

Seção Meio Ambiente, Paisagem e Qualidade Ambiental

A Bacia do Rio Uruguai sob pressão no Brasil: esgotos domésticos, dejetos animais e agrotóxicos

The Uruguay river basin under pressure in Brazil: domestic sewage, animal waste, and pesticides

La cuenca del río Uruguai bajo presión en Brasil: aguas residuales domésticas, desechos animales y pesticidas

Sonia Corina Hess¹ 

¹Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, SC, Brasil

RESUMO

A Bacia do Rio Uruguai abrange uma área de aproximadamente 174.500 km² no Brasil, localizada nos Estados de Santa Catarina (27%) e do Rio Grande do Sul (73%). O objetivo do trabalho é apresentar dados relativos ao tratamento de esgotos, à geração de dejetos na pecuária e ao uso de agrotóxicos na área de abrangência da Bacia do Rio Uruguai no Brasil, a partir da consulta a bancos de dados disponibilizados pelo governo brasileiro e pela literatura científica. Descreve-se que, em 2021, naquela região: havia mais de 4,7 milhões de habitantes; 82,5% dos esgotos domésticos gerados eram lançados no ambiente sem tratamento adequado; havia rebanho de 9,6 milhões de bovinos, 10,4 milhões de suínos e 14,2 milhões de galinhas, com quantidades de excretas geradas no seu ciclo de vida estimadas em, respectivamente, 469,3 milhões de toneladas, 20,8 milhões de toneladas e 563,7 toneladas; em 716.186 hectares, havia plantações de milho e, em 4.730.097 hectares, de soja, onde estima-se que tenham sido aplicadas 5.300 e 83.723 toneladas de agrotóxicos, respectivamente; em 15 municípios de Santa Catarina foi aferida a presença de agrotóxicos em águas de abastecimento; em 6 microrregiões do Estado do Rio Grande do Sul, e em 5 de Santa Catarina, as taxas de mortalidade por câncer e por suicídio, para ambos os sexos, bem como a incidência de anomalias congênitas superaram os índices nacionais entre 2010 e 2020. Os dados apresentados revelam haver fontes de poluição que repercutem em riscos à qualidade ambiental e à saúde humana na área de abrangência da Bacia do Rio Uruguai no território brasileiro.

Palavras-chave: Santa Catarina; Rio Grande do Sul; Agricultura; Pecuária

ABSTRACT

The Uruguay River Basin covers an area of approximately 174,500 km² in Brazil, located in the States of Santa Catarina (27%) and Rio Grande do Sul (73%). The objective of the work is to present data related to sewage treatment, the generation of waste in livestock farming, and the use of pesticides in the area covered by the Uruguay River Basin in Brazil, based on consultation of databases made available by the Brazilian government and the scientific literature. It is described that, in 2021, in that region: there were more than 4.7 million inhabitants; 82.5% of domestic sewage generated was released into the environment without adequate treatment; there was a herd of 9.6 million cattle, 10.4 million pigs and 14.2 million chickens, with amounts of excreta generated in their life cycle estimated at, respectively, 469.3 million tons, 20.8 million of tons and 563.7 tons; on 716,186 hectares there were corn plantations and on 4,730,097 hectares, soybeans, where it is estimated that 5,300 and 83,723 tons of pesticides were applied, respectively; in 15 municipalities in Santa Catarina, the presence of pesticides in the water supply was measured; and in 6 micro-regions of the State of Rio Grande do Sul and 5 of Santa Catarina, mortality rates from cancer and suicide, for both sexes, as well as the incidence of congenital anomalies surpassed national rates between 2010 and 2020. The data presented reveal that there are sources of pollution that pose risks to environmental quality and human health in the area covered by the Uruguay River Basin in Brazilian territory.

Keywords: Santa Catarina; Rio Grande do Sul; Agriculture; Livestock

RESUMEN

La Cuenca del Río Uruguay cubre una superficie aproximada de 174.500 km² en Brasil, ubicada en los Estados de Santa Catarina (27%) y Rio Grande do Sul (73%). El objetivo del trabajo es presentar datos relacionados con el tratamiento de aguas residuales, la generación de residuos en la ganadería y el uso de pesticidas en el área cubierta por la Cuenca del Río Uruguay en Brasil, a partir de la consulta de bases de datos puestas a disposición por el gobierno brasileño y la literatura científica. Se describe que, en 2021, en esa región: había más de 4,7 millones de habitantes; El 82,5% de las aguas residuales domésticas generadas fueron vertidas al medio ambiente sin tratamiento adecuado; se contaba con un rebaño de 9,6 millones de bovinos, 10,4 millones de cerdos y 14,2 millones de pollos, con cantidades de excrementos generados en su ciclo de vida estimados en, respectivamente, 469,3 millones de toneladas, 20,8 millones de toneladas y 563,7 toneladas; en 716.186 hectáreas hubo plantaciones de maíz y en 4.730.097 hectáreas, de soja, donde se estima que se aplicaron 5.300 y 83.723 toneladas de plaguicidas, respectivamente; en 15 municipios de Santa Catarina se midió la presencia de pesticidas en el suministro de agua; y en 6 microrregiones del Estado de Rio Grande do Sul y 5 de Santa Catarina, las tasas de mortalidad por cáncer y suicidio, para ambos sexos, así como la incidencia de anomalías congénitas superaron las tasas nacionales entre 2010 y 2020. Los datos presentados revelan que existen focos de contaminación que presentan riesgos para la calidad ambiental y la salud humana en el área que abarca la cuenca del río Uruguay en territorio brasileño.

