

LAUDO ANALÍTICO

Análise qualitativa e semi-quantitativa do fitoplâncton (microalgas) em amostras da Lagoa da Conceição (Florianópolis – SC) coletadas em 13, 14 e 15 de outubro de 2025 – Evento anômalo de formação de escumas.

Amostragem:

Dra. Bruna Rodrigues Moreira

Acad. Oceanografia Aruã Callil Peixoto

Prof. Paulo Antunes Horta Junior

Análise Microscópica e Interpretação:

Prof. Leonardo Rubi Rörig

Prof. Paulo Horta

Profa. Alessandra Fonseca

Prof. José Bonomi Barufi

Prof. Paulo Pagliosa

1. Introdução

A partir do dia 11 de outubro de 2025, após alguns dias de chuva na região de Florianópolis, SC, houve aparecimento e acumulação de escumas densas e viscosas, de cor creme a marrom claro, na porção sul da Lagoa da Conceição, próximo às pontes que conectam o “Centrinho da Lagoa” à Avenida das Rendeiras. A acumulação de material se deu especialmente e progressivamente nas margens da lagoa nesse ponto, transportadas pela ação de ventos do quadrante Sul. Houve relatos de mortalidade de crustáceos e peixes na área e emissão de odores à peixe.

Várias manifestações de diferentes segmentos da sociedade foram feitas, com diferentes versões preliminares tentando explicar o processo. As manifestações, diversas efetuadas por pessoal não especializado, focaram na afirmação de que o material não era decorrente de vazamentos de esgotos ou quaisquer outros produtos, mas sim de fenômeno de acumulação (floração, *bloom*) de microalgas que entraram em decomposição, gerando as escumas. Excetuando-se as verificações do IMA e da FLORAM, de que não houve vazamentos de esgotos na área, nenhum dado analítico divulgado sustentou as diversas manifestações, causando dúvidas à comunidade.

O presente laudo visa contribuir com o debate, trazendo informação científica gerada de forma tecnicamente correta, por pessoal especializado e experiente no tema. Os dados,

informações e interpretações seguem raciocínio estritamente científico, trazendo, ao final, hipóteses plausíveis, devidamente embasadas, para a explicação do fenômeno.

2. Procedimentos metodológicos:

2.1. Amostragem de fitoplâncton:

Foram tomadas 06 amostras em diversos pontos na proximidade do “Centrinho da Lagoa” e do Terminal Lacustre Profa. Ruth Bastos, nos dias 13, 14 e 15 de outubro de 2025. A amostragem foi realizada com coleta direta de escumas superficiais com frascos e de água superficial e subsuperficial com arrastos horizontais de rede de fitoplâncton de 20 μm de abertura de malha, mantendo as amostras *in vivo*, para posterior análise microscópica. A análise microscópica foi realizada em microscópio óptico Olympus BX51, dotado de sistema de captura de imagens, nos aumentos de 100x, 200x e 400x, registrando os principais organismos nanoplanctônicos (com 2 a 20 μm de tamanho) e microplanctônicos (com 20 a 200 μm de tamanho) presentes, bem como feições gerais de aspecto do material.

Os organismos foram preliminarmente identificados ao menor táxon possível, sendo tomadas fotografias para documentação. Todos os organismos foram medidos ao microscópio (software S-EYE 2.0) para verificações morfométricas.

Todas as análises microscópicas foram realizadas *in vivo*, imediatamente após as coletas em campo, o que é fundamental para a preservação da integridade de organismos sensíveis.

A semi-quantificação dos organismos foi realizada registrando-se a proporção relativa dos táxons, atribuindo-se as seguintes convenções: Presente, Frequente, Abundante, Muito Abundante.

2.2. Variáveis colaterais

Paralelamente às amostragens, foram tomadas as seguintes variáveis colaterais: pH, oxigênio dissolvido e fluorescência *in vivo* de clorofila-a e de ficocianina, indicadores de biomassa fitoplanctônica geral e de cianobactérias, respectivamente.

3. Resultados

3.1. Análise do Fitoplâncton e outros organismos:

A tabela 1 apresenta os dados analíticos do fitoplâncton e outros organismos considerando-se valores médios tanto para a semi-quantificação, como para os dados morfométricos, entre as diferentes amostras analisadas. As observações seguem dados da literatura especializada.

