

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA EM SANTANA DO LIVRAMENTO
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

WELLERSON MORA VARGAS

**DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DO ARROIO CAROLINA
(SANTANA DO LIVRAMENTO/RS) CONSIDERANDO PARÂMETROS
AGROQUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS E LIMNOLÓGICOS**

SANTANA DO LIVRAMENTO

2022

WELLERSON MORA VARGAS

**DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DO ARROIO CAROLINA
(SANTANA DO LIVRAMENTO/RS) CONSIDERANDO PARÂMETROS
AGROQUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS E LIMNOLÓGICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Agronomia na Universidade Estadual do
Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Fabiana
Schumacher Fermino

SANTANA DO LIVRAMENTO

2022

Catálogo de Publicação na Fonte

V297d Vargas, Wellerson Mora.

Diagnóstico da qualidade das águas do arroio Carolina (Santana do Livramento/RS) considerando parâmetros agroquímicos, microbiológicos e limnológicos. / Wellerson Mora Vargas. – Santana do Livramento, 2022.

96 f.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Fabiana Schumacher Fermino.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Unidade em Santana do Livramento, 2022.

1. Qualidade da água. 2. Agrotóxicos. 3. Coliformes. I. Fermino, Fabiana Schumacher. II. Título.

WELLERSON MORA VARGAS

**DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DO ARROIO CAROLINA
(SANTANA DO LIVRAMENTO/RS) CONSIDERANDO PARÂMETROS
AGROQUÍMICOS E LIMNOLÓGICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Agronomia na Universidade Estadual do
Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Fabiana
Schumacher Fermino.

Aprovada em: 01 / 12 / 2022

BANCA EXAMINADORA:

Orientadora: Prof. Dr.^a Fabiana Schumacher Fermino.
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - Uergs

Prof. Dr. Gustavo Kruger Gonçalves
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - Uergs

Dr.^a Thaís Moreira Osório
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - Uergs

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por ter me dado força e sabedoria para tomar determinadas decisões em minha vida e hoje estar aqui agradecendo a todos que estiveram nessa trajetória acadêmica comigo.

Gostaria também de agradecer a minha família e amigos por me apoiarem e me incentivarem nesse trajeto até aqui, também gostaria de agradecer pela compreensão que tiveram com a minha ausência em determinados momentos da minha vida acadêmica.

Não poderia deixar de citar a minha mãe, Alessandra Castro Mora, pois foi a pessoa que mais me incentivou durante esses anos e se não fosse pela presença dela em minha vida talvez não estivesse concluindo o curso pelo qual sempre tive o sonho de realizar.

Gostaria de fazer um agradecimento especial para a minha orientadora Prof^a Dr^s Fabiana Schumacher Fermino, que acreditou em mim e esteve ao meu lado em todo momento, sempre me ajudando e me auxiliando, não medindo esforços para que nosso trabalho saísse da melhor forma possível.

Gostaria de agradecer aos demais professores e funcionários da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS) do município de Santana do Livramento, pelo comprometimento com a unidade e com os alunos, e os seus ensinamentos de ótima qualidade empregados na unidade.

Gostaria de agradecer também aos dois laboratórios onde foram feitas as análises das águas do arroio Carolina:

- Ao laboratório LARP (Laboratório de Análises de Resíduos de Pesticidas da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM) e toda a sua equipe que não mediu esforços para realizar as análises a eles propostas. Especificamente ao Professor Dr. Renato Zanella, coordenador do LARP.

- Ao laboratório Dr. Pio, de Santana do Livramento, e seu biólogo Rodrigo M. Irigaray que foi extremamente atencioso na realização das análises.

Aqui fica meu agradecimento a todos que não serão esquecidos na minha trajetória.

Muito obrigado!

RESUMO

O impacto da atividade humana sobre um território pode ser facilmente avaliado através do diagnóstico da qualidade das águas superficiais. Na avaliação da qualidade de um corpo aquático são utilizados parâmetros físico-químicos e microbiológicos, como por exemplo, oxigênio dissolvido e a presença de bactérias pertencentes ao grupo de coliformes termotolerantes, especialmente a bactéria *Escherichia coli*. Neste sentido, a avaliação de parâmetros como metais pesados, fósforo e moléculas de agrotóxicos em águas de microbacia hidrográfica auxilia na determinação do nível de poluição, subsidiando a sua identificação e origem, permitindo a elaboração de estratégias adequadas de manejo. O presente trabalho foi desenvolvido no arroio Carolina, localizado no município de Santana do Livramento/RS, em dois pontos de coleta - um dentro do perímetro urbano e outro no início do perímetro rural. O objetivo principal foi diagnosticar a qualidade de suas águas através de análises químicas, microbiológicas e de 53 agroquímicos e fazer seu enquadramento conforme legislação vigente. Como resultados principais obteve-se a presença de altos índices de coliformes termotolerantes e de nutrientes na água, e a constatação de sete resíduos de pesticidas, quais são: 2,4 D, atrazina, carbedazim, clomazona, diurom, fipronil, propoxur e terbutilazina. Conclui-se provavelmente um modo de uso de solo no entorno do arroio de forma não sustentável e despejos de esgoto não tratável. Ainda há forte possibilidade de haver outros resíduos de pesticidas nas águas do arroio, que, devido ao limite de detecção do método utilizado, não foi constatado.

Palavras-chave: Qualidade da água. Agrotóxicos. Coliformes.

ABSTRACT

The impact of human activities in a territory can be easily measured through the diagnosis of the quality of the surface water. In the analysis of the quality of a water body it is used physicochemical and microbiological parameters, such as dissolved oxygen and the presence of bacterias that belong the group of thermotolerant coliforms, especially the bacteria *Escherichia coli*. In this regard, the evaluation of parameters such as heavy metals, phosphorus and pesticides molecules in hydrological microbasins water assists in the definition of the pollution level, subsidizing its identification and source, allowing, thus, the establishing of appropriate management strategies. The current task was developed in the Carolina stream, located in the municipality of Santana do Livramento/RS, on two collection points – one inside the urban perimeter and the other in the limits of the rural perimeter. The main goal was to diagnose the water's quality through several chemical and microbiological analysis, including 53 agrochemicals, and to establish its framework according to the legislation in effect. As the most important results, it was attained the presence of high rates of thermotolerant coliforms and of water nutrients, aside the ascertainment of seven pesticide residues, which are: 2,4 D, atrazine, carbedazim, clomazone, diuron, fipronil, propoxur and terbuthylazine. In conclusion, it is likely the existence of a non-sustainable method of the use of soil and of the dump of non-treated sewage. The presence of other pesticide residues in the stream's waters is possible as well, which, due to the tracing limits of the used method, wasn't verified.