Palabras-clave: Santa Catarina; Rio Grande do Sul; Agricultura; Ganado

1 INTRODUÇÃO

A Bacia do Rio Uruguai possui 2.200 quilômetros de extensão e se origina da confluência dos rios Pelotas e Canoas, entre os municípios de Campos Novos e Celso Ramos, no Estado de Santa Catarina. É delimitada ao norte e nordeste pela Serra Geral, ao sul pela fronteira com o Uruguai, a leste pela Depressão Central Riograndense e a oeste pela Argentina. Abrange uma área de aproximadamente 384.000 km², dos quais cerca de 174.500 km² situam-se no Brasil, área equivalente a 2% do território nacional. Sua porção brasileira é formada por 45.600 km² no Estado de Santa Catarina (27%), incluindo 148 municípios e 128.900 km² (73%) no Estado do Rio Grande do Sul, abrangendo 223 municípios (Cravo, 2009; Querol *et al.*, 2022).

Em trabalhos técnicos, têm sido descritos impactos ambientais sobre a Bacia do Rio Uruguai no Brasil, relacionados ao lançamento de esgotos domésticos *in natura* e de dejetos animais em suas áreas rurais; poluição por agrotóxicos e por efluentes de indústrias de celulose; e mineração (Cravo, 2009; FEPAM, 2023; Querol *et al.*, 2022).

Diante do contexto exposto, no presente trabalho são apresentados os seguintes dados, relativos às microrregiões e aos municípios inseridos na área de abrangência da Bacia do Rio Uruguai, nos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, no ano de 2021: população residente; índices de tratamento de esgotos domésticos; número de animais, em rebanhos, de bovinos, suínos e galinhas, e estimativa das respectivas quantidades de excretas geradas; áreas plantadas com milho e soja, e estimativa das quantidades de agrotóxicos aplicados naquelas culturas; estudo da presença de agrotóxicos em águas de abastecimento de municípios de Santa Catarina; e das taxas de mortalidade por câncer e suicídio e da incidência de anomalias congênitas em microrregiões daquela bacia hidrográfica.

O objetivo é contribuir para o conhecimento de fatores que têm pressionado as áreas de abrangência da Bacia do Rio Uruguai no Brasil, com repercussões na qualidade ambiental e na saúde humana.

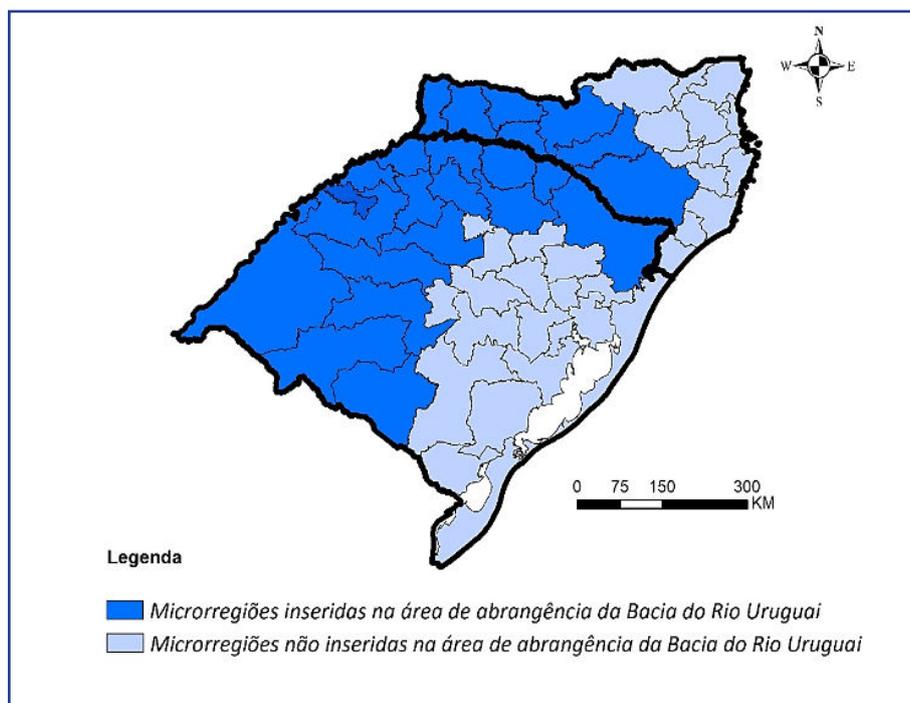
2 METODOLOGIA

2.1 Os municípios que estão inseridos na área de abrangência da Bacia do Rio Uruguai no Brasil

A lista dos municípios que estão inseridos na área de abrangência da Bacia do Rio Uruguai no Brasil foi compilada a partir dos dados descritos por Cravo (2009) e pela Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul - SEMA (2023).

A população daqueles municípios e das respectivas 24 microrregiões em que estão inseridos (7 em Santa Catarina e 17 no Rio Grande do Sul), foi transcrita a partir das estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE para o Tribunal de Contas da União – TCU, de população residente, em 2021, a mais recente disponível (IBGE, 2021a). As microrregiões de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul inseridas na área de abrangência da Bacia do Rio Uruguai estão em destaque na Figura 1.

