

Análise da composição química da macroalga *Kappaphycus alvarezii* e de seus subprodutos produzida em Santa Catarina

**Alex A. Santos¹; Alex R. Schneider², Felipe S. Dutra³, Sidnei M. Silva⁴,
Eva R. Oliveira⁵, Gadiel Z. Azevedo⁶, Susane Lopes⁷, Aline Nunes⁸,
Giuseppina P. P. Lima⁹, Marcelo Maraschin¹⁰**

Amostras de *Kappaphycus alvarezii* e seus subprodutos (1. Macroalga; 2. Extrato líquido e 3. Resíduo sólido) foram coletadas em duas fazendas marinhas, localizadas no Ribeirão da Ilha, município de Florianópolis (RIB) e na Praia de Fora, município de Palhoça (PAL), de maio de 2022 a maio de 2023, com duas coletas por estação do ano, totalizando oito coletas. As análises realizadas nestas amostras pretendem identificar a composição química da alga e de seus subprodutos, acompanhando a sua variabilidade ao longo das quatro estações do ano. Estes dados são importantes para subsidiar a comercialização, especialmente a de seu extrato, popularmente conhecido como "biofertilizante". Em virtude da urgência da cadeia produtiva por estas informações, este informe técnico pretende divulgar os resultados que vêm sendo monitorados ao longo do referido período, na medida em que eles forem sendo realizados e, com isso, promover o desenvolvimento

comercial dos produtos originários da *Kappaphycus* produzidas no Estado.

Amostras foram identificadas com os números de 1 a 8, sendo dois números para cada estação do ano, como segue: 1 e 2 (Outono), 3 e 4 (Inverno); 5 e 6 (Primavera); 7 e 8 (Verão). Dessa forma temos PAL1 e PAL2 + RIB1 e RIB2 para as amostras de outono e assim sucessivamente em todas as tabelas apresentadas e suas figuras correspondentes.

Os teores de umidade (%), correspondentes ao primeiro procedimento de análise, tanto na macroalga quanto no resíduo sólido, não apresentaram diferenças importantes relativas às estações do ano, ao local de coleta e tampouco ao método de análise (estufa x liofilização). Para a macroalga a amplitude dos valores de umidade variou de 82,25% a 90,38% e para o resíduo sólido de 81,65% a 87,43%.

¹ Pesquisador, Epagri - Centro de Desenvolvimento de Aquicultura e Pesca. Rod. Admar Gonzaga, 1188, Florianópolis, SC, E-mail: alex@epagri.sc.gov.br

^{2,3} Doutorando - (Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia - UCS)

⁴ Professor, Universidade de Caxias do Sul, RS

⁵ Pós-doutoranda/FAPESP - Programa de Pós-Graduação em Aquicultura - UFSC

⁶ Graduando em Agronomia - CCA/UFSC

⁷ Doutora em Biologia Celular - Laboratório de Morfogênese e Bioquímica Vegetal/UFSC

⁸ Pós-doutoranda/FAPESP - Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia (UNESP - Botucatu/SP)

⁹ Professora, UNESP - Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia (UNESP - Botucatu/SP)

¹⁰ Professor, UFSC - Laboratório de Morfogênese e Bioquímica Vegetal. Rod. Admar Gonzaga, 1346, Florianópolis, SC - E-mail: m.maraschin@ufsc.br

Tabela 1. Teores de proteínas totais na macroalga, no extrato líquido e no resíduo sólido, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

Proteína (µg/mL)							
Local de coleta	Macroalga	Extrato Líquido	Resíduo Sólido	Local de coleta	Macroalga	Extrato Líquido	Resíduo Sólido
PAL1	91,50	91,25	118,75	RIB1	86,25	52,50	118,75
PAL2	191,25	23,75	166,25	RIB2	37,50	53,75	166,25
PAL3	165,00	28,75	135,00	RIB3	148,75	41,25	218,75
PAL4	132,50	32,50	153,75	RIB4	45,00	30,00	218,75
PAL5	175,25	55,00	96,25	RIB5	77,50	101,25	102,50
PAL6	140,63	36,25	115,00	RIB6	86,25	55,00	161,25
PAL7	67,50	48,75	96,25	RIB7	26,25	46,88	108,75
PAL8	147,50	13,75	198,75	RIB8	52,50	70,00	51,25

