

Concentração Residual de Diclorodifeniltricloroetano (Ddt) nos Mananciais Superficiais Brasileiros

Glaucia Maria Brenny¹; Nilo Antônio de Souza Sampaio¹; Rosane Cristina de Andrade¹

✉ brenny.glaucia@posgraduacao.uerj.br

1. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Maracanã, Rio de Janeiro – Brasil.

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

Recebido em: Outubro de 2025

Aceito em: Novembro de 2025

Publicado em: Dezembro de 2025

Resumo: O estudo avaliou as concentrações residuais de diclorodifeniltricloroetano (DDT) e de seus metabólitos (DDD e DDE) em mananciais superficiais brasileiros durante o primeiro semestre de 2025, com base em dados oficiais do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA). O objetivo foi avaliar os níveis atuais de contaminação por DDT após sua proibição legal e compará-los aos padrões nacionais e internacionais de qualidade da água. Adotou-se uma abordagem quali-quantitativa, combinando análise de dados secundários e revisão de literatura, considerando a escassez de estudos recentes sobre pesticidas organoclorados em ambientes aquáticos no país. Foram identificados 228 registros referentes a águas superficiais em quatro regiões brasileiras. Os valores de Limite de Detecção (LD) variaram de 0,00001 a 0,1 µg/L, e os de Limite de Quantificação (LQ), de 0,00025 a 1,0 µg/L. As baixas concentrações observadas, compatíveis com contaminação pretérita e com a longa meia-vida ambiental do DDT (4–30 anos), indicam persistência residual e não uso ilegal atual. Nenhuma amostra excedeu os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e pela Portaria GM/MS nº 888/2021; contudo, alguns valores se aproximaram do limite da Diretiva Europeia 2020/2184 (0,1 µg/L). A ausência de dados na região Norte e a desigualdade na distribuição das amostras reforçam a necessidade de ampliação do monitoramento. Conclui-se que, embora os níveis atuais não representem risco imediato, a persistência do DDT exige vigilância contínua, estratégias regionais de monitoramento e revisão periódica da legislação nacional.

Palavras-chave: Contaminação hídrica, Monitoramento ambiental, Qualidade da água, Segurança hídrica.

Residual Concentration of Dichlorodiphenyltrichloroethane (Ddt) in Brazilian Surface Water Sources

Abstract: This study evaluated the residual concentrations of dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT) and its metabolites (DDD and DDE) in Brazilian surface water sources during the first half of 2025, based on official data from the National Water Quality Surveillance System (SISAGUA). The objective was to assess current DDT contamination levels after its legal ban and compare them with national and international water quality standards. A qualitative–quantitative approach was adopted, combining secondary data analysis and literature review, given the scarcity of recent studies on organochlorine pesticides in aquatic environments in Brazil. A total of 228 records referring to surface waters from four Brazilian regions were identified. Detection Limit (DL) values ranged from 0.00001 to 0.1 µg/L, and Quantification Limit (QL) values from 0.00025 to 1.0 µg/L. The low concentrations observed, consistent with historical contamination and the long environmental half-life of DDT (4–30 years), indicate residual persistence rather than ongoing illegal use. No samples exceeded the limits established by CONAMA Resolution 357/2005 and GM/MS Ordinance 888/2021; however, some results approached the threshold of the European Directive 2020/2184 (0.1 µg/L). The absence of data from the North region and the uneven distribution of samples highlight the need to expand monitoring coverage. It is concluded that, although current levels do not represent an immediate risk, DDT persistence requires continuous surveillance, regionally adapted monitoring strategies, and periodic revision of national legislation.

Keywords: Water contamination, Environmental monitoring, Water quality, Water security.

