

## Análise de uma Praia da Ilha de Itamaracá (PE) com Lixo e Coastsnap Adaptado

*Thaiane Santos da Silva<sup>1</sup>; Monica Ferreira da Costa<sup>1</sup>*

✉ [thaiane.silva@ufpe.br](mailto:thaiane.silva@ufpe.br)

*1. Universidade Federal de Pernambuco – Recife – PE, Brasil.*

---

**Histórico do Artigo:** O autor detém os direitos autorais deste artigo.

Recebido em: 26 de fevereiro de 2025    Aceito em: 08 de agosto de 2025    Publicado em: 31 de agosto de 2025

---

**Resumo:** O acúmulo de arribação e lixo marinho pode representar um problema ambiental intensificado por mudanças nas condições climáticas. O objetivo deste estudo foi buscar uma forma de monitorar esses acúmulos através de imagens de smartphone por ciência cidadã aliada à coleta de campo para gerar dados a respeito da praia do Pilar na ilha de Itamaracá. Para isso, foi realizado o registro semanal de fotografias da praia, além da coleta mensal de lixo. Setenta e uma fotografias foram recebidas por ciência cidadã e em 62,8% tinham arribação. O número de usuários de praia foi 460, com maioria na arribação grau I, resultando em usuários e arribação não significativamente associados. Um total de 3.433 itens de lixo foram coletados. Plástico foi abundante seguido de vidro e cerâmica, isopor e madeira. Não houve diferenças estatísticas no número de lixo entre os meses. Mais lixo após intensas chuvas ocorreu em resposta ao transporte por ventos ou foram reintroduzidos após encobertos por sedimentos em áreas de erosão. Número de usuários pode ter influenciado mais lixo. O monitoramento semanal permitiu avaliar mudanças sazonais e tendências a longo prazo.

**Palavras-chave:** Fotografias, Arribação, Usuários de praia, Lixo marinho.

---

## Analysis of a Beach on Itamaracá Island (PE) With Marine Litter and Adapted Coastsnap

**Abstract:** The accumulation of wrack and marine litter can be an environmental problem intensified by changing climatic conditions. This study aimed to explore a method for monitoring these accumulations through smartphone images collected via citizen science combined with field sampling, to generate data on Pilar Beach, Itamaracá Island. Weekly photographic records were taken, alongside monthly litter collections. A total of 71 photographs were submitted through citizen science, with 62.8% showing wrack presence. The beachgoers count reached 460, mostly in wrack degree I, with no significant association between beachgoers and wrack occurrence. A total of 3,433 litter items were collected, predominantly plastic, followed by glass and ceramics, styrofoam, and wood. No significant differences in litter quantities were observed across months. Increased litter accumulation after heavy rains likely resulted from wind transport or reintroduction after being buried by sediments in erosion-prone areas. The number of beachgoers may have influenced litter accumulation. Weekly monitoring enabled the assessment of seasonal changes and long-term trends.

**Keywords:** Photographs, Beach wrack, Beachgoers, Marine litter.

---

## Análisis de una Playa en la Isla de Itamaracá (PE) con Basura y Coastsnap Adaptado

**Resumen:** La acumulación de arribazones y basura marina puede ser un problema ambiental intensificado por las cambiantes condiciones climáticas. Este estudio tuvo como objetivo explorar un método para monitorear estas acumulaciones a través de imágenes de teléfonos inteligentes recolectadas mediante ciencia ciudadana, combinadas con muestreos de campo, para generar datos sobre la playa de Pilar, en la isla de Itamaracá. Se realizaron registros fotográficos semanales, junto con recolecciones mensuales de basura. Se recibieron un total de 71 fotografías a través de ciencia ciudadana, de las cuales el 62,8 % mostraban presencia de arribazones. El número de visitantes de la playa alcanzó los 460, en su mayoría con grado de arribazón I, sin asociación significativa entre los visitantes y la presencia de arribazones. Se recolectaron un total de 3.433 ítems de basura, predominantemente plástico, seguido de vidrio y cerámica, poliestireno y madera. No se observaron diferencias significativas en las cantidades de basura entre los meses. El aumento de basura después de fuertes lluvias probablemente resultó del transporte por el viento o de la reintroducción tras ser enterrada por sedimentos en áreas propensas a la erosión. El número de visitantes podría haber influido en la acumulación de basura. El monitoreo semanal permitió evaluar cambios estacionales y tendencias a largo plazo.

**Palabras clave:** Fotografías, Arribazones, Bañistas, Basura marina.

---

### INTRODUÇÃO

Lixo antropogênico em praias ao redor do mundo é onipresente, afetando ilhas oceânicas e diferentes ambientes costeiros. Esses locais tendem a acumular o lixo flutuante (ANDRADES *et al.*, 2020), além de serem depósitos de resíduos com má gestão no continente. A distribuição global desse lixo é controlada por diversos fatores, incluindo proximidade com centros urbanos, geomorfologia, contribuição de rios, correntes, variações de maré e diferentes usos da praia.

A intensificação de eventos ligados a mudanças climáticas contribui significativamente para o cenário de poluição costeira e marinha por detritos antropogênicos (LINCOLN *et al.*, 2022). Lixo plástico entra constantemente nos ecossistemas aquáticos, e variações nos padrões climáticos como ventos fortes, aumento de tempestades e inundações associadas a desastres naturais podem contribuir para a distribuição e ocorrência desses detritos em diferentes ambientes, incluindo praias. Um exemplo disso é a presença de grandes manchas de lixo espalhadas no mar e identificadas por imagens de satélite após o terremoto seguido por tsunami no Japão em 2011 (QI *et al.*, 2024). Relacionar esses eventos com poluição marinha pode ajudar a entender e gerenciar os efeitos negativos para biodiversidade e habitats marinhos e costeiros e bem como para a sociedade que depende desses ecossistemas (LINCOLN *et al.*, 2022).

No Brasil, a costa Nordeste tem sido exposta a impactos relacionados ao derramamento de óleo (SANTOS *et al.*, 2022), à problemas referentes a inundações e erosão costeira (COSTA *et*

al., 2010), ao turismo e à presença de detritos antropogênicos nas praias (ARAÚJO et al., 2018). Além desses impactos, no Nordeste é comum a presença de grandes depósitos de detritos vegetais compostos por macroalgas, macrófitas aquáticas e vegetação de restinga em praias arenosas.