Tabela 1. Análise qualitativa e semi-quantitativa de microrganismos presentes em amostras de escumas e de água superficial da Lagoa da Conceição em 13, 14 e 15 de outubro de 2025.

Organismo	Grupo	Dimen-sões (µm)	Abun-dância	Origem	Observações
<i>Cylindroteca closterium</i>	Bacillariophyceae	30 x 5	****	Ticopelágica marinha	-
<i>Pleurosigma</i> sp.	Bacillariophyceae	45 x 5	*	Ticopelágica marinha	-
<i>Pleurosigma normanii</i>	Bacillariophyceae	130 x 30	*	Ticopelágica marinha	-
<i>Thalassiosira</i> spp.	Bacillariophyceae	-	**	Planctônica marinha	-
<i>Chaetoceros</i> cf. <i>tortissimus</i>	Bacillariophyceae	-	**	Planctônica marinha	-
<i>Trachyneis</i> sp.	Bacillariophyceae	-	*	Bêntica marinha	-
<i>Navicula</i> spp.	Bacillariophyceae	-	****	Bêntica marinha/límica	-
<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.	Bacillariophyceae	90 x 4	*	Planctônica marinha	Potencialmente tóxica
<i>Haslea</i> sp.	Bacillariophyceae	65 x 13	*	Ticopelágica marinha	-
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	Bacillariophyceae	-	*	Planctônica marinha	-
<i>Ephemera</i> sp.	Bacillariophyceae	-	*	Planctônica marinha	-
<i>Tetraselmis</i> sp.	Chlorodendrophyceae	-	**	Planctônica marinha	-
<i>Spirulina</i> cf. <i>subtilissima</i>	Cyanophyceae	-	****	Planctônica estuarina	-
<i>Chroococcus</i> sp.	Cyanophyceae	70 x 40	**	Planctônica estuarina	-
<i>Oscillatoria</i> sp.	Cyanophyceae	-	**	Planctônica límica	-
<i>Pseudochattonella</i> sp. (?)	Dictyochophyceae	14 x 9	**	Planctônica marinha	Potencialmente tóxica, mucilagem
<i>Alexandrium</i> sp.	Dinophyceae	35 x 25	*	Planctônica marinha	-
Gymnodiniales	Dinophyceae	14 x 8	***	Planctônica marinha	-
<i>Gyrodinium</i> spp.	Dinophyceae	25 x 15	*	Planctônica marinha	-
<i>Scripsiella trocoidea</i>	Dinophyceae	35 x 25	*	Planctônica marinha	-
<i>Diplopelta</i> sp.	Dinophyceae	-	*	Planctônica marinha	-
<i>Karenia</i> sp.	Dinophyceae	-	*	Planctônica marinha	Potencialmente tóxica
<i>Euglena</i> cf. <i>mutabilis</i>	Euglenophyceae	40 x 11	**	Planctônica límica	-
Euglenales	Euglenophyceae	-	***	Planctônica	-
<i>Chattonella</i> sp.	Raphidophyceae	38 x 17	****	Planctônica marinha	Potencialmente tóxica, mucilagem
<i>Heterosigma</i> sp.	Raphidophyceae	23 x 13	***	Planctônica marinha	Potencialmente tóxica, mucilagem
<i>Haramonas</i> sp. (?)	Raphidophyceae	27 x 11	*	Planctônica marinha	Potencialmente tóxica, mucilagem
<i>Botriococcus</i> sp.	Trebouxiophyceae	-	**	Planctônica límica	-
Larva véliger de molusco	Mollusca	-	**	Planctônica marinha	-
Fungo Ascomycota	Ascomycota	-	*	-	-
Nematoda	Nematoda	-	**	Bêntica	-
Carapaças de <i>Ceratium fusus</i>	Dinophyceae	-	**	Planctônica marinha	-
Nanoflagelados	Diversos	< 15	****	-	-
Pelotas fecais de zooplâncton	Diversos	180 x 50	***	-	-
Partículas de sedimentos	-	-	****	-	Indicativo de ressuspensão

3.2. Variáveis colaterais

Os resultados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Variáveis colaterais tomadas em paralelo as amostragens de fitoplâncton na Lagoa da Conceição em 15 de outubro de 2025. As medições de fluorescência de pigmentos foram realizadas fora, na porção com machas de espuma.

