

Análise final da composição química da macroalga *Kappaphycus alvarezii* cultivada em Santa Catarina e de seus produtos derivados

**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**

Os resultados apresentados são relativos à terceira e à última bateria de análises químicas que complementam os “Informes Técnicos N° 21/2023 e N° 22/2023”, programadas para conclusão do presente estudo (Santos *et al.*, 2023a; Santos *et al.*, 2023b). Amostras da macroalga *Kappaphycus alvarezii*, de seu extrato líquido e do resíduo sólido resultante da produção daquele extrato foram coletadas nas fazendas marinhas do Ribeirão da Ilha, no

município de Florianópolis (RIB), e da Praia de Fora, no município de Palhoça (PAL), em Santa Catarina, no período de maio de 2022 a maio de 2023. As amostras foram identificadas com os números de 1 a 8, com dois números para cada estação do ano, como segue: 1 e 2 (Outono), 3 e 4 (Inverno), 5 e 6 (Primavera) e 7 e 8 (Verão). Dessa forma tem-se PAL1 e PAL2 + RIB1 e RIB2 para as amostras de outono e assim sucessivamente para as demais estações do ano (Tabelas 1 a 17).

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. Teor de lipídios da macroalga *Kappaphycus alvarezii* cultivada nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB) determinado conforme a metodologia de Illijas *et al.* (2023)

Teor de Lipídios (%)				
Local de coleta	Estação do ano	Macroalga	Local de coleta	Macroalga
PAL1	Out	3,50	RIB1	4,47
PAL2	Out	3,97	RIB2	5,10
PAL3	Inv	2,57	RIB3	4,20
PAL4	Inv	2,63	RIB4	3,60
PAL5	Prim	3,57	RIB5	2,97
PAL6	Prim	2,47	RIB6	3,47
PAL7	Ver	1,53	RIB7	3,07
PAL8	Ver	2,43	RIB8	3,40

Fonte: Illijas *et al.* (2023)

Tabela 2. Potencial hidrogeniônico (pH) de biomassas de macroalga e resíduo sólido, consoante às áreas de produção nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

pH						
Local de coleta	Estação do ano	Macroalga	Resíduo sólido	Local de coleta	Macroalga	Resíduo sólido
PAL1	Out	7,34	5,96	RIB1		5,98
PAL2	Out	6,52	6,30	RIB2	6,47	5,84
PAL3	Inv	5,79	6,77	RIB3	5,88	7,55
PAL4	Inv	5,60	7,04	RIB4	6,61	7,74
PAL5	Prim	5,94	6,47	RIB5	6,00	6,50
PAL6	Prim	6,46	6,68	RIB6	6,45	6,41
PAL7	Ver	6,14	7,08	RIB7	6,45	7,59
PAL8	Ver	5,85	5,94	RIB8	6,11	7,51

Fonte: Carvalho (2010)

Tabela 3. Teor de fibra alimentar de amostras de macroalga, extrato aquoso e resíduo sólido oriundas dos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

Fibra Alimentar (%)								
Local de coleta	Estação do ano	Macroalga	Extrato líquido	Resíduo sólido	Local de coleta	Macroalga	Extrato líquido	Resíduo sólido
PAL1	Out		nd*	6,91	RIB1		nd*	18,03
PAL2	Out	6,10	nd*	12,15	RIB2	8,63	nd*	9,83
PAL3	Inv	5,24	nd*	28,62	RIB3	5,72	nd*	10,19
PAL4	Inv	5,20	nd*	15,38	RIB4	9,98	nd*	8,16
PAL5	Prim	3,52	nd*	25,54	RIB5	4,14	nd*	4,14
PAL6	Prim	5,57	nd*	4,76	RIB6	6,00	nd*	23,29
PAL7	Ver	3,99	nd*	13,33	RIB7	3,80	nd*	11,01
PAL8	Ver	4,26	nd*	19,60	RIB8	5,42	nd*	16,12

nd* - não detectado

Fonte: Senger *et al.* (2008)

Tabela 4. Teor de carotenoides totais de amostras de macroalga, extrato líquido e resíduo sólido originárias dos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

Carotenoides totais (mg g ⁻¹)								
Local de coleta	Estação do ano	Macroalga	Extrato líquido	Resíduo sólido	Local de coleta	Macroalga	Extrato líquido	Resíduo sólido
PAL1	Out	5,52	nd*	1,21	RIB1	8,97	nd*	1,45
PAL2	Out	3,59	nd*	0,80	RIB2	3,55	nd*	0,77
PAL3	Inv	4,47	nd*	0,67	RIB3	6,90	nd*	1,36
PAL4	Inv	7,71	nd*	0,77	RIB4	7,13	nd*	3,61
PAL5	Prim	6,13	nd*	1,07	RIB5	7,49	nd*	3,94
PAL6	Prim	4,81	nd*	0,48	RIB6	12,43	nd*	1,02
PAL7	Ver	6,83	nd*	0,81	RIB7	6,13	nd*	0,81
PAL8	Ver	8,79	nd*	2,31	RIB8	10,90	nd*	0,97

nd* - não detectado

Fonte: Sims *et al.* (2002)

