XVIII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE
XVIII ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS EM SERGIPE

PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS INTERFEDERATIVAS E A PREVENÇÃO À POLUIÇÃO DIFUSA POR AGROTÓXICOS: ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Herick Rodrigues Barreto [1]; Roberta Crhistiane Maltas da Silva [2]; Terly Gabriela Quiñonez Fuentes [3] & Solange Aparecida Goularte Dombroski [4]

RESUMO

A poluição difusa por agrotóxicos representa um desafio para a gestão dos recursos hídricos devido à complexidade de seu monitoramento e à influência de dinâmicas territoriais, como o uso e ocupação do solo. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo analisar a abordagem presente nos planos de recursos hídricos de bacias hidrográficas interfederativas relativa à poluição difusa por agrotóxicos, considerando as características de uso e ocupação do solo dessas bacias. Foram analisados 12 planos publicados entre 2009 e 2023. A coleta de dados foi realizada por meio da busca de palavras-chave relacionadas à poluição difusa e pontual, agrotóxicos e agrotóxicos por tipo de ação, seguida da triagem e extração de informações de interesse. Os dados de uso e ocupação do solo foram obtidos do Projeto MapBiomas e relacionados às informações extraídas dos planos de recursos hídricos analisados. Foram identificadas 356 ocorrências de palavras-chave, reduzidas a 124 trechos textuais após a triagem dos dados. As bacias com maior proporção de áreas agropecuárias foram Paranapanema (77,2%), Grande (77,0%) e Paranaíba (73,0%). Entende-se que bacias hidrográficas com uso agropecuário devem abordar de modo claro e objetivo a problemática. O estudo propõe uma forma de avaliar e fornecer possíveis subsídios para a melhoria e revisão de planos de recursos hídricos mais alinhados ao controle da poluição difusa por agrotóxicos.

ABSTRACT

Diffuse pesticide pollution represents a challenge for water resources management due to the complexity of its monitoring and the influence of territorial dynamics, such as land use and land cover. In this context, this study aimed to analyze how diffuse pesticide pollution is addressed in inter-federative river basin water resources plans, considering the land use and land cover characteristics of these basins. A total of 12 plans published between 2009 and 2023 were analyzed. Data was obtained through a keyword search related to diffuse and point-source pollution, pesticides, and pesticides by type of action, which was followed by screening and extraction of relevant information. Land use and land cover data were obtained from the Projeto MapBiomas and crossed with the information extracted from the analyzed water resources plans. A total of 356 keyword occurrences were identified and reduced to 124 textual excerpts after data screening. The basins with the highest proportion of agricultural land were Paranapanema (77.2%), Grande (77.0%), and Paranaíba (73.0%). It is understood that river basins with predominantly agricultural land use should

[1] Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Avenida Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, Mossoró. CEP 59625-900. herick.barreto@alunos.ufersa.edu.br
[2] UFERSA, BR-226, s/n - São Geraldo, Pau dos Ferros - RN, 59900-000, roberta.silva57222@alunos.ufersa.edu.br
[3] UFERSA, Avenida Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, Mossoró, CEP 59625-900, terly.fuentes@alunos.ufersa.edu.br
[4] UFERSA, Avenida Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, Mossoró, CEP 59625-900, solangedombroski@ufersa.edu.br

address this issue in a clear and objective manner. The study proposes an approach for evaluating and providing potential support for the improvement and revision of water resources plans that are more closely aligned with diffuse pesticide pollution prevention.

Palavras-Chave: agricultura, instrumentos de gestão, monitoramento da qualidade da água

1 – INTRODUÇÃO

A poluição hídrica pode promover alterações nas características físicas, químicas e biológicas das águas, comprometendo sua qualidade e restringindo seus múltiplos usos (Amorim, 2024, p. 1). Quanto aos tipos de fontes, as fontes difusas de poluição da água estão associadas a atividades distribuídas em extensas áreas, o que dificulta sua identificação e controle, como ocorre no escoamento proveniente de áreas agrícolas (Singh *et al*., 2024, p. 56428). Destaca-se que nos sistemas produtivos agrícolas, as atividades frequentemente envolvem o uso de agroquímicos (Marsala *et al*., 2020, p. 1).

No âmbito de avaliação e monitoramento de áreas contaminadas por agrotóxicos, podem se configurar como processos complexos, uma vez que a migração desses contaminantes envolve mecanismos físicos e bio-físico-químicos, incluindo processos de lixiviação e interações de sorção que influenciam sua movimentação no ambiente (Pessoa-de-Souza *et al*., 2017, p. 124). Diante desse cenário, a gestão dos recursos hídricos demanda instrumentos capazes de incorporar aspectos relacionados à qualidade da água, ao uso e ocupação do solo e às pressões ambientais presentes nas bacias hidrográficas.

No Brasil, a Lei nº 9.433/1997 instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (Brasil, 1997) e definiu instrumentos de gestão, incluindo os Planos de Recursos Hídricos. Esses planos são fundamentados no princípio da gestão descentralizada das águas, sendo elaborados de forma participativa com a atuação de órgãos governamentais, usuários, sociedade civil e demais instituições envolvidas na gestão hídrica (Brasil, 1997).

> No processo de elaboração dos Planos de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica, deverão ser considerados as diretrizes do Plano Nacional, o(s) Plano(s) Estadual(is) de Recursos Hídricos e outros Planos de Recursos Hídricos de Bacia Hidrográfica existentes na sua área de abrangência (Brasil, 2012, Art. 7º).

