






# Monitoramento de agrotóxicos em água para consumo humano no estado do Rio de Janeiro (2015-2019)

Pesticides monitoring in potable water for human consumption at Rio de Janeiro State (2015 – 2019)

Giovana Proença Bastos<sup>1</sup> , Franciele Pereira Camargo<sup>2</sup> , Alena Torres Netto<sup>1</sup> ,  
Nathalia Salles Vernin<sup>1</sup> , Rosane Cristina de Andrade<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: giovana\_proenca@hotmail.com, alenanetto@eng.uerj.br, nathalia.vernin@eng.uerj.br, rosane.andrade@eng.uerj.br

<sup>2</sup>Universidade de São Paulo – USP, São Carlos, SP, Brasil. E-mail: francielep.camargo@hotmail.com

**Como citar:** Bastos, G. P., Camargo, F. P., Torres Netto, A., Vernin, N. S., & Andrade, R. C. (2022). Monitoramento de agrotóxicos em água para consumo humano no estado do Rio de Janeiro (2015-2019). *Revista de Gestão de Água da América Latina*, 19, e15. <https://doi.org/10.21168/regav.19e15>

**RESUMO:** O objetivo do estudo foi avaliar a presença de agrotóxicos em água destinada ao consumo humano em todos os municípios do estado do Rio de Janeiro, no período entre 2015-2019, utilizando a Portaria PRC MS nº 05/2017, Anexo XX, vigente a época do estudo, e com a atual Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Dados referentes ao uso de agrotóxicos, por tipo de cultura, e dos municípios onde o monitoramento de agrotóxicos em água é realizado, foram extraídos do Sistema de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua). Do total de 2.701 amostras analisadas na saída do tratamento e com detecção de agrotóxicos, em 12 amostras as concentrações de Aldrin + Dieldrin, Carbofurano, Clordano, Diclorodifeniltricloroetano (DDT/DDD) + Diclorodifenildicloroetileno (DDE), Endossulfan, Metamidofós, Metolaclo, Permetrina, Simazina e/ou Terbufós excederam o Valor Máximo Permitido (VMP) na Portaria PRC MS nº 05/2017, Anexo XX para cada um desses agrotóxicos. Considerando o atual padrão de potabilidade, além das 12 amostras mencionadas, foram observadas 61 amostras com a presença do Diuron, 81 amostras com a presença de Mancozebe, 4 amostras com a presença do Metamidofós e 63 amostras com a presença do Profenofós, totalizando 221 amostras acima do VMP. Em suma, constatou-se que são diversos os princípios ativos encontrados em água potável nos municípios do estado do Rio de Janeiro. Em Campos de Goytacazes, Paraty, Trajano de Moraes e Rio de Janeiro, os valores observados foram maiores que o VMP. Vale destacar que muitas amostras destes e de outros municípios, apesar de não estarem acima do VMP, apresentaram valores idênticos aos do limite máximo, sendo um sinal de alerta em relação à qualidade das águas para consumo humano.

**Palavras-chave:** Contaminação química; Qualidade da água; Saúde coletiva.

**ABSTRACT:** The study aimed at evaluating the presence of pesticides in potable water for human consumption in all municipalities in Rio de Janeiro state, in the period between 2015-2019, using Ordinance PRC MS nº 05/2017 Annex XX, in force at the time of the study, and with the current Ordinance GM/MS No. 888, of May 4, 2021. Data regarding the use of pesticides by type of crop and the municipalities where the monitoring of pesticides in water for human consumption, including the analysis results between 2015 and 2019, were extracted from the Drinking Water Quality Surveillance Information System (Sisagua). Of the total of 2701 samples analyzed at the end of the treatment and with detection of pesticides, in 12 samples the concentration of Aldrin + Dieldrin, Carbofuran, Chlordane, Dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT/DDD) + Dichlorodiphenyldichloroethylene (DDE), Endosulfan, Metamidophos, Metolachlor, Permethrin, Simazine, and/or Terbufos exceeded the Maximum Allowed Value (MAV) according to the Ordinance PRC MS nº 05/2017 Annex XX for each of these pesticides. Considering the current potability standard, in addition to the 12 samples mentioned, 61 samples were observed with the presence of Diuron, 81 samples with the presence of Mancozeb, 4 samples with the presence of Methamidophos and 63 samples with the presence of Profenofos, totaling 221 samples above of MAV. In short, it was found there are several active principles found in drinking water in the municipalities of Rio de Janeiro state. In Campos de Goytacazes, Paraty, Trajano de Moraes and Rio de Janeiro, the values observed were greater than the MAV. It is worth noting that many samples from these and other municipalities, despite not being above the MAV, presented values identical to the maximum limit, being a warning sign in relation to the quality of water for human consumption.

**Keywords:** Chemical contamination; Water quality; Public health.

Recebido: Maio 31, 2022. Revisado: Agosto 02, 2022. Aceito: Setembro 20, 2022.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (*Open Access*) sob a licença *Creative Commons Attribution*, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

## 1. INTRODUÇÃO

Tendo em vista que o Brasil é um dos maiores produtores, e segundo maior exportador agropecuário do mundo, o agronegócio pode ser considerado como um dos pilares da economia do país. Entretanto, a fim de atingir a demanda de produção de alimentos necessária para a exportação de alimentos, o uso de agrotóxicos está cada vez mais acentuado, levando o país à posição de maior consumidor de agrotóxicos do mundo (Carneiro et al., 2015; Lopes & Albuquerque, 2021). De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a taxa de crescimento do mercado de agrotóxicos no país (2000-2010) foi de 190%, enquanto a taxa mundial foi de 93% no mesmo período (Neves et al., 2020).

O uso de agrotóxicos é um dos recursos mais difundidos entre os agricultores, devido a sua capacidade de aumentar a produtividade agrícola (Veiga et al., 2006). Porém, seu uso intensivo gera, frequentemente, impactos ambientais negativos como a possibilidade de contaminação do solo e de corpos d'água; alterações nos ecossistemas e prejuízos à saúde animal e humana (Carazo-Rojas et al., 2018; Kapsi et al., 2019; Mas et al., 2020). Muitos fatores influenciam nos impactos dos agrotóxicos à saúde, especialmente as características químicas, tempo de exposição, quantidade absorvida ou ingerida e condições prévias de saúde da população exposta (Veiga et al., 2006). São duas as principais formas de exposição aos agrotóxicos: o contato direto, seja no preparo, aplicação ou outro tipo de manipulação durante a cadeia produtiva, ou indireto, por meio do contato com águas, solo, atmosfera, alimentos contaminados ou mesmo pelo leite materno (Frota & Siqueira, 2021; Brasil, 2013; Ristow et al., 2020). Estima-se que aproximadamente 7 kg de agrotóxicos são consumidos por cada brasileiro anualmente (Frota & Siqueira, 2021).

Segundo Porto & Soares (2012), o uso dos agrotóxicos no Brasil começou a se difundir em meados da década de 1940, devido às isenções fiscais e tributárias concedidas ao comércio destes produtos, o que ainda acontece até os dias atuais. Estas isenções contribuíram para que o país se tornasse, desde 2008, o maior consumidor dessas substâncias, incluindo agrotóxicos proibidos em vários países (Frota & Siqueira, 2021; Carneiro et al., 2015). Segundo a ANVISA, são usados nas lavouras brasileiras pelo menos dez produtos proscritos na União Europeia (UE), Estados Unidos, China e outros países (Brasil, 2016). De acordo com Cunha & Soares (2020), a tributação dos agroquímicos reduziria potencialmente a demanda por estes produtos, por meio da mitigação de externalidades negativas e o fortalecimento de práticas agrícolas alternativas e ecologicamente mais vantajosas. De acordo com o relatório de venda de agrotóxicos do IBAMA, os três agrotóxicos mais vendidos em 2018 foram o glifosato (195 mil toneladas (t)), o herbicida 2,4 D (48 mil t) e o Mancozebe (40 mil t). Destaca-se que no ano de 2019, foram liberados para comercialização 474 novos produtos, sendo que entre os 50 compostos mais utilizados, 22 são proibidos na UE (Frota & Siqueira, 2021).