Tabela 5. Teor de umidade de amostras de macroalga, extrato líquido e resíduo sólido coletadas nos municípios de Florianópolis (RIB) e Palhoça (PAL)

Umidade (%)								
Local de coleta	Estação do ano	Macroalga	Extrato líquido	Resíduo sólido	Local de coleta	Macroalga	Extrato líquido	Resíduo sólido
PAL1	Out	82,20	96,29	87,40	RIB1		97,41	79,60
PAL2	Out		96,01	83,00	RIB2		94,45	83,50
PAL3	Inv		95,97	83,30	RIB3	81,00	95,40	82,90
PAL4	Inv		95,42	85,10	RIB4	81,30	96,74	84,90
PAL5	Prim	86,20	94,03	81,60	RIB5	73,60	95,71	87,90
PAL6	Prim	86,30	95,87	82,70	RIB6	82,60	96,35	83,70
PAL7	Ver	89,50	95,78	82,10	RIB7	79,70	94,56	85,70
PAL8	Ver	87,10	96,25	83,60	RIB8	88,60	96,61	78,60

Fonte: LMBV

Para as análises de metais pesados (Tabelas 6 e 7), as amostras foram coletadas apenas uma vez em cada estação do ano, diferentemente dos demais parâmetros que somaram duas coletas por estação.

Tabela 6. Teores de metais pesados de amostras da macroalga *Kappaphycus alvarezii* cultivada nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

Local de coleta	Estação do ano	Metais pesados na macroalga (mg kg ⁻¹)			
		Arsênio	Cádmio	Chumbo	Mercúrio
LQ		0,5mg/kg	0,5mg/kg	0,5mg/kg	0,005mg/kg
PAL1-2	Out	<0,500	<0,500	<0,500	0,009796
PAL3-4	Inv	<0,500	<0,500	<0,500	0,015264
PAL5-6	Prim	<0,500	<0,500	<0,500	0,017308
PAL7-8	Ver	<0,500	<0,500	<0,500	0,011399
RIB1-2	Out	<0,500	<0,500	<0,500	0,028809
RIB3-4	Inv	<0,500	<0,500	<0,500	0,063425
RIB5-6	Prim	<0,500	<0,500	<0,500	0,014723
RIB7-8	Ver	<0,500	<0,500	<0,500	0,018568

Fonte: US EPA (1998)

Tabela 7. Teores de metais pesados de amostras de extrato líquido de *Kappaphycus alvarezii* coletadas nos municípios de Palhoça (PAL) e Florianópolis (RIB)

Local de	Estação do ano	Metais pesados no extrato líquido (mg/kg)							
		Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobalto	Cromo	Molibdênio	Níquel	Selênio
PAL1-2	Out	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*
PAL3-4	Inv	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*
PAL5-6	Prim	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*
PAL7-8	Ver	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*
RIB1-2	Out	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*
RIB3-4	Inv	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*
RIB5-6	Prim	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*
RIB7-8	Ver	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*

nd* - não detectado
Fonte: US EPA (1998)

Para o teor de cinzas, as amostras oriundas do Ribeirão da Ilha (RIB1 a RIB5) revelaram-se impróprias às análises e foram descartadas (Tabela 8).

Tabela 8. Teor de cinzas de amostras de macroalga, extrato líquido e resíduo sólido originárias dos municípios de Florianópolis (RIB) e Palhoça (PAL)

Cinzas (%)							
Local de coleta	Macroalga	Extrato líquido	Resíduo sólido	Local de coleta	Macroalga	Extrato líquido	Resíduo sólido
PAL1	19,70		29,20	RIB1			29,60
PAL2	27,60	15,08	33,30	RIB2		21,88	29,40
PAL3	29,80	20,61	32,90	RIB3		26,24	27,30
PAL4	33,40	25,31	30,80	RIB4		20,74	28,40
PAL5	35,90	22,07	30,70	RIB5		20,50	26,60
PAL6	24,30	22,65	30,00	RIB6	22,50	17,75	27,00
PAL7	23,30	14,70	30,80	RIB7	21,80	22,53	26,70
PAL8	32,70	17,00	30,70	RIB8	27,50	24,51	24,00

Fonte: Carvalho e Jong (2002)