Key-words: Water Quality. Pesticides. Coliforms.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa do Rio Grande do Sul.....	18
Figura 2 – Ponto 1 de coleta, Praça Artigas, Bairro Prado.....	19
Figura 3 – Ponto 2 de coleta, Bairro Cerro do Armour.	19
Figura 4 – Coletas de amostras de água.	22
Figura 5 – Coletas de amostras de água.	22
Figura 6 – Coletas de amostras de água.	22
Figura 7 – Acondicionamento das amostras de água coletadas com gelo.....	23
Figura 8 – Acondicionamento das amostras de água coletadas com gelo.....	23
Figura 9 – Gráfico com os valores de nutrientes (Fósforo Total, Nitrogênio Total) e Oxigênio Dissolvido nos pontos 1 e 2 de coleta do arroio Carolina.....	30
Figura 10 – Fórmula química do 2,4 D.	36
Figura 11 – Fórmula química da atrazina.	38
Figura 12 – Fórmula estrutural da clomazona.	39
Figura 13 - Formula estrutural do dirom.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Método laboratorial utilizado nas análises.....	21
Tabela 2 – Resultados das análises dos parâmetros limnológicos e de microrganismos.....	30
Tabela 3 – Classificação e descrição toxicológica dos agrotóxicos.	32
Tabela 4 – Compostos analisados e seus limites de detecção e de quantificação pelo método utilizado pelo LARP (Laboratório de Análises de Resíduos de Pesticidas - UFSM). Método utilizado: determinação de resíduos de pesticidas empregando Extração em Fase Sólida (SPE) e LC-MS/MS.	32
Tabela 5 – Compostos identificados e/ou quantificados pelo LARP segundo o método utilizado.	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3 METODOLOGIA	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS DA ÁGUA	27
4.1.1 OXIGÊNIO DISSOLVIDO.....	26
4.1.2 FÓSFORO TOTAL.....	27
4.2 PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS.....	30
4.2.1 COLIFORMES.....	28
4.3.1 NITOGÊNIO TOTAL.....	28
4.3 PARÂMETROS AGROQUÍMICOS DA ÁGUA	31
4.3.1 COMPOSTOS DETECTADOS NA COLETA.....	35
5 COMPOSTOS DETECTADOS NA COLETA	36
6 CONCLUSÕES	46
REFERÊNCIAS	47
ANEXO	54

1 INTRODUÇÃO

Recurso natural indispensável à vida, ao desenvolvimento e ao bem-estar social, a água é essencial para a sobrevivência de todas as espécies e exerce influência direta na qualidade de vida dos agrupamentos humanos que dela dependem. Sem água de boa qualidade, os suprimentos para a população ficam comprometidos impossibilitando o crescimento econômico equilibrado (TUNDISI, 2011; TUNDISI 2021). A água é o recurso natural mais importante do mundo que viabiliza todos os ciclos ecológicos. No caso do ser humano, por exemplo, além de utilizar a água para as suas necessidades vitais assim como todos os outros organismos vivos, utiliza também os recursos hídricos para a produção de energia, produção de alimentos, desenvolvimento industrial, agrícola e econômico (LIMA, 2004).

Nosso planeta está coberto por 70% de água, e apesar de ser encontrado em abundância, seu volume não varia há centenas de milhões de anos (TOFOLI, 2010). A degradação da água vem crescendo em índices alarmantes, devido ao crescimento populacional e econômico, sem que haja a menor preocupação com seu ciclo natural (BARROS, 2006). Segundo a ONU (Organização das Nações Unidas) 97,5% das águas do planeta são classificadas como salgadas, sendo apenas os 2,5% restantes classificados como doces, das quais 68,9% formam as calotas polares e geleiras, e 29,9% compõem as águas subterrâneas doces. Sendo a umidade dos solos e pântanos representa 0,9% do total de água doce superficial dos rios e lagos, destinando-se ao consumo humano aproximadamente 0,3%. No Brasil, a Resolução CONAMA n°357/05 (em ANEXO) classifica as águas brasileiras de acordo com sua salinidade: água doce (salinidade inferior ou igual a 500 ppm), salobra (salinidade entre 500 e 30 mil ppm), e salina (salinidade acima de 30 mil ppm) (BRASIL, 2005). Neste cenário, nosso país tem o privilégio de deter 13,7% de toda a água doce mundial, sendo considerado o país de maior disponibilidade hídrica do planeta Terra, possuindo três grandes bacias: a Amazônica e as dos rios São Francisco e Paraná (TOFOLI, 2010). Apesar disso, o país apresenta sérios problemas relacionados à distribuição espacial desses recursos, sobretudo, por conta da desigualdade e disponibilidade de água (CASTRO et al., 2000). O autor ressalta ainda que o problema está intrinsecamente ligado ao manejo inadequado da

água, assim como ao desperdício e aos privilégios de detentores de capital financeiro.

O impacto da atividade humana sobre um território pode ser facilmente avaliado através do diagnóstico da qualidade das águas superficiais. O conjunto de atividades antrópicas desenvolvidas ao longo da bacia hidrográfica, ocasiona de forma abrangente a poluição dos mananciais superficiais, intensificando a deterioração dos suprimentos de água, principalmente, por contaminações por efluentes industriais, esgotos domésticos, disposição inadequada de resíduos sólidos, uso indiscriminado de agrotóxicos e utilização excessiva de fertilizantes (TUNDISI, 2021). Esta eutrofização artificial nos ambientes aquáticos pelo lançamento de efluentes é um dos problemas mais recorrentes nos últimos anos. Esse fenômeno traz como consequências severas, mudanças na composição química da água, produção primária, mortalidade de peixes e proliferação de algas tóxicas, tornando os mananciais impróprios para o consumo humano e áreas de recreação inadequadas para uso (LOPES, 2007). Tais atividades antrópicas podem ser ocasionadas pelo crescimento urbano, pelo aumento de despejos de efluentes domésticos e industriais nos mananciais hídricos sem nenhum tratamento prévio, pela lixiviação dos solos ocasionados pelas águas das chuvas, que influenciam a saúde ambiental do sistema, da bacia hidrográfica. Podem acarretar no processo de eutrofização que consiste no enriquecimento de nutrientes de rios, lagos, arroios e reservatórios, sobretudo no conjunto de nitrogenados e fosfatados e de coliformes, influenciando nos teores de oxigênio dissolvido na água. A contaminação em água refere-se à falta de rede de esgoto, da manutenção inadequada da rede e reservatórios, do uso indiscriminado de agrotóxicos e aterros sanitários inadequados, todos capazes de contaminar os lençóis freáticos e os corpos aquáticos em suas imediações.