De acordo com a Resolução CNRH nº 145/2012 (Brasil, 2012), a bacia hidrográfica é estabelecida como a unidade fundamental de planejamento e estudo para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos. A adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento justifica-se, entre

outros aspectos, pela estreita relação entre as características do território e a qualidade dos recursos hídricos.

Nessa perspectiva, o crescimento populacional e o processo de urbanização influenciam o uso e a ocupação do solo, contribuindo para a degradação dos recursos hídricos e em áreas rurais, tem-se ainda as atividades agrícolas, que demandam o uso da água e frequentemente se desenvolvem em áreas próximas aos corpos hídricos. (Luz *et al*., 2026, p. 1, 2). A qualidade dos cursos hídricos está associada às modificações ocorridas na bacia hidrográfica, uma vez que o uso e a ocupação do solo influenciam o escoamento superficial e podem impactar tanto a qualidade quanto a disponibilidade hídrica (Garcia *et al*., 2018, p. 228). Nesse contexto, a atividade agrícola pode contribuir para a degradação da qualidade da água, direta ou indiretamente, especialmente em decorrência da utilização de agrotóxicos e fertilizantes nos sistemas produtivos (Resende, 2002, p. 11).

Considerando essas interações entre uso do solo, atividades agrícolas e qualidade da água, torna-se relevante avaliar como tais aspectos são incorporados nos instrumentos de gestão hídrica. Segundo a ANA (2024, p. 82), os planos de recursos hídricos constituem instrumentos para a gestão das bacias hidrográficas, sendo elaborados de forma participativa a partir de diagnósticos e prognósticos da situação hídrica, com definição de metas e ações voltadas à garantia da disponibilidade e da qualidade da água, à segurança hídrica e ao atendimento dos usos múltiplos.

Nesse sentido, a análise de um Plano de Recurso Hídrico permite verificar em que medida esse instrumento contempla questões relacionadas ao monitoramento da qualidade da água, à poluição difusa por agrotóxicos e às dinâmicas de uso e ocupação do solo que podem influenciar o potencial de contaminação hídrica nas bacias hidrográficas.

O objetivo deste estudo foi analisar a abordagem presente nos planos de recursos hídricos de bacias hidrográficas interfederativas relativa ao monitoramento da qualidade da água e à poluição difusa por agrotóxicos, considerando o uso e ocupação do solo nessas bacias.

2 – METODOLOGIA

Na Figura 1 apresenta-se um fluxograma do procedimento metodológico adotado, a partir de uma adaptação de Barreto e Dombroski (2026).

Abrangência do estudo

No presente estudo foram analisados 12 planos de recursos hídricos das bacias hidrográficas interfederativas brasileiras, publicados entre 2009 e 2023, cujas características estão dispostas na Tabela 1. Os documentos foram obtidos por meio da página eletrônica da Agência Nacional de Águas

e Saneamento Básico (ANA), disponibilizada por ANA ([s.d.]), que direciona para as páginas oficiais dos respectivos comitês de bacias hidrográficas, onde os planos foram acessados.

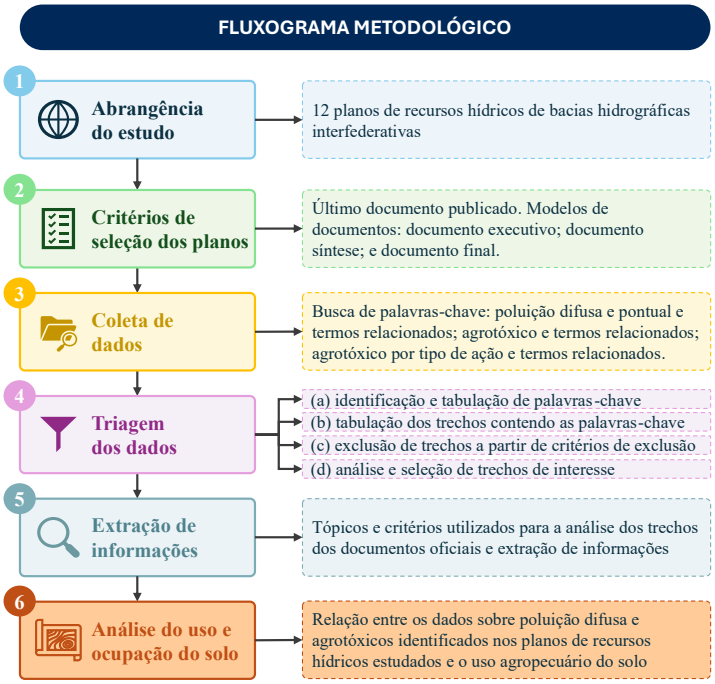


Figura 1 – Fluxograma metodológico
Fonte: adaptado de Barreto e Dombroski (2026).

Critérios de seleção de documentos componentes de cada plano em análise

Dentre os documentos componentes de um plano de recursos hídricos, um único documento foi selecionado por entender-se ter maior potencial de subsidiar a tomada de decisão para gestão dos recursos hídricos. Para o caso de múltiplos modelos de organização de cada plano de recursos hídricos, seguiu-se a seguinte ordem de prioridade: documento executivo; documento síntese; e documento final. Para cada bacia, foi considerada a versão mais recente disponível. Esses critérios foram utilizados por Barreto e Dombroski (2026).

Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada a partir de três categorias de palavras-chave: (a) poluição difusa e pontual e termos relacionados; (b) agrotóxico e termos relacionados; e (c) agrotóxico por tipo de ação e termos relacionados. As categorias incluíram os seguintes termos: (a) “difus”, “pontua”, “escoamento”, “carreamento” e “dispers”; (b) “agrotóxico”, “pesticida”, “defensivo”, “praguicida”, “agroquímico”, “fitossanitário” e “biocida” (Tooge, 2019); e (c) “bactericida”, “herbicida”, “fungicida”, “inseticida”, “acaricida”, “nematicida”, “moluscicida”, “regulador de crescimento”,

"reguladores de crescimento", "repelente" e "rodenticida", com base em e União Europeia (20--). As buscas contemplaram variações ortográficas e morfológicas dos termos, incluindo formas com e sem diacríticos, singular e plural, gênero gramatical e diferentes radicais.

Tabela 1 – Características dos planos de recursos hídricos de bacias hidrográficas interfederativas analisados

Nome completo do plano de recursos hídricos de bacia hidrográfica interfederativa	Nome da bacia	Ano de publicação	Quantidade de páginas	Organização do documento	Fonte
Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ)	Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ)	2020	129	Relatório síntese	Consórcio Profill-Rhama (2020)
Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande	Verde Grande	2016	136	Relatório final	ANA (2016a)
Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai	Paraguai	2018	180	Resumo executivo	ANA (2018a)
Plano de Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Piancó-Piranhas-Açu	Piancó-Piranhas-Açu	2018	168	Resumo executivo	ANA (2018b)
Plano de Recursos Hídricos e do Enquadramento dos Corpos Hídricos Superficiais da Bacia do Rio Paranaíba	Paranaíba	2013	77	Resumo executivo	ANA (2013)
Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia do Rio São Francisco	São Francisco	2016	300	Resumo executivo	CBHSF (2016)
Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Amazônica: Afluentes da Margem Direita	Margem Direita Amazonas	2012	144	Resumo executivo	ANA (2012)
Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Tocantins-Araguaia	Tocantins-Araguaia	2009	256	Relatório síntese	ANA (2009)
Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Grande	Grande	2017	289	Relatório final	ANA (2017)
Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Doce	Doce	2023	136	Resumo executivo	ANA (2023)
Plano Integrado de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão dos Recursos Hídricos Paranapanema	Paranapanema	2016	354	Relatório final	ANA (2016b)
Plano Integrado de Recursos Hídricos do Paraíba do Sul	Paraíba do Sul	2021	94	Resumo executivo	CEIVAP (2021)

Fonte: autoria própria (2026).

Triagem dos dados

Os dados passaram por um processo de triagem em quatro etapas, conforme Figura 1: (a) identificação das ocorrências de palavras-chave nos documentos por meio da ferramenta Pesquisa Avançada do Adobe Acrobat Pro; (b) compilação, em planilha eletrônica no Microsoft Excel, dos trechos correspondentes às ocorrências identificadas (foram considerados como trechos, parágrafo, tabelas, quadros e gráficos pesquisáveis); (c) exclusão de trechos sem relação com a temática estudada, duplicados, com palavras-chave repetidas (ou com mais de uma mesma categoria em um

mesmo trecho) ou presentes em elementos pré e pós-textuais; e (d) análise e seleção dos trechos remanescentes conforme critérios definidos na etapa de extração de informações.

Extração de informações

Após a etapa de triagem, cada trecho foi analisado para cada um dos cinco tópicos: (tópico 1) Monitoramento de agrotóxico ou termos relacionados e/ou agrotóxico por tipo de ação ou termos relacionados e proposições; (tópico 2) Agrotóxico ou termos relacionados e/ou agrotóxico por tipo de ação ou termos relacionados e consequências; (tópico 3) Origem (rural, urbana, industrial) da poluição; (tópico 4) Avaliação do tipo de poluição (difusa e/ou pontual); e (tópico 5) Água superficial e/ou subterrânea.

Para cada tópico, atribuiu-se um valor que varia de 0 a 3, conforme critérios próprios para cada tópico, visando contemplar a análise quanto a abrangência da informação fornecida por trecho. Para os tópicos 1 e 2: (0) Ausência da informação; (1) Informação parcial, mas genérica; (2) Informação parcial e satisfatória; e (3) Informação específica e satisfatória. Em relação ao Tópico 3: (0) Ausência da informação; (1) Informação parcial, mas não alvo; (2) Informação parcial, mas genérica; e (3) Informação específica e satisfatória. Sobre os tópicos 4 e 5: (0) Ausência da informação; (1) Informação parcial, mas não alvo; (2) Informação parcial e satisfatória; e (3) Informação específica e satisfatória.

Para cada documento, foi selecionado o trecho mais relevante, adotado como aquele com maior pontuação para o Tópico 1, por ser o tópico de maior representatividade para esta pesquisa. Em situações de empate entre dois ou mais trechos, utilizou-se como critério de desempate a relevância para os tópicos 2, 3, 4 e 5, sucessivamente.

