Artigo Científico

Micropoluentes farmacológicos, saneamento e necropolítica: limites da proteção ambiental na Baixada Santista[1]

Microcontaminantes farmacéuticos, saneamiento y necropolítica: límites de la protección ambiental en la comarca de la Baixada Santista

Pharmaceutical micropollutants, sanitation, and necropolitics: limits of environmental protection in the Baixada Santista region

Microinquinanti farmaceutici, igiene e necropolitica: limiti della tutela ambientale nella regione della Baixada Santista

Juliana dos Santos Tavares[2]
Mestranda, PPG em Direito, Universidade Santa Cecília (Santos, SP, Brasil)

Andrea Sander[3]
Mestranda, PPG em Direito, Universidade Santa Cecília (Santos, SP, Brasil)

Marcelo Lamy[4]
Pós-Doutor, PPG em Direito, Universidade Santa Cecília (Santos, SP, Brasil)

---

[1] Esse trabalho foi apresentado inicialmente no XXV Congresso de Direito Ambiental, realizado entre os dias 26 e 28 de maio de 2026, na Unisanta. Diante da recomendação de publicação, preparou-se a presente versão.

[2] Médica. Bacharel em Medicina (Faculdade de Ciências Médicas de Santos). Residência médica (Casa de Saúde Santa Marcelina). Especialista em Cuidados Paliativos (Instituto Paliar). Mestranda em Direito da Saúde no Programa de Pós-Graduação em Direito da Universidade Santa Cecília (Unisanta). Membro do Grupo de Pesquisa CNPq\Unisanta Direitos Humanos, Desenvolvimento Sustentável e Tutela Jurídica da Saúde. Oncologista na Santa Casa de Misericórdia de Santos. Oncologista e paliativista no Hospital Guilherme Álvaro. Supervisora de oncologia clínica da Santa Casa de Misericórdia de Santos. Supervisora da residência de clínica médica do Hospital Guilherme Álvaro. Preceptora da 12ª etapa do curso de medicina da Unaerp-Guarujá. Lattes: http://lattes.cnpq.br/2508751009402814. ORCID: https://orcid.org/0009-0005-5956-5449. E-mail: julianag6@gmail.com.

[3] Médica. Bacharel em Medicina (Unifenas). Especialista em Clinica Medica (Santa Casa de Misericórdia de São Paulo), em Oncologia Clínica (Instituto do Câncer Arnaldo Vieira de Carvalho) e em Cuidados Paliativos (Instituto Paliar). Mestranda em Direito da Saúde no Programa de Pós-Graduação em Direito da Universidade Santa Cecília (Unisanta). Membro do Grupo de Pesquisa CNPq\Unisanta Direitos Humanos, Desenvolvimento Sustentável e Tutela Jurídica da Saúde. Diretora Técnica da Divisão Médica do Hospital Guilherme Álvaro. Supervisora da residência médica em Oncologia Clínica no Hospital Guilherme Álvaro. Médica da Equipe de Cuidados Paliativos no Hospital Santo Amaro no Guarujá e no Hospital Guilherme Álvaro em Santos. Preceptora do 12º período do curso de medicina da Unaerp-Guarujá. Lattes: http://lattes.cnpq.br/0348851860271263. ORCID: https://orcid.org/0009-0002-1898-9411. E-mail: deasander@gmail.com.

[4] Advogado. Bacharel em Ciências Jurídicas (UFPR). Mestre em Direito Administrativo (USP). Doutor em Direito Constitucional (PUC-SP). Pós-doutor em Políticas Públicas em Saúde (Fiocruz-Brasília) e em Direitos Fundamentais e Acesso à Justiça (UFBA). Professor Permanente e Vice Coordenador do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu, Mestrado em Direito (Unisanta). Professor da Master of Science in Legal Studies, Emphasis in International Law (MUST University). Professor nos cursos Direito e Relações Internacionais (Unisanta). Professor da Faculdade de Direito (ESAMC-Santos). Líder do Grupo de Pesquisa CNPq\Unisanta Direitos Humanos, Desenvolvimento Sustentável e Tutela Jurídica da Saúde. Diretor Geral do Observatório dos Direitos do Migrante (Unisanta). Coordenador do projeto de pesquisa, ensino e extensão "Laboratório de Políticas Públicas" (Unisanta). Lattes: http://lattes.cnpq.br/9347562683746206. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8519-2280. E-mail: marcelolamy@unisanta.br.

Revista Brasileira de Direito Constitucional - RBDC, Vol. 26, Jan./Dez. 2026, **e026013**.
São Paulo: ESDC, 2026. ISSN 1983-2303 (eletrônica). DOI: https://doi.org/10.62530/e026013.