Na avaliação da qualidade de um corpo aquático são utilizados parâmetros físico-químicos, por exemplo, oxigênio dissolvido, turbidez e análise de variações biológicas, envolvidas no levantamento da presença de bactérias pertencentes ao grupo de coliformes termotolerantes (BRANCO, 1986). Indicadores de contaminação fecal, a exemplo da bactéria *Escherichia coli*, são aceitos universalmente quando se trata de investigação da qualidade microbiológica de água (SCHULLER, 2010). Neste sentido, a avaliação de parâmetros como metais pesados, fósforo e moléculas de agrotóxicos em águas de microbacia hidrográfica (MBH) auxilia na determinação

do nível de poluição, subsidiando a sua identificação e origem, permitindo a elaboração de estratégias adequadas de manejo (RHEINHEIMER et al., 2003). Para garantir ampla proteção ambiental é necessário manter, no mínimo, os parâmetros de qualidade de água dentro de limites preestabelecidos por órgãos brasileiros e internacionais de proteção ambiental (BRASIL, 1986).

No Rio Grande do Sul inúmeras são as MBHs de cabeceira que possuem uma atividade agrícola intensa. O uso indiscriminado de insumos químicos e o manejo do solo fora de sua aptidão agrícola, aliado à falta de consciência da população na proteção do solo e das vertentes, aumentam a probabilidade de poluição ambiental (RHEINHEIMER et al., 2003). Ademais, fatores pedo-climáticos intrínsecos a essas regiões, como alta pluviometria, presença de solos rasos e arenosos e com declividade acentuada, podem potencializar a ação do homem na transferência de poluentes dos sistemas terrestres aos aquáticos (SPONGBERG; MARTIN-HAYDEN, 1997).

Em especial, cerca de 20% das quantidades dos agrotóxicos usados como tratamento profilático de plantas, podem alcançar as águas superficiais (Barriuso et al., 1996). Esta alíquota só não é superior porque existem alguns processos que atuam na imobilização de moléculas de agrotóxicos, diminuindo a quantidade de poluente. À exceção do processo de evaporação de moléculas de agrotóxicos, que é controlado pelas condições ambientais, a adsorção de moléculas pelas cargas dos constituintes de solo pode abreviar, de forma significativa, a transferência de agrotóxicos, como também de elementos traços metálicos e, por consequência, diminuir o risco de poluição das águas subsuperficiais (KASTENHOLZ et al., 2001); contudo, mesmo em solos argilosos com maior capacidade de adsorção de cátions e ânions, que funcionam como agente tampão, verifica-se que a transferência de agrotóxicos pode ocorrer pela perda de sedimentos através da erosão, fator ligado ao mau manejo do solo (SPONGBERG; MARTIN-HAYDEN, 1997). Assim, a transferência de moléculas de agrotóxicos dos ecossistemas terrestres aos aquáticos é uma constante, sobretudo em áreas agrícolas devido ao uso de quantidades elevadas e de tipos diferentes de princípios ativos por área e às altas taxas de erosão do solo (BORTOLUZZI, 2004). Segundo von Sperling (1996), a poluição oriunda da atividade agrícola é considerada do tipo difusa, de difícil identificação, monitoramento e, conseqüentemente, controle.

A partir da segunda metade do século XX em muitos países, sendo no Brasil principalmente a partir do século XXI, tem-se pesquisas sobre contaminantes da água chamados contaminantes emergentes (CE). Os contaminantes agroquímicos pertencem aos chamados atualmente de contaminantes emergentes. Estes referem-se a quaisquer compostos químicos naturais ou sintéticos, orgânicos e inorgânicos, presentes numa variedade de produtos comerciais como medicamentos (antibióticos, anti-inflamatórios, analgésicos e reguladores lipídicos), produtos de beleza (bronzeadores, antissépticos, repelentes de insetos e fragrâncias), produtos de uso veterinário, embalagens de alimentos, agrotóxicos, etc. Ou ainda, quaisquer micro-organismos que podem ser encontrados em matrizes ambientais e biológicas, mesmo em baixas concentrações, apresentando risco à população e ao meio ambiente. A presença de poluentes como os fármacos – hormônios e antibióticos - em águas residuais apresenta um conjunto de desafios que precisam ser conhecidos sobre seus reais e potenciais impactos à saúde humana e ambiental; e ainda não há legislação específica que regule a presença desses compostos nos recursos hídricos (CHEN et al., 2018). Alguns CE ocorrem em concentrações extremamente baixas, principalmente em matrizes aquáticas, na ordem de nanograma a picograma por litro, o que torna mais complexa a análise de avaliação de risco, seja considerando a preservação da vida aquática, dessedentação de animais, recreação ou à saúde humana (MONTAGNERA et al., 2017).

A contaminação das águas superficiais e subterrâneas que começou a se intensificar já na metade do século 20, aumentou muito com inúmeros contaminantes de várias fontes. Muitos contaminantes como os micropoluentes dissolvidos na água não são retirados pelos métodos normais de tratamento de água. Os efeitos destes contaminantes na saúde humana ainda são pouco conhecidos e em muitos casos já detectados e descritos e podem ter impactos severos na população humana (TUNDISI & MUNHA, 2020) (ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, 2017). De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU) para o meio ambiente, os processos convencionais de tratamento de esgoto não conseguem remover todos os antibióticos e bactérias resistentes da água. Há evidências científicas que microrganismos resistentes a diversas drogas são encontrados em águas residuais podendo representar focos para o desenvolvimento da resistência microbiana (MARTINS et al., 2019). De todos os fenômenos poluidores da água, salienta-se que os agrotóxicos ocupam uma posição

de destaque entre as muitas substâncias químicas introduzidas e utilizadas pelo homem, devido à capacidade de permanecerem no ambiente por longos períodos, de ocasionarem impactos nocivos aos diversos ecossistemas e prejuízos à saúde (DELLAMATRICE; MONTEIRO, 2014).