Desde 2014, grandes bancos de algas flutuantes têm aparecido na costa do Brasil, podendo estar ligado a um aumento anormal na temperatura dos oceanos e à combinação de condições físico-químicas da água do mar e interações biológicas, que impulsionam o crescimento das macroalgas já presentes em menor quantidade no Atlântico Sul (SISSINI et al., 2017).

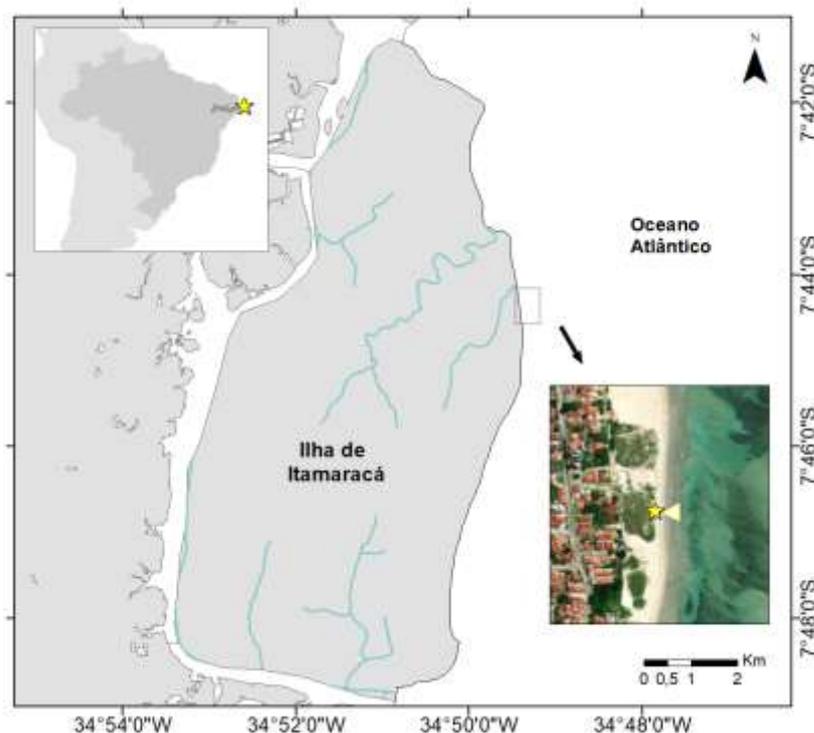
Esses depósitos chamados de arribação (CAVALCANTI, 2021), são um fenômeno natural, que têm aumentado em áreas costeiras devido à intensificação de eventos climáticos extremos como aquecimento global, atividades antropogênicas e enriquecimento da água com nutrientes (MARTINS *et al.*, 2024). Em grande escala, essa superacumulação de biomassa passa representar um sério problema ambiental.

Portanto, buscar uma forma rápida e barata de monitorar eventos de deposição desses detritos que se somam às ocorrências de lixo costeiro em praias arenosas motivou o presente estudo. O estudo teve como objetivo relacionar o monitoramento desses dois detritos, através do registro de imagens de smartphone, usando a metodologia simplificada do CoastSnap (HARLEY *et al.*, 2019) com a coleta de campo da forma tradicional para verificar de que forma esses métodos podem ser aliados na pesquisa científica para gerar maior número de dados e informações a respeito das praias.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

A praia do Pilar se localiza ao norte da ilha de Itamaracá, com ocupação residencial e comercial, com bares e residências fixas e temporárias (LEITÃO *et al.*, 2007). A beira mar é ocupada por bares, casas, apartamentos. Há ainda estruturas de apoio para pesca, com embarcações ancoradas e nas áreas de bares há quiosques fixos e mesas para usuários. A restinga está presente em pequenos setores da praia. Não há uma divisão geográfica clara da extensão da praia. O trecho estudado foi definido a partir de informações de pescadores e moradores sobre ser uma área comum de presença de arribação (7°44'27.10"S 34°49'24.29"O).



**Figura 1.** Área de registro das imagens semanais (2022 a 2024) e coleta de lixo mensal (2023 a 2024 de coleta) na praia do Pilar. Localização do ponto fixo para registro das imagens: ☆ Área triangular: área de coleta mensal de lixo.

Fonte: Autores (2024).

### Dados meteo-oceanográficos

Os dados meteo-oceanográficos (vento, onda e precipitação pluviométrica) foram obtidos de plataformas públicas e descritos em SILVA (2025) a fim de verificar os fatores que influenciam a ocorrência diária e local da arribação na ilha. O período de observação desses dados cobriu o período de coletas semanais e mensais.

### Monitoramento semanal

O monitoramento semanal iniciou em outubro de 2022 e seguiu até fevereiro de 2024. As imagens foram capturadas com smartphone posicionado em uma base fixa seguindo a metodologia CoastSnap, com auxílio e parceria com um grupo de ativistas moradores da ilha (@itamaraca\_preservada) que atuaram como cidadãos cientistas. Os participantes foram recrutados a partir de reunião presencial para explicação sobre o estudo. Todas as fotos foram registradas às 12h do sábado de cada semana e identificadas com suas respectivas data e hora. As fotos eram recebidas imediatamente após o registro e armazenadas em banco de dados privado na nuvem.

Os registros foram analisados quanto à arribação (presença/ausência), tipo de arribação (antiga, nova, antiga e nova – ambas, contínua, ausente), graus de cobertura (0, 1, 3 e 5). Quanto ao tipo de arribação as imagens foram classificadas como arribação antiga quando a linha de detritos era próxima à vegetação de restinga. Arribação nova foi definida quando os detritos eram depositados próximo à linha d'água. A caracterização para “ambas” ocorreu quando foi possível visualizar duas linhas de detritos com tempo de deposição recente e antiga ao momento de registro da foto. Uma arribação contínua foi descrita quando a área da arribação era extensa formando um “tapete”. Os graus de cobertura seguiram a classificação de Haseler *et al.* (2019): 0 – não coberto, 1: raramente coberto, 3: moderadamente coberto e 5: intensamente coberto. Esses dados foram expressos quanto a sua frequência relativa (%). A estimativa de usuários da praia foi realizada por contagem visual a partir das fotografias.