Tabela 9. Teor de aminoácidos livres de amostras da macroalga *Kappaphycus alvarezii* não hidrolisada produzida nos municípios de Florianópolis (RIB) e Palhoça (PAL)

Aminoácidos livres na macroalga (%)																
Local de coleta	Estação do ano	Asp	Glu	Gly	His	Val	Pro	Thr	Ala	Met	Iso	Leu	Phe	Trp	Lys	Total
PAL1	Out	0,15	0,28	0,18	0,09	0,26	0,01	nd**	0,22	0,06	0,28	0,14	0,18	0,02	0,33	2,20
PAL2	Out	0,37	0,21	0,39	0,06	0,20	0,37	nd**	0,17	0,04	0,38	0,25	0,19	0,02	0,22	2,87
PAL3	Inv	0,38	0,48	0,18	0,06	0,19	0,29	nd**	0,08	0,03	0,11	0,23	0,19	0,03	0,20	2,45
PAL4	Inv	0,38	0,342	0,25	0,02	0,18	0,33	0,03	0,14	0,04	0,12	0,18	0,16	0,04	0,20	2,41
PAL5	Prim	0,35	0,31	0,42	0,02	0,29	0,32	nd**	0,18	0,05	0,41	0,24	0,15	0,04	0,28	3,06
PAL6	Prim	0,29	0,24	0,51	0,03	0,3	0,31	nd**	0,11	0,05	0,34	0,26	0,14	0,05	0,28	2,91
PAL7	Ver	0,29	0,31	0,13	0,04	0,33	0,31	0,01	0,12	0,03	0,38	0,19	0,18	0,04	0,17	2,53
PAL8	Ver	0,21	0,26	0,26	0,05	0,36	0,31	nd**	0,33	0,05	0,38	0,19	0,14	0,03	0,16	2,73
RIB1	Out	0,02	0,52	0,25	0,05	0,28	0,34	nd*	0,47	0,06	0,54	0,22	0,18	0,02	0,11	3,06
RIB2	Out	0,42	0,57	0,22	0,03	0,20	0,35	0,15	0,12	0,06	0,37	0,34	0,12	nd*	0,13	3,08
RIB3	Inv	0,22	0,11	0,13	0,03	0,17	0,36	nd*	0,37	0,02	0,32	0,35	0,12	nd*	0,14	2,34
RIB4	Inv	0,18	0,18	0,39	0,09	0,25	0,29	nd*	0,52	0,02	0,21	0,17	0,12	0,01	0,12	2,55
RIB5	Prim	0,13	0,26	0,56	0,03	0,22	0,28	nd*	0,1	0,05	0,13	0,16	0,11	nd*	0,16	2,19
RIB6	Prim	0,28	0,32	0,27	0,01	0,28	0,32	0,03	0,17	0,02	0,25	0,17	nd*	nd*	0,24	2,36
RIB7	Ver	0,12	0,16	0,39	0,02	0,27	0,32	nd*	0,23	0,04	nd*	0,14	0,14	nd*	0,17	2,00
RIB8	Ver	0,17	0,18	0,26	0,04	0,26	0,30	nd*	0,40	0,03	0,16	0,29	0,14	nd*	0,17	2,40

* não detectado

Fonte: White et al. (1986)

Tabela 10. Teor de aminoácidos livres do extrato aquoso da macroalga *Kappaphycus alvarezii* não hidrolisada cultivada em Florianópolis (RIB) e Palhoça (PAL)