Concentración Residual de Diclorodifeniltricloroetano (Ddt) en Fuentes de Agua Superficial Brasileñas

Resumen: Este estudio evaluó las concentraciones residuales de diclorodifeniltricloroetano (DDT) y de sus metabolitos (DDD y DDE) en fuentes de agua superficial brasileñas durante el primer semestre de 2025, con base en datos oficiales del Sistema de Información de Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo Humano (SISAGUA). El objetivo fue evaluar los niveles actuales de contaminación por DDT tras su prohibición legal y compararlos con los estándares nacionales e internacionales de calidad del agua. Se adoptó un enfoque cualitativo-cuantitativo, combinando análisis de datos secundarios y revisión de literatura, dada la escasez de estudios recientes sobre plaguicidas organoclorados en ambientes acuáticos del país. Se identificaron 228 registros correspondientes a aguas superficiales en cuatro regiones brasileñas. Los valores del Límite de Detección (LD) variaron de 0,00001 a 0,1 µg/L, y los del Límite de Cuantificación (LQ), de 0,00025 a 1,0 µg/L. Las bajas concentraciones observadas, compatibles con contaminación pasada y con la larga vida media ambiental del DDT (4–30 años), indican persistencia residual y no uso ilegal actual. Ninguna muestra superó los límites establecidos por la Resolución CONAMA n° 357/2005 ni por la Ordenanza GM/MS n° 888/2021; sin embargo, algunos valores se aproximaron al límite de la Directiva Europea 2020/2184 (0,1 µg/L). La ausencia de datos en la región Norte y la desigualdad en la distribución de las muestras refuerzan la necesidad de ampliar el monitoreo. Se concluye que, aunque los niveles actuales no representan un riesgo inmediato, la persistencia del DDT exige vigilancia continua, estrategias regionales de monitoreo y revisión periódica de la legislación nacional.

Palabras clave: Contaminación hídrica, Monitoreo ambiental, Calidad del agua, Seguridad hídrica.

INTRODUÇÃO

O uso extensivo de pesticidas, em especial os organoclorados como o diclorodifeniltricloroetano (DDT), representa uma das principais fontes de contaminação de mananciais superficiais no Brasil e no mundo. Embora o DDT tenha sido proibido no país desde a década de 1980 devido à sua persistência ambiental e efeitos tóxicos à saúde, estudos recentes continuam a detectar seus resíduos e metabólitos em diferentes matrizes ambientais, evidenciando a longevidade desse composto e seus impactos sobre ecossistemas aquáticos e populações humanas (SALDANHA *et al.*, 2010).

O Brasil é atualmente o maior consumidor mundial de agrotóxicos, com mais de 720 mil toneladas de ingredientes ativos utilizadas em 2021, volume que supera o consumo combinado dos Estados Unidos e da Indonésia (CARNEIRO *et al.*, 2025). Essa realidade agrava a pressão sobre os recursos hídricos, sobretudo em regiões agrícolas próximas a corpos d'água, onde o escoamento superficial, a lixiviação e a deriva de pulverização favorecem a contaminação direta de rios, lagos e nascentes. Revisões recentes destacam que a presença de pesticidas em águas superficiais é generalizada, com implicações para a biodiversidade aquática, a bioacumulação em peixes e riscos à saúde humana por meio da cadeia alimentar (COSSU *et al.*, 2024).

Estudos nacionais têm apontado a ocorrência de DDT e seus metabólitos (DDD e DDE) em águas, sedimentos e biota da Amazônia e do Pantanal, evidenciando não apenas sua persistência, mas também processos de biomagnificação ao longo da cadeia trófica (MONTAGNER *et al.*, 2017; DAMIANI *et al.*, 2023). Resultados recentes em terras indígenas no Pará demonstraram concentrações significativas de DDT em sedimentos de igarapés e nascentes próximas a plantações de palma de óleo, associando a contaminação à expansão de monoculturas e ao uso intensivo de pesticidas, incluindo compostos já banidos, como o endossulfan (DAMIANI *et al.*, 2023).

