

## CONSEQUÊNCIAS DAS PRÁTICAS DE DESPEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO LITORAL DE PORTO PRÍNCIPE: UM ESTUDO DE CASO NO VILLAGE DE DIEU

**Luxone Samedy**

Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Geociências, Santa Maria, RS, Brasil  
[sluxone@gmail.com](mailto:sluxone@gmail.com)

**Luciano Marqueto**

Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Geociências, Santa Maria, RS, Brasil  
[luciano.marqueto@gmail.com](mailto:luciano.marqueto@gmail.com)

**Carine Vanessa Alouidor**

Escola Nacional de Geologia Aplicada, Departamento de Geociências, Porto Príncipe, Haiti  
[carinealouidor86@gmail.com](mailto:carinealouidor86@gmail.com)

### RESUMO

A implementação e manutenção de um sistema eficaz de gestão de resíduos sólidos são um desafio complexo, cujo fracasso implica riscos significativos para o meio ambiente e para a saúde da população. O objetivo deste trabalho foi apresentar evidências das consequências das práticas de despejo de resíduos sólidos no litoral de Porto Príncipe, capital do Haiti, mais precisamente no distrito de Village de Dieu, a fim de gerar dados que possam subsidiar perspectivas de solução. Os resultados obtidos a partir das análises físico-químicas de cinco amostras de água coletadas em diferentes pontos revelaram a má qualidade da água ao largo de Porto Príncipe, corroborando os resultados da análise visual realizada. Os valores médios dos parâmetros físico-químicos estudados (turbidez: 36,1 NTU; sólidos suspensos: 110,8 mg/l; pH: 7,8; salinidade: 34,3 PSU; e temperatura: 30,1°C) são consistentes com as situações observadas na costa de Porto Príncipe e no perímetro da foz. Os resultados deste trabalho, associados à análise do contexto local, podem servir de referência para o monitoramento da qualidade da água da região, a quantificação da influência da poluição existente, e o desenho de estratégias voltadas à gestão sustentável do ambiente marinho.

**Palavras-chave:** Águas residuárias. Litoral. Poluição. Resíduos sólidos. Village de Dieu.

### CONSEQUENCES OF SOLID WASTE DUMPING PRACTICES ON THE COAST OF PORT-AU-PRINCE: A CASE STUDY OF VILLAGE DE DIEU

### ABSTRACT

Implementing and maintaining an effective solid waste management system is a complex challenge, and its failure poses significant risks to the environment and public health. This work aimed to present evidence of the consequences of solid waste dumping practices on the coast of Port-au-Prince, the capital of Haiti; more precisely, in the district of Village de Dieu, to generate data that can inform a solution-oriented perspective. The results of the physicochemical analyses of five water samples collected at different points indicated poor water quality off Port-au-Prince, corroborating the visual analysis. The mean values of the physicochemical parameters studied (turbidity 36.1 NTU, suspended solids 110.8 mg/L, pH 7.8, salinity 34.3 PSU, and temperature 30.1 °C) are consistent with conditions observed along the coast of Port-au-Prince and in the vicinity of the estuary. The results of this study, combined with an analysis of the local context, can serve as a reference for monitoring water quality in the region, quantifying the influence of existing pollution, and designing strategies for sustainable management of the marine environment.

**Keywords:** Wastewater. Coastline. Pollution. Solid waste. Village of Dieu.

### INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos sólidos é uma das preocupações mais complexas enfrentadas por gestores urbanos (Bras, 2010). O rápido crescimento das populações urbanas, em especial nos países em

desenvolvimento, levou a uma mudança na composição dos resíduos sólidos produzidos por essas populações: de um perfil orgânico, como resíduos alimentares, para materiais sintéticos, como plásticos e embalagens rapidamente descartáveis (Thonart et al., 2005). Essa mudança ampliou a diferença do perfil de geração de resíduos sólidos entre áreas urbanas e rurais (Zahrani et al., 2006) e representa um grande risco para a saúde e para o meio ambiente.

A rápida urbanização e o crescimento populacional impulsionaram a geração anual de resíduos em todo o mundo. O Banco Mundial estima que, nos próximos 30 anos, a geração de resíduos aumentará 69% em comparação com os valores de 2016, o que representa um aumento de 2,1 para 3,4 bilhões de toneladas de resíduos (Banco Mundial, 2018). Além disso, esse novo perfil de resíduos urbanos, com predominância de materiais sintéticos, não é facilmente gerenciado. De fato, observam-se baixas taxas de coleta, principalmente nos países em desenvolvimento e, particularmente, nos países africanos, com uma taxa de 70% no melhor dos casos, enquanto nos países desenvolvidos, essa taxa ultrapassa 95%. Essas variações refletem disparidades em infraestrutura, políticas governamentais e comportamentos sociais.

Nos países desenvolvidos, os sistemas de gestão de resíduos são geralmente mais organizados, incluindo processos de triagem seletiva, centros de triagem eficientes e iniciativas de conscientização que promovem o envolvimento dos cidadãos (OECD, 2022). Destacam-se, entre estes, Cingapura (55,10%), Coreia do Sul (56,46%), Eslovênia (45,78%), Alemanha (46,50%) e Áustria (40,41%), os países com as maiores taxas de reciclagem em 2021 (OECD, 2022). No entanto, em vários países em desenvolvimento, as taxas permanecem baixas – geralmente abaixo de 10% – devido à falta de infraestrutura adequada, ao financiamento limitado e ao uso frequente de lixões a céu aberto (Banco Mundial, 2018). Embora quase não existam estatísticas sobre o assunto, uma visita a várias cidades de países em desenvolvimento destaca a gravidade do problema (Ben Ammar; Fouly, 2008). Essa situação pode ser observada claramente na República do Haiti, país no qual se localiza a área de interesse deste estudo.

A República do Haiti é dividida em dez departamentos, que constituem a divisão administrativa de primeiro nível dos quatro níveis de governo. Esses departamentos são subdivididos em 42 distritos, 145 comunas e 571 seções comunais. De acordo com o *Institut Haïtien de Statistique et d'Informatique* (2024), o Haiti é considerado um dos países mais desfavorecidos das Américas Latinas. O país possui cerca de 12 milhões de habitantes e é densamente povoado, com 432,43 habitantes por quilômetro quadrado. Estima-se que aproximadamente 35% da população haitiana resida no departamento Oeste do país e mais de 25% desses habitantes vivam na conurbação de Porto Príncipe, sua capital (Eliccel, 2002).

De acordo com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (2006) e *Ministère de l'Environnement* (2015), cerca de 40% da população haitiana vive em favelas de centros urbanos como Village de Dieu, em Porto Príncipe; Raboteau, na cidade de Gonaïves; e La Faussete, em Cap-Haïtien. Esses centros urbanos enfrentam uma crise ambiental multifacetada que decorre principalmente das consequências combinadas do crescimento populacional e da urbanização em massa. Além disso, a expansão das favelas nos centros urbanos tem trazido consequências para os ecossistemas marinho e terrestre, com um aumento de resíduos de todos os tipos próximos à costa (Coutin, 2005; Morain, 2016).

O litoral de Porto Príncipe é uma zona de deposição natural de sedimentos terrígenos, formando uma espessa camada de sedimentos e resíduos sólidos de mais de 20 metros. Devido a essa característica e à presença da urbanização intensa sem gestão adequada de resíduos, a região tornou-se também um grande depósito de resíduos plásticos, resinas, caixas de papelão, latas e calçados usados, que se acumulam em abundância (Claude, 1999; Desse, 2002).

Além disso, o litoral tem se tornado um local de conflitos ecológicos e sociais, associado ao crescimento das atividades econômicas. A presença de conflitos armados e de gangues na costa de Porto Príncipe, levou a uma baixa ocupação nesta área e, conseqüentemente, à falta de um serviço de coleta de resíduos sólidos (Desse, 2002). Além disso, desenvolveu-se o hábito entre os habitantes dos bairros periféricos de descartar resíduos no mar, nos rios, no canal de *Bois-de-Chêne* e nos esgotos, considerados locais abandonados. O litoral é uma ilustração extrema da desregulamentação de uma sociedade que, apesar da sua pobreza, produz uma poluição considerável e visível.

Neste trabalho, apresenta-se um levantamento da situação atual de degradação costeira, examinando o impacto das práticas de despejo de resíduos sólidos e líquidos na costa de Porto Príncipe, particularmente no Village de Dieu.