RESUMO: Contextualização: O avanço das tecnologias terapêuticas, especialmente na oncologia, ampliou significativamente a capacidade de intervenção sobre a vida, mas também introduziu novos desafios ambientais relacionados à presença de micropoluentes farmacológicos em sistemas hídricos, decorrentes principalmente da excreção de metabólitos ativos e de sua persistência em efluentes. **Problema:** Os modelos tradicionais de gestão de resíduos e de saneamento não foram concebidos para lidar com contaminantes emergentes, levantando a questão sobre a adequação das estruturas regulatórias e técnicas frente à circulação ambiental de fármacos e seus impactos cumulativos e difusos. **Objetivos:** Analisar criticamente a relação entre o avanço das tecnologias em saúde e os mecanismos de proteção ambiental, examinando os limites do saneamento frente aos micropoluentes, interpretando essa problemática à luz da biopolítica e investigando a distribuição desigual dos riscos ambientais sob a perspectiva da necropolítica. **Métodos:** Realizou-se uma revisão narrativa, qualitativa e de caráter descritivo, com base em literatura científica obtida nas bases PubMed, SciELO e Google Acadêmico, no período de 2005 a 2025, utilizando descritores relacionados a risco ecológico, fármacos e drenagem urbana. A análise foi orientada por abordagem dialética, articulando evidências ambientais, dados empíricos regionais e referenciais teóricos críticos. **Resultados:** Verificou-se que as estações de tratamento de esgoto convencionais não são capazes de remover eficientemente compostos farmacológicos, permitindo sua persistência em ecossistemas aquáticos em concentrações detectáveis ($ng \cdot L^{-1}$ a $\mu g \cdot L^{-1}$). Observou-se ainda que a expansão da infraestrutura de coleta não se traduz em tratamento adequado, resultando na transferência da poluição para o ambiente marinho. Evidências empíricas da Baixada Santista indicam concentrações elevadas de fármacos e marcadores de esgoto em áreas de maior vulnerabilidade social, reforçando a dimensão territorial do risco. **Conclusões:** Conclui-se que o modelo atual de gestão ambiental é insuficiente para enfrentar a complexidade dos micropoluentes farmacológicos, não apenas por limitações técnicas, mas também por processos de invisibilização regulatória. A distribuição dos riscos ambientais revela padrões de desigualdade territorial compatíveis com interpretações críticas da distribuição desigual do risco ambiental, evidenciando a necessidade de revisão dos paradigmas de saneamento, com incorporação de monitoramento de contaminantes emergentes e integração entre políticas de saúde, meio ambiente e infraestrutura sanitária, para se evitar omissão inconstitucional ou até mesmo iniquidades sanitárias.

Palavras-chave: Poluentes Ambientais; Gerenciamento de Resíduos; Política de Saneamento; Determinantes Sociais da Saúde.

***RESUMEN**: **Contexto**: Los avances en tecnologías terapéuticas, especialmente en oncología, han ampliado significativamente la capacidad de intervención en la vida, pero también han introducido nuevos desafíos ambientales relacionados con la presencia de microcontaminantes farmacéuticos en los sistemas de agua, principalmente como resultado de la excreción de metabolitos activos y su persistencia en los efluentes. **Problema**: Los modelos tradicionales de gestión de residuos y saneamiento no fueron diseñados para abordar los contaminantes emergentes, lo que plantea interrogantes sobre la adecuación de las estructuras regulatorias y técnicas frente a la circulación ambiental de productos farmacéuticos y sus impactos acumulativos y difusos. **Objetivos**: Analizar críticamente la relación entre los avances en tecnologías de la salud y los mecanismos de protección ambiental, examinando los límites del saneamiento frente a los microcontaminantes, interpretando este problema a la luz de la biopolítica e investigando la distribución desigual de los riesgos ambientales desde la perspectiva de la necropolítica. **Métodos**: Se realizó una revisión narrativa, cualitativa y descriptiva basada en la literatura científica obtenida de las bases de datos PubMed, SciELO y Google Scholar, que abarca el período de 2005 a 2025, utilizando descriptores relacionados con el riesgo ecológico, los productos farmacéuticos y el drenaje urbano. El análisis se guió por un enfoque dialéctico, articulando evidencia ambiental, datos empíricos regionales y marcos teóricos críticos. **Resultados**: Se encontró que las plantas de tratamiento de aguas residuales convencionales no son capaces de eliminar eficientemente los compuestos farmacéuticos, lo que permite su persistencia en los ecosistemas acuáticos en concentraciones detectables ($ng \cdot L^{-1}$ a $\mu g \cdot L^{-1}$). También se observó que la expansión de la infraestructura de recolección no se traduce en un tratamiento adecuado, lo que resulta en la transferencia de contaminación al medio marino. La evidencia empírica de la región de Baixada Santista indica altas concentraciones de productos farmacéuticos y marcadores de aguas residuales en áreas de mayor vulnerabilidad social, lo que refuerza la dimensión territorial del riesgo. **Conclusiones**: Se concluye que el modelo actual de gestión ambiental es insuficiente para abordar la complejidad de los microcontaminantes farmacéuticos, no solo por limitaciones técnicas, sino también por la opacidad de los procesos regulatorios. La distribución de los riesgos ambientales revela patrones de desigualdad*

territorial que concuerdan con las interpretaciones críticas de dicha distribución, lo que subraya la necesidad de revisar los paradigmas de saneamiento, incorporando el monitoreo de contaminantes emergentes e integrando las políticas de salud, medio ambiente e infraestructura sanitaria para evitar omisiones inconstitucionales o incluso inequidades sanitarias.
***Palabras Clave**: Contaminantes Ambientales; Administración de Residuos; Política de Saneamiento; Determinantes Sociales de la Salud.*