### **Coleta mensal**

A amostragem de itens de lixo foi realizada mensalmente na praia do Pilar, durante um ano (março de 2023 a fevereiro de 2024) com coleta manual dos itens de macrolixo. O lixo foi coletado na área triangular da praia (Figura 1), na região do campo de visão das fotografias em direção ao mar, medida e marcada durante a coleta. Essas amostragens foram feitas durante as menores marés de cada mês, com toda a área amostrada. Ao fim de cada coleta, os itens de lixo eram armazenados em sacos plásticos de 100L para transporte até o laboratório. Os itens de lixo foram classificados quanto ao número de itens, tipo e material (plástico, tecido, vidro e cerâmica, espuma, papel, madeira, borracha, outros) e diversidade de acordo o guia de “Diretrizes para Pesquisa e Monitoramento de Lixo Marinho” (UNEP, 2009).

### **Análise estatística**

As fotos semanais foram analisadas em termos de frequência relativa de ocorrência de arribação com os dados apresentado em percentagem (%). Teste Qui-Quadrado de Pearson com correção de Yates foi usado como teste de hipótese para comparação de duas variáveis qualitativas. A correção de continuidade de Yates foi usada quando as frequências eram pequenas nas tabelas com tamanho 2x2. O teste foi usado para verificar associação entre arribação e a presença de usuários. Para análise dos itens de lixo, foi feita verificação da distribuição da normalidade dos dados e homogeneidade das variâncias, teste não paramétrico teste Kruskal-Wallis com nível significância igual a 0,05 foi usado para observar a presença de diferenças significantes. Quando presente diferenças estatísticas foram identificadas através

do teste de comparações múltiplas de Dunn. O lixo foi expresso por itens/100m<sup>2</sup> e a média desse lixo foi apresentada por média ± erro padrão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Coleta semanal

#### *Dados meteo-oceanográficos*

Os dados de vento coletados tiveram direções predominantes de SE (sudeste) e ESE (leste-sudeste). Os ventos mais intensos eram de 7m/s em 3 dias dos meses de julho, agosto e setembro de 2023. Vento mais fraco ocorreu no último dia de captura de fotos de agosto de 2023 com intensidade igual a 2,8m/s e direção E (leste). Ventos com intensidade <4m/s também foram registrados em dias dos meses de fevereiro, março, abril e maio do mesmo ano.

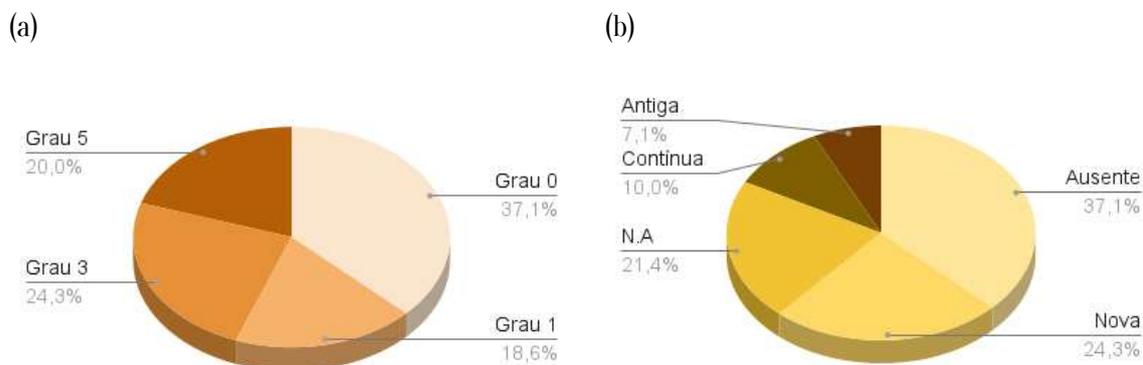
Para as ondas registradas nos dias de captura das imagens as maiores alturas verificadas ocorreram no mês de junho e setembro com valores de 1,9m. Por outro lado, 0,86 e 0,87m foram as menores alturas em março e dezembro respectivamente. A direção predominante das ondas foi de ESE (leste-sudeste). O período das ondas teve valor máximo de 14,7s e mínimo de 5,8s.

Os registros de ventos observados pelo presente estudo corroboram com a literatura já descrita para o litoral, com ventos mais intensos de julho a outubro (ALMEIDA, 2018). Ventos menos intensos ocorreram em dias de coleta nos meses de fevereiro a maio seguindo um padrão descrito por Bezerra (2013), com aumento da intensidade de junho a setembro. Quanto às direções ventos de sudeste (SE) e de leste (E) são comuns para a área de estudo (ALMEIDA, 2018; ARAÚJO *et al.*, 2021). Embora ventos mais intensos tenham ocorridos em dias dos meses de julho, agosto e setembro, os registros das imagens desses dias mostram a praia com arribação ausente. Isso pode ser explicado pelo fato de que nesse período não é comum o depósito de arribadas em praias do nordeste, que ocorre em períodos de verão, relacionado aos últimos meses do ano. Santos *et al.* (2013) e Silva Jr. (2022) já demonstraram que a variabilidade temporal e quantidade de arribação na praia estão associadas.

#### *Total de fotos do CoastSnap adaptado*

Um total de 70 fotografias foram recebidas entre outubro de 2022 e fevereiro de 2024. Nos registros foi possível verificar que 62,8% das imagens mostravam arribadas. Arribação nova e arribação nova e antiga (N.A) ocorreram com maior frequência, 24,28% e 21,42% respectivamente (Figura 2b). Áreas contínuas foram identificadas em 7 imagens representadas

por 10% na figura 2b. Em grande parte das fotos (37,14%) foi possível verificar áreas raramente cobertas incluídas na categoria 0 para graus de cobertura (Figura 2a). Áreas intensamente cobertas foram 20% do total.

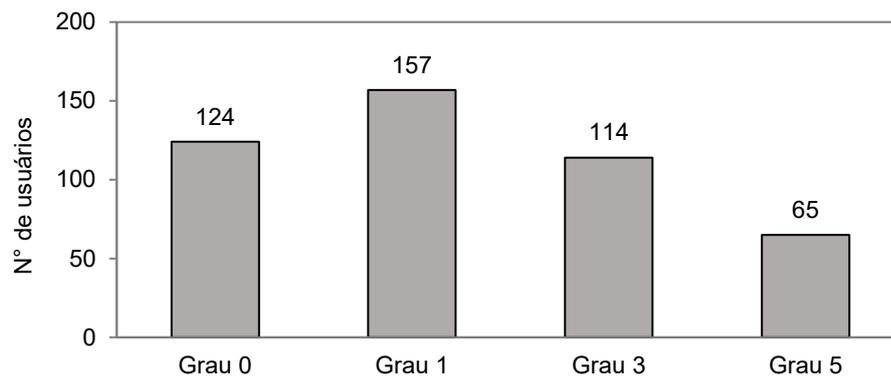


**Figura 2.** Grau (a) e tipo (b) da ocorrência de arribação na praia do Pilar no período de outubro 2022 a fevereiro de 2024.

