



AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL NO INTERIOR DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO BANHADO GRANDE

Bryan Augusto da Rosa Tavares¹

Katia Helena Lipp-Nissinen¹

RESUMO

A Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande (APABG), localizada na Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí (BHRG), Rio Grande do Sul, abriga áreas úmidas importantes à dinâmica hidrográfica regional. A Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler (FEPAM) monitora a qualidade ambiental da água na APABG. Dos parâmetros físico-químicos e biológicos para enquadramento das águas pela Resolução CONAMA nº 357/2005, as análises laboratoriais pela FEPAM ainda não abrangem os agrotóxicos. O Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIÁGUA), do Ministério da Saúde, realiza análises de agrotóxicos na BHRG, cujos resultados, potencialmente, complementaríamos o monitoramento da FEPAM. No presente estudo, objetivou-se o enquadramento das águas superficiais na APABG, segundo a CONAMA 357, a partir de dados obtidos pela FEPAM e pelo VIGIÁGUA. Para o período 2016-2018, foram interpretados resultados para demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total (P), nitrogênio amoniacal (N), turbidez (T) e *Escherichia coli* provenientes de quatro pontos de amostragem da FEPAM e, para *E. coli* e agrotóxicos, do VIGIÁGUA. Dentre os resultados, T, N, P, DBO, *E. coli* e agrotóxicos foram verificados em níveis altos e insatisfatórios, indicando não conformidades ao enquadramento de qualidade das águas proposto à BHRG. Os índices mais críticos foram verificados para P, T e *E. coli*. Quanto aos agrotóxicos contaminantes, os níveis detectados de Aldrin + Dieldrin, Endrin, Endossulfan e Lindano resultaram no enquadramento das águas em Classe 3 ou 4. A reversão desse quadro na APABG pode ser alcançada com a adoção de práticas agropecuárias ecossustentáveis, saneamento adequado, e incremento da educação e da fiscalização ambiental. Em paralelo, são necessários, ainda, o aperfeiçoamento da metodologia analítica utilizada e a inclusão de todos os agrotóxicos previstos na CONAMA 357. Recomenda-se que VIGIÁGUA e FEPAM coordenem ações, conjuntas ou individuais, para ampliar e qualificar o monitoramento da água superficial na APABG.

Palavras-chave: Agrotóxicos; Bacia Hidrográfica; Rio Gravataí; Qualidade Da Água; Unidades De Conservação

ABSTRACT

Surface water quality assessment within the Environmental Protection Area of Banhado Grande. Banhado Grande Environmental Protection Area (APABG), located in the Gravataí River Basin (BHRG), Rio Grande do Sul, Brazil, is home to wetlands important for regional water dynamics and ecosystem services. At APABG, the Henrique Luis Roessler State Environmental Protection Foundation (FEPAM) monitors the environmental quality of the waters. Of the physical-chemical and biological parameters

¹ Divisão de Laboratórios – DILAB, Fundação Estadual de Proteção Ambiental Luis Henrique Roessler – FEPAM, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail para correspondência: bryantavares25@gmail.com | katia-nissinen@fepam.rs.gov.br

for the classification of water, according to the CONAMA Resolution No. 357/2005, laboratory analyses by FEPAM still do not cover pesticides. The National Water Quality Surveillance Program for Human Consumption (VIGIÁGUA), of the Ministry of Health, carries out analyzes of pesticides at BHRG, whose results would potentially complement the monitoring of FEPAM. This study aimed to classify surface waters in the APABG by the CONAMA 357, from data obtained by FEPAM and VIGIÁGUA. Results for 2016 to 2018 were interpreted for biochemical oxygen demand (BOD), total phosphorus (P), ammonia nitrogen (N), turbidity (T) and *Escherichia coli* from four FEPAM sampling points, and *E. coli* and pesticides from VIGIÁGUA. Among the results, T, N, P, BOD, *E. coli* and pesticides were found at high and unsatisfactory levels, indicating non-compliance with the water quality framework proposed to BHRG. The most critical indices were verified for P, T and *E. coli*. As for contaminating pesticides, the detected levels for Aldrin + Dieldrin, Endrin, Endosulfan and Lindane classified the waters in Classes 3 and 4 of less restrictive uses of water. The reversal of this situation in APABG can be achieved with the adoption of eco-sustainable agricultural practices, adequate sanitation, and the increase in inspection and environmental education. In parallel, the improvement of the analytical methodology and the inclusion of all pesticides provided for in CONAMA 357 should be carried out. It is recommended that VIGIAGUA and FEPAM coordinate actions, jointly or individually, to expand and improve the monitoring of surface water in the APABG.

Keywords: Hydrographic Basin; Gravataí River; Pesticides; Water Environmental Parameters; Conservation Areas

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do Rio Gravataí (BHRG), no Rio Grande do Sul (RS), pertence à Região Hidrográfica do Guaíba e se estende pelos municípios de Alvorada, Cachoeirinha, Canoas, Glorinha, Gravataí, Porto Alegre, Santo Antônio da Patrulha, Taquara e Viamão, abrangendo uma população estimada de 1.298.046 habitantes (SEMA, 2012). A BHRG tem cobertura e uso dos solos divididos em (1) campos naturais (50,81%), (2) lavouras (19,98%), (3) mata nativa (11,12%), (4) áreas urbanas (7,65%), (5) banhados (3,96%), (6) reservatórios de água (2,04%), (7) campos úmidos (1,06%), (8) solos descobertos (2,43%) e (9) áreas de reflorestamento (0,89%) (Bourscheid Engenharia e Meio Ambiente, 2012).

Contudo, nos últimos anos, extensas áreas de campos de pecuária e lavouras estão substituindo os ambientes naturais, tais como áreas de banhado, campos úmidos e matas nativas (FEPAM, 2021). As águas do rio Gravataí são utilizadas, principalmente, para o abastecimento público, diluição de efluentes domésticos e industriais e a irrigação de lavouras de arroz e outros grãos (Lucheta *et al.*, 2010; Guasseli *et al.*, 2013). Da demanda total do uso da água, 84% são destinados à irrigação de lavouras, 13% ao abastecimento humano e o restante a outros usos.

A vazão de água no rio Gravataí é regulada pelo complexo do Banhado Grande, formado por banhados à montante da bacia, que recebem e armazenam a água de nascentes e arroios, sendo importantes por amortecer os picos de cheias nos períodos de alta precipitação pluviométrica e para a regulação hídrica em épocas de estiagem (Scheren, 2014; Brenner, 2016). Os dados das estações meteorológicas indicam que agosto é o mês mais chuvoso (140 mm/mês) e abril o menos (86 mm/mês). A evapotranspiração apresenta um comportamento sazonal, com valores mensais médios de 45 mm em junho e 124 mm em dezembro (ANA *apud* FEPAM, 2021).