Figura 1 – Mapa das microrregiões de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul inseridas e não inseridas na área de abrangência da Bacia do Rio Uruguai



2.2 Os índices de tratamento de esgotos nos municípios e microrregiões inseridos na área de abrangência da Bacia do Rio Uruguai no Brasil

Os índices de tratamento de esgotos por consumo em 2021 para as microrregiões inseridas na área de abrangência da Bacia do Rio Uruguai foram calculados por média ponderada, a partir dos respectivos parâmetros, registrados para os municípios, no mapa de indicadores de esgoto do painel de saneamento do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, e a população de cada município. Os índices de tratamento de esgoto por consumo disponibilizados no SNIS são calculados a partir da quantidade de esgoto tratado com relação à quantidade de água de abastecimento fornecida (SNIS, 2021).

2.3 A geração de excretas animais na área de abrangência da Bacia do Rio Uruguai no Brasil

O número de animais, em rebanhos, de bovinos, suínos e galinhas, em 2021, nas microrregiões sob estudo, foram transcritos a partir das tabelas 2.21 e 2.24, para o Rio Grande do Sul e Santa Catarina, respectivamente, descritos na Pesquisa da Pecuária Municipal – PPM, do IBGE (2021b). A quantidade de excretas geradas pelos animais daqueles rebanhos em todo o seu ciclo de vida foi estimada a partir dos parâmetros de nutrição, desenvolvimento corporal e manejo dos animais, descritos por Felipe (2018).

2.4 O uso de agrotóxicos nas microrregiões inseridas na área de influência da Bacia do Rio Uruguai

As áreas plantadas com soja e milho em 2021 nas microrregiões sob estudo foram transcritas a partir dos dados da Produção Agrícola Municipal – PAM, do IBGE, tabela 1612 (IBGE, 2021c). As quantidades de agrotóxicos aplicados nos cultivos de soja e de milho foram estimadas a partir dos parâmetros do uso de agrotóxicos por hectare para aquelas culturas, descritos por Pignati e colaboradores (2017).

Todas as informações são relativas apenas aos municípios que fazem parte da Bacia do Rio Uruguai. Os dados dos municípios que não estão inseridos na área de abrangência daquela bacia hidrográfica foram excluídos dos parâmetros descritos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 A população e os índices de tratamento de esgoto doméstico na área de abrangência da Bacia do Rio Uruguai no Brasil

Tabela 1 – População e índices de tratamento de esgotos domésticos por consumo nas microrregiões de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul inseridas na área de abrangência da Bacia do Rio Uruguai, referentes ao ano de 2021

Microrregiões	População ^a	% Tratamento esgoto/consumo ^b
SANTA CATARINA		
São Miguel do Oeste	180.415	9,4%
Chapecó	459.354	19,3%
Xanxerê	165.567	8,7%
Joaçaba	356.478	12,8%
Concórdia	148.127	3,5%
Curitibanos	130.127	47,4%
Campos de Lages	285.639	23,2%
Total SC	1.725.707	17,3%
RIO GRANDE DO SUL		
Santa Rosa	156.452	11,9%
Três Passos	139.894	0,0%
Frederico Westphalen	168.055	0,3%
Erechim	215.057	0,0%
Sananduva	60.058	0,0%
Cerro Largo	63.537	0,0%
Santo Ângelo	189.169	14,5%
Ijuí	192.477	4,7%
Carazinho	164.687	0,0%
Passo Fundo	283.856	19,2%
Cruz Alta	78.411	11,2%
Vacaria	119.548	0,0%
Santiago	108.411	16,9%
Santa Maria	352.173	39,0%
Campanha Ocidental	355.945	38,2%
Campanha Central	177.044	26,0%
Campanha Meridional	171.615	17,0%
Total RS	2.996.389	17,6%
Total SC e RS	4.722.096	17,5%

Fontes: ^aIBGE, 2021a; ^bSNIS, 2021. Organizado pelos autores em agosto de 2023

Na Tabela 1 são listadas as sete microrregiões do estado de Santa Catarina e as 17 do estado do Rio Grande do Sul nas quais estão os municípios inseridos na área de abrangência da Bacia do Rio Uruguai, e os respectivos números de habitantes para o ano de 2021 (Cravo, 2009; IBGE, 2021a, 2023; SEMA, 2023).

Em Santa Catarina, a população estimada naquela bacia hidrográfica foi de 1.725.707 habitantes, e no Rio Grande do Sul, de 2.996.389 habitantes, totalizando 4.722.096 habitantes em 2021. Os índices descritos na Tabela 1 revelam que, em Santa Catarina, no conjunto das 7 microrregiões inseridas na Bacia do Rio Uruguai, apenas 17,3% dos esgotos gerados recebiam tratamento.

No Rio Grande do Sul, no conjunto das 17 microrregiões inseridas na Bacia do Rio Uruguai, o índice de tratamento de esgoto foi de 17,6% (SNIS, 2021).

O índice total de tratamento de esgotos nas microrregiões de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul inseridas na Bacia do Rio Uruguai foi de apenas 17,5% em 2021. Considerando que a população totalizou mais de 4,7 milhões de pessoas em 2021, o lançamento no ambiente, sem tratamento adequado, de 82,5% dos esgotos domésticos gerados, constitui relevante fator de risco à qualidade ambiental da Bacia do Rio Uruguai no Brasil.