## METODOLOGIA

### Área de estudo

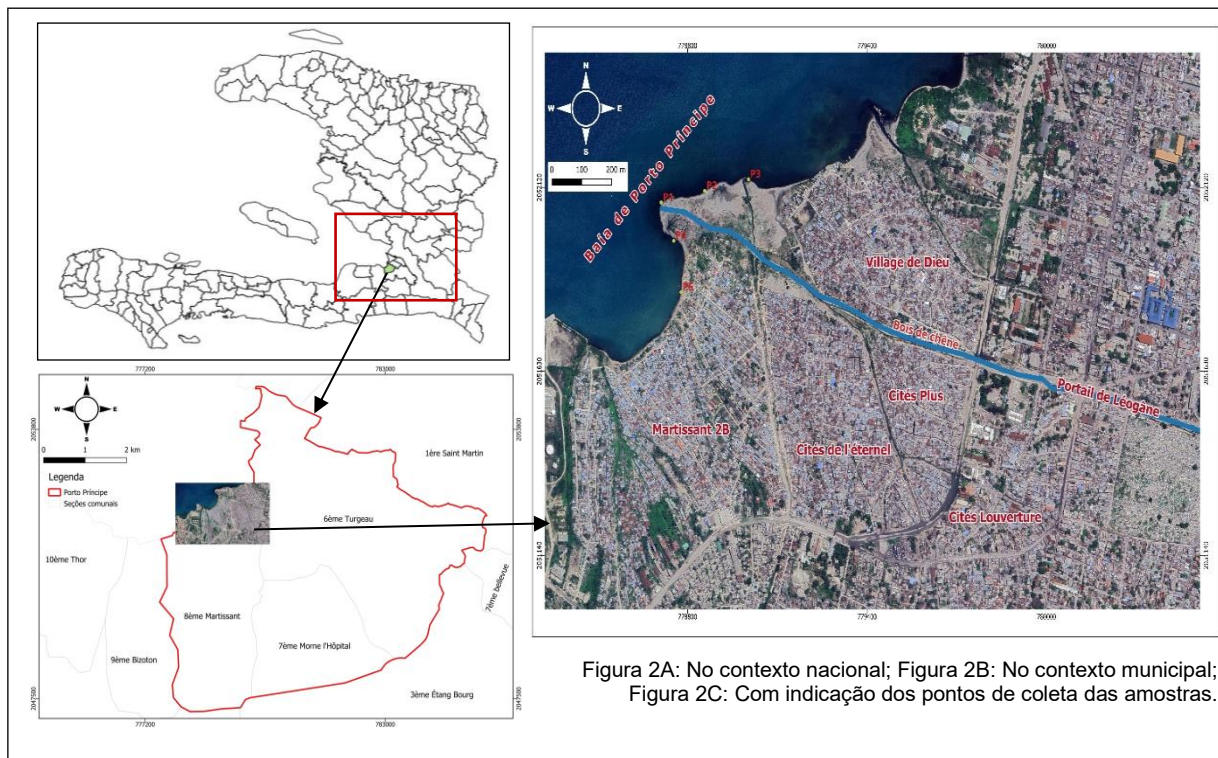
Village de Dieu é um bairro costeiro localizado no sul da comuna em uma porção da zona litorânea de Porto Príncipe, capital do Haiti. Esse bairro é marcado pela urbanização desordenada e pela extrema pobreza. Situado em terrenos baixos e sujeito a inundações, carece de infraestrutura básica, como saneamento, coleta de lixo e acesso à água potável. A ausência de um sistema adequado de gestão de resíduos sólidos resulta no descarte direto de lixo em canais e na praia, agravando a poluição marinha e o assoreamento. A população local vive sob alta vulnerabilidade ambiental, enfrentando riscos como doenças hídrico-transmissíveis, inundações e impactos das mudanças climáticas, o que torna o bairro um exemplo crítico de exclusão urbana e degradação ambiental (Morain, 2016).

Village de Dieu estende-se ao longo da baía de Porto Príncipe até o Golfo da Gonâve, uma área estratégica para a cidade e para o país (Lhérisson, 1999). Está localizada a 18°32' de latitude norte e 72°20' de longitude oeste, ocupando o sudoeste da planície do Cul-de-Sac e o sopé do Maciço de la Selle, entre o mar, a oeste; a lagoa salobra, a leste; as montanhas do *Trou d'Eau*, ao norte; e o sopé do Maciço de la Selle, ao sul (Lhérisson, 1999; Lacour, 2005).

Esse litoral é composto por várias favelas (Village de Dieu, Cité de l'Éternel, Cité Plus, Martissant 2B, entre outras) com praias arenosas, úmidas e áreas de mangue. A região também abriga instalações portuárias, como o porto de Porto Príncipe, responsável por uma parte significativa do comércio haitiano (Figura 1).

No entanto, o litoral de Porto Príncipe enfrenta vários desafios ambientais e sociais. Os ecossistemas marinhos e costeiros são vulneráveis às pressões demográficas, ao desmatamento, à poluição costeira e ao aumento do nível do mar, agravado pelas mudanças climáticas (Elizabeth et al., 2023; Ewan et al., 2024). Riscos naturais, como furacões e inundações costeiras, também estão presentes na cidade, colocando em risco tanto a população quanto a infraestrutura litorânea.

Figura 1 - Localização de área estudo no litoral do Porto Príncipe

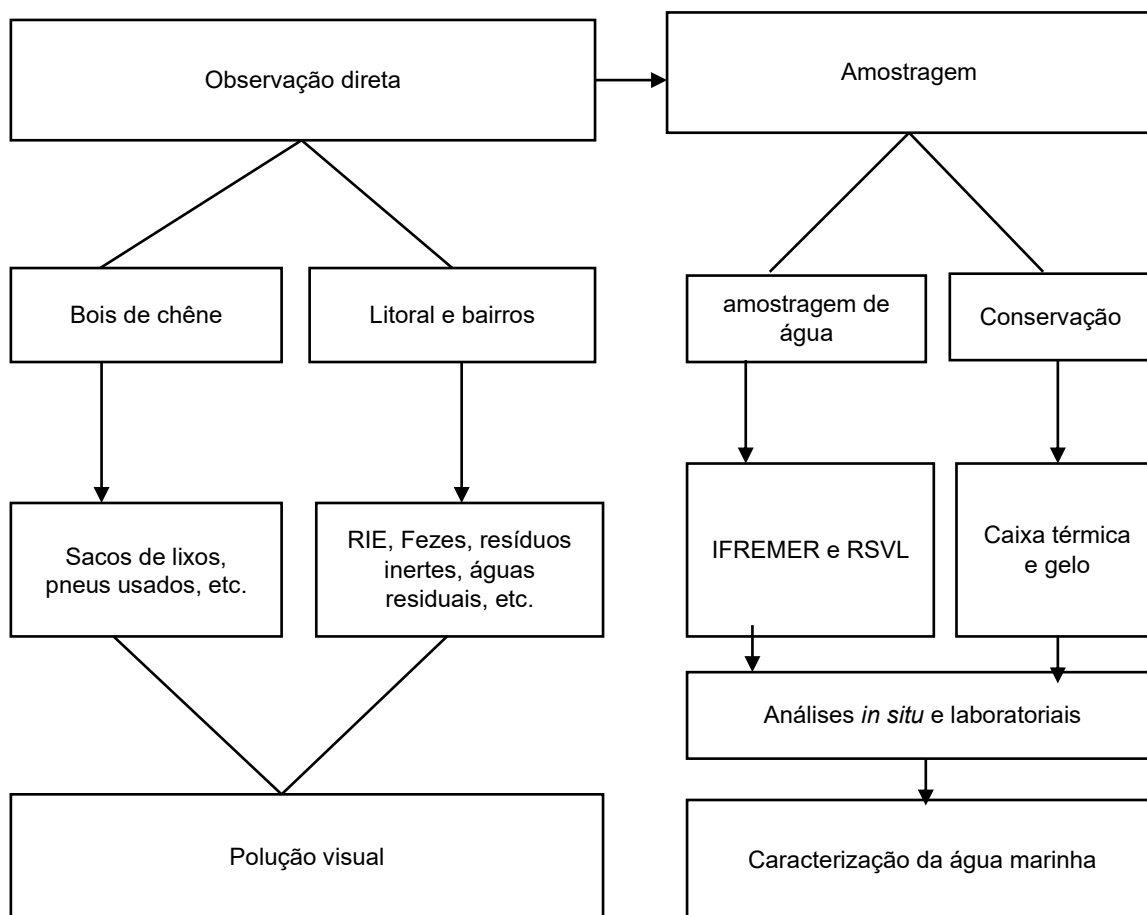


Fonte: Os autores (2025).