Análise do uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas estudadas

Nesta etapa fez-se uma análise para relacionar os dados sobre poluição difusa e agrotóxicos identificados nos planos de recursos hídricos estudados com o uso e ocupação do solo na bacia quanto à agropecuária. Os dados de uso e ocupação do solo foram obtidos com base em MapBiomas (2026), a partir do Projeto MapBiomas – Coleção 10.1, atualizada em abril de 2026, da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorrências de palavras-chave, trechos de interesse selecionados e trecho mais representativo nos planos de recursos hídricos analisados

Os resultados obtidos a partir da análise dos 12 planos de recursos hídricos de bacias hidrográficas interfederativas estão dispostos na Tabela 2. As ocorrências absolutas de palavras-chave para as três categorias analisadas (Poluição difusa e pontual e termos relacionados (P); Agrotóxico e termos relacionados (A); e Agrotóxico por tipo de ação e termos relacionados (T)) somaram 356 ocorrências. Para a primeira categoria (P) houve ocorrências para todos os planos analisados, para a segunda (A) apenas para nove dos 12 planos (75%) e a terceira (T) não retornou nenhum resultado.

Após a triagem dos dados, os trechos analisados passaram de 356 para 124 (redução de 65,2%), com ocorrências por categorias para os planos, igual à etapa de ocorrências absolutas de palavras-chave (100, 75 e 0%, para P, A e T, respectivamente). A etapa de triagem dos dados não identificou trechos contendo a ocorrência simultânea de palavras-chave pertencentes às seguintes interseções de categorias: P∩A, P∩T, A∩T e P∩A∩T. Isso demonstra que, dentro de um mesmo trecho, os temas das três categorias podem não estar sendo tratados de forma interrelacionada. As páginas dos trechos analisados na etapa de atribuição de pontuação, estão dispostos na Tabela 2.

Sobre os trechos selecionados na etapa de triagem dos dados, as bacias do Paranapanema, Paraguai e Doce, apresentaram, em ordem decrescente, a maior quantidade de trechos analisados, 31, 16 e 15 trechos, respectivamente.

Com base na pontuação atribuída a cada trecho selecionado nos planos analisados, conforme os critérios estabelecidos na etapa de extração de informações, a soma dos valores absolutos resultou na seguinte distribuição de frequências para cada um dos tópicos analisados (as porcentagens correspondem à razão entre o número de ocorrências de cada pontuação e o total de 124 trechos analisados): para o tópico 1: critério “0” = 118 (95,2%), critério “1” = 4 (3,2%), critério “2” = 2 (1,6%) e critério “3” = 0 (0,0%); para o tópico 2: critério “0” = 96 (77,4%), critério “1” = 6 (4,8%), critério “2” = 11 (8,9%) e critério “3” = 11 (8,9%); para o tópico 3: critério “0” = 45 (36,3%), critério “1” = 12 (9,7%), critério “2” = 49 (39,5%) e critério “3” = 18 (14,5%); para o tópico 4: critério “0” = 22 (17,7%), critério “1” = 7 (5,6%), critério “2” = 73 (58,9%) e critério “3” = 22 (17,7%) e; para o tópico 5: critério “0” = 72 (58,1%), critério “1” = 2 (1,6%), critério “2” = 35 (28,2%) e critério “3” = 15 (12,1%).

Tabela 2 – Abordagem sobre poluição difusa por agrotóxicos, identificada nos planos de recursos hídricos de bacias hidrográficas interfederativas

Planos de recursos hídricos	Ocorrências absolutas das palavras-chave [1]			Quantidade de trechos coletados nos documentos a partir da busca de palavras-chave [1]	Ocorrências de palavras-chave nos trechos selecionados a partir da etapa de triagem dos dados			Quantidade de trechos selecionados a partir da etapa de triagem dos dados	Página dos trechos selecionados a partir da etapa de triagem dos dados	Atribuição de pontuação para o trecho mais representativo (tópicos 1 a 5) [1]
	Poluição difusa e pontual e termos relacionados (P)	Agrotóxico e termos relacionados (A)	Agrotóxico por tipo de ação e termos relacionados (T)		P	A	T			
PCJ	40	0	0	40	10	0	0	10	38, 41, 63, 65, 73, 107, 108, 114, 121, 124	0, 1, 2, 3, 2
Verde Grande	18	1	0	19	8	1	0	9	44, 44, 44, 44, 44, 48, 74, 90, 108	2, 2, 3, 0, 0
Paraguai	35	5	0	40	12	4	0	16	22, 29, 52, 60, 60, 63, 64, 84, 109, 109, 109, 149, 158, 158, 159, 168	2, 3, 3, 0, 1
Piancó-Piranhas-Açu	35	1	0	36	1	1	0	2	97, 133	0, 2, 3, 0, 0
Paranaíba	18	0	0	18	9	0	0	9	47, 57, 63, 63, 70, 70, 70, 71, 73	0, 1, 2, 2, 2
São Francisco	20	6	0	26	4	5	0	9	88, 89, 93, 131, 138, 224, 261, 262, 272	1, 3, 3, 0, 3
Margem Direita Amazonas	33	3	0	36	2	3	0	5	81, 81, 81, 98, 141	0, 2, 0, 0, 0
Tocantins-Araguaia	16	2	0	18	2	1	0	3	96, 157, 182	0, 3, 3, 1, 2
Grande	26	1	0	27	12	1	0	13	25, 50, 55, 55, 80, 81, 82, 88, 166, 166, 249, 253, 275	0, 2, 0, 0, 0
Doce	24	0	0	24	15	0	0	15	18, 37, 49, 49, 50, 52, 53, 93, 96, 101, 102, 106, 116, 116, 116	0, 0, 2, 3, 0
Paranapanema	56	10	0	66	26	5	0	31	34, 48, 55, 80, 83, 142, 142, 149, 149, 149, 150, 153, 154, 206, 206, 239, 240, 272, 277, 277, 278, 281, 282, 282, 303, 304, 304, 313, 315, 317, 342	1, 2, 3, 0, 0
Paraíba do Sul	5	1	0	6	1	1	0	2	33, 72	1, 3, 3, 0, 3
Total	326	30	0	356	102	22	0	124		

Fonte: autoria própria (2026) com dados de Barreto e Dombroski (2026). Nota: [1] Barreto e Dombroski (2026).