Fonte: Autores (2024).

Quatrocentas e sessenta usuários foram contabilizados nos registros. Um pouco mais de 34% do total de usuários ocorreram quando a arribação presente era no grau 1 (Gráfico 1), seguida pelo grau 0 com 124 pessoas em 13 e 26 imagens respectivamente. A tabela 1 mostra a presença e ausência de usuários em relação à presença e ausência de arribação. Dentro de 70 registros a presença de arribação foi identificada em 44. Entre os dias com arribação, usuários estavam presentes em 33 (Tabela 1). Nos 26 dias sem arribação, os usuários estavam presentes em 18.

O teste qui-quadrado resultou no valor de  $X^2$  igual a 0,061 e um p-valor igual 0,8, indicando que a presença de usuários e a presença de arribação não estão significativamente associadas. A distribuição da presença de usuários pode ser muito semelhante para os casos com e sem arribação. A maioria dos registros com arribação também possui usuários (33 ocorrências). Entretanto, o número de observações em que arribação estava presente e usuários ausentes (11 ocorrências) não é tão diferente a ponto de sugerir uma forte associação, o que é corroborado pelo *p-valor* elevado ( $p=0,8$ ) no teste de qui-quadrado.

**Gráfico 1.** Número de usuários de praia por grau de cobertura.

Fonte: Autores (2024).

**Tabela 1:** Tabela de contingência para o total de fotos.

	Com usuários	Sem usuários
Com arribação	33	11
Sem arribação	18	8

Fonte: Autores (2024).

A presença das arribadas está relacionada ainda com a localização geográfica, sazonalidade das espécies e à exposição às ondas (CAVALCANTI, 2021), pois há espécies que se desenvolvem melhor dependendo da hidrodinâmica de cada praia. A praia do Pilar pode ser definida como uma praia exposta, com ondas pequenas. Nesse cenário, as maiores alturas significativas registradas ocorreram em 2 dias dos meses de junho e setembro. As fotografias da praia nesses dias mostram arribação ausente, no grau 0. Por outro lado, quando as ondas tinham as menores alturas foi possível visualizar a praia com arribação grau 3 e 5. A arribação no maior grau ocorreu no período em que já é esperada a presença dessas deposições na praia, durante o verão. Quando o período da onda foi  $\geq 9$ s as arribadas foram classificadas em todos os graus de cobertura. O mesmo ocorreu para períodos menores. Portanto não foi possível observar uma relação entre o período e os graus de cobertura da área monitorada na praia do Pilar, embora Isachenko *et al.* (2023) já tenha descrito essa relação junto à altura de ondas sendo importantes componentes no transporte de arribadas e itens de lixo para praias.

Em mais da metade dos registros foi possível observar a presença de arribação. Arribação nova foi descrita como um depósito recente enquanto a antiga se trata de uma deposição que ocorreu há algum tempo podendo estar seca e em breve estágio de decomposição. Quando ambas estavam presentes a arribação foi nomeada como nova e antiga. Nas imagens foi possível visualizar arribações recém depositadas, sugerindo que ao longo do ciclo de maré, diferentes

processos de deposição e retirada podem estar ocorrendo na praia. Esse fato ocorre ao longo do ano todo e é intensificado no verão quando grandes quantidades são depositadas suprimindo o transporte de volta para o mar. Nos cenários de grandes acúmulos esse material não é retirado da praia por serviços de limpeza pública, fato que pode interferir na presença ou ausência de usuários.

#### *Relação foto x usuários x arribada*

Os dias com maior número de usuários foram os dias em que a arribação estava presente, do grau 1 ao 5, descrito na tabela 2. A presença da arribação no maior grau ocorreu em janeiro, formada por deposição nova e antiga. Nesse mês, com a presença da arribação formando um “tapete” nota-se que os usuários não deixaram de frequentar a praia, tendo preferência de uso próximo à restinga, na área sem deposição de arribadas. Além disso, esses dados sugerem que o mês de janeiro, período de férias escolares e verão, pode ser mais determinante na presença de usuários do que a presença de vegetação.

**Tabela 2.** Descrição da presença de arribação, grau e número de pessoas.

Data	Grau	Tipo	Nº de pessoas
07/01/23	Grau 5	Nova e antiga	25
14/01/23	Grau 3	Nova e antiga	32
18/02/23	Grau 1	Antiga	24
08/04/23	Grau 1	Antiga	35
03/12/23	Grau 1	Nova	34
10/02/24	Grau 3	Nova e antiga	20

Fonte: Autores (2024).

Embora os resultados do presente estudo demonstrem que a presença de usuários e de arribação não estão associadas, pois a maioria dos registros com usuários também há presença dos detritos naturais, este estudo ressalta que em um cenário onde há arribação em pequenas quantidades como no grau 1, não é um incômodo para os usuários de praia. Hofmann *et al.* (2023) demonstra que, embora as arribadas não afetem positivamente a experiência da maioria das pessoas na praia, pequenas quantidades de arribadas são toleradas, podendo desviar o caminho ou passar por cima.

Em um dos registros com maior número de pessoas na fotografia esses usuários estavam presentes mesmo com a arribação no maior grau. Porém, é importante ressaltar aqui que a

percepção e o incômodo de cada usuário é uma experiência individual, podendo estar ligada ao nível de informação quanto ao reconhecimento dos serviços ecossistêmicos oferecidos pelas arribadas por exemplo. Além disso, essa experiência pode diferir por país e praia, assim a aceitação de certas quantidades pode ter relação com questões culturais, práticas e econômicas e visuais (Hofmann *et al.*, 2023).