Variável	valores
pH	6,8
Salinidade	25 - 27
Oxigênio Dissolvido (%)	72 – 96 %
Clorofila-a in vivo (RFU*)	869
Ficocianina in vivo (RFU*)	71,6

* Raw Fluorescence Unit (unidade bruta de fluorescência)

Os dados colaterais indicam que: (a) o pH está levemente ácido, mas dentro da normalidade para a Lagoa da Conceição, (b) não há carência anômala de oxigênio dissolvido da área afetada, (c) a salinidade mostrou valores relacionados a elevada influência marinha e (d) clorofila e ficocianina na água fora das manchas mostraram valores relativamente elevados, mostrando abundância de microalgas e cianobactérias.

4. Discussão

A formação anômala de escumas densas e viscosas em questão vem acompanhada de evidências que apontam para mais uma floração de microalgas, em resposta às forças ambientais/antropogênicas. **Florações são eventos de crescimento excessivo e/ou acumulação de microalgas em ambientes aquáticos**, causados por elevada concentração de nutrientes, processos advectivos (transporte e acumulação de populações por processos físicos como vento, maré, ondas etc.), combinação de incremento de nutrientes e processos físicos (como elevação da temperatura e do fotoperíodo) e mudanças nas razões de nutrientes (N:P, Si:N, Si:P) (Sellner et al., 2003; Karlson et al., 2021).

A floração em questão não pode ser atribuída a um fenômeno natural, pois, apesar de recorrente desde 2021, representa um fenômeno novo, com espécies fitoplanctônicas nunca antes detectadas na região. Fenômenos similares a esse têm sido detectados nos últimos anos na Lagoa da Conceição, como por exemplo em maio de 2020, março de 2021 e agosto de 2021. O mais marcante foi o de março de 2021, logo após o acidente com a ETE da Lagoa da Conceição, quando a espécie amplamente predominante foi a Raphidophyceae *Fibrocapsa japonica*. Essa espécie, como outras Raphidophyceae, produz e libera muco, além de ser potencialmente tóxica (De Boer et al., 2004). Naquele evento houve massiva mortalidade de peixes e crustáceos em função de sufocamento (oclusão branquial) causada pelo muco, não havendo confirmação de efeito tóxico. No caso atual, uma vez não constatado qualquer vazamento anormal de esgotos ou outros produtos para a Lagoa da Conceição, as feições detectadas devem estar associadas a novo fenômeno de floração algal. Essa evidência provém do fato de que as espécies dominantes no presente fenômeno, e provavelmente precursoras do evento, são também Raphidophyceae e, nesse caso, espécies já associadas a fenômenos de formação de escumas em massa e produção de toxinas (e.g. brevetoxinas) em outras partes do Brasil e do mundo (Chang, 2015; Viana et al., 2019; Mardones, 2020; Mehdizadeh, 2023). **Destacam-se duas espécies: *Chattonella* sp. e *Heterosigma* sp.** A identificação específica não foi confirmada por necessitar de mais tempo e testes moleculares. Entretanto, a indefinição de identificação específica não invalida as discussões e conclusões aqui apresentadas, uma vez que todas as espécies desses gêneros apresentam características similares quando em floração. É importante destacar também que **essas espécies são de origem marinha e não-nativas ou não-típicas da Lagoa da Conceição**. Outro aspecto de importância fundamental é que essas microalgas são extremamente sensíveis ao manuseio e fixação (conservação da amostra com preservante), de maneira que devem ser coletadas cuidadosamente e analisadas imediatamente ao microscópio, enquanto ainda estejam vivas. O manuseio ou a fixação de amostras provoca a ejeção explosiva em massa dos chamados tricocistos intracelulares, fenômeno que determina a liberação de muco e eventuais toxinas. Uma vez ocorrido esse processo, a identificação dessas espécies se torna muito difícil e podem passar despercebidas em uma análise não

especializada. Essa liberação de muco e toxinas também ocorre no decaimento das florações, quando alterações físicas ou químicas da água determinam condição de estresse às populações, provocando liberação massiva desses materiais e ocasionando a formação de manchas de muco e escumas no corpo de água. Escumas menos densas também podem ser formadas quando certas algas liberam material proteico, o qual, com a agitação de vento e ondas, gera escumas esbranquiçadas.