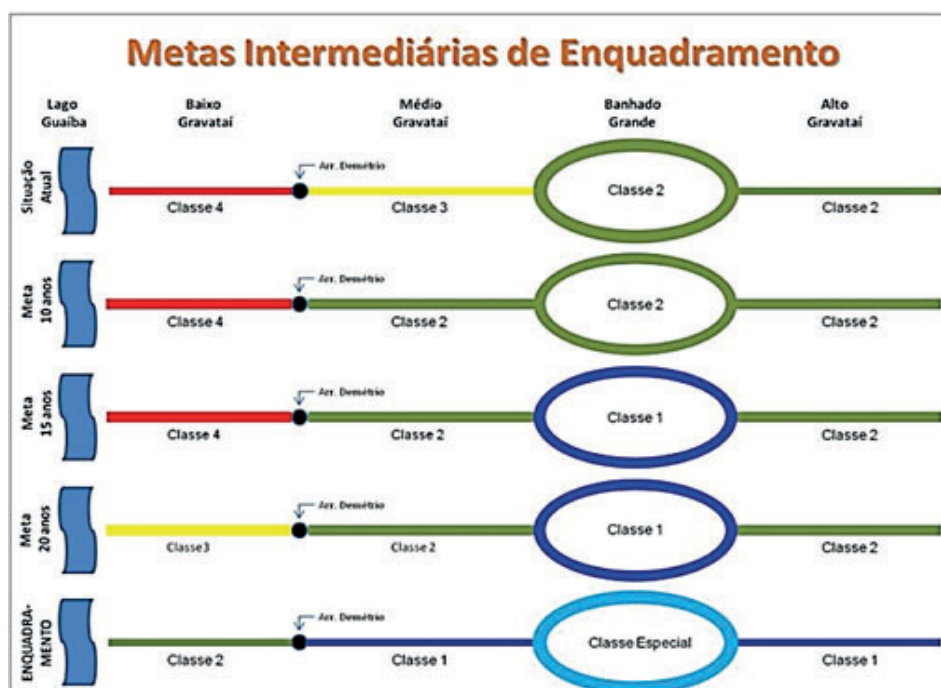
Os ecossistemas de áreas úmidas, denominados banhados no Sul do Brasil (Simioni e Guasseli, 2017), formadores do complexo do Banhado Grande, ocupam 4% da BHRG e, há longo tempo, vêm

sofrendo ações antropogênicas (SEMA, 2012; Guasseli *et al.*, 2013; FEPAM, 2021). A fim de preservá-los, juntamente aos demais ecossistemas naturais na Bacia, regularizar a vazão do rio Gravataí, gerenciar os recursos hídricos e conciliar o uso sustentável da região, o estado do RS criou a Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande (Rio Grande do Sul, 1998), cujo Plano de Manejo aprovado foi publicado em outubro de 2021 (SEMA, 2021a). Na APABG, há uso intensivo da irrigação para o cultivo de arroz, com o escoamento de água do rio e do banhado a partir de canais de irrigação artificiais e a posterior devolução dessa água (Dos Santos e da Silva, 2007; Rodrigues e Lipp-Nissinen, 2018). O manejo incorreto da atividade pode resultar em impactos sobre as áreas úmidas, como salinização do solo, contaminação por agrotóxicos e fertilizantes, além de elevada captação de água (Rodrigues e Irias, 2004).

A qualidade ambiental da água na APABG é monitorada pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler (FEPAM), órgão ambiental do Estado do RS, com atribuições legais de diagnosticar, acompanhar e controlar a qualidade ambiental no RS (Lei Estadual nº 9077/1990). Integrante do Sistema Estadual de Recursos Hídricos, a FEPAM vem reimplantando e ampliando a rede básica de monitoramento da qualidade da água superficial através da adesão ao Programa Qualiáguas da Agência Nacional de Águas – ANA (2019).

Essa rede tem por objetivo monitorar a qualidade dos recursos hídricos considerando os usos múltiplos da água (FEPAM, 2020). Para tanto, os dados de monitoramento são comparados aos padrões estabelecidos para uma série de parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade ambiental das águas superficiais constantes na Resolução nº 357/2005, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) (Brasil, 2005). Por meio da Resolução nº 357/2005, o CONAMA estabeleceu condições de qualidade para o enquadramento dos corpos hídricos em território nacional em classes, de acordo com os seus usos preponderantes, e para o lançamento de efluentes. Além disso, o Plano da BHRG, publicado em 2012 (SEMA, 2012), diagnosticou a situação das classes das águas superficiais e propôs as metas de enquadramento para as próximas décadas (Figura 1).

Figura 1. Prognóstico e metas de enquadramento nas classes de uso das águas do rio Gravataí. Fonte: Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí (Bourscheid Engenharia e Meio Ambiente, 2012).



Embora sua inclusão seja atualmente planejada no monitoramento das águas da APABG pela FEPAM, as substâncias agrotóxicas indicadas pela Resolução CONAMA nº 357/2005 ainda não estão incluídas nesse, gerando-se uma lacuna no diagnóstico do enquadramento da qualidade ambiental (Cunha *et al.*, 2013; Mário Jr., 2013). Por outro lado, o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIÁGUA) monitora os padrões de potabilidade da Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, incluindo em suas análises os parâmetros de agrotóxicos constantes na Resolução CONAMA nº 357/2005 (Mário Jr., 2013; Barbosa *et al.*, 2015; Rubbo e Zini, 2017).

O monitoramento dos agrotóxicos pelo VIGIAGUA, em conjunto com os demais parâmetros físico-químicos e biológicos monitorados pela FEPAM, permitirá um diagnóstico mais completo da qualidade das águas na APABG (Cunha *et al.*, 2013). Portanto, este estudo teve como objetivo investigar a qualidade ambiental e o enquadramento das águas superficiais no interior da APABG, segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, no período de 2016 a 2018, através da interpretação de análises realizadas pela FEPAM e pelo VIGIAGUA.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo e Pontos de Amostragem

A APABG ocupa 70% da BHRG e abrange territórios dos municípios de Glorinha, Gravataí, Viamão e Santo Antônio da Patrulha (SEMA, 2021b). A qualidade da água foi avaliada em quatro pontos diferentes dentro da APABG (Figura 2).

Os dados do ponto 1 foram obtidos pelo VIGIAGUA e pela FEPAM (Tabela 1). Os dados dos pontos 2 e 4 foram obtidos exclusivamente pela FEPAM, enquanto os do ponto 3 exclusivamente pelo VIGIAGUA. As águas dos pontos 1 e 4 são captadas pela Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN) e destinam-se ao abastecimento e consumo humano, sendo suas amostras analisadas para compor o Sistema de Informação de Vigilância para Qualidade da Água de Consumo Humano (SISAGUA). instrumento de gestão de riscos à saúde humana do VIGIÁGUA (Brasil, 2021). Os dados avaliados no estudo resultaram de análises laboratoriais previamente realizadas pela CORSAN e FEPAM. Quanto aos efeitos da sazonalidade climática e meteorológica para as amostras das presentes análises, esses já foram publicados por Rodrigues e Lipp-Nissinen (2018).

