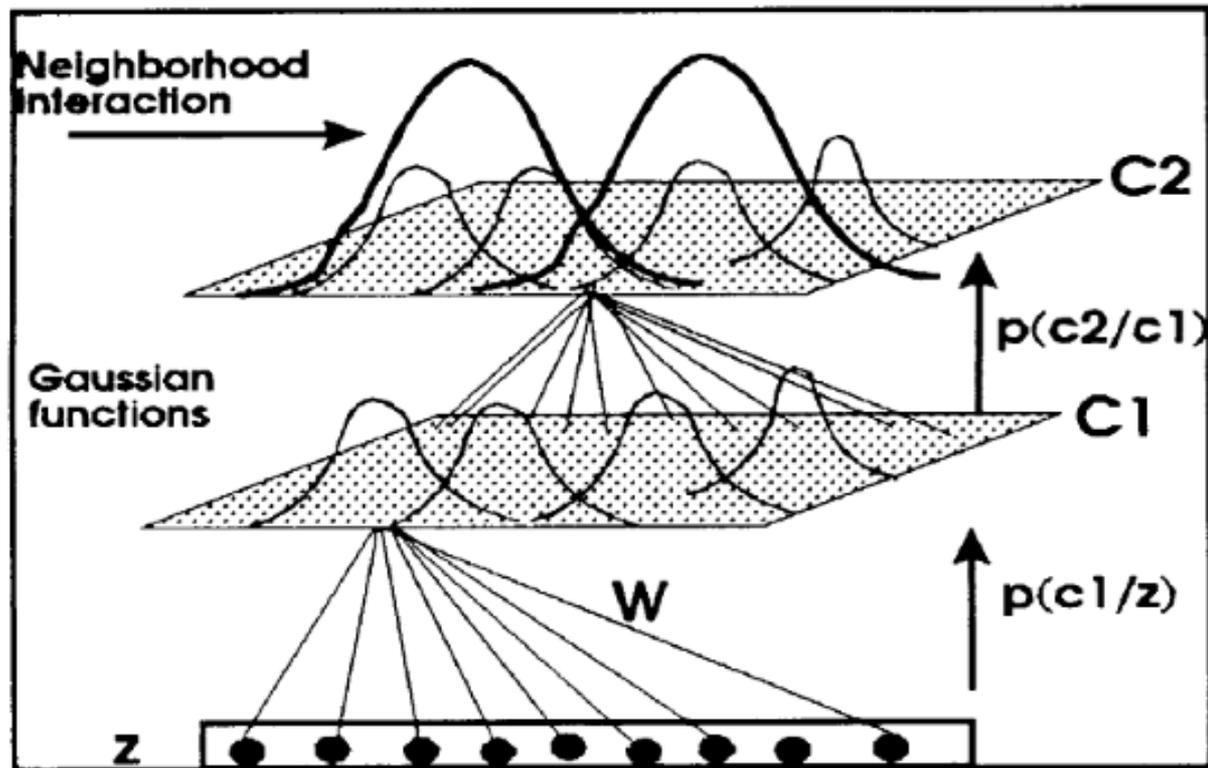


Fig. 2. Three layers architecture.

ANOUAR et al. (1998)

Introdução

`ClustGeo`: an R package for hierarchical clustering with
spatial constraints

Marie Chavent ^{*†‡}

Vanessa Kuentz-Simonet [§]

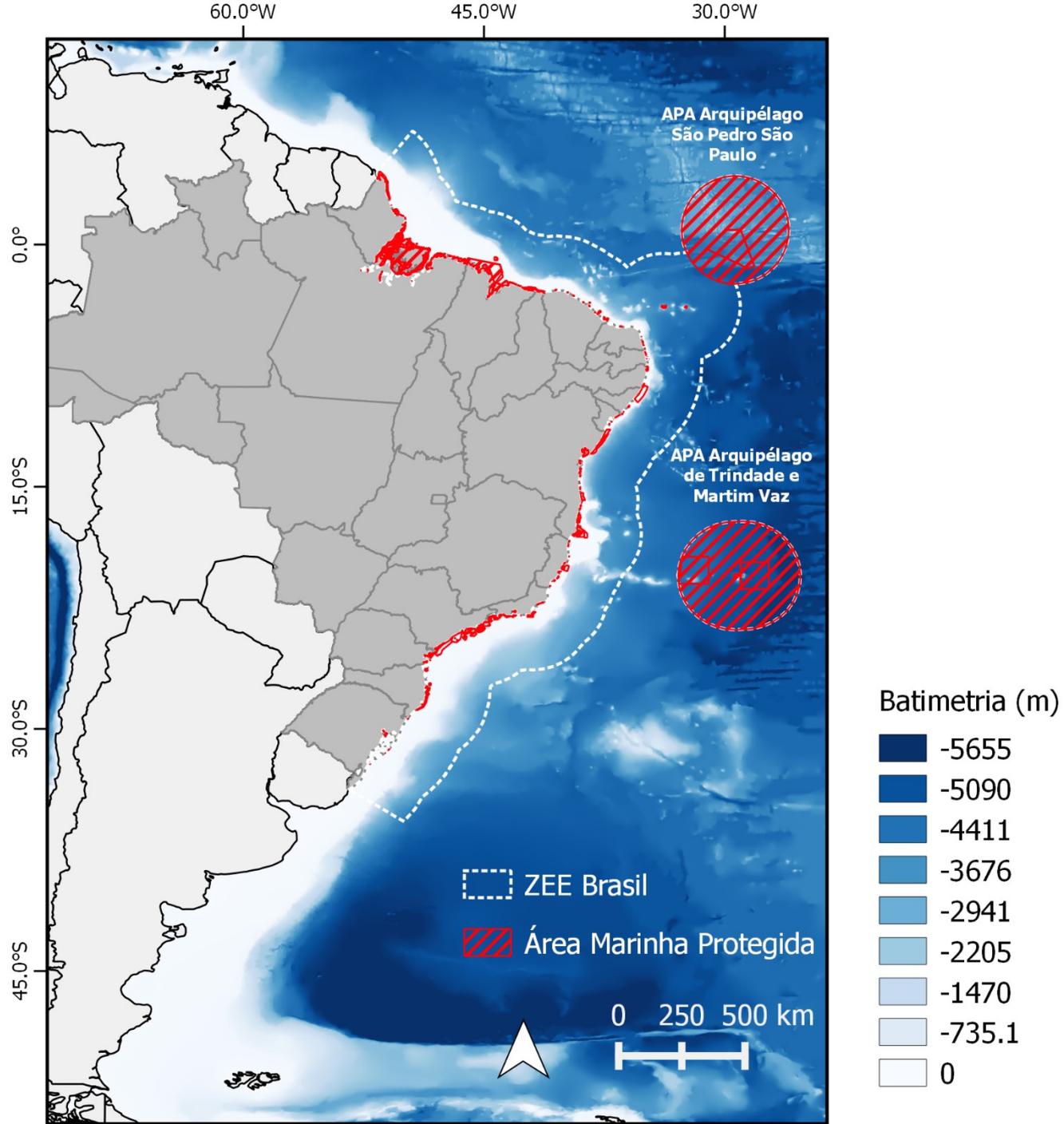
Amaury Labenne [§]

Jérôme Saracco ^{¶†‡}

December 14, 2017

No algoritmo proposto por CHAVENT et al. (2017), o método similar ao Ward para o agrupamento hierárquico tem como entrada duas matrizes de dissimilaridades, uma com as dissimilaridades no espaço de atributos e outra com as distâncias espaciais — que também pode ser a matriz de vizinhança — juntamente com um parâmetro de ponderação entre essas duas matrizes (α).

- Introdução
- Metodologia
 - Área de Estudo
 - Método Hierárquico com restrições espaciais
 - Preparação dos dados
- Resultados
- Discussão
- Conclusão





Area marine



26.62%

coverage

977,793 km²

Marine Area Protected

3,672,584 km²

Total Marine Area

↓ 1.88%

with management effectiveness evaluation

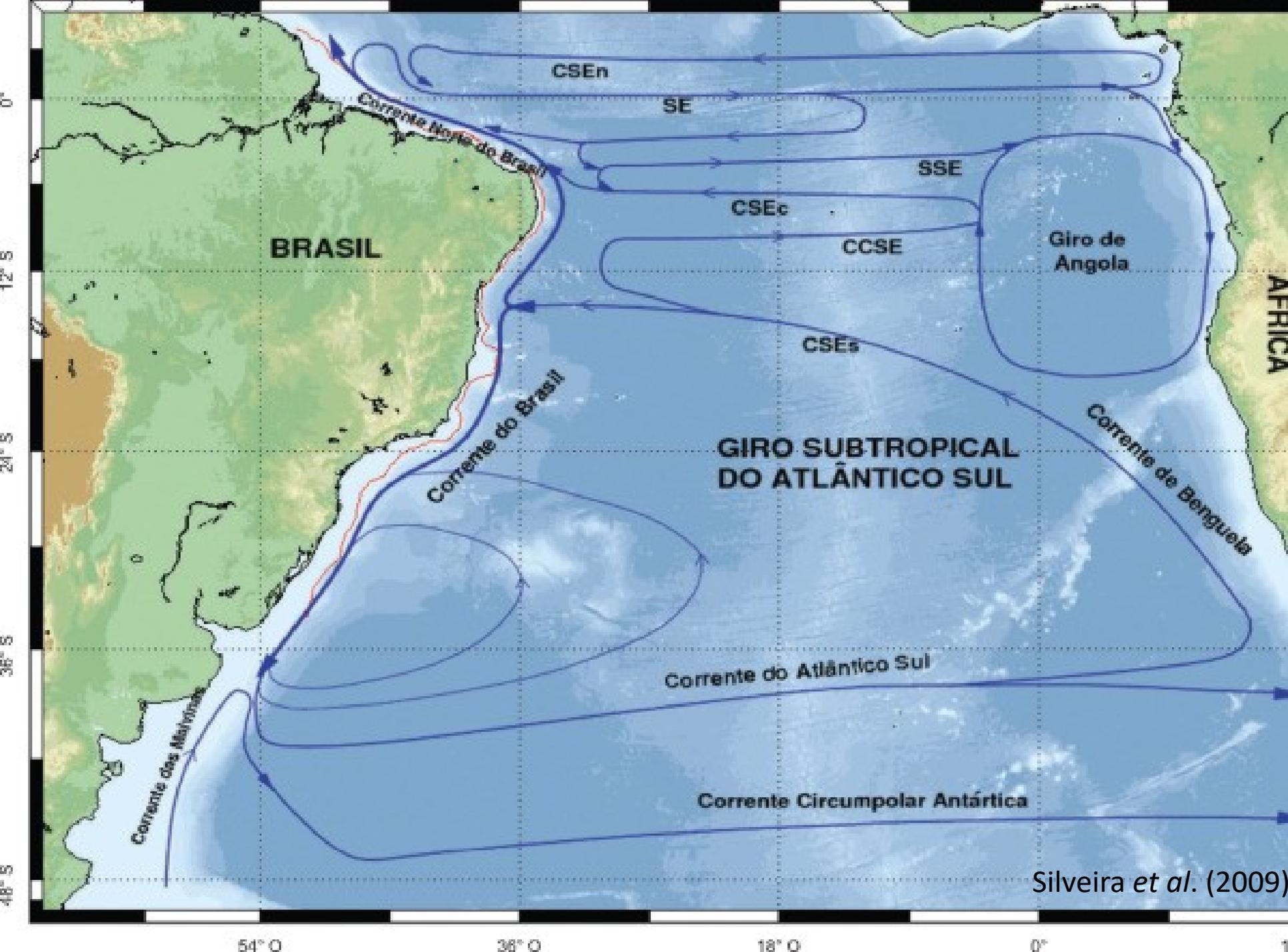
18,353.71356 km²

Area Assessed

Warning: These statistics might differ from those reported officially by countries due to difference in methodologies and datasets used to assess protected area coverage and differences in the base maps used to measure terrestrial and marine area of a country or territory.