Aminoácidos livres no extrato líquido (%)																
Local de coleta	Estação do ano	Asp	Glu	Gly	His	Val	Pro	Thr	Ala	Met	Iso	Leu	Phe	Trp	Lys	Total
PAL1	Out	0,19	0,28	0,23	0,05	0,30	nd*	nd*	0,14	0,07	0,27	0,18	0,20	0,03	0,3	2,24
PAL2	Out	0,21	0,24	0,53	0,09	0,21	0,37	nd*	0,13	0,06	0,42	0,21	0,21	0,02	0,18	2,88
PAL3	Inv	0,41	0,5	0,20	0,03	0,18	0,33	nd*	0,18	0,02	0,19	0,2	0,19	0,03	0,2	2,66
PAL4	Inv	0,48	0,47	0,26	0,02	0,18	0,27	nd*	0,15	0,03	0,11	0,16	0,16	0,04	0,2	2,53
PAL5	Prim	0,30	0,32	0,48	0,04	0,33	0,3	nd*	0,2	0,04	0,41	0,22	0,18	0,06	0,3	3,18
PAL6	Prim	0,24	0,26	0,54	0,02	0,33	0,28	nd*	0,11	0,06	0,33	0,28	0,12	0,07	0,25	2,89
PAL7	Ver	0,27	0,3	0,16	0,05	0,34	0,28	nd*	0,12	0,03	0,38	0,18	0,16	0,05	0,15	2,47
PAL8	Ver	0,20	0,25	0,26	0,02	0,38	0,35	nd*	0,2	0,05	0,27	0,18	0,13	0,05	0,16	2,50
RIB1	Out	nd*	0,56	0,26	0,07	0,28	0,35	nd*	0,3	0,06	0,49	0,2	0,17	0,01	0,19	2,94
RIB2	Out	0,44	0,56	0,22	0,03	0,20	0,40	nd*	0,36	0,08	0,39	0,19	0,13	0,01	0,13	3,14
RIB3	Inv	0,27	0,11	0,11	0,03	0,16	0,40	nd*	0,36	0,01	0,33	0,28	0,13	nd*	0,13	2,32
RIB4	Inv	0,11	0,16	0,38	0,05	0,27	0,33	nd*	0,5	0,03	0,21	0,15	0,14	0,01	0,14	2,48
RIB5	Prim	0,12	0,3	0,54	0,04	0,24	0,3	nd*	0,14	0,04	0,14	0,17	0,13	nd*	0,15	2,31
RIB6	Prim	0,24	0,31	0,3	0,02	0,32	0,31	nd*	0,14	0,03	0,27	0,18	0,17	nd*	0,2	2,49
RIB7	Ver	0,12	0,16	0,33	0,02	0,3	0,3	nd*	0,22	0,04	0,14	0,11	0,15	nd*	0,17	2,06
RIB8	Ver	0,14	0,15	0,27	0,02	0,28	0,29	nd*	0,33	0,02	0,13	0,25	0,16	nd*	0,18	2,22

nd* não detectado

Fonte: White *et al.* (1986)

Tabela 11. Teor de aminoácidos livres de amostras de resíduo da macroalga não hidrolisada produzidas nos municípios de Florianópolis (RIB) e Palhoça (PAL)

Aminoácidos livres no Resíduo* (%)																
Local de coleta	Estação do ano	Asp	Glu	Gly	His	Val	Pro	Thr	Ala	Met	Iso	Leu	Phe	Trp	Lys	Total
PAL1	Out	0,06	0,03	nd*	0,02	nd*	nd*	nd*	0,04	0,02	0,09	0,06	nd*	nd*	nd*	0,32
PAL2	Out	0,04	0,03	0,04	0,04	nd*	nd*	nd*	0,03	0,03	0,04	0,07	nd*	nd*	0,06	0,38
PAL3	Inv	0,03	0,02	0,05	0,02	nd*	0,07	nd*	0,02	0,01	0,01	0,08	nd*	nd*	0,04	0,35
PAL4	Inv	0,05	0,02	0,06	0,02	nd*	0,06	nd*	0,02	0,01	0,01	0,03	nd*	nd*	nd*	0,28
PAL5	Prim	0,05	0,09	0,03	0,01	nd*	0,01	nd*	0,01	0,02	0,06	0,06	nd*	nd*	0,07	0,41
PAL6	Prim	0,04	0,03	0,08	0,01	nd*	0,06	nd*	0,01	0,01	nd*	0,06	nd*	nd*	nd*	0,30
PAL7	Ver	0,03	0,04	0,05	0,03	nd*	0,02	nd*	0,03	0,04	0,07	0,03	nd*	nd*	nd*	0,34
PAL8	Ver	0,08	0,08	0,03	0,05	nd*	0,02	nd*	0,01	0,03	nd*	0,06	nd*	nd*	nd*	0,36
RIB1	Out	0,08	0,09	0,06	0,01	nd*	0,05	nd*	0,01	0,03	nd*	0,04	nd*	nd*	nd*	0,37
RIB2	Out	0,03	0,03	nd*	0,01	nd*	0,03	nd*	0,01	0,04	nd*	0,04	nd*	nd*	nd*	0,19
RIB3	Inv	0,06	0,06	nd*	0,01	nd*	0,05	nd*	0,03	0,02	nd*	0,04	nd*	nd*	nd*	0,27
RIB4	Inv	0,08	0,09	nd*	0,04	nd*	0,04	nd*	0,01	0,04	nd*	0,05	nd*	nd*	nd*	0,35
RIB5	Prim	0,07	0,08	0,03	0,03	nd*	0,08	nd*	0,02	0,02	nd*	0,06	nd*	nd*	nd*	0,39
RIB6	Prim	0,06	0,09	nd*	0,02	nd*	nd*	nd*	0,01	0,02	nd*	0,05	nd*	nd*	0,04	0,29
RIB7	Ver	0,04	0,05	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	0,02	0,04	nd*	0,02	nd*	nd*	nd*	0,17
RIB8	Ver	0,08	0,07	nd*	0,01	nd*	nd*	nd*	0,02	0,04	nd*	0,04	nd*	nd*	nd*	0,26