Devido à degradação da qualidade ambiental associada aos agrotóxicos é primordial o monitoramento da qualidade dos corpos d'água, especialmente no que diz respeito às águas de abastecimento para consumo humano. No Brasil, a norma de potabilidade vigente, até maio de 2021, era a Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX (Brasil, 2017), que dispunha sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Este padrão de potabilidade é composto por: (i) padrão microbiológico; (ii) padrão de turbidez para a água pós-filtração ou pré-desinfecção; (iii) padrão para substâncias químicas que representam risco à saúde (inorgânicas, orgânicas, agrotóxicos, desinfetantes e produtos secundários da desinfecção); (iv) padrão de radioatividade; e (v) padrão de aceitação para consumo humano. Esta Portaria conta com valores de referência para mais de 100 parâmetros físico-químicos, entre eles os agrotóxicos, além de padrões para demais substâncias nocivas aos seres humanos, mesmo que estas não constem na relação dos padrões já descritos, uma vez que, por definição, a água potável não pode oferecer risco à saúde. Em 2021, entrou em vigência a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 com alterações no padrão de potabilidade relevantes ao tema deste estudo, como a exclusão dos agrotóxicos Endossulfan ( $\alpha$ ,  $\beta$  e sais) e Permetrina da listagem de monitoramento obrigatório, e algumas alterações dos VMPs dos agrotóxicos Diuron (de 90 para 20  $\mu\text{g/L}$ ), Mancozebe (de 180 para 8  $\mu\text{g/L}$ ), Metamidofós (de 12 para 7  $\mu\text{g/L}$ ) e Profenofós (de 60 para 0,3  $\mu\text{g/L}$ ).

De acordo com a ANVISA (Brasil, 2018), os agrotóxicos são classificados em quatro classes de periculosidade para a saúde humana, atribuídas de acordo com sua toxicidade aguda, sendo Classe I: Produto altamente perigoso ao meio ambiente e extremamente tóxico (vermelho); Classe II: Produto muito perigoso ao meio ambiente e altamente tóxico (vermelho); Classe III: Produto perigoso ao meio ambiente e moderadamente tóxico (amarelo); e Classe IV - Produto pouco perigoso ao meio ambiente e pouco tóxico (azul) e sem classificação (verde). Em relação aos Grupos, os ingredientes ativos (herbicidas, inseticidas, pesticidas, fungicidas) dividem-se entre Grupo 2A: Provavelmente

carcinogênico para Humanos; Grupo 2B: Possivelmente carcinogênico para Humanos; e Grupo 3: Não é classificável para carcinogenicidade em humanos (International Agency for Research on Cancer, 2015). A Lei Federal nº 7.802, de 11 de julho de 1989, regulamentada pelo Decreto Federal nº 4.074, de 04 de janeiro de 2002, dispõe que seus rótulos deverão conter uma faixa indicativa de sua classificação toxicológica (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2019). Para tanto, são realizados ensaios laboratoriais com animais para a determinação da toxicidade do agrotóxico, através da Dose Letal 50 Aguda (DL 50) por via oral e dérmica, e a Concentração Letal 50 Inalatória (CL50) (Brasil, 1992). A classificação toxicológica é fundamental para que a toxicidade seja estabelecida em relação aos efeitos agudos, sendo que os agrotóxicos classificados na Classe IV podem apresentar efeitos crônicos graves e irreversíveis, como danos ao material genético e câncer (Amazonas et al., 2018). Além disso, os agrotóxicos podem ser classificados por classe de uso, como herbicidas, inseticidas, fungicidas, bactericidas, acaricidas e rodenticidas, além de reguladores de crescimento (Agrolink, 2016).

Em relação ao uso de agrotóxicos por tipo de cultura, Pignati et al. (2017) verificaram que apenas no ano de 2015, o total de área plantada no Brasil foi de 71,2 milhões de hectares de lavoura, onde o cultivo da soja correspondeu a 42%, seguido do milho (21%) e da cana-de-açúcar (13%), representando a maior parte da área plantada (76%) e um total de 82% da utilização de agrotóxicos no país. Vale destacar que apesar do estado do Rio de Janeiro ser mais conhecido, nacional e internacionalmente, por suas atrações turísticas do que por sua produção agropecuária, com 65.224 estabelecimentos agropecuários e 2.375.373 hectares, representando 1,28% do total nacional (5.073.324), com 351.289.816 hectares (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017), o uso intensivo de agrotóxicos aumenta as chances de contaminação de solos e corpos hídricos, impactando na qualidade da água a ser distribuída para a população (Souza, 2019). De acordo com Teixeira et al. (2014) esse cenário menos expressivo da agropecuária se deve as peculiaridades do estado como desenvolvimento desordenado, deterioração ambiental, perda de terras agrícolas e o efeito da metropolização exercida pela cidade do Rio de Janeiro.

A presente pesquisa teve como objetivo a avaliação da ocorrência de agrotóxicos em água potável nos municípios do estado do Rio de Janeiro, no período de 2015 a 2019, no que diz respeito a sua ocorrência por tipo de cultura, classe de agrotóxico e frequência de análise da água de acordo com os parâmetros exigidos na portaria de Potabilidade (Brasil, 2017, 2021).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Estudo de Caso: Estado do Rio de Janeiro (RJ), Brasil

O estado do Rio de Janeiro concentra 8,4% da população brasileira (aproximadamente 17.264.943 habitantes), ocupa uma área de 43.780,172 km<sup>2</sup> e possui 92 municípios (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019). A atividade agrícola está concentrada na região serrana, destacando-se a produção de tomate em Nova Friburgo, Paty do Alferes, Bom Jardim, Santo Antônio de Pádua, Sumidouro e Teresópolis, seguido da região norte/noroeste fluminense com as produções de cana de açúcar, abacaxi, mandioca e coco (Centro de Estatísticas, 2020).

### 2.2. Bases de dados

A presente pesquisa foi realizada a partir de dados de domínio público, disponibilizados por meio de agências governamentais e órgãos oficiais relacionados ao monitoramento de água potável para consumo humano, entre o período de 2015 a 2019.

O levantamento de dados referentes à produção agrícola, área colhida e tipo de cultura foi realizado na base de dados da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural no Estado do Rio de Janeiro (EMATER-RIO) (2019). O consumo de agrotóxicos por cultura foi extraído do Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT) (Brasil, 2019a) enquanto os dados de comercialização de agrotóxicos foram obtidos através do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (2019).

A verificação da ocorrência de agrotóxicos em água potável, tanto em mananciais de abastecimento de água quanto em água tratada e distribuída para consumo, foi realizada de acordo com os dados sistematizados via Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua) (Brasil, 2019b), instrumento utilizado para registro das formas de abastecimento de água e dos

dados de monitoramento da qualidade da água preconizados na norma de potabilidade, disponíveis no Portal Brasileiro de Dados Abertos do Ministério da Saúde (Brasil, 2019b).

Para a coleta dos dados, utilizou-se a versão mais atual do sistema (Sisagua 4), em vigência desde 2014, que conta com dados de controle de monitoramento da qualidade da água disponibilizados manualmente tanto pelos prestadores de serviços de abastecimento de água para consumo humano (companhias estaduais, empresas e autarquias municipais, empresas privadas ou prefeituras), quanto dados de Vigilância fornecidos pelas Secretarias Municipais e Estaduais de Saúde (Brasil, 2016; Oliveira et al., 2019). Considerou-se como período chuvoso os meses compreendidos entre outubro a março, e período seco os meses compreendidos entre abril a setembro (Veiga et al., 2006).

### 2.3. Análise de dados

As visualizações gráficas foram obtidas através do pacote *ggplot2* e por meio de funções básicas da linguagem R, bem como os mapas geográficos, obtidos por meio do pacote *geobr* (Pereira & Goncalves, 2021). Para análise estatística dos dados via diagrama de blocos (*boxplot*), utilizou-se o método de normalização de dados não paramétricos via  $\sqrt{(x+0,5)}$ , onde  $x$  representa a concentração de agrotóxico em  $\mu\text{g L}^{-1}$ .

### 2.4 Aspectos éticos

Como o presente trabalho consiste na análise de bancos de dados públicos e não envolveu pesquisa direta com seres humanos, não houve necessidade de avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) preconizado pela Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Mapeamento do uso de agrotóxicos por tipo de cultura

A partir de dados extraídos do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2019) e ANVISA (Brasil, 2018), constatou-se que cinco dos agrotóxicos mais vendidos no Brasil estão presentes no padrão de potabilidade nacional, sendo o Glifosato, 2,4-D, Mancozebe, Atrazina e Acefato.