Na literatura científica há duas indicações principais para a ocorrência de **florações de Raphidophyceae: (a) o incremento antropogênico de nutrientes e (b) a ressuspensão de sedimentos**, causando a ativação em massa de grandes populações de cistos das espécies, as quais se reproduzem rapidamente formando as florações (Imai & Itoh, 1987; Kim et al., 2023). Em uma análise científica com base em evidências, conclui-se que ambas as possibilidades podem ter atuado no caso em questão. É sabido que o aporte histórico de esgotos na Lagoa da Conceição, mesmo que tratado, injeta progressivamente grandes quantidades de nutrientes, seja diretamente nas águas da Lagoa, seja indiretamente, através de fluxo subsuperficial, oriundo de infiltrações em áreas vicinais ao corpo de água dentro da bacia de drenagem. Por outro lado, intervenções como dragagens e outras obras que causam ressuspensão de sedimentos, quando não acompanhadas por avaliações prévias (quanto a presença de poluentes e cistos de espécies potencialmente nocivas), são potencializadoras de eventos súbitos de floração, por ressuspenderem e ativarem grandes populações de cistos possivelmente presentes nesses sedimentos. Soma-se a isso a possibilidade de incremento de aporte de águas marinhas na lagoa, trazendo inóculos dessas espécies marinhas, que dentro da lagoa encontram condições físicas e químicas ideais para proliferarem. Vale ressaltar que o IMA possui um importante procedimento, exemplar em nível de Brasil, no qual se exige a realização de avaliações da presença de cistos de microalgas nocivas na área a ser submetida a obras como dragagens ou que gerem ressuspensões, antes que estes procedimentos sejam executados de fato. O LAFIC – UFSC já realizou tais análises e instruiu diversos ex-alunos e empresas nessas técnicas analíticas, os quais já prestaram serviços para obras em locais como a Enseada de Camboriú e a Baía Norte de Florianópolis. Infelizmente, no caso específico em questão, essas análises não foram realizadas.

Normalmente, florações microalgais são compostas por grandes populações de uma ou poucas espécies, porém, no presente caso, como pode-se observar na Tabela 1, há pelo menos 28 táxons microalgais presentes e cerca de 9 são muito abundantes. Essa situação explica-se pelo fato de que as massas de escumas, associadas com o vento, causador de ressuspensão e acumulação, atuam como armadilhas para materiais diversos, incluindo microalgas bênticas, outras microalgas planctônicas, sedimentos, animais bênticos e planctônicos etc. Ou seja, possivelmente a floração iniciou-se com as Raphidophyceae que ao acumularem-se produziram as massas de muco. A ação do vento, acumulando ainda mais e aerando essas massas, gerou concentração da floração e trapeamento de materiais diversos. Essas massas superficiais, mais suscetíveis à ação do vento, acumularam-se nas margens opostas à direção do vento predominante. É possível que as interações químicas e físico-químicas entre o muco e outros componentes químicos da água, como a matéria orgânica e os processos de floculação salina tenham influenciado no aspecto e propriedades coligativas das massas de escumas, evidenciando, no momento da presente avaliação, características resultantes de uma conjunção de fatores, mas onde **o evento primário foi a floração com liberação de muco, e os gatilhos, o excesso de nutrientes e a disponibilização de cistos e inóculos.**

Portanto, o fenômeno observado na Lagoa da Conceição, não deve ser considerado natural, para não se banalizar suas forçantes antropogênicas, associadas à poluição costeira, que pode vir da contaminação de águas de superfície, subterrâneas e formação da pluma de processos de dragagem que disponibilizaram recentemente nutrientes dissolvidos. Existem florações naturais, como é o caso das grandes florações sazonais de diatomáceas em águas marinhas na primavera de regiões temperadas e subtropicais, e as florações de diatomáceas de zona de arrebentação, comuns nas praias arenosas expostas do Sul do Estado de Santa Catarina. Essas são fenômenos não relacionados a alterações ambientais recentes, e sim fenômenos recorrentes ao longo da evolução do planeta.