***ABSTRACT**: **Context**: Advances in therapeutic technologies, especially in oncology, have significantly expanded the capacity to intervene in life, but have also introduced new environmental challenges related to the presence of pharmaceutical micropollutants in water systems, mainly resulting from the excretion of active metabolites and their persistence in effluents. **Problem**: Traditional waste management and sanitation models were not designed to deal with emerging contaminants, raising questions about the adequacy of regulatory and technical structures in the face of the environmental circulation of pharmaceuticals and their cumulative and diffuse impacts. **Objectives**: To critically analyze the relationship between advances in health technologies and environmental protection mechanisms, examining the limits of sanitation in the face of micropollutants, interpreting this problem in the light of biopolitics and investigating the unequal distribution of environmental risks from the perspective of necropolitics. **Methods**: A narrative, qualitative, and descriptive review was conducted based on scientific literature obtained from the PubMed, SciELO, and Google Scholar databases, covering the period from 2005 to 2025, using descriptors related to ecological risk, pharmaceuticals, and urban drainage. The analysis was guided by a dialectical approach, articulating environmental evidence, regional empirical data, and critical theoretical frameworks. **Results**: It was found that conventional wastewater treatment plants are not capable of efficiently removing pharmaceutical compounds, allowing their persistence in aquatic ecosystems at detectable concentrations (ng·L⁻¹ to µg·L⁻¹). It was also observed that the expansion of collection infrastructure does not translate into adequate treatment, resulting in the transfer of pollution to the marine environment. Empirical evidence from the Baixada Santista region indicates high concentrations of pharmaceuticals and sewage markers in areas of greater social vulnerability, reinforcing the territorial dimension of the risk. **Conclusions**: It is concluded that the current environmental management model is insufficient to address the complexity of pharmaceutical micropollutants, not only due to technical limitations but also due to regulatory invisibility processes. The distribution of environmental risks reveals patterns of territorial inequality consistent with critical interpretations of the unequal distribution of environmental risk, highlighting the need to revise sanitation paradigms, incorporating the monitoring of emerging contaminants and integrating health, environmental, and sanitation infrastructure policies to avoid unconstitutional omission or even sanitary inequities.*
***Keywords**: Antineoplastic Drugs; Environmental Pollutants; Waste Management; Sanitation Policy; Social Determinants of Health.*

***ABSTRACT**: **Contesto**: I progressi nelle tecnologie terapeutiche, soprattutto in oncologia, hanno ampliato significativamente la capacità di intervenire sulla vita, ma hanno anche introdotto nuove sfide ambientali legate alla presenza di microinquinanti farmaceutici nei sistemi idrici, derivanti principalmente dall'escrezione di metaboliti attivi e dalla loro persistenza negli effluenti. **Problema**: I modelli tradizionali di gestione dei rifiuti e di depurazione non sono stati progettati per affrontare i contaminanti emergenti, sollevando interrogativi sull'adeguatezza delle strutture regolamentari e tecniche di fronte alla circolazione ambientale dei farmaci e ai loro impatti cumulativi e diffusi. **Obiettivi**: Analizzare criticamente la relazione tra i progressi nelle tecnologie sanitarie e i meccanismi di protezione ambientale, esaminando i limiti della depurazione di fronte ai microinquinanti, interpretando questo problema alla luce della biopolitica e indagando la distribuzione ineguale dei rischi ambientali dalla prospettiva della necropolitica. **Metodi**: È stata condotta una revisione narrativa, qualitativa e descrittiva basata sulla letteratura scientifica ottenuta dai database PubMed, SciELO e Google Scholar, relativa al periodo dal 2005 al 2025, utilizzando descrittori relativi al rischio ecologico, ai farmaci e al drenaggio urbano. L'analisi è stata guidata da un approccio dialettico, articolando evidenze ambientali, dati empirici regionali e quadri teorici critici. **Risultati**: È emerso che gli impianti convenzionali di trattamento delle acque reflue non sono in grado di rimuovere efficacemente i composti farmaceutici, consentendone la persistenza negli ecosistemi acquatici a concentrazioni rilevabili (ng·L⁻¹ a µg·L⁻¹). È stato inoltre osservato che l'espansione delle infrastrutture di raccolta non si traduce in un trattamento adeguato, con conseguente trasferimento dell'inquinamento all'ambiente marino. Le evidenze empiriche provenienti dalla regione della Baixada Santista indicano elevate concentrazioni di farmaci e marcatori di acque reflue in aree di maggiore vulnerabilità sociale, rafforzando la dimensione territoriale del rischio. **Conclusioni**: Si conclude che l'attuale modello di gestione ambientale è insufficiente per affrontare la complessità dei microinquinanti farmaceutici, non solo a causa di limitazioni tecniche, ma anche a causa dell'invisibilità dei processi normativi. La distribuzione dei rischi ambientali rivela modelli di disuguaglianza territoriale coerenti con le interpretazioni critiche della distribuzione ineguale del rischio ambientale, evidenziando la necessità di rivedere i*

paradigmi di risanamento, incorporando il monitoraggio dei contaminanti emergenti e integrando le politiche sanitarie, ambientali e infrastrutturali per evitare omissioni incostituzionali o addirittura disuguaglianze sanitarie.
***Parole chiave**:Inquinanti Ambientali; Gestione dei Rifiuti; Politica Igienico-Sanitaria; Determinanti sociali della salute.*

Introdução

A incorporação de novas tecnologias terapêuticas, especialmente no campo da oncologia, tem ampliado de forma significativa a capacidade de intervenção sobre a vida, representando um dos principais avanços da medicina contemporânea. Paralelamente a esse desenvolvimento, emergem novos desafios relacionados aos impactos ambientais decorrentes dessas mesmas tecnologias, particularmente no que se refere à geração e ao destino de resíduos associados ao uso de fármacos de alta complexidade (Silva, 2019).

