

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/g) | | | | | | | |
|-----------------|-----------|-----------------|----------------|-----------------|-----------|-----------------|----------------|
| Local de coleta | Macroalga | Extrato Líquido | Resíduo Sólido | Local de coleta | Macroalga | Extrato Líquido | Resíduo Sólido |
| PAL1 | 3,10 | 4,27 | 1,10 | RIB1 | 2,93 | 5,20 | 1,78 |
| PAL2 | 6,50 | 6,06 | 0,81 | RIB2 | 1,27 | 6,08 | 1,72 |
| PAL3 | 5,61 | 4,91 | 0,98 | RIB3 | 5,06 | 7,74 | 1,40 |
| PAL4 | 4,50 | 5,23 | 1,15 | RIB4 | 1,53 | 7,62 | 1,02 |
| PAL5 | 5,99 | 3,27 | 1,87 | RIB5 | 2,63 | 3,48 | 3,44 |
| PAL6 | 4,78 | 3,91 | 1,23 | RIB6 | 2,93 | 5,67 | 1,87 |
| PAL7 | 2,29 | 3,41 | 1,66 | RIB7 | 0,89 | 3,70 | 1,59 |
| PAL8 | 5,01 | 6,44 | 0,47 | RIB8 | 1,78 | 1,74 | 2,38 |

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

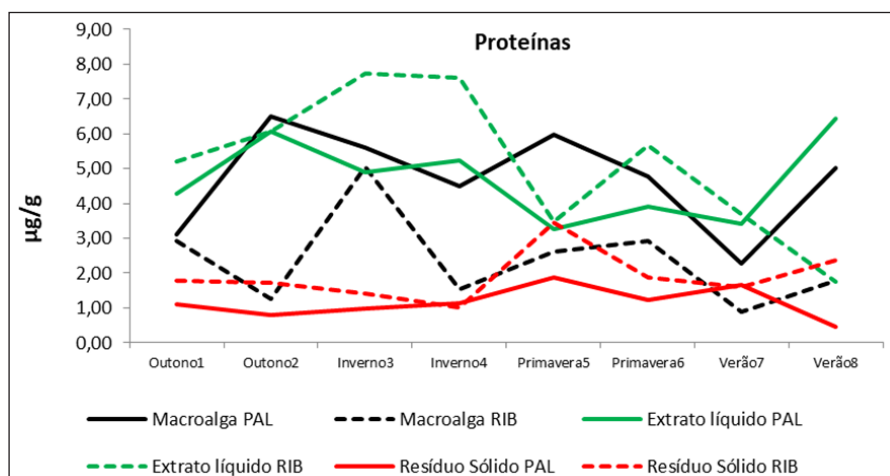


Figura 1. Teores de proteínas totais, na macroalga, no extrato líquido e no resíduo sólido, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

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

| Carboidratos (µg/g) | | | | | | | |
|---------------------|-----------|-----------------|----------------|-----------------|-----------|-----------------|----------------|
| Local de coleta | Macroalga | Extrato Líquido | Resíduo Sólido | Local de coleta | Macroalga | Extrato Líquido | Resíduo Sólido |
| PAL1 | 368,62 | 98,49 | 346,79 | RIB1 | 126,74 | 137,78 | 307,84 |
| PAL2 | 108,98 | 263,44 | 393,82 | RIB2 | 291,63 | 227,65 | 245,82 |
| PAL3 | 167,51 | 259,94 | 305,08 | RIB3 | 119,48 | 107,68 | 291,29 |
| PAL4 | 337,94 | 187,02 | 659,55 | RIB4 | 169,73 | 38,21 | 427,86 |
| PAL5 | 265,39 | 215,54 | 322,78 | RIB5 | 133,00 | 268,29 | 280,80 |
| PAL6 | 124,93 | 293,85 | 220,45 | RIB6 | 200,81 | 117,86 | 166,10 |
| PAL7 | 248,04 | 89,88 | 330,68 | RIB7 | 368,52 | 52,47 | 173,57 |
| PAL8 | 207,67 | 122,71 | 301,12 | RIB8 | 267,41 | 82,34 | 104,81 |