Embora a agricultura seja praticada pela humanidade há mais de dez mil anos, o uso intensivo de agrotóxicos para o controle de pragas e doenças das lavouras existe há pouco mais de meio século. Ele teve origem após as grandes guerras mundiais, quando a indústria química fabricante de venenos então usados como armas químicas encontraram na agricultura um novo mercado para os seus produtos. No Brasil os agrotóxicos começaram a ser inseridos como um dos pilares da modernização da agricultura nacional, entre o período de 1945 a 1985, apesar de que foi a partir de 1975 que se efetivou a indústria de agrotóxicos no Brasil e passa a ser mais presente na atividade agrícola (TERRA, 2008).

Com relação ao uso, efeitos e terminologia dos produtos químicos utilizados na agricultura, o Brasil promulgou em junho de 1989 a Lei Nº7.802 que regulamentou o uso do termo “agrotóxico” como a nomenclatura correta a ser utilizada para os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-la da ação danosa de seres vivos considerados nocivos (BRASIL, 2016).

Referente a utilização de agrotóxicos 139 empresas titulares enviaram ao Ibama os dados exigidos pelo art. 41 do Decreto n.º 4.074/2002. A venda total desses produtos foi de 685.745,68 toneladas de ingredientes ativos, o que representa um aumento de 10,51% nas vendas internas de agrotóxicos “Químicos e Bioquímicos” em relação a 2019, Foram identificados 309 ingredientes ativos, químicos e bioquímicos, sendo os dez mais comercializados: Glifosato; 2,4-D; Mancozebe; Atrazina; Acefato; Clorotalonil; Malationa; Enxofre; Imidacloprido e Clorpirifós (IBAMA, 2022). A utilização de agrotóxicos é a 2ª maior causa de contaminação dos rios no Brasil, perdendo apenas para o esgoto doméstico, segundo dados do IBGE. Considerando que a agricultura é o setor que mais consome água doce no Brasil, cerca de 70%, segundo o Fundo das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), pode-se dizer que além de sérios problemas

para a saúde, os agrotóxicos também se transformaram em um grave problema ambiental no país. Ao longo dos anos, o Brasil se consolidou como um dos maiores consumidores de agrotóxicos no mundo. Dados de 2013 colocam o país como o maior consumidor mundial em valores absolutos e o sétimo se for considerada a utilização de agrotóxicos por área cultivada. Apenas em 2019, mais 479 produtos agrotóxicos passaram a ser comercializados no país, a maior liberação em 14 anos (LIGNANII & BRANDÃO, 2022).

Diante do exposto, esse trabalho de conclusão de curso teve como objetivo principal diagnosticar a qualidade das águas do arroio Carolina no município de Santana do Livramento (RS) considerando parâmetros agroquímicos, microbiológicos e limnológicos. Tem-se como hipóteses: O arroio Carolina tem a ocorrência de coliformes, de nutrientes e de contaminantes agroquímicos, uma vez que pode ter esgotos clandestinos que deságuam ao longo do arroio, assim como culturas agrônômicas em seu entorno que utilizam de diferentes compostos agroquímicos, tendo práticas produtivas não sustentáveis. Vale destacar que esta pesquisa é inédita no arroio Carolina e no município de Santana do Livramento no que tange a investigação de contaminantes agroquímicos na água.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar um diagnóstico da qualidade das águas do Arroio Carolina através de parâmetros químicos, microbiológicos e de contaminantes agroquímicos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Classificar as águas do arroio Carolina a partir dos resultados das análises de nutrientes da água (fósforo total, nitrogênio total), oxigênio dissolvido e contaminantes microbiológicos (coliformes totais e *Escherichia coli*);
- Comparar os resultados com a legislação vigente;
- Discutir possibilidades de contaminação aquática a partir dos resultados das análises de contaminantes agroquímicos da água – 53 ao total;
- Divulgar amplamente os resultados encontrados nesta pesquisa inédita, principalmente os contaminantes agroquímicos nas águas do arroio Carolina.

3 METODOLOGIA

No dia 05 de maio de 2022 coletou-se amostras de água bruta no arroio Carolina, município de Santana do Livramento, estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). A cidade de Santana do Livramento, onde se situa o arroio Carolina, localiza-se a uma Latitude 30°53'27" sul e a uma Longitude 55°31'58" oeste, estando a uma altitude de 208 metros, a uma distância de 500 km da capital Porto Alegre. Possui uma área de 6.950,37 km². Faz parte da Região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul e constitui com a cidade vizinha Rivera, no Uruguai, uma conurbação binacional, denominada Fronteira da Paz, que soma cerca de 140.000 habitantes.

Foram realizadas coletas em dois pontos: ponto 1 (Figura 2 – dentro do perímetro urbano da cidade – Praça Artigas) e ponto 2 (Figura 3 – nas imediações do Bairro do Armour, início do perímetro rural). Foram escolhidos estes pontos em razão de representarem perímetro urbano e rural e serem acessíveis às coletas de amostras de água de forma manual. O Arroio Carolina pertence a Região Hidrográfica do Uruguai, Bacia Hidrográfica de Santa Maria e tem as seguintes coordenadas geográficas: latitude 30° 79 '39 Sul e longitude 55° 21' 58 Oeste (FEPAM, 2022). O clima da região é classificado como subtropical úmido, tipo fundamental Cfa, segundo classificação de Köppen (MORENO, 1961).