Os valores de abrangência da informação presente nos planos avaliados para os tópicos 1 e 2 foram de 95,2% e 77,4%, respectivamente, para o critério 0 (ausência da informação), ou seja, incorporação inferior a 25% sobre as temáticas “Monitoramento de agrotóxico ou termos relacionados e/ou agrotóxico por tipo de ação ou termos relacionados e proposições” e “Agrotóxico ou termos relacionados e/ou agrotóxico por tipo de ação ou termos relacionados e consequências”. Considerando a metodologia de atribuição de pontuação para trechos mais representativos, o Tópico 1 é considerado mais aderente à temática de monitoramento de poluição difusa por agrotóxicos, sendo

o Tópico 5, com menor aderência. As pontuações para cada um dos trechos mais representativos estão dispostas na Tabela 2.

Análise do uso de ocupação do solo para as bacias

Assis, Ribeiro e Silva (2020) destacaram que a gestão de recursos hídricos em bacias compartilhadas entre múltiplas escalas e níveis constitui uma tarefa difícil. As dificuldades podem ser em razão de limitações de fronteiras e barreiras geopolíticas, sobreposição de camadas legais e institucionais e falta de congruência entre os espaços de tomada de decisão (*Ibid.*). Nesse sentido, bacias hidrográficas interfederativas, que contemplam mais de uma unidade federativa e que apresentam as maiores áreas territoriais, sobretudo bacias como São Francisco, Margem Direita Amazonas e Tocantis-Araguaia, que compreendem cinco ou mais estados e as três maiores áreas relativas ao território brasileiro, conforme Tabela 3, podem representar um desafio maior na gestão de recursos hídricos.

Tabela 3 – Uso e ocupação do solo de bacias hidrográficas interfederativas, cujos planos de recursos hídricos foram analisados

		Características da bacia			Uso e ocupação do solo (%) [3]				
Bacia hidrográfica interfederativa Bacia hidrográfica interfederativa	**Estados que fazem parte da bacia hidrográfica [1]**	**População (milhões) [1]**	**Área (km²) [2]**	**Área relativa ao Brasil (%) [2]**	**Floresta**	**Vegetação Herbácea e Arbustiva**	**Agropecuária**	**Área não vegetada**	**Água e ambiente marinho**
PCJ	SP e MG	5,30	15.304	0,2	18,0	0,6	69,1	10,7	1,7
Verde Grande	MG e BA	0,82	31.410	0,4	45,2	1,6	52,0	0,9	0,3
Paraguai	MT e MS	2,40	360.000	4,2	33,9	24,4	40,0	0,3	1,4
Piancó-Piranhas-Açu	PB e RN	1,48	43.682	0,5	60,1	0,7	36,0	1,2	2,1
Paranaíba	DF, GO, MG e MS	10,23	222.767	2,6	20,5	3,3	73,0	1,4	1,8
São Francisco	AL, SE, PE, BA, MG, GO e DF	14,53	636.920	7,5	52,4	3,5	41,7	1,1	1,2
Margem Direita Amazonas	MT, AM, RO, PA e AC	6,20	2.550.000	30,0	79,0	1,9	17,2	0,3	1,6
Tocantins-Araguaia	GO, TO, PA, MA, MT e DF	9,76	967.059	11,4	46,4	8,0	43,0	0,4	2,1
Grande	SP e MG	9,34	143.255	1,7	15,3	3,3	77,0	1,9	2,5
Doce	MG e ES	3,60	85.000	1,0	29,1	2,8	66,0	1,2	0,9
Paranapanema	SP e PR	4,84	106.554	1,3	16,9	1,7	77,2	1,6	2,6
Paraíba do Sul	MG, RJ e SP	6,77	55.000	0,6	26,3	2,4	67,1	2,7	1,6
Total		75,27	5.216.951	61,3					

Fonte: autoria própria (2026). Notas: [1] Dados de área, população e estados foram obtidos em ANA (2022, p. 37-38). [2] Percentual calculado em relação à área territorial do Brasil de 8.509.379,576 km² (IBGE, 2025, p. 10). [3] Dados quanto ao uso e ocupação do solo obtidos pelo Projeto MapBiomas (MapBiomas, 2026).

Quanto à população de uma bacia hidrográfica, Liyanage e Yamada (2017, p. 12) desenvolveram um estudo correlacionando a taxa de crescimento da população em uma área de bacia hidrográfica e os parâmetros de qualidade da água de um ecossistema fluvial. Os referidos autores observaram uma pior qualidade da água em áreas altamente povoadas, sendo a densidade

populacional apontada como um fator que deve ser bem controlado para mitigar a degradação da qualidade da água e dos ecossistemas aquáticos. Isso pode indicar que a pressão antrópica pode desempenhar um impacto relevante nos recursos hídricos. No âmbito das bacias estudadas, Piracicaba, Capivari e Jundiaí (346 hab/km²), Paraíba do Sul (123 hab/km²) e Grande (65 hab/km²), apresentam, respectivamente, as maiores densidades populacionais dentre as bacias hidrográficas interfederativas estudadas.