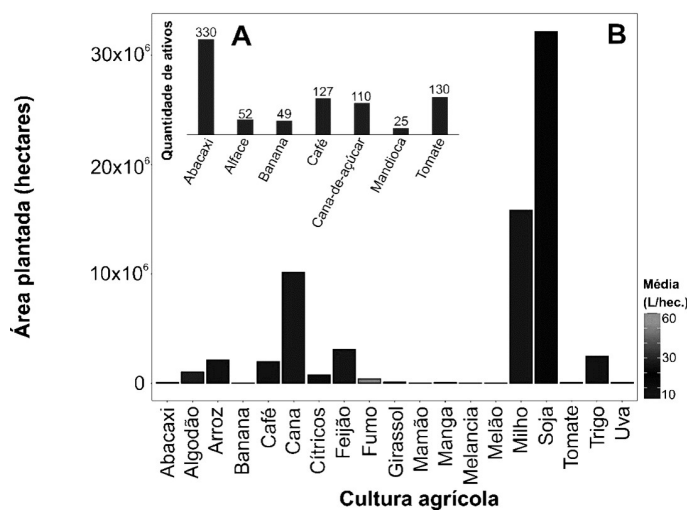
O Glifosato, agrotóxico mais comercializado, apresenta consequências para a saúde, tanto nos trabalhadores agrícolas quanto em quem ingere ou inala esse herbicida, apesar de ser classificado como de baixa toxicidade. Em estudos realizados em camundongos expostos ao Glifosato, houve uma tendência de tumores, como o carcinoma de células renais, e de pele, sendo considerado como provavelmente cancerígeno (Guyton et al., 2015). Apenas em 2018, estima-se que foram vendidas 195.056,02 toneladas desta substância em território nacional (Brasil, 2019a). O importante estímulo ao consumo advém da diminuição dos preços e da isenção de impostos aos agrotóxicos, levando ao uso de maiores quantidades por hectare (Pignati & Machado, 2011). O Glifosato pode permanecer no ar durante a pulverização, atingindo os corpos aquáticos e permanecendo nos alimentos expostos e, além disso, este agrotóxico foi detectado no sangue e na urina de trabalhadores agrícolas (Guyton et al., 2015).

O herbicida 2,4-D, também classificado como de baixa toxicidade, foi considerado pela Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer como possivelmente carcinogênico para seres humanos (Grupo 2B) (International Agency for Research on Cancer, 2015). Por outro lado, a Atrazina e o Mancozebe, ambos classificados como produtos extremamente tóxicos, não são classificáveis quanto à sua carcinogenicidade em seres humanos (Grupo 3), segundo a IARC (International Agency for Research on Cancer, 2015).

Em relação ao quantitativo de agrotóxicos e similares comercializados por unidade federada no Brasil, o estado do Mato Grosso é o primeiro lugar no *ranking* (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2019), uma vez que apenas no ano de 2017, comercializou aproximadamente 100.000 toneladas de agrotóxicos, seguido pelo Rio Grande do Sul (80.000 t) e Goiás (70.000 t). O estado do Rio de Janeiro ocupa o décimo primeiro lugar, com aproximadamente 1.000 toneladas de agrotóxicos comercializados (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2019).

Após análise das principais culturas existentes no estado do Rio de Janeiro, foi observado um total de 79 culturas. As culturas de soja, milho e cana-de-açúcar são as culturas com maior área plantada no Brasil (aproximadamente 32, 15 e 10 milhões hectares, respectivamente), representando um consumo

de 570 milhões de litros de agrotóxicos para soja, com média de 17,7 litros de agrotóxicos por hectare (Figura 1). Ao todo, constatou-se um total de 71 milhões de hectares de área plantada no estado, o que representa o consumo de 899 milhões de litros de agrotóxicos, apenas em 2015 (Pignati et al., 2017).



**Figura 1** - Ingredientes ativos registrados de acordo com o uso, para as principais culturas cultivadas nos municípios do estado do Rio de Janeiro em 2019 (A) e área plantada em relação à média de uso de agrotóxicos em litros por hectares (L/hec.) por tipo de cultura no Brasil (B).

**Fonte:** Elaborado a partir de dados do AGROFIT (Brasil, 2019a).

Em relação a quantidade de ingredientes ativos registrados de acordo com o uso, verifica-se 330 ativos em potencial para o abacaxi, 130 para o tomate, 127 para o café e 110 para a cana-de-açúcar (Figura 1) (Brasil, 2019a). Para uma mesma cultura são autorizadas dezenas de ingredientes ativos com a mesma finalidade, ampliando significativamente a diversidade de agrotóxicos introduzidos no meio ambiente. Silva et al. (2020) avaliaram o uso de agrotóxicos no município de São José de Ubá (RJ), um dos maiores produtores de tomate do estado, constatando que cerca de 24 produtos (75% inseticidas e 25% fungicidas), especialmente organofosforados, são utilizados de forma indiscriminada pelos agricultores. Entretanto, não foram encontrados nos bancos de dados analisados neste estudo dados referentes ao monitoramento das águas quanto à presença de agrotóxicos no município em questão.

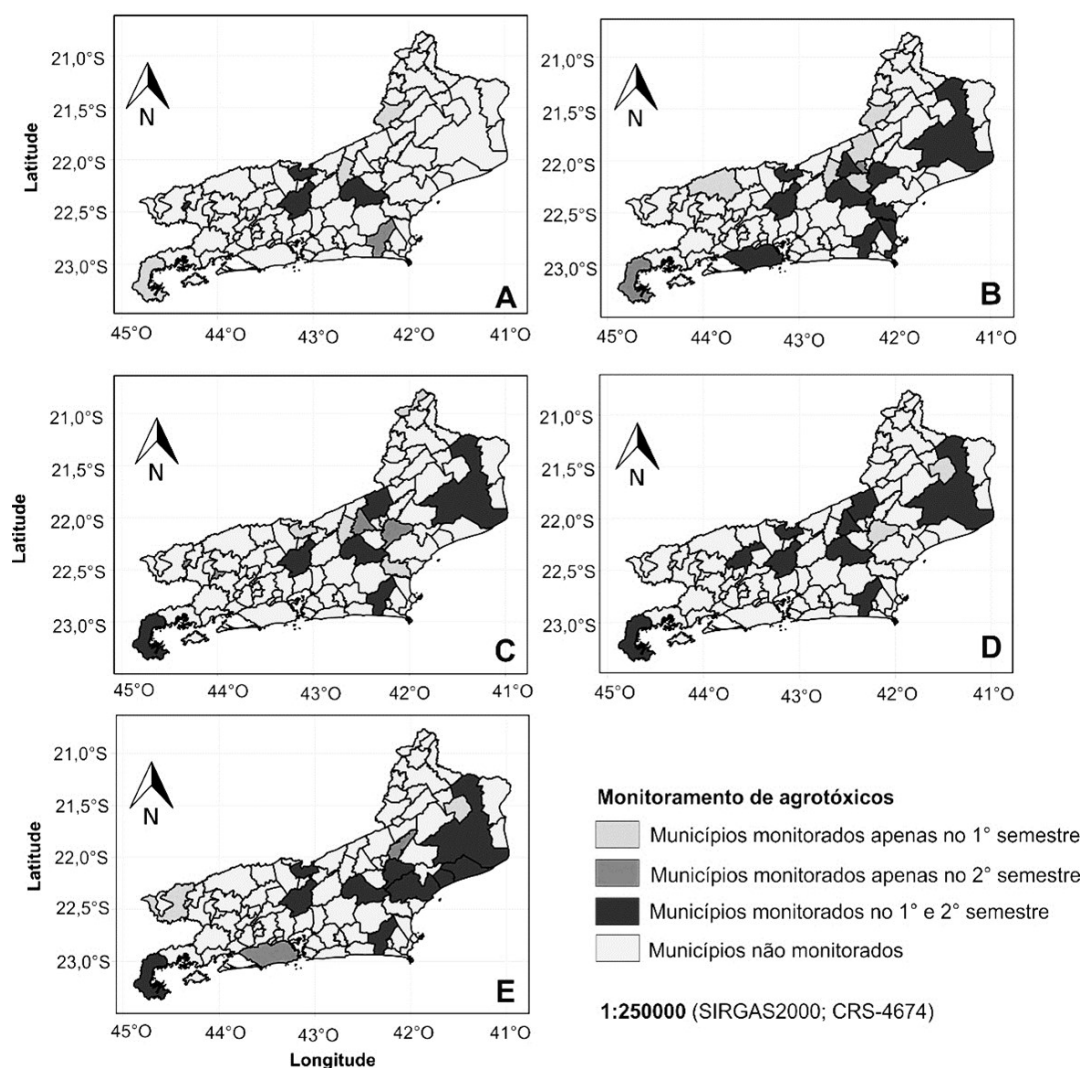
### 3.2. Monitoramento de agrotóxicos em água de consumo humano por município

Entre os 92 municípios do estado do Rio de Janeiro, 80 possuem Estação de Tratamento de Água (ETA), responsáveis pelo monitoramento de diversos parâmetros físico-químicos e microbiológicos estabelecidos pela Portaria de Potabilidade (Brasil, 2017, 2021). Estas ETAs são de responsabilidade de três prestadoras de serviços de saneamento: a ProLagos, Grupo Águas do Brasil e CEDAE, sendo essa última de maior abrangência de cobertura no abastecimento de água no estado.