Apesar dos avanços regulatórios alcançados com a Resolução CONAMA nº 357/2005 e a Portaria GM/MS nº 888/2021, que estabelecem limites para resíduos de pesticidas em águas destinadas ao consumo humano, observa-se que os padrões brasileiros ainda são menos restritivos em comparação às legislações internacionais. A Diretiva (UE) 2020/2184, que revoga a Diretiva 98/83/CE, mantém o valor máximo de 0,1 µg/L para pesticidas individuais na água potável, reforçando um patamar mais rigoroso de segurança à saúde. Essa discrepância normativa evidencia lacunas na proteção da saúde pública brasileira e a necessidade de revisão periódica dos parâmetros nacionais à luz das evidências científicas recentes e das boas práticas internacionais (COSSU *et al.*, 2024).

Diante da persistência do DDT em ecossistemas aquáticos brasileiros, mesmo após décadas de proibição, e considerando os riscos ecotoxicológicos e à saúde humana evidenciados por estudos recentes em diferentes regiões do país, este estudo tem como objetivo avaliar a ocorrência residual de DDT e de seus metabólitos em mananciais superficiais brasileiros. Além de quantificar suas concentrações e compará-las com limites estabelecidos pela legislação nacional e internacional, busca-se discutir suas implicações ambientais e de saúde pública, de modo a subsidiar ações de monitoramento e gestão integrada dos recursos hídricos.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa quali-quantitativa, exploratória e descritiva, fundamentada na análise de dados secundários e em revisão sistemática da literatura científica. Essa abordagem foi escolhida devido à escassez de estudos recentes que investiguem a ocorrência de DDT em mananciais superficiais brasileiros.

A revisão bibliográfica foi realizada na base Web of Science, utilizando o descritor “*DDT AND Brazil*”, sem delimitação temporal. A busca resultou em 18 artigos, dos quais cinco foram considerados potencialmente relevantes após triagem por título e resumo, e apenas um atendeu

integralmente aos critérios de inclusão. Uma segunda busca com o descritor “*dichlorodiphenyl-trichloroethane AND Brazil*” não retornou novos resultados, confirmando a carência de estudos nacionais recentes sobre pesticidas organoclorados em matrizes aquáticas.

Após essa etapa, iniciou-se a análise dos dados do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA), vinculado ao Ministério da Saúde. Importa destacar que o banco de dados do SISAGUA não apresenta concentrações ambientais de DDT, DDD ou DDE, mas apenas os valores de Limite de Detecção (LD) e Limite de Quantificação (LQ) informados pelos laboratórios responsáveis pelas análises. Portanto, este estudo não estima níveis de contaminação ambiental, mas avalia a capacidade analítica e a cobertura espacial do monitoramento federal, identificando onde o DDT é monitorado e com que sensibilidade metodológica.

Os dados foram obtidos no portal de dados abertos do Governo Federal, no conjunto *Controle Semestral – SISAGUA/2025*, referente ao primeiro semestre de 2025. Os registros foram extraídos em formato .xlsx, filtrados e padronizados, considerando exclusivamente parâmetros relacionados ao DDT e seus metabólitos (DDD e DDE). No total, foram identificados 228 registros válidos, distribuídos em diferentes tipologias hídricas (açudes, córregos, ribeirões, rios etc.).

As informações foram organizadas em um banco de dados unificado e submetidas a análises descritivas, considerando:

- a variação dos valores de LD e LQ entre regiões e unidades da federação;
- a frequência de análises realizadas em cada localidade;
- a cobertura espacial do monitoramento.

Com base nesses dados, foram gerados gráficos e mapas temáticos no software Excel®, possibilitando visualizar a distribuição geográfica das análises e evidenciar lacunas no monitoramento nacional da qualidade da água, contribuindo para o diagnóstico da eficiência da vigilância e de suas implicações para a gestão dos recursos hídricos no país.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A substância diclorodifeniltricloroetano (DDT) e seus metabólitos (DDD e DDE) são reconhecidos por seus efeitos ecotoxicológicos e risco potencial à saúde humana, decorrentes de sua alta estabilidade química e prolongado tempo de permanência no ambiente. Devido à sua persistência em solos e sedimentos, esses compostos podem alcançar mananciais superficiais por meio de processos de lixiviação e escoamento, tornando essencial o monitoramento contínuo de suas concentrações em águas naturais. Tal vigilância permite avaliar a ocorrência

de contaminação residual e, eventualmente, identificar indícios de uso ilegal em determinadas regiões (DAMIANI *et al.*, 2023).