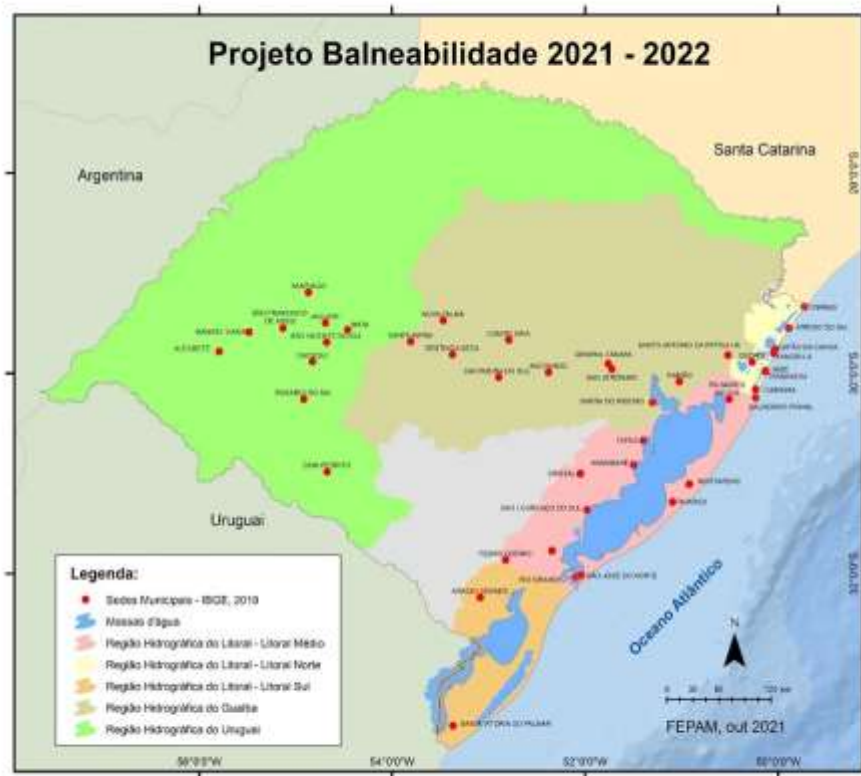


Figura 1 – Mapa do Rio Grande do Sul.

Fonte: www.Fepam.rs.gov.br



Figura 2 – Ponto 1 de coleta, Praça Artigas, Bairro Prado.

Fonte: Google Earth (editado pelo autor), 2022.



Figura 3 – Ponto 2 de coleta, Bairro Cerro do Armour.

Fonte: Google Earth (editado pelo autor), 2022.

Todas as coletas foram realizadas 20 cm abaixo da linha d'água, que é o procedimento padrão. As coletas nos dois pontos foram realizadas em condições de clima seco, tendo sido evitado a realização de coletas em dias próximos a chuvas (Figuras 4-6). Para análises de contaminantes agroquímicos da água, foram coletadas amostras de água bruta do Arroio Carolina e estocadas em frascos resistentes, de vidro borossilicato, que sejam quimicamente inertes e propiciem uma perfeita vedação, de acordo com a NBR 9898 (ABNT, 1987). Os frascos de coleta possuíam capacidade para conter 1000 mL de água e foram coletadas 500 ml de água bruta do arroio. Uma vez obtidas as amostras a partir dos coletores específicos, estas foram armazenadas nos frascos adequados para evitar contaminações (BICUDO et al., 2004). Imediatamente após a coleta foram transportadas para seu exame no Laboratório de Análise de Pesticidas da Universidade Federal de Santa Maria (LARP). Para coleta e análise especificamente do Glifosato, os frascos utilizados foram de plásticos inertes próprios, com capacidade de 500 ml.

Tomou-se cuidado para que as amostras fossem transportadas no tempo necessário para que sua análise ocorresse dentro do prazo de validade da preservação, garantindo sua integridade – até seis horas após a coleta. Durante o transporte os frascos de amostras foram acomodados na caixa de tal modo que fiquem firmes durante a viagem e colocados cubos de gelo para que a temperatura ficasse entre 3° e 5° C (Figuras 7-8). No laboratório foi realizada a extração e análise das amostras, sendo rastreados micropoluentes, os quais constituem herbicidas, fungicidas e inseticidas utilizados com frequência nas principais culturas de RS. A determinação dos agrotóxicos foi efetuada por cromatografia a líquido de ultra alta eficiência acoplada à espectrometria de massas em série (UHPLCMS/ MS) segundo método descrito por Donato e colaboradores (2015) e Martins e colaboradores (2014) para amostras de água, sendo rastreados **53** princípios ativos (2,4D, ametrina, atrazina, azoxistrobina, carbaril, carbofurano, clomazona, cresoxim-

metilico, diurom, epoxiconazol, etoxisulfurom, fenamidona, fipronil, flutolanil, imazapique, imazaquim, imazetapir, linurom, metalaxil, metconazol, metsulfurom-metilico, monolinuron, nicosulfurom, penoxsulam, piraclostrobina, pirimifós-metilico, propanil, propiconazol, propoxur, saflufenacil, simazina, sulfometurom-metilico, tebuconazol, terbutilazina, tetraconazol, tiobencarbe, tolclofós-metilico, triciclazol, carbendazim, cianazina, clorimurom-etilico, fentiona, pirazosulfurom-etilico, carbofurano-3-hidroxido, clorprofam, dimetoato, imazamoxi, imazapir, imidacloprido, molinato, quincloraque, tiabendazol, fluroxipir, tiametoxam).

Para análises de nutrientes da água (Fósforo Total, Nitrogênio Total), análise microbiológica (Coliforme Termotolerantes, Coliformes Totais e *Escherichia coli*) e OD (Oxigênio Dissolvido), foram coletadas amostras de água em frascos específicos e fixados (SILVA *et al.*, 2017). Imediatamente após as coletas os frascos foram encaminhados ao Laboratório Dr. Pio, à Rua Treze de maio, 430 - Centro - Santana do Livramento/RS, onde foram realizadas as análises. Na Tabela 1 estão listados os métodos laboratoriais utilizados para as análises:

Tabela 1. Método laboratorial utilizado nas análises.

Parâmetro analisado	Método utilizado
NT- Nitrogênio Total	EPA 350.2
PT - Fósforo Total	NBR 12772/1992
Coliformes Totais	INT. 105, Rev.2
<i>Escherichia coli</i>	INT. 105, Rev.2
Coliformes Termotolerantes	INT. 105, Rev.2
Microrganismos Mesófilos Heterotróficos	INT. 104, Rev. 2
Oxigênio Dissolvido	Standart Methods 4500

Figuras 4 - 5 – Coletas de amostras de água.

Fonte: Autor (2022).





Figura 6 – Coletas de amostras de água.

Fonte: Autor (2022).



Figura 7 – Acondicionamento das amostras de água coletadas com gelo.

Fonte: Autor (2022).



Figura 8 – Acondicionamento das amostras de água coletadas com gelo.

Fonte: Autor (2022).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As águas do arroio Carolina classificam-se como águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰, e ambiente lótico, ou seja, ambiente relativo a águas continentais moventes (CONAMA no 357/05).