Metodologia – Referência: Bradford MM. **A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding.** *Analytical Biochemistry*, 72:248-254, 1976

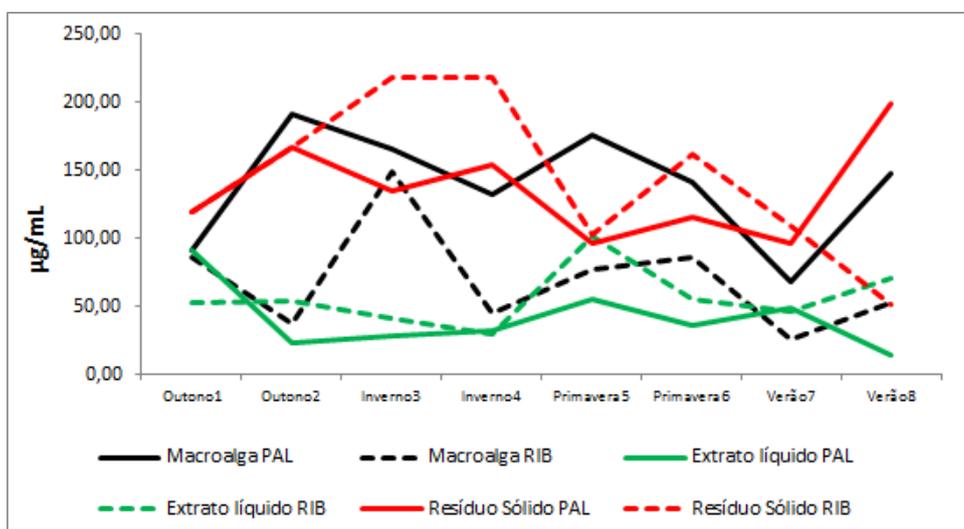


Figura 1. Teores de proteínas totais, na macroalga, no extrato líquido e no resíduo sólido, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

Tabela 2. Conteúdos de carboidratos na macroalga, no extrato líquido e no resíduo sólido, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

Carboidratos (mg/g)							
Local de coleta	Macroalga	Extrato Líquido	Resíduo Sólido	Local de coleta	Macroalga	Extrato Líquido	Resíduo Sólido
PAL1	542,51	3,36	425,80	RIB1	927,52	2,56	564,00
PAL2	473,81	6,56	587,76	RIB2	320,11	7,20	531,79
PAL3	184,69	7,25	541,81	RIB3	633,28	5,70	380,75
PAL4	381,92	4,96	458,72	RIB4	509,92	2,03	526,96
PAL5	519,15	8,48	469,60	RIB5	478,13	4,25	175,15
PAL6	359,04	6,72	213,17	RIB6	393,71	1,65	300,85
PAL7	493,81	2,56	421,33	RIB7	472,64	0,59	441,60
PAL8	411,09	6,18	466,88	RIB8	545,92	0,16	177,71

Metodologia – Referência: Dubois M.; Gilles K.A.; Hamilton J.K.; Rebers P.A.; Smith, F. **Colorimetric method for determination of sugars and related substances.** *Analytical Biochemistry*, 28:350-356, 1956