Os dados coletados em função do monitoramento dos parâmetros estabelecidos na Portaria de Potabilidade (Brasil, 2017, 2021), devem ser inseridos no Sisagua, que fornece dados referentes ao abastecimento de água para consumo humano, com informações e resultados das análises realizadas pelos prestadores de serviço (Controle) e pelo setor saúde (Vigilância). A disponibilização dos dados deve ser realizada pelos profissionais das Secretarias de Saúde dos estados, do Distrito Federal e dos municípios que atuam no Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua) e pelos prestadores de serviço de abastecimento de água para consumo humano, via WebService (Brasil, 2019b).

De acordo com a Portaria de Potabilidade (Brasil, 2017, 2021), as análises para detecção de agrotóxicos devem ser realizadas semestralmente, sendo que tais amostras devem ser coletadas tanto no manancial de abastecimento, quanto na saída da ETA e na rede de distribuição. Tal análise é dispensada na saída do tratamento em casos em que não há detecção de agrotóxicos no manancial (Brasil, 2019b). Entretanto, apesar do que foi estabelecido na Portaria, ainda são poucos os municípios

do estado do Rio de Janeiro onde o monitoramento de ao menos um agrotóxico tenha sido realizado e registrado efetivamente no sistema no período de estudo (2015-2019) (Figura 2).



**Figura 2** - Mapas da distribuição do monitoramento de agrotóxicos em relação a Portaria de Potabilidade PRC MS nº 05/2017 (Brasil, 2017), Anexo XX no estado do Rio de Janeiro, entre os anos de 2015 (A), 2016 (B), 2017 (C), 2018 (D) e 2019 (E).

**Fonte:** Elaborado a partir de dados do Sisagua (Brasil, 2019b).

Como pode ser observado, apesar da obrigatoriedade do monitoramento de agrotóxicos de acordo com a Portaria vigente, não são todos os municípios do estado que realizam o monitoramento de agrotóxicos em água para consumo humano, negligenciando tal regra. De forma geral, para os anos compreendidos no presente estudo (2015-2019), a maioria dos municípios não realizou nenhuma análise ou não alimentou o sistema de informação, ou seja, aproximadamente 73% dos municípios não possuem dados inseridos no Sisagua (Figura 2). No caso da não realização do monitoramento, a empresa de tratamento está sujeita a sanções legais por não estar executando o controle de qualidade da água adequado (Brasil, 2017, 2021).

Ao analisar os dados do Ministério da Saúde sobre monitoramento de agrotóxicos em água para consumo humano no Brasil existentes no Sisagua, Neto (2010) verificou que em 2008, da totalidade de sistemas de abastecimento de água existentes no Brasil, somente 24% apresentavam informações sobre o controle da qualidade da água para o parâmetro agrotóxicos. Cabe destacar que os dados apresentados se referem às médias de 16 unidades da federação, visto que 11 estados não realizaram tais análises e/ou não alimentaram o referido sistema de informações com dados do período avaliado. De acordo com Neves et al. (2020), que avaliaram a intoxicação por agrotóxicos em Goiás (2005-2015), houve um total de 2.987 notificações de intoxicação por agrotóxicos, dos quais 113 pessoas foram a

óbito, 98 foram curadas com sequelas e 2.774 foram diagnosticadas por cura, onde vale ressaltar que no conceito de cura, não são estimados seus efeitos a longo prazo.

Estudo realizado junto aos prestadores de serviço de abastecimento de água de municípios do país indicou uma heterogeneidade considerável, em termos do cumprimento do plano de amostragem do controle da qualidade da água para o parâmetro agrotóxicos. Dos 5.570 municípios brasileiros, 2.931 não realizaram testes na sua água entre 2014 e 2017, sendo que neste último ano, a região Nordeste obteve um total de 17,4% de amostras realizadas, a região Norte de 15,6%, a região Sul de 66,4%, a região Centro-Oeste de 47,3% e a região Sudeste com 42,6%. Logo, é possível inferir que o estado do Rio de Janeiro ficou abaixo do percentual da sua região, Sudeste (Brasil, 2019b). As diferenças observadas ocorreram tanto em termos do quantitativo de municípios que realizam alguma análise, quanto ao atendimento à totalidade dos parâmetros que constam na norma brasileira. O não monitoramento e a não inserção de dados no Sisagua na maioria dos municípios brasileiros, incluindo os do estado do Rio de Janeiro, é um problema grave, já configura riscos à saúde da população.

### 3.3. Número de amostras de água para consumo humano analisadas para o parâmetro agrotóxico

De acordo com as entradas de dados no sistema Sisagua (Brasil, 2019b), o número de amostras analisadas anualmente nos municípios do estado do Rio de Janeiro, em sistemas de abastecimento de água, foi igual a 2.000, 4.734, 3.433, 3.584 e 3.952, para os anos de 2015 a 2019, respectivamente. Verifica-se um aumento do ano de 2015 para 2016, entretanto, nos anos seguintes, esse número estabilizou.

De acordo com o número total de amostras com valores menores que o limite de detecção (LD), a mais baixa concentração do composto em relação ao ingrediente ativo que pode ser detectada com certa confiabilidade, nos anos de 2015 e 2016, foram observadas 10 amostras em cada ano (0,5 e 0,2%, respectivamente), enquanto no ano de 2017, verificou-se o maior percentual (1,2%, com total de 40 amostras). Em 2018, somente duas das amostras analisadas foram consideradas abaixo do LD (0,06%), enquanto no ano de 2019, 25,8% do total de amostras analisadas estiveram abaixo do LD. Para o número de amostras menores que o limite de quantificação (LQ), que representa a mais baixa concentração que pode ser identificada e quantificada em determinada matriz com limite de confiabilidade entre 95% e 99%, o ano de 2016 foi o que apresentou menor percentual de amostras (58,9%), enquanto em 2015, este valor atingiu 83,2%. Para os anos de 2017 a 2019, o percentual de amostras com valores menores que o LQ foi de 77,6, 73,1 e 67,3%, respectivamente.

Em função do número de amostras com detecção de agrotóxicos (Tabela 1), o ano de 2016 apresentou maior incidência, no total de 1462 e o de 2019, o menor, com 89 amostras na saída do tratamento. De acordo com a Portaria Vigente (GM/MS nº 888/2021) (Tabela 2), observou-se que o ano de 2016 apresentou maior incidência (186 amostras), e o de 2019, a menor (5 amostras).

Em relação à frequência do monitoramento de cada agrotóxico realizado pelos prestadores de serviço nos municípios do Rio de Janeiro entre 2015-2019, destaca-se que não há um padrão no monitoramento de agrotóxicos, sendo que alguns municípios, como Casimiro de Abreu e Rio de Janeiro, realizaram o monitoramento incompleto, ou seja, com análises de apenas alguns agrotóxicos em determinados períodos (Brasil, 2019b). Destaca-se que apenas os municípios de Araruama e Nova Friburgo monitoraram pelo menos uma vez ao ano todos os agrotóxicos presentes na legislação vigente a época analisada (Brasil, 2017).

Na Tabela 1, foram inseridos no Sisagua (Brasil, 2019b) resultados para 1.469, 3.290, 2.519, 2.483 e 2.508 amostras entre 2015 e 2019, referentes a saída do tratamento, respectivamente. Desses, 8,0, 44,4, 24,1, 28,4 e 3,5 das amostras detectaram agrotóxicos no período analisado (cada valor corresponde a um ano do período estudado em ordem ascendente). Já para a Portaria GM/MS nº 888/2021, Tabela 2, nota-se que, em 2015, os municípios que detectaram agrotóxicos igual ou acima do VMP foram os de Porto Real (2 amostras) e Santo Antônio de Pádua (3 amostras, sendo 1 igual ou acima do VMP). Em 2016, observou-se o maior número de amostras com valores acima do VMP com destaque para o município de Campos dos Goytacazes com 90 amostras, seguido do município do Rio de Janeiro com 28 amostras.

Destaca-se, na Tabela 3, os principais compostos detectados nas amostras consideradas como iguais ou acima do limite permitido pela legislação. Em Nova Friburgo, foi observada a dispersão de agrotóxicos no ambiente, em particular nos recursos hídricos, em estudo realizado na zona rural (Moreira et al., 2002), e detectou-se concentrações de agrotóxicos anticolinesterásicos em valores até oito vezes acima do limite permitido pela legislação em dois pontos de um importante curso hídrico regional, localizados em áreas onde a atividade agrícola é mais intensiva, com as lavouras chegando até às margens do rio (Alves & Oliveira-Silva, 2003).

**Tabela 1** – Monitoramento de agrotóxicos na saída do tratamento pelos municípios do estado do Rio de Janeiro no período de estudo (2015-2019).