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

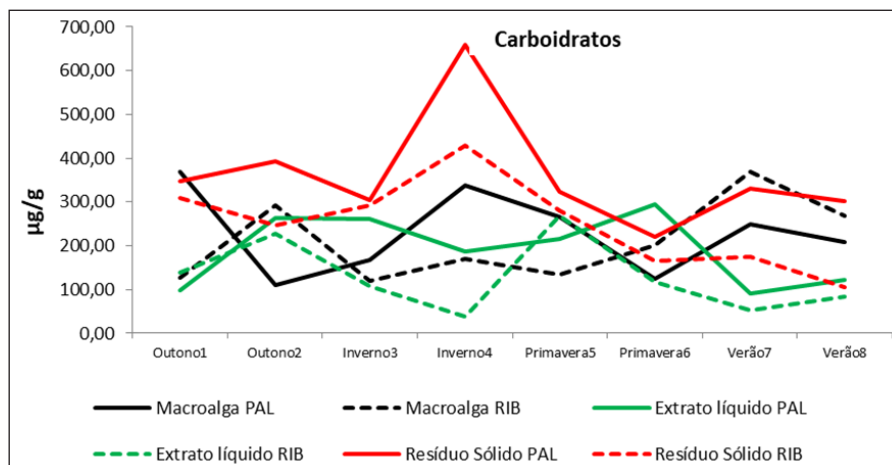


Figura 2. Conteúdos de carboidratos, na macroalga, no extrato líquido e no resíduo sólido, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

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.

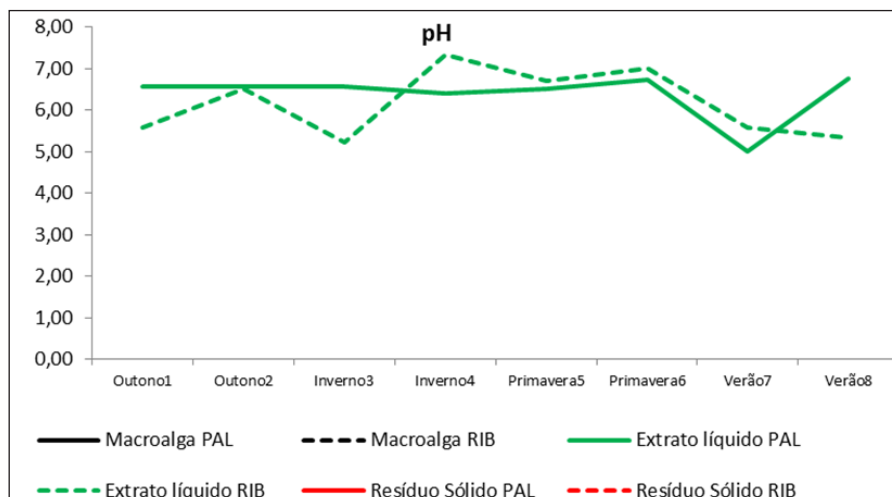


Figura 3. Potenciais hidrogeniônicos (pH) correspondentes ao primeiro procedimento de análise no extrato líquido, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

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.

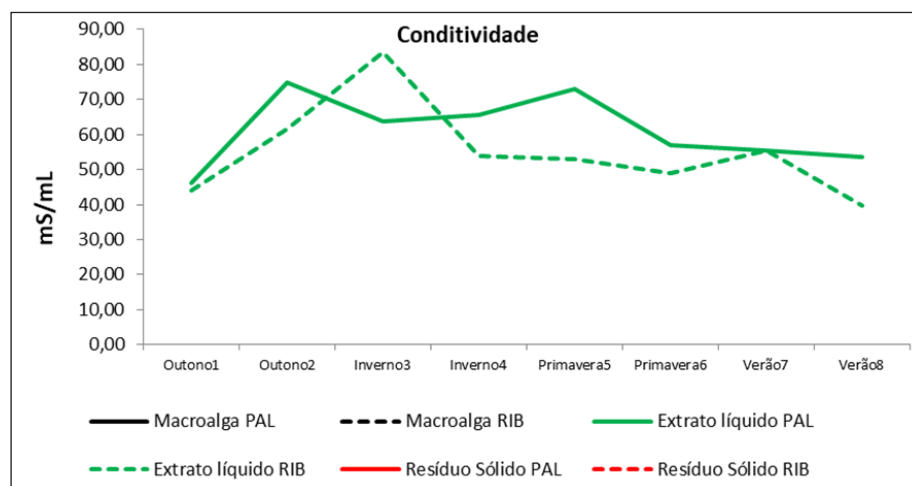


Figura 4. Capacidades de condutividade correspondentes ao primeiro procedimento de análise no extrato líquido, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