O aspecto qualitativo da água é fundamental, pois ela desempenha um importante papel na diluição, transporte, disposição final de esgotos e resíduos; além disso, determina diretamente o seu uso mediante aos padrões de qualidade. As diversas formas de utilização da água devem ser consideradas adequadamente, de modo que seja garantida às gerações atuais e futuras, a disponibilidade de água nos padrões de qualidade adequados (LOPES, 2007). A importância qualitativa da água no gerenciamento de recursos hídricos está expressa através do enquadramento de corpos de água em classes, instrumentos da política de recursos hídricos, que visam assegurar que a mesma tenha a qualidade compatível de acordo com sua destinação, a fim de diminuir os custos de combate à poluição mediante ações preventivas permanentes (LIMA, 2004).

A classificação atual estabelece cinco classes para as águas doces, que podem ser assim descritas: → Classe especial: águas destinadas: ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e, à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

→ Classe 1: águas que podem ser destinadas: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274/2000; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

A Resolução CONAMA 274, de 29 de novembro de 2000, cita em um de seus artigos que as águas para recreação de contato primário, consideradas próprias podem ser subdivididas em excelente, muito boa ou satisfatória:

Art. 2º As águas doces, salobras e salinas destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) terão sua condição avaliada nas categorias própria e imprópria.

§ 1º As águas consideradas próprias poderão ser subdivididas nas seguintes categorias:

a) Excelente: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por 100 mililitros;

b) Muito Boa: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 400 *Escherichia coli* ou 50 enterococos por 100 mililitros;

c) Satisfatória: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos por 100 mililitros (BRASIL, 2005).

→ Classe 2: águas que podem ser destinadas: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274/2000; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e à aquicultura e à atividade de pesca.

→ Classe 3: águas que podem ser destinadas: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário; e à dessedentação de animais.

→ Classe 4: águas que podem ser destinadas: à navegação; e à harmonia paisagística.

De acordo com as análises realizadas no presente trabalho, as águas do arroio Carolina se enquadram entre as classificações 3 e 4 de acordo com a Resolução CONAMA no 357/05, sendo um ambiente lótico, ou seja, de águas correntes. A seguir a análise de cada parâmetro em separado e sua classificação considerando-o isoladamente.

4.1 PARÂMETROS LIMNOLÓGICOS DA ÁGUA

4.1.1 Oxigênio Dissolvido (OD)

As concentrações de oxigênio dissolvido encontradas nas análises do arroio Carolina nos pontos P1 e P2 foram de 9,5 mg/L de O₂ e 8,9mg/L de O₂, de acordo com o método utilizado (Tabela 2, Figura 9). A solubilidade do oxigênio em água aumenta com a diminuição da temperatura. Portanto, as águas frias retêm mais oxigênio que as águas mais quentes. Assim como águas lólicas (águas correntes) pelo movimento de suas águas oxigenam mais do que águas lânticas (águas paradas).

Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio (O₂) possui uma relevância indiscutível no que se refere à dinâmica e a caracterização dos ecossistemas aquáticos (ESTEVES, 2011). Constitui-se um fator limitante para manutenção da vida aquática e de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais e estações de tratamento de esgotos. Durante a degradação da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução de sua concentração no meio. Uma das causas mais frequentes de mortandade de organismos aeróbios aquáticos é a queda na concentração de oxigênio nos corpos d'água. O valor mínimo de oxigênio dissolvido (OD) para a preservação da vida aquática, estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/05 é de 5,0 mg/L, mas existe uma variação na tolerância de espécie para espécie. As carpas, por exemplo, conseguem suportar concentrações de OD de 3,0 mg/L, sendo que a carpa comum chega até mesmo a sobreviver por até 6 meses em águas frias e sem nenhum Oxigênio Dissolvido (anoxia). De maneira geral, valores de oxigênio dissolvido menores que 2 mg/L pertencem a uma condição perigosa, denominado hipoxia, ou seja, baixa concentração de oxigênio dissolvido na água.

Fiorucci e Filho (2005) destacam que o comportamento do oxigênio dissolvido adquire uma posição central, uma vez que, além da importância para o subsídio à sobrevivência dos peixes e demais organismos aeróbios, a presença deste elemento, também, condiciona a disponibilidade de nutrientes, interferindo diretamente no processo de eutrofização.

Considerando a legislação vigente para o parâmetro Oxigênio Dissolvido, e com os valores encontrados nos pontos 1 e 2 de coleta (9,5 mg/L de O₂ e 8,9 mg/L de O₂, respectivamente), as águas do arroio Carolina classificam-se como de Classe 1, onde este valor não pode ser inferior a 6 mg/L O₂; (Artigo 14º, Resolução CONAMA nº 357/05. No entanto, a presença de demais condições de qualidade da água não se enquadraram nesta classificação, como, por exemplo: materiais flutuantes presentes, odor, resíduos sólidos, etc. Importante lembrar que os padrões de qualidade das águas determinados nesta Resolução estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe.

4.1.2 Fósforo Total

As concentrações de Fósforo Total na água do arroio Carolina foram bastante altas, 0,6 mg.L-P no ponto 1 e 0,3 mg.L-P no ponto 2 (Tabela 2, Figura 9), superando o limite estabelecido pela Resolução nº 357/05 do CONAMA para águas de Classe 2, 3 ou 4. Desta forma o arroio Carolina está inserido na classe 4, a mais alta pela classificação CONAMA nº 357/05 em termos de águas impactadas. Notadamente, demais características observadas no arroio conferem com a legislação e seu enquadramento, como materiais flutuantes e odor.

O fósforo é um elemento extremamente importante, especialmente para a produção primária em ecossistemas aquáticos, sendo apontado, por muitos autores, como um dos responsáveis pela eutrofização artificial (BUZELLI; CUNHA-SANTINO, 2013). As fontes de fósforo para o ecossistema aquático podem ser de origem natural (rochas da bacia de drenagem), e artificial (esgotos domésticos e industriais, fertilizantes agrícolas, dentre outras), as quais contribuem para o aumento da disponibilidade desse nutriente, para o estímulo da produção primária e o crescimento da comunidade fitoplanctônica, acelerando assim o processo de eutrofização (ESTEVES, 2011).

O Fósforo é um forte indicador da qualidade da água, pois, juntamente com o Nitrogênio, em algumas concentrações, podem proporcionar um crescimento acelerado de macrófitas aquáticas ou a floração de microalgas, incluindo cianobactérias (TRINDADE; FURLANETTO; PALMA-SILVA, 2009). Esses fatores indicam a eutrofização do meio.