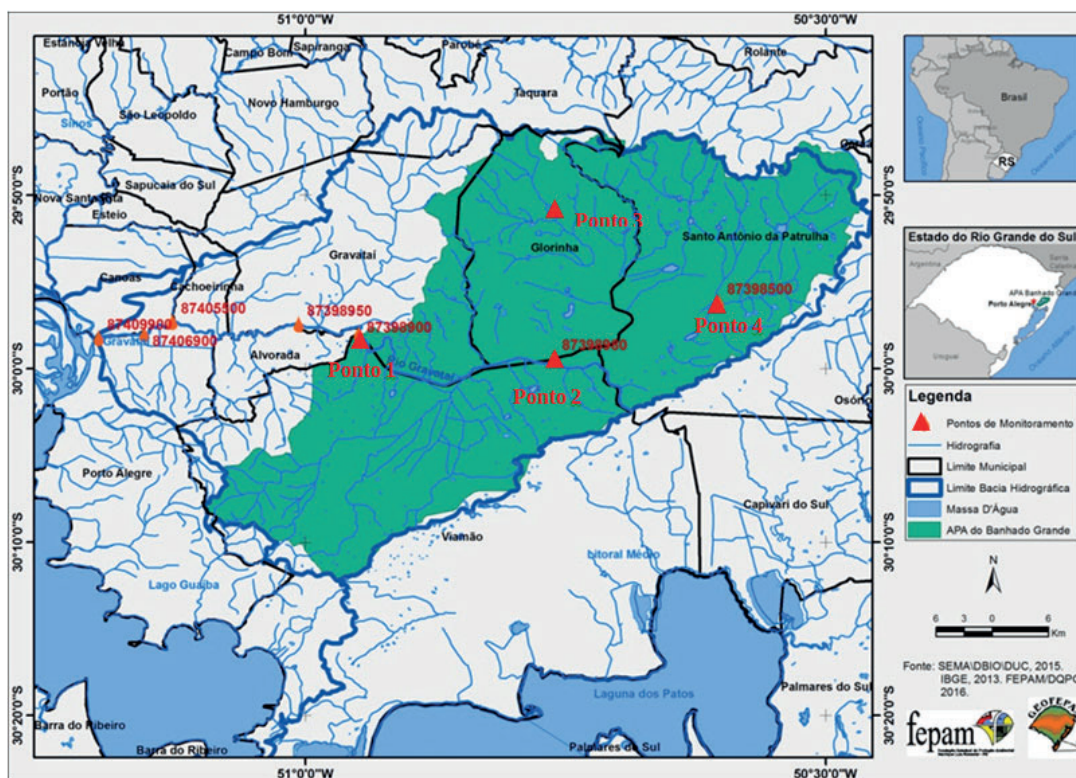


Figura 2. Localização dos pontos 1, 2, 3 e 4 de amostragem do monitoramento da qualidade da água no interior da Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande. Fonte: elaborado para este trabalho pelo Serviço de Geoprocessamento (GEOFEPAM, atual Serviço de Inteligência Geoespacial - SIGEO) da FEPAM, a partir de dados do IBGE (2013) e da DUC/DBIO/SEMA-RS (2015).

O ponto 1 está situado no rio Gravataí, na localidade de Passo dos Negros, próximo à área urbana do município de Gravataí e à jusante de lavouras de arroz e outras áreas rurais. O ponto 2, no canal do DNOS (Departamento Nacional de Obras de Saneamento), está à jusante do Banhado Grande e à montante de lavouras, na divisa entre os municípios de Glorinha e Viamão. O ponto 3 localiza-se no Arroio Passo do Portão, em Glorinha. O ponto 4 está no Arroio Chico Lomã, cercado por regiões alagadiças e áreas agrícolas em Santo Antônio da Patrulha (Figura 2). Os quatro pontos fazem parte da Rede de Monitoramento da Qualidade Ambiental do RS.

Tabela 1. Pontos de amostragem, origem dos dados e parâmetros amostrados.

Ponto	Local	Banco de Dados	Coordenadas Geográficas	Parâmetros
1	ETA Gravataí	SISAGUA	S 29°57'55", W 50°56'52"	<i>E. coli</i> e agrotóxicos
	87398900	FEPAM	S 29°57'55", W 50°56'52"	<i>E. coli</i> , T, DBO, P e N
2	87398980	FEPAM	S 29°59'21", W 50°45'37"	<i>E. coli</i> , T, DBO, P e N
3	ETA Glorinha	SISAGUA	S 29° 51'18", W 50°47'42"	<i>E. coli</i> e agrotóxicos
4	87398500	FEPAM	S 29°56'10", W 50°36'05"	<i>E. coli</i> , T, DBO, P e N

Parâmetros Químicos e Biológicos Analisados

Os parâmetros contemplados nesta pesquisa foram agrotóxicos, turbidez (T), nitrogênio amoniacal (N), fósforo total (P), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e *Escherichia coli*. Estes parâmetros foram comparados aos padrões de conformidade que constam na Resolução CONAMA nº 357/2015 e aos enquadramentos propostos pelo Plano da BHRG.

Os parâmetros *E. coli*, DBO, P, N e T foram obtidos a partir dos resultados de análises das águas do rio Gravataí, constantes no sistema de dados da FEPAM em quatro pontos no interior da APA entre os anos de 2016 e 2018. Os dados foram produzidos pela Rede de Monitoramento da Qualidade Ambiental da FEPAM, sendo as amostras coletadas pelo Serviço de Amostragem e analisadas pelos Serviços de Laboratórios de Química e de Biologia, todos da Divisão de Laboratórios da FEPAM. Os procedimentos usados por esses pelos laboratórios na determinação dos parâmetros compreenderam os seguintes métodos analíticos descritos pela American Public Health Association (APHA, 1998; 2005; 2012):

DBO - SMEWW 21ª edição 5210B (2-5)

Nitrogênio Amoniacal - SMEWW 18ª edição 4500-NH3

Turbidez - SMEWW 21ª edição 2130 (2-9)

Escherichia coli - SMEWW 22ª edição 9223B 2ª

Os parâmetros de agrotóxicos e *E. coli* foram obtidos do banco de dados SISAGUA do VIGIAGUA, a partir de análises das águas da BHRG no interior da APA realizadas trimestralmente pela CORSAN no período de 2016 a 2018. Não há informação detalhada dos métodos analíticos empregados nessas análises, contudo, estão normatizados e podem ser disponibilizados, conforme se lê nas páginas eletrônicas do Programa.

O VIGIAGUA monitora 27 parâmetros de agrotóxicos, 13 dentre esses têm parâmetros ambientais definidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (2,4 D + 2,4,5 T, Alaclor, Aldrin + Dieldrin, Atrazina, Clordano, DDT + DDD + DDE, Endossulfan, Endrin, Glifosato + AMPA, Lindano, Metolacoloro, Simazina e Trifluralina). O VIGIAGUA realiza o monitoramento nos pontos 1 e 3, porém, não mantém esse monitoramento constante para todos os 13 parâmetros de agrotóxicos.

Enquadramento do Corpo de Água

Os parâmetros de Agrotóxicos, DBO, N, P e T foram avaliados conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005, a qual classifica as águas doces, quanto a sua destinação, em Classe Especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4. As águas classificadas na Classe Especial são destinadas à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e do ecossistema local.

As Classes 1 e 2 destinam-se à irrigação de hortaliças e outras culturas, assim como à proteção das comunidades aquáticas. As águas de Classe 3 são designadas para a irrigação de culturas cerealíferas e dessedentação animal, enquanto as águas de Classe 4, por sua mais baixa qualidade, são para os usos menos exigentes.

A respeito das águas do rio Gravataí, o seu Plano de Bacia instituiu como meta intermediária para 20 anos (Figura 1) o enquadramento em Classe 2 do Médio e Alto Gravataí (pontos 1 e 3) e em Classe 1 do Sistema de Banhado Grande (ponto 2) (Bourscheid Engenharia e Meio Ambiente, 2012).