### Abordagem metodológica

O fluxograma abaixo ilustra as diferentes abordagens utilizadas para o estudo das consequências das práticas de despejo de resíduos sólidos no litoral de Porto Príncipe. A metodologia considera desde observações diretas – que envolvem um olhar para um local específico e avaliar o contexto, os comportamentos, as mudanças físicas, os resultados de implementação e a coleta de informações – até coleta de amostras de água na área de estudo (Figura 2).

Figura 2 - Abordagem metodológica utilizada para a realização o estudo



Elaboração: Os autores (2025). RIE (Resíduos industriais especiais); IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer); RSVL (Réseau volontaire de surveillance des lacs).

### Amostragem da água e análises físico-químicas

Visando caracterizar os parâmetros físico-químicos da água no litoral de Porto Príncipe, cinco amostras de água (P1 a P5) foram coletadas e analisadas para pH, salinidade, temperatura, sólidos em suspensão e turbidez. As coletas ocorreram a uma distância de quatro metros da linha de costa, a um metro de profundidade e com espaçamento de 20 metros entre os pontos (Figura 3).

A temperatura e o pH da água foram medidos *in situ*, com sondas previamente calibradas. A medição dos sólidos totais foi realizada em campo, a um metro de profundidade, usando uma fita métrica, sendo posteriormente comparada com os resultados da análise laboratorial.

As amostras foram armazenadas em uma caixa térmica e protegidas da luz, de acordo com os protocolos de amostragem desenvolvidos pelo *Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer* e pela *Réseau volontaire de surveillance des lacs* (IFREMER, 2007; RSVL, 2012), visando preservá-las de alterações químicas e proliferação de bactérias e plâncton.

Figura 3 - Localização dos pontos de coletas das amostras no litoral de Porto Príncipe, Haiti



Elaboração: Os autores, 2025.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### **Observação direta no canal de Bois-de-Chêne**

O canal de *Bois-de-Chêne*, que atravessa grande parte de Porto Príncipe antes de desaguar na baía, é um dos principais locais de despejo de resíduos sólidos urbanos dos moradores da região. Sem um sistema organizado de coleta e gestão, os resíduos domésticos (plásticos, resíduos de construção, orgânicos) são despejados diretamente pelos habitantes de favelas como *Cité Soleil*, no norte da cidade de Porto Príncipe, *Cité de l'Éternel* e *Village de Dieu*, no sul; e pela comuna de *Carrefour*, no oeste. Esses acúmulos, geralmente misturados a águas residuais, transformam o canal de *Bois-de-Chêne* em um conduto que transporta poluentes do continente para a costa (Figura 4).

Do ponto de vista ambiental, o acúmulo de resíduos plásticos e não biodegradáveis no canal de *Bois-de-Chêne* deteriora a qualidade da água, diminui a oxigenação e contamina os ambientes marinhos no litoral de Porto Príncipe. Corais, manguezais e pradarias marinhas, cruciais para a preservação da costa e da biodiversidade, são diretamente impactados pelo soterramento desses resíduos e pela emissão de materiais tóxicos (UNEP, 2006; IPCC, 2019). Além disso, o excesso de matéria orgânica promove a eutrofização, o que leva à multiplicação de algas nocivas e à degradação do ecossistema aquáticos (Smith et al., 1999).

Do ponto de vista socioeconômico, o despejo irregular de resíduos compromete a pesca artesanal e reduz a atratividade turística da linha costeira, agravando a fragilidade das comunidades locais – que já enfrentam os perigos de inundações e epidemias relacionadas à água (FAO, 2020). Essa situação é um reflexo, em menor escala, do que ocorre em todo o Haiti (costas, praias, ruas, canais etc.), que afeta fortemente a geração de receita turística no país. A instabilidade política e o enfraquecimento das instituições públicas criam um ambiente propício ao descaso social e ambiental, como o observado em *Bois-de-Chêne*.

Figura 4 - Descarga direta de resíduos sólidos na ravina de Bois-de-Chêne, Porto Príncipe



Fonte: Os autores, 2024.

### **Litoral de Porto Príncipe**

No litoral de Porto Príncipe, as consequências das práticas de despejo de resíduos sólidos são dramáticas e até catastróficas. Os resíduos sólidos são descartados em desacordo com as normas vigentes, e o lixo doméstico é abundante na costa de Porto Príncipe e em quase todas as áreas costeiras haitianas (Angrand, 2011; Morain, 2016). Em bairros como *Cité de l'Éternel*, *Cité 9*, *Cité Plus*, *Martissant 2B* e, especialmente, *Village de Dieu*, o lixo é jogado no perímetro da foz (Figura 5).

Essas práticas têm impactos significativos sobre o ecossistema marinho, especialmente nos manguezais, que são locais de ponte para peixes, sobre as migrações, além das mortes causadas pela poluição do canal de madeira de carvalho, e, até mesmo, sobre as comunidades que ali vivem. Os resíduos domésticos e similares são cobertos de lama e óleos, criando uma cena desagradável.

O despejo de esgoto não tratado na costa apresenta vários perigos: (1) um risco para a saúde da população, devido a doenças de peixes e contaminação bacteriana de moluscos e praias, (2) um risco ecotoxicológico, devido a mudanças ecológicas, como a esterilização do fundo do mar, o aumento da turbidez resultante de sólidos suspensos e da entrada de nutrientes, (3) um risco econômico, causado pelo desequilíbrio na pesca, que é uma importante fonte de proteína, emprego e renda para famílias pobres em países em desenvolvimento (Mompoin; Theleys, 2004).

Além disso, não se observam iniciativas governamentais para solucionar as práticas de despejo de resíduos sólidos na costa haitiana. De acordo com Desse (2002), a maior parte dos resíduos sólidos observados no litoral é composta por plásticos, de aparência desagradável, que acabam nos mares e oceanos.

Figura 5 - Exposição de resíduos sólidos no litoral de Porto Príncipe



Fonte: Os autores, 2024.

### **Caracterização físico-química da água marinha no litoral de Porto Príncipe**

A análise físico-química das águas marinhas ao longo da costa de Porto Príncipe revela um ambiente fortemente afetado pelas atividades humanas. A Tabela 1 mostra os valores médios desses parâmetros medidos, incluindo pH, salinidade, sólidos suspensos, temperatura e turbidez.

O pH médio registrado é de 7,8 ( $\pm 0,524$ ), indicando uma natureza ligeiramente alcalina da água, mas suscetível a flutuações locais devido a descargas orgânicas e contribuições de águas residuais do canal *de Bois-de-Chêne*. A salinidade média foi de 34,3 mg/l ( $\pm 2,457$ ), refletindo variações sazonais causadas pela precipitação pluviométrica e escoamento de água doce. A concentração de sólidos em suspensão é particularmente elevada, atingindo uma média de 110,8 mg/L de TSS ( $\pm 15,007$ ), resultado direto da erosão do solo, do impacto de resíduos sólidos e das descargas urbanas.

A temperatura média foi de 30,1°C ( $\pm 0,158$ ), com picos durante o verão, o que aumenta o estresse térmico sobre os organismos marinhos. A concentração de sólidos suspensos contribui para o aumento significativo da turbidez em um valor médio de 36,1 NTU ( $\pm 2,139$ ). No entanto, os coeficientes de variação (CVs) calculados demonstram níveis distintos de variabilidade para cada parâmetro. A temperatura tem uma dispersão muito baixa ( $CV < 5\%$ ), indicando condições térmicas homogêneas. O pH e a turbidez apresentam dispersão moderada ( $CV \sim 6\%$ ), enquanto a salinidade ( $CV < 10\%$ ), os sólidos suspensos ( $CV > 10\%$ ) apresentam variabilidade espacial e/ou temporal significativa. Essa heterogeneidade sugere uma influência pronunciada de fatores locais, como entradas de rios ou processos de erosão e ressuspensão de sedimentos.