O número de habitantes e os percentuais de tratamento de esgoto por consumo nos municípios com mais de 20.000 habitantes inseridos na área de abrangência da Bacia do Rio Uruguai em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul (IBGE, 2021a; SNIS, 2021) revelaram que, em apenas quatro daqueles municípios, os índices de tratamento de esgoto eram superiores a 50% em 2021: Campos Novos/SC, 36.861 habitantes, 96% dos esgotos domésticos tratados; Herval D'Oeste/SC, 22.820, 80%; Quaraí/RS, 22.531, 72%; e Uruguaiana/RS, 126.766, 64%. Por outro lado, em municípios inseridos naquela bacia hidrográfica, com mais de 100.000 habitantes, os índices de tratamento eram baixos em 2021: Chapecó/SC - 227.587 habitantes, 39% dos esgotos domésticos tratados; Lages/SC - 157.158, 33%; Bagé/

RS – 121.518, 21%; Erechim/RS – 107.368, 0%; Passo Fundo/RS – 206.103, 27%; e Santa Maria/RS – 285.159, 48%.

O novo marco legal do saneamento (Lei número 14.026, de 15 de julho de 2020), regulamentado pelos decretos 11.466/2023 e 11.467/2023, estabeleceu metas de atendimento de 99% da população com água potável, e 90% com coleta e tratamento de esgotos, até 2033. A estimativa é de que, para que aquelas metas sejam alcançadas, são necessários investimentos da ordem de 44,8 milhões de reais por ano, mais do que o dobro da média do que tem sido investido anualmente nos últimos cinco anos, de 20 bilhões de reais (Velasco, 2023).

3.2 O número de animais, em rebanhos, bovinos, suínos e galinhas, e a estimativa das quantidades de excretas geradas na área de abrangência da Bacia do Rio Uruguai no Brasil

Os dados relativos à pecuária nas microrregiões dos estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul inseridas na área de abrangência da Bacia do Rio Uruguai apresentados na Tabela 2 revelam que, em 2021, havia rebanho de 9.607.483 bovinos, 10.364.385 suínos e 14.231.341 galinhas (IBGE, 2021b), estimando-se segundo os parâmetros descritos por Felipe (2018), que tenham gerado, em seu ciclo de vida completo, respectivamente, 469.331.424,5, 20.761.844,7 e 563.708,8 toneladas de excretas.

A grande quantidade de dejetos gerados na pecuária industrial, sem tratamento adequado, tem sido citada como importante fator gerador de degradação ambiental naquela bacia hidrográfica (Cravo, 2009; FEPAM, 2023; Miranda, 2011; Querol *et al.*, 2022).

Conforme foi descrito por Calza e colaboradores (2015), existem diversos processos para o tratamento de dejetos animais, sendo a biodigestão anaeróbia uma tecnologia eficiente, permitindo a obtenção do biogás e do biofertilizante,

cuja disponibilidade, além de render retorno financeiro para amortizar o custo de instalação da tecnologia, soluciona o problema da disposição destes resíduos no meio ambiente.

O biofertilizante é de um fertilizante natural rico em nitrogênio. O biogás é uma mistura gasosa com potencial combustível, composta principalmente por metano (CH_4) e gás carbônico (CO_2), que pode ser utilizado na geração de energia elétrica e no aquecimento. A geração de energia elétrica pode ser feita pela queima do biogás em turbinas, microturbinas e em motores do ciclo Otto e diesel, devidamente adaptados, sendo considerada uma fonte energética limpa e apropriada ao uso em propriedades rurais (Calza et al., 2015). Por outro lado, a queima e o aproveitamento energético do biogás assim gerado são apontados como ferramentas para que sejam alcançados os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas – ONU (Lins *et al.*, 2022).

Portanto, a ampliação do tratamento em biodigestores, dos dejetos animais gerados na área de abrangência da Bacia do Rio Uruguai no Brasil, poderia proporcionar melhoria da qualidade ambiental, ao evitar-se a poluição do solo e dos recursos hídricos, resultantes da disposição incorreta de tais resíduos. Também haveria benefícios econômicos para os produtores, a partir da geração de energia nas propriedades rurais e do uso do biofertilizante como adubo.

Tabela 2 – Número de animais, em rebanhos, de bovinos, suínos e galinhas, e estimativa das quantidades de excretas geradas nas microrregiões de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul inseridas na Bacia do Rio Uruguai, referentes ao ano de 2021