Quanto à presença e à concentração de células de *E. coli*, as águas são avaliadas conforme a Resolução CONAMA nº 274/2000. Segundo essa resolução, as águas são consideradas “impróprias” para

a balneabilidade quando apresentarem na amostragem valor superior a 2000 células de *E. coli* por 100 mL. Dentre as águas próprias à balneabilidade, são consideradas “satisfatórias” aquelas com menos de 800 *E. coli* por 100 mL, “muito boas” aquelas com menos de 400 *E. coli* por 100 mL e “excelentes” as com menos de 200 *E. coli* por 100 mL.

RESULTADOS

Agrotóxicos

Os resultados serão apresentados conforme sua análise semestral. No primeiro semestre de 2016, verificou-se que o monitoramento de agrotóxicos no ponto 1 foi realizado apenas para três agrotóxicos. Enquanto 12 agrotóxicos foram monitorados no ponto 3, embora nenhum deles estivesse acima do limite de detecção da técnica. No segundo semestre de 2016, não foi realizado monitoramento de agrotóxicos no ponto 1, enquanto 13 agrotóxicos foram monitorados no ponto 3, contudo sem possibilidade de detecção e quantificação, já que nenhum se apresentou acima do limite de detecção da técnica.

No primeiro semestre de 2017, o monitoramento de agrotóxicos no ponto 1 foi realizado para oito agrotóxicos, sendo todos quantificados, enquanto nenhum agrotóxico foi monitorado no ponto 3. No segundo semestre de 2017, 11 agrotóxicos foram monitorados no ponto 1, sendo todos quantificados, enquanto nenhum agrotóxico foi monitorado no ponto 3. E no primeiro semestre de 2018, os 13 agrotóxicos foram monitorados nos pontos 1 e 3, contudo, nenhum deles foi detectado acima do limite de detecção das técnicas.

Os agrotóxicos Aldrin + Dieldrin, Endrin, Endossulfan e Lindano apresentaram valores de detecção acima dos padrões definidos para Classe 3, tornando impossível a discriminação do enquadramento em Classe 2 ou Classe 1 para as águas (Tabela 2) dos pontos 1 e 3. Aldrin + Dieldrin, Endossulfan, Endrin, Lidano e Trifuralina foram responsáveis pela classificação dos corpos de água em Classe 3 e 4. De acordo com os valores amostrados para os agrotóxicos avaliados no presente estudo, a água do ponto 1 foi enquadrada na Classe 4, enquanto a água do ponto 3 foi classificada em Classe 3 considerando o período completo de 2016 a 2018.

Tabela 2. Resultado das análises das seis amostras semestrais de água para consumo humano, segundo os parâmetros da Resolução nº 357/2005 do CONAMA, em Gravataí entre 2016 e 2018. (X) Sem agrotóxico testado. (LD) Abaixo do limite de detecção. Fonte: compilado dos dados do SISAGUA – VIGIAGUA.

Agrotóxicos	2016/1		2016/2		2017/1		2017/2		2018/1	
	Pontos									
	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
2,4 D + 2,4,5 T	X	X	X	X	X	X	X	X	LD	LD
Alaclor	LD	LD	X	LD	0,021	X	X	X	LD	LD
Aldrin + Dieldrin	LD	LD	X	LD	0,011	X	0,043	X	LD	LD
Atrazina	LD	LD	X	LD	0,043	X	0,172	X	LD	LD
Clordano	X	LD	X	LD	0,003	X	0,011	X	LD	LD
DDT + DDD + DDE	X	LD	X	LD	X	X	0,002	X	LD	LD
Endossulfan (a, β e sais)	X	LD	X	LD	0,062	X	0,25	X	LD	LD
Endrin	X	LD	X	LD	0,046	X	0,186	X	LD	LD
Glifosato + AMPA	X	LD	X	LD	X	X	0,07	X	LD	LD
Lindano (gama HCH)	X	LD	X	LD	0,005	X	0,021	X	LD	LD
Metolacloro	X	LD	X	LD	0,031	X	0,125	X	LD	LD
Simazina	X	LD	X	LD	0,073	X	0,29	X	LD	LD
Trifluralina	X	LD	X	LD	0,133	X	0,533	X	LD	LD

Parâmetros de Fósforo Total (P), Turbidez (T), Nitrogênio Amoniacal (N), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A interpretação dos resultados de enquadramento e conformidade às classes de uso da água determinadas pelo CONAMA, para os parâmetros físico-químicos avaliados de P, T, N e DBO. Os resultados para parâmetros foram agrupados de acordo com os semestres dos anos, a fim de serem comparados com os dados dos parâmetros de agrotóxicos, também agrupados semestralmente (Tabela 3).

Os resultados para P, nos pontos 1, 2 e 4, mostraram valores em conformidade com os padrões de Classes 3 e 4 na maioria das amostragens nos anos de 2016 a 2018, tendo apenas o ponto 2 apresentado, no primeiro semestre de 2017 e no segundo semestre de 2018, valores em conformidade com o padrão de Classe 1. Quanto a T, os pontos 1, 2 e 4 apresentaram valores em conformidade aos padrões de Classes 1 e 2 na grande maioria das amostragens nos anos de 2016 a 2018, tendo apenas o ponto 1 apresentado valores de padrão de Classe 4 no primeiro semestre de 2018.

Os valores de N, nos pontos 1, 2 e 4, mostraram-se em conformidade ao padrão de Classe 1 em todos os pontos de amostragem nos anos de 2016 a 2018. A DBO, nos pontos 1, 2 e 4, apresentou valores em conformidade ao padrão de Classe 1 na maioria das amostragens nos anos de 2016 a 2018, tendo apenas o ponto 4 apresentado valores em conformidade com o padrão de Classe 3 no segundo semestre de 2016.

Tabela 3. Pontos de amostragem da água superficial no interior da APABG e seu enquadramento em classes de uso, conforme resultados das análises dos parâmetros de Fósforo Total (P), Turbidez (T), Nitrogênio Amoniacal (N), DBO (DBO) e Agrotóxicos.

Ponto	2016/1					2016/2					Enquadramento 2016
	P	T	N	DBO	Agrotóxicos	P	T	N	DBO	Agrotóxicos	
1	3	1	1	1	3	4	2	1	1	-	4
2	3	1	1	1	-	4	1	1	1	-	4
3	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3	3
4	4	1	1	1	-	4	1	1	3	-	4
Ponto	2017/1					2017/2					Enquadramento 2017
	P	T	N	DBO	Agrotóxicos	P	T	N	DBO	Agrotóxicos	
1	3	2	1	1	3	4	2	1	1	4	4
2	1	1	1	1	-	3	1	1	1	-	3
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	4	1	1	1	-	4	2	1	1	-	4
Ponto	2018/1					2018/2					Enquadramento 2018
	P	T	N	DBO	Agrotóxicos	P	T	N	DBO	Agrotóxicos	
1	3	4	1	1	3	4	2	1	1	-	4
2	4	1	1	1	-	1	1	1	1	-	4
3	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	3
4	4	1	1	1	-	3	2	1	1	-	4

Parâmetro Microbiológico de *Escherichia coli*

Os resultados relativos à concentração de *E. coli*, em número mais provável de bactérias, como parâmetro indicador microbiológico de qualidade ambiental, qualidade para abastecimento humano e classificação de uso das águas estudadas, estão dispostos nas figuras 3, 4, 5 e 6, para as análises de amostras coletadas nos quatro pontos de coleta, na APBG, ao longo dos anos 2016, 2017 e 2018. As concentrações de *E. coli* no ponto 1 apresentaram-se impróprias em 2017 (nos meses de julho e agosto) e 2018 (nos meses de maio e agosto), assim como no ponto 3 em 2016 (nos meses de julho, agosto e novembro), e 2017 (no mês de fevereiro de 2017), e no ponto 4 em 2018 (no mês de agosto). Enquanto no ponto 2, as concentrações de *E. coli* demonstraram que as águas eram próprias para uso em todas as amostras analisadas entre 2016 e 2018.