Learn how we calculate protected area coverage statistics

<https://www.protectedplanet.net/country/BR>



Silveira et al. (2009)

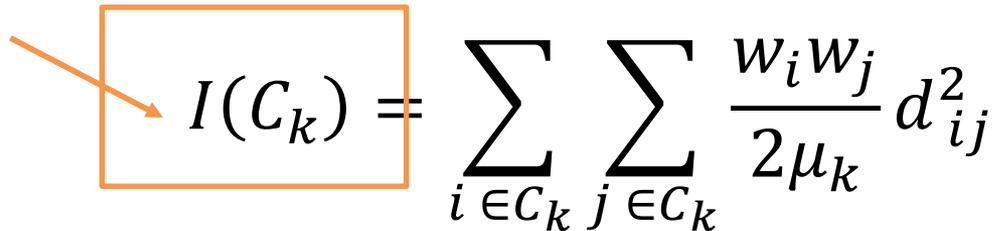
- Introdução
- Metodologia
 - Área de Estudo
 - Método Hierárquico com restrições espaciais
 - Preparação dos dados
- Resultados
- Discussão
- Conclusão

Metodologia

- Método de Agrupamento Hierárquico com restrições espaciais CHAVENT et al.(2017)
- É uma adaptação do *Ward-like hierarchical clustering* que se baseia na pseudo-inércia dos agrupamentos ao invés de considerar os erros quadrados

Metodologia

Pseudo-inércia


$$I(C_k) = \sum_{i \in C_k} \sum_{j \in C_k} \frac{w_i w_j}{2\mu_k} d_{ij}^2$$

- Onde n observações e $i = 1, \dots, n$.
- w_i é o peso da i ésima observação
- $D = [d_{ij}]$ é a matriz de dissimilaridade de dimensão $n \times n$, e d_{ij} é a dissimilaridade entre a observação i e j
- $\mu_k = \sum_{j \in C_k} w_j$ é o peso de C_k

Metodologia

A pseudo-inércia da partição P_k , sendo k o número de grupos, é dada por:

$$W(P_k) = \sum_{k=1}^K I(C_k)$$

Quanto menor é $W(P_k)$, i.e. pseudo-inércia da partição, mais homogênea é a partição nos k grupos.

Metodologia

$$I_{\alpha}(C_k^{\alpha}) = (1 - \alpha) \sum_{i \in C_k^{\alpha}} \sum_{j \in C_k^{\alpha}} \frac{w_i w_j}{2\mu_k^{\alpha}} d_{0,ij}^2 + \alpha \sum_{i \in C_k^{\alpha}} \sum_{j \in C_k^{\alpha}} \frac{w_i w_j}{2\mu_k^{\alpha}} d_{1,ij}^2$$

- α é o parâmetro de ponderação (0 a 1)
- D_0 é a matriz de dissimilaridade do espaço de atributos
- D_1 é a matriz de dissimilaridade de espacial (CHAVENT et al., 2017)

Metodologia

Como escolher o valor de alfa, de forma a obter uma contiguidade desejada degradando o mínimo possível a matriz de dissimilaridade dos atributos?

Metodologia

$$Q_{\beta}(P_K^{\alpha}) = 1 - \frac{W_{\beta}(P_K^{\alpha})}{W_{\beta}(P_1)} \in [0,1]$$


$$Q_0(P_K^{\alpha}) = 1 - \frac{W_0(P_K^{\alpha})}{W_0(P_1)} \in [0,1]$$

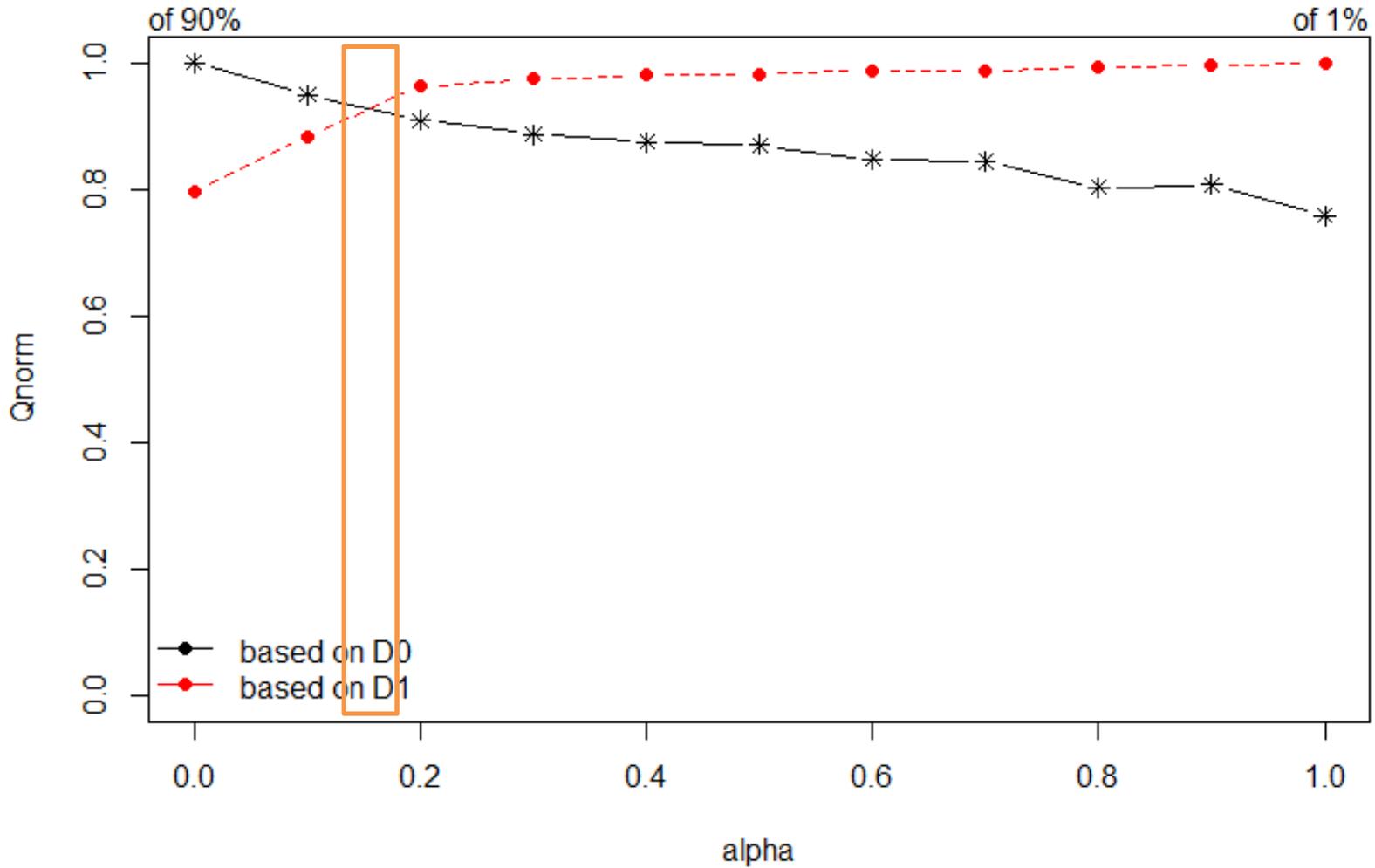
Inércia total explicada para matriz de dissimilaridade de atributos


$$Q_1(P_K^{\alpha}) = 1 - \frac{W_1(P_K^{\alpha})}{W_1(P_1)} \in [0,1]$$

Inércia total explicada para matriz da componente espacial (distâncias ou vizinhança)

No caso, o valor de $W_0(P_1)$ e $W_1(P_1)$ são constante, e $W_0(P_K^{\alpha})$ e $W_1(P_K^{\alpha})$ vão variar de acordo com o valor de α .

K= 12 clusters



- Introdução
- Metodologia
 - Área de Estudo
 - Método Hierárquico com restrições espaciais
 - Preparação dos dados
- Resultados
- Discussão
- Conclusão

Metodologia

Parâmetros	Fonte	Resolução Espacial	Unidade de medida
Temperatura Superficial (SST)	MODIS	4 km	°C
Clorofila-a (Chla)	MODIS	4 km	mg m ⁻³
Radiação Fotossinteticamente Ativa (PAR)	MODIS	4 km	Einsten m ⁻² dia ⁻¹
Profundidade (Prof)	GEBCO	1 arc minuto	m
Altura da camada superficial (ACS)	Modelo MERRA	0.5 x 0.625°	m

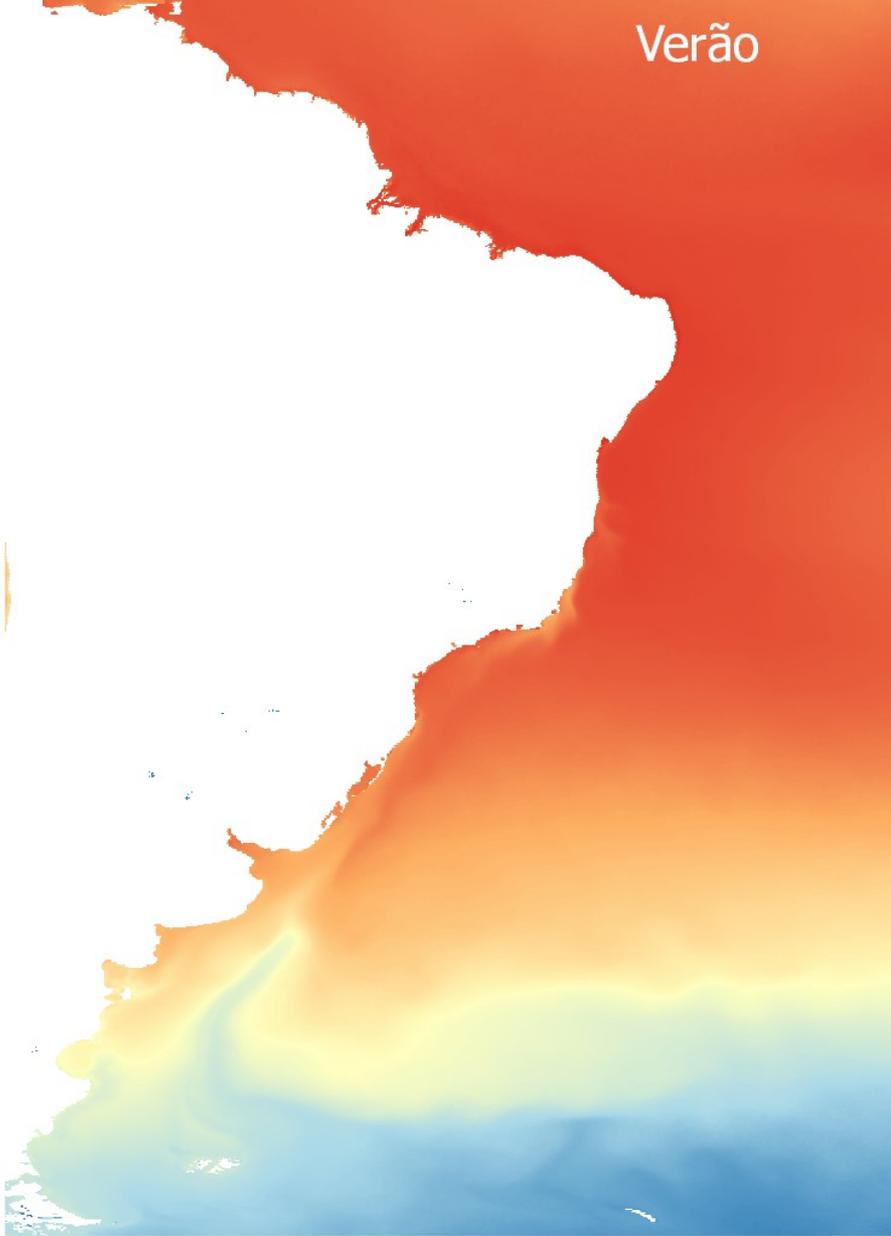
Foram obtidas as médias sazonais dos parâmetros (2002-2017) e reamostrados para uma grade de 50 x 62 km

Todos os parâmetros foram padronizados, subtraindo-se a média e dividindo-se pelo desvio padrão do conjunto de valores do parâmetro.

Áreas mais rasas do que 50m foram removidas da classificação.