Como o SISAGUA fornece apenas os valores de LD e LQ, os resultados refletem a sensibilidade dos métodos laboratoriais e a abrangência do monitoramento nacional, e não as concentrações ambientais de DDT. Assim, os achados devem ser interpretados como diagnóstico da capacidade de vigilância e da heterogeneidade de monitoramento entre as regiões brasileiras, e não como evidência direta de níveis de contaminação.

A análise dos dados obtidos do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA) indicou a existência de 228 pontos de amostragem com registros relacionados ao DDT e seus derivados. Para cada ponto, foram identificados os valores de Limite de Detecção (LD) e Limite de Quantificação (LQ), conforme o dicionário de variáveis do SISAGUA. O LD corresponde à menor concentração de uma substância que pode ser detectada, embora não necessariamente quantificada, enquanto o LQ representa a menor concentração que pode ser determinada com precisão e exatidão aceitáveis (Brasil, 2023).

A classificação das concentrações de DDT nos mananciais superficiais brasileiros foi realizada de acordo com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, que define os limites de qualidade da água conforme as classes de uso (1, 2 e 3). A Tabela 1 apresenta a distribuição dos valores de LQ observados nas quatro regiões geográficas do país, comparados aos limites normativos de referência para cada classe de enquadramento.

Tabela 1. Classificação do parâmetro DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD) de acordo com as classes 1, 2 e 3, segundo a Resolução do CONAMA 357/2005.

Região Brasileira	Classe 1 (Limite: 0,002 µg/L)	Classe 2 (Limite: 0,002 µg/L)	Classe 3 (Limite: 1,0 µg/L)
Centro-Oeste	2 mananciais do total de 4 com LQ ≤ 0,002 µg/L	2 mananciais do total de 4 com LQ ≤ 0,002 µg/L	Nenhum manancial com LQ > 1,0 µg/L
Nordeste	1 manancial do total de 6 com LQ ≤ 0,002 µg/L	1 manancial do total de 6 com LQ ≤ 0,002 µg/L	2 mananciais com LQ = 1,0 µg/L; nenhum acima desse valor
Sudeste	56 mananciais do total de 70 com LQ ≤ 0,002 µg/L	56 mananciais do total de 70 com LQ ≤ 0,002 µg/L	Nenhum manancial com LQ > 1,0 µg/L
Sul	114 mananciais do total de 123 com LQ ≤ 0,002 µg/L	114 mananciais do total de 123 com LQ ≤ 0,002 µg/L	Nenhum manancial com LQ > 1,0 µg/L

Fonte: Autores, 2005.

Os resultados obtidos confirmam que o diclorodifeniltricloroetano (DDT) e seus metabólitos (DDD e DDE) permanecem como contaminantes relevantes nos mananciais superficiais brasileiros, mesmo após mais de uma década da proibição legal de seu uso em 2009. Os registros extraídos do SISAGUA indicaram valores de Limite de Detecção (LD) variando entre 0,00001 e 0,1 µg/L e de Limite de Quantificação (LQ) entre 0,00025 e 1,0 µg/L. Embora esses valores sejam baixos, elas evidenciam a persistência ambiental do DDT e corroboram a hipótese de contaminação pretérita, associada à bioacumulação e biomagnificação ao longo do tempo – fenômenos já descritos em estudos realizados na Amazônia e em outras regiões do país (Saldanha *et al.*, 2010).

A análise comparativa dos valores de LQ com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 revelou que nenhuma amostra ultrapassou os parâmetros definidos para as classes 1, 2 e 3 de águas doces, demonstrando conformidade com os padrões nacionais de qualidade ambiental. Entretanto, em algumas áreas – especialmente na região Nordeste –, foram observadas amostras com valores próximos a 1,0 µg/L, limite máximo permitido para a classe 3. Essa proximidade sugere a necessidade de vigilância ambiental contínua e de programas regionais de monitoramento capazes de identificar possíveis fontes residuais de contaminação e prevenir episódios de recontaminação difusa em ecossistemas aquáticos.