Por fim, chama-se a atenção para a **possibilidade de incremento da mortalidade de peixes e crustáceos, por ação do muco e possíveis toxinas**, a exemplo de outros eventos similares na Lagoa e ao redor do mundo. Em análise preliminar de brânquias de peixes encontrados mortos em meio as escumas foi confirmada a presença de muco e das espécies algais potencialmente nocivas registradas na floração. Também é importante lembrar que **essa floração deixará novas e maiores populações de cistos no fundo da lagoa, o que poderá tornar o evento recorrente e eventualmente mais intenso em outros momentos. A contenção e recolhimento dos excessos de escumas poderia auxiliar na mitigação desse problema e eventual agravamento da crise distrófica.**

5. Conclusão

Conclui-se que a Lagoa da Conceição, na região em análise apresenta uma condição de floração de algas rafidofíceas marinhas (*Chatonella*, *Heterosigma*) acompanhadas na sequência por acumulações e florações de outras microalgas e cianobactérias. Florações de rafidofíceas são conhecidas na literatura científica como “marés marrons” (*brown tides*) e causam mortalidades de peixes e riscos de intoxicação de seres humanos por consumo de pescado e contato primário com material concentrado das florações. Os fatores causais mais prováveis são o excesso de nutrientes resultante de excesso de esgotos e ressuspensão de matéria orgânica acumulada no fundo, e a ativação de cistos de dormência, também por processos de ressuspensão de sedimentos.

6. Recomendações

- Contenção e Remoção emergencial da espuma;
- Adoção emergencial de medidas de descontaminação do corpo lagunar;
- Implementação de coleta e tratamento terciário de efluentes domésticos das áreas que influenciam as bacias hidrográficas que drenam para a Laguna;
- Interromper o bombeamento de efluentes da ETE das Rendeiras para as Dunas da Joaquina;

- Implementar alternativas com Soluções Baseadas na Natureza para o destino final dos efluentes da ETE das Rendeiras.

- Implementar um sistema de monitoramento de longo prazo sobre a qualidade de água, bioindicadores e presença de cistos de algas nocivas nos sedimentos, com participação consorciada de universidades e instituições de gestão ambiental.

7. Referências Bibliográficas

Chang FookHoe, C. F. (2015). Cytotoxic effects of *Vicicitus globosus* (Class Dictyochophyceae) and *Chattonella marina* (Class Raphidophyceae) on rotifers and other microalgae.

de Boer, M.K., Tylman, M.R., Vrieling, E.G., & van Rijssel, M. (2004). Effects of salinity and nutrient conditions on growth and haemolytic activity of *Fibrocapsa japonica* (Raphidophyceae). *Aquatic Microbial Ecology*, 37(2), 171-181.

Imai, I., & Itoh, K. (1987). Annual life cycle of *Chattonella* spp., causative flagellates of noxious red tides in the Inland Sea of Japan. *Marine Biology*, 94(2), 287-292.

Karlson, B., Andersen, P., Arneborg, L., Cembella, A., Eikrem, W., John, U., ... & Suikkanen, S. (2021). Harmful algal blooms and their effects in coastal seas of Northern Europe. *Harmful Algae*, 102, 101989.

Kim, J. H., Park, B. S., & Kim, J. H. (2023). Comprehensive understanding of the life history of harmful raphidophyte *Heterosigma akashiwo*: Integrating in situ and in vitro observations. *Harmful Algae*, 129, 102521.

Mardones, J. I. (2020). Screening of Chilean fish-killing microalgae using a gill cell-based assay. *Latin american journal of aquatic research*, 48(2), 329-335.

Mehdizadeh Allaf, M. (2023). *Heterosigma akashiwo*, a fish-killing flagellate. *Microbiology Research*, 14(1), 132-147.

Sellner, K. G., Doucette, G. J., & Kirkpatrick, G. J. (2003). Harmful algal blooms: causes, impacts and detection. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 30(7), 383-406.

Viana, T. V., Fistarol, G. O., Amario, M., Menezes, R. B., Carneiro, B. L., Chaves, D. M., ... & Salomon, P. S. (2019). Massive blooms of *Chattonella subsalsa* Biecheler (Raphidophyceae) in a hypereutrophic, tropical estuary—Guanabara Bay, Brazil. *Frontiers in Marine Science*, 6, 85.