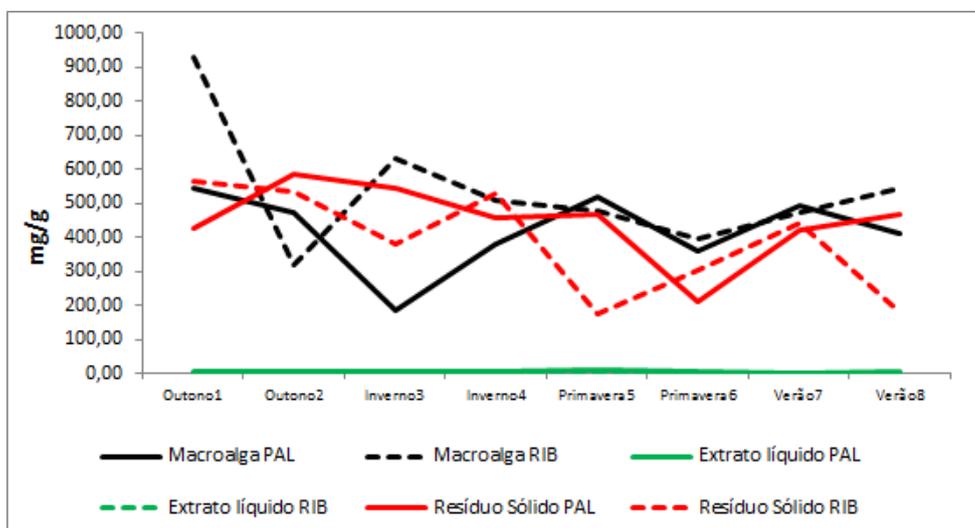


Figura 2. Conteúdos de carboidratos, na macroalga, no extrato líquido e no resíduo sólido, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

Tabela 3. Potenciais hidrogeniônicos (pH) correspondentes ao primeiro procedimento de análise no extrato líquido, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

pH							
Local de coleta	Macroalga	Extrato Líquido	Resíduo Sólido	Local de coleta	Macroalga	Extrato Líquido	Resíduo Sólido
PAL1		6,57		RIB1		5,60	
PAL2		6,56		RIB2		6,51	
PAL3		6,56		RIB3		5,23	
PAL4		6,40		RIB4		7,34	
PAL5		6,51		RIB5		6,70	
PAL6		6,73		RIB6		7,01	
PAL7		5,02		RIB7		5,58	
PAL8		6,77		RIB8		5,33	

Metodologia – Referência: Potenciometria – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. MAPA 2017.

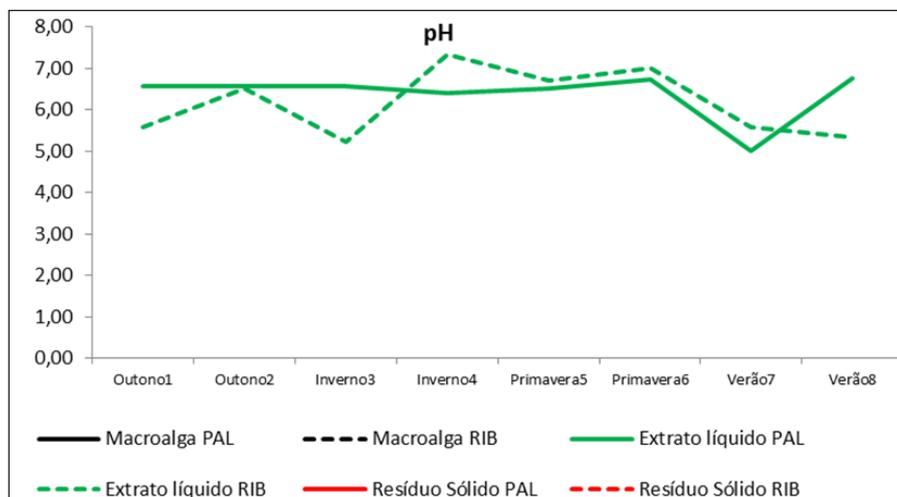


Figura 3. Potenciais hidrogeniônicos (pH) correspondentes ao primeiro procedimento de análise no extrato líquido, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

Tabela 4. Capacidades de condutividade, correspondentes ao primeiro procedimento de análise no extrato líquido, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

Condutividade (mS/mL)							
Local de coleta	Macroalga	Extrato Líquido	Resíduo Sólido	Local de coleta	Macroalga	Extrato Líquido	Resíduo Sólido
PAL1		46,10		RIB1		44,10	
PAL2		75,01		RIB2		61,60	
PAL3		63,70		RIB3		83,66	
PAL4		65,50		RIB4		53,80	
PAL5		73,05		RIB5		53,10	
PAL6		56,90		RIB6		49,01	
PAL7		55,50		RIB7		55,40	
PAL8		53,60		RIB8		39,70	

Metodologia – Referência: Potenciometria – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. MAPA 2017.