No contexto brasileiro, a gestão de resíduos e o saneamento básico enfrentam limites estruturais persistentes. Tais limitações tornam-se ainda mais evidentes diante da emergência de formas de poluição de difícil detecção e controle, associadas à presença de micropoluentes farmacológicos no ambiente (Vecchia, 2009). A ausência de mecanismos capazes de enfrentar essa realidade revela uma falha estrutural na proteção ambiental.

Parte-se da hipótese de que a gestão dos micropoluentes farmacológicos não constitui apenas uma limitação técnica dos sistemas de saneamento, mas opera como um dispositivo de produção diferencial de risco ambiental, revelando uma dimensão biopolítica e necropolítica na distribuição territorial da exposição à poluição.

Diante desse cenário, coloca-se o seguinte problema de pesquisa: como os mecanismos de proteção ambiental respondem — ou deixam de responder — aos impactos decorrentes da circulação de fármacos no ambiente, e quais são as implicações dessa dinâmica na distribuição dos riscos ambientais.

Este estudo tem como objetivo analisar os limites dos mecanismos de proteção ambiental frente à circulação de micropoluentes farmacológicos. Especificamente, busca-se: (i) examinar as insuficiências do manejo de resíduos e do saneamento diante de contaminantes emergentes; (ii) interpretar tais limites à luz da biopolítica; e (iii) analisar a distribuição territorial dos riscos ambientais a partir da perspectiva da necropolítica.

Métodos

A presente pesquisa caracteriza-se como uma revisão narrativa, qualitativa, de natureza descritivo-analítica, voltada à compreensão das relações entre as inovações farmacológicas, os sistemas de saneamento e os referenciais teóricos da biopolítica, com recorte territorial na Baixada Santista.

A investigação contou com acervo bibliográfico construído pelo levantamento de literatura científica nas bases Google Acadêmico, PubMed e SciELO. Foram utilizados descritores em inglês combinados por operadores booleanos, tais como *(ecological risk) AND (pharmaceuticals) AND (urban drainage)*, além de termos correlatos, com o objetivo de ampliar a sensibilidade da busca.

Foram pré-selecionados quarenta estudos relevantes (artigos publicados em periódicos revisados por pares, revisões sistemáticas, estudos empíricos sobre contaminantes emergentes em ambientes aquáticos e relatórios técnicos). Adicionalmente, foram incorporadas obras teóricas no campo da biopolítica e da necropolítica, com a finalidade de sustentar a interpretação crítica dos dados ambientais.

Consideraram-se estudos com análise de contaminantes farmacológicos em sistemas hídricos, discussões sobre risco ecológico e trabalhos que abordassem a interface entre saneamento, poluição e saúde ambiental. Foram excluídos estudos sem relação direta com efluentes líquidos ou que se restringissem exclusivamente a resíduos sólidos hospitalares.

O recorte temporal abrangeu o período de 2005 a 2025, correspondente à consolidação do debate internacional sobre contaminantes emergentes e à intensificação do uso de tecnologias farmacológicas complexas.

A análise foi orientada pela abordagem dialética, considerada adequada para examinar as contradições entre o avanço das tecnologias em saúde e as limitações dos sistemas de regulação e saneamento. Essa abordagem permitiu articular evidências empíricas ambientais com referenciais teóricos críticos, evidenciando os descompassos entre produção tecnológica, capacidade institucional e distribuição dos riscos ambientais.

O ChatGPT Plus 5.3 e o Notebook LM foram utilizados para auxiliar na revisão gramatical e na estruturação inicial de ideias para o referencial teórico. Os autores revisaram todo o conteúdo gerado e assumem total responsabilidade pelo texto aqui apresentado.

Resultados e Discussão

1 Resíduos sólidos e poluição invisível farmacológica

A infraestrutura de saneamento, historicamente concebida para a remoção de carga orgânica e patógenos, não contempla a complexidade química de contaminantes emergentes como os fármacos (Pereira, 2016).

As unidades hospitalares representam fontes primárias críticas de inserção desses micropoluentes, carreando princípios ativos e metabólitos por meio das excretas dos pacientes diretamente para os efluentes (Moura, 2016). Ocorre, contudo, uma grave invisibilidade institucional: na ausência de exigências para o pré-tratamento específico na origem, esses efluentes líquidos são lançados na rede pública comum (Vecchia, 2009).

As Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) locais, que realizam predominantemente processos mecânicos, não degradam esses micropoluentes orgânicos, transferindo o passivo ambiental para o oceano. Esse modelo, exemplificado por iniciativas focadas apenas na expansão da coleta, cria uma falsa sensação de resolução sanitária, legitimando a liberação contínua de micropoluentes (Silva, 2019)

No contexto local, a situação é agravada pela configuração do sistema de tratamento de esgoto, no paradoxal 'Programa Onda Limpa'. Embora este programa de financiamento tenha visado elevar a cobertura da rede de coleta de esgoto na Baixada Santista para cerca de 95% da

população, cria uma falsa sensação de resolução sanitária. É imperativo denunciar que altos índices de coleta não significam tratamento adequado (Ferreira, 2010).

As Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) locais realizam predominantemente processos mecânicos (gradeamento para remoção de sólidos e cloração), não sendo projetadas para a remoção de contaminantes emergentes complexos. Consequentemente, o simples lançamento desse enorme volume de esgoto coletado por meio do emissário submarino no mar não resolve o problema. Esse modelo apenas transfere a poluição invisível do ambiente urbano para o oceano, sem remover os compostos bioativos, legitimando a liberação contínua de micropoluentes e criando um risco ambiental crônico para os ecossistemas costeiros (Pereira, 2016).

A consequência direta desse arranjo é a persistência de contaminantes no ecossistema aquático. Estudos conduzidos por Pereira et al (2016), e outros dois conduzidos por Roveri et al (2020, 2022), demonstraram a presença de diversos compostos farmacológicos em ambiente marinho, incluindo analgésicos, anti-inflamatórios e anti-hipertensivos, além de substâncias ilícitas, como a cocaína e seus metabólitos, e a cafeína (que atua como um forte marcador químico de contaminação direta por esgoto), detectados em concentrações variando de $ng \cdot L^{-1}$ a $\mu g \cdot L^{-1}$. Tais substâncias são introduzidas no ambiente principalmente por meio do lançamento de esgoto doméstico, mesmo após tratamento, uma vez que os sistemas convencionais não são projetados para sua remoção.

Diante desses elementos, a presença contínua de fármacos no ambiente pode ser compreendida como resultado de um fluxo permanente entre práticas terapêuticas e sistemas ambientais, no qual os resíduos não são eliminados, mas redistribuídos. Esse processo evidencia que os efeitos das tecnologias em saúde extrapolam o campo clínico, inserindo-se em dinâmicas ecológicas que permanecem, em grande medida, fora do alcance das estruturas regulatórias tradicionais.

2 Limites do modelo regulatório e do saneamento

Evidencia-se um descompasso entre o modelo jurídico de gestão de resíduos, centrado em fluxos materiais visíveis, e a realidade contemporânea da poluição ambiental, marcada pela presença de contaminantes difusos e de difícil controle (Vecchia, 2009). Esse descompasso aponta para limites estruturais das políticas públicas diante da complexidade dos resíduos associados às tecnologias em saúde.

Pereira et al (2016) demonstram que substâncias farmacológicas permanecem detectáveis mesmo após o tratamento de esgoto, indicando que as estações convencionais não são capazes de removê-las de forma eficaz. Trata-se de um limite técnico estrutural, e não apenas operacional.

Dessa forma, a infraestrutura sanitária vigente mostra-se insuficiente para lidar com contaminantes emergentes. O sucesso institucional frequentemente medido pela expansão de obras de coleta, como o Programa Onda Limpa (Ferreira, 2010), ilustra o limite do modelo atual: ele é focado apenas em afastar o esgoto da cidade rumo ao mar, mas falha no tratamento (Pereira, 2016). O modelo, baseado em parâmetros tradicionais de poluição, não contempla substâncias persistentes e bioativas, de baixa concentração e alto impacto cumulativo

A dimensão socioambiental também é determinante. A presença de ocupações irregulares em áreas estuarinas, frequentemente desprovidas de saneamento básico, intensifica o lançamento direto de esgoto e resíduos no ambiente (Parra, 2025). Esse fator amplia a carga de contaminantes e reforça a relação entre infraestrutura sanitária e desigualdade urbana.

Do ponto de vista da gestão pública, embora o município de Santos apresente elevado grau de conformidade normativa na gestão de resíduos sólidos, persistem lacunas na integração entre políticas de resíduos e saneamento, especialmente no que se refere ao monitoramento de contaminantes não convencionais (Mota, 2024). A limitação de dados atualizados e de estratégias específicas restringe a capacidade de resposta institucional.

Dessa forma, a infraestrutura sanitária vigente mostra-se insuficiente para lidar com contaminantes emergentes. O modelo atual, baseado em parâmetros tradicionais de poluição, não contempla substâncias persistentes e bioativas, de baixa concentração e alto impacto cumulativo.

Além disso, a dinâmica ambiental desses contaminantes é influenciada por fatores sociais e territoriais. A elevada densidade populacional, associada à presença de ocupações irregulares e à ausência de saneamento básico, intensifica o lançamento de efluentes no ambiente, ampliando a carga de poluentes (Parra, 2025). Nesse contexto, os contaminantes farmacológicos integram um sistema de poluição difusa, caracterizado pela multiplicidade de fontes e pela dificuldade de controle.

3 Biopolítica, saber e visibilidade ambiental

A problemática dos contaminantes emergentes não se limita a insuficiências técnicas dos sistemas de saneamento, podendo ser compreendida a partir das relações entre saber, poder e produção de verdade. Na perspectiva foucaultiana, o conhecimento científico é produzido em condições históricas específicas que definem quais objetos podem ser conhecidos, mensurados e regulados, no interior de determinados regimes de verdade, isto é, sistemas que estabelecem os critérios de validação dos discursos considerados legítimos (Foucault, 2025). Trata-se, portanto, de condições de possibilidade do saber que determinam o que pode emergir como objeto legítimo de conhecimento em determinado contexto histórico.