Como dados comparativos, a figura 6 inclui ainda as médias mensais de chuvas ocorridas nos meses de coleta na região da APABG (ANA, 2019). Verifica-se que as curvas de precipitação pluviométrica não acompanharam os resultados obtidos para *E.coli*. Ou seja, embora sem comprovação em testagem estatística devido à limitação da série histórica estudada presentemente, nota-se uma ausência de relação entre as maiores ou menores concentrações da bactéria nas águas superficiais e as épocas de maior ou menor precipitação incidentes nas águas da região.

Figura 3. Parâmetros de *Escherichia coli* no ano de 2016. O eixo vertical indica em escala logarítmica a quantidade de *Escherichia coli* (NMP/100mL - número mais provável/100ml) e o eixo horizontal o mês amostrado (Fonte: este trabalho, a partir de dados FEPAM e SISAGUA).

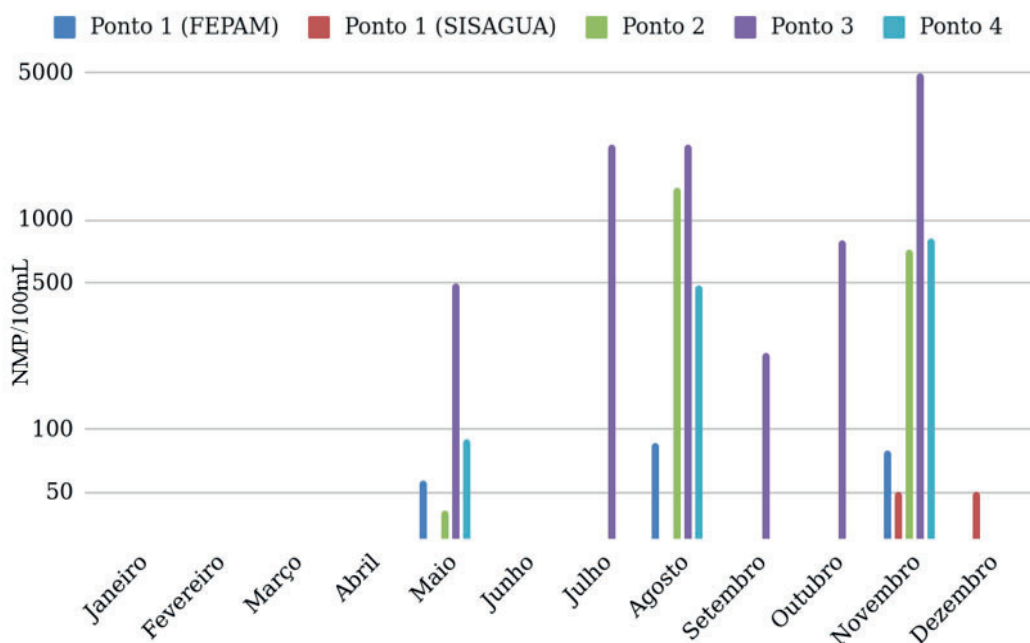


Figura 4. Parâmetros de *Escherichia coli* no ano de 2017. O eixo vertical indica em escala logarítmica a quantidade de *Escherichia coli* (NMP/100mL - número mais provável/100ml) e o eixo horizontal o mês amostrado (Fonte: este trabalho, a partir de dados FEPAM e SISAGUA).

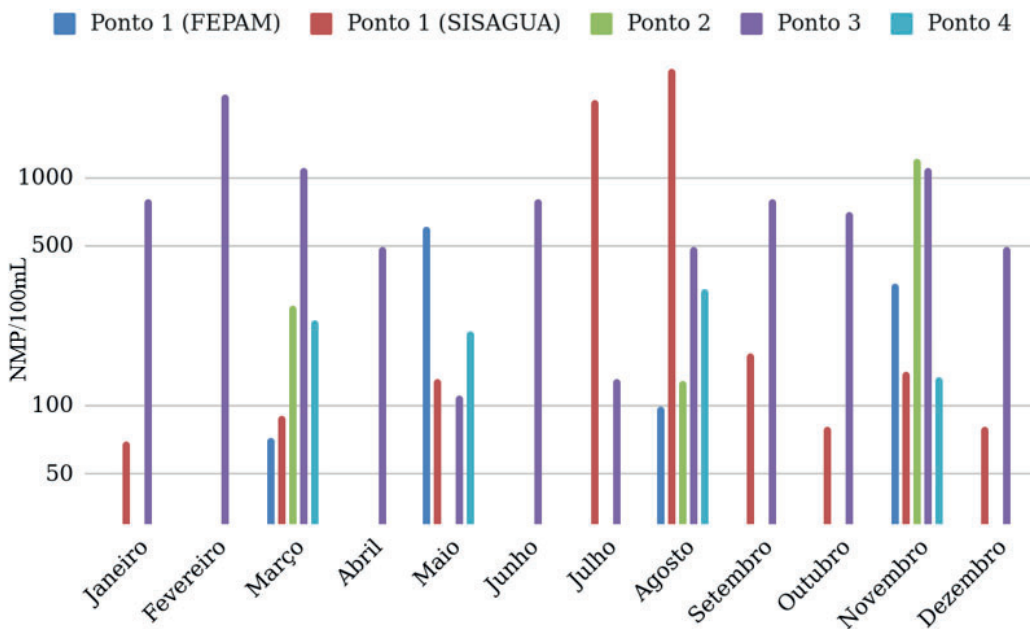


Figura 5. Parâmetros de *Escherichia coli* no ano de 2018. O eixo vertical indica em escala logarítmica a quantidade de *Escherichia coli* (NMP/100mL - número mais provável/100ml) e o eixo horizontal o mês amostrado (Fonte: este trabalho a partir de dados FEPAM e SISAGUA).