* Fração aminoacídica livre de biomassa de *K. alvarezii* não hidrolisada, ** não detectado

Fonte: White *et al.* (1986)

Tabela 12. Teores de macro e micronutrientes de amostras da macroalga *Kappaphycus alvarezii* cultivada nos municípios de Florianópolis (RIB) e Palhoça (PAL)

Macro e micronutrientes na macroalga	Local de coleta							
	Outono		Inverno		Primavera		Verão	
	PAL 1	PAL2	PAL 3	PAL 4	PAL 5	PAL 6	PAL 7	PAL 8
Fósforo (g/Kg)	0,70	0,53	0,56	0,86	0,89	0,87	0,78	0,76
Potássio (g/Kg)	9,86	10,21	11,69	11,35	12,04	11,09	10,55	10,10
Cálcio (g/Kg)	19,81	22,06	30,45	22,17	31,20	30,12	34,82	34,95
Magnésio (g/Kg)	1,84	2,67	2,98	4,19	6,51	3,61	4,31	2,29
Enxofre (g/Kg)	47,36	45,82	45,13	41,09	41,65	47,06	35,55	42,63
Boro (mg/Kg)	109,70	68,74	82,70	83,09	75,96	94,43	77,41	101,61
Cobre (mg/Kg)	0,99	7,12	13,06	1,06	0,94	1,24	2,45	1,63
Ferro (mg/Kg)	190,91	120,87	195,23	139,15	165,80	163,51	216,99	178,71
Manganês (mg/Kg)	8,11	6,95	10,43	11,59	11,59	13,91	24,34	10,43
Zinco (mg/Kg)	36,78	21,62	30,65	43,74	29,19	26,83	24,40	20,76
Nitrogênio total (g/Kg)	14,56	11,76	10,50	16,52	8,82	10,22	11,20	18,90
	RIB1	RIB2	RIB3	RIB4	RIB5	RIB6	RIB7	RIB8
Fósforo (g/Kg)	1,26	0,6	0,7	0,59	0,92	0,76	0,72	nd*
Potássio (g/Kg)	18,28	17,89	18,31	20,03	19,45	17,83	17,82	nd*
Cálcio (g/Kg)	42,38	39,82	29,58	40,16	42,92	40,38	32,61	nd*
Magnésio (g/Kg)	3,11	2,55	3,83	5,17	4,51	4,54	3,63	nd*
Enxofre (g/Kg)	44,28	47,22	37,58	40,35	39,92	47,21	46,43	nd*
Boro (mg/Kg)	127,78	129,34	121,15	88,78	104,97	137,95	149,31	nd*
Cobre (mg/Kg)	9,92	11,73	4,05	11,74	7,61	3,3	3,78	nd*
Ferro (mg/Kg)	182,61	208,1	125,73	217,43	301,04	117,84	191,59	nd*
Manganês (mg/Kg)	13,91	10,43	12,75	18,55	12,75	10,43	11,59	nd*
Zinco (mg/Kg)	26,18	20,59	20,52	15,21	31,24	28,52	22,56	nd*
Nitrogênio total (g/Kg)	22,40	12,32	14	12,32	12,32	13,48	8,68	nd*

nd* - não detectado

Fonte: EMBRAPA (2009)

Tabela 13. Teores de macro e micronutrientes em amostras de extrato líquido coletadas nos municípios de Florianópolis (RIB) e Palhoça (PAL)