Microrregião	^a Número bovinos	^{a,b} Excretas bovinos, toneladas	^a Número suínos	^{a,b} Excretas suínos, toneladas	^a Número galinhas	^{a,b} Excretas galinhas, toneladas
SANTA CATARINA						
São Miguel do Oeste	509.709	24.899.596,6	1.126.330	2.252.376,7	797.185	31.295,9
Chapecó	665.707	32.520.194,4	1.310.966	2.621.602,3	1.795.633	70.493,0
Xanxerê	234.569	11.458.839,2	566.127	1.132.111,6	2.740.748	107.596,4
Joaçaba	424.280	20.726.337,7	1.669.276	3.338.132,1	2.233.379	87.678,0
Concórdia	291.201	14.225.347,1	1.812.834	3.625.212,0	659.217	25.879,6
Curitibanos	213.284	10.419.053,9	278.903	557.735,9	633.510	24.870,4
Campos de Lages	580.661	28.365.645,2	40.007	80.003,9	361.210	14.180,4
Total SC	2.919.411	142.615.014,1	6.804.443	13.607.174,6	9.220.882	361.993,6
RIO GRANDE DO SUL						
Santa Rosa	202.267	9.880.866,7	419.594	839.082,5	258.382	10.143,6
Três Passos	163.005	7.962.894,0	634.243	1.268.326,5	249.410	9.791,3
Frederico Westphalen	241.405	11.792.782,0	983.704	1.967.160,6	444.220	17.439,2
Erechim	206.448	10.085.111,1	536.479	1.072.823,1	1.083.133	42.521,7
Sananduva	119.734	5.849.079,2	100.203	200.380,8	316.960	12.443,2
Cerro Largo	147.735	7.216.945,2	297.837	595.599,1	173.457	6.809,6
Santo Ângelo	466.891	22.807.911,1	93.493	186.962,5	168.285	6.606,5
Ijuí	136.278	6.657.263,7	68.845	137.672,7	151.553	5.949,7
Carazinho	108.938	5.321.688,0	254.928	509.791,9	150.638	5.913,8
Passo Fundo	95.825	4.681.109,9	69.038	138.058,6	773.416	30.362,8
Cruz Alta	74.690	3.648.652,2	8.954	17.905,7	95.199	3.737,3
Vacaria	296.523	14.485.330,0	9.545	19.087,6	852.150	33.453,7
Santiago	507.192	24.776.639,6	13.136	26.268,7	40.035	1.571,7
Santa Maria	465.875	22.758.278,9	19.471	38.937,1	145.994	5.731,4
Campanha Ocidental	1.768.781	86.406.034,4	50.472	100.931,3	107.627	4.225,2
Campanha Central	1.017.657	49.713.167,3	11.180	22.357,2	87.090	3.419,0
Campanha Meridional	668.828	32.672.657,1	6.663	13.324,3	40.642	1.595,5
Total RS	6.688.072	326.716.410,4	3.559.942	7.154.670,1	5.010.459	201.715,2
Total SC e RS	9.607.483	469.331.424,5	10.364.385	20.761.844,7	14.231.341	563.708,8

Fontes: ^aIBGE, 2021b; ^bFELIPE, 2018. Organizado pelos autores, em agosto de 2023

3.3 Os cultivos de soja e milho, agrotóxicos e impactos na saúde, na Bacia do Rio Uruguai no Brasil

Nos dados da produção agrícola municipal do IBGE (2023c) apresentados na Tabela 3, consta que nas microrregiões de Santa Catarina inseridas na área de abrangência da Bacia do Rio Uruguai, as áreas cultivadas com milho em 2021 totalizaram 242.898 hectares, e, com soja, 506.192 hectares. No Rio Grande do Sul, foram 473.288 hectares cultivados com milho e 4.223.905 hectares com soja. Somando-se as áreas cultivadas naqueles dois estados, em 2021 havia 716.186 hectares com plantações de milho e 4.730.097 hectares cultivados com soja, na área da Bacia do Rio Uruguai, em território brasileiro. Aplicando-se os parâmetros descritos por Pignati e colaboradores (2017), estima-se que em 2021 foram utilizadas 5.300 toneladas de agrotóxicos nas plantações de milho, e 83.723 toneladas de agrotóxicos nas de soja.

Entre janeiro de 2018 e dezembro de 2019, o Ministério Público do Estado de Santa Catarina promoveu a realização de análises de águas de abastecimento de 175 municípios quanto à presença de 204 ingredientes ativos de agrotóxicos. Em sistemas de abastecimento de 60 municípios de Santa Catarina, foi aferida a presença de agrotóxicos, sendo que, em 50, as águas de abastecimento não atenderiam aos parâmetros de potabilidade vigentes na União Europeia, onde a concentração máxima permitida para cada ingrediente ativo presente na água é de 0,1 µg/L, e a soma dos ingredientes ativos não pode ultrapassar 0,5 µg/L (União Europeia, 2024).

Tabela 3 – Áreas plantadas com milho e com soja, e estimativa das quantidades de agrotóxicos aplicados, nas microrregiões de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul inseridas na Bacia do Rio Uruguai, referentes ao ano de 2021

Microrregião	^a Área plantada milho, hectares	^{a,b} Quantidade de agrotóxicos aplicados (estimativa), kg	^a Área plantada soja, hectares	^{a,b} Quantidade de agrotóxicos aplicados (estimativa), kg
SANTA CATARINA				
São Miguel do Oeste	25.534	188.952	39.096	691.999
Chapecó	43.374	320.968	97.520	1.726.104
Xanxerê	29.600	219.040	140.080	2.479.416
Joaçaba	63.660	471.084	49.060	868.362
Concórdia	20.250	149.850	6.810	120.537
Curitibanos	26.260	194.324	103.546	1.832.764
Campos de Lages	34.220	253.228	70.080	1.240.416
Total SC	242.898	1.797.445	506.192	8.959.598
RIO GRANDE DO SUL				
Santa Rosa	37.913	280.556	123.248	2.181.490
Três Passos	44.886	332.156	158.100	2.798.370
Frederico Westphalen	45.860	339.364	167.550	2.965.635
Erechim	41.208	304.939	191.728	3.393.586
Sananduva	17.500	129.500	140.850	2.493.045
Cerro Largo	19.311	142.901	74.949	1.326.597
Santo Ângelo	54.502	403.315	506.052	8.957.120
Ijuí	22.785	168.609	316.202	5.596.775
Carazinho	40.650	300.810	301.310	5.333.187
Passo Fundo	27.975	207.015	265.370	4.697.049
Cruz Alta	16.000	118.400	317.032	5.611.466
Vacaria	43.150	319.310	178.410	3.157.857
Santiago	11.383	84.234	494.510	8.752.827
Santa Maria	10.140	75.036	214.402	3.794.915
Campanha Ocidental	27.980	207.052	338.692	5.994.848
Campanha Central	7.150	52.910	225.000	3.982.500
Campanha Meridional	4.895	36.223	210.500	3.725.850
Total RS	473.288	3.502.330	4.223.905	74.763.117
Total SC e RS	716.186	5.299.775	4.730.097	83.722.715