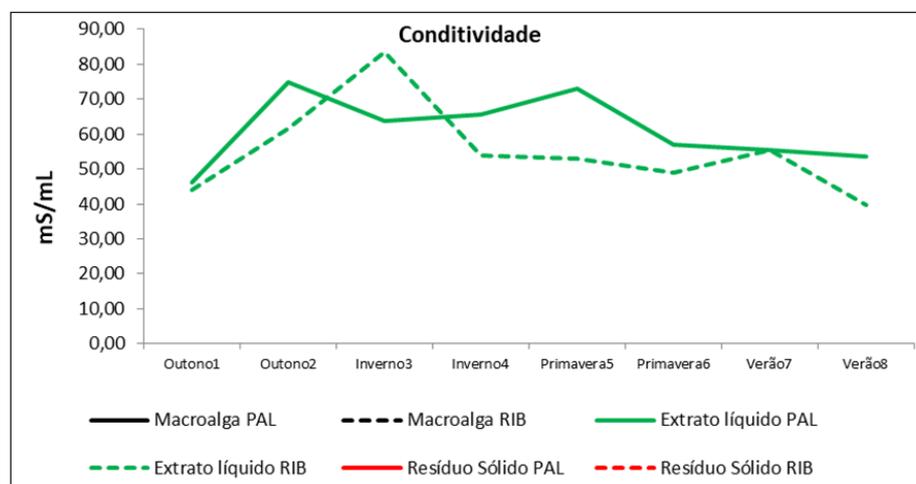


Figura 4. Capacidades de condutividade correspondentes ao primeiro procedimento de análise no extrato líquido, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

Tabela 5. Compostos fenólicos, correspondentes ao primeiro procedimento de análise na macroalga e no extrato líquido, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

Compostos Fenólicos (µg/mL)							
Local de coleta	Macroalga	Extrato Líquido	Resíduo Sólido	Local de coleta	Macroalga	Extrato Líquido	Resíduo Sólido
PAL1	23,04	16,80		RIB1	22,99	14,46	
PAL2	23,52	12,86		RIB2	18,44	15,04	
PAL3	29,68	21,26		RIB3	17,56	16,55	
PAL4	39,11	13,25		RIB4	22,52	11,84	
PAL5	14,90	10,41		RIB5	21,20	20,97	
PAL6	31,97	15,04		RIB6	13,40	10,77	
PAL7		13,73		RIB7	14,51	16,60	
PAL8		17,62		RIB8		17,47	

Metodologia – Referência: Singleton V.L.; Rossi J.A. **Colorimetry of total phenolics with phosphotungstic acid reagent.** American Journal of Enology and Viticulture, 16:144-158, 1965

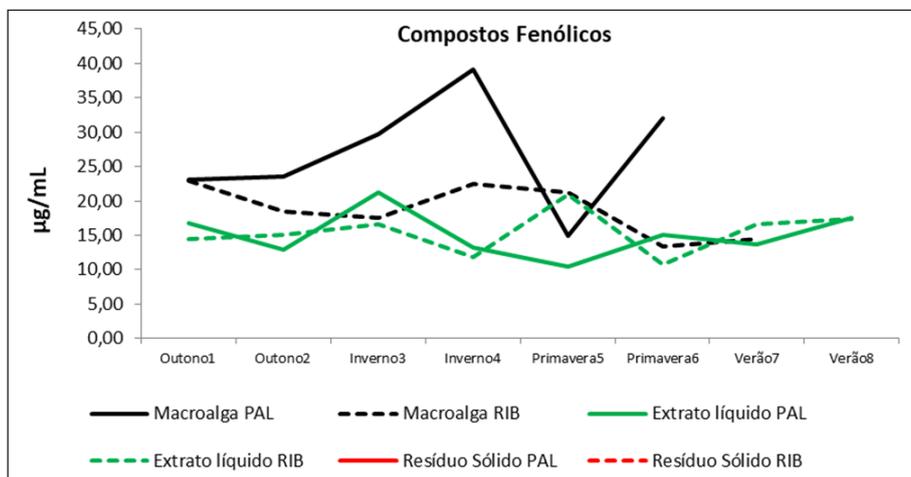


Figura 5. Compostos fenólicos correspondentes ao primeiro procedimento de análise na macroalga, no extrato líquido e no resíduo sólido, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