Macro e micronutrientes no extrato líquido	Local de coleta							
	Outono		Inverno		Primavera		Verão	
	PAL 1	PAL2	PAL 3	PAL 4	PAL 5	PAL 6	PAL 7	PAL 8
Fósforo (g/Kg)	60	80	90	110	90	80	70	50
Potássio (g/Kg)	140.070,00	18.230,00	15.420,00	14.790,00	16.140,00	10.790,00	13.090,00	13.780,00
Cálcio (g/Kg)	70,00	130,00	120,00	140,00	180,00	150,00	120,00	80,00
Magnésio (g/Kg)	170,00	340,00	320,00	320,00	510,00	420,00	270,00	170,00
Enxofre (g/Kg)	290,00	630,00	680,00	740,00	980,00	600,00	370,00	290,00
Boro (mg/Kg)	0,79	1,57	1,33	1,55	2,13	1,99	1,45	1,10
Cobre (mg/Kg)	0,11	0,06	0,09	0,13	0,10	0,10	0,08	0,03
Ferro (mg/Kg)	6,78	3,79	12,09	2,10	4,40	4,60	8,89	3,77
Manganês (mg/Kg)	0,14	0,64	0,62	0,70	0,42	0,48	0,72	0,52
Zinco (mg/Kg)	1.872,25	3.068,54	2.530,87	2.523,30	3.457,86	3.262,90	2.101,59	1.901,05
Nitrogênio total (g/Kg)	0,369	0,808	0,862	1,294	1,290	0,823	0,903	0,404
	0,37	0,81	0,86	1,29	1,29	0,82	0,90	0,40
Fósforo (g/Kg)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Potássio (g/Kg)	90	100	110	80	100	60	80	60
Cálcio (g/Kg)	10570	17290	14770	11050	11460	9710	10680	8780
Magnésio (g/Kg)	80	120	120	120	120	120	140	90
Enxofre (g/Kg)	160,00	290	260	260	320	360,00	200,00	180,00
Boro (mg/Kg)	230	610	640	520	700	440	320	250
Cobre (mg/Kg)	1,163	1,44	1,185	0,961	1,844	1,303	1,357	1,343
Ferro (mg/Kg)	0,03	0,072	0,067	0,131	0,056	0,038	0,087	0,059
Manganês (mg/Kg)	3,95	2,55	4,62	4,8	2,24	2,46	3,7	2,06
Zinco (mg/Kg)	0,399	0,176	0,404	0,922	0,412	0,54	0,831	0,633
Fósforo (g/Kg)	1872,25	1863,06	3434,28	2626,38	2215,92	3617,44	3279,62	2397,03
Zinco	0,587	1,068	1,155	0,853	1,09	0,403	0,706	0,638
Nitrogênio total (g/Kg)	0,587	1,068	1,155	0,853	1,09	0,403	0,706	0,638

Fonte: EMBRAPA (2009)

Tabela 14. Teores de macro e micronutrientes em amostras de resíduo sólido coletadas nos municípios de Florianópolis (RIB) e Palhoça (PAL)

Macro e micronutrientes no resíduo sólido	Local de coleta							
	Outono		Inverno		Primavera		Verão	
	PAL 1	PAL 2	PAL 3	PAL 4	PAL 5	PAL 6	PAL 7	PAL 8
Fósforo (g/Kg)	0,51	0,67	0,47	0,67	0,56	0,51	0,55	0,73
Potássio (g/Kg)	10,21	11,43	10,27	10,98	14,45	11,99	12,11	9,57
Cálcio (g/Kg)	31,41	29,44	24,22	45,73	48,62	32,05	49,62	32,48
Magnésio (g/Kg)	1,77	3,40	2,71	3,63	3,98	2,44	3,47	1,91
Enxofre (g/Kg)	43,47	42,71	48,80	44,28	56,11	48,65	44,90	38,59
Boro (mg/Kg)	85,57	85,77	90,93	111,19	116,47	103,26	108,33	101,75
Cobre (mg/Kg)	0,73	1,18	0,75	1,61	0,88	3,00	2,97	2,90
Ferro (mg/Kg)	117,04	160,32	182,74	154,72	95,54	82,31	210,28	121,49
Manganês (mg/Kg)	10,16	12,75	8,17	20,86	6,95	9,27	19,70	10,43
Zinco (mg/Kg)	10,84	13,76	18,83	36,41	17,89	21,72	18,93	13,80
Nitrogênio total (g/Kg)	11,20	11,20	10,50	13,72	7,28	9,66	7,84	15,82
	RIB1	RIB2	RIB3	RIB4	RIB5	RIB6	RIB7	RIB8
Fósforo (g/Kg)	0,6	0,63	0,44	0,55	0,38	0,39	0,25	0,29
Potássio (g/Kg)	11,43	9,99	11,74	18,23	17,36	17,9	17,19	17,98
Cálcio (g/Kg)	31,41	29,44	24,22	45,73	48,62	32,05	49,62	32,48
Magnésio (g/Kg)	2,30	2,83	2,94	3,54	3,83	2,80	3,10	1,65
Enxofre (g/Kg)	41,97	45,04	50,43	48,57	47,78	44,77	38,19	43,79
Boro (mg/Kg)	107,81	91,52	113,29	118,18	84,86	130,24	132,55	124,15
Cobre (mg/Kg)	4,8	1,19	3,17	2,49	4,21	3,49	1,08	2,9
Ferro (mg/Kg)	170,68	113,92	282,94	263,14	157,73	144,88	178,54	116,83
Manganês (mg/Kg)	15,07	6,95	19,7	18,18	9,27	15,09	17,39	15,07
Zinco (mg/Kg)	11,18	18,79	20,52	24,22	18,78	16,49	28,6	8,11
Nitrogênio total (g/Kg)	11,76	14,42	12,32	14,98	9,24	9,1	7,42	11,48