Tabela 1 - Parâmetros físico-químicos das águas marinhas na costa de Porto Príncipe

| Parâmetros | Método de medição | Médio $\pm$ DP   | Coefficiente de variação | Unidade |
|------------|-------------------|------------------|--------------------------|---------|
| pH         | Medidor de pH     | 7,8 $\pm$ 0,524  | 6,01%                    | ...     |
| Salinidade | Salinometer       | 34,3 $\pm$ 2,457 | 7,14%                    | mg/l    |

|                      |                     |                |        |          |
|----------------------|---------------------|----------------|--------|----------|
| Sólidos em suspensão | Espectrofotométrico | 110,8 ± 15,007 | 13,54% | mg/l TSS |
| Temperatura          | Medidor de TDS      | 30.1 ± 0,158   | 0,52%  | °C       |
| Turbidez             | Nefelométrico       | 36,1 ± 2,139   | 5,92%  | NTU      |

Elaboração: Os autores, 2025.

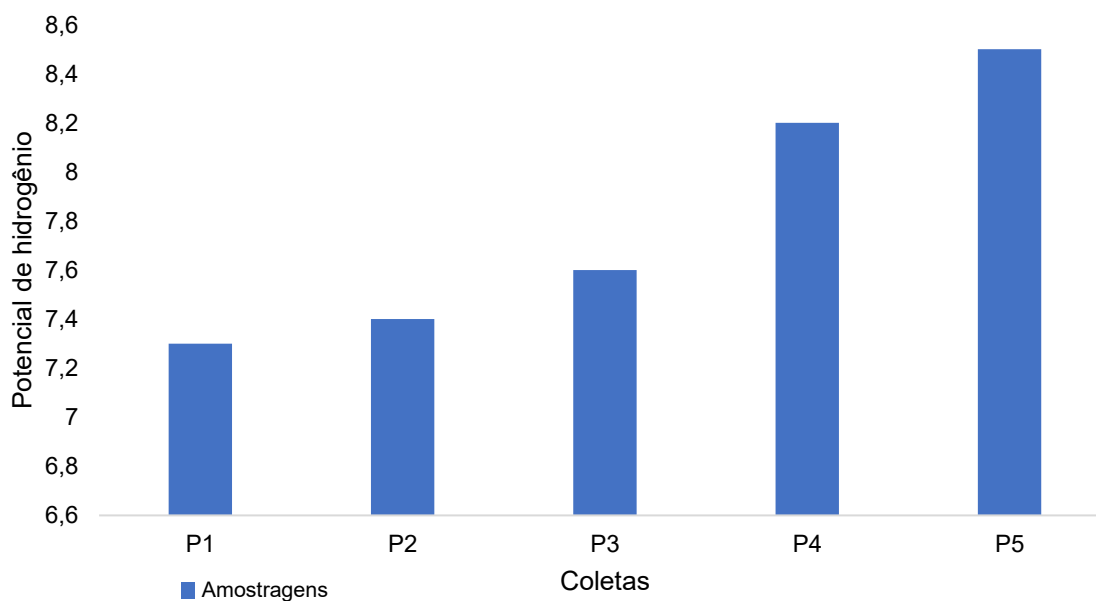
### Potencial de Hidrogênio (pH)

O pH, como medida científica, pode ser determinado por eletrodos ou espectrofotometria. Seu valor varia com a pressão e a temperatura se for determinado em condições diferentes de pressão (1 atm) e temperatura (25°C) (Carlos et al., 2017). Em pH = 7,0, a solução é neutra; em um pH abaixo de 7,0, é ácida e, em um pH acima de 7,0, é alcalina (básica). Uma mudança de uma unidade de pH faz com que a concentração de íons de hidrogênio varie por um fator de 10. Uma pequena mudança no pH pode, portanto, alterar significativamente a química da água marinha e estuarina (CCME, 1999).

Os valores de pH das amostras oscilaram entre 7,3 e 8,5 (Figura 6), indicando ligeira alcalinidade. No entanto, a salinidade, a temperatura e a degradação da matéria orgânica influenciam o potencial de hidrogênio (pH) de um lugar para outro. Segundo pesquisadores oceanográficos (CCME, 1999; Stoica et al., 2014), o pH das águas marinhas variando entre 7,0 e 8,7 promove o desenvolvimento normal da fauna e da flora.

No entanto, os valores de pH da água do mar não são usados apenas para quantificar o CO<sub>2</sub> nos oceanos, mas também como dados para monitorar a qualidade da água do mar, por exemplo, para a identificação de anomalias significativas relacionadas à poluição ou como dados termodinâmicos, pois a atividade de prótons livres é crucial em estudos de especiação de elementos ácido-base ou equilíbrios (Liu et al., 2006; Stoica et al., 2014).

Figura 6 - Potencial de hidrogênio na costa de Porto Príncipe



Elaboração: Os autores, 2025.

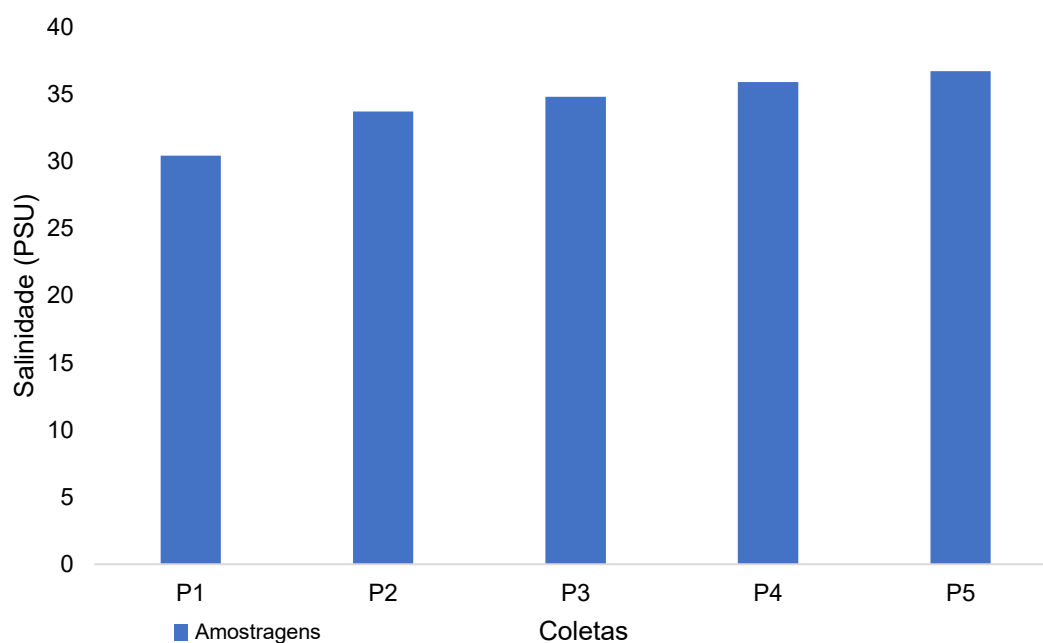
A variação do pH da água costeira do Porto Príncipe é influenciada por fatores naturais e antropogênicos. Em condições marinhas padrão, o pH da água do oceano tem se mantido inalterado por milhares de anos em torno de 8,2, consequência da capacidade de tamponamento do sistema carbonato (Carlos et al., 2017). No entanto, vários fatores no litoral de Porto Príncipe influenciam esse valor. Descargas diretas de águas residuais não tratadas, poluição industrial e efluentes agrícolas carregados com substâncias orgânicas levam a uma intensa decomposição bacteriana que libera dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e causa acidificação local com níveis de pH abaixo da média oceânica. Além disso, a chegada de água doce e poluentes através de canais (*Bois-de-Chêne*, *Bourdon*), como

resultado de chuvas intensas, causa uma redução do suprimento de alcalinidade e cria áreas com pH mais baixo. No entanto, em algumas áreas costeiras onde a evaporação é alta e o movimento da água é baixo, o pH pode ser aumentado devido à concentração de sal e à atividade fotossintética de algas e leitos de ervas marinhas (Aurora, et al., 2021).

### Salinidade

De acordo com Gilles (2010), os sais no mar vêm de águas superficiais, nas quais os íons da degradação das rochas são dissolvidos. Essa teoria afirma que a salinidade média dos mares tem sido constante por vários bilhões de anos e que permanecerá assim. Contudo, Alain (2001) afirmou que o teor normal de salinidade das águas oceânicas varia entre 33 e 37 PSU (*Practical Salinity Units*) dependendo da região e das condições ambientais (evaporação, precipitação, entradas fluviais, etc.). Assim, a salinidade da água marinha no litoral do Porto Príncipe (Figura 7) geralmente flutua entre 30,4 e 36,7 PSU (*Practical Salinity Units*), o que representa uma faixa ligeiramente inferior à medida em mar aberto, geralmente em torno de 35 PSU.