Fontes: ^aIBGE, 2023b; ^bPIGNATI et al., 2017. Organizado pelos autores em agosto de 2023

Na Tabela 4 são apresentados os resultados das análises de águas de abastecimento de 15 municípios da Bacia do Rio Uruguai em Santa Catarina, em que foi aferida a presença de agrotóxicos. As análises revelaram que as águas de abastecimento não atenderiam aos parâmetros de potabilidade da União Europeia em 9 daqueles municípios: Formosa do Sul, Jardinópolis, Quilombo, Água Doce, Catanduvas, Treze Tílias, Vargem Bonita, Lindóia do Sul e Santa Cecília (Hess, 2020; Lorenz *et al.*, 2021). Todos os princípios ativos aferidos nas águas analisadas estavam presentes em concentrações inferiores ao limite máximo de resíduos (LMR) estabelecido na Portaria GM/MS número 888 de 2021, do Ministério da Saúde. Entretanto, tal contexto não significa ausência de riscos à saúde dos consumidores. Por exemplo, na água de abastecimento de Santa Cecília foi aferida a presença de glifosato, na concentração de 20,86 microgramas por litro ($\mu\text{g/L}$), inferior ao LMR de 500 $\mu\text{g/L}$ estabelecido na Portaria GM/MS 888/2021. Por outro lado, na União Europeia, o limite máximo de glifosato na água é de 0,1 $\mu\text{g/L}$, 5000 vezes menor do que no Brasil.

Dentre os 13 ingredientes ativos cuja presença foi aferida em águas de abastecimento de municípios inseridos na área de abrangência da Bacia do Rio Uruguai em Santa Catarina (Tabela 4), 7 não têm uso autorizado na União Europeia (2023): atrazina (banimento em 2004); carbendazim (2009); ciproconazol (2011); clorpirifós etílico (2009); diurom (2009); imidacloprido (2009); e simazina (2004). A presença desses agrotóxicos em águas de abastecimento constitui-se em sério fator de risco à saúde da população exposta, uma vez que apresentam propriedades como: desregulação endócrina; mutagênese e carcinogênese; efeitos sobre o sistema neurológico, incluindo indução de autismo em crianças; entre outros (Hess, 2018, 2020; Lopes-Ferreira *et al.*, 2022).

Outro dado preocupante apresentado na Tabela 4 é a presença de resíduos de agrotóxicos nas águas de abastecimento de mananciais subterrâneos, uma vez que a depuração de poluentes em águas subterrâneas é um processo complexo, que em geral demanda longos períodos de tempo para se efetivar (USGS, 2018).

Por outro lado, estudo divulgado por Hess e colaboradores (2023) revelou que 11 microrregiões que fazem parte da Bacia do Rio Uruguai apresentaram índices acima das taxas nacionais do período compreendido entre 2010 e 2020, para a mortalidade por câncer e suicídio, para ambos os sexos, e para a incidência de anomalias congênitas: Chapecó, Xanxerê, Joaçaba, Concórdia e Campos de Lages, em Santa Catarina; e Erechim, Santo Ângelo, Cruz Alta, Santiago, Santa Maria e Campanha Ocidental, no Rio Grande do Sul. Conforme foi descrito pelos autores, tais resultados podem estar associados à presença de substâncias tóxicas no ambiente daquelas microrregiões (Hess *et al.*, 2023).

Tabela 4 – Ingredientes ativos de agrotóxicos aferidos em águas de abastecimento de municípios de Santa Catarina inseridos na Bacia do Rio Uruguai entre janeiro de 2018 e dezembro de 2019

Microrregião	Município	Ingredientes ativos	Concentração, µg/L	Manancial
Chapecó	Formosa do Sul	Imidacloprido	0,134	Superficial
	Jardinópolis	Atrazina	0,113	Subterrâneo
	Irati	Diurom	0,090	Subterrâneo
		Atrazina	0,667	
	Quilombo	Benomil	0,037	
		Carbendazim	0,037	Superficial e subterrâneo
		Ciproconazol	0,058	
		Diurom	0,068	
	União do Oeste	Simazina	0,065	
		Metolaclo-ro	0,094	Subterrâneo
Joaçaba	Água Doce	Diurom	0,095	Superficial
		Malationa	0,125	
	Catanduvas	Atrazina	0,152	Superficial
	Treze Tílias	Atrazina	0,158	Superficial e subterrâneo
		Simazina	0,224	
Vargem Bonita	Difenoconazol	0,433	Superficial	
Concórdia	Arvoredo	Benomil	0,013	Subterrâneo
		Carbendazim	0,013	
	Lindóia do Sul	Atrazina	0,064	Superficial
		Simazina	0,109	
Curitibanos	Santa Cecília	Glifosato	20,86	Superficial
Campos de Lages	Bom Jardim da Serra	2,4-D	0,060	Superficial
	Urupema	Clorpirifós etílico	0,066	Superficial

Fontes: HESS, 2020; LORENZ *et al.*, 2021. Organizado pelos autores, em agosto de 2023

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na Tabela 5 são resumidos os principais resultados apresentados, quanto à população; índices de tratamento de esgotos domésticos; número de animais, em rebanhos, de bovinos, suínos e galinhas, e estimativa das respectivas quantidades de excretas geradas; áreas plantadas com milho e soja, e estimativa das quantidades de agrotóxicos aplicados nas microrregiões de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul inseridas na área de abrangência da Bacia do Rio Uruguai no Brasil, referentes ao ano de 2021, obtidos a partir de bases de dados disponibilizadas pelo governo brasileiro, ou na literatura científica.