A presença de arribadas, como detritos vegetais flutuantes ou depositados na areia, é ainda um importante parâmetro em avaliações de qualidade de praia, descrita anteriormente por Araújo e Costa (2008) como um dos parâmetros com maior peso em relação a outros pré-existentes em subsistemas naturais. Araújo e Costa (2008) consideraram para esse peso o aparecimento consistentemente estabelecido na avaliação de praias em literaturas anteriores. Nesse estudo, 3 classes foram estabelecidas (infestada, ocasionalmente presente e ausente). Ramos e Costa (2023) também usaram arribadas como parâmetro frequente de descrição recomendado por literatura anterior. Definiram como característica ambiental evidências de qualquer tipo de vegetação natural incluindo a formação de linhas de deposição por arribadas como tópico de uma ferramenta de classificação de status da praia. Portanto, o monitoramento semanal da arribação presente no Pilar, comumente no grau I ao longo do ano, mostra que esse detrito natural é importante componente desse ecossistema praiar, que não impede o uso da mesma para atividades comuns de lazer, comércio ou trânsito de pessoas.

### **Coleta mensal**

O tamanho das áreas foi maior do que o recomendado nas diretrizes para a condução de estudos de lixo de praia (OSPAR, 2010), de 100m da linha d'água até a linha da duna ou da restinga. Tal abordagem foi feita para garantir a mesma área de visualização das imagens nos resultados, melhorando as percepções da praia a partir de uma base fixa. O detalhamento da variação da área e sua relação com a presença de vegetação e os padrões meteo-oceanográficos foi descrito por Silva (2025).

Em relação à cobertura da área de coleta, observou-se arribação no maior grau de cobertura nos meses de verão, como era esperado e descrito em estudos de caracterização ecológica de arribadas no estado (SILVA JR., 2022; CAVALCANTI, 2021). Pequenas quantidades não puderam ser visualizadas pela base fixa devido à altura de fixação, posicionada no mesmo nível do mar. Para uma visualização melhor de todos os graus de cobertura seria necessária a fixação da base acima do nível do mar.

### *Dados meteo-oceanográficos*

Os dados de março de 2023 a fevereiro de 2024 mostram que os valores observados de precipitação acumulada mensal, seguiram o padrão para a média histórica observada. Embora junho de 2023 tenha registrado valores quase o dobro da média para o mês, os valores de máxima e mínima precipitação estão dentro do esperado para a região. Para os ventos, a direção predominante foram ventos de ESE (leste-sudeste). Quanto a intensidade desses ventos, junho teve vento mais forte com 7m/s e o oposto, vento mais fraco, com 3,1m/s ocorreu em janeiro. Ventos mais fracos foram registrados ainda em março, abril e maio.

As ondas de E (leste), ESE (leste-sudeste) e NE (nordeste) foram registradas nas coletas de março e fevereiro. A maior e menor altura significativa dessas ondas foram 1,81 m em junho e 0,94m em março respectivamente. Em março de 2023 também ocorreram ondas com o maior período registrado igual a 14,5s. O período das ondas mostrou uma tendência de diminuição ao longo do ano de 2023, chegando a 7s em dezembro e 5s em janeiro.

Os resultados meteo-oceanográficos de vento e onda se mostraram dentro da média observada por Domingues *et al.* (2017), com ventos intensos no meio do ano, nos meses de inverno e ventos mais fracos no verão. Quanto à onda, Domingues *et al.* (2017) descreveu ondas com o período de pico de 8 a 10s e a direção de incidência entre ESE e S, com direção média em direção a SE. No presente estudo, nas medições diárias, foram observados períodos de 5 a 14,5s e direções predominantes de ESE e E.

### *Itens de lixo*

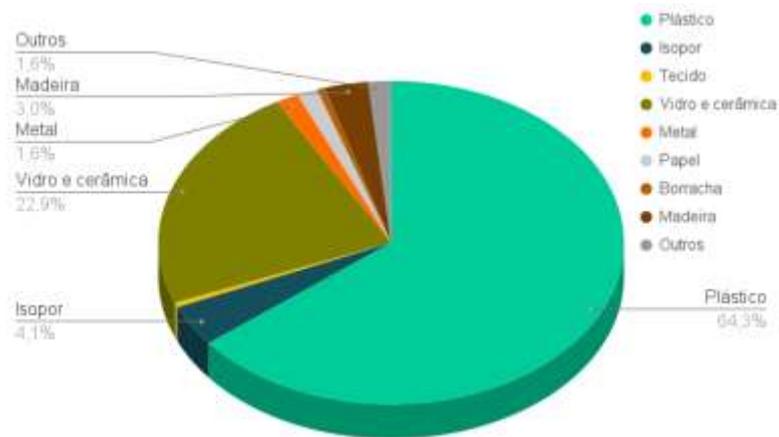
Um total de 3.433 itens de lixo foram coletados ao longo de 12 meses. A concentração do lixo variou de 0,076 a 0,294 itens/m<sup>2</sup>, com média de 0,202±0,020 itens/m<sup>2</sup>. Julho e setembro foram os meses com maior número de itens (473 e 404 itens, respectivamente). O lixo foi composto por detritos classificados como plástico (n = 2208), vidro e cerâmica (n = 786), isopor (n = 142), metal (n = 54), tecido (n = 16), papel (n = 49), borracha (n = 19), madeira (n = 104) e outros (n = 55).

Plástico foi o material mais abundante seguido por vidro e cerâmica e itens de isopor (Figura 4a e 4b). Entre os plásticos, o maior número de detritos estava presente na forma de sacolas (PL07; n = 634), diferentes tipos de plásticos, sendo fragmentos duros, moles ou flexíveis (PL24; n = 486) e embalagens de alimento (PL06; n = 388). Em relação aos itens categorizados como vidro e cerâmica, a maioria era composta por restos de construção (GC01; n = 717). Ainda nessa categoria, fragmentos de vidro e/ou cerâmica (GC07; n = 66) também estavam presentes