4.1.3 Nitrogênio Total (Nitrato, Nitrito e Nitrogênio Amoniacal)

O nitrogênio pode se apresentar no ambiente aquático na forma inorgânica como íon amônio (NH_4^+), nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), amônia (NH_3), óxido nitroso (N_2O) e nitrogênio molecular (N_2), e na forma orgânica (aminoácidos, bactérias, fitoplâncton, zooplâncton, etc.), dos quais, as suas principais fontes são as chuvas e o aporte de efluentes domésticos e industriais sem tratamento ou parcialmente tratados (ESTEVEZ, 2011). Deste modo, o nitrogênio é considerado um nutriente de relevância para a eclosão de processos de eutrofização.

No presente trabalho, tivemos no arroio Carolina, valores de Nitrogênio Total que oscilaram entre 3,4 mg.L-P no ponto 1 e 3,5 mg.L-P no ponto 2 (Tabela 2, Figura 9). Esses resultados, apresentam valores superiores dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05, classificando as águas do arroio Carolina entre as Classes 3 e 4.

4.2 PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS

4.2.1 Coliformes

Coliformes termotolerantes: bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, caracterizadas pela atividade da enzima -galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44 – 45°C, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal (CONAMA 2005). *Escherichia coli* (*E. coli*): bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae caracterizada pela atividade da enzima - glicuronidase. Produz indol a partir do aminoácido triptofano. É a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas (CONAMA 2005).

De acordo com Silva, Cavalli e Oliveira (2006), Coliformes Termotolerantes são bactérias que produzem um gás a 44,5°C, devido a fermentação da lactose presente no meio de cultura. Através da Resolução nº 12, de 2 de janeiro de 2001, o

Ministério da Saúde passou a considerar “coliformes de origem fecal” e “coliformes termotolerantes” como equivalentes a coliformes a 45°C. *Escherichia coli* e algumas cepas de *Klebsiella* e *Enterobacter* são consideradas Coliformes Termotolerantes, entretanto, apenas a *E. coli* tem o intestino humano e de animais como habitat primário, já a *Klebsiella* e *Enterobacter* são observados também no solo e em vegetais. Desta forma, a presença destas bactérias não significa exatamente que exista contaminação de origem fecal (SILVA; CAVALLI; OLIVEIRA, 2006).

Os coliformes termotolerantes se reproduzem no intestino de animais homeotermos, e por não serem capazes de sobreviver por muitos dias em água podem ser utilizados como indicadores de contaminação fecal (BRANCO, 1986) nas análises de corpos receptores como lagos, lagoas, rios, córregos, etc. (AGUIAR; SILVA; MENDONÇA, 2010).

As análises realizadas constataram a PRESENÇA de *Escherichia coli* e de Coliformes Totais nos dois pontos amostrados (presença/ausência). Também os valores de coliformes termotolerantes (Microrganismos mesófilos heterotróficos) foram de $2,6 \times 10^4$ UFC/ML e $4,0 \times 10^4$ UFC/mL, nos pontos 1 e 2, respectivamente (Tabela 2). Esses resultados, apresentam valores superiores dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05, classificando as águas do arroio Carolina entre as Classes 3 e 4. Importante destacar que a presença da bactéria *Escherichia coli* nas águas do arroio Carolina é um indício que outros agentes patogênicos podem estar presentes também, e só não é de conhecimento porque não foram ainda investigados.

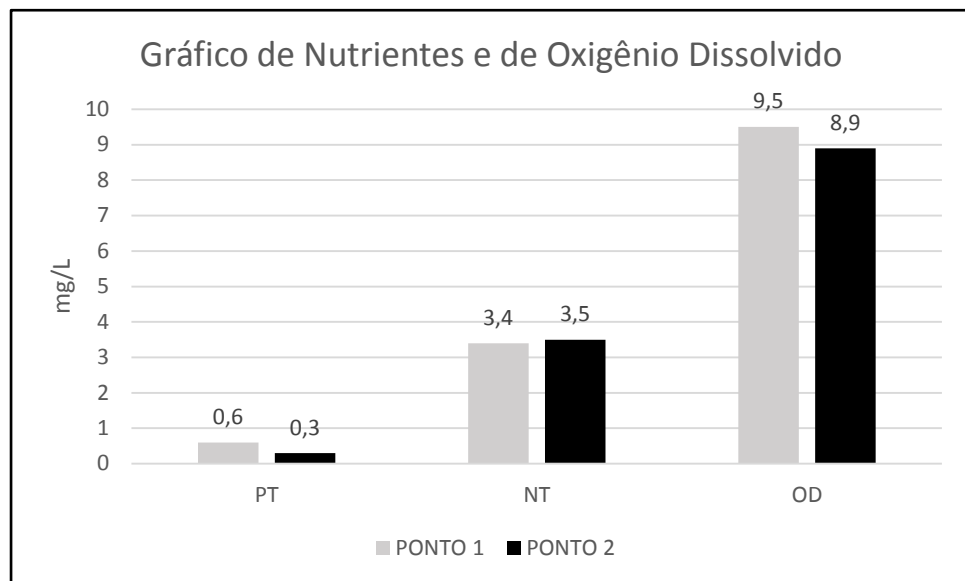
Tabela 2. Resultados das análises dos parâmetros limnológicos e de microrganismos.

	PONTO 1	PONTO 2
Nitrogênio Total	3,4 mg/L N	3,5 mg/L N
Fósforo Total	0,6 mg/L P	0,3 mg/L P
Coliformes Totais	presença	Presença
<i>Escherichia coli</i>	presença	Presença
Microrganismos Mesófilos Heterotróficos	2,6x10 ⁴ UFC/mL	4,0x10 ⁴ UFC/MI
Oxigênio Dissolvido	9,5 mg/L O ₂	8,9 mg/L O ₂

Contagem de Microrganismos Mesófilos Heterotróficos (todas as bactérias heterotróficas dentro desta faixa de temperatura – 10 e 45 oC). UFC: unidade formadora de colônia

Figura 9 – Gráfico com os valores de nutrientes (Fósforo Total, Nitrogênio Total) e Oxigênio Dissolvido nos pontos 1 e 2 de coleta do arroio Carolina.

Fonte: Autor (2022).



4.3 PARÂMETROS AGROQUÍMICOS DA ÁGUA

Denominados como pesticidas nos países de língua inglesa, os agrotóxicos têm sua definição estabelecida no Brasil pela Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989 como os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, bem

como as substâncias utilizadas como desfolhantes, desseccantes, estimuladores e inibidores de crescimento. De modo geral, os agrotóxicos são produtos químicos com ação biocida, empregados em grande escala por diversos setores produtivos para o controle de pragas (MENEZES, 2006).