Tabela 5 – População, índices de tratamento de esgotos domésticos por consumo, número de bovinos, suínos e galinhas, e respectivas quantidades de dejetos gerados, áreas plantadas com milho e soja, e estimativa das respectivas quantidades de agrotóxicos aplicadas nas microrregiões de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul inseridas na área de abrangência da Bacia do Rio Uruguai no Brasil, referentes ao ano de 2021

	Santa Catarina	Rio Grande do Sul	Total
População	1.725.707	2.996.389	4.722.096
% Tratamento esgoto/consumo	17,3%	17,6%	17,5%
Número bovinos	2.919.411	6.688.072	9.607.483
Excretas bovinos, toneladas	142.615.014,10	326.716.410,40	469.331.424,5
Número suínos	6.804.443	3.559.942	10.364.385
Excretas suínos, toneladas	13.607.174,60	7.154.670,10	20.761.844,7
Número galinhas	9.220.882	5.010.459	14.231.341
Excretas galinhas, toneladas	361.993,60	201.715,20	563.708,8
Área plantada milho, hectares	242.898	473.288	716.186
Quantidade de agrotóxicos aplicados (estimativa), kg	1.797.445	3.502.330	5.299.775
Área plantada soja, hectares	506.192	4.223.905	4.730.097
Quantidade de agrotóxicos aplicados (estimativa), kg	8.959.598	74.763.117	83.722.715

Os dados apresentados revelam que a população da área de abrangência da Bacia do Rio Uruguai no Brasil totalizou mais de 4,7 milhões de pessoas em 2021, e que naquele ano foram lançados no ambiente, sem tratamento adequado, 82,5% dos

esgotos domésticos gerados, o que constituiu relevante fator de risco à qualidade ambiental daquela bacia hidrográfica.

Nas microrregiões dos Estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul inseridas na Bacia do Rio Uruguai havia, em 2021, rebanho de 9.607.483 bovinos, 10.364.385 suínos e 14.231.341 galinhas, estimando-se que tenham gerado, em seu ciclo de vida completo, respectivamente, 469.331.424,5, 20.761.844,7 e 563.708,8 toneladas de excretas. A grande quantidade de dejetos gerados na pecuária industrial, sem tratamento adequado, tem sido apontada como importante fator gerador de degradação ambiental naquela bacia hidrográfica.

Em 2021, havia 716.186 hectares com plantações de milho e 4.730.097 hectares cultivados com soja, na área de abrangência da Bacia do Rio Uruguai em território brasileiro, estimando-se que, naquele ano, foram aplicadas 5.300 toneladas de agrotóxicos naquelas plantações de milho, e 83.723 toneladas de agrotóxicos nas de soja. Portanto, o aporte de milhares de toneladas de agrotóxicos naqueles cultivos agrícolas constitui-se em expressiva fonte de poluição ambiental, impondo riscos aos ecossistemas e à saúde humana na Bacia do Rio Uruguai.

Entre janeiro de 2018 e dezembro de 2019, em 15 municípios de Santa Catarina inseridos na Bacia do Rio Uruguai, foi aferida a presença de agrotóxicos em águas de abastecimento, tanto em mananciais superficiais quanto em águas subterrâneas, resultando em riscos potenciais à saúde da população exposta.

Em 11 microrregiões da Bacia do Rio Uruguai no Brasil, as taxas de mortalidade por câncer e suicídio, para ambos os sexos, bem como a incidência de anomalias congênitas, superou os índices nacionais do período entre 2010 e 2020.

Os dados apresentados demonstram que os baixos índices de tratamento de esgotos domésticos, a geração de grandes quantidades de dejetos na pecuária e as expressivas quantidades de agrotóxicos aplicadas em culturas agrícolas resultam em riscos à qualidade ambiental e à saúde humana, na área de abrangência da Bacia do Rio Uruguai em território brasileiro, o que demanda, do poder público e da sociedade, ações, para que os problemas descritos sejam investigados e minimizados.

REFERÊNCIAS

CALZA, L. F.; LIMA, C. B.; NOGUEIRA, C. E. C.; SIQUEIRA, J. A. C.; SANTOS, R. F. Avaliação dos custos de implantação de biodigestores e da energia produzida pelo biogás. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 6, p. 990-997, 2015.

CRAVO, J. **Rio Uruguai e sua região hidrográfica**. Porto Alegre: Ministério Público Federal, 2009. Disponível em: https://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/informes/pdfs/rio_uruguai_regiao_hidrografica.pdf. Acesso em: 22 dez. 2024.

FELIPE, S. T. **Carnelatria**: escolha *omnis vorax* mortal. São José: Ecoânima, 2018.