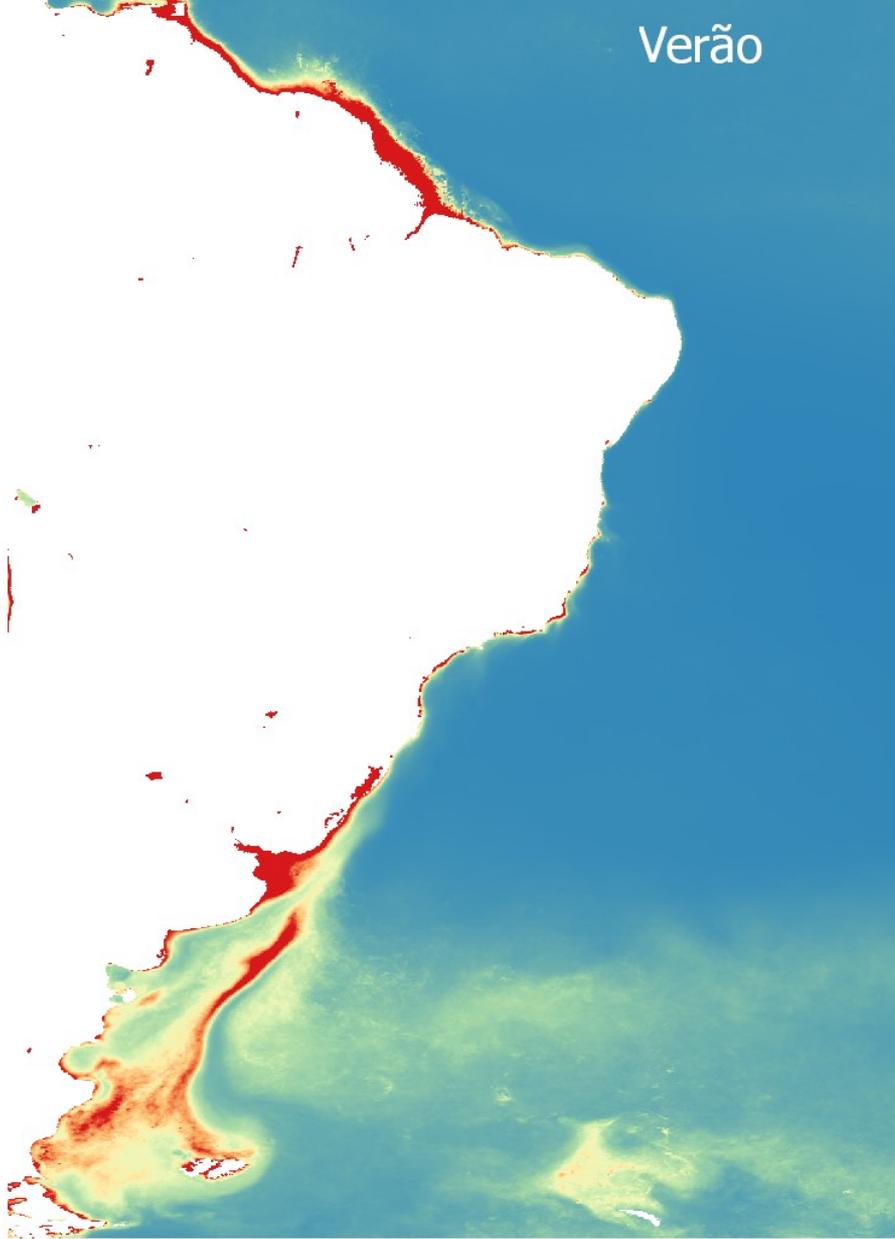
Verão

TSM (°C)



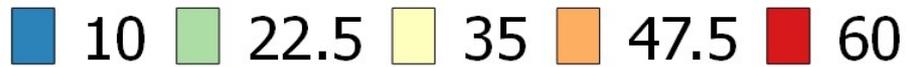
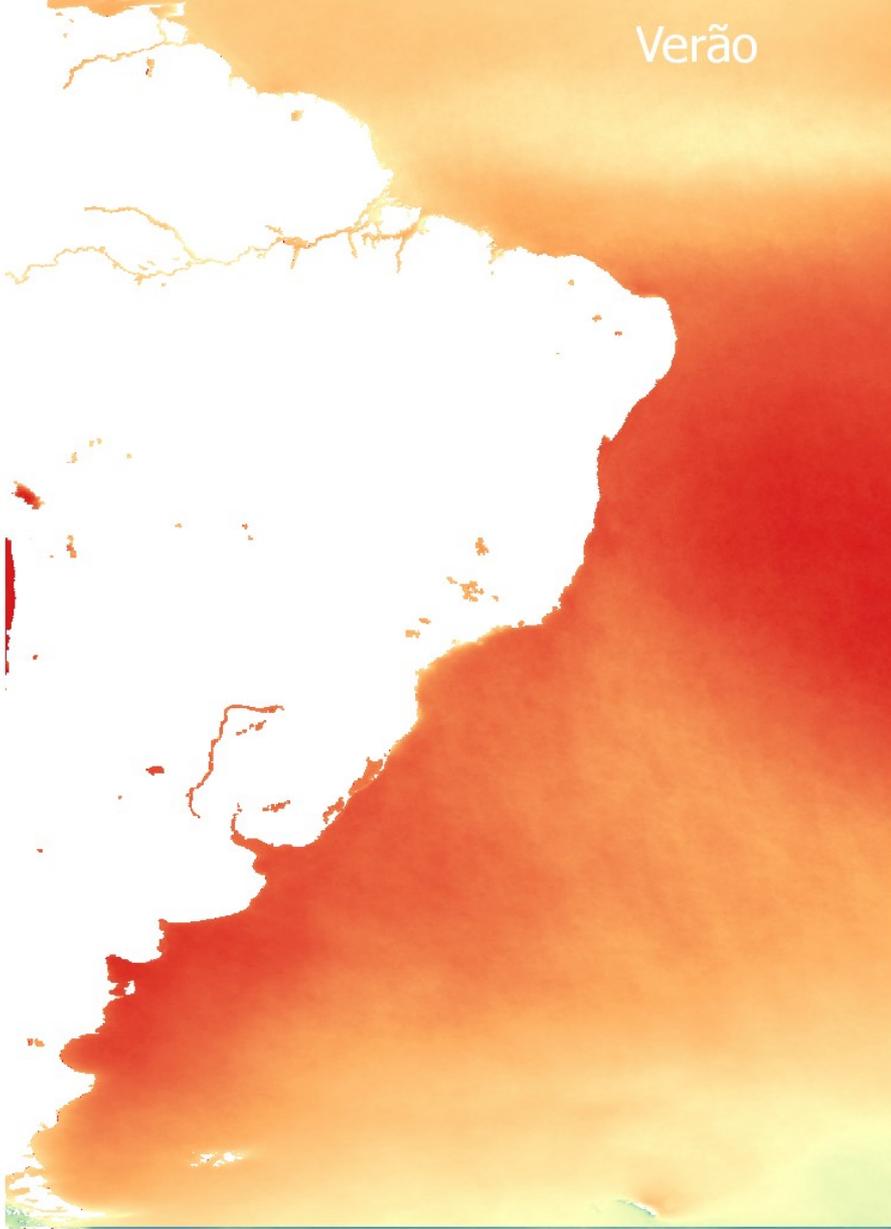
Verão

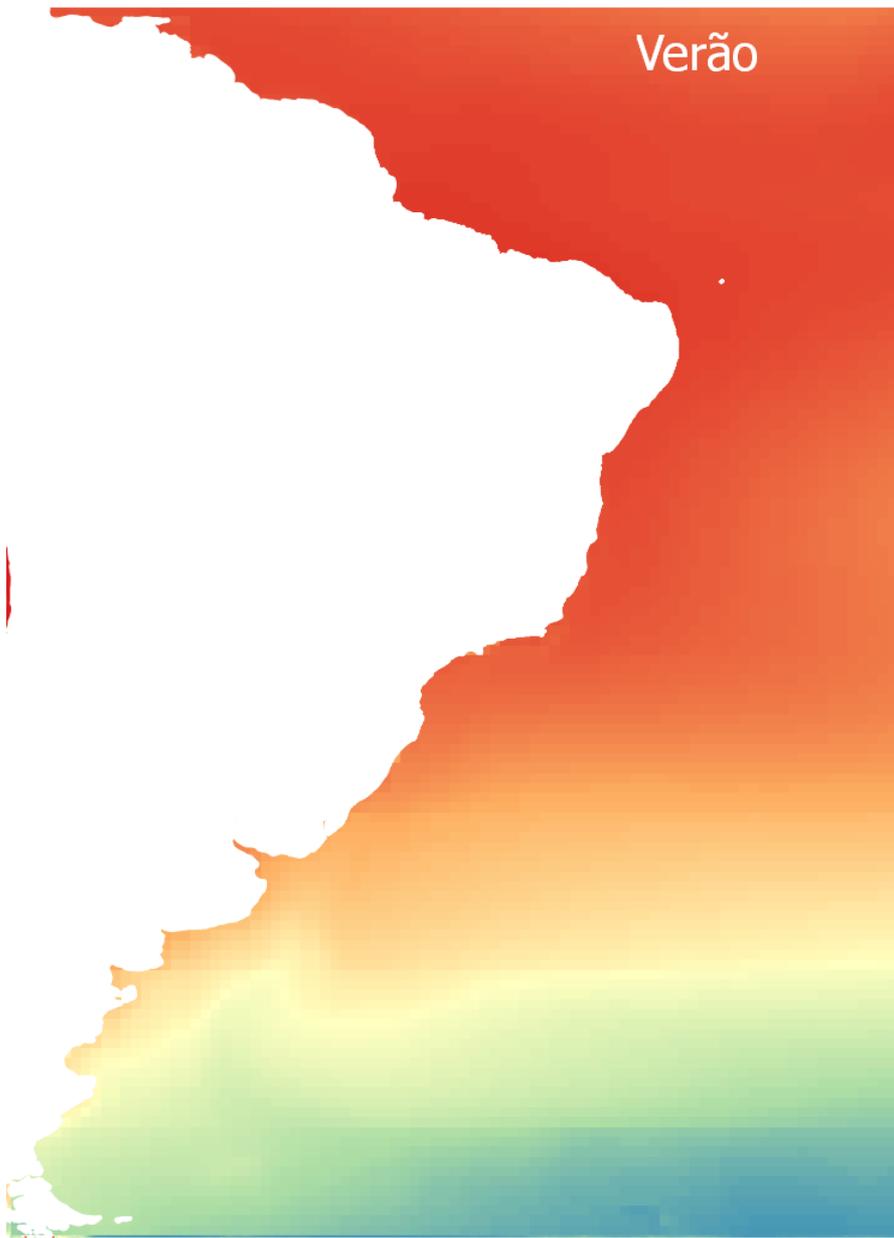
Chloa (mg m^{-3})



Verão

PAR (Einsten $\text{m}^{-2}\text{dia}^{-1}$)



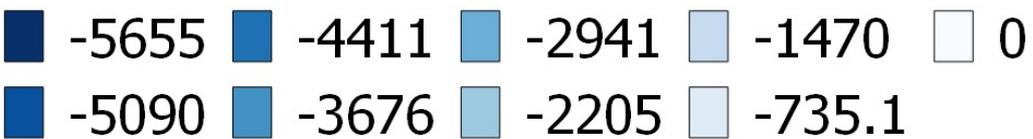
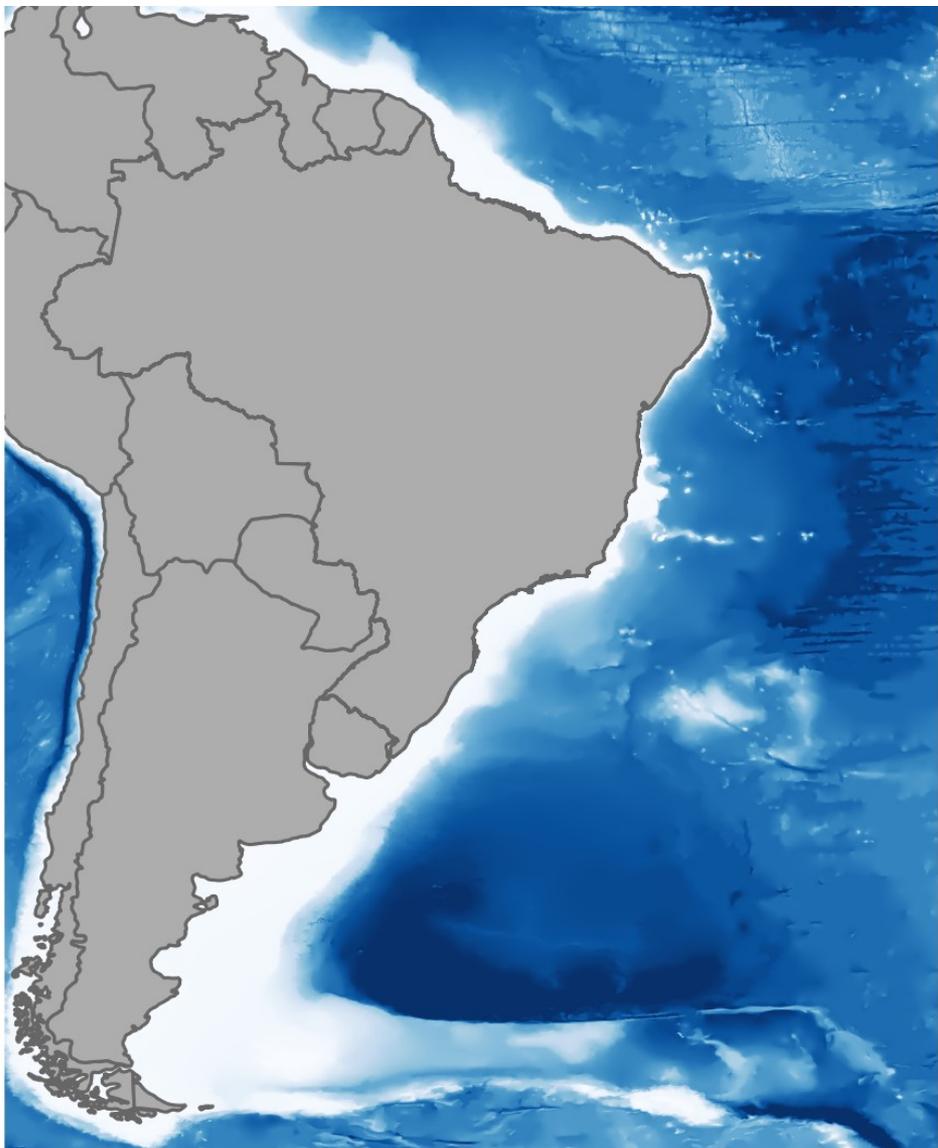