Nesse sentido, a ausência de regulação sobre micropoluentes farmacológicos não decorre apenas de limitações técnicas, mas das próprias condições que estruturam a visibilidade dos problemas ambientais, definindo quais formas de poluição são reconhecidas e quais permanecem invisíveis. No campo da gestão ambiental brasileira, essa dinâmica se expressa na centralidade conferida ao tratamento de cargas orgânicas visíveis, que orienta tanto os sistemas de monitoramento quanto a produção normativa.

Como consequência, contaminantes de difícil detecção, como os fármacos presentes em baixas concentrações, permanecem fora do escopo prioritário dessas estruturas. A evidência empírica dessa invisibilidade implica o descompasso regulatório brasileiro em estabelecer mecanismos específicos de controle para esses compostos (Roveri, 2022).

Dessa forma, a poluição associada aos fármacos pode ser interpretada não apenas como falha técnica, mas como efeito de processos que estruturam a produção do conhecimento e a definição dos objetos de intervenção, influenciando diretamente a distribuição e o reconhecimento dos riscos ambientais

4 A Necropolítica e a Distribuição Desigual do Risco Ambiental na Vila Gilda

Se a contaminação difusa afeta os ecossistemas como um todo, a materialização dessa falha estrutural ocorre de forma territorialmente segregada. Populações em áreas de vulnerabilidade, como as habitações de palafitas do Dique da Vila Gilda, são sumariamente excluídas das métricas de saneamento da "cidade formal". Essa clivagem socioespacial é perfeitamente capturada pela metáfora "riqueza à beira-mar e pobreza longe da maresia", utilizada pelos pesquisadores Vinicius Roveri et al. (2022) para descrever a dinâmica de exclusão na vizinha Ilha de São Vicente. Devido ao alto custo dos imóveis nas áreas litorâneas valorizadas, a população empobrecida foi empurrada para a periferia norte da ilha, ocupando áreas de preservação ambiental em condições precárias de moradia (Roveri, 2022).

É neste cenário de exclusão sanitária e abandono que o conceito de "necropolítica", formulado por Achille Mbembe (2018), torna-se essencial para a análise política. As mudanças socioeconômicas transformaram a soberania do Estado no biopoder de Foucault, caracterizado pela dicotomia entre o "fazer viver e o deixar morrer". A necropolítica materializa-se quando o Estado e suas políticas públicas definem quem tem direito à salubridade e quem é condenado a viver em uma zona de sacrifício ambiental.

A prova empírica desse abandono estatal — o "deixar morrer" biopolítico — é demonstrada quimicamente nas águas que banham essas comunidades. O estudo de Roveri et al. (2022) analisou canais de drenagem urbana na periferia norte de São Vicente, focando nas áreas que recebem cargas contínuas das favelas de palafitas, incluindo Sambaiatuba e a própria Vila Gilda, citada como a maior favela de palafitas do Brasil. Diferente da cidade formal de Santos, onde o esgoto é ao menos coletado e afastado para o oceano, nessas ocupações periféricas a infraestrutura de saneamento é frequentemente inexistente, fazendo com que o esgoto humano bruto flua ininterruptamente para os canais urbanos e para o estuário.

Essa completa exclusão sanitária resulta em concentrações alarmantes de micropoluentes farmacológicos. O estudo de Roveri et al. (2022) revelou que as maiores concentrações de poluentes emergentes foram detectadas exatamente nos canais sob influência direta da Vila Gilda e Sambaiatuba. O caso da losartana (um anti-hipertensivo amplamente consumido) é emblemático: o composto atingiu a impressionante concentração de 2680,0 ng/L em um desses canais. Para explicitar a dimensão do risco, este valor é 268 vezes maior do que o limite recomendado por agências europeias para a proteção da vida aquática. Somam-se a isso altas concentrações de cafeína, paracetamol, atenolol e metabólitos de cocaína, formando um coquetel tóxico persistente e indicando contaminação direta por fezes e urina.

Nesses ecossistemas sensíveis e protegidos pela lei como são os manguezais, o Estado frequentemente se apropria de um discurso escapista – alegando não ser responsável pela irregularidade fundiária, muito menos em área de proteção ambiental – para justificar a não implementação de infraestrutura básica (Roveri, 2022).

Esse processo é agravado pela marginalização simbólica, onde o próprio discurso hegemônico social culpabiliza os próprios moradores pela poluição, eximindo o poder público de sua responsabilidade socioambiental (Ribas, 2021). Fica evidente, portanto, que a falência do modelo de saneamento e a ausência de regulação punem duplamente as populações vulneráveis.

Essa necropolítica sanitária não é um caso isolado de São Vicente. Dados de monitoramento no Guarujá — município com um dos maiores índices de favelização do Estado de São Paulo — revelam o mesmo padrão de abandono. Canais de drenagem que margeiam ocupações vulneráveis, como as favelas da Enseada e do Perequê, apresentam concentrações de poluentes que chegam a ser superiores às da cidade formal, com a cafeína atingindo alarmantes 6.550 ng/L e metabólitos de cocaína a 278 ng/L. Isso consolida a Baixada Santista como um território onde o risco ecológico é distribuído de forma implacável conforme a vulnerabilidade social da população (Roveri, 2020).

A desatenção com o problema diferenciado de poluição ambiental vivenciado pelas populações vulnerabilizadas constitui, na prática, ofensa ao comando constitucional (art. 225) que estabelece ter de ser o meio ambiente ecologicamente equilibrado um direito de todos (Brasil 1988).