FEPAM. **Qualidade da água superficial nas regiões hidrográficas do RS (Guaíba, Litoral e Uruguai)**: relatório técnico. Porto Alegre: FEPAM, 2023. Disponível em: <https://fepam.rs.gov.br/relatorios-da-qualidade-da-agua>. Acesso em: 22 dez. 2024.

HESS, S. C. (Org.). **Ensaio sobre poluição e doenças no Brasil**. São Paulo: Outras Expressões, 2018.

HESS, S. C. **Parecer técnico 01/2020**. 2020. Disponível em: <https://www.mp.sc.br/noticias/audiencia-publica-revela-gravidade-da-presenca-de-agrotoxicos-em-mananciais-de-abastecimento-e-necessidade-de-atualizar-a-legislacao-reguladora>. Acesso em: 22 dez. 2024.

HESS, S. C.; NODARI, R. O.; SOARES, M. R.; LIMA, F. A. N. S.; PIGNATI, W. A. Cenário agrícola brasileiro: monoculturas e silvicultura, agrotóxicos e incidência de câncer, suicídio e anomalias congênitas. In: ROCCON, P. C.; DEL BEL, H.; COSTA, A. A. S.; PIGNATI, W. A. (Orgs.). **Ambiente, saúde e agrotóxicos**: desafios e perspectivas na defesa da saúde humana, ambiental e do(a) trabalhador(a). São Carlos: Pedro & João Editores, 2023. p. 149-176.

IBGE. **População residente enviada ao Tribunal de Contas da União**. Base de dados. 2021a. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/populacao-residente>. Acesso em: 22 dez. 2024.

IBGE. **PPM – Pesquisa da pecuária municipal**. Tabelas. Tabela 2.21, tabela 2.24. Base de dados. 2021b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html>. Acesso em: 22 dez. 2024.

IBGE. **PAM – Produção agrícola municipal**. Tabelas. Tabela 1612. Base de dados. 2021c. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 22 dez. 2024.

LINS, L. P.; FURTADO, A. C.; MITO, J. Y. L.; PADILHA, J. C. O aproveitamento energético do biogás como ferramenta para os objetivos do desenvolvimento sustentável. **Interações**, [S.l.], v. 23, n. 4, p. 1275-1286, 2022.

LOPES-FERREIRA, M.; MALESKI, A. L. A.; BALAN-LIMA, L.; BERNARDO, J. T. G.; HIPOLITO, L. M.; SENI-SILVA, A. C.; BATISTA FILHO, J.; FALCAO, M. A. P.; LIMA, C. Impact of pesticides on human health in the last six years in Brazil. **International Journal of Environmental Research on Public Health**, [S.l.], v. 19, n. 6, 3198, 2022.

LORENZ, N. A.; FERRAZ, A. C. P.; SOUZA, G. M. R.; HESS, S. C. Contaminação de águas de Santa Catarina por agrotóxicos. **Ambientes em Movimento**, [online], v. 1, n. 1, p. 28-35, 2021.

MIRANDA, C. R. (Ed.). **Meio Ambiente e sustentabilidade no Alto Uruguai catarinense**: relato de experiências. Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2011. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/906164/meio-ambiente-e-sustentabilidade-no-alto-uruguai-catarinense-relato-de-experiencias>. Acesso em: 22 dez. 2024.

PIGNATI, W.A.; LIMA, F. A. N. S.; LARA, S. S.; CORRÊA, M. L. M.; BARBOSA, J. R.; LEÃO, L. H. C., PIGNATTI, M. G. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a vigilância em saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 22, n. 10, p. 3281-3293, 2017.

QUEROL, M. V. M.; PESSANO, E. C.; MACHADO, M. M.; CAMARGO, A. C. S.; STEFANELLO, C. M. **Rio Uruguai**: contribuições científicas. 2. ed. Uruguaiana: Universidade Federal do Pampa, 2022.

SEMA. **Dados gerais das bacias hidrográficas**. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/bacias-hidrograficas>. Acesso em: 22 dez. 2024.

SNIS. **Painel de saneamento**. Mapa de indicadores de esgoto. 2021. Disponível em: http://appsnis.mdr.gov.br/indicadores/web/agua_esgoto/mapa-esgoto. Acesso em: 13 jul. 2023.

UNIÃO EUROPEIA. **Active substances, safeners and synergists**. 2024. Disponível em: <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/start/screen/active-substances>. Acesso em: 22 dez. 2024.

USGS. **Pesticides in groundwater**. 2018. Disponível em: <https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/pesticides-groundwater>. Acesso em: 22 dez. 2024.

VELASCO, C. Marco do Saneamento: investimento no setor precisa mais que dobrar para cumprir metas de universalização, aponta estudo. **Portal G1**. 12/07/2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2023/07/12/marco-do-saneamento-investimento-no-setor-precisa-mais-que-dobrar-para-cumprir-metas-de-universalizacao-aponta-estudo.ghtml>. Acesso em: 22 dez. 2024.

Contribuições de autoria

1 – Sonia Corina Hess

Universidade Federal de Santa Catarina (professora aposentada), Doutora em Química. <https://orcid.org/0000-0001-6137-5445> • soniahess@gmail.com

Contribuição: Escrita – primeira redação, Escrita – revisão e edição

Como citar este artigo

HESS, S. C. A Bacia do Rio Uruguai sob pressão no Brasil: esgotos domésticos, dejetos animais e agrotóxicos. **Geografia Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 29, e 84886, 2025. Disponível em: 10.5902/2236499484886.