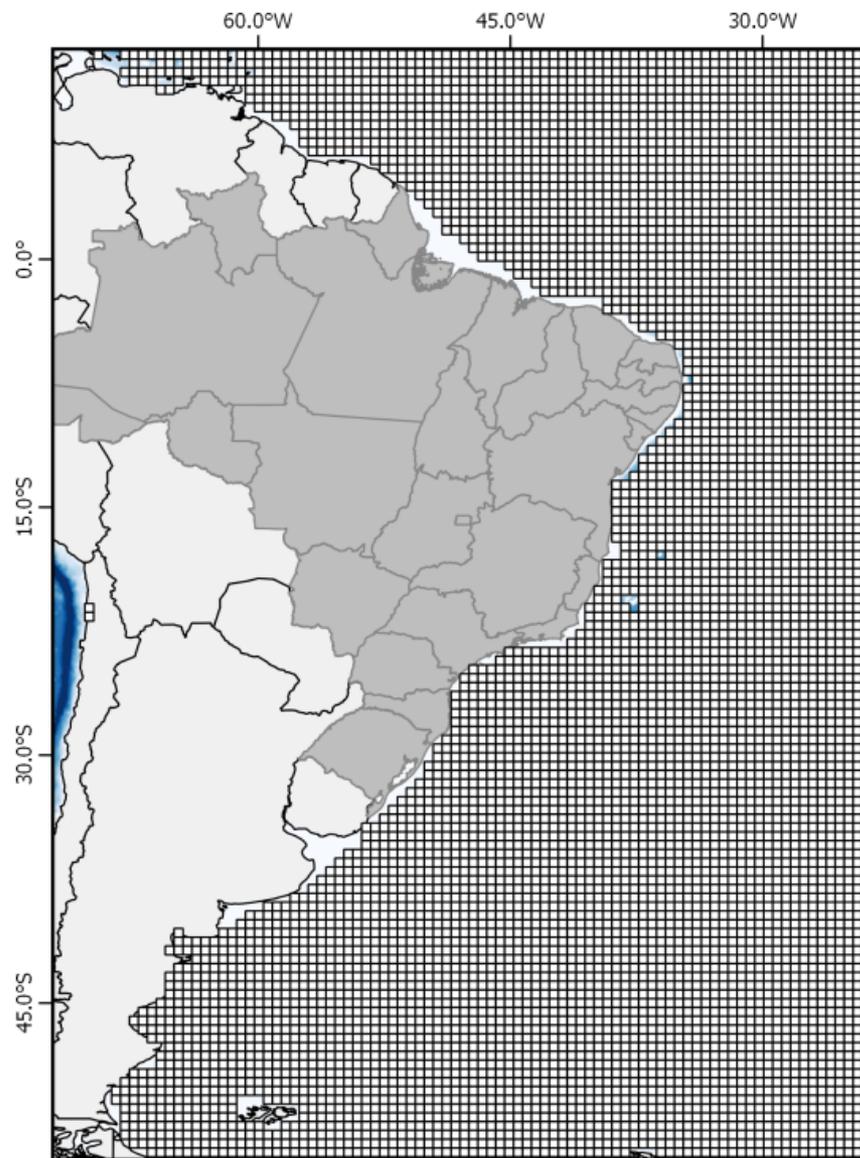
Verão

Altura média do mar
(m)



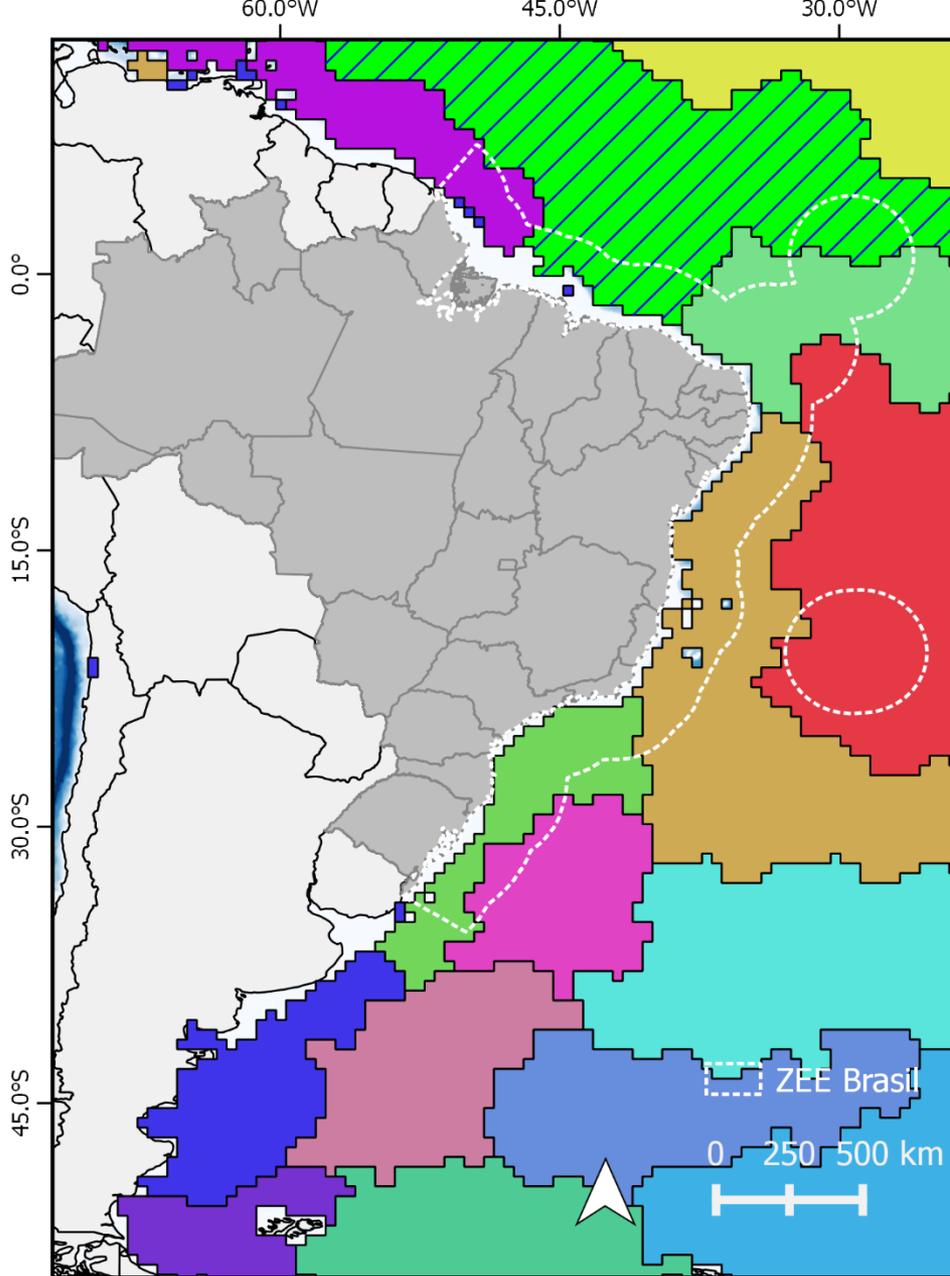
Profundidade (m)



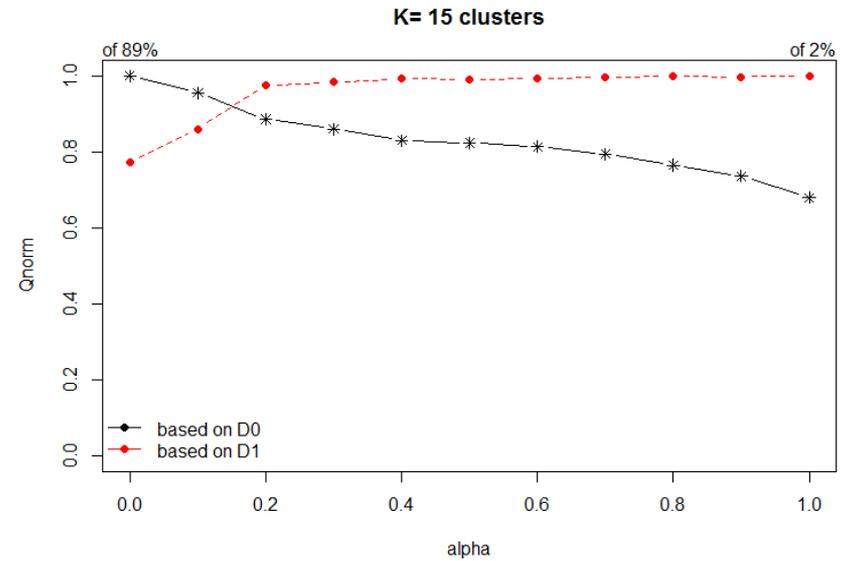
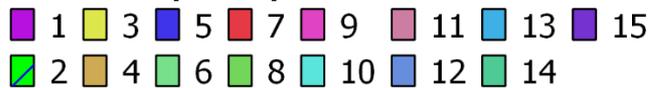


- Introdução
- Metodologia
 - Área de Estudo
 - Método Hierárquico com restrições espaciais
 - Preparação dos dados
- Resultados
- Discussão
- Conclusão