Tabela 6. Concentrações de clorofila a, correspondentes ao primeiro procedimento de análise na macroalga, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

Clorofila a (mg/g)					
Local de coleta	Macroalga	Resíduo Sólido	Local de coleta	Macroalga	Resíduo Sólido
PAL1			RIB1		
PAL2			RIB2		
PAL3			RIB3	0,53	
PAL4	0,50		RIB4		
PAL5	0,15		RIB5	0,40	
PAL6	0,19		RIB6	0,41	
PAL7	0,31		RIB7	0,19	
PAL8	0,20		RIB8	0,58	

Metodologia – Referência: Jeffrey S.W.; Humprey, G.F. **New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton.** Biochemical Physiologie, 167: 191-194, 1975.

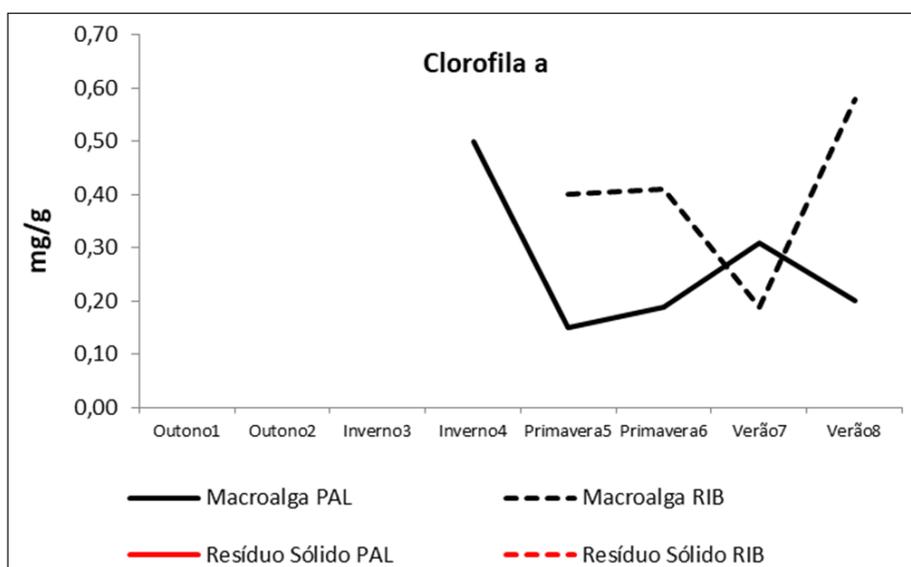


Figura 6. Concentrações de clorofila a correspondentes ao primeiro procedimento de análise na macroalga, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

Tabela 7. Concentrações de clorofila c1 + c2, correspondentes ao primeiro procedimento de análise na macroalga, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB).

Clorifila c1 + c2 (mg/g)					
Local de coleta	Macroalga	Resíduo Sólido	Local de coleta	Macroalga	Resíduo Sólido
PAL1			RIB1		
PAL2			RIB2		
PAL3			RIB3	0,57	
PAL4	0,50		RIB4		
PAL5	0,15		RIB5	0,40	
PAL6	0,27		RIB6	0,41	
PAL7	0,31		RIB7	0,49	
PAL8	0,20		RIB8	0,58	

Metodologia – Referência: Jeffrey, S.W.; Humprey, G.F. **New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton.** Biochemical Physiology, 167: 191-194, 1975.