Figura 7 - Grau de salinidade ao nível da costa de Porto Príncipe



Elaboração: Os autores, 2025.

A presença de cursos d'água, como o canal de *Bois-de-Chêne* e o rio *Froide*, que deságuam na costa de Porto Príncipe promove a diminuição da salinidade, principalmente após fortes chuvas ou durante a estação chuvosa. Os valores de salinidade de 30,4 a 36,7 PSU encontrados para a área são explicados pela interação entre as entradas de água doce (rios e chuvas), evaporação, circulação limitada de correntes marinhas e atividades humanas.

As variações de salinidade existentes na região, causadas por esses fatores, têm consequências significativas para os ecossistemas costeiros. O litoral de Porto Príncipe abriga manguezais, leitos de ervas marinhas e recifes de coral que são particularmente receptivos às flutuações de salinidade. No entanto, um declínio de longo prazo nos valores de salinidade observados pode colocar os organismos marinhos sob estresse, reduzir sua capacidade de resistir a outros estresses (poluição, turbidez, aumento da temperatura) e promover a extinção de espécies vulneráveis. Além disso, a combinação de poluição urbana e mudanças na salinidade intensifica a deterioração da qualidade da água, colocando em risco os recursos pesqueiros locais e os serviços ecossistêmicos (Abelho et al., 2021; Dildar et al., 2025).

### Sólidos em suspensão

Os insumos fluviais são a principal fonte de sólidos em suspensão (nutrientes, matéria orgânica e sedimentos) nos ecossistemas marinhos. Em oceanografia, sólidos suspensos são considerados qualquer coisa que passe por um filtro com porosidade de cerca de  $0,5\mu\text{m}$  (Claire, 1986). A cada ano, entre 15 e 20 bilhões de toneladas de sedimentos são, em média, transferidas dos continentes para os oceanos pelos rios (Owens et al., 2005).

Os sólidos em suspensão contribuem para a modificação da composição química do ambiente aquático, carregando muitos elementos potencialmente poluentes, como metais e certos compostos orgânicos (Foster; Charlesworth, 1996; Birgand et al., 2004). No Haiti, a cada ano, as costas recebem mais de um milhão de toneladas de sedimentos devido a inundações costeiras (FAO et al., 1988; Ministério da Agricultura dos Recursos Naturais e Desenvolvimento Rural, 2012).

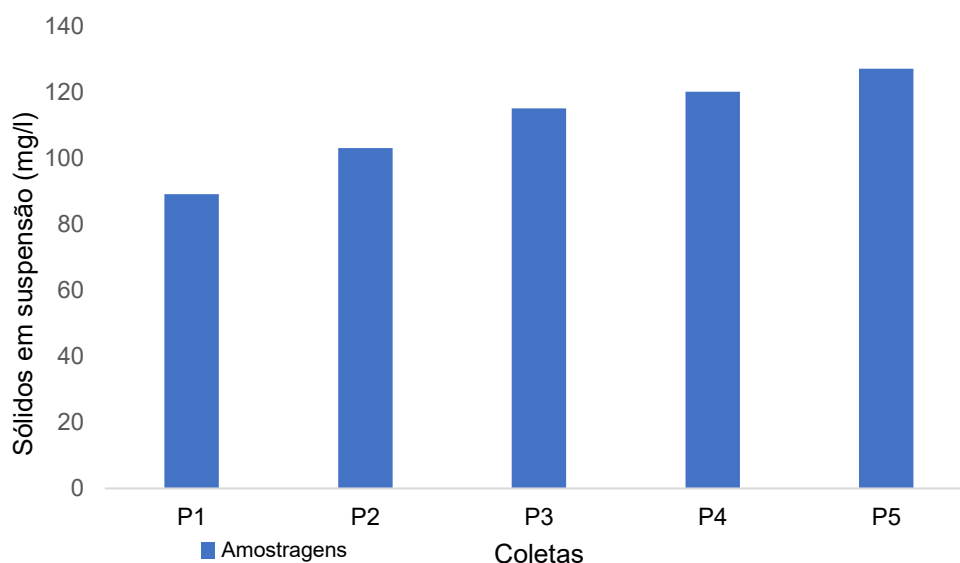
Os sólidos em suspensão podem impactar seriamente o ecossistema marinho, causando alterações na morfologia dos sistemas costeiros e habitats sedimentares, impacto nas rotas marítimas e no acesso às áreas portuárias, além de serem vetor de contaminantes adsorvidos nas partículas em suspensão (Chapalain, 2019). Além disso, constituem o principal modo de transporte de poluentes nos sistemas de esgoto combinados durante os períodos chuvosos (Hannouche et al., 2011).

Ao nível da costa de Porto Príncipe, a concentração de sólidos em suspensão é mais baixa no ponto P1, ligeiramente inferior a  $100\text{ mg/L}$ , o que indica que a poluição visual e as consequências das práticas de descarte de resíduos são menores neste ponto. Nos locais P2 a P5, a concentração de sólidos suspensos aumenta gradualmente, atingindo um máximo próximo a  $127\text{ mg/L}$  (Figura 8). Esse aumento gradual indica um aumento na entrada de sólidos em suspensão, associada a atividades humanas (descarga de águas residuais, escoamento de áreas urbanas, descargas de áreas industriais etc.) ou a fenômenos naturais (erosão costeira, sedimentação).

As principais contribuições vêm do escoamento de águas pluviais e da descarga direta de canais como *Bois-de-Chêne* e *Bourdon*, que contêm partículas e sedimentos resultantes da erosão das encostas das bacias hidrográficas, bem como do transporte de resíduos sólidos e das descargas industriais não tratadas.

A presença de sólidos em suspensão tem vários impactos na qualidade da água e nos ecossistemas marinhos. O aumento da turbidez reduz a infiltração da luz solar, dificultando a fotossíntese dos leitos de ervas marinhas e corais, o que leva a um declínio na produtividade primária e compromete as cadeias alimentares costeiras (Aurora, et al., 2021). Ademais, as partículas finas frequentemente carregam contaminantes como metais pesados, hidrocarbonetos e pesticidas, que são depositados nos sedimentos e podem ser reintroduzidos na coluna d'água com eventos turbulentos, podendo afetar a qualidade dos habitats bentônicos (Gokul et al., 2023).

Figura 8 - Nível de sólidos suspensos na costa de Porto Príncipe



Elaboração: Os autores, 2025.

## Temperatura

A temperatura desempenha um papel crucial na preservação das espécies marinhas e na compreensão do funcionamento do ambiente marinho, variando de  $-2^{\circ}\text{C}$ , que é, aproximadamente, a temperatura de congelamento da água do mar, até um pouco mais de  $30^{\circ}\text{C}$  (Lloyd et al., 2004; Lough, 2012). O aumento antropogênico do efeito estufa tem três consequências principais para o ambiente marinho costeiro: o aumento da superfície marinha, o aumento da concentração de dióxido de carbono na água do mar e, finalmente, o aumento da temperatura da água do mar.

As populações marinhas são particularmente sensíveis ao aumento das temperaturas. Os organismos móveis se deslocam, enquanto os organismos fixos sofrem episódios de mortalidade mais ou menos graves (Laubier, 2003). Como resultado, as recentes mudanças climáticas induzidas pelo homem já afetam a biodiversidade marinha global, alterando a distribuição e abundância de espécies, que levam a mudanças na estrutura da comunidade que impactam negativamente a função do ecossistema (Brown et al., 2022).