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

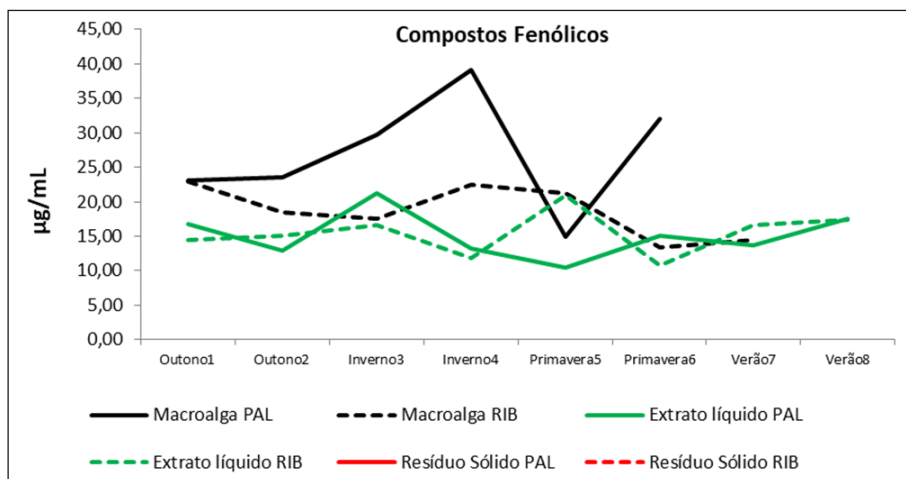


Figura 5. Compostos fenólicos correspondentes ao primeiro procedimento de análise na macroalga, no extrato líquido e no resíduo sólido, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

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

| Clorifila 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.

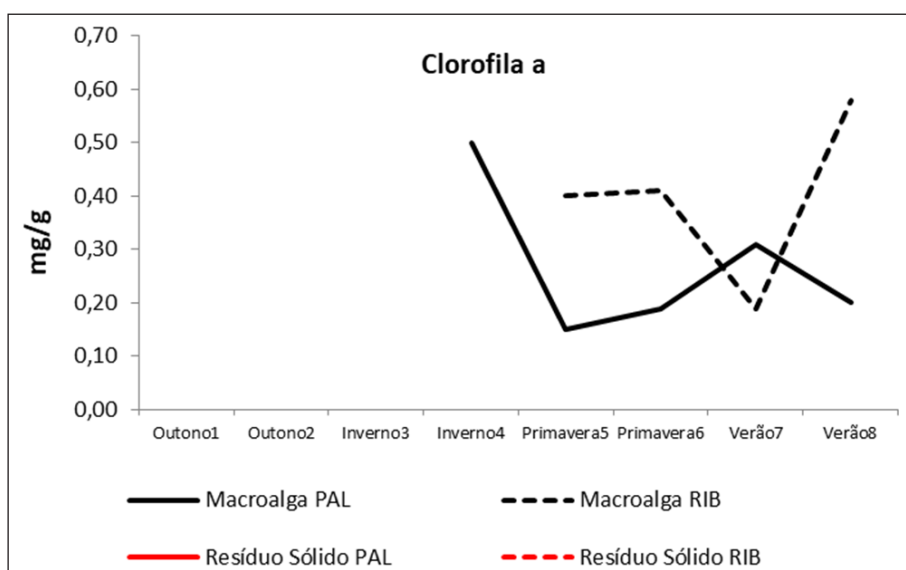


Figura 6. Concentrações de clorofila a correspondentes ao primeiro procedimento de análise na macroalga, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

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.