A variação dos Limites de Detecção (LD) e Limites de Quantificação (LQ) entre as diferentes regiões geográficas do Brasil durante o primeiro semestre de 2025 é apresentada na Tabela 2. Esses dados evidenciam as disparidades regionais na disponibilidade e sensibilidade analítica das amostras registradas no SISAGUA, refletindo tanto diferenças na cobertura do monitoramento quanto na capacidade laboratorial dos órgãos estaduais de vigilância ambiental.

Tabela 2. Variação dos valores de Limite de Detecção (LD) e Limite de Quantificação (LQ) em mananciais superficiais brasileiros por região geográfica, 1º semestre de 2025.

Região Geográfica	Variação de LD (µg/L)	Número de Pontos (LD)	Variação de LQ (µg/L)	Número de Pontos (LQ)
Centro-Oeste	0,0003 – 0,01	3	0,001 – 0,1	4
Nordeste	<i>Sem dados</i>	–	0,001 – 1,0	4
Norte	<i>Sem dados</i>	–	<i>Sem dados</i>	–
Sudeste	0,00001 – 0,1	48	0,00025 – 0,1	70
Sul	0,00017 – 0,02	122	0,0005 – 0,05	123

Fonte: Autores, 2025.

Observa-se que as regiões Sudeste e Sul concentram o maior número de pontos de amostragem, com ampla variação nos limites de detecção e quantificação, enquanto Nordeste e, especialmente, Norte apresentam lacunas significativas de dados, evidenciando desigualdade na cobertura nacional do monitoramento.

Com o objetivo de visualizar a distribuição espacial dos pontos de amostragem e das concentrações registradas de DDT e seus metabólitos, foram elaborados mapas temáticos a partir dos dados obtidos no SISAGUA, representados na Figura 1. Esses mapas permitem identificar a abrangência geográfica das coletas e destacar as regiões com maior densidade de registros e maior amplitude de variação nos valores de Limite de Detecção (LD) e Limite de Quantificação (LQ).

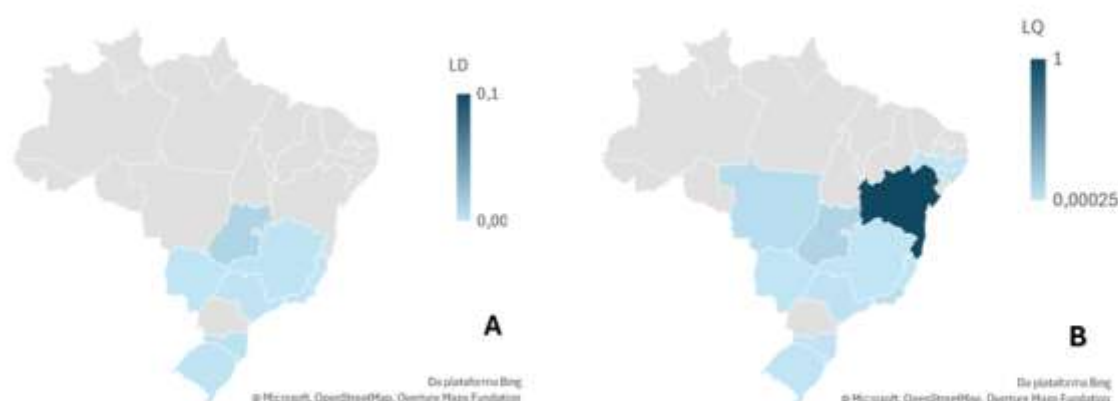


Figura 1. Distribuição espacial dos pontos de amostragem com detecção de DDT e seus metabólitos (DDD e DDE), em relação ao Limite de Detecção (LD) (A) e Limite de Quantificação (LQ)(B) em mananciais superficiais brasileiros, 1º semestre de 2025.