	Amostras analisadas na saída do tratamento					Amostras com detecção de agrotóxicos				
	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019
Araruama	27	108	54	54	54	0	54	0	0	0
Bom Jardim	-	81	-	-	-	-	0	-	-	-
Cabo Frio	-	54	-	-	-	-	54	-	-	-
Campos dos Goytacazes	-	760	782	729	718	-	758	458	646	39
Cantagalo	-	51	159	135	-	-	0	84	0	-
Carapebus	-	-	-	-	50	-	-	-	-	50
Cardoso Moreira	-	-	-	5	27	-	-	-	0	0
Casimiro De Abreu	-	82	77	-	-	-	0	1	-	-
Cordeiro	-	27	-	-	-	-	0	-	-	-
Duas Barras	-	54	54	106	-	-	27	0	0	-
Macaé	-	-	-	-	92	-	-	-	0	0
Nova Friburgo	801	777	729	701	675	1	27	11	0	0
Paraty	-	27	81	108	111	-	27	27	55	0
Petrópolis	378	377	378	405	378	0	0	1	4	0
Pinheiral	-	-	1	-	-	-	-	0	-	-
Porciúncula	-	-	20	-	-	-	-	0	-	-
Porto Real	123	-	77	78	-	89	-	0	0	-
Quissama	-	-	-	-	25	-	-	-	-	0
Resende	-	-	-	-	162	-	-	-	-	0
Rio De Janeiro	-	434	-	-	1	-	434	-	-	0
Santo Antônio de Pádua	27	27	-	-	-	27	27	-	-	-
São Sebastião do Alto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sumidouro	5	27	26	-	-	0	0	26	-	-
Trajano De Moraes	-	108	27	54	107	-	54	0	0	0
Três Rios	108	107	54	108	108	0	0	0	0	0
Valença	-	189	-	-	-	-	0	-	-	-
<b>Total</b>	<b>1469</b>	<b>3290</b>	<b>2519</b>	<b>2483</b>	<b>2508</b>	<b>117</b>	<b>1462</b>	<b>608</b>	<b>705</b>	<b>89</b>

Fonte: Elaborado a partir de dados públicos do Sisagua (Brasil, 2019b). (-) Dados não disponíveis.

**Tabela 2** – Números de amostras com detecção de agrotóxicos na saída do tratamento pelos municípios do estado do Rio de Janeiro no período de estudo (2015-2019).

Município	Amostras com presença de agrotóxicos iguais ao VMP					Amostras com presença de agrotóxicos acima do VMP				
	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019
Araruama	0	2	0	0	0	0	6	0	0	0
Bom Jardim	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-
Cabo Frio	-	2	-	-	-	-	6	-	-	-
Campos dos Goytacazes	-	27	17	24	1	-	90	52	0	0
Cantagalo	-	0	4	0	-	-	0	6	0	-
Carapebus	-	-	-	-	2	-	-	-	-	4
Cardoso Moreira	-	-	-	0	0	-	-	-	0	0
Casimiro De Abreu	-	0	0	-	-	-	0	0	-	-
Cordeiro	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-
Duas Barras	-	2	0	0	-	-	4	0	0	-
Macaé	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0
Nova Friburgo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paraty	-	1	1	1	0	-	3	3	1	0
Petrópolis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pinheiral	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-
Porciúncula	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-
Porto Real	2	-	0	0	-	0	-	0	0	-
Quissama	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0
Resende	-	-	-	-	0	-	-	-	-	0
Rio de Janeiro	-	0	-	-	0	-	28	-	-	0
Santo Antônio de Pádua	1	1	-	-	-	2	2	-	-	-
São Sebastião do Alto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sumidouro	0	0	1	-	-	0	0	2	-	-



**Tabela 2 – Continuação...**

Município	Amostras com presença de agrotóxicos iguais ao VMP					Amostras com presença de agrotóxicos acima do VMP				
	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019
Trajano De Moraes	-	3	0	0	0	-	9	0	0	0
Três Rios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valença	-	0	-	-	-	-	0	-	-	-
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>38</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>148</b>	<b>63</b>	<b>1</b>	<b>4</b>

**Nota:** Elaborado a partir de dados públicos do Sisagua (Brasil, 2019b). O número de amostras com concentração igual ou acima do VMP foi considerado de acordo com a Portaria GM/MS nº 888/2021 (Brasil, 2021). (-) Dados não disponíveis.

**Tabela 3 – Agrotóxicos encontrados acima ou iguais ao VMP nos municípios do estado do Rio de Janeiro no período de 2015-2019, considerando o Anexo XX da Portaria PRC MS nº 05/2017 (Brasil, 2017), vigente a época do estudo, e com a atual Portaria GM/MS nº 888/2021 (Brasil, 2021) e principais culturas relacionadas ao seu uso.**

Agrotóxico	Municípios	Concentrações nas amostras em ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) [Ano]	VMP ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	Culturas relacionadas
Aldrin + Dieldrin	Porto Real	0,03 [2015]	0,03 <sup>a</sup>	*
	Sto. Antônio de Pádua	0,03 [2015]; 0,03 [2016]		
	Duas Barras	0,03 [2016]		
	Trajano de Moraes	0,03; 0,3 [2016]		
	Campos dos Goytacazes	0,03 [2018]; 0,03 [2019]		
	Paraty	0,03; 0,08 [2018]		
Carbofurano	Campos dos Goytacazes	60 [2016]	7,0 <sup>a</sup>	*
Clordano	Rio de Janeiro	0,5 [2016]	0,2 <sup>a</sup>	*
DDT + DDD + DDE	Campos dos Goytacazes	15 [2017]	1,0 <sup>a</sup>	*
Diuron	Araruama	50; 60 [2016]	20,0 <sup>b</sup>	Cana de açúcar, Café, Banana, Abacaxi
	Cabo Frio	50 [2016]		
	Campos dos Goytacazes	50 [2016]; 50 [2017]		
	Cantagalo	50 [2017]		
	Carapebus	50 [2019]		
	Duas Barras	50 [2016]		
	Paraty	50 [2016]; 60 [2017]		
	Sumidouro	50 [2017]		
Trajano de Moraes	50 [2016]			
Endossulfan ( $\alpha$ , $\beta$ e sais)	Campos dos Goytacazes	50 [2016]	20,0 <sup>c</sup>	*
Mancozebe	Araruama	60 [2016]	8,0 <sup>b</sup>	Banana, Tomate
	Cabo Frio	60 [2016]		
	Campos dos Goytacazes	60 [2016]; 60 [2017]		
	Cantagalo	106,8 [2017]		
	Carapebus	106,8 [2019]		
	Duas Barras	150 [2016]		
	Paraty	60 [2016]; 60 [2017]		
	Rio de Janeiro	60 [2016]		
	Santo Antônio de Pádua	50 [2015]; 50 [2016]		
	Sumidouro	106,8 [2017]		
	Trajano de Moraes	150 [2016]		
Metamidofós	Campos dos Goytacazes	60 [2016]	7,0 <sup>b</sup>	Tomate
	Duas Barras	10 [2016]		
	Trajano de Moraes	10 [2016]		
Metolacoloro	Campos dos Goytacazes	60 [2016]	10,0 <sup>a</sup>	Cana-de-açúcar
Permetrina	Campos dos Goytacazes	30 [2017]	20,0 <sup>c</sup>	Café
Profenófos	Araruama	30 [2016]	0,3 <sup>b</sup>	Café, Mandioca
	Cabo Frio	30 [2016]		
	Campos dos Goytacazes	30 [2016]; 30 [2017]		
	Duas Barras	50 [2016]		
	Paraty	30 [2016]; 30 [2017]		

**Tabela 3 – Continuação...**

Agrotóxico	Municípios	Concentrações nas amostras em ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) [Ano]	VMP ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	Culturas relacionadas
	Rio de Janeiro	0,5 [2016]		
	Santo Antônio de Pádua	1,0 [2015]; 1,0 [2016]		
	Trajano de Moraes	50 [2016]		
Simazina	Campos dos Goytacazes	60 [2016]	2,0 <sup>a</sup>	Abacaxi, Café, Banana, Cana-de-açúcar
Terbufós	Araruama	1,2 [2016]	1,2 <sup>a</sup>	Abacaxi, Café, Banana, Cana-de-açúcar
	Cabo Frio	1,2 [2016]		
	Campos dos Goytacazes	1,2; 60 [2016]; 1,2 [2017]		
	Paraty	1,2 [2016]; 1,2 [2017]		

<sup>a</sup> Não houve alteração do VMP na Portaria GM/MS nº 888/2021 em relação à Portaria PRC MS nº 05/2017; <sup>b</sup> VMP de acordo com a Portaria GM/MS nº 888/2021; <sup>c</sup> os agrotóxicos Endossulfan ( $\alpha$ ,  $\beta$  e sais) e Permetrina foram excluídos do quadro de monitoramento obrigatório de acordo com a Portaria GM/MS nº 888/2021, portanto os valores de VMP referem-se aos relatados na Portaria PRC MS nº 05/2017; (\*) não foi possível observar correlação entre o agrotóxico utilizado por tipo de cultura.