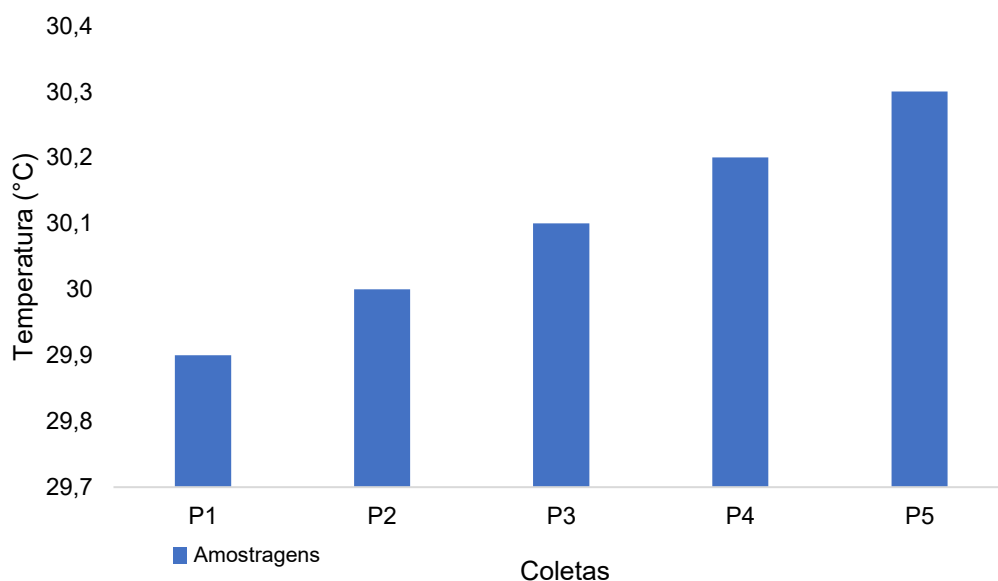
As temperaturas da água ao longo da costa de Porto Príncipe apresentam flutuações sazonais significativas, influenciadas por vários fatores, como o clima tropical, as precipitações, a contribuição de canais de água doce e o impacto das mudanças climáticas. Os meses mais quentes (geralmente de maio a outubro) são caracterizados por temperaturas que muitas vezes excedem  $30^{\circ}\text{C}$ . A amplitude térmica de  $29,9$  a  $30,3^{\circ}\text{C}$  é, portanto, característica do verão e está condicionada a fenômenos climáticos (Huang et al., 2025).

Além disso, a temperatura da água marinha varia de  $29,9$  a  $30,3^{\circ}\text{C}$  na costa de Porto Príncipe (Figura 9), refletindo as condições tropicais da região, influenciadas por fatores geográficos, sazonais e antropogênicos. Durante a estação quente (junho a novembro), quando as temperaturas frequentemente ultrapassam os  $30^{\circ}\text{C}$ , a exposição solar intensa e o baixo movimento da água na baía ajudam a criar condições favoráveis para a estratificação térmica.

No entanto, durante a estação fria (dezembro a maio), as temperaturas oscilam entre  $27$  e  $28^{\circ}\text{C}$ , com flutuações bastante limitadas em comparação com as regiões temperadas. Essas variações, embora limitadas, influenciam diretamente os ecossistemas marinhos. O estresse térmico nos corais, induzido pela temperatura excessiva, aumenta a probabilidade de branqueamento. Temperaturas elevadas também influenciam a capacidade de solubilização do oxigênio dissolvido, causando uma degradação na qualidade dos habitats marinhos (Rachel et al., 2022; Ferdinand et al., 2024).

Além disso, a água doce dos canais pode diminuir temporariamente a temperatura em alguns locais, devido à pulsos de forte precipitação, gerando variações microtérmicas que modificam a distribuição dos organismos aquáticos (Paul et al., 2018).

Figura 9 - Temperatura da água na costa de Porto Príncipe



Elaboração: Os autores, 2025.

### **Turbidez**

A turbidez refere-se à quantidade de partículas suspensas presentes na água, incluindo substâncias coloidais, substâncias insolúveis, matéria orgânica e inorgânica em partículas finas, plâncton e outros microrganismos. De acordo com Maréchal et al. (2001) e Ifremer et al. (2007), a turbidez é um indicador da transparência da água, que pode ser alterada pela presença de partículas em suspensão e matéria coloidal na água (lodos, argilas, micro-organismos, etc.).

A alta turbidez da água reduz a fotossíntese das algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, comprometer a ictiofauna e influenciar a alimentação dos bivalves e de outras espécies de pescado, o que não ocorreu nos pontos estudados (CESP, 2000). Quanto menor a turbidez da água, maior a capacidade de concentração dos moluscos (Paoletti, 1978). A turbidez é influenciada pelas partículas em suspensão, como as microalgas; uma baixa concentração dessas microalgas na água, além de resultar em uma baixa turbidez, aumenta a capacidade de filtração de bivalves (Solic et al., 1999; Galvão et al., 2006).

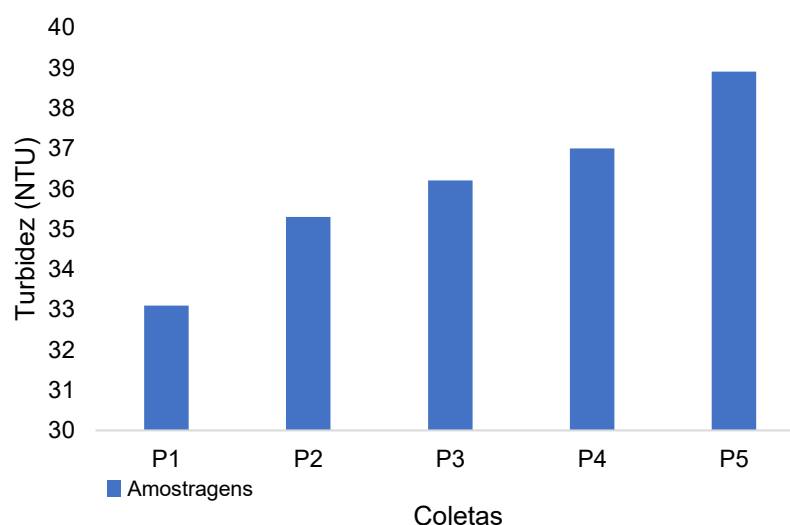
A turbidez mínima foi encontrada no ponto 1 (P1), com valor de 33 NTU (Unidades Nefelometrias de Turbidez), indicando que a água do mar, nesse local, é relativamente mais clara em comparação com os demais. Além disso, a turbidez aumenta gradualmente de P2 para P5 e atinge um pico de 39 NTU em P5 (Figura 10), isso se deve a uma implicação de uma maior concentração de partículas suspensas neste ponto.

Essa diferença pode ser explicada pela proliferação de algas e pelo escoamento urbano por vários fatores, como a descarga de águas residuais no canal Bois-de-Chêne. A alta turbidez em P5 é um reflexo do aumento da poluição, devido à uma contribuição significativa de sedimentos e sólidos em suspensão, o que afeta a qualidade das águas e a saúde dos ecossistemas marinhos ao longo da costa de Porto Príncipe.

Durante a estação chuvosa, os canais *Bois-de-Chêne* e *Bourdon* carregam grandes volumes de sedimentos, resíduos sólidos e substâncias orgânicas, causando um aumento significativo nos níveis de turbidez no litoral. Durante a estação seca, embora a turbidez diminua ligeiramente, permanece alta devido a incessantes descargas domésticas e industriais, à renovação limitada de corpos d'água e à ressuspensão de sedimentos por correntes e atividades portuárias.

Essas flutuações têm consequências ecológicas significativas: valores persistentemente altos levam ao declínio dos recifes de coral já em risco, promovem a eutrofização e prejudicam a produtividade dos ecossistemas costeiros (Newport et al., 2021). Além disso, a turbidez elevada amplia o acúmulo de poluentes adsorvidos em partículas suspensas, exacerbando a poluição química dos ecossistemas marinhos. Do ponto de vista socioeconômico, valores de turbidez elevados são prejudiciais para a pesca artesanal, a qualidade sanitária da água e a atratividade da costa.

Figura 10 - Turbidez da água do mar da costa de Porto Príncipe



Elaboração: Os autores, 2025.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A preservação do meio ambiente requer, antes de tudo, consciência social; depois vontade política e, finalmente, a mobilização de todos os meios socioeconômicos em níveis nacional e internacional. Esse processo complexo assenta essencialmente em uma alavanca comum: cidadania, consciencialização, compreensão e informação.

Os resultados obtidos a partir das análises físico-químicas de cinco amostras de água colhidas em diferentes pontos revelaram a má qualidade da água ao largo da costa de Porto Príncipe. Os valores médios desses parâmetros analisados são consistentes com as condições geralmente observadas na costa de Porto Príncipe e na região estuarina. Essas observações indicam poluição significativa das águas costeiras, causada pelo despejo direto de resíduos sólidos no *Village de Dieu*.