Fonte: Autores, 2025.

A análise espacial dos resultados revelou que as regiões Sudeste e Sul concentram o maior número de pontos de amostragem com detecção de DDT e seus metabólitos, com destaque para a ampla variação de Limite de Detecção (LD) no Sudeste (0,00001 a 0,1 µg/L) e de Limite de Quantificação (LQ) no Nordeste (até 1,0 µg/L). A ausência de dados consolidados para a região Norte merece atenção especial, pois contrasta com estudos independentes que identificaram resíduos de DDT e derivados em sedimentos e na biota amazônica, indicando risco de biomagnificação e potenciais efeitos tóxicos sobre comunidades locais (Saldanha *et al.*, 2010; Damiani *et al.*, 2023).

Com base nessas observações, foram elaborados gráficos comparativos por unidade federativa, contemplando as variações de LD e LQ, com o objetivo de evidenciar as flutuações regionais e a cobertura desigual das amostras. Verificou-se que a análise foi conduzida em menos de 50% das unidades federativas brasileiras, abrangendo apenas 29% no caso de variação de LD e 44% para LQ (Figura 1). Essa limitação evidencia uma lacuna significativa na cobertura do monitoramento federal, comprometendo a representatividade nacional dos dados.

Essa disparidade reflete uma tendência já apontada por Cossu *et al.* (2024), que destacaram a heterogeneidade do monitoramento de pesticidas no Brasil e a insuficiência de dados em diversas regiões, especialmente no Norte e Nordeste. De modo semelhante, Carneiro *et al.* (2025) observaram que a contaminação por pesticidas persistentes ocorre de forma difusa e contínua, afetando diferentes compartimentos ambientais (água, sedimentos e biota), mesmo em áreas afastadas de uso agrícola intensivo.

O estudo de Panis *et al.* (2024), baseado no relatório nacional do SISAGUA, corrobora essa limitação, indicando que 53% dos municípios brasileiros não reportaram informações sobre pesticidas em água potável e que 1.609 municípios (60%) detectaram ao menos um pesticida, incluindo substâncias de reconhecido potencial carcinogênico. Esses dados reforçam a importância de ampliar a vigilância federal e padronizar os métodos de coleta e análise, de modo a garantir comparabilidade e confiabilidade das informações em escala nacional.

Nesse contexto, os resultados aqui apresentados alinham-se a essas evidências, demonstrando que o monitoramento atual de DDT ainda é restrito e desigual, com ênfase nas regiões mais desenvolvidas e escassez de dados em áreas de maior vulnerabilidade socioambiental. Tal cenário evidencia a necessidade de fortalecimento institucional, capacitação técnica e integração entre bases de dados estaduais e federais, sobretudo nas regiões com vocação agrícola, onde o risco de contaminação por uso indevido de pesticidas persistentes é potencialmente mais elevado.

Outro aspecto relevante observado nesta pesquisa refere-se à disparidade na quantidade de amostras coletadas entre as unidades federativas brasileiras. Conforme demonstrado na Tabela 3, o número de coletas varia significativamente entre os estados, com destaque para Santa Catarina, que apresentou o maior volume de amostras analisadas, em proporção significativamente superior às demais unidades federativas. Essa concentração pode refletir tanto a maior capacidade técnica e de infraestrutura laboratorial quanto uma maior adesão estadual aos programas de vigilância da qualidade da água.

Tabela 3. Quantidade de amostras coletadas por unidade federativa, considerando os parâmetros de Limite de Detecção (LD) e Limite de Quantificação (LQ) do DDT e seus metabólitos (DDD e DDE), 1º semestre de 2025.

Unidade Federativa	Quantidade de amostras coletadas	
	LD	LQ
AL	-	2
BA	-	2
ES	4	4
GO	1	1
MG	5	7
MS	2	2
MT	-	1
PE	-	1
RJ	2	6
RS	2	3
SC	119	119
SP	37	52

Fonte: Autores, 2025.