**Fonte:** Elaborado a partir de dados públicos da ANVISA (Brasil, 2018) e Emater-Rio (2019). Dados coletados em 03/03/2020.

É evidente a presença dos mais diversos tipos de agrotóxicos na água para consumo humano em grande parte dos municípios do estado do Rio de Janeiro que possuem dados registrados no Sisagua, com destaque para Campo dos Goytacazes (Tabela 3). Entre os compostos observados no município mencionado, destacam-se os Carbofuranos, para os quais observou-se  $60 \mu\text{g L}^{-1}$  no ano de 2016, sendo o VMP igual a  $7,0 \mu\text{g L}^{-1}$ ; DDT + DDD + DDE, sendo  $15 \mu\text{g L}^{-1}$  para um VMP de  $1 \mu\text{g L}^{-1}$  no ano de 2017; além de Aldrin + Dieldrin, Diuron, Mancozebe, Metamidofós, Metolacloro, Profenofós, Simazina e Terbufós. Ainda que na maioria dos municípios nos quais a presença de agrotóxicos detectados na água não tenha sido superior ao valor máximo permitido pela legislação vigente (VMP), vale destacar que em diversos casos, apesar de as amostras não estarem acima do VMP, apresentaram valores idênticos ou muito próximos aos do limite máximo, sendo um sinal de alerta em relação à qualidade das águas para consumo humano.

Em relação ao ano de 2016, no município de Campos dos Goytacazes, 27 amostras apresentaram detecções iguais ao VMP, e 5 amostras foram consideradas acima do VMP estabelecido pelo Anexo XX da Portaria PRC MS nº 05/2017, além de que, de acordo com a Portaria Vigente (GM/MS nº 888/2021), foram detectados agrotóxicos em 758 amostras analisadas (Tabela 1), sendo que 117 amostras apresentaram detecções iguais ou acima do VMP (Tabela 2). No mesmo ano, foram detectados com concentrações iguais ou acima do VMP os agrotóxicos Aldicarbe + Aldicarbesulfona + Aldicarbesulfóxido, Aldrin + Dieldrin, Carbofurano, Clordano, Diuron, Mancozebe, Metamidofós, Metolacloro, Profenofós, Simazina e Terbufós em oito municípios, sendo que todos os compostos mencionados, com exceção do Aldicarbe + Aldicarbesulfona + Aldicarbesulfóxido, Aldrin + Dieldrin, Clordano, foram detectados nas amostras do município de Campos dos Goytacazes. Vale ressaltar que diversos dos agrotóxicos mencionados são considerados ilegais em território nacional, como Aldrin, Endossulfan e Metamidofós, proibidos desde 1985, 2010 e 2011, respectivamente. O Carbofurano foi detectado em valores iguais ou acima do VMP nas amostras antes de sua proibição, em 2017, e o Clordano não possui registro no Brasil, logo não poderia ser comercializado (Tabela 3).

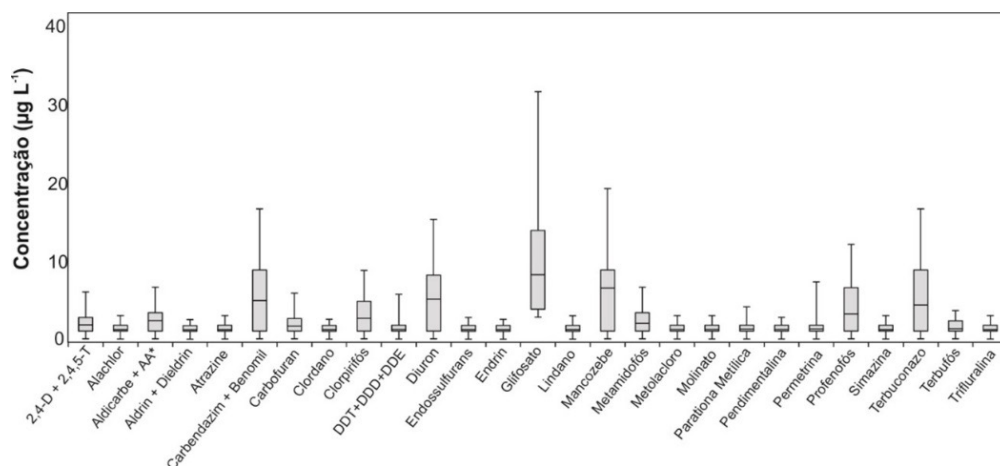
Em 2017, foram 14 os municípios que realizaram análises de agrotóxicos na saída do tratamento, sendo que o município de Campos dos Goytacazes detectou agrotóxicos em aproximadamente 59% das amostras analisadas, com 17 detecções iguais ao VMP e duas com valores acima do VMP, considerando o Anexo XX da Portaria PRC MS nº 05/2017 (Tabela 1), além de 69 amostras iguais ou acima do VMP de acordo com a Portaria Vigente (GM/MS nº 888/2021) (Tabela 2). Além deste, no município de Paraty foram detectados agrotóxicos em 27 amostras das 81 analisadas, sendo que apenas uma apresentou valores maiores que o VMP, de acordo com a portaria vigente na época (Tabela 1). De acordo com a Tabela 3, que mostra os compostos ativos presentes em ambas as versões da Portaria, em Campos dos Goytacazes, os agrotóxicos detectados foram DDT+ DDD+ DDE, Diuron, Mancozebe, Profenofós, Terbufós e Permetrina, enquanto em Paraty, detectou-se a presença de Terbufós, Diuron, Mancozebe e Profenofós, com valores iguais ou acima do VMP. Vale ressaltar que, de acordo com a ANVISA, o DDT encontra-se proibido no país desde 1985 (Brasil, 1985, 2019c). Resultados similares aos do presente estudo foram observados por Rubbo e Zini (2017) para o estado do Rio Grande do Sul, onde os agrotóxicos DDT+DDD+DDE foram detectados em todas as amostras analisadas pela Companhia de Abastecimento de Água do estado (CORSAN), responsável pelo abastecimento de 316 municípios do Rio Grande do Sul. Desta forma, é possível inferir que as falhas no monitoramento e controle de agrotóxicos não permitidos no Brasil tratam-se de um problema nacional, e não apenas regional.

No ano de 2018, 11 municípios realizaram o monitoramento de agrotóxicos na saída do tratamento, sendo que um alto percentual de amostras com detecção (89%) foi novamente observado para o município de Campos dos Goytacazes. Vale ressaltar a presença de 24 amostras com valores iguais ao VMP estabelecido na Portaria PRC MS nº 05/2017 (Brasil, 2017), e nenhuma com concentrações acima deste limite. Apenas no município de Paraty, uma amostra das 108 inicialmente analisadas foi verificada acima do VMP, Portaria vigente (Brasil, 2021), sendo que o agrotóxico detectado foi o Aldrin + Dieldrin ( $0,03 \mu\text{g L}^{-1}$ ), proibido em território nacional, conforme mencionado anteriormente. De acordo com Lopes & Albuquerque (2021), que avaliaram dados públicos do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), a presença de ingredientes ativos não autorizados para culturas e não autorizados no país foi a principal causa de irregularidades diagnosticadas nos alimentos. Por fim, em 2019, constatou-se que 13 municípios realizaram o monitoramento de agrotóxicos na saída da ETA. O município de Campos dos Goytacazes e Carapebus foram os únicos que apresentaram amostras com valores de agrotóxicos iguais ao VMP, sendo estes o Aldicarbe + Aldicarbesulfona + Aldicarbesulfóxido e Aldrin + Dieldrin (Brasil, 2021). Apenas no município de Carapebus foram encontradas amostras acima do VMP para Diuron e Mancozebe, sendo duas de cada agrotóxico.

Em relação ao total de agrotóxicos detectados ao longo do período de estudo (2015-2019), foram encontradas 218 amostras com concentrações acima do VMP, com 11 agrotóxicos distintos presentes, considerando a Portaria de Potabilidade vigente (Brasil, 2021) (Tabela 3). Nota-se que os compostos mais recorrentes foram Aldrin + Dieldrin, com concentrações detectadas de  $0,3 \mu\text{g}$  e  $0,08 \mu\text{g}$ , e o Clordano, com concentrações de  $0,5 \mu\text{g}$ , seguidos por Carbofurano, com concentração de  $60 \mu\text{g}$ , DDT+DDD+DDE, com  $15 \mu\text{g}$ , Endossulfan, com  $50 \mu\text{g}$ , Metamidofós, com  $60 \mu\text{g}$ , Metolaclo, com  $60 \mu\text{g}$ , Permetrina, com  $30 \mu\text{g}$ , Simazina, com  $60 \mu\text{g}$ , e Terbufós, com  $60 \mu\text{g}$ .