Anualmente são usados no mundo aproximadamente 2,5 milhões de toneladas de agrotóxicos. O consumo anual de agrotóxicos no Brasil tem sido superior a 300 mil toneladas de produtos comerciais. Expresso em quantidade de ingrediente-ativo (i.a.), são consumidas anualmente cerca de 130 mil toneladas no país; representando um aumento no consumo de agrotóxicos de 700% nos últimos quarenta anos, enquanto a área agrícola aumentou 78% nesse período (EMBRAPA, 2021). Os agrotóxicos podem persistir por anos no sedimento, aumentando o risco de contaminação tanto pelo escoamento das águas, ou de lençóis freáticos e subterrâneos como pela lixiviação desses produtos através do perfil dos solos, principalmente, quando localizados próximo a áreas cultiváveis (AMARAL, 2011).

Embora muitos compostos tóxicos não sejam mais produzidos ou aplicados no ambiente, a interação contínua entre a água, o sedimento e a biota pode ser uma representativa fonte de poluição dos recursos hídricos devido a característica de persistência de determinados contaminantes (SANTOS et al., 2013).

A classificação dos agrotóxicos segundo o seu grau de toxicidade para o ser humano é fundamental, pois fornece a toxicidade desses produtos relacionados com a Dose Letal 50 (DL50). A Lei nº 7802, de 11 de julho de 1989, regulamentada pelo Decreto nº 4074, de 04 de janeiro de 2002, publicado no DOU de 08 de janeiro de 2002, dispõe que os rótulos deverão conter uma faixa colorida indicativa de sua classificação toxicológica. Quanto ao modo de ação do ingrediente ativo no organismo alvo ou à natureza da praga combatida, os agrotóxicos são classificados como inseticidas, fungicidas, herbicidas, rodenticidas e/ou raticidas, acaricidas, nematocidas, fumigantes, moluscicidas etc. (Andrei, 2005; Larini, 1999). Na Tabela 3 estão demonstradas as classificações e as descrições toxicológicas dos agrotóxicos quanto as suas doses, de acordo com Trapé, 2013. Na tabela 4, podemos observar os resultados obtidos do laboratório LARP e os métodos utilizados.

Tabela 3. Classificação e descrição toxicológica dos agrotóxicos (Trapé, 2013).

Grupos	Descrição	Dose capaz de matar um adulto	Faixa indicativa de cor	Classe toxicológica
Extremamente tóxico	(DL50 < 50 mg/kg de peso vivo)	< 5 mg/kg – algumas gotas	Vermelho vivo	I
Muito tóxico	(DL50 – 50 a 500 mg/kg de peso vivo)	1 colher de chá	Amarelo intenso	II
Moderadamente tóxico	(DL50 - 500 a 500 mg/kg de peso vivo)	1 colher de sopa	Azul intenso	III
Pouco tóxico	(DL50 > 5000 mg/kg de peso vivo)	2 colheres de sopa	Verde intenso	IV

Tabela 4. Compostos analisados e seus limites de detecção e de quantificação pelo método utilizado pelo LARP (Laboratório de Análises de Resíduos de Pesticidas - UFSM). Método utilizado: determinação de resíduos de pesticidas empregando Extração em Fase Sólida (SPE) e LC-MS/MS.

Compostos Analisados	LOD µg.L-1	LOQ µg.L-1
2,4D, ametrina, atrazina, azoxistrobina, carbaril, carbofurano, clomazona, cresoxim-metilico, diurom, epoxiconazol, etoxisulfurom, fenamidona, fipronil, flutolanil, imazapique, imazaquim, imazetapir, linurom, metalaxil, metconazol, metsulfurom-metilico, monolinuron, nicosulfurom, penoxsulam, piraclostrobina, pirimifós-metilico, propanil, propiconazol, propoxur, saflufenacil, simazina, sulfometurom-metilico, tebuconazol, terbutilazina, tetraconazol, tiobencarbe, tolclofós-metilico, triciclazol	0,006	0,020
Carbedanzim, cianazina, clorimurom-etilico, fentiona, pirazosulfurom-etilico	0,012	0,040
Carbofurano-3-hidróxido, clorprofam, dimetoato,	0,024	0,080

imazamoxi, imazapir, imidacloprido, molinato, quincloraque, tiabendazol		
Fluroxipir, tiametoxam	0,060	0,200
Glifosato	1,20	4,00
AMPA	6,00	20,00

LOD: limite de detecção do método; LOQ: limite de quantificação do método.

LOD

O termo LOD significa Limite de Detecção, também às vezes chamado de Limite Inferior de Detecção. Este é o menor valor que pode ser distinguido da ausência de uma determinada substância (ponto zero) com um nível de confiança declarado. Normalmente, o nível de confiança para LoD é de 99%.

LOQ

O termo LOQ significa Limite de Quantificação. Indica a menor concentração de analito na amostra de teste que pode ser determinada com reprodutibilidade e precisão aceitáveis. Em outras palavras, é a concentração na qual todo o sistema analítico produz um sinal reconhecível e um ponto de calibração aceitável.

A principal diferença entre LOD e LOQ é que LOD é a concentração mais baixa de analito na amostra de teste que pode ser facilmente distinguida de zero, enquanto LOQ é a concentração mais baixa de analito na amostra de controle que é determinada com repetibilidade e precisão razoáveis.

Tabela 5. Compostos identificados e/ou quantificados pelo LARP segundo o método utilizado.

Compostos identificados e /ou quantificados	Ponto 1 µg.L-1	Ponto 2 µg.L-1
2,4 D	0,023	0,031
Atrazina	n.d.	< LOQ
Carbedazim	0,040	0,067
Clomazona	< LOQ	0,085
Diurrom	< LOQ	< LOQ
Fipronil	< LOQ	n.d.
Propoxur	< LOQ	n.d.
Terbutilazina	0,030	0,029

Os compostos analisados que não constam nesta tabela não foram detectados < LOD

< LOQ = Menor que o LOQ - O composto está presente na amostra em nível de concentração que não pode ser quantificado pelo método utilizado que foi: determinação de resíduos e pesticidas empregando extração em fase solida (spe) e LC-MS/MS. Esses resultados foram apresentados pelