

Registros fotográficos de incrustações biológicas em madeiras de cais no distrito de Conceição de Salinas, Salinas da Margarida, Bahia, Brasil

Photographic records of biological encrustations on dock timbers in the district of Conceição de Salinas, Salinas da Margarida, Bahia, Brazil

Registros fotográficos de incrustaciones biológicas en vigas de muelle en el distrito de Conceição de Salinas, Salinas da Margarida, Bahia, Brasil

DOI: 10.52641/cadcajv11i3.2130

Submitted on: 1.23.2026 | Accepted on: 2.16.2026 | Published on: 2.24.2026

Flávia Maria Silva Brito¹Juarez Benigno Paes²Ana Carolina Corrêa Furtini³Carolina Aparecida dos Santos⁴Glaucileide Ferreira⁵Nédia Pereira Correia Mendes Correia⁶

RESUMO: O trabalho teve como objetivo registrar incrustações biológicas (cracas) em madeiras de cais expostas ao ambiente marinho no distrito de Conceição de Salinas, município de Salinas da Margarida, estado da Bahia, Brasil. A pesquisa teve caráter observacional e descritivo, com base em registros fotográficos realizados *in loco* com câmera digital. Os registros fotográficos obtidos neste estudo evidenciaram a ocorrência de incrustação por cracas em madeiras de cais expostas ao ambiente marinho de manguezal. A interpretação das imagens, à luz da literatura sobre bioincrustação, zonas de agressividade marinha e comportamento da madeira nesse contexto, permitiu discutir os possíveis fatores associados à fixação desses organismos nas estruturas. As evidências visuais apresentadas reforçam a relevância do monitoramento dessas estruturas, uma vez que a colonização observada indica a intensa interação entre o substrato lenhoso e o meio costeiro biologicamente ativo. Ademais, o estudo configura-se como um registro

¹ Doutora em Recursos Florestais, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (ESALQ - USP), Piracicaba, São Paulo, Brasil. E-mail: faengflorestal@gmail.com

² Doutor em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais, Brasil. E-mail: jbp2@uol.com

³ Doutora em Engenharia de Biomateriais, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, Brasil. E-mail: carol.furtini@gmail.com

⁴ Doutora em Engenharia de Biomateriais, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Minas Gerais, Brasil. E-mail: carolinaapnep@gmail.com

⁵ Mestra em Ciência Florestal, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Jerônimo Monteiro, Espírito Santo, Brasil.

⁶ Mestra em Gestão Ambiental, Universidade Licungo, Quelimane, Zambézia, Moçambique.

preliminar que pode subsidiar investigações futuras mais aprofundadas sobre a interação entre a madeira e os organismos incrustantes em ambientes marinhos.

Palavras-chave: ambiente costeiro, cracas, estruturas portuárias, madeira em ambiente salino, degradação biológica.

ABSTRACT: The objective of the work is to register biological incrustations (cracks) in wood from cais exposed to the marine environment in the district of Conceição de Salinas, municipality of Salinas da Margarida, state of Bahia, Brazil. The research has an observational and descriptive nature, based on photographic records taken *in situ* with a digital camera. The photographic records obtained in this study evidence the occurrence of incrustation by cracks in timber of cais exposed to the marine environment of mangrove forest. The interpretation of the images, in light of the literature on biofouling, zones of marine aggression and behavior of wood in this context, allows us to discuss the possible factors associated with the fixation of these organisms in the structures. The visual evidence presented reinforces the relevance of monitoring these structures, once the observed colonization indicates an intense interaction between the woody substrate and the biologically active coastal environment. Furthermore, the study is configured as a preliminary record that can support more in-depth future research on the interaction between wood and encrusting organisms in marine environments.

Keywords: coastal environment, barnacles, port structures, wood in saline environment, biological degradation.

RESUMEN: Este estudio tuvo como objetivo documentar las incrustaciones biológicas (percebes) en la madera de los muelles expuesta al ambiente marino en el distrito de Conceição de Salinas, municipio de Salinas da Margarida, estado de Bahia, Brasil. La investigación fue observacional y descriptiva, basada en registros fotográficos tomados *in situ* con una cámara digital. Los registros fotográficos obtenidos en este estudio evidenciaron la presencia de incrustaciones de percebes en la madera de los muelles expuesta al ambiente marino de manglares. La interpretación de las imágenes, a la luz de la literatura sobre bioincrustaciones, zonas de agresividad marina y el comportamiento de la madera en este contexto, permitió discutir los posibles factores asociados con la adhesión de estos organismos a las estructuras. La evidencia visual presentada refuerza la relevancia del monitoreo de estas estructuras, ya que la colonización observada indica la intensa interacción entre el sustrato leñoso y el ambiente costero biológicamente activo. Además, el estudio constituye un registro preliminar que puede respaldar futuras investigaciones más profundas sobre la interacción entre la madera y los organismos incrustantes en ambientes marinos.

Palabras clave: ambiente costero, percebes, estructuras portuarias, madera en ambiente salino, degradación biológica.

1. INTRODUÇÃO

O Estado da Bahia possui o maior litoral brasileiro, com cerca de 1.183 km de extensão (Bahia Pesca, 2022). Inserido nesse cenário costeiro, encontra-se o município de Salinas da Margarida, localizado no bioma da Mata Atlântica e detentor de características naturais de elevada importância, como o ecossistema de manguezal, fundamental para a proteção do litoral, berçário de diversas espécies marinhas, fonte de sustento para as comunidades locais e de expressiva relevância socioambiental e econômica (Silva; Giudice; Jesus, 2020). Nesse contexto territorial, destaca-se a Comunidade Pesqueira e Quilombola Conceição de Salinas, situada no município e diretamente influenciada pela dinâmica da Baía de Todos os Santos. As vias mais antigas (Rua do Fogo e Cajazeiras) originaram-se nas proximidades da orla marítima, evidenciando a histórica relação da ocupação humana com o ambiente costeiro (Sacramento, 2021).

Além disso, a zona costeira do distrito distingue-se pela presença de amplas áreas de manguezal, um ecossistema de elevada relevância para a manutenção do ambiente marinho. Esse sistema contribui para o equilíbrio ecológico ao sustentar a cadeia alimentar dos organismos que ali habitam. Considerado um dos principais ecossistemas costeiros tropicais, o manguezal desempenha papel fundamental na ciclagem e transformação da matéria orgânica (Correia Junior *et al.*, 2018). Nesse ambiente, é comum a presença de canoas utilizadas por pescadores artesanais, atividade que representa a principal fonte de sustento de muitas famílias da comunidade, evidenciando a intensa relação entre a população local e o ambiente marinho.

Essa relação direta entre a comunidade e o meio litorâneo reflete-se também nas estruturas construídas à beira d'água, como os cais de madeira, que ficam continuamente expostos a condições acentuadas de desgaste. A ação do aerossol marinho, constituído por névoa salina, associada à alta umidade e ao grau de exposição da estrutura ao ambiente marinho, favorece o acúmulo de sais na superfície da madeira (Adam *et al.*, 2016). Esse processo está diretamente relacionado à posição da estrutura nas diferentes zonas de agressividade do ambiente marinho. Nessas condições de elevada agressividade

ambiental, a intensa incrustação de organismos marinhos, como as cracas, encontra condições ideais para sua fixação. Esse fenômeno é chamado de Bioincrustação.

Segundo Michels (2020) o termo Bioincrustação refere-se ao estabelecimento de organismos em superfícies submersas, e toda estrutura em contato com a água está sujeita à acumulação de material biológico. As zonas submersas e de maré, definidas a partir das medições das marés e considerando a variação sazonal da zona de respingos e o início da zona de névoa, determinam as áreas de maior colonização por esses organismos (Bretanha & Guimarães, 2008). Estima-se que mais de 4.000 espécies participem desse processo, constantemente em busca de substratos adequados para fixação e desenvolvimento, o que explica a ampla distribuição de organismos incrustantes nos ambientes marinhos (Maréchal; Hellio, 2010). Entre esses grupos, destacam-se as cracas, que, quando presentes em altas densidades, podem causar prejuízos significativos às estruturas submersas (Antonio, 2018).

Esse processo caracteriza-se pela aderência de organismos marinhos, como algas, invertebrados e bactérias, em estruturas submersas, promovendo a formação de biofilmes e a adesão sucessiva de macrorganismos (Freitas *et al.*, 2025). Esses organismos dependem de locais apropriados para fixação e desenvolvimento, e a disputa por essas superfícies é intensa. Quando as larvas não conseguem se fixar, podem ser transportadas pelas correntes marinhas para áreas inadequadas, comprometendo sua sobrevivência (Tommasi; Bauer; Lara, 1972).

Dentro desse contexto destacam-se as cracas, que são artrópodes pertencentes ao mesmo grupo dos insetos e aranhas, sendo parentes próximos de caranguejos, camarões e lagostas (Anil *et al.*, 2011). São organismos incrustantes de substratos duros, naturais, como recifes de corais, ou artificiais, como deques e embarcações (Madeira, 2021). Sua elevada aderência ao substrato e a estrutura calcária rígida dificultam significativamente sua remoção, tornando esse processo oneroso (Maréchal; Hellio, 2010).

Do ponto de vista científico, estudos recentes têm investigado como a bioincrustação interfere diretamente na deterioração da madeira em ambiente marinho. Em um experimento realizado (López; Rio; Margarita, 2024) cujo objetivo foi investigar

se o aumento da cobertura de bioincrustação na madeira submersa reduz o recrutamento e o crescimento do teredinidae *Bankia martensi*, demonstrando que a presença de organismos incrustantes pode atuar como uma barreira biológica, diminuindo a taxa de degradação da madeira. De forma complementar, Souza *et al.* (2025) mapearam, por meio de análise bibliométrica, as estratégias sustentáveis desenvolvidas nas últimas duas décadas para o controle da bioincrustação em estruturas submersas.

Diante desse panorama, revisões recentes indicam que a bioincrustação marinha passou a ser reconhecida como fator crítico para a durabilidade de estruturas fixas em ambiente salino, como marinas, cais e instalações *offshore*. Apesar do amplo foco histórico em embarcações, os impactos sobre estruturas permanentes ganharam atenção apenas na última década, evidenciando a necessidade de compreender melhor a interação de organismos incrustantes com materiais estruturais, especialmente a madeira (Hadžić; Jovanović; Vladimir, 2026).

Apesar desses avanços, ainda são escassos os registros aplicados que documentem essa ocorrência em condições reais de uso, especialmente em estruturas de madeira expostas a ambientes estuarinos e de manguezal. Nesse contexto, o objetivo deste capítulo de revisão é registrar, por meio de documentação fotográfica, a ocorrência de incrustação por cracas em cais de madeira localizados em ambiente de manguezal, interpretando esse fenômeno à luz da literatura sobre bioincrustação, ambiente marinho e deterioração da madeira.

2. METODOLOGIA

O estudo teve caráter observacional e descritivo, com base em registros fotográficos de bioincrustações de cracas em madeiras de cais localizadas no distrito de Conceição de Salinas, município de Salinas da Margarida, estado da Bahia, Brasil, em ambiente marinho. As fotografias foram realizadas *in loco*, com uso de uma câmera fotográfica digital, visando à documentação visual dos danos e padrões de biodeterioração presentes nas estruturas, identificados por forma de ataque (superficial),

aspecto visual (cor e erosão) e grau de comprometimento. O ataque das cracas facilita o ataque de organismos perfuradores verdadeiros. A análise consistiu na observação qualitativa das imagens, permitindo a identificação de ataque e sua distribuição nas superfícies das madeiras expostas à água marinha.

Ressalta-se que as observações apresentadas neste capítulo se baseiam em registros fotográficos realizados em campo, utilizados como evidência visual da ocorrência do fenômeno. A interpretação desses registros, no entanto, não se limita à descrição empírica, sendo conduzida à luz do referencial teórico disponível na literatura científica sobre bioincrustação marinha, ambiente costeiro e processos de deterioração da madeira. Dessa forma, os registros visuais são de caráter ilustrativo e contextual, enquanto a discussão se fundamenta em bases científicas consolidadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As imagens evidenciam a ocorrência de dois processos distintos, porém inter-relacionados, na madeira de cais: colonização biológica e deterioração superficial, ambos associados à atividade de cracas e caramujos. A colonização se caracteriza pela intensa fixação desses organismos ao substrato lenhoso, enquanto a deterioração decorre das interações físico-químicas e mecânicas resultantes desse processo.

Na Figura 1, observa-se elevada colonização, com cracas recobrimo parte da superfície da madeira, indicando elevada afinidade desses organismos pelo substrato e condições ambientais favoráveis ao seu desenvolvimento. A fixação ocorre por meio de estruturas adesivas altamente resistentes, que permitem às cracas se ancorarem firmemente à madeira, utilizando-a principalmente como abrigo e suporte. Esse processo resulta em ataque predominantemente superficial, sem penetração profunda inicial, mas suficiente para alterar a integridade da camada externa da madeira.

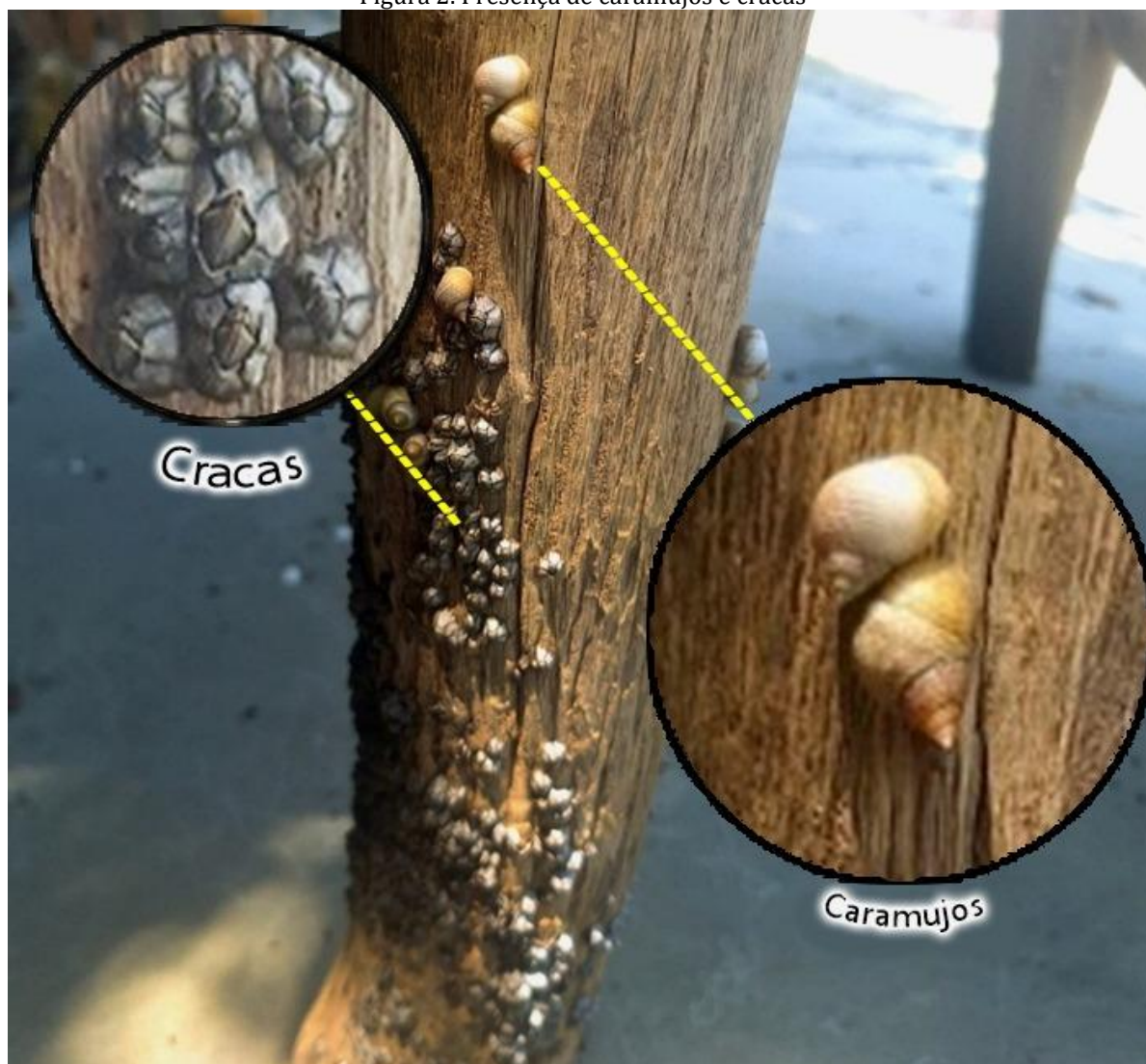
Figura 1. Cracas na superfície da madeira



Fonte: Elaborada pelos próprios autores

Com o tempo, a presença contínua das cracas favorece a retenção de umidade, sais e matéria orgânica na interface madeira/organismo, criando um microambiente propício ao avanço de outros agentes de biodeterioração, como fungos, bactérias e caramujos. Esse processo está associado à sucessão ecológica típica das comunidades incrustantes, nas quais organismos pioneiros, como as cracas, modificam o substrato e favorecem a formação de comunidades incrustantes mistas com a presença de outros invertebrados, incluindo gastrópodes (Wahl, 1989; Railkin, 2004; Dürr & Watson, 2010). Dessa forma, embora o objetivo primário das cracas seja a fixação e proteção, sua atividade contribui indiretamente para a intensificação do processo de deterioração da madeira, acelerando o desgaste superficial e potencializando perdas funcionais do material. Na Figura 2 nota-se a presença de caramujos associada às cracas.

Figura 2. Presença de caramujos e cracas

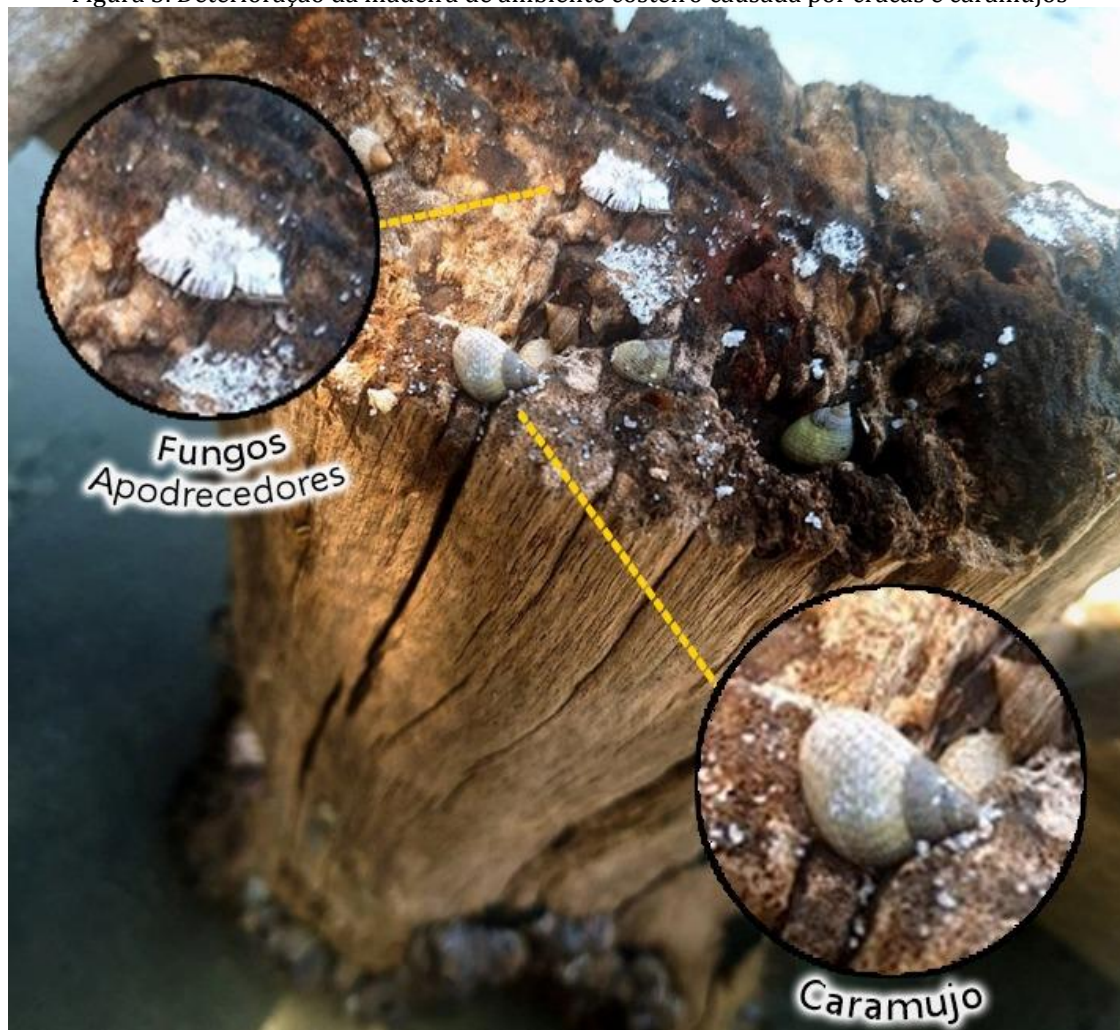


Fonte: Elaborada pelos próprios autores

Na Figura 3, observa-se a presença de caramujos fortemente incrustadas na madeira, indicando um estágio mais avançado do processo de colonização evidenciando galerias superficiais. Essa condição sugere ação contínua e prolongada dos organismos marinhos, associada às características ambientais locais, como elevada umidade, salinidade e variação do nível da maré, fatores que favorecem tanto a fixação quanto a permanência desses organismos no substrato lenhoso. Destaca-se ainda a presença de fungos no material, que atua de forma sinérgica, degradando constituintes da parede

celular e reduzindo a coesão das fibras, o que facilita o destacamento dos organismos incrustantes e potencializa o arrancamento de fibras durante sua remoção natural. Esse efeito combinado resulta em aumento significativo da rugosidade, ampliação das cavidades superficiais e aceleração do processo de deterioração, sugerindo que a madeira se encontra em um estágio avançado de biodeterioração, caracterizado pela atuação simultânea de agentes físicos, biológicos e ambientais, que comprometem progressivamente a resistência e a durabilidade do material exposto ao ambiente marinho.

Figura 3. Deterioração da madeira de ambiente costeiro causada por cracas e caramujos



Fonte: Elaborada pelos próprios autores

Em estudo sobre análises de ferramentas empregadas para retirar bioincrustações, como cracas, Madeira (2021) verificou que sistemas de limpeza mais robustos e tecnologicamente avançados apresentam maior eficiência e agilidade, embora possuam custo de aquisição mais elevado. O autor destaca ainda a importância de mecanismos capazes de recolher o material removido durante o processo, evitando sua dispersão no ambiente.

Essa observação é particularmente relevante em estruturas fixas inseridas em ecossistemas sensíveis, como os cais de madeira localizados em áreas de manguezal, onde a retirada de cracas exige métodos eficientes que não agravem a degradação do material nem promovam impactos ambientais adicionais. No caso dessas estruturas, a remoção das cracas é mais crítica, pois pode comprometer a integridade superficial da madeira, potencializando os processos de deterioração.

Conforme é possível observar (Figura 3), a incrustação das cracas e presença de caramujos causam alterações físicas na superfície da madeira, uma vez que a remoção ou o desprendimento desses organismos tende a provocar arrancamento de fibras, ampliando a rugosidade e a exposição da camada superficial. Esse processo contribui diretamente para o comprometimento da integridade do material, acelerando a degradação progressiva da madeira. Destacam-se que as manchas claras caracterizam a presença de fungos no material.

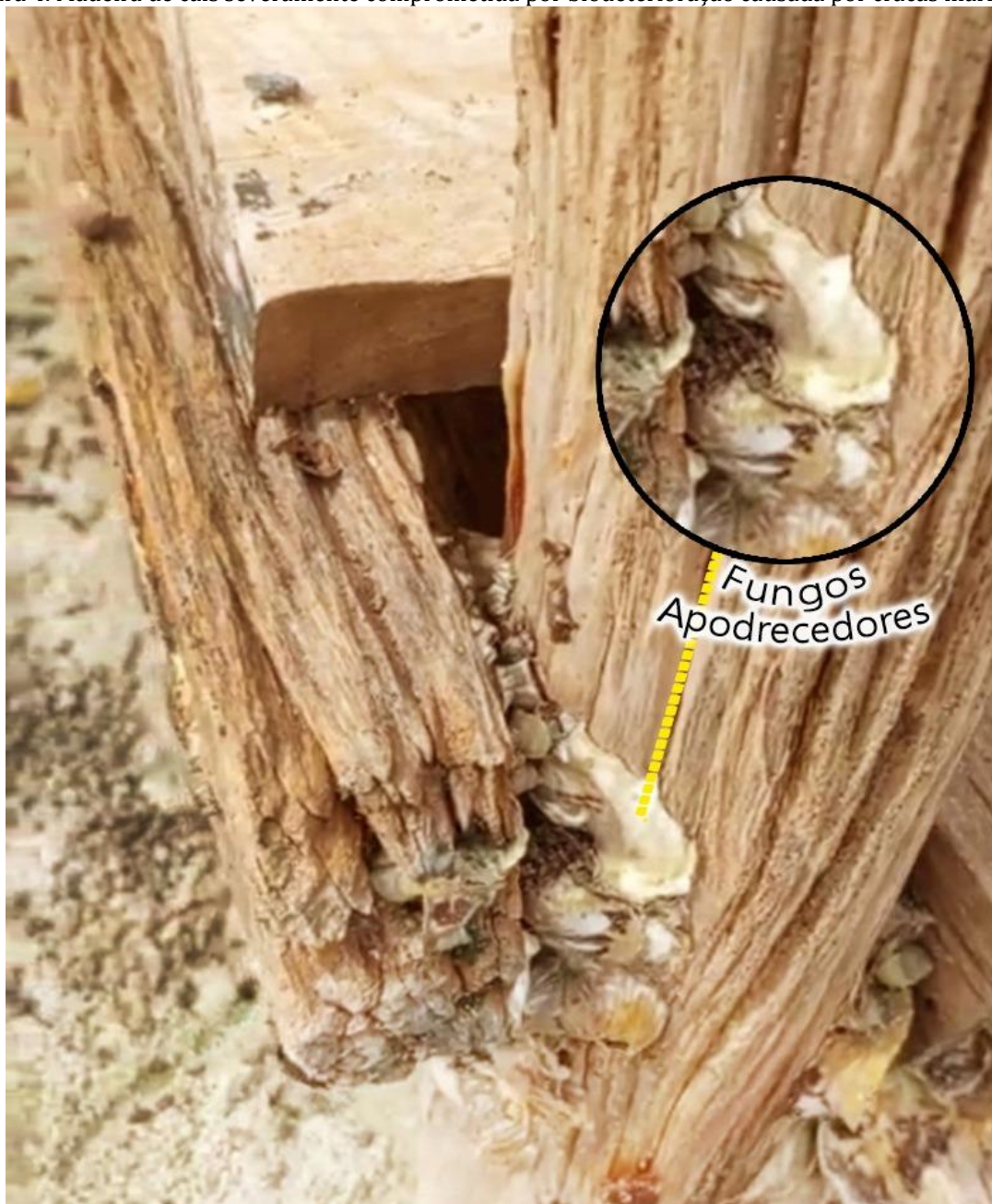
Adicionalmente, nota-se mudança de coloração na madeira, possivelmente relacionada à lixiviação de extrativos, à oxidação dos componentes da parede celular e à deposição de sais e biofilmes marinhos. Áreas litorâneas configuram ambientes altamente agressivos, em função da maresia, da elevada umidade do ar e das constantes variações climáticas. Essas condições favorecem o surgimento e o agravamento de manifestações patológicas nos materiais expostos. Nesse contexto, a erosão da madeira observada pode ser atribuída à ação combinada de fatores biológicos, mecânicos e ambientais, como o impacto das marés, a abrasão por partículas em suspensão e a retenção de umidade na interface madeira-organismo. Em conjunto, esses efeitos indicam que a incrustação biológica não apenas altera a aparência do material, mas também intensifica os processos

de deterioração, com potenciais implicações na durabilidade e no desempenho estrutural da madeira de cais (Rezende; Mairink, 2024).

Uma análise em nível microscópico, a morfologia das cracas e a superfície da madeira do naufrágio Yangtze Estuary II, Zhao *et al.* (2024) utilizaram um conjunto de técnicas analíticas para investigar a composição estrutural dos materiais e compreender os processos de corrosão envolvidos. Os pesquisadores notaram que a fixação de cracas na madeira submersa não se limita ao uso do material como substrato físico. O cimento liberado por esses organismos, associado à formação de biofilmes, cria condições químicas favoráveis à formação de compostos sulfurosos e processos de biomineralização, que se difundem pelos poros e fissuras da madeira. Esse fenômeno caracteriza um tipo de corrosão bioquímica localizada, evidenciando que a presença de cracas pode contribuir para a deterioração interna do material, mesmo após sua remoção mecânica. Em outras palavras, as cracas não apenas aderem à madeira elas iniciam um processo químico que altera a madeira.

Compreendidos esses processos de deterioração em nível microestrutural, a condição das estruturas de madeira do cais passa a ser interpretada sob uma nova perspectiva, evidenciando o efeito acumulado dessas interações ao longo do tempo. Tal condição é evidenciada nas duas estruturas analisadas, representadas pelas Figuras 4 e 5, que também demonstram a presença de fungos, caracterizada pelas áreas claras.

Figura 4. Madeira de cais severamente comprometida por biodeterioração causada por cracas marinhas.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores

Figura 5. Madeira de cais degradada pelo intemperismo e biodeteriorada por cracas marinhas e caramujo.



Fonte: Elaborada pelos próprios autores

Segundo Moreschi (2013), medidas importantes podem ser adotadas para impedir a biodeterioração destes agentes, como madeiras com resistência natural ou adequadamente tratadas, proteção da estrutura com chapas metálicas, capas de cimento ou de fibras de vidro. Diante desse cenário, torna-se necessária a adoção de tratamentos preservativos capazes de aumentar a resistência da madeira à ação biológica marinha. O produto preservativo mais adequado para o tratamento de madeiras que ficarão expostas, geralmente, é o creosoto; entretanto, mesmo esse produto isoladamente pode não proporcionar proteção suficiente ao material tratado ou apresentar incompatibilidade com determinadas aplicações da madeira (Moreschi, 2013).

Li *et al.* (2023) sintetizam, em uma revisão de literatura, o processo de bioincrustação e a evolução dos revestimentos antifouling. Os pesquisadores concluíram que os revestimentos anti-incrustantes têm sido direcionados para formulações mais ecológicas. Embora muitos ainda utilizem DCOIT (4,5-Dichloro-2-n-octyl-4-isothiazolin-3-one) para garantir eficácia prolongada, esse biocida apresenta riscos significativos aos ecossistemas aquáticos. Assim, as pesquisas futuras devem priorizar a redução da dosagem desses compostos e, idealmente, o desenvolvimento de revestimentos anti-incrustantes comercialmente viáveis livres de biocidas, a fim de minimizar os impactos ambientais.

Ainda de acordo com os pesquisadores o desenvolvimento de novos revestimentos anti-incrustantes ainda enfrenta limitações, pois soluções isoladas não apresentam desempenho durável em ambientes marinhos agressivos, como a fragilidade de microestruturas biomiméticas e a perda de lubrificante em superfícies do tipo SLIPS (que mantêm um líquido lubrificante preso à superfície para impedir a fixação dos organismos). Uma perspectiva promissora é integrar diferentes estratégias anti-incrustantes, combinando mecanismos biomiméticos e não biomiméticos para obter efeitos sinérgicos, maior durabilidade e menor impacto ambiental. Além disso, a incorporação de funções extras, como resistência à corrosão, propriedades anti-gelo e redução do arrasto, aponta para revestimentos anti-incrustantes multifuncionais.

Em síntese, as evidências apresentadas demonstram que a presença de cracas na madeira de cais vai além de um simples processo de colonização superficial, configurando um agente indutor de deterioração progressiva por vias físicas, químicas e biológicas. A interação contínua entre organismo e substrato cria microambientes que favorecem a degradação do material, mesmo após a remoção mecânica das incrustações.

Dessa forma, a mitigação desses efeitos exige não apenas métodos adequados de limpeza, mas também a adoção de estratégias preventivas, como tratamentos preservativos e o desenvolvimento de revestimentos anti-incrustantes mais eficientes e ambientalmente compatíveis, capazes de aumentar a durabilidade da madeira em ambientes marinhos agressivos.

4. CONCLUSÃO

Os registros fotográficos produzidos neste estudo evidenciaram a incrustação de cracas e presença de caramujos em madeiras de cais expostas ao ambiente marinho de manguezal, atendendo ao objetivo de documentar e analisar essa interação entre o substrato lenhoso e organismos incrustantes. As imagens analisadas, à luz da literatura sobre bioincrustação e agressividade marinha, permitiram identificar fatores associados à fixação desses organismos nas estruturas. Esses achados reforçam a necessidade de monitoramento contínuo das estruturas de madeira em ambientes costeiros biologicamente ativos. Além disso, o estudo contribui ao campo ao fornecer um registro inicial e sistematizado dessa ocorrência, com implicações relevantes para futuras pesquisas e para a compreensão do comportamento da madeira em condições marinhas.

REFERÊNCIAS

Adam, J. M.; Moreno, J. D.; Bonilla, M.; Pellicer, T. M. **Classification of damage to the structures of buildings in towns in coastal areas**. Engineering Failure Analysis, v. 70, p. 212–221, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2016.03.016>.

Anil, A. C.; Desai, D. V.; Khandeparker, L.; Gaonkar, C. A. Cracas e sua importância na bioincrustação. In: Rajagopal, S.; Jenner, H.; Venugopalan, V. (Eds.). **Operational and**

environmental consequences of large industrial cooling water systems. Cham: Springer, 2012. p. 65–93.

Antônio, G. P. **Efeito do tratamento térmico da madeira de quatro espécies florestais sobre a ação de xilófagos marinhos** (Monografia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2018.

Bahia Pesca. **Pesca e aquicultura na Bahia.** Salvador: Bahia Pesca, 2026. Disponível em: <http://www.bahiapesca.ba.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=14>. Acesso em: [02 fev. 2026].

Bretanha, S. S. F.; Guimarães, A. T. C. **Micro-ambientes marítimos: método para sua definição.** Teoria e Prática na Engenharia Civil, v. 12, p. 93–99, 2008.