A Figura 3 apresenta a estatística descritiva dos dados de agrotóxicos monitorados no estado do Rio de Janeiro (2015-2019). Pode-se observar que a maior parte dos agrotóxicos monitorados e registrados no Sisagua foi observada em concentrações inferiores às estabelecidas na legislação brasileira vigente (Portaria GM/MS nº 888/2021). O glifosato, por exemplo, apesar de suas elevadas concentrações médias observadas ( $62,7 \mu\text{g L}^{-1}$ ), está abaixo do VMP estabelecido ( $500 \mu\text{g L}^{-1}$ ), assim como o Carbendazim + Benomil ( $22,0 \mu\text{g L}^{-1}$ ; VMP=  $120 \mu\text{g L}^{-1}$ ).

De acordo com dados do Sisagua (Brasil, 2019b), aproximadamente 75% das amostras com presença de agrotóxicos acima do VMP no município de Campos dos Goytacazes, e 100% no município de Paraty e Rio de Janeiro, foram detectadas ao longo do período chuvoso (outubro a março). De forma contrária, no município de Trajano de Moraes, 100% das amostras com concentrações de agrotóxicos acima do VMP foram detectadas no período seco (abril a setembro). Sabe-se que no período chuvoso, quanto maior a intensidade da chuva maior a utilização de agrotóxicos, uma vez que há aumento do risco de pragas/doenças e de redução da produtividade, o que leva à diminuição das culturas ativas (Veiga et al., 2006). Neste período, o uso excessivo de agrotóxicos acentua a contaminação das águas, não apenas pela sua quantidade, mas também pela lixiviação no solo, contaminando a água subterrânea, ou pelo escoamento superficial (Silva et al., 2017).



**Figura 3** - Estatística descritiva via diagrama de blocos (*boxplot*) das concentrações de agrotóxicos em água para consumo humano, no estado do Rio de Janeiro (2015 a 2019).

**Fonte:** Elaborado a partir de dados públicos da ANVISA (Brasil, 2018) e Emater-Rio (2019).

**Nota:** (\*) Os dados apresentados foram normalizados via  $\sqrt{(x+0,5)}$ .

No que diz respeito às principais culturas de cada região, pode se relacionar apenas quatro a culturas, sendo o Metolacoloro (cana-de-açúcar), Permetrina (café), Simazina e Terbufós (abacaxi, café, banana, cana-de-açúcar). Entretanto, ressalta-se que a maior parte dos agrotóxicos encontrados acima do VMP (em ambas as versões da Portaria) não possuem relação com as culturas e/ou municípios, como o Aldrin + Dieldrin, Carbofurano, Clordano, DDT+DDD+DDE, Endossulfan e Metamidofós. Uma possível explicação é a influência de culturas não analisados e/ou pertencentes a outros estados, onde os compostos são carregados pelo escoamento superficial, assim sendo levados pelo fluxo dos rios (Silva et al., 2017).

Cada um dos agrotóxicos observados possui tempo de persistência e meia vida distintos no ambiente, além de potencial diferentes em gerar subprodutos com níveis de toxicidade ainda desconhecidos. O Aldrin pode persistir até 6 anos no ambiente, enquanto os Metamidofós podem ser gerados a partir da degradação do Acefato, ingrediente ativo não legislado. O DDT é considerado extremamente persistente, devido ao potencial de bioacumulação em organismos vivos (Brasil, 2019c). Vale ressaltar a eficiência limitada do tratamento de água realizado nas ETAs em relação à remoção de agrotóxicos. A água pós-tratamento é devolvida aos corpos hídricos e, conseqüentemente, é consumida pela população, a despeito de seus riscos. Por fim, ressalta-se que não somente as amostras com concentrações de agrotóxicos acima do VMP merecem atenção, mas também as que foram detectados agrotóxicos e, principalmente, onde o monitoramento de águas para consumo humano vem sendo constantemente negligenciado. Segundo Silva et al. (2020), os órgãos ambientais brasileiros têm pouco controle em relação ao baixo índice de monitoramento de muitas substâncias na água destinada ao consumo humano, assim como da presença de agrotóxicos na água. Assim este trabalho pode contribuir para alertar a população do estado do Rio de Janeiro sobre a qualidade da água consumida no estado, podendo pressionar o poder público a cobrar mais das concessionárias de prestação de serviço.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Após a análise de dados públicos do Sisagua referentes aos municípios do estado do Rio de Janeiro, constatou-se que são diversos os princípios ativos encontrados em água potável. Destacam-se os municípios de Campos de Goytacazes, Paraty, Trajano de Moraes e Rio de Janeiro, onde os valores observados foram maiores que o VMP, em ambas as versões das Portarias. Vale destacar que muitas amostras tanto desses como também de outros municípios, apesar de não estarem acima do VMP, apresentaram valores idênticos aos do limite máximo, sendo um sinal de alerta em relação à qualidade das águas para consumo humano. A discrepância de dados e particularidades entre municípios de mesmo estado, torna-se evidente a necessidade de seu monitoramento individual ao invés de um estudo simplificado em escala federal; entretanto, uma das maiores dificuldades enfrentadas no estudo de tais informações é a negligência no abastecimento das informações dos bancos de dados públicos, como o Sisagua, sendo necessária maior pressão por parte do Ministério da Saúde para resolução desta questão.

Foram encontradas 218 amostras com a presença de agrotóxicos acima do VMP para análises de água coletadas na saída das ETAs, sendo que, no ano de 2016, observou-se o maior número de amostras em desacordo com o VMP estabelecido. Entre os agrotóxicos observados em maiores proporções, destacam-se o Aldrin + Dieldrin, apesar dessa substância ser ilegal no país desde 1985, além de Clordano e Metolacoloro, sendo que este último também não possui registro para sua comercialização, sendo, portanto, proibida sua comercialização no Brasil. Vale ressaltar que o monitoramento dos agrotóxicos no Brasil passou por mudanças devido a recente publicação da Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, que altera o anexo XX da PC GM/MS nº 5/2017. Dentre as mudanças está a adição de diversas substâncias ativas, ampliando o controle sobre o uso dessas substâncias. Podemos observar que as alterações realizadas e agora vigentes na Portaria impactaram, significativamente, no quantitativo de amostras com valores detectados acima do VMP, demonstrando que o atual padrão de potabilidade está mais rigoroso em relação a presença de agrotóxicos na água de consumo humano.

Foi possível concluir que, apesar da existência de uma Portaria específica para regulamentação dos padrões de potabilidade da água para consumo humano no Brasil, o monitoramento destas águas no estado do Rio de Janeiro encontra-se aquém do esperado em relação aos agrotóxicos, independentemente da versão da Portaria analisadas nesse estudo, uma vez que aproximadamente 73% dos municípios pertencentes ao estado não realizam o monitoramento ou não alimentam os dados públicos do Sisagua. Sendo assim, vale ressaltar a necessidade de maior pressão via Ministério da Saúde para o preenchimento dos dados necessários por cada município no Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua). Além disso, destaca-se a

ineficiência generalizada das ETAs de todo o país em relação à remoção destes compostos como outro fator agravante para sua incidência.

Conclui-se o Brasil está longe de atender o Objetivo do Desenvolvimento Sustentável, referente à água potável e saneamento (Objetivo 6), que inclui “melhorar a qualidade da água, minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos”, uma vez que esse tem, entre outras medidas, como indicadores a proporção de fluxo de águas residuais tratadas de forma segura e a proporção de corpos hídricos com boa qualidade ambiental.