Tabela 15. Teor de açúcares solúveis totais de amostras de macroalga, extrato líquido e resíduo sólido produzidas nos municípios de Florianópolis (RIB) e Palhoça (PAL)

Açúcares solúveis totais (mg g ⁻¹ peso seco)								
Local de coleta	Estação do ano	Macroalga	Extrato líquido	Resíduo sólido	Local de coleta	Macroalga	Extrato líquido	Resíduo sólido
PAL1	Out	0,028	0,009	0,014	RIB1	0,060	0,004	0,016
PAL2	Out	0,022	0,018	0,034	RIB2	0,024	0,090	0,019
PAL3	Inv	0,054	0,021	0,008	RIB3	0,105	0,008	0,022
PAL4	Inv	0,065	0,091	0,025	RIB4	0,045	0,009	0,016
PAL5	Prim	0,205	0,017	0,018	RIB5	0,087	0,014	0,021
PAL6	Prim	0,089	0,033	0,009	RIB6	0,080	0,005	0,015
PAL7	Ver	0,014	0,007	0,006	RIB7	0,106	0,002	0,004
PAL8	Ver	0,117	0,008	0,036	RIB8	0,101	0,003	0,003

Fonte: Umbreit e Burris (1964)

Tabela 16. Teor de amido em amostras de macroalga, extrato líquido e resíduo sólido produzidas nos municípios de Florianópolis (RIB) e Palhoça (PAL)

Amido (mg g ⁻¹ peso seco)								
Local de coleta	Estação do ano	Macroalga	Extrato líquido	Resíduo sólido	Local de coleta	Macroalga	Extrato líquido	Resíduo sólido
PAL1	Out	0,165	0,035	0,230	RIB1	0,195	0,024	0,399
PAL2	Out	0,194	0,051	0,353	RIB2	0,204	0,099	0,376
PAL3	Inv	0,156	0,029	0,357	RIB3	0,210	0,063	0,345
PAL4	Inv	0,175	0,044	0,204	RIB4	0,303	0,024	0,473
PAL5	Prim	0,263	0,040	0,138	RIB5	0,188	0,033	0,143
PAL6	Prim	0,210	0,054	0,105	RIB6	0,146	0,033	0,107
PAL7	Ver	0,216	0,008	0,199	RIB7	0,241	0,011	0,593
PAL8	Ver	0,288	0,023	0,287	RIB8	0,203	0,015	0,226

Fonte: McCready *et al* (1950)

Tabela 17. Teores de carbono, hidrogênio e nitrogênio de amostras de macroalga produzidas nos municípios de Florianópolis (RIB) e Palhoça (PAL)

Teores de carbono, hidrogênio e nitrogênio (%)								
Local de coleta	Estação do ano	Carbono	Hidrogênio	Nitrogênio	Local de coleta	Carbono	Hidrogênio	Nitrogênio
PAL1	Out	29,19	5,73	1,44	RIB1	30,47	5,09	1,94
PAL2	Out	24,82	4,24	1,17	RIB2	28,45	5,46	1,10
PAL3	Inv	29,04	5,54	1,43	RIB3	25,83	4,38	1,48
PAL4	Inv	25,34	4,64	1,85	RIB4	30,59	5,52	1,96
PAL5	Prim	23,57	4,68	1,03	RIB5	25,14	4,58	1,47
PAL6	Prim	26,76	5,16	1,10	RIB6	28,63	5,26	1,87
PAL7	Ver	21,95	4,04	1,03	RIB7	29,10	5,36	0,98
PAL8	Ver	30,57	5,50	2,03	RIB8	27,64	5,02	1,75

Fonte: LMBV

Os dados coletados até o momento originam-se de amostras coletadas em duas fazendas marinhas localizadas na região da Grande Florianópolis, e.g., Praia de Fora (município de Palhoça) e Praia do Ribeirão da Ilha (município de Florianópolis). Os resultados demonstram os efeitos da sazonalidade e da origem geográfica sobre as concentrações dos compostos e elementos macro e micronutrientes avaliados, ao longo de um ano de amostragem. A análise comparativa dos conteúdos dos compostos investigados nas amostras de alga e resíduo revela que, para algumas variáveis, os valores observados no resíduo superam aqueles da macroalga, indicando a existência de teores apreciáveis de compostos na biomassa residual, os quais não foram extraídos totalmente no processo de fabricação do extrato aquoso. Tais resultados sugerem a possibilidade de uso da biomassa residual para o desenvolvimento de novos produtos de interesse da cadeia produtiva de *Kappaphycus alvarezii*. Tal cenário pode ser exemplificado a partir da análise dos conteúdos de potássio, cálcio, boro e ferro nas amostras da biomassa residual algal, revelando ser esta uma fonte importante daqueles nutrientes para o desenvolvimento e a produção vegetal, sob a ótica de sistemas de produção com baixa emissão de carbono e aderentes a modelos de economia circular para a produção de *K. alvarezii*.