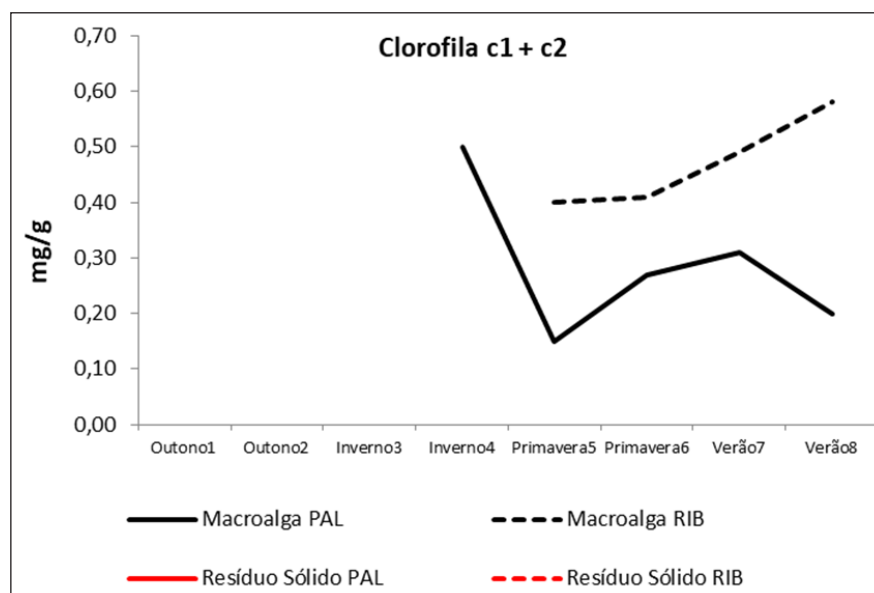


Figura 7. Concentrações de clorofila c1 + c2 correspondentes ao primeiro procedimento de análise na macroalga, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

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.

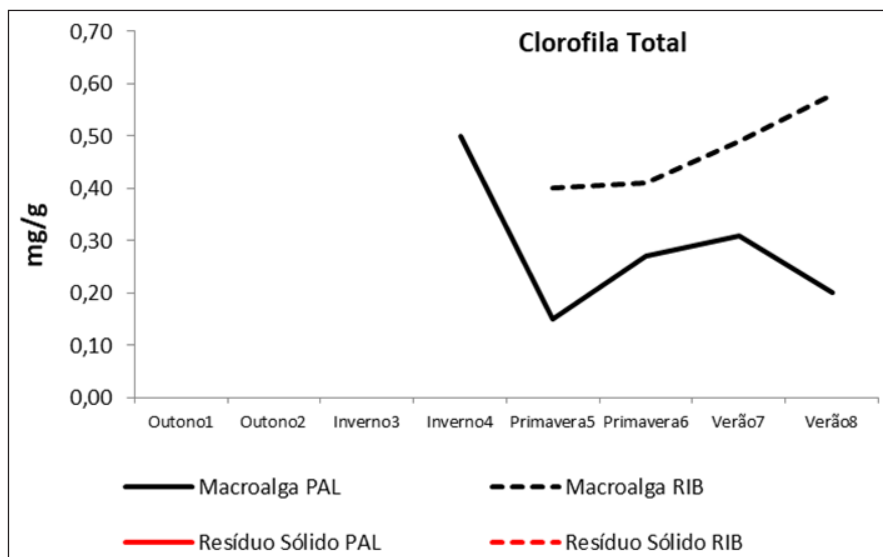


Figura 8. Concentrações de clorofila total correspondentes ao primeiro procedimento de análise na macroalga, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

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.