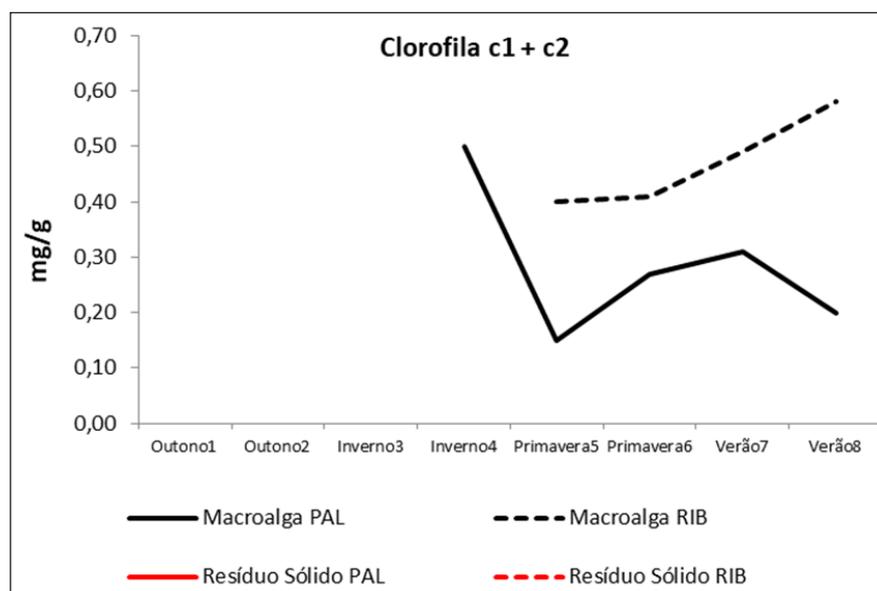


Figura 7. Concentrações de clorofila c1 + c2 correspondentes ao primeiro procedimento de análise na macroalga, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

Tabela 8. Concentrações de clorofila total, correspondentes ao primeiro procedimento de análise na macroalga, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB).

Clorifila Total (mg/g)					
Local de coleta	Macroalga	Resíduo Sólido	Local de coleta	Macroalga	Resíduo Sólido
PAL1			RIB1		
PAL2			RIB2		
PAL3			RIB3	0,57	
PAL4	0,50		RIB4		
PAL5	0,15		RIB5	0,40	
PAL6	0,27		RIB6	0,41	
PAL7	0,31		RIB7	0,49	
PAL8	0,20		RIB8	0,58	

Metodologia – Referência: Jeffrey S.W.; Humprey, G.F. **New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton.** Biochemical Physiology, 167: 191-194, 1975.

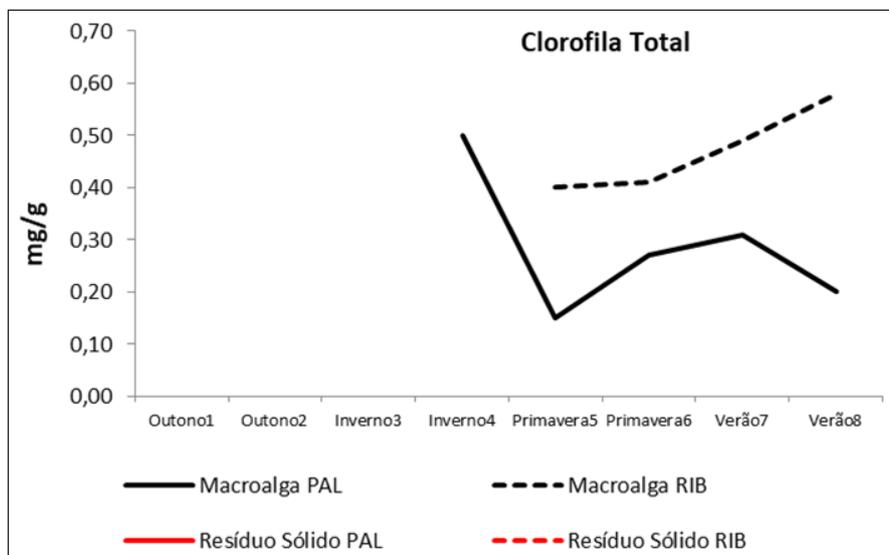


Figura 8. Concentrações de clorofila total correspondentes ao primeiro procedimento de análise na macroalga, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