Observa-se que o estado de Santa Catarina concentra a maior parte das análises realizadas, respondendo por aproximadamente 50% do total de amostras nacionais, tanto em LD quanto em LQ.

Em contrapartida, diversos estados apresentaram registros bastante reduzidos, como Mato Grosso, Pernambuco e Alagoas, ou mesmo inexistentes para um dos parâmetros, o que compromete a representatividade espacial dos dados e limita a abrangência das inferências possíveis. Tal assimetria de amostragem evidencia uma fragilidade estrutural no sistema nacional de vigilância da qualidade da água, sobretudo no que se refere à padronização de coletas, periodicidade e cobertura territorial das análises de pesticidas organoclorados.

Essa disparidade compromete, portanto, a possibilidade de inferir um panorama nacional homogêneo sobre a presença de DDT e seus derivados nos mananciais brasileiros. Os resultados devem ser interpretados com cautela, considerando-se que o volume de amostras analisadas não reflete necessariamente a realidade ambiental das regiões menos amostradas. Ainda assim, a análise conduzida com os dados disponíveis permite construir um retrato preliminar e indicativo dos níveis atuais de contaminação por DDT no país, contribuindo para o diagnóstico das áreas prioritárias de monitoramento e subsidiando futuras ações de ampliação e harmonização da vigilância laboratorial em âmbito nacional.

De acordo com os critérios da Resolução CONAMA nº 357/2005, que define os padrões de qualidade para corpos hídricos, não foram observadas concentrações acima dos limites estabelecidos para as classes 1, 2 e 3 de águas doces. Da mesma forma, a Portaria GM/MS nº 888/2021, que estabelece o padrão de potabilidade em 1 µg/L, não registrou valores superiores a este limite em nenhuma região. Contudo, quando os valores brasileiros são comparados aos

parâmetros da Diretiva Europeia 98/83/EC (0,1 µg/L para pesticidas individuais), nota-se que parte dos resultados se aproxima desse limite, sugerindo risco potencial se adotados padrões mais restritivos, como já apontado por Cossu *et al.* (2024).

A literatura recente ressalta que a simples conformidade com limites nacionais não elimina os riscos associados à exposição crônica a pesticidas organoclorados, sobretudo em comunidades vulneráveis. Damiani *et al.* (2023), por exemplo, documentaram a presença concomitante de DDT e endossulfan em sedimentos de territórios indígenas no Pará, associando a contaminação à expansão de monocultivos e ao uso intensivo de agroquímicos, inclusive compostos já banidos. Esses achados dialogam com os dados do SISAGUA, reforçando a necessidade de maior vigilância no Norte do país.

Além disso, revisões sistemáticas apontam que o Brasil apresenta dados fragmentados e regionalmente concentrados sobre contaminantes emergentes, com forte foco no Sudeste e Sul (Montagner *et al.*, 2017; Carneiro *et al.*, 2025). Essa lacuna compromete a avaliação de risco em escala nacional e pode subestimar a real exposição de populações em áreas rurais e periféricas.

Portanto, embora os resultados do SISAGUA indiquem que os níveis de DDT, DDD e DDE estão dentro dos parâmetros normativos brasileiros, a persistência do composto, a ausência de monitoramento sistemático em regiões críticas (como a Amazônia) e a discrepância em relação a legislações mais conservadoras (como a europeia) evidenciam um cenário de preocupação ambiental e de saúde pública. O monitoramento contínuo e a incorporação de abordagens mais sensíveis e integradas são fundamentais para detectar usos ilegais, avaliar riscos cumulativos e subsidiar políticas de gestão da qualidade da água no país.

CONCLUSÃO

Os resultados desta pesquisa indicam que, embora as concentrações de DDT e de seus metabólitos detectadas em mananciais superficiais brasileiros estejam dentro dos limites estabelecidos pelas normas nacionais de qualidade da água, a presença desses parâmetros nos registros de monitoramento demonstra a permanência histórica desses compostos no ambiente mesmo após anos de proibição. Os valores próximos aos limites de detecção sugerem a existência de resíduos antigos, reforçando o caráter persistente do DDT e seus derivados nos ecossistemas aquáticos.