A não consolidação de políticas específicas de tratamento sanitário desses micropoluentes nas regiões em que se inserem essas populações vulnerabilizadas, por sua vez, ofende também a diretriz constitucional (art. 196) da igualdade sanitária (Brasil, 1988), na acepção aristotélica (tratar igualmente os iguais e desigualmente os desiguais, nas proporções de suas igualdades e desigualdades).

Mais do que isso, a postura estatal de desconsiderar ou de tolerar a situação injustamente vivenciada pelas populações vulnerabilizadas configura até mesmo o que o pensamento latino-americano considera uma iniquidade: "As desigualdades entre as pessoas nas suas condições de saúde são consideradas iniquidades quando elas advêm de desigualdades produzidas por estruturas e processos sociais profundos; por normas, políticas e práticas que promovem ou simplesmente toleram a distribuição injusta de poder, de riquezas" (Lamy, 2023, p. 183).

E, nesse contexto, faz-se um alerta: "As iniquidades políticas no âmbito da saúde (desigualdades na saúde decorrentes das injustas assimetrias de poder) e as atuações públicas que se valham de estruturas replicadoras dessas iniquidades são moral e juridicamente reprováveis" (Lamy, 2023, p. 190).

Considerações finais

O presente estudo teve como objetivo analisar a relação entre o avanço das tecnologias em saúde e os mecanismos de proteção ambiental associados à gestão de seus resíduos, com foco na realidade da Baixada Santista. A análise evidenciou que, embora o modelo brasileiro de gerenciamento de resíduos sólidos apresente elevado grau de estruturação normativa, sua efetividade encontra limites frente à complexidade dos contaminantes emergentes.

Os resultados demonstraram que o sistema de gestão de resíduos, orientado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, mantém foco predominante em fluxos materiais visíveis, enquanto a infraestrutura de saneamento, historicamente concebida para remoção de carga orgânica e patógenos, não contempla a eliminação de compostos farmacológicos. Como consequência, substâncias bioativas permanecem detectáveis no ambiente mesmo após o tratamento de esgoto.

A discussão permitiu compreender que esse descompasso não se restringe a limitações técnicas, mas envolve também a forma como os problemas ambientais são constituídos enquanto objeto de conhecimento e regulação. A partir da perspectiva foucaultiana, observou-se que os

regimes de saber definem quais riscos são reconhecidos e priorizados, contribuindo para a invisibilidade de contaminantes de difícil detecção.

Além disso, verificou-se que a distribuição dos impactos ambientais não ocorre de forma homogênea, concentrando-se em territórios marcados por maior vulnerabilidade social e menor acesso à infraestrutura sanitária. No contexto da Baixada Santista, fatores como ocupação irregular, ausência de saneamento básico e características ambientais locais contribuem para a ampliação da exposição a contaminantes de populações vulnerabilizadas.

A desatenção com essas populações vulnerabilizadas implica, de um lado, um descompasso com o paradigma constitucional estabelecido de que o meio ambiente ecologicamente equilibrado é um direito de todos (art. 225); de outro, uma desmedida desatenção com a diretriz constitucional da igualdade sanitária (art. 196). Configura, até mesmo, uma iniquidade sanitária.

De qualquer forma, conclui-se que, de modo geral, os efeitos ambientais das tecnologias em saúde extrapolam o campo clínico, inserindo-se em dinâmicas ecológicas e sociais que não são plenamente capturadas pelos modelos regulatórios vigentes. Esse cenário evidencia a necessidade de revisão dos paradigmas de gestão ambiental, com incorporação de estratégias voltadas ao monitoramento e tratamento de contaminantes emergentes, bem como à integração entre políticas de saneamento, saúde e meio ambiente.

Como limitação do estudo, destaca-se a dependência de dados secundários e a ausência de medições diretas específicas para determinados compostos, o que restringe a análise à literatura disponível. Ainda assim, os achados apontam para a necessidade de aprofundamento de pesquisas empíricas e de desenvolvimento de abordagens regulatórias mais abrangentes, capazes de responder à complexidade dos riscos ambientais contemporâneos.

Sob o ponto de vista das políticas públicas, os achados deste artigo indicam a necessidade de superação de um modelo fragmentado de gestão ambiental, no qual resíduos sólidos, saneamento e saúde são tratados de forma dissociada. A ausência de parâmetros regulatórios específicos para micropoluentes farmacológicos em efluentes líquidos evidencia uma lacuna normativa relevante, sobretudo diante da crescente complexidade das tecnologias terapêuticas.

Nesse contexto, torna-se fundamental o desenvolvimento de estratégias integradas que articulem vigilância ambiental, regulação sanitária e inovação tecnológica, incluindo a ampliação do monitoramento de contaminantes emergentes e a incorporação de novas etapas de tratamento em sistemas de esgotamento sanitário. Tais medidas são essenciais para que o modelo de proteção ambiental avance além da lógica tradicional de remoção de carga orgânica, passando a considerar os efeitos cumulativos e difusos de substâncias bioativas no ambiente.

Referências

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 10 abr. 2026.

FERREIRA, Viviane Amaral. *O sistema de destinação final dos resíduos urbanos do município de Santos*. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) — Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, Campinas, 2010. Orientador: Elias Basile Tambourgi. Disponível em: https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/778658. Acesso em: 10 abr. 2026.