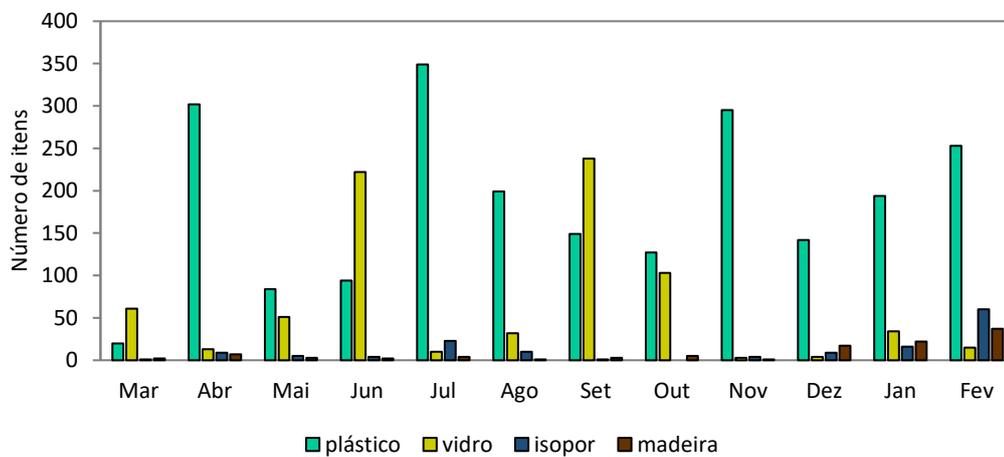
nas amostras como descrito na figura 1c. Fragmentos de isopor foram o tipo mais representativo em isopor, assim como tampas de metal e madeira processada nas suas respectivas categorias de material (Figura 4c). Todas as categorias foram detalhadas no material suplementar do documento público de Silva (2025).

Os quatro materiais mais abundantes foram descritos na figura 4. Julho e abril foram os meses com maior número de itens plásticos com 15,8% e 13,6% respectivamente. Do total de 786 itens de vidro e cerâmica setembro (n=238) e junho (n=222) foram os meses com mais de 200 itens comparando com os outros meses com menos de 100 itens. Ao longo dos meses foram identificados 142 materiais de isopor estando em abundância no mês de fevereiro (n=60). Dezembro, janeiro e fevereiro tiveram mais de 70% dos itens de madeira coletados.

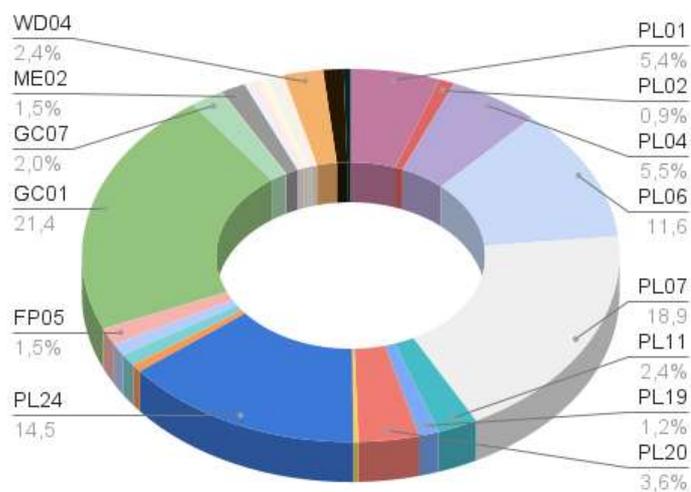
(a)



(b)



(c)



**Figura 4:** Materiais (a), quatro materiais mais abundantes (b) e (c) categorias lixo coletados na praia do Pilar (Ilha de Itamaracá, Pernambuco) entre março de 2023 e fevereiro de 2024. Fonte: Autores (2024).

O total de lixo excluindo os detritos classificados como GC01, que possuem menor mobilidade no transporte continente-mar, resultou em 2716 itens com média igual a  $0,165 \pm 0,023$ . Os meses com mais itens ligados a material de construção foram junho ( $n = 204$ ) e setembro ( $n = 221$ ). Esse tipo de detrito foi ausente em outubro e representou menos de 2% do lixo de abril ( $n = 5$ ), novembro ( $n = 3$ ) e dezembro ( $n = 3$ ). A diferença entre o lixo com e sem o material de resto de construção foi ilustrada na figura 13.

Não foram encontradas diferenças estatísticas significativas no número de itens para os 12 meses ( $n = 3433$ ) através do teste Kruskal-Wallis ( $p > 0,05$ ). Já para o tipo de material do lixo essas diferenças ( $p < 0,05$ ) foram observadas no teste de múltiplas comparações (Dunn test) na combinação entre plástico e todos os materiais, vidro-borracha e papel-vidro.

Para os itens sem a categoria GC01 ( $n = 2716$ ), os mesmos resultados estatísticos foram observados, com diferenças estatísticas apenas nas comparações entre o tipo de material do lixo, com a combinação de plástico com todos os materiais se diferenciando estatisticamente, exceto plástico e isopor. A correlação de Spearman indicou uma relação fraca e não significativa estatisticamente tanto para número de itens igual à 3433 ( $\rho = -0,0212$ ;  $p > 0,05$ ) quanto o total de 2716 itens ( $\rho = 0,0113$ ;  $p > 0,05$ ) em relação à variação da área de coleta.

Quanto aos itens de lixo, um máximo itens ocorreu em julho e setembro, logo após junho, que foi um mês com chuvas muito superiores à média histórica conhecida para área. Essas chuvas de julho podem ter contribuído para o transporte desses itens de lixo de rios até a praia (GALGANI *et al.*, 2000). A presença dos itens de lixo na praia depende da ação de vários fatores espaciais e meteo-oceanográficos, tornando a distribuição ao longo de uma costa variável e complexa assim como as arribadas. Chuvas, ondas, ventos e correntes podem ser responsáveis por essa distribuição. Além disso, tempestades isoladas podem reintroduzir lixos encobertos por sedimentos em áreas costeiras sujeitas a erosão como é o caso da praia do Pilar em Itamaracá.

Podemos sugerir que, em agosto houve diminuição nas quantidades de lixo presentes na praia pela ação de ventos, que podem ter carregado ou encoberto o lixo, ou ainda atividades de limpeza podem ter ocorrido nos dias anteriores à coleta. Devemos considerar também que em agosto ainda ocorrem chuvas isoladas e para a área, setembro é um mês com tempo mais firme, onde há aumento das temperaturas e o fluxo de usuários de praia retorna, conseqüentemente maior número de itens de lixo pode ser observado. Araújo e Costa (2021) ressaltaram que o número de usuários influencia em maiores quantidade de itens de lixo encontrados em praias durante o verão.