Tabela 9. Concentrações de carotenoides, correspondentes ao primeiro procedimento de análise na macroalga, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

Carotenoides ($\mu\text{g/g}$)					
Local de coleta	Macroalga	Resíduo Sólido	Local de coleta	Macroalga	Resíduo Sólido
PAL1	9,89		RIB1	8,98	
PAL2	11,18		RIB2	14,37	
PAL3	14,79		RIB3	13,15	
PAL4	21,47		RIB4	27,19	
PAL5	9,69		RIB5	2,19	
PAL6	4,92		RIB6	6,05	
PAL7			RIB7	11,42	
PAL8			RIB8		

Metodologia – Referência: Sims, D.A.; Gamon, J.A., **Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages.** *Remote Sensing of Environment*, 81: 337-354, 2002.

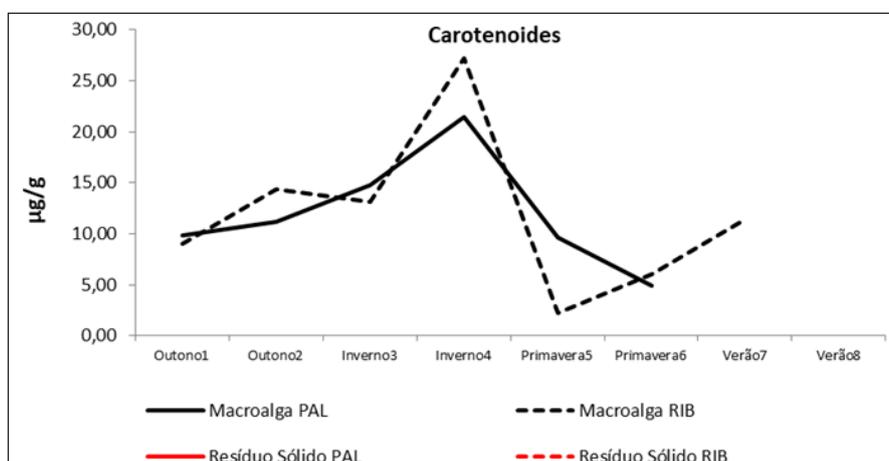


Figura 9. Concentrações de carotenoides, correspondentes ao primeiro procedimento de análise na macroalga, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

Tabela 10. Concentrações de lipídeos, correspondentes ao primeiro procedimento de análise na macroalga, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

Lipídio (%)					
Local de coleta	Macroalga	Resíduo Sólido	Local de coleta	Macroalga	Resíduo Sólido
PAL1	3,50		RIB1	4,47	
PAL2	3,97		RIB2	5,10	
PAL3	2,57		RIB3	4,20	
PAL4	2,63		RIB4	3,60	
PAL5	3,57		RIB5	2,97	
PAL6	2,47		RIB6	3,47	
PAL7	1,53		RIB7	3,07	
PAL8	2,43		RIB8	3,40	

Metodologia – Referência: Illijas, M.I.; Honda, M; Itabashi, Y. **Characteristics of fatty acids from the red alga *Kappaphycus alvarezii*** (Doty) (rhodophyta, Soliriaceae). *Algal Research*, 71 2023. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2023.103005>.