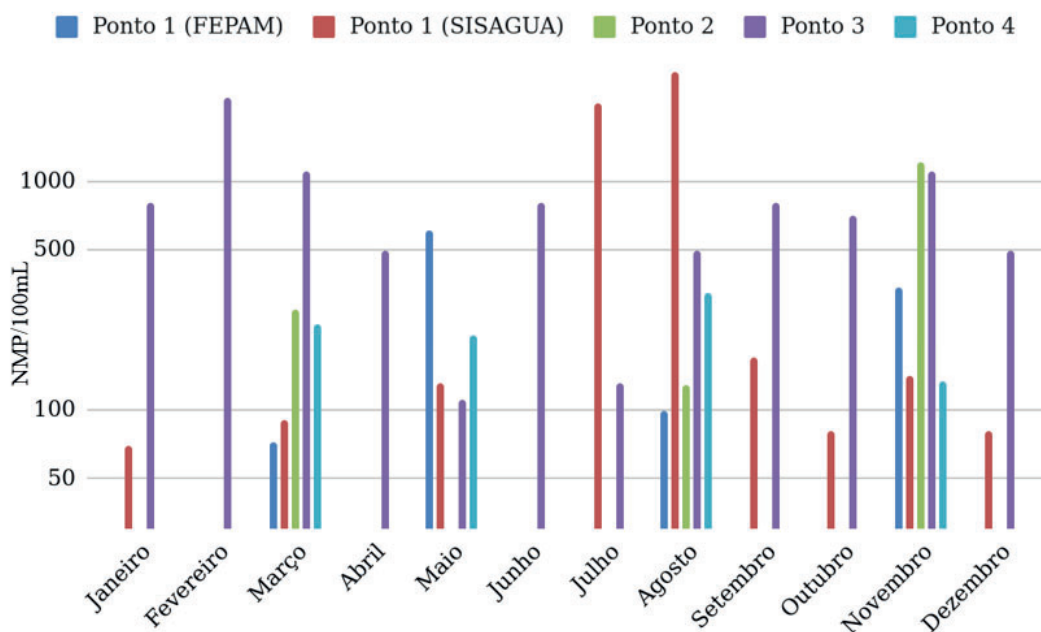
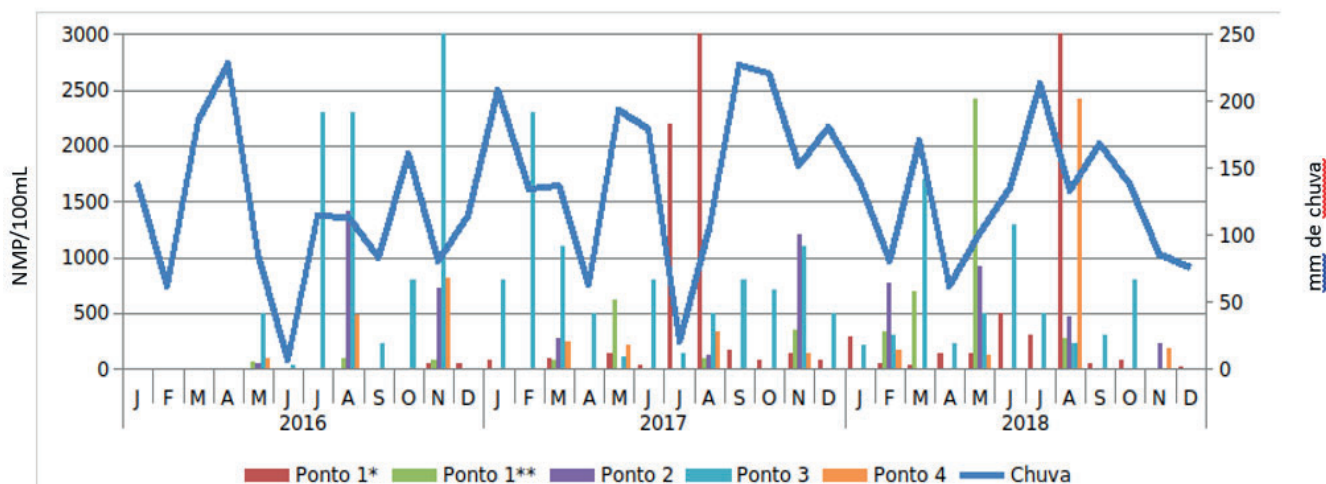


Figura 6. Parâmetros de *Escherichia coli* no ano de 2016, 2017 e 2018 em comparação a média mensal de chuvas. O eixo vertical esquerdo indica a quantidade de *Escherichia coli* (NMP/100mL - número mais provável/100ml), o eixo vertical direito a pluviometria mensal e o eixo horizontal o mês amostrado (Fonte: este trabalho, a partir de dados FEPAM, SISAGUA e Agência Nacional de Águas).



DISCUSSÃO

Os dados do VIGIAGUA podem complementar as análises ambientais da FEPAM, aprimorando o diagnóstico da qualidade das águas da BHRG na APABG (Barbosa *et al.*, 2015; Rubbo e Zini, 2017). Nesse contexto, é importante que todos os agrotóxicos analisados sejam enquadrados segundo a Resolução CONAMA nº 357, já que a atual metodologia usada pelo VIGIAGUA resulta em valores abaixo dos limites

de detecção para Aldrin + Dieldrin, Endrin, Endossulfan e Lindano (Cunha e Calijuri, 2010; Mário Jr., 2013; Bunke *et al.*, 2019). No ponto 1 as águas foram classificadas como de Classe 3, provavelmente pelo local estar à jusante do banhado e de lavouras de arroz irrigado, as quais, para o cultivo de arroz, coletam as águas do rio e, potencialmente, as devolvem com insumos agrícolas (Andrade *et al.*, 2010; Rodrigues e Lipp-Nissinen, 2018).

A águas no ponto 3 foram classificadas na Classe 3, mesmo estando à montante das lavouras de arroz, provavelmente devido ao alto limite de detecção de análises de agrotóxicos que resultaram na falha de sua discriminação (Martini *et al.*, 2012; Back *et al.*, 2016). Os dados das concentrações de agrotóxicos obtidos do VIGIAGUA, para os pontos no período de 2016 a 2018, não estavam completos em relação aos agrotóxicos listados na Resolução nº 357 do CONAMA. Ademais, muitas das análises estavam com valores de detecção e quantificação insuficientes para realização do enquadramento de forma confiável em relação aos valores determinados pela Resolução CONAMA nº 357.

Embora a legislação nacional, em conjunto com a estadual, estabeleça a análise de cerca de 70 parâmetros de agrotóxicos na água de abastecimento humano para assegurar a proteção à saúde da população do RS, essa análise é um dos maiores desafios na área de micropoluentes. Isso porque a metodologia analítica requer a separação dos poluentes de interesse dos componentes da matriz, resultando no alcance de baixos níveis de detecção e, por conseguinte, demandando, mais sensibilidade nos métodos especializados (Zini, 2016).

Os dados obtidos para P, T e DBO demonstraram discordância com os parâmetros de enquadramento de águas delineados para os diferentes trechos na BHRG, no interior da APA do Banhado Grande, em pelo menos algumas das amostragens (SEMA, 2012; Cunha *et al.*, 2013; Queiroz *et al.*, 2017). Assim como também o parâmetro biológico da concentração de *E. coli* que esteve alto para as águas nos trechos dos pontos 1, 3 e 4, indicando uma contaminação, possivelmente, por efluentes de criação animal ou efluentes domésticos (Lucheta, 2010; Abreu e Cunha, 2017). Enquanto os dados obtidos para N estavam de acordo com a Resolução CONAMA nº 357. Porém, os valores de Nitrogênio Amoniacal detectados, não oferecem garantias de não comprometimento ao ecossistema, apenas indicam que este está em consonância com o plano intermediário de enquadramento previsto (Figueiredo, 2015).