O estudo revela desigualdade regional na capacidade de monitorar DDT em mananciais superficiais. Embora não seja possível inferir concentrações ambientais a partir dos valores de

Limite de Detecção (LD) e Limite de Quantificação (LQ), os dados evidenciam fragilidades estruturais na vigilância da qualidade da água no país, especialmente em regiões nas quais não há registros de monitoramento. Essa ausência de dados compromete o diagnóstico da situação real dos mananciais e limita a efetividade de ações preventivas e corretivas.

Do ponto de vista da gestão dos recursos hídricos, a carência de informações impede o planejamento adequado e dificulta a priorização de ações de fiscalização e proteção dos mananciais. Sem monitoramento sistemático e comparável entre as regiões, a tomada de decisão depende de evidências incompletas, o que pode levar a intervenções tardias ou insuficientes. Assim, reforça-se a importância da ampliação da cobertura do monitoramento, bem como da padronização analítica entre os laboratórios.

Apesar de os valores registrados não indicarem risco imediato à saúde humana ou ao meio ambiente segundo os padrões nacionais vigentes, a comparação com limites mais rigorosos adotados internacionalmente mostra que algumas análises poderiam ser classificadas como não conformes sob critérios mais conservadores. Isso evidencia a necessidade de revisão periódica da legislação e da adoção de abordagens preventivas, considerando a exposição cumulativa a contaminantes persistentes.

Diante disso, conclui-se que fortalecer os programas de vigilância da qualidade da água é essencial para aprimorar a gestão dos recursos hídricos e garantir segurança hídrica. Recomenda-se a ampliação da frequência de coletas, a integração de bases de dados, o investimento em métodos analíticos sensíveis e a adoção de estratégias regionais de monitoramento, sobretudo em áreas de maior vulnerabilidade socioambiental. Estudos futuros devem incluir análises temporais e avaliações ecotoxicológicas, permitindo acompanhar tendências de persistência e subsidiar políticas públicas mais efetivas de proteção dos mananciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Diário Oficial da União, Brasília, 18 mar. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, 7 maio 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano – SISAGUA. Conjunto de dados abertos do controle semestral, 2025a. Disponível em: <https://dados.gov.br>. Acesso em: 3 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Relatório de dados consolidados do SISAGUA. Brasília, 2025b.

Concentração Residual de Diclorodifeniltricloroetano (Ddt) nos Mananciais Superficiais Brasileiros

CARNEIRO, F. F. *et al.* Presence of pesticide residues in water resources and fish in Brazil: narrative bibliographic review. *ACS Food Science & Technology*, Washington, v. 5, n. 1, p. 1782-1796, 2025.

COSSU, C. S. *et al.* Review on pesticide contamination and drinking water treatment in Brazil: the need for improved regulation and monitoring. *ACS ES&T Water*, Washington, v. 4, n. 5, p. 3627-3640, 2024.

DAMIANI, S. *et al.* Water and sediment pesticide contamination on indigenous lands surrounded by oil palm plantations in the Brazilian Amazon. *Heliyon*, Amsterdam, v. 9, e19920, 2023.

MONTAGNER, C. C. *et al.* Contaminantes emergentes em matrizes aquáticas do Brasil: ocorrência e impactos ambientais. *Química Nova*, São Paulo, v. 40, n. 9, p. 1094-1110, 2017.

SALDANHA, G. C. *et al.* DDT in fishes and soils of lakes from Brazilian Amazon: case study of Puruzinho Lake (Amazon, Brazil). *Journal of the Brazilian Chemical Society*, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 306-311, 2010.

UNIÃO EUROPEIA. Diretiva (UE) 2020/2184 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de dezembro de 2020. Relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano. Jornal Oficial da União Europeia, L 435, p. 1-62, 23 dez. 2020.