FOUCAULT, Michel. *Microfísica do poder*. 19. ed. Organização, introdução e revisão técnica de Roberto Machado. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2025. ISBN 978-85-7753-296-4.

LAMY, Marcelo; ALVES, Sandra Mara Campos. Iniquidades em saúde e determinantes políticos: olhar crítico acerca das relações, déficits e assimetrias. Cadernos Ibero-Americanos de Direito Sanitário. 2023 jul./set.;12(3):180-192 Disponível em: https://doi.org/10.17566/ciads.v12i3.1209. Acesso em: 10 abr. 2026.

MBEMBE, Achille. *Necropolítica*. São Paulo: n-1 edições, 2018.

MOTA, Heloisa Helena Perez. *Indicadores legais para a gestão municipal dos resíduos sólidos: o caso de Santos-SP*. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) — Universidade Federal de São Paulo, Instituto do Mar, Santos, 2024. Orientadora: Pilar Carolina Villar.

MOURA, Leonardo de Lima; Ronaldo Ferreira da Silva. Medicamentos antineoplásicos no meio ambiente: a contribuição de um hospital universitário de alta complexidade. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, Florianópolis, v. 5, n. 1, p. 313–333, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.19177/rgsa.v5e12016313-333. Acesso em: 10 abr. 2026.

PARRA, Duclerc Fernandes *et al*. Microplastics in Santos São Vicente estuarine – Hotspot in sediments caused by low energy hydrodynamic events in strongly populated areas. Marine Pollution Bulletin, v. 210, art. 117286, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.117286.

PEREIRA, Camilo D. Seabra et al. Occurrence of pharmaceuticals and cocaine in a Brazilian coastal zone. *Science of the Total Environment*, v. 548–549, p. 148–154, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.12.099. Acesso em: 10 abr. 2026.

RIBAS, Mariana Bocaiuva. *Imaginário coletivo sob as palafitas do Dique da Vila Gilda*. Nhengatu: revista ibero-americana para comunicação e cultura contra-hegemônicas, São Paulo, v. 1, n. 5, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.23925/2318-5023.2021.n5.e55540. Acesso em: 10 abr. 2026.

ROVERI, Vinicius et al. Occurrence and ecological risk assessment of pharmaceuticals and cocaine in a beach area of Guarujá, São Paulo State, Brazil, under the influence of urban surface runoff. *Environmental Science and Pollution Research*, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/s11356-020-10316-y. Acesso em: 10 abr. 2026.

ROVERI, Vinicius et al. Occurrence of pharmaceuticals and cocaine in the urban drainage channels located on the outskirts of the São Vicente Island (São Paulo, Brazil) and related ecological risk assessment. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 29, p. 57931–57945, 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/s11356-022-19736. Acesso em: 10 abr. 2026.

SILVA, Ronaldo Ferreira da. *Avaliação de risco ambiental de fármacos*. 2019. 222 f. Tese (Doutorado em Sistemas de Gestão Sustentáveis) — Universidade Federal Fluminense, Escola de Engenharia, Niterói, 2019. DOI: http://dx.doi.org/10.22409/PPSIG.2019.d.61912530791. Acesso em: 10 abr. 2026.

VECCHIA, Andrei A. D.; THEWES, M. R.; NAIME, R. H.; SPILKI, F. R. Diagnóstico sobre a situação do tratamento do esgoto hospitalar no Brasil. *Revista Saúde e Ambiente / Health and Environment Journal*, v. 10, n. 2, p. 65–70, dez. 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/254201041_DIAN%27OSTICO_SOBRE_A_SITUAcCAO_DO_TRATAMENTO_DO_ESGOTO_HOSPITALAR_NO_BRASIL. Acesso em: 10 abr. 2026.

Informação deste texto, conforme a NBR 6023:2018 da Associação Brasileira de Normas Técnicas bibliográfica (ABNT):

TAVARES, Juliana dos Santos; SANDER, Andrea; LAMY, Marcelo. Micropoluentes farmacológicos, saneamento e necropolítica: limites da proteção ambiental na Baixada Santista. **Revista Brasileira de Direito Constitucional**, vol. 26, jan./dez. 2026, e026013. São Paulo: ESDC, 2026. ISSN: 1983-2303 (eletrônica). DOI: https://doi.org/10.62530/e026013.

Recebido em 19/04/2026
Aprovado em 28/05/2026

https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt-br
Com essa licença os artigos são de acesso aberto que permite o uso irrestrito, a distribuição e reprodução em qualquer meio desde que o artigo original seja devidamente citado

Créditos de autoria
Os autores são responsáveis pelo artigo e desempenharam todos os papéis da classificação CRediT (Contributor Roles Taxonomy).

Declaração sobre conflito de interesses
Não há conflitos de interesse na realização e comunicação das pesquisas.

Informações sobre financiamento
Esta pesquisa não foi realizada com financiamento.

Declaração de disponibilidade de dados
Não foram gerados ou analisados novos dados no presente trabalho.

Declaração sobre o uso de Inteligência Artificial
O ChatGPT Plus 5.3 e o Notebook LM foram utilizados para auxiliar na revisão gramatical e na estruturação inicial de ideias para o referencial teórico. Os autores revisaram todo o conteúdo gerado e assumem total responsabilidade pelo texto aqui apresentado.

Editores Responsáveis pela Avaliação e Editoração
Carol de Oliveira Abud.