Uma grande proporção do lixo antropogênico marinho observado é composto plástico, que são depositados em áreas costeiras. Nenhuma diferença significativa foi observada entre os meses de coleta, mostrando que a variação do número de itens de lixo foi quase que constante ao longo do ano. Houve apenas diferença significativa entre os materiais identificados, com plástico se diferenciando dos outros.

Sacolas plásticas, fragmentos e embalagens de alimentos foram os itens mais encontrados e são lixos comumente encontrados em praias, pela alta taxa de consumo desses materiais. Itens fragmentados são resultantes do processo de degradação de objetos maiores. Objetos de isopor são utilizados na pesca e o local do estudo é uma área onde há galpões de apoio para a pesca local. Na área de estudo da praia, há ainda a concentração de pequenas embarcações e fabricação de armadilhas. Essas armadilhas no geral são compostas por redes e madeiras. A presença desses itens pode ser resultado das atividades de pesca assim como do transporte pós eventos de chuvas fortes.

Santos *et al.* (2008) também encontraram plásticos em 76% do lixo amostrado seguido por 14% de isopor e uma parcela de fragmentos em toda a área estudada ao longo de 150km de costa também no nordeste do Brasil. Alguns eventos que podem adicionar lixo à praia, como ventos e corrente fortes, assim como presença de macrófitas que prendem esse material durante tempestades. Além disso, o padrão de circulação da região pode influenciar em áreas de deposição de arribadas e áreas livres de lixo. Esses fatores resultam em diferentes concentrações espaciais e temporais de lixo marinho e arribadas como ocorre no Pilar, com trechos com e sem arribadas.

A presença de resto de construção durante e após o período de chuvas ocorre como resultado da remobilização dos sedimentos durante essas chuvas, expondo o material mais pesado que poderia estar enterrado ou encoberto por detritos na área. O lixo pode ser desenterrado com o impacto de tempestades e processos de erosão. Sem os itens de resto de construção não houve diferença estatística nos dados para o número de itens em relação aos meses. Quanto aos materiais, plásticos se diferenciou de todos os outros, com exceção de isopor pelo alto número de fragmentos encontrados desse material.

Da mesma forma não houve nenhuma associação entre o número de itens e área de coleta. Nesse cenário, a área de estudo, conhecida por ter arribação não apresenta variação no número de lixo encontrado ao longo de um ano. Excluindo os plásticos e vidro e cerâmica, o lixo se mantém constante com a presença de itens de isopor e madeira.

## CONCLUSÕES

As variáveis meteo-oceanográficas tiveram valores e direções próximos ao padrão descrito por estudos anteriores para a área. Os resultados mostram um cenário para um padrão de chuvas acima da média histórica. Nesse contexto, verificou-se que os graus de cobertura de arribadas não tiveram relação com o período da onda e arribações recém depositadas ocorrem ao longo do ano todo. Além disso, a presença de usuários de praia e a arribação não estão associadas, embora quando ocorreram áreas intensamente cobertas houve um menor número de usuários.

Os itens encontrados (sacos plásticos, embalagens, fragmentos, isopor, restos de construção, etc.) sugerem que a principal fonte do lixo é terrestre, provavelmente devido às atividades recreativas e de pesca na área ao longo do ano. Os itens plásticos foram observados em todos os meses estudados, mostrando o impacto da falta de normas eficientes para controle e gestão de lixo urbanos e do lixo de atividades de praia.

Nos meses com diminuição das médias de lixo, sugere-se que os ventos mais intensos, acompanhado de chuvas possam ter encoberto ou carregado esses itens. Caso ações de limpeza tenham ocorrido em dias anteriores à coleta é importante que os gestores públicos intensifiquem essas ações durante todo o ano, vinculando a um programa de conscientização sobre a importância da presença das arribadas e implicações da presença do lixo em todas as suas formas e materiais. Assim, pode-se esperar mudanças nos padrões de poluição costeira a longo prazo quando o efeito de variáveis meteo-oceanográficas pode ser intensificado.

O monitoramento de praias através de imagens tem sido descrito como eficiente ferramenta para observações a longo prazo. As fotografias semanais ajudaram a compreender o cenário de cada mês de coleta. Por exemplo, em dezembro, durante a coleta mensal, verificou-se uma grande quantidade de arribação, a partir do monitoramento semanal chega-se à conclusão de que a deposição não foi um evento isolado e faz parte de um período onde as condições da praia favorecerem esse aparecimento.

O monitoramento semanal permitiu avaliar mudanças sazonais e tendências a longo prazo, do mesmo modo que permite ter uma visão ampla dos processos que podiam ter sido observados em apenas um dia (dia da coleta mensal). A arribação muda muito em condições climáticas adversas ou em escalas de tempo de horas e dias. Portanto, esse monitoramento consegue estimar uma dinâmica a curto prazo com o recebimento das fotos de forma instantânea com apoio de um cidadão cientista comprometido com o estudo.

Em relação a presença do lixo e do material arribado, os meses em que tiveram as menores médias de lixo foram março e dezembro. Esses meses apresentaram arribação em todos os graus, classificadas como nova, antiga e contínua. O que diferenciou os meses foi que o mês com menor média de itens de lixo, foi também quando ocorreu o maior número de pessoas, em dezembro (n=53). Ou seja, embora houvesse arribação em todos os graus o que determinou a presença de usuários entre esses dois meses foi o período de veraneio. Além disso, a presença das arribadas no grau 5 pode ter contribuído para uma diminuição da média de lixo ou ainda nesse período pode ter ocorrido alguma atividade de limpeza de praia pelo serviço público.

Embora a combinação de métodos tenha limitação como altura de fixação da estação, o monitoramento dos detritos (arribadas e lixo marinho) as duas metodologias (CoastSnap e coleta de campo) na pesquisa científica gerou maior número de dados e informações a respeito das praias, como por exemplo a verificação dos períodos de maior ocorrência de arribação e do número de usuários e sua relação com a arribação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, T.L.M. **Caracterização da dinâmica costeira de Itamaracá PE: Aplicação do sistema de modelagem costeira do Brasil**. Tese de Doutorado. Departamento de Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p. 172, 2018.