No entanto, as consequências dessas práticas de despejo ao longo da costa de Porto Príncipe têm graves repercussões sobre a saúde humana, os padrões de vida e o equilíbrio ecológico. Elas contribuem para a propagação de doenças transmitidas pela água (cólera, febre tifóide, diarreia, etc.), deterioram as condições de higiene e reduzem as oportunidades econômicas associadas à pesca e ao turismo. Além disso, o acúmulo de plásticos, sedimentos e poluentes sufoca os ambientes marinhos, levando à morte de peixes.

A extinção gradual de corais, manguezais e prados de ervas marinhas está colocando em risco serviços ecossistêmicos cruciais, como proteção costeira e reprodução de espécies. Portanto, ações urgentes de gestão ecológica devem ser implementadas para reduzir a deterioração constante dos depósitos de resíduos sólidos na costa de Porto Príncipe e proteger os ecossistemas marinhos e o bem-estar da população.

Espera-se, assim, que este artigo pode servir de trampolim para promover iniciativas de gestão de resíduos sólidos, melhorar a equidade ambiental e apoiar políticas públicas que preservem o meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

- ABELHO, M., RIBEIRO, R., MOREIRA-SANTOS, M. Salinity Affects Freshwater Invertebrate Traits and Litter Decomposition. *Diversity*, v. 13, n. 11, p. 1-15, 2021. <https://doi.org/10.3390/d13110599>
- ALAIN, M. Eutrophisation des eaux marines et saumâtres en Europe, en particulier en France, p. 64, 2001.
- ANGRAND, Y. Influence des facteurs socio-économiques sur la production et la gestion des déchets dans la zone métropolitaine de Port-au-Prince. Mémoire de fin d'étude, **FSA de l'Université Caraïbe**, p. 99, 2011.
- AURORA, M. R.; MELISSA, W.; TESSA, M. H.; ERIC, S.; KRISTY, J. K.; YUICHIRO, T.; SARAH, M.; PRIYA, S.; AARON, T. N.; KRISTEN, E.; BRIAN, G. Coast-wide evidence of low pH amelioration by seagrass ecosystems. *Global change Biology*, v. 27, n. 11, p. 2580 - 2591, 2021. <https://doi.org/10.1111/gcb.15594>
- BANQUE MONDIALE. La production mondiale de déchets augmentera de 70 % d'ici 2050 si rien ne change rapidement. USA, 2018. Disponível em: [Selon un nouveau rapport, la production mondiale de déchets augmentera de 70 % d'ici 2050 si rien ne change rapidement](#). Acesso em 10 abr. 2025.
- BEN AMMAR, S.; FOULLY, B. Situation des déchets dans les pays en développement et défis de leur caractérisation. *Techniques Science Méthodes*, n. 4, p. 97-108, 2008. <https://doi.org/10.1051/tsm/200804097>
- BIRGAND, F.; JULIE, L.; CATHRINE, G.; ÉMILIE, N.; NICOLAS, G.; CHANTA, G.O. Mesure des flux et échantillonnage des matières en suspension sur de petits cours d'eau. p. 21-35, 2004.
- BRAS, A. Eléments pour une définition de la problématique de l'assainissement urbain en Haïti : le cas de Port-au-Prince, Université Quisqueya, Haïti, p. 213, 2010. Disponível em: [éléments pour une définition de la problématique de la propreté urbaine en haïti : le cas de port-au-prince](#). Acesso em 10 abr. 2025
- BROWN, S. C.; CAMILLE, M.; JORGE, G. M.; ELINE, D. L.; DAMIEN, A. F. Faster ocean warming threatens richest areas of marine biodiversity. *Wiley*, v. 28, n. 19, p. 5849-5858, 2022. <https://doi.org/10.1111/gcb.16328>

- CARLOS, A. R. S.; THAISE, M. S.; ESTEFAN, M. F.; HUMBERTO, M. R.; JOSÉ, A. B. N.; RAIMUNDO, D. Acidificação dos oceanos em um sopro: prática educacional para construção de conhecimento das mudanças globais. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 8, p. 49-65, 2017.
- CCME - Conseil Canadien des Ministres de l'Environnement. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique, p. 15, 1999.
- CESP- Companhia Energética de Saneamento de São Paulo. Programa de manejo pesqueiro de trabalho 2000–2001 São Paulo: **CESP–UHE** Engenheiro Sérgio Motta, 2000.
- CHAPALAIN, M. Dynamique des matières en suspension dans la mer côtière : caractérisation, quantification et interactions sédiments/matière organique. **HAL open science**, p. 348, 2019.
- CLAIRE, C. M. Principaux éléments des particules en suspension de la Méditerranée occidentale. **Laboratoire de Physique et Chimie Marines**, p. 11, 1986.
- CLAUDE, G. A. Problèmes environnementaux dans la région métropolitaine de Port-au-Prince. dans : HOLLY G., 1999 - Les problèmes environnementaux de la région métropolitaine de Port-au-Prince. Port-au-Prince, Commission pour la commémoration du 250e anniversaire de la fondation de la ville de Port-au-Prince, p. 89–117, 1999.
- COUTIN, F. A. Contribution à la caractérisation physico-chimique des déchets solides du marché pour une proposition de meilleure gestion : étude de cas : Port-au-Prince. Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire de l'**Université d'État d'Haïti**, p. 74, 2005.
- DESSE, M. Pression anthropique et dégradation des côtes haïtiennes : l'exemple du golfe de la Gonâve. **Cahiers d'Outre-Mer**, v. 55, n. 219, p. 325–344, 2002. <https://doi.org/10.4000/com.1018>
- DILDAR, T., CUI, W., IKHWANUDDIN, M., MA, H. Aquatic Organisms in Response to Salinity Stress: Ecological Impacts, Adaptive Mechanisms, and Resilience Strategies. **Biology**, v. 14, n. 6, p. 1-31, 2025. <https://doi.org/10.3390/biology14060667>
- ELICCEL, P. Causes et conséquences socio-économiques des bidonvilles en Haïti. **CTPEA**, Port-au-Prince, p. 50, 2002.
- ELIZABETH. A.; MACAFEE.; ANSJE. J. L. Multi-scalar interactions between mismanaged plastic waste and urban flooding in an era of climate change and rapid urbanization. **Wiley**, v. 11, n. 2, p. 1-13, 2023. <https://doi.org/10.1002/wat2.1708>
- EWAN T.; JUAN P. D.; ANDREA. Z. B.; ANDREA. C.; GABRIEL. O. C.; GEMA. C.; CINDY C. C. Effects of climate change on marine coastal ecosystems – A review to guide research and management. **Biological Conservation**, v. 289, p. 1-22, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110394>
- FAO - Food and Agriculture Organization. Érosion en ravine en Haïti, 1988.
- FAO - Food and Agriculture Organization. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. **Sustainability in action**, p. 224, 2020.
- FERDINAND, P.; RAINE, A. D.; HOLLY, V. M.; ROGER, M. N.; HOLLIE, M. P.; ROSS, C. Heat stress and bleaching in corals: a bioenergetic model. **Coral Reefs**, v. 43, p. 1627-1645, 2024. <https://doi.org/10.1007/s00338-024-02561-1>
- FOSTER, I. D. L.; CHARLESWORTH, S. M. Métaux lourds dans le cycle hydrologique : tendances et explications, Processus hydrologiques. v. 10, n. 2 p. 227–261, 1996. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1085\(199602\)10:2<227::AID-HYP357>3.0.CO;2-X](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1085(199602)10:2<227::AID-HYP357>3.0.CO;2-X)
- GALVÃO, J. A.; ÉRIKA, F. F.; EDUARDO, O. S.; ERNANI, P.; MARÍLIA, O. CULTIVADO NA REGIÃO DE UBATUBA, SP. *Staphylococcus aureus*, v. 30, n. 6, p. 6, 2006. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000600013>
- GILLES, B. Biodiversité en milieu marin : synthèse et recommandations en sciences environnementales et sociales. Rapport pour l'Ifremer sur l'expérience collective en matière de biodiversité marine, p. 138, 2010.
- GOKUL, T.; KUMAR, K. R.; VEERAMANI, V.; ARUN, A.; BALAJI, P.; CATERINA, F. Impact of particulate pollution on aquatic invertebrates. **Environmental Toxicology and Pharmacy**, v. 100, p. 104-146, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2023.104146>