Luz, Moreira e Souza (2026, p. 3) destacaram que ainda existem lacunas nos mecanismos de avaliação dos recursos hídricos, sobretudo pela ausência de estudos que associem a qualidade da água aos usos do solo no entorno. No contexto de agrotóxicos, a falta de diretrizes claras nos instrumentos de planejamento territorial, como em Planos Diretores municipais, pode ampliar a exposição da população à contaminação por estes poluentes (Luz; Moreira; Souza, 2026, p. 7).

A extensão e a intensidade das áreas agropecuárias podem se apresentar como fatores relevantes na avaliação do risco de poluição difusa por agrotóxicos em bacias hidrográficas, cabendo a incorporação de tais fatores ao se estabelecer um plano de monitoramento. Assim, em planos de recursos hídricos, destaca-se a relevância da incorporação de características territoriais das bacias hidrográficas.

Gutiérrez *et al.* (2026) verificaram que áreas agrícolas e reflorestadas estão associadas ao aumento das concentrações e cargas de pesticidas, enquanto a vegetação natural exerce efeito mitigador. Para subsidiar monitoramentos futuros e estratégias de gestão sustentável, os autores também destacaram a importância em considerar tanto a escala do uso do solo, quanto o tempo de transporte do pesticida. Nesse contexto, entende-se que os planos de recursos hídricos de bacias hidrográficas com maior uso agropecuário deveriam abordar de modo claro e objetivo possíveis impactos dos agrotóxicos e plano de monitoramento relacionado à poluição destes. Das bacias analisadas, Paranapanema (77,2%), Grande (77,0%) e Paranaíba (73,0%), apresentaram, em ordem decrescente, as maiores coberturas de uso do solo para a agropecuária. Considerando os 12 planos de recursos hídricos avaliados, apesar da variação entre o maior (77,2% para Paranapanema) e menor (17,2% para Margem Direita Amazonas) valores quanto ao uso agropecuário das bacias, entende-se que a pressão exercida por esse setor não deve ser negligenciada na elaboração de planos de recursos hídricos independente do uso do solo.

Relação entre as informações obtidas (a partir da análise das palavras-chave, atribuição de pontuação para os trechos e trecho mais representativo) e o uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica

Os três trechos textuais considerados mais representativos (maiores pontuações atribuídas, conforme Tabela 2) em relação ao alinhamento à temática da pesquisa, em ordem de relevância (considerando os mesmos critérios de seleção do trecho mais representativo, mas neste caso para trechos entre bacias), foram os trechos das bacias do Paraguai, Verde Grande, Paraíba do Sul e São Francisco (estes dois últimos, empatados com a mesma pontuação). Com exceção da Paraíba do Sul que está entre as três bacias com o trecho mais representativo entre os 12 trechos (ela destacou-se como a segunda bacia mais densamente povoada) e São Francisco (que abrange acima de cinco unidades federativas e tem a terceira maior área relativa ao território brasileiro), não houve relação do trecho mais representativo, com as três primeiras bacias apontadas anteriormente como relevantes para densidade populacional, extensão territorial e áreas ocupadas pela agropecuária para análise da problemática de poluição por agrotóxicos.

4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicaram incorporação variável quanto a menções relacionadas ao monitoramento da qualidade da água em termos de poluição difusa por agrotóxicos, nos planos de recursos hídricos de bacias hidrográficas interfederativas analisados. Embora a temática da poluição difusa esteja presente nos documentos avaliados, em três deles não foram identificadas menções a agrotóxicos e em nenhum deles foi observada abordagem em relação a agrotóxicos por tipo de ação, para as palavras-chave analisadas.

A análise do uso e ocupação do solo indicou que as bacias interfederativas apresentam uma variação de área agropecuária entre 17,2 e 77,2%. Contudo, não foi possível observar uma relação entre o percentual de uso e ocupação do solo e a abrangência da abordagem sobre informações relativas à poluição por agrotóxicos nos planos analisados.

Conclui-se que há oportunidades para aprimoramento dos planos de recursos hídricos, considerando o contexto da integração entre uso e ocupação do solo, agrotóxicos, poluição difusa e monitoramento da qualidade da água. Entre elas estão (i) a incorporação de informações sobre o uso e ocupação agropecuários do solo, considerando o potencial de poluição difusa por agrotóxicos, de modo a subsidiar a definição de áreas prioritárias para monitoramento; (ii) indicação das principais culturas agrícolas existentes na bacia, cuja informação é fundamental para levantar os potenciais