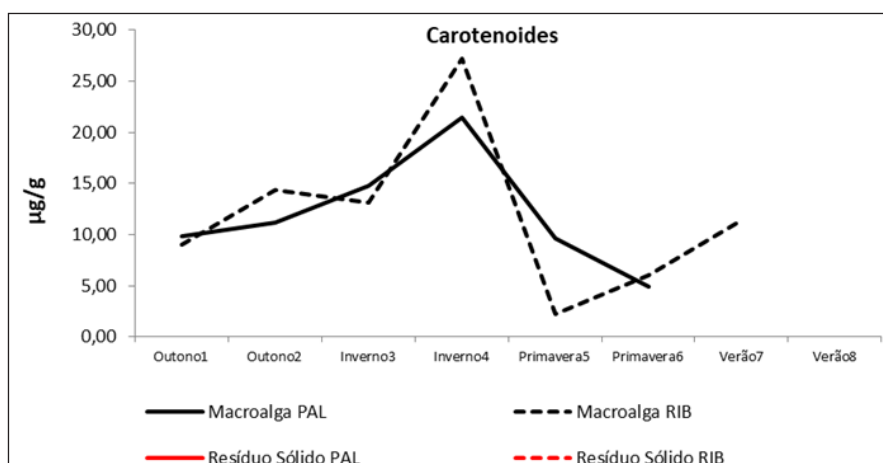


Figura 9. Concentrações de carotenoides, correspondentes ao primeiro procedimento de análise na macroalga, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

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 | Macroalg a | 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>.

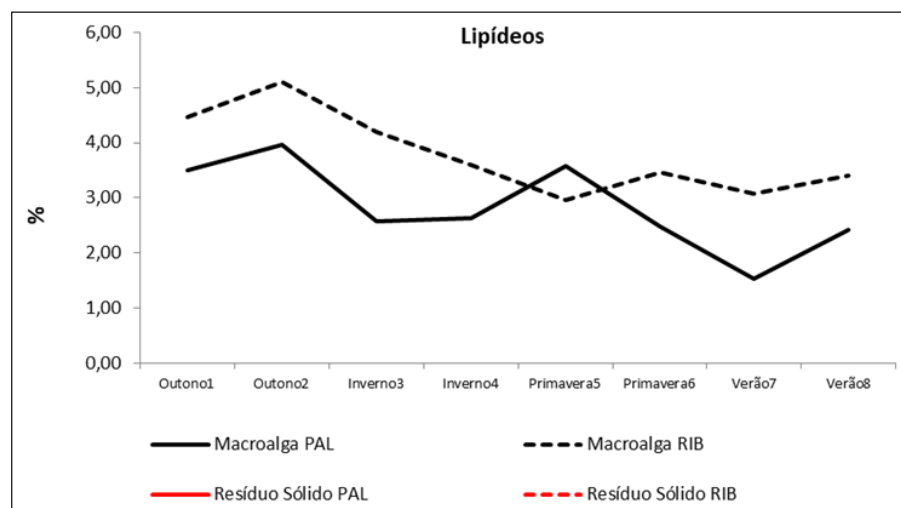


Figura 10. Concentrações de lipídeos, correspondentes ao primeiro procedimento de análise na macroalga, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

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.

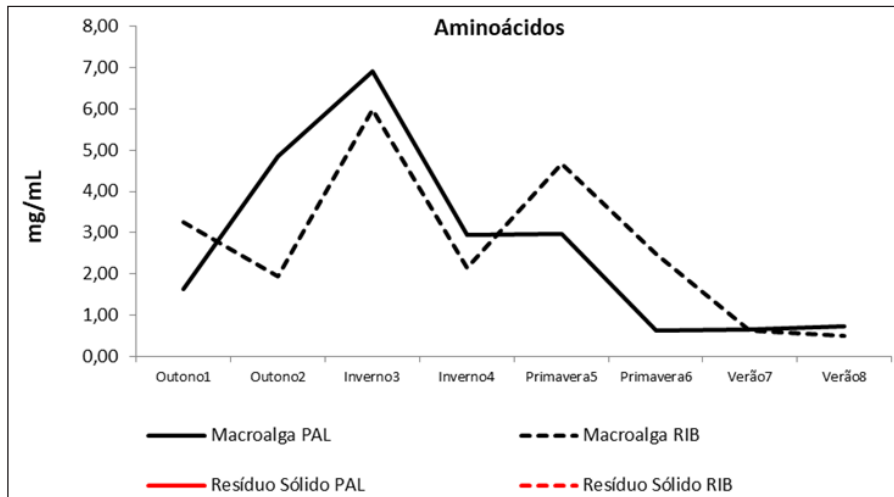


Figura 11. Concentrações de aminoácidos, correspondentes ao primeiro procedimento de análise na macroalga, nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

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.