A concentração de P na água pode ser associada tanto ao aporte natural da bacia hidrográfica, quanto a ações antrópicas (Andrade *et al.*, 2010). Os altos valores de P foram responsáveis por inconformidades de enquadramento dos pontos 1 e 4 na APABG em todo o período analisado. As altas concentrações de P encontradas podem estar associadas ao manejo inadequado da adubação das lavouras próximas aos pontos amostrados, principalmente àquelas lavouras de arroz que drenam a água diretamente para o rio (Figueiredo, 2015). O manejo inadequado da adubação com P e sua drenagem para o rio podem evidenciar tanto a perda de nutrientes do próprio solo, quanto o desperdício do nutriente que efetivamente é incorporado ao sistema para crescimento do arroz (Britto, 2016). Embora, também fertilizantes nitrogenados sejam utilizados no cultivo de arroz, foram encontrados baixos e estáveis valores de N, sugerindo a capacidade da BHRG de assimilar o nitrogênio por meio do processo de nitrificação.

Os parâmetros T e DBO são principalmente associados à erosão do solo das áreas de drenagem e aporte de matéria orgânica nos corpos hídricos, respectivamente (Andrade *et al.*, 2010). Os altos valores

de T encontrados podem estar associados à precipitação, a qual intensifica o arraste de sedimentos para os cursos d'água, também podendo estar associados ao aporte de águas oriundas das lavouras irrigadas por inundação nas proximidades (Britto, 2016). Altos valores da T nos cursos d'água podem reduzir as taxas de fotossíntese das algas e da vegetação submersa, e também prejudicar a busca por alimento de animais aquáticos de ambientes lóticos. Tais alterações de turbidez causam um desequilíbrio na cadeia alimentar, afetando as comunidades aquáticas e impactando o ecossistema e a regulação dos serviços ecossistêmicos (Abreu e Cunha, 2017).

O alto valor da DBO no Ponto 4 no primeiro semestre de 2016 pode estar relacionado à região urbana à montante de Santo Antônio da Patrulha (12 km), proximidade de campos agrícolas ou por uma baixa precipitação (Damasceno, 2015). As principais fontes de materiais orgânicos na região podem ser provenientes da criação de animais, esgoto doméstico e industrial, e drenagem pluvial urbana (Rodrigues e Lipp-Nissinen, 2018). A elevação da DBO nesse caso pode ainda ter ocorrido de alguma forma casual.

A bactéria *E. coli* é típica do sistema digestório de mamíferos e sua presença ambiental tem origem na contaminação por dejetos de animais silvestres, animais de criação e de origem humana (Abreu e Cunha, 2017). A precipitação exerce influência significativa na concentração de *E. coli* nas águas, visto que auxilia no escoamento desses contaminantes para dentro dos corpos de água. Assim, altas concentrações de *E. coli* nas águas da BHRG indicam falhas no sistema de tratamento de esgoto local, bem como o escoamento superficial a partir de áreas de agropecuária (Rodrigues e Lipp-Nissinen, 2018). Além de afetarem a qualidade ambiental, a contaminação pode ser carregada para as lavouras de arroz e, assim, contribuir para a ocorrência de contaminação microbiológica. Contudo, não se verificou uma influência de padrões de chuvas sazonais na região sobre as concentrações de *E. coli* obtidas nas análises das amostras dos quatro pontos de coletas durante o período do estudado.

Verificou-se que resultados do presente estudo corroboraram dados de mesmos parâmetros físico-químico e biológicos (exceto agrotóxicos), obtidos por outros de relatórios de qualidade da água ambiental para a bacia do rio Gravataí e outras bacias hidrográficas do RS divulgados recentemente (FEPAM, 2020 e 2021). Baseados em avaliações de séries históricas mais abrangentes, os relatórios mais recentes da rede estadual de monitoramento revelam a não melhoria e, inclusive, uma piora na qualidade das águas da BHRG nos últimos anos, coincidentes ao período do presente estudo. Apontando para a necessária integração entre uma gestão aprimorada dos recursos hídricos e o planejamento dos tipos de uso e ocupação do território (FEPAM, 2021).

CONCLUSÕES

Este estudo demonstrou não conformidades no enquadramento predelineado para a qualidade das águas do rio Gravataí no interior da APA do Banhado Grande durante os anos de 2016, 2017 e 2018. As variáveis T, N, P, DBO, *E. coli* e vários agrotóxicos foram evidenciados em níveis altos e insatisfatórios, relativamente aos propostos pelo CONAMA em suas resoluções nº 274/2000 e nº 357/2005. A distribuição das chuvas mensais na área pode ter potencializado as não conformidades encontradas neste estudo, embora sem ter uma distinguível relação entre os resultados obtidos, indicando não ser o fator primordial para a

qualidade da água verificada na Bacia pelo menos durante o período estudado. Pesquisas futuras com uma série histórica maior poderão trazer confirmações ou demonstrar possíveis influências da sazonalidade meteorológica na qualidade das águas superficiais da APABG.

Os dados do VIGIAGUA demonstraram complementar as análises ambientais da FEPAM. Para aprimorar o diagnóstico da qualidade das águas superficiais da BHRG no interior da APABG, será importante que todos os agrotóxicos constantes na Resolução CONAMA nº 357/2005 sejam avaliados quanto às metas de enquadramento. Visto que a atual metodologia usada pelo VIGIAGUA resulta em valores abaixo dos limites de detecção da Resolução para Aldrin + Dieldrin, Endrin, Endossulfan e Lindano e, sabendo-se que tais produtos têm efeitos nocivos cumulativos à biota e à saúde humana, o aperfeiçoamento das metodologias de detecção e quantificação será ideal para o monitoramento e o trabalho visando à manutenção da qualidade das águas superficiais para consumo humano, bem como para a proteção do ambiente natural.

Em conformidade ao estabelecido na legislação e nas licenças ambientais, o correto manejo das lavouras, o tratamento de efluentes domésticos e de criações animais, a recomposição da vegetação nas áreas de preservação permanente ao longo da margem dos corpos d'água, e a integração da gestão dos recursos hídricos ao planejamento dos usos e ocupação territorial devem ser eficazmente praticados para o atingimento das metas de enquadramento da Resolução CONAMA nº 357 nesta Bacia, e a proteção dos importantes mananciais de água dentro da APA do Banhado Grande. Com objetivos similares, ações de educação ambiental, de monitoramento e de fiscalização devem ser incrementadas pelos órgãos competentes.

Propõe-se ainda que o VIGIAGUA e a FEPAM coordenem ações, conjuntas ou individuais, para qualificar e ampliar o monitoramento dos parâmetros de agrotóxicos em águas superficiais, especialmente em áreas de importância ecológica protegidas, ou não, legalmente.

REFERÊNCIAS

- ABREU, C. H. M. D.; CUNHA, A. C. 2017. Qualidade da água e índice trófico em rio de ecossistema tropical sob impacto ambiental. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 22(1):45-56.
- ANA, Agência Nacional de Águas. 2019. HidroWeb – Sistema de Informações Hidrológicas. Disponível em: <<http://www.hidroweb.ana.gov.br>>. Acesso em: 23 dez. 2019.
- ANDRADE, M. H. *et al.* 2010. Impactos da produção do arroz inundado na qualidade da água do rio Paraíba do Sul-trecho Taubaté, SP, Brasil. **Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, 5(1):114-133.
- APHA, American Public Health Association. 1998. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 18. ed. Washington: American Water Works Association, Water Environment Federation.
- _____. 2005. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21 ed. Washington: American Water Works Association, Water Environment Federation.
- _____. 2012. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 28 ed. Washington: American Water Works Association, Water Environment Federation.
- BACK, Á. J.; DESCHAMPS, F. C.; DA SILVA SANTOS, M. D. G. 2016. Ocorrência de agrotóxicos em águas usadas com irrigação de arroz no sul de Santa Catarina. **Brazilian Journal of Environmental Sciences (Online)**, 39:47-58.