Correia Junior, A.; da Silva, E. V.; de Carvalho, R. G.; Rabelo, F. D. B. **Áreas protegidas para a conservação dos manguezais em Guiné-Bissau: estudo sobre a importância do Parque Natural dos Tarrafes do Rio Cacheu.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 8, n. 2, p. 123–154, 2019. DOI: <https://doi.org/10.19177/rgsa.v8e22019123-154>.

Distel, D. L. **Molecular phylogeny of Pholadoidea Lamarck, 1809 supports a single origin for xylophagy (wood feeding) and xylophagous bacterial endosymbiosis in Bivalvia.** Molecular Phylogenetics and Evolution, v. 61, p. 245–254, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2011.05.019>.

Dürr, S.; Watson, D. I. **Biofouling and antifouling in aquaculture.** Biofouling, v. 26, n. 1, p. 23–32, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781444315462.ch19>.

Freitas, L. F.; Freitas, L. F. F.; Gonçalves, V. P. D.; Lopes, F. P. D. **Bioincrustação marinha: revisão.** In: *Anais do 23º ENEMET – Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Metalúrgica, de Materiais e de Minas*. São José dos Campos: [s.n.], 2025. p. 819–826. DOI: <https://doi.org/10.5151/2594-4711-42830>.

Hadžić, N.; Jovanović, I.; Vladimir, N. **Biofouling of ships and offshore structures: research trends and future pathways.** Ocean Engineering, v. 347, 123988, 2026. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2026.123988>.

Li, L.; Hong, H.; Cao, J.; Yang, Y. **Progress in marine antifouling coatings: current status and prospects.** Coatings, v. 13, p. 1893, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/coatings13111893>.

Lima, M. G. **Ação do meio ambiente sobre as estruturas de concreto.** In: Isaia, G. C. (Ed.). *Concreto: Ciência e tecnologia*. São Paulo: IBRACON, 2011. v. 1, cap. 21.

Lopez, B. A.; Rio, M. E.; Margarita, C. P. **Recruitment and growth of the xylophagous bivalve *Bankia martensi* (Stempel, 1899) with different levels of wood biofouling species cover.** Journal of Sea Research, v. 201, 102528, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seares.2024.102528>.

Madeira, V. V. S. **Estudo de ferramentas utilizadas na retirada de bioincrustação em navios graneleiros** [manuscrito]. 2021.

Maréchal, J. P.; Hellio, C. **Antifouling activity against barnacle cypris larvae: do target species matter (*Amphibalanus amphitrite* versus *Semibalanus balanoides*)?** International Biodeterioration & Biodegradation, v. 65, n. 1, p. 92–101, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2010.09.012>.

Michels, M. **Projeto conceitual de um reservatório para avaliação dos fenômenos da bioincrustação em estruturas navais**. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 12, n. 1, p. 1–16, 2020.

Moreschi, J. C. **Biodegradação e preservação da madeira**. 4. ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2013. v. 1.

Railkin, a. I. **Marine Biofouling: Colonization Processes and Defenses**. Boca Raton: CRC Press, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1201/9780203503232>.

Rezende, M. F.; Mairink, C. H. P. **Manifestações patológicas em edificações litorâneas**. Revista Paramétrica, v. 16, n. 2, 2024.

Sacramento, E. C. **Da diáspora negra ao território de terra e águas: ancestralidade e protagonismo de mulheres na comunidade pesqueira e quilombola Conceição de Salinas – BA**. Porto Alegre: Editora Appris, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-49442025v31n1e2025013.pt>.

Silva, M. E. V.; Giudice, D. S.; Jesus, A. M. **Questões ambientais no município de Salinas da Margarida-Bahia**. *Revista Equador (UFPI)*, v. 9, n. 4, p. 175–192, 2020.

Souza, V. R. S.; Alves, C. F.; de Lucena, L. F.; Silva, L. C. C.; de Albuquerque Xavier, E.; da Silva Jr., C. J. G.; Converti, A.; Gouveia, R. L.; Sarubbo, L. A. **Strategies for Biofouling Control: A Review from an Environmental Perspective of Innovation and Trends**. Coatings, v. 15, n. 10, art. 1185, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/coatings15101185>

Tommasi, L. R.; Bauer, L. F.; Lara, G. A. **Controle do desenvolvimento de incrustações biológicas em tubulações de fundações de ponte marítima, em sistema de concretagem submersa “Prepakt”**. Boletim do Instituto Oceanográfico, v. 21, p. 117–128, 1972.

Wahl, M. Marine epibiosis. I. **Fouling and antifouling: some basic aspects**. Marine Ecology Progress Series, v. 58, p. 175–189, 1989. DOI: <https://doi.org/10.3354/meps058175>.

Zhao, M.; Zhai, Y.; Zhao, J.; Zhou, W. H.; Zhao, L.; Ge, Y. **Barnacle attachment and its corrosion effects on the surface of the Yangtze Estuary II shipwreck**. Journal of Cultural Heritage, v. 67, p. 73–79, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.culher.2024.02.008>