agrotóxicos utilizados; e (iii) a definição de indicadores voltados a temática que permitam acompanhar o cumprimento de metas e avaliar os resultados das ações propostas no plano. A incorporação dessa abordagem pode contribuir para o planejamento e gestão de recursos hídricos mais assertiva em relação à prevenção da poluição difusa por agrotóxicos.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio concedido por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq), conforme estabelecido no Edital PROPPG 25/2025 – Programa de Iniciação Científica da Ufersa.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) (2012). *"Plano estratégico de recursos hídricos dos afluentes da margem direita do rio Amazonas: resumo executivo"*. Brasília: ANA, 2012. 144 p. Disponível em: https://biblioteca.ana.gov.br/sophia_web/Busca/Download?codigoArquivo=21665. Acesso em: 2 maio 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) (2013). *"Plano de recursos hídricos e do enquadramento dos corpos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do rio Paranaíba: resumo executivo"*. Brasília: ANA, 2013. 77 p. Disponível em: https://cbhparanaiba.org.br/uploads/documentos/PRH_PARANAIBA/RESUMO_EXECUTIVO/ResumoExecutivo.pdf. Acesso em: 2 maio 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) (2016b). *"Plano integrado de recursos hídricos da unidade de gestão de recursos hídricos Paranapanema: relatório final"*. Brasília: ANA, 2016. 354 p. Disponível em: https://www.paranapanema.org/wp-content/uploads/2025/02/Pirh-Paranapanema.pdf. Acesso em: 2 maio 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) (2017). *"Plano integrado de recursos hídricos da bacia do Rio Grande: resumo final"*. Brasília: ANA, 2017. 289 p. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1deRPfkL823Q76n7TjPDIRIIPXtr4_0HP/view. Acesso em: 2 maio 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) (2018a). *"Plano de recursos hídricos da região hidrográfica do Paraguai: resumo executivo"*. Brasília: ANA, 2018. 180 p. Disponível em: https://arquivos.ana.gov.br/portal/SAS/PRH_Paraguai/PF-02_PRH_Paraguai_Resumo_Executivo.pdf. Acesso em: 2 maio 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) (2018b). *"Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu: resumo executivo"*. Brasília: ANA, 2018. 168 p. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/planos-de-recursos-hidricos/planos-de-recursos-hidricos-de-bacias-hidrograficas/planos-de-bacias-hidrograficas-interfederativas/pianco-piranhas-

acu/PlanodeRecursosHdricosdaBaciaHidrogrficadoRioPiancPiranhasAu2.pdf. Acesso em: 2 maio 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). (2016a) "*Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Verde Grande: resumo executivo*". Brasília: ANA, 2016. 136 p. Disponível em: http://verdegrande.cbh.gov.br/wp-content/uploads/2025/07/PLANO-DE-RECURSOS-HIDRICOS-DA-BACIA-DO-RIO-VERDE-GRANDE.pdf. Acesso em: 2 maio 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil); SUPERINTENDÊNCIA DE PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS (2009). *"Plano estratégico de recursos hídricos da bacia hidrográfica dos rios Tocantins e Araguaia: relatório síntese"*. Brasília: ANA; SPR, 2009. 256 p. Disponível em: https://biblioteca.ana.gov.br/sophia_web/Busca/Download?codigoArquivo=20589. Acesso em: 2 maio 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil) (2022). *"Planos de recursos hídricos"*. Brasília: ANA, 2022. 89 p. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/ana_encarte_planos_conjuntura2020.pdf. Acesso em: 2 maio 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil) (2023). *"Plano integrado de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Doce 2023-2042 e enquadramento dos corpos de água superficiais: resumo executivo"*. Brasília: ANA, 2023. 136 p. Disponível em: https://www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2024/02/PIRH%20Doce_full-compactado-compactado_1_compressed.pdf. Acesso em: 2 maio 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil) (2024). "*Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2024: informe anual*". Brasília: ANA. 154 p. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura2024_04122024.pdf . Acesso em: 06 jun. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil) [s.d.]. "*Planos de bacias hidrográficas interfederativas*". Brasília, DF: ANA, [s.d.]. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/planos-de-recursos-hidricos/planos-de-recursos-hidricos-de-bacias-hidrograficas/planos-de-bacias-hidrograficas-interfederativas. Acesso em: 13 jun. 2026.

AMORIM, A.T. (2024) *"Poluição dos recursos hídricos e políticas para proteção dos recursos hídricos"*. Geopauta, v. 8, pp. 1 - 13, e14952. DOI: 10.22481/rg.v8.e2024.e14962.

ASSIS, W. D.; RIBEIRO, M. M. R.; SILVA, S. R. (2020). *"Multi-level governance application to a shared river basin"*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, [*N.p.*], v. 25, pp. 1–16, 2020. DOI: https://doi.org/10.1590/2318-0331.252020190164. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbrh/a/HPh4c3dj33b9jjmx8KQkgcB/. Acesso em: 14 jun. 2026.

BARRETO, H.R.; DOMBROSKI, S.A.G. (2026). *"Gestão integrada de recursos hídricos e monitoramento da poluição difusa por agrotóxicos em águas superficiais: uma análise em documentos oficiais"* in Anais do V Congresso Internacional de Engenharia Ambiental, Madri, 2026, Madri. No prelo.

BRASIL (1997). **"***Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997*"**.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990. Brasília, DF: Presidência da República, 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 6 jun. 2026.

BRASIL (2012). Conselho Nacional de Recursos Hídricos. "*Resolução CNRH nº 145, de 12 de dezembro de 2012*". Estabelece diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 jun. 2013. Disponível em: https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%20145.pdf . Acesso em: 22 mai. 2026.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO (CBHSF) (2016). *"Resumo executivo do plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio São Francisco 2016-2025"*. Alagoas: CBHSF, 2016. 300 p. Disponível em: https://drive.google.com/drive/folders/1XxyJ2aFpIGqDy83C7IAOlF0Xz8d200vD. Acesso em: 2 maio 2026.

COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL (CEIVAP) (2021). *"Plano integrado de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul: resumo executivo"*. Brasília: CEIVAP, 2021. Disponível em: http://18.229.168.129:8080/publicacoesArquivos/ceivap/arq_pubMidia_Processo_030-2018_PF02.pdf. Acesso em: 2 maio 2026.

CONSÓRCIO PROFILL-RHAMA (2020). *"Plano de recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 2020 a 2035: relatório síntese"*. Piracicaba, SP: Consórcio Profill-Rhama, 2020. 129 p. Disponível em: https://www.comitespcj.org.br/wp-content/uploads/2025/03/Plano-das-Bacias-Relatorio-Sintese.pdf. Acesso em: 2 maio 2026.

GARCIA, J.M.; MANTOVANI, P.; GOMES, R.C.; LONGO, R.M.; DEMAMBORO, A.C.; BETTINE, S.C. (2018) *"Environmental degradation and water quality in urban rivers springs"*. Sociedade & Natureza, v. 30, n. 1, pp. 228–254. DOI: 10.14393/SN-v30n1-2018-10.

GUTIÉRREZ, J. M.; PÉREZ-PARADA, A.; RODRÍGUEZ-BOLAÑA, C.; BARBOZA, N.; BARRIOS, M.; CESIO, M. V.; DÍAZ, I.; FERNÁNDEZ, C.; FONTES, E.; GELÓS, M.; HASTINGS, F.; HEBER, E.; HEINZEN, H.; KROGER, A.; MANGARELLI, A.; NIELL, S.; PACHECO, M.; PEQUEÑO, F.; SOÑEZ, D.; SOUZA, R.; TESITORE, G.; TEIXEIRA DE MELLO, F. (2026). *"Agricultural intensification and pesticide pollution on water: cross-scale insights from a subtropical watershed"*. Science of the Total Environment, [*N.p.*], v. 1018, 25 fev. 2026. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2026.181487.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) (2025). *"Malha Municipal Digital e Áreas Territoriais 2024: notas metodológicas 01/2025: informações técnicas e legais para a utilização dos dados publicados"*. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. 46 p. (Coleção Ibgeana). Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2102169. Acesso em: 13 jun. 2026.

LIYANAGE, C. P.; YAMADA, K. (2017). *"Impact of population growth on the water quality of natural water bodies"*. Sustainability (Switzerland), [*N.p.*], v. 9, nº 8, 9 ago. 2017. DOI:

https://doi.org/10.3390/su9081405. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/9/8/1405. Acesso em: 14 jun. 2026.

LUZ, M. V. S.; MOREIRA, I. T. A.; SOUZA, G. B. G. *"Implicações do uso e ocupação do solo na qualidade dos recursos hídricos: procedimentos e indicadores utilizados no Brasil"*. Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos, Goiânia, v. 11, pp. 1-12, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.18224/baru.v11i1.14280. Disponível em: https://seer.pucgoias.edu.br/index.php/baru/article/view/14280. Acesso em: 14 jun. 2026.

MAPBIOMAS. (2026). *"Projeto MapBiomas: Coleção 10.1 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil"*. Disponível em: https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/coverage/. Acesso em: 11 jun. 2026.

MARSALA, R.Z.; CAPRI, E.; RUSSO, E.; BISAGNI, M.; COLLA, R.; LUCINI, L.; GALLO, A.; SUCIU, N.A. (2020). *"First evaluation of pesticides occurrence in groundwater of Tidone Valley, an area with intensive viticulture"*. Science of The Total Environment, v. 736, pp. e139730. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.139730.

PESSOA-DE-SOUZA, M.A.; BARROS, M.C.R.; GONÇALVES, L.M; MESQUITA, G.M.; GONÇALVES, H.M. (2017). *"Remoção de agrotóxicos por escoamento superficial – Princípios e práticas / Pesticides off site by runoff – Principles And Practices"*. Caderno de Ciências Agrárias, v. 9, n. 3, pp. 119–125. Disponível em: https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccaufmg/article/view/2972 . Acesso em: 13 jun. 2016.

RESENDE, A.V. (2002). **"***Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato"*. Planaltina: Embrapa Cerrados. 29 p. ISSN 1517-5111; n. 57. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/546464/1/doc57.pdf. Acesso em 06 jun. 2026.

SINGH, P.K.; KUMAR, U.; KUMAR, I.; DWIVEDI, A.; SINGH, P.; MISHRA, S.; SETH, C. S.; SHARMA, R. K. (2024). *"Critical review on toxic contaminants in surface water ecosystem: sources, monitoring, and its impact on human health"*. Environ Sci Pollut Res, v. 31, pp. 56428 - 56462. DOI: 10.1007/s11356-024-34932-0.

TOOGE, R. "*Quem criou o termo 'agrotóxico' e por que não 'pesticida' ou 'defensivo agrícola'*" (2019). **G1**, 7 de out. de 2019. Disponível em: https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2019/10/07/quem-criou-o-termo-agrotoxico-e-por-que-nao-pesticida-ou-defensivo-agricola.ghtml. Acesso em: 2 maio 2026.

UNIÃO EUROPEIA [20--]. Comissão Europeia. Direção-Geral da Saúde e Segurança Alimentar. "*Pesticides*". [s.l.]: Comissão Europeia, [20--]. Disponível em: https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides_en. Acesso em: 2 maio 2026.