BRASIL. 2005. Resolução CONAMA 375, de 17 de março de 2005. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf>. Acesso em: 03 maio 2021.

_____. 2020. Manual do sistema de informação de vigilância da qualidade da água para consumo humano – Sisagua: perfil empresa (prestadores de serviços de abastecimento de água). Brasília, Ministério da Saúde, 2020. Disponível em: <https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/manual_sisagua_consumo_humano_empresa.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2022.

BRENNER, V. C. 2016. **Proposta metodológica para renaturalização de trecho retificado do Rio Gravataí-RS**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 94 p.

BARBOSA, A.; SOLANO, M. D. L.; UMBUZEIRO, G. D. A. 2015. Pesticides in drinking water -the Brazilian monitoring program. **Frontiers in public health**, 3:246.

BOURSCHEID ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE S. A. 2012. **Processo de planejamento na bacia do rio Gravataí – Plano de Bacia**: relatório síntese. Porto Alegre, 05 de julho de 2012. Disponível em: <<http://www.comitegravatahy.com.br/>>. Acesso em: 17 maio 2021.

BRITTO, F. B. *et al.* 2016. Impactos da produção do arroz inundado na qualidade da água do Rio Betume, Sergipe. **Revista Agrotec**, 37(1):44-54.

BUNKE, D. *et al.* 2019. Developments in society and implications for emerging pollutants in the aquatic environment. **Environmental Sciences Europe**, 31(1):1-17.

CUNHA, D. G. F.; CALIJURI, M. D. C. 2010. Análise probabilística de ocorrência de incompatibilidade da qualidade da água com o enquadramento legal de sistemas aquáticos-estudo de caso do rio Pariquera-Açu (SP). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 15(4):337-346.

CUNHA, D. G. F. *et al.* 2013. Resolução CONAMA 357/2005: análise espacial e temporal de não conformidades em rios e reservatórios do estado de São Paulo de acordo com seus enquadramentos (2005-2009). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 18(2):159-168.

DAMASCENO, M. D. C. S. *et al.* 2015. Avaliação sazonal da qualidade das águas superficiais do rio Amazonas na orla da cidade de Macapá, Amapá, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, 10(3):598-613.

DOS SANTOS, J. R.; DA SILVA, J. M. 2007. Toxicologia de agrotóxicos em ambientes aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**, 11(4):565-573.

FEPAM, Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler. 1990. Lei N° 9.077, de 4 de junho de 1990 (atualizada até a Lei n.º 13.914, de 12 de janeiro de 2012). Institui a Fundação Estadual de Proteção Ambiental e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.al.rs.gov.br/FileRepository/repLegisComp/Lei%20n%C2%BA%2009.077.pdf>>. Acesso em: 09 ago. 2022.

_____. 2020. Relatório da qualidade da água superficial do estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: FEPAM. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/noticias/arq/2020>>. Acesso em: 30 abr. 2021.

_____. 2021. Qualidade das **águas superficiais da bacia do Gravataí**. Relatório Técnico. Porto Alegre: FEPAM. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/Relatorio_da_Qualidade_das_Aguas_Superficiais_da_Bacia_do_Gravatai.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2022

FIGUEIREDO, J. A. 2015. Avaliação biogeoquímica de águas fluviais com ênfase no comportamento dos compostos de Nitrogênio e Fósforo Total para diagnoses de sistema aquático provenientes de monitoramentos ambientais. **Geochimica Brasiliensis**, 28(2):215-226.

GUASSELLI, L. A.; ETCHELAR C. B.; BELLOLI, T. F. 2013. Os impactos do cultivo de arroz irrigado sobre as áreas úmidas da Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande do rio Gravataí – RS. In: ANAIS DO XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2013, Foz do Iguaçu. p. 447-452.

- LUCHETA, F. et al. 2010. Evaluation of the Gravataí River sediment quality (Rio Grande do Sul-Brazil) using *Daphnia magna* (Strauss, 1820) as the test-organism for toxicity assays. **Acta Limnológica Brasiliensia**, 22(4):367-377.
- MÁRIO Jr., J. R. 2013. **Identificação dos agrotóxicos prioritários para a vigilância da água de consumo humano no Estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Ciências, Área de concentração em Saúde Ambiental) - Universidade de São Paulo, 144p.
- MARTINI, L. F. D. et al. 2012. Risco de contaminação das águas de superfície e subterrâneas por agrotóxicos recomendados para a cultura do arroz irrigado. **Ciência Rural**, 42(10):1715-1721.
- QUEIROZ, L. G.; SILVA, F. T. D.; PAIVA, T. C. B. D. 2017. Caracterização estacional das variáveis físicas, químicas, biológicas e ecotoxicológicas em um trecho do Rio Paraíba do Sul, SP, Brasil. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, 12(2):238-248.
- RIO GRANDE DO SUL. 1998. Decreto nº 38.971, de 23 de outubro de 1998. Cria a Área de Proteção Ambiental do Banhado Grande, e dá outras providências. Disponível em: <<https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201612/06145400-decreto-38971-98-cria-apabanhadogrande.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2021.
- RODRIGUES, G. S.; IRIAS, L. J. M. 2004. Considerações sobre os impactos ambientais da agricultura irrigada. **Circular Técnica**, Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/circular_7ID-cKH03Ez46o.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2021.
- RODRIGUES, M. B.; LIPP-NISSINEN, K. H. 2018. Diagnóstico de parâmetros de qualidade do rio Gravataí no interior da Área de Proteção Ambiental (APA) do Banhado Grande, RS, e a detecção de situação de criticidade. **Revista Thema**, 15(3):1137-1153.
- 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.
- SCHEREN, R. S. 2014. **Urbanização na planície de inundação do Rio Gravataí-RS**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 123p.
- SEMA, Secretaria Estadual do Meio Ambiente. 2012. Resolução do Conselho de Recursos Hídricos nº 113/2012. Aprova o enquadramento das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí. Disponível em: <<https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201708/22162306-resolucao-crh-113-2012-aprova-enquadramento-das-aguas-superficiais-do-rio-gravatai-05-11.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2021.
- _____. 2021a. Plano de Manejo da APA do Banhado Grande. v I e II. Disponível em: <<https://sema.rs.gov.br/area-de-protecao-ambiental-do-banhado-grande>>. Acesso em: 09 ago. 2022.
- _____. 2021b. G010 Bacia hidrográfica do rio Gravataí. Disponível em: <<https://sema.rs.gov.br/g010-bh-gravatai>>. Acesso em: 09 ago. 2022.
- SIMIONI, J. P. D.; GUASSELLI, L. A. 2017. Banhados: abordagem conceitual. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, 30:33-47.
- ZINI, L. B. 2016. **Contaminação de agrotóxicos na água para consumo humano no RS: avaliação de riscos, desenvolvimento e validação de método empregando SPE e LC-MS/MS**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 133p.