- HUANG. W.; HAORAN. L.; ZHANG. T.; CHEN. Z. Spatiotemporal variation characteristics and forecasting of the sea surface temperature in the North Indian Ocean. **Frontiers**, v. 12, p. 1-14. | <https://doi.org/10.3389/fmars.2025.1543177>
- HANNOUCHE, A.; CHEBBO, G.; RUBAN, G.; TASSIN, B.; JOANNIS, C. Relation entre la turbidité et les solides en suspension dans un système d'égouts unitaires. **Techniques Science Méthodes**, n. 10, p. 42–50, 2011. <https://doi.org/10.1051/tsm/201110042>
- IFREMER - Institut Français de Recherche de l'Exploitation de la Mer. Guide pour le prélèvement d'échantillons marins pour l'analyse de contaminants chimiques. France, p. 25, 2007.
- IHSI - Institut Haïtien de Statistique et d'Informatique. Population totale âgée de 18 ans et plus, ménages et densités estimées en 2015. Direction des statistiques démographiques et sociales, p. 131, 2015. Disponível em: [Population Totale, Population De 18 Ans Et Plus Ménages Et Densités Estimés En 2015 - DocsLib](#). Acesso em 20 abr. 2025.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate (SROCC), p. 765, 2019.
- LACOUR, J. Caractérisation des substances azotées et phosphatés contenues dans les effluents liquides du ravin du Bois de Chêne (Port-au-Prince). Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire de l'**Université d'État d'Haïti**, p. 77, 2005.
- LAUBIER, L. Changement et vulnérabilité des populations marines côtières. Opinions. **Géosciences**, v. 335, n. 6–7, p. 561–568, 2003. [https://doi.org/10.1016/S1631-0713\(03\)00106-8](https://doi.org/10.1016/S1631-0713(03)00106-8)
- LHÉRISSON, G. Les caractéristiques générales de la région métropolitaine de Port-au-Prince. Dans : Holly. G. (ED. Problèmes environnementaux dans la zone métropolitaine de Port-au-Prince. Commission pour la commémoration du 250e anniversaire de la fondation de la ville de Port-au-Prince, Port-au-Prince, Haïti, p. 230, 1999.
- LIU, X.; ALECK. Z. W.; ROBERT, H. B.; ERIC, A. K.; RENATE, E. B.; Mesures spectrophotométriques du pH in situ: évaluations en laboratoire et sur le terrain des performances instrumentales. **Environ. Sci. Technol.**, v. 40, p. 5036–5044, 2006. <https://doi.org/10.1021/es0601843>
- LLOYD. S.; PECK. K. E. W.; DAVID M. B. Extreme sensitivity of biological function to temperature in Antarctic marine species. **British Ecological Society**. v. 18, n. 5, p. 625-630, 2004. <https://doi.org/10.1111/j.0269-8463.2004.00903.x>
- LOUGH, J. M. Small change, big difference: Sea surface temperature distributions for tropical coral reef ecosystems, 1950–2011. **Journal of Geophysical Research**, v. 117, p. 1-11, 2012. <https://doi.org/10.1029/2012JC008199>
- MARÉCHAL, A.; AUMOND, M.; RUBAN, G. Mise en œuvre de la turbidimétrie pour évaluer la pollution des eaux usées. **La Houille Blanche**, v. 87, n. 5, p. 81–86, 2001. <https://doi.org/10.1051/lhb/2001061>
- MARNDR - Ministère de l'Agriculture, des Ressources naturelles et du Développement rural. Programme d'atténuation des catastrophes naturelles (PMDN), financé par la Banque interaméricaine de développement (BID): Don 2187/GR-HÁ, p. 66, 2012.
- MDE - Ministère de l'Environnement. Programme d'action national aligné sur la lutte contre la désertification, p.104, 2015.
- MOMPOINT, M.; THELEYS, K. Évaluation des risques écologiques générés par les effluents liquides urbains dans l'écosystème de la Baie de Port-au-Prince : Première approche méthodologique. Faculté des sciences, de l'ingénierie et de l'architecture de l'**Université Quisqueya**, Port-au-Prince, Haïti, p. 72, 2004.
- MORAIN, A. K. Identification des enjeux de la littoralisation liés à l'environnement marin au niveau de la commune de Cité Soleil, Haïti. **Universidade Caraïbes**, p. 80, 2016.
- NEWPORT, C.; PADGET, O.; BURT DE PERERA, T. High turbidity levels alter coral reef fish movement in a foraging task. **Scientific Reports**, v. 11, p. 59-76, 2021. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-84814-5>
- OECD -Organisation for Economic Co-operation and Development. Global Plastics Outlook: Policy Scenarios to 2060. **OECD**, p. 283, 2022. <https://doi.org/10.1787/aa1edf33-en>.

OWENS, P. N.; BATALLA, R. J.; COLLINS, A. J.; GOMEZ, B.; HICKS, D. M.; HOROWITZ, A. J.; KONDOLF, G. M.; MARCEN, M.; PAGE, M. J.; PEACOCK, D. H.; PETTICREW, E. L.; SALOMONS, W.; TRUSTRUM, N.A. Fine-grained sediment in river systems: environmental significance and managements issues. **River Research and Applications**, v. 21, p. 693-717, 2005. <https://doi.org/10.1002/rra.878>

PAOLETTI, A. Facteurs biologiques de l'auto-perpétuation des eaux de mer : points clairs et obscurs d'une question discutée. **Revue Internationale d'Océanographie Médicale**, Paris, v. 18, n. 19, p. 33-68, 1978.

PAUL, A. M.; XINPING, H.; TERENCE, A. P.; MICHAEL, W. Effect of hydrological variability on the biogeochemistry of estuaries across a regional climatic gradient. **Limnology and Oceanography**, v. 63, n. 6, p. 2465-2478, 2018. <https://doi.org/10.1002/lno.10953>

PNUD - Programme des Nations Unies pour le développement. Évaluation de la dégradation des terres et identification des opportunités et des sources potentielles de cofinancement, 2006.

RACHEL, A.; GABRIELA, P.; ANNY, C.; BENJAMIN, C. C. H.; MARTIN, W.; MICHAEL, K.; MATHIEU, P.; DAVID, J. S.; CHRISTIAN, R. V. Deoxygenation lowers the thermal threshold of coral bleaching. **Scientific Reports**, v. 12, p. 1-14, 2022. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-22604-3>

RSVL - Réseau de Surveillance Volontaires des Lacs. Protocole d'échantillonnage de la qualité de l'eau, 3<sup>e</sup> édition. **MELCC**, v. 3, p. 12, 2017.

SMITH, V. H.; TILMAN, G. D.; NEKOLA, J. C. Eutrophication: impacts of excess nutrient inputs on freshwater, marine, and terrestrial ecosystems. **Environmental Pollution**, v. 100, n. 1-3, p. 179-196, 1999. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(99\)00091-3](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(99)00091-3)

SOLIC, M.; KRSTULOVIĆ, N.; JOZIĆ, S.; CURAC, D. The rate of concentration of fecal coliforms in shellfish under different environmental conditions. **Enviroment International**, v. 25, n. 8, p. 1-10, 1999. [https://doi.org/10.1016/S0160-4120\(99\)00067-7](https://doi.org/10.1016/S0160-4120(99)00067-7)

STOICA, D.; BEN-ACHOUR, M.; SPITZER, P.; FISICARO, P.; VASLIN-REIMANN, S. Mesure du pH de l'eau de mer : un défi d'actualité. **Revue Française de Métrologie**, n. 34, p. 23-30, 2014. <https://doi.org/10.1051/rfm/2014006>

THONART, P. et al. HILIGSMANN, S., LARDINOIS, M. Guide pratique sur la gestion des ordures ménagères et des décharges artificielles dans les pays du Sud, p. 250, 2005.

UNEP - United Nations Environment Programme. Marine and coastal ecosystems and human well-being: a synthesis report based on the findings of the Millennium Ecosystem Assessment, p. 80, 2006.

ZAHRANI, F.; NAQUIN, P.; NGNIKAM, E. Précollecte des déchets ménagers dans les pays en développement : comment évaluer les actions menées ? **Environnement, ingénierie et développement**, v. 4, n. 3, p. 79-75, 2006. <https://doi.org/10.4267/dechets-sciences-techniques.1868>

---

Recebido em: 22/07/2025

Aceito para publicação em: 08/10/2025