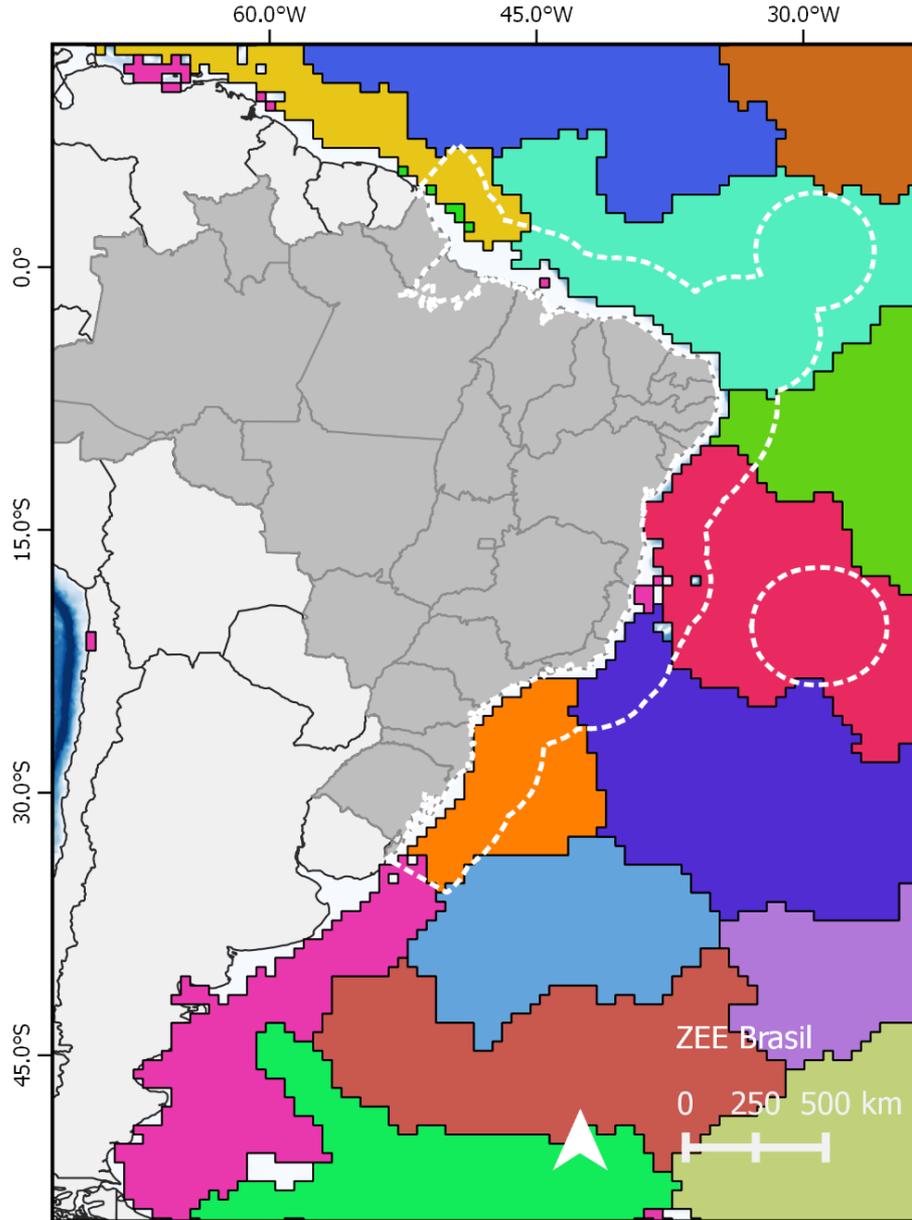
Verão



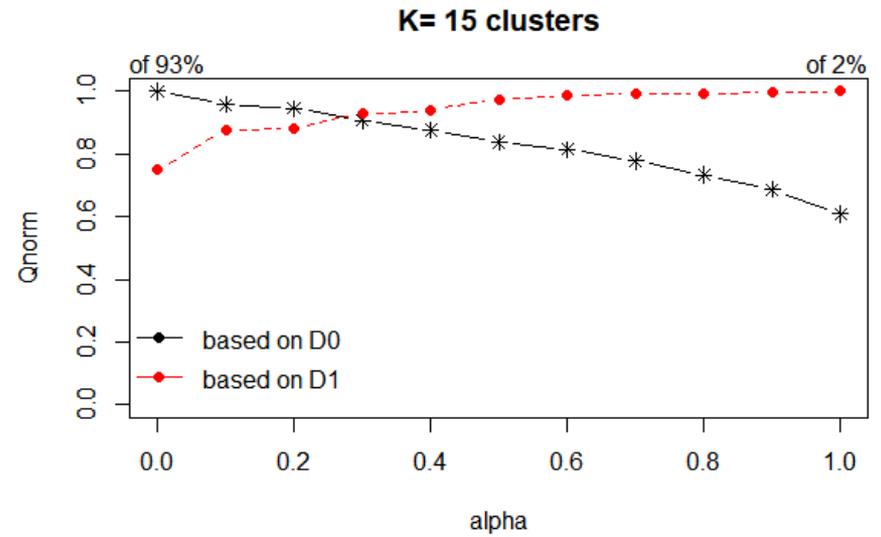
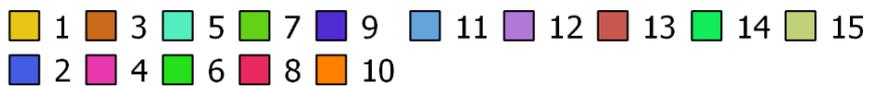
Hierárquico $\alpha = 0.2$ e $K = 15$



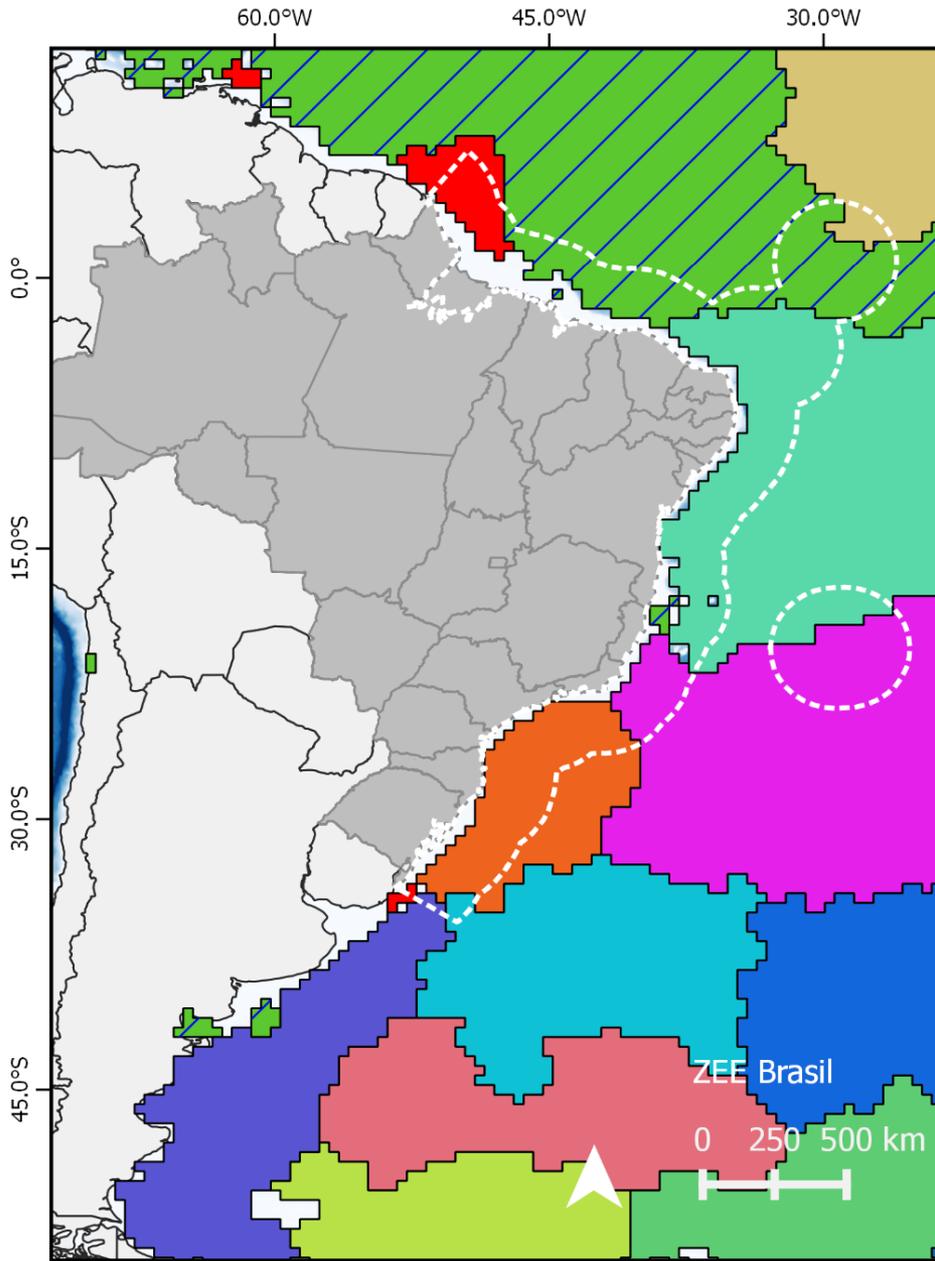
Outono



Hierárquico $\alpha = 0.4$ e $K = 15$

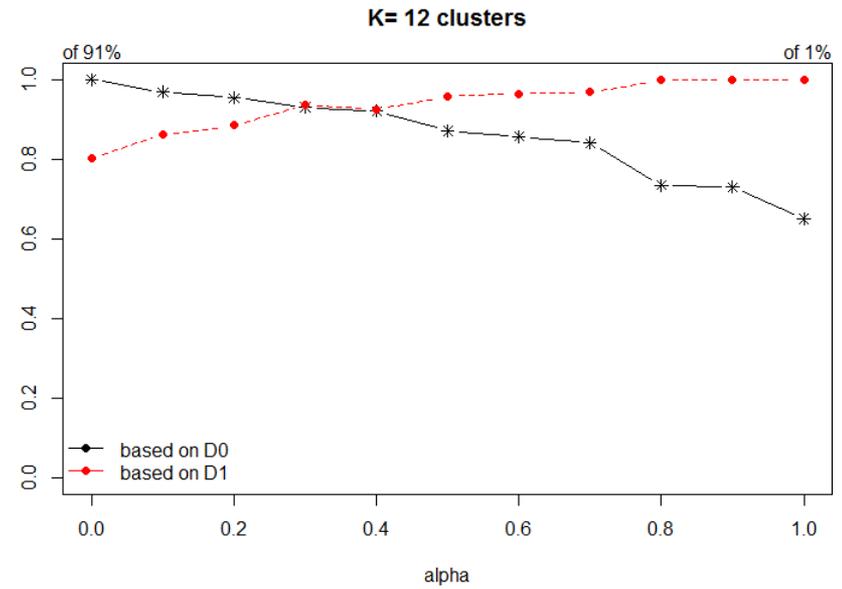


Inverno

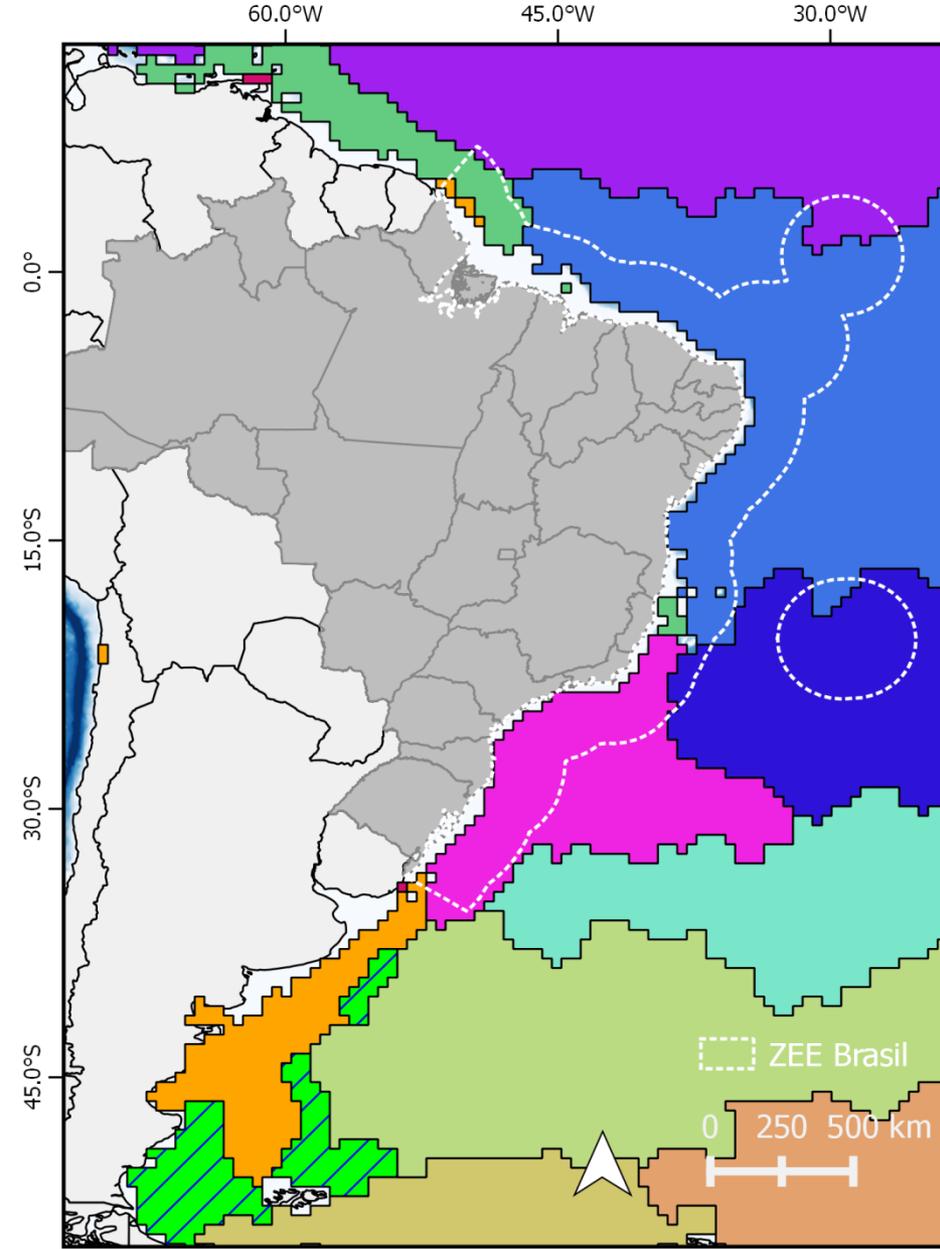


Hierárquico $\alpha = 0.4$ e $K = 12$

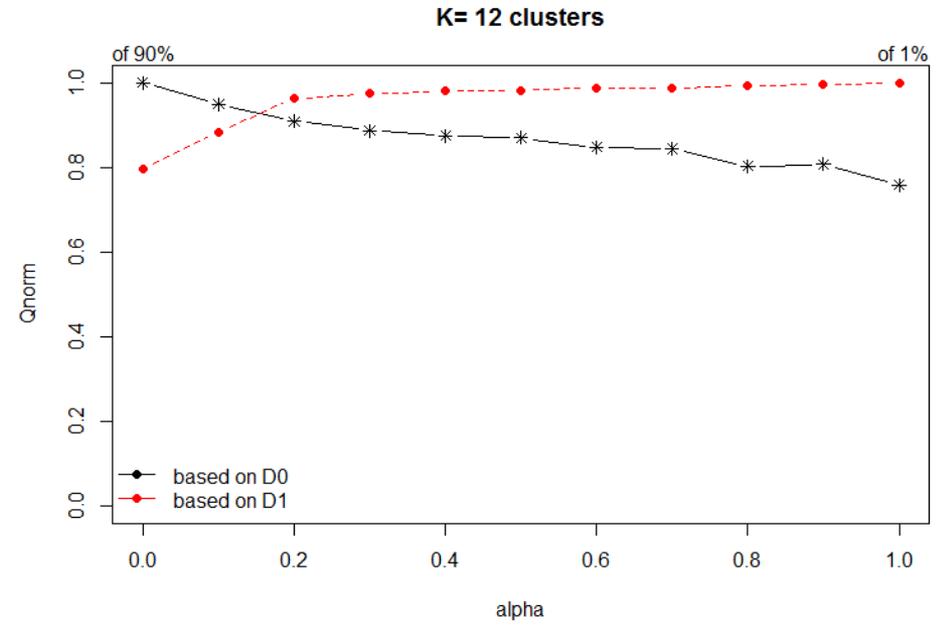
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12