## REFERÊNCIAS

- Agrolink. (2016). *Defensivos agrícolas*. Recuperado em 31 de maio de 2022, de <https://www.agrolink.com.br>
- Alves, S. R., & Oliveira-Silva, J. J. (2003). Avaliação de ambientes contaminados por agrotóxicos. In F. Peres & J. C. Moreira (Org.). *É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente* (pp. 137–156). Rio de Janeiro: Fiocruz.
- Amazonas, J., Silveira, G., Rodrigues, R., Almeida, V., Sarpa, M., & Freidch, K. (2018). Agrotóxicos utilizados no Brasil e proibidos em outros países. In *Anais...* Brasília, DF: Cadernos de Agroecologia.
- Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (1985). *Portaria nº 329, 02 de setembro de 1985*.
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. (1992). *Portaria nº 03, de janeiro de 1992. Diretrizes e exigências referentes à autorização de registros, renovação de registro e extensão de uso de produtos agrotóxicos e afins*.
- Brasil. (2013). *Documento orientador para a implementação da vigilância em saúde de populações expostas a agrotóxicos*. Brasília, DF: Ministério da Saúde.
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. (2016). Monitoramento de agrotóxicos em água para consumo humano, Brasil, 2014. *Boletim Epidemiológico*, 47(12), 1-9.
- Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. (ano [[Q45: Q45]]). *Manual de Procedimentos de Entrada de Dados do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua)*.
- Brasil. (2017). *Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Dispõe sobre consolidação das Normas sobre as ações e os serviços de saúde do sistema único de saúde. Anexo XX – Do Controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade*.
- Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. (2018). *Guia para elaboração de rótulo e bula de agrotóxicos, afins e preservativos de madeira*.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2019a). *AGROFIT – Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Relatório Consolidado de Ingredientes Ativos*.
- Brasil. Ministério da Saúde. Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano - VIGIAGUA. (2019b). [Internet]. Recuperado em 12 de janeiro de 2022, de <https://dados.gov.br/dataset/controle-semesteral>
- Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. (2019c). *Sistema de Informações sobre Agrotóxicos SAI*. Recuperado em 27 de novembro de 2019, de <http://www4.anvisa.gov.br/agrosia/asp/>
- Brasil. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. (2021). *Portaria Nº 888, de 04 de maio de 2021*. Brasília.
- Carazo-Rojas, E., Pérez-Rojas, G., Pérez-Villanueva, M., Chinchilla-Soto, C., Chin-Pampillo, J. S., Aguilar-Mora, P., Alpízar-Marín, M., Masís-Mora, M., Rodríguez-Rodríguez, C. E., & Vryzas, Z. (2018). Pesticide monitoring and ecotoxicological risk assessment in surface water bodies and sediments of a tropical agro-ecosystem. *Environ Pollution*, 241, 800-809.
- Carneiro, F. F., Rigotto, R. M., Augusto, L. G. S., Friedrich, K., & Búrigo, A. C. (Orgs.). (2015). *Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde* (Vol. 161). Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular.
- Centro de Estatísticas – CEPERJ. (2020). *PIB dos municípios do Rio de Janeiro*.
- Cunha, L. N., & Soares, W. L. (2020). Os incentivos fiscais aos agrotóxicos como política contrária à saúde e ao meio ambiente. *Cadernos de Saude Publica*, 36(10), e00225919.
- EMATER-RIO. (2019). *Acompanhamento Sistemático da Produção Agrícola – ASPA*.
- Frota, M. T. B. A., & Siqueira, C. E. (2021). Agrotóxicos: os venenos ocultos na nossa mesa. *Cadernos de Saude Publica*, 37(2), 1-5.

- Guyton, K., Loomis, D., Grosse, Y., El Ghissassi, F., Benbrahim-Tallaa, L., Guha, N., Scoccianti, C., Mattock, H., & Straif, K. (2015). Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. *The Lancet. Oncology*, 16(5), 490-491.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2017). *Censo Agro 2017*. Recuperado em 31 de maio de 2022, de <https://censoagro2017.ibge.gov.br>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2019). *Cidades e Estados: Brasil, Rio de Janeiro*.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. (2019). Consolidação de dados fornecidos pelas empresas registrantes de produtos técnicos, agrotóxicos e afins. Brasil.
- International Agency for Research on Cancer – IARC. (2015). *Press Release 236: IARC Monographs evaluate DDT, lindane, and 2,4-D*. Lyon, France: World Health Organization.
- Kapsi, M., Tsoutsis, C., Paschalidou, A., & Albanis, T. (2019). Environmental monitoring and risk assessment of pesticide residues in surface waters of the Louros River (N.W. Greece). *The Science of the Total Environment*, 650, 2188-2198.
- Lopes, C. V. A., & Albuquerque, G. S. C. (2021). Desafios e avanços no controle de resíduos de agrotóxicos no Brasil: 15 anos do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos. *Cadernos de Saude Publica*, 37(2), e00116219.
- Mas, L., Aparicio, V. C., De Gerónimo, E., & Costa, J. L. (2020). Pesticides in water sources used for human consumption in the semiarid region of Argentina. *SN Applied Sciences*, 2(4), 691.
- Moreira, J. C., Jacob, S. C., Peres, F., Lima, J. S., Meyer, A., Oliveira-Silva, J. J., Sarcinelli, P. N., Batista, D. F., Egler, M., Faria, M. V. C., Araújo, A. J., Kubota, A. H., Soares, M. O., Alves, S. R., Moura, C. M., Curi, R. (2002). Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. *Ciência & Saúde Coletiva*, 7(2), 299-311.
- Neto, M. L. F. (2010). *Norma Brasileira de Potabilidade de Água: Análise dos parâmetros agrotóxicos numa abordagem de avaliação de risco*. Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca da Fundação Oswaldo Cruz.
- Neves, P. D. M., Mendonça, M. R., Bellini, M., & Pôssas, I. B. (2020). Intoxicação por agrotóxicos agrícolas no estado de Goiás, Brasil, de 2005-2015: análise dos registros nos sistemas oficiais de informação. *Ciencia & Saude Coletiva*, 25(7), 2743-2754.
- Oliveira, A., Magalhães, T. B., Mata, R. N., Santos, F. S. G., Oliveira, D. C., Carvalho, J. L. B., & Araújo, W. N. (2019). Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA): características, evolução e aplicabilidade. *Epidemiologia e Serviços de Saúde : Revista do Sistema Unico de Saúde do Brasil*, 28(1).
- Pereira, R., & Goncalves, C. N. (2021). *geobr: Loads Shapefiles of Official Spatial Data Sets of Brazil*.
- Pignati, W. A., & Machado, J. M. H. (2011). O agronegócio e seus impactos na saúde dos trabalhadores e da população do estado de Mato Grosso. In C. M. Gomez, J. M. H. Machado, & P. G. L. Pena (Orgs.), *Saúde do trabalhador na sociedade brasileira contemporânea* (pp. 245–272). Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ.
- Pignati, W. A., Lima, F. A. N. S., Lara, S. S., Correa, M. L. M., Barbosa, J. R., Leão, L. H. C., & Pignatti, M. G. (2017). Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. *Ciencia & Saude Coletiva*, 22(10), 3281-3293.
- Porto, M.F., & Soares, W. L. (2012). Modelo de desenvolvimento, agrotóxicos e saúde: um panorama da realidade agrícola brasileira e propostas para uma agenda de pesquisa inovadora. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, 37(125), 17-31.
- Ristow, L. P., Battisti, I. D. E., Stumm, E. M. F., & Montagner, S. E. D. (2020). Fatores relacionados à saúde ocupacional de agricultores expostos a agrotóxicos. *Saúde e Sociedade*, 29(2), e180984.
- Rubbo, J. P., & Zini, L. B. (2017). Avaliação dos controles de agrotóxicos na água para consumo humano dos sistemas de abastecimento de água do Rio Grande do Sul em 2016. *Boletim da Saúde*, 26(1), 17-27.
- Silva, J. N., Araujo, T. C., Ponciano, N. J., & Souza, C. L. M. (2020). Diagnóstico do uso de agrotóxicos por tomaticultores do município de São José De Ubá, RJ. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 10(1), 45-50.
- Silva, P. T. S., Silva, G. S., Júnior, A. C. A., Júnior, E. C. A., Cunha, T. J. F., & Moura, M. S. B. (2017). *Contaminação potencial dos corpos hídricos por agrotóxicos em áreas de produção de uva* (Vol. 133, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento). Petrolina: PEEMBRAPA Semiárido.
- Souza, R. P. (2019). O Desenvolvimento Rural no Estado do Rio de Janeiro a partir de Uma Análise Multidimensional. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 57(1), 109-126.

- Teixeira, J. C., Oliveira, G. S., Viali, A. M., & Muniz, S. S. (2014). Estudo do impacto das deficiências de saneamento básico sobre a saúde pública no Brasil no período de 2001 a 2009. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 19(1), 87-96.
- Veiga, M. M., Silva, D. M., Veiga, L. B. E., & Faria, M. V. C. (2006). Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do Sudeste do Brasil. *Cadernos de Saude Publica*, 22(11), 2391-2399.

**Contribuições dos autores:**

Giovana Proença Bastos: concepção e desenho do estudo, Revisão da literatura, Aquisição de dados, Análise e interpretação dos dados, Elaboração do manuscrito, revisão final.

Franciele Pereira Camargo: revisão da literatura, Análise e interpretação dos dados, Elaboração do manuscrito, revisão final.

Alena Torres Netto: Análise e interpretação dos dados, Elaboração do manuscrito, revisão final.

Nathalia Salles Vernin: análise e interpretação dos dados, Elaboração do manuscrito, revisão final.

Rosane Cristina de Andrade: concepção e desenho do estudo, Revisão da literatura, Análise e interpretação dos dados, Elaboração do manuscrito, revisão final.