Os dados das análises apresentados preliminarmente nos dois primeiros informes técnicos, somados ao deste documento, pretendem atender a uma demanda da cadeia produtiva de algas de Santa Catarina que vinha sendo questionada pelos comerciantes de fertilizantes sobre a composição química da alga e de seus produtos. Esse estudo possibilita um melhor entendimento da composição da macroalga *K. alvarezii* produzida em fazendas marinhas catarinenses e de seus produtos. Os resultados geram *insights* para padronização de práticas de cultivo, sistemas de extração e de composição dos produtos derivados da macroalga investigada. Concluída esta fase, os dados serão trabalhados, analisados estatisticamente, interpretados e publicados em forma de artigos científicos.

Referências

CARVALHO, H.H.; JONG, E.V. **Alimentos: métodos físicos e químicos de análise**. Porto Alegre, RS: Ed. Universidade, UFRGS, 180p., 2002.

CARVALHO, G.C. **Validação do método analítico de determinação do pH de águas e estimativa da incerteza da medição**. Dissertação (mestrado), Universidade Estadual Paulista, Instituto de Química, Araraquara, 155p., 2010.

ILLIJAS, M.I.; KIM, G.W.; HONDA, M.; ITABASHI, Y. Characteristics of fatty acids from the red alga *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty (Rhodophyta, Solieriaceae). *Algal Research*, v.71, p.103005, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.algal.2023.103005>

LMBV. Laboratório de Morfogênese e Bioquímica Vegetal - Método próprio, conforme protocolo da Central de Análises – Departamento de Química/UFSC. 2024.

MCCREADY, R.M.; GUGGOLZ, J.; SILVEIRA, V.; OWENS, H.S. Determination of starch and amylase in vegetables: application to peas. ***Analytical Chemistry***, v.22, p.1156-1158, 1950. DOI: 10.1021/ac60045a016

SANTOS, A.A; SCHNEIDER, A.R.; DUTRA, F.S.; SILVA, S.M.; OLIVEIRA, E.R.; AZEVEDO, G.Z.; LOPES, S.; NUNES, A.; LIMA, G.P.P.; MARASCHIN, M. Análise da composição química da macroalga *Kappaphycus alvarezii* e de seus subprodutos produzida em Santa Catarina. Informe Técnico Nº 21. Florianópolis: Epagri 2023a. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/infa/issue/view/282>. Acesso em: 21.11.2024.

SANTOS, A.A; SCHNEIDER, A.R.; DUTRA, F.S.; SILVA, S.M.; OLIVEIRA, E.R.; AZEVEDO, G.Z.; LOPES, S.; NUNES, A.; LIMA, G.P.P.; MARASCHIN, M. Análise complementar da composição química da macroalga *Kappaphycus alvarezii* e de seus subprodutos produzida em Santa Catarina. Informe Técnico Nº 24. Florianópolis: Epagri 2023b. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/infa/>

[issue/view/288](https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/infa/issue/view/288). Acesso em: 21.11.2024.

SENGER, C.C.; KOZLOSKI, G.V.; SANCHEZ, L.M.B; MESQUITA, F.R.; ALVES, T.P.; CASTAGNINO, D.S. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feed stuffs. ***Animal Feed Science and Technology***, v.146, p.169–174, 2008.

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2ª ed. rev. ampl. - Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

SIMS, D.A.; GAMON, J.A. Relationship between leaf pigment content and spectral reflectance across wide range of species, leaf structures and developmental stages. ***Remote Sensing of Environment***, v.81, p.337-354, 2002.

UMBREIT, W.W.; BURRIS, R.H. **Method for glucose determination and other sugars**. Manometric Techniques. Minnesota: Burgess Publishing Co. 1ª ed., 1964.

U.S. EPA. Method 7473 (SW-846): Mercury in solids and solutions by thermal decomposition, amalgamation, and atomic absorption spectrophotometry. Revision 0. Washington, DC, 1998.

WHITE, J.A.; HART, R.J.; FRY, J.C. An evaluation of the Waters Pico-Tag system for the amino-acid analysis of food materials. ***The Journal of Automatic Chemistry***, v.8, p.170-177, 1986. DOI:10.1155/S1463924686000330