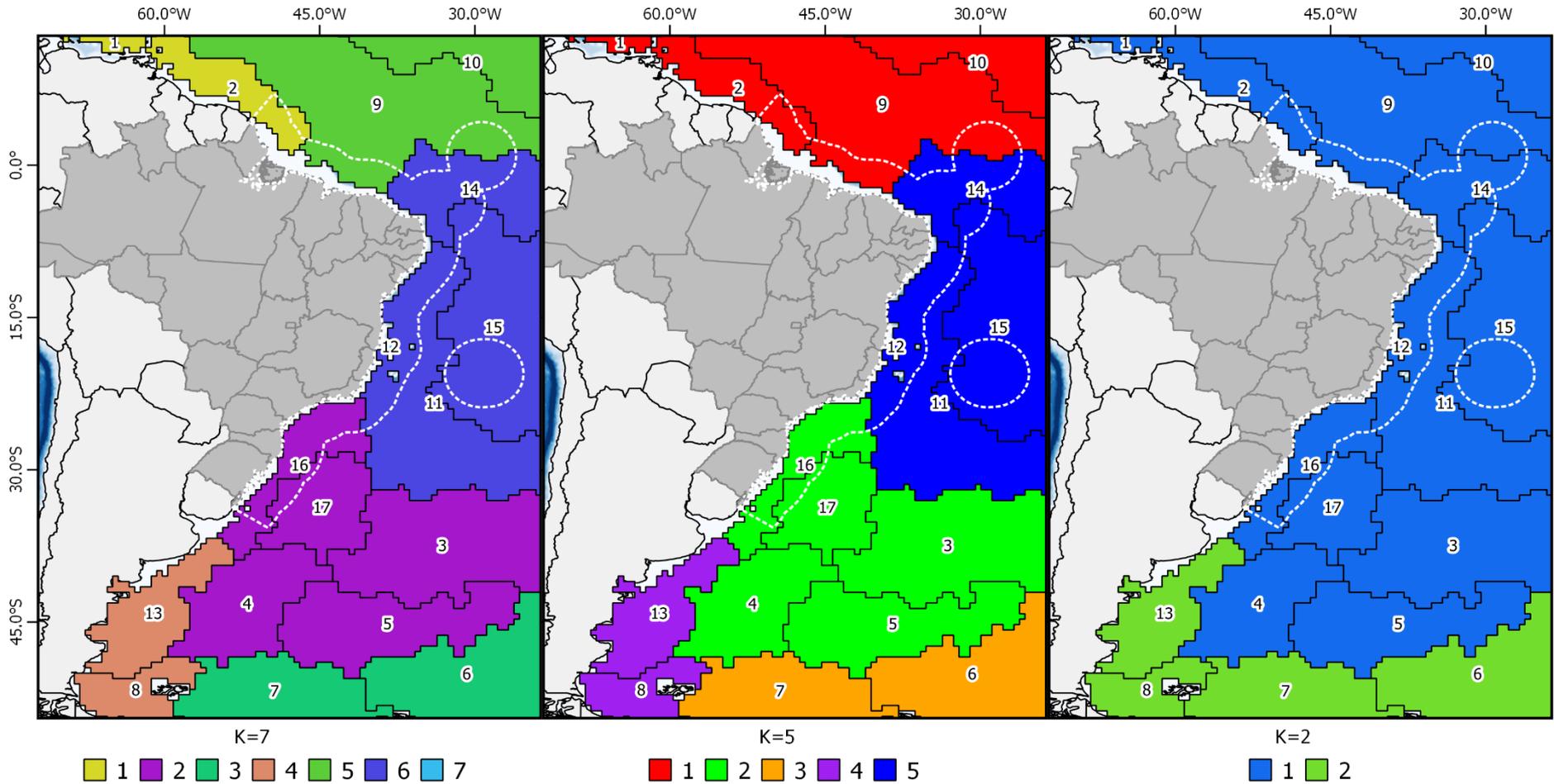
Primavera



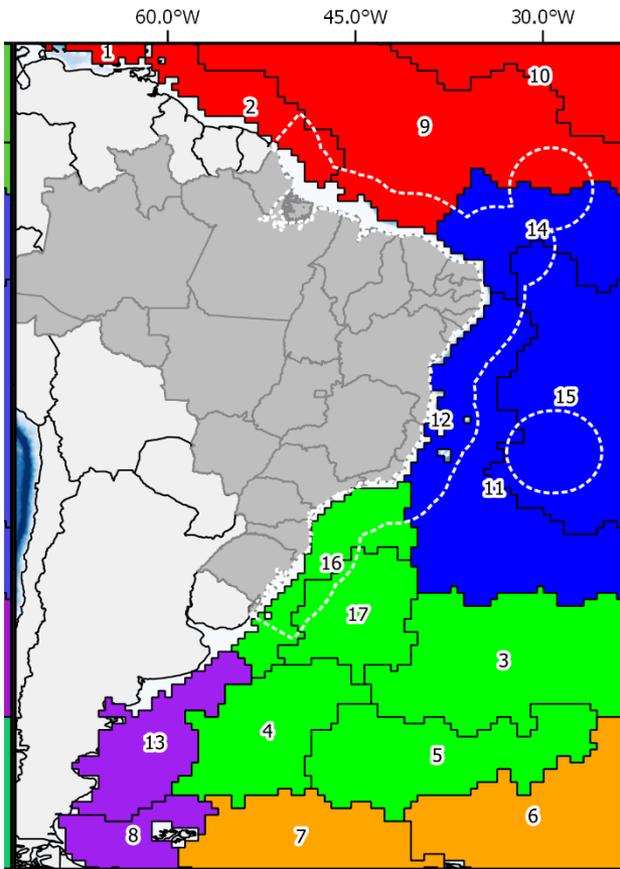
Hierárquico $\alpha = 0.2$ e $K = 12$



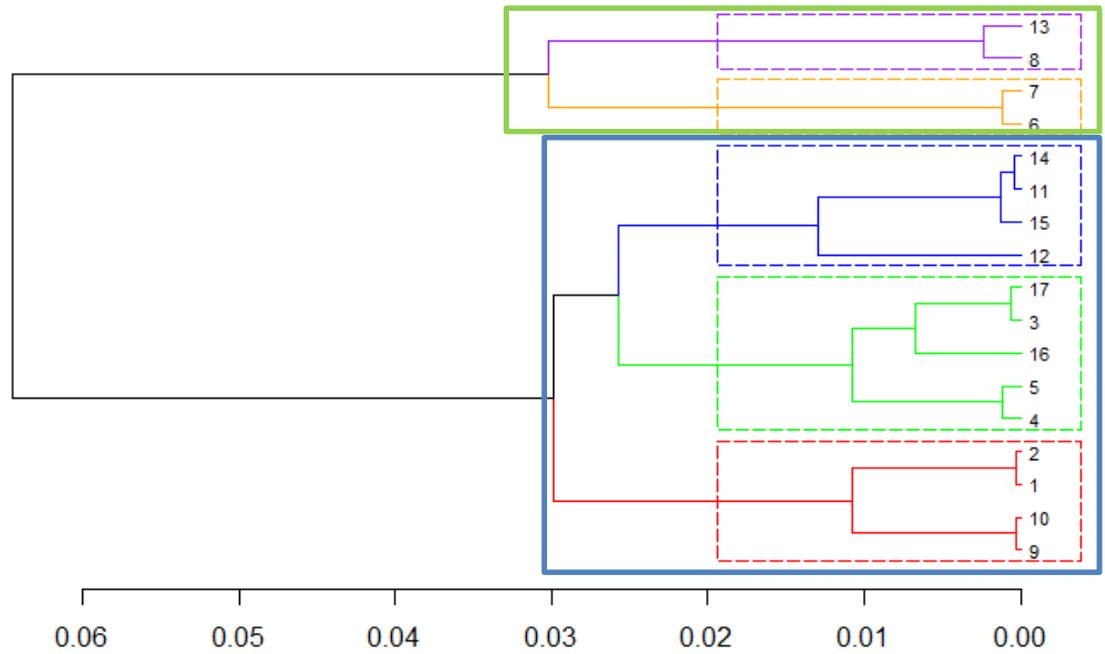
Verão



Verão

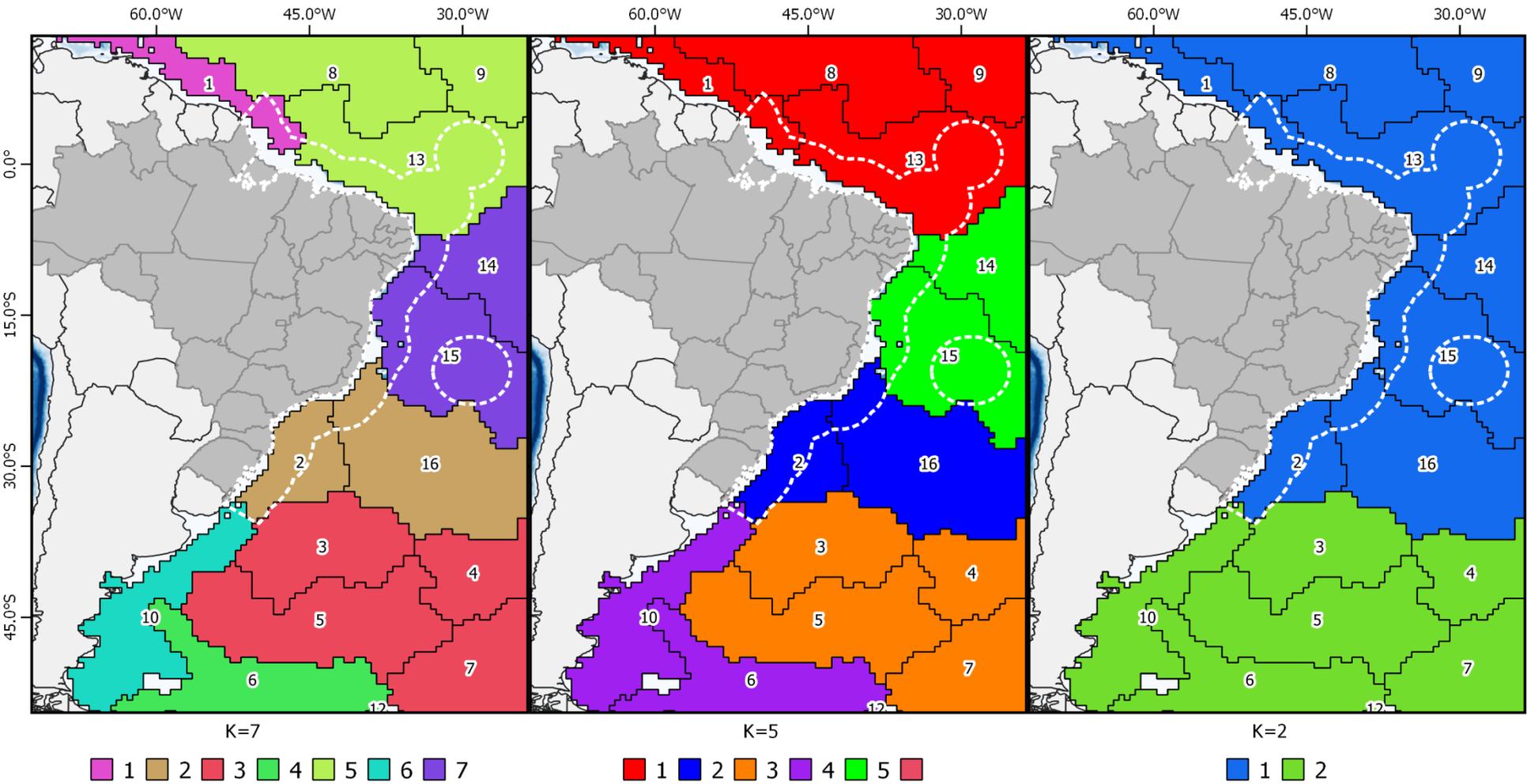


K=5
■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 4 ■ 5

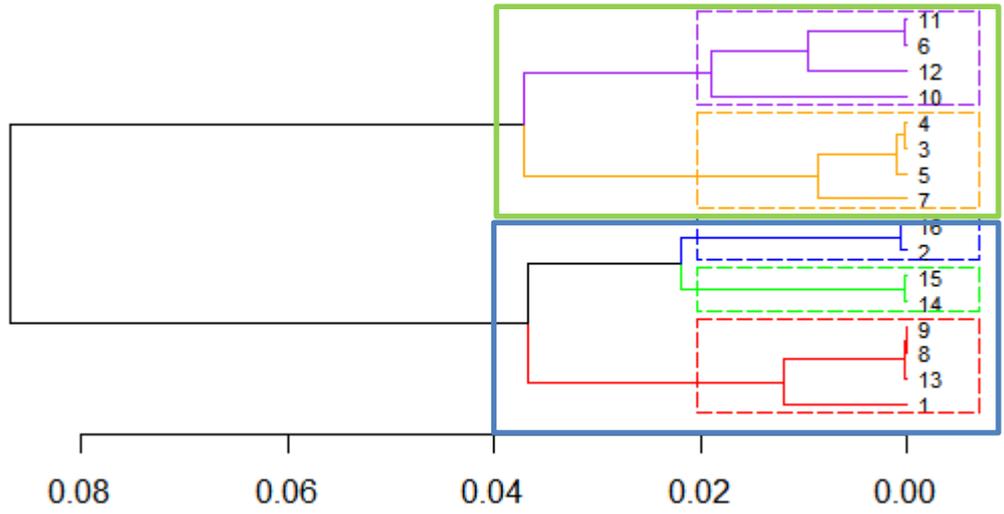
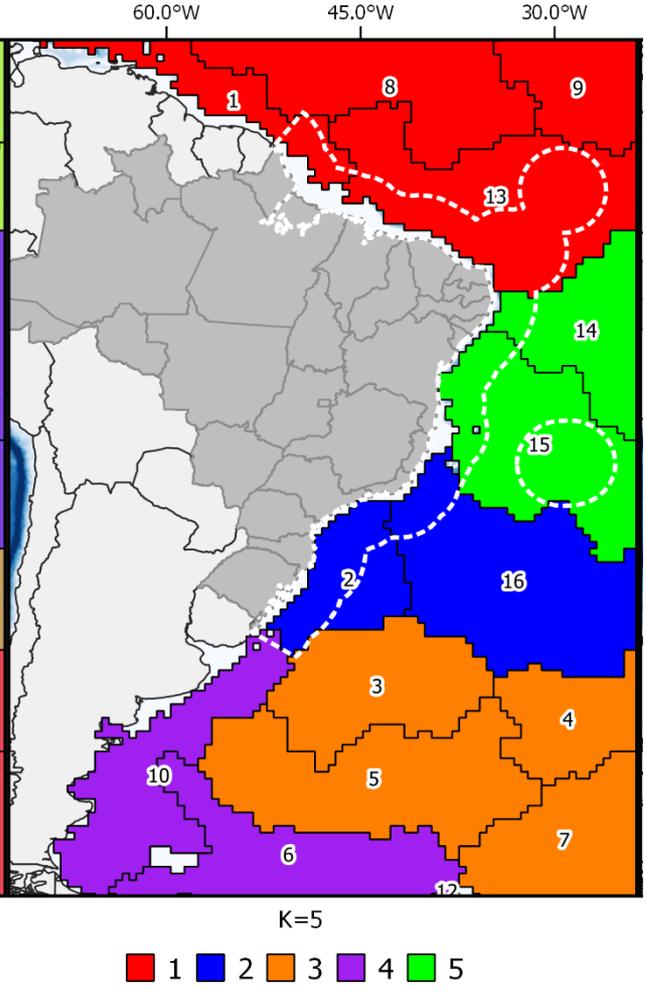


Grupos	PAR (Einsten m ⁻² dia ⁻¹)		ACS (m)		Chla (mg m ⁻³)		Sst (°C)		Prof (m)	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1	42.14	1.00	66.66	0.26	0.18	0.04	26.29	0.91	-3578.88	1280.56
2	49.90	3.33	64.60	1.22	0.32	0.25	19.35	5.09	-4306.60	1332.39
3	38.97	1.86	61.64	0.27	0.47	0.06	5.79	0.99	-3500.00	1414.21