ANDRADES, R. et al. Anthropogenic litter on Brazilian beaches: Baseline, trends and recommendations for future approaches. **Marine Pollution Bulletin**, 151, 110842. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110842>

ARAÚJO, M. C. B., & Costa, M. F. Environmental quality indicators for recreational beaches classification. **Journal of Coastal Research**, 24(6), 1439-1449. 2008. <https://doi.org/10.2112/06-09011>

ARAÚJO, M. C. B., Silva-Cavalcanti, J. S., & Costa, M. F. Anthropogenic litter on beaches with different levels of development and use: A Snapshot of a coast in Pernambuco (Brazil). **Frontiers in Marine Science**, 5. 2018. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00233>

ARAÚJO, M. C. B. de, & Costa, M. F. Cigarette butts in beach litter: Snapshot of a summer holiday. **Marine Pollution Bulletin**, 172, 112858. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112858>

BEZERRA, C. S. **Clima de Ondas e Correntes no Litoral de Boa Viagem (Recife – Pe): Aplicação do Sistema de Radar Náutico de Banda-X**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p. 99, 2013.

CAVALCANTI, M. I. L. G. **Macroalgas arribadas da costa brasileira: biodiversidade e potencial de aproveitamento**. São Paulo. Tese de doutorado – Instituto de Botânica da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. 2021.

COSTA, M. B. S. F., Mallmann, D. L. B., Pontes, P. M., & Araujo, M. Vulnerability and impacts related to the rising sea level in the Metropolitan Center of Recife, Northeast Brazil. In **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, 5 (2). 2010.

GALGANI, F. et al. Litter on the Sea Floor Along European Coasts. **Marine Pollution Bulletin**, 40(6), 516-527. 2000. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(99\)00234-9](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(99)00234-9)

DOMINGUES, E.C.; Schettini, C. A. F.; Truccolo, E. C.; Oliveira Filho, J. C. Hidrografia e correntes da Plataforma Continental de Pernambuco. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 22, 2017. <https://doi.org/10.1590/2318-0331.0217170027>

HARLEY, M. D., Kinsela, M. A., Sánchez-García, E., & Vos, K. Shoreline change mapping using crowd-sourced smartphone images. **Coastal Engineering**, 150, 175–189, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2019.04.003>

HASELER, M.; Weder, C.; Buschbeck, L.; Wesnigk, S.; Schernewski, G. Cost-effective monitoring of large micro- and meso-litter in tidal and flood accumulation zones at south-western Baltic Sea beaches. **Marine Pollution Bulletin**, v. 149, p. 110544, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110544>

HOFMANN, J., Stybel, N., Lovato, M., & Banovec, M. Beach wrack of the Baltic Sea – public acceptance and implications for beach management. **Journal of Coastal Conservation**, 28(1), 3. 2023. <https://doi.org/10.1007/s11852-023-00995-3>

ISACHENKO, I., Esiukova, E., Chubarenko, I. Beach-cast appearance on the tide-less seashore: Parameters of favoring surface waves. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 108219, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2023.108219>

LEITÃO, S. S.; Barbosa, J. M.; Carraro, F. G. P. Caracterização dos impactos ambientais na Ilha de Itamaracá, Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 2, n. 2, p. 101–111, 2007.

LINCOLN, S., Andrews, B., Birchenough, S. N. R., Chowdhury, P., Engelhard, G. H., Harrod, O., Pinnegar, J. K., & Townhill, B. L. Marine litter and climate change: Inextricably connected threats to the world's oceans. **Science of The Total Environment**, 837, 155709. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155709>

MARTINS, M., Sousa, F., Soares, C., Sousa, B., Pereira, R., Rubal, M., & Fidalgo, F. Beach wrack: Discussing ecological roles, risks, and sustainable bioenergy and agricultural applications. **Journal of Environmental Management**, 356, 120526. 2024. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120526>

OSPAR. Wenneker, B.; Oosterbaan, L. and Intersessional Correspondence Group on Marine Litter (ICGML). **Guideline for Monitoring Marine Litter on the Beaches in the OSPAR Maritime Area**. Edition 1.0. London, UK, OSPAR Commission, 15pp. 2010. <http://dx.doi.org/10.25607/OBP-968>

QI, L., Wang, M., Hu, C., Jiao, J., & Park, Y.-J. Marine debris induced by the Great East Japan Earthquake and Tsunami: A multi-sensor remote sensing assessment. **Marine Pollution Bulletin**, 207, 116888. 2024. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116888>

RAMOS, B., Costa, M. F. BeachLog: A multiple uses and interactive beach picture. **Marine Pollution Bulletin**, 193, 115156. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115156>

[SANTOS, I.R., Friedrich, A. C., Ivar do Sul, J. A. Marine debris contamination along undeveloped tropical beaches from northeast Brazil. \*\*Environmental Monitoring and Assessment\*\*, Jan;148\(1-4\):455-62, 2008. <https://doi.org/10.1007/s10661-008-0175-z>](https://doi.org/10.1007/s10661-008-0175-z)

[SANTOS, G. N. et al. Análise quali-quantitativa das algas arribadas do norte do Estado da Bahia, Brasil. \*\*Qualitative and quantitative analysis of arribadas algae North of Bahia State, Brazil. \*Acta Botanica Malacitana\*, 38, 13-24, 2013. <https://doi.org/10.24310/abm.v38i0.2647>\*\*](https://doi.org/10.24310/abm.v38i0.2647)

[SANTOS, M. O. S., Santos, C. P. S., Alves, M. J. C. F., Goncalves, J. E., & Gurgel, I. G. D. \*\*Oil in Northeast Brazil: mapping conflicts and impacts of the largest disaster on the country's coast\*\*. \*Anais Da Academia Brasileira de Ciências\*, 94, 2022. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202220220014>](https://doi.org/10.1590/0001-3765202220220014)

SILVA JR., C. P. **Influência dos fatores meteoceanográficos na composição e biomassa de algas arribadas em duas praias de Pernambuco**. Dissertação de mestrado. Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p. 59, 2022.

SILVA, T. S. **Ocorrência de lixo marinho em algas arribadas na Ilha de Itamaracá (PE)**. Tese de Doutorado. Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p. 131, 2025.

SISSINI, M. et al. The floating Sargassum (Phaeophyceae) of the South Atlantic Ocean – Likely scenarios. **Phycologia**, 56, 2017. <https://doi.org/10.2216/16-92.1>

UNEP – United Nations Environment Programme. **Marine litter: A Global Challenge**. Nairobi: UNEP. 232 p., 2009. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/report/marine-litter-global-challenge>.