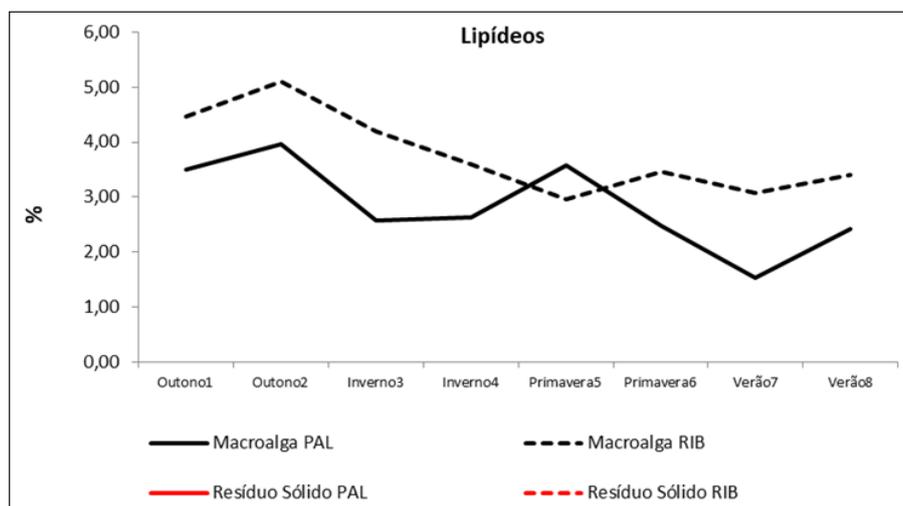


Figura 10. Concentrações de lipídeos, correspondentes ao primeiro procedimento de análise na macroalga, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

Tabela 11. Concentrações de aminoácidos, correspondentes ao primeiro procedimento de análise na macroalga, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

Aminoácidos (mg/mL)					
Local de coleta	Macroalga	Resíduo Sólido	Local de coleta	Macroalga	Resíduo Sólido
PAL1	1,63		RIB1	3,25	
PAL2	4,84		RIB2	1,94	
PAL3	6,90		RIB3	5,97	
PAL4	2,94		RIB4	2,14	
PAL5	2,97		RIB5	4,68	
PAL6	0,64		RIB6	2,49	
PAL7	0,66		RIB7	0,63	
PAL8	0,74		RIB8	0,52	

Metodologia – Referência: Friedman, M. **Applications of the ninhydrin reaction for analysis of amino acids, peptides, and proteins to agricultural and biomedical sciences.** *Journal of agricultural and food chemistry*, 52: 385-406, 2004.

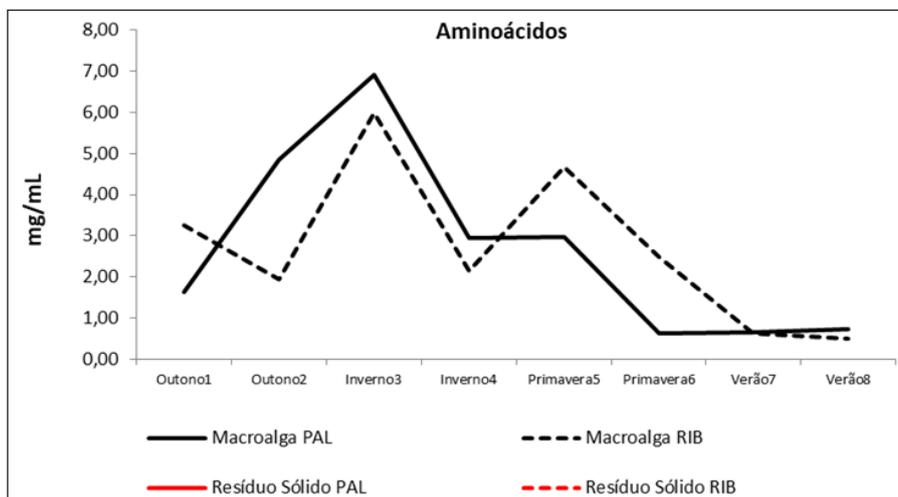


Figura 11. Concentrações de aminoácidos, correspondentes ao primeiro procedimento de análise na macroalga, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

Foram apresentados os resultados completos apenas para as proteínas e para os carboidratos. Na medida em que as análises forem sendo realizadas, os resultados continuarão sendo divulgados através dos informes subsequentes que serão elaborados, completando as tabelas e seus respectivos gráficos.

No entanto, observando os dados completos para proteínas e carboidratos já finalizados, pode-se concluir que há uma variabilidade considerável, o que demonstra que as estações do ano e os locais de coleta influenciam nas concentrações dos parâmetros avaliados.