4	51.14	5.35	63.26	0.90	1.50	0.24	12.13	3.97	-134.00	41.01
5	53.64	3.52	66.59	0.23	0.08	0.04	26.93	0.37	-3449.00	2294.38

Outono

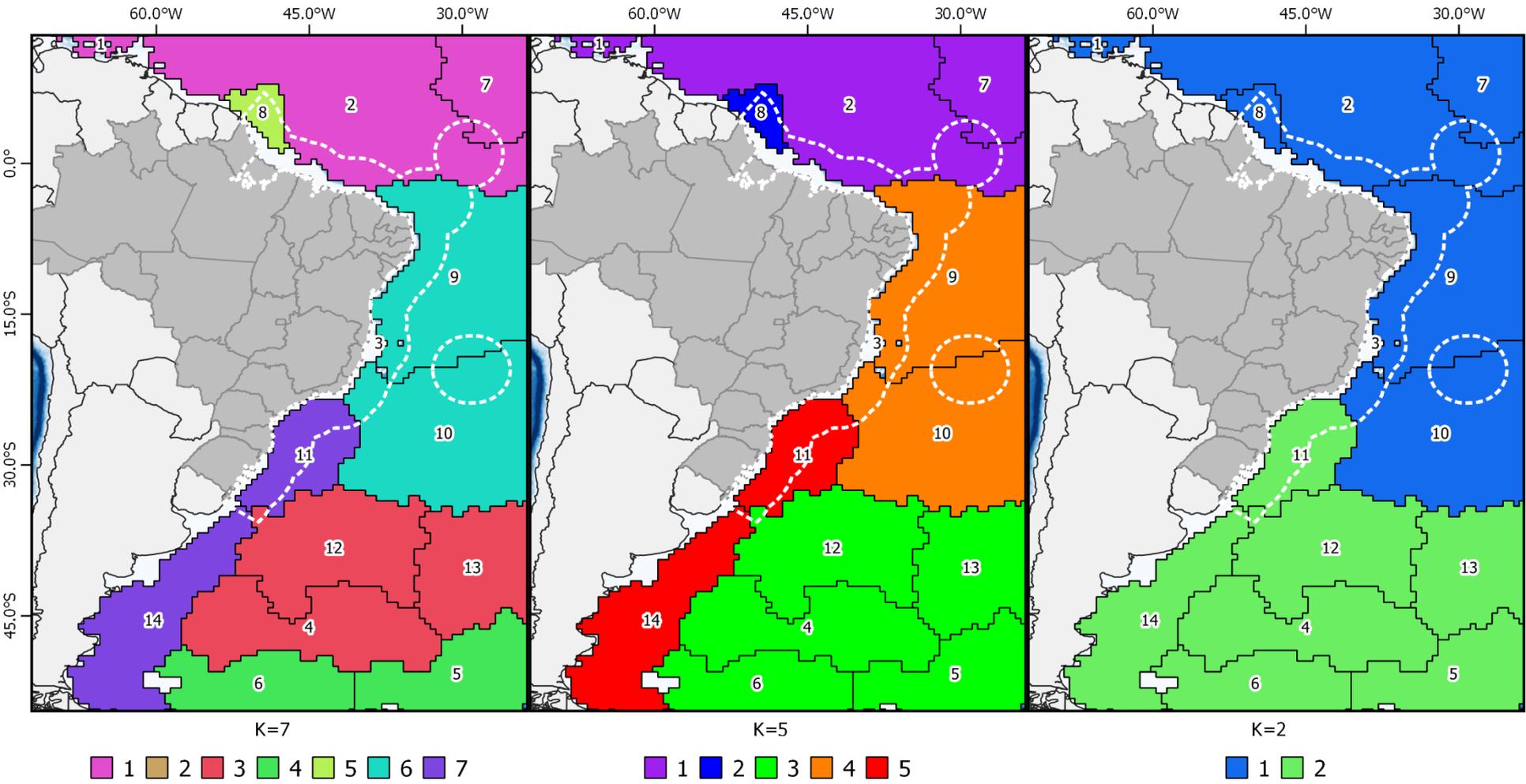


Outono

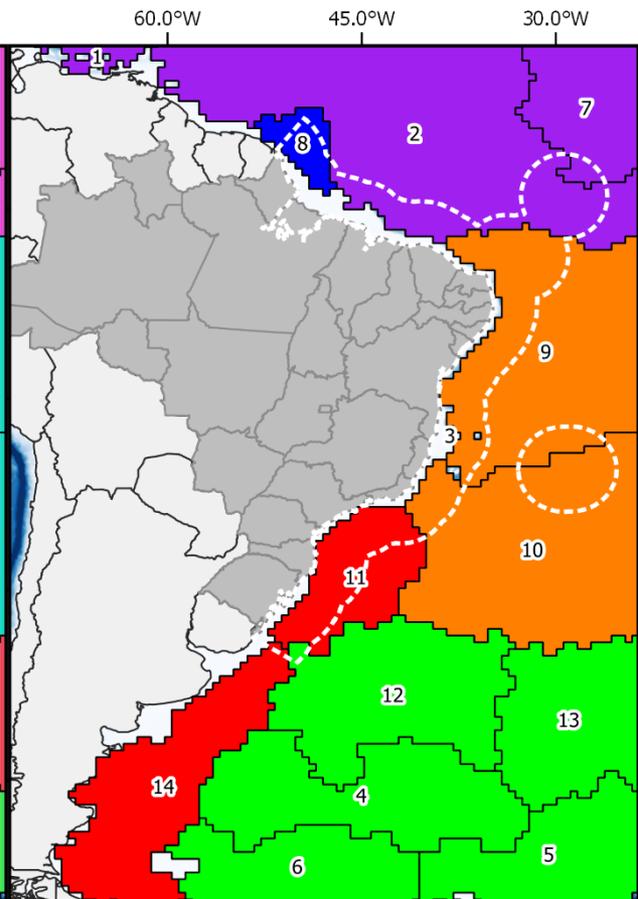


	PAR (Einsten m ⁻² dia ⁻¹)		ACS (m)		Chla (mg m ⁻³)		Sst (°C)		Prof (m)	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1	48.62	2.85	66.68	0.30	0.28	0.28	26.84	0.95	-3909.32	1147.20
2	32.32	0.32	65.62	0.11	0.13	0.05	22.08	0.39	-3138.78	1115.80
3	20.37	5.48	63.09	1.26	0.36	0.10	11.71	5.64	-4774.68	505.95
4	14.85	5.50	61.84	1.01	0.55	0.36	5.83	3.89	-1863.01	1177.75
5	44.87	3.89	66.67	0.22	0.05	0.00	26.84	0.85	-4949.03	402.92

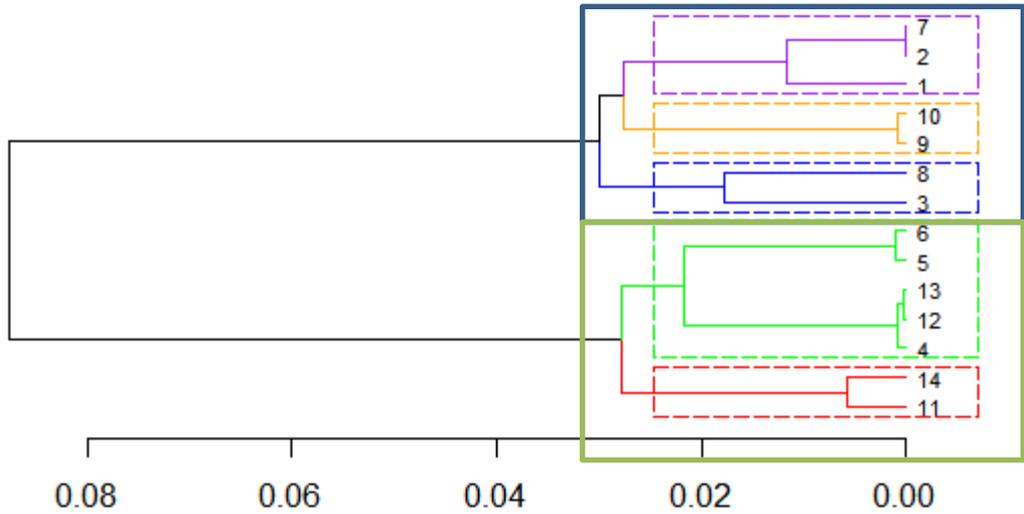
Inverno



Inverno

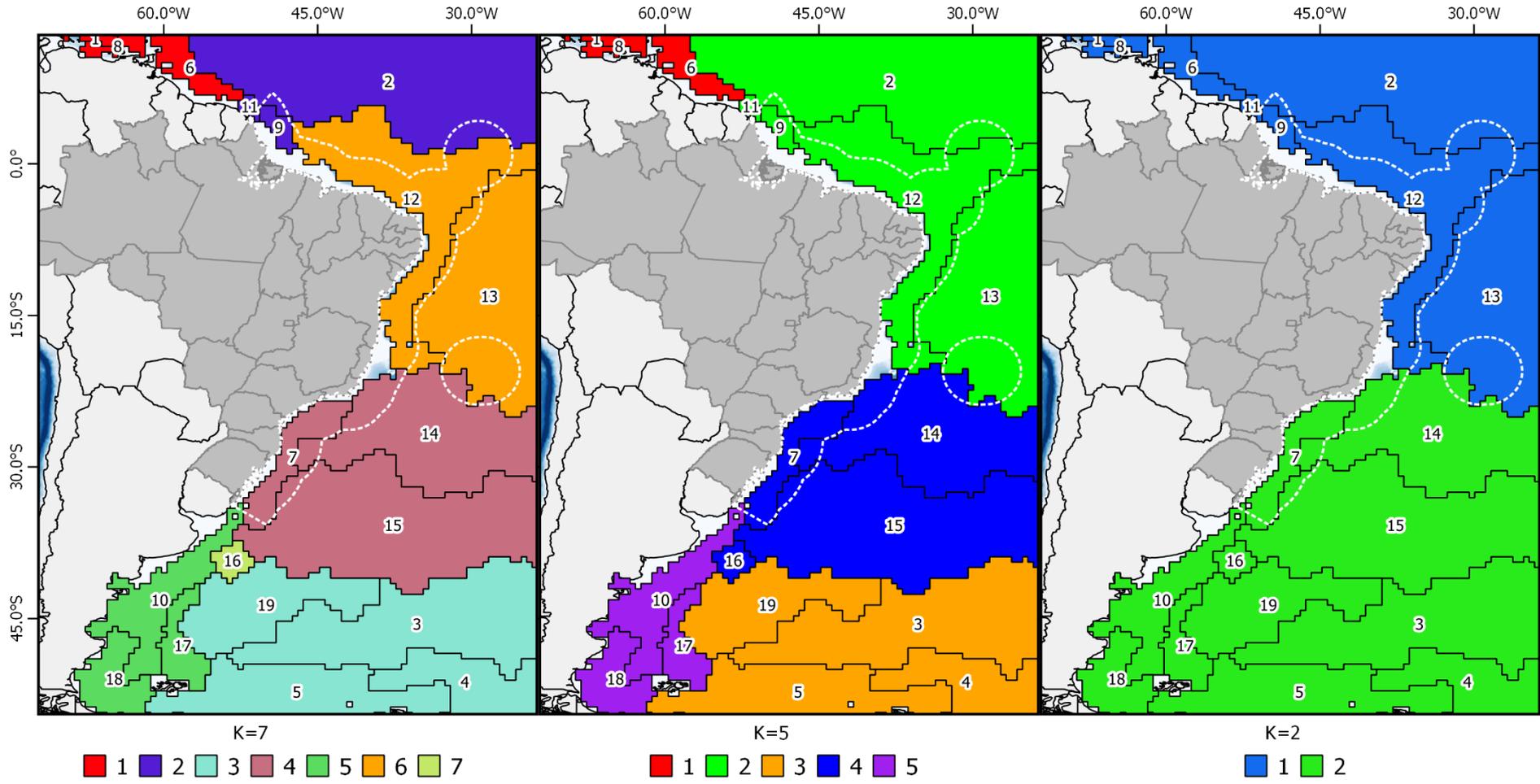


K=5
 1 2 3 4 5

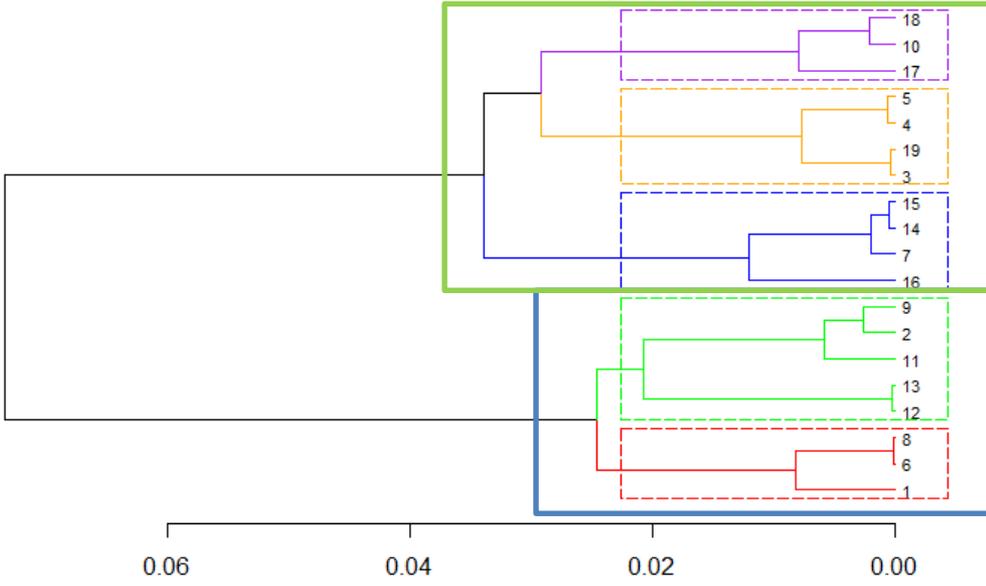
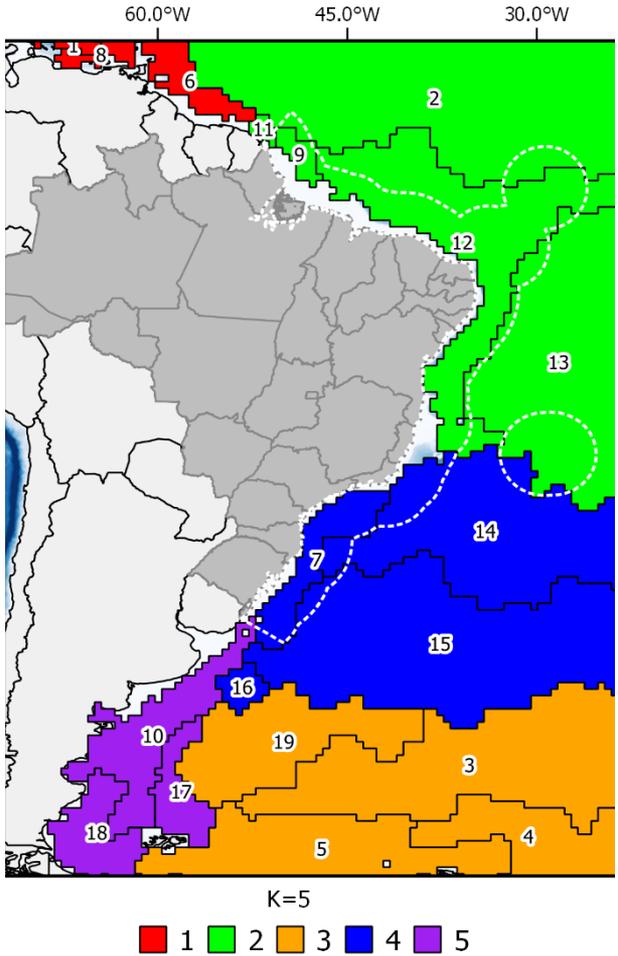


	PAR (Einsten m ⁻² dia ⁻¹)		ACS (m)		Chla (mg m ⁻³)		Sst (°C)		Prof (m)	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1	47.79	3.14	66.92	0.24	0.21	0.12	27.81	0.54	-3938.5	949.61
2	41.71	7.27	66.52	0.59	0.60	0.23	26.72	2.33	-50	1542.2
3	10.06	4.17	62.00	1.28	0.24	0.05	8.08	5.87	-5002	1149.1
4	34.25	9.50	65.73	0.90	0.09	0.02	23.25	3.54	-3489.5	348.96
5	17.74	7.94	63.42	2.08	0.35	0.21	13.38	9.64	-2231	1685.3

Primavera



Primavera



	PAR (Einsten m ⁻² dia ⁻¹)		ACS (m)		Chla (mg m ⁻³)		Sst (°C)		Prof (m)	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
1	45.23	0.53	67.22	0.05	0.25	0.12	28.37	0.05	-2608.67	1649.6
2	50.22	3.98	66.78	0.34	0.62	1.10	27.18	1.02	-2767.20	2452.9
3	30.87	5.22	61.60	0.89	0.44	0.12	6.63	4.38	-4372.88	1290.0
4	41.69	1.87	64.40	0.96	0.44	0.45	19.22	3.62	-3453.75	1826.4
5	38.25	3.33	62.17	0.53	1.79	0.95	8.60	2.37	-381.50	468.65

- Introdução
- Metodologia
 - Área de Estudo
 - Método Hierárquico com restrições espaciais
 - Preparação dos dados
- Resultados
- Discussão
- Conclusão

Discussão

- Além da escolha do alfa, a escolha do número de agrupamentos (K) a ser considerado também é um desafio. Para alguns períodos (verão e outono) optou-se por um K maior para diferenciar grupos não contíguos. Enquanto no inverno e na primavera, manteve-se um $k = 12$ sem prejuízos à contiguidade dos grupos.

Discussão

- Embora o método seja mais eficiente computacionalmente do que a aplicação do Skater nesse conjunto de dados, ele ainda demanda muito tempo computacional (cerca de 30min para cada estação do ano)

Discussão

- Os resultados condizem com processos oceanográficos da região e a possibilidade de organizá-los em níveis de agrupamento (dendrograma) facilita a interpretação e caracterização dos *seascapes*.

- Introdução
- Metodologia
 - Área de Estudo
 - Método Hierárquico com restrições espaciais
 - Preparação dos dados
- Resultados
- Discussão
- Conclusão

Conclusão

O algoritmo apresentado tem potencial para a classificação do ambiente pelágico marinho.

Obtendo resultados adequados para a área estudada.

Referências

- ANOUAR, F.; BADRAN, F.; THIRIA, S. Probabilistic self-organizing map and radial basis function networks. **Neurocomputing**, v. 20, n. 1–3, p. 83–96, 1998.
- CHAVENT, M. et al. ClustGeo: an R package for hierarchical clustering with spatial constraints. **Computational Statistics**, v. 33, n. 4, p. 1799–1822, 2017.
- KAVANAUGH, M. T. et al. Hierarchical and dynamic seascapes : A quantitative framework for scaling pelagic biogeochemistry and ecology. **Progress in Oceanography**, v. 120, p. 291–304, 2014.
- KRUG, L. A. et al. Ocean surface partitioning strategies using ocean colour remote Sensing : A review. **Progress in Oceanography**, v. 155, p. 41–53, 2017.
- LONGHURST, A. R. **Ecological Geography of the Sea**. San Diego: Academic Press, 1998.
- SARACENO, M.; PROVOST, C.; LEBBAH, M. Biophysical regions identification using an artificial neuronal network: A case study in the South Western Atlantic. **Advances in Space Research**, v. 37, n. 4, p. 793–805, 2006.
- SILVEIRA, I. C. A.; CASTRO, B. M.; SOUTELINO, R. G. Circulação oceânica: a dinâmica das correntes. **Scientific American Brasil**, v. 3, n. Coleção Oceanos, 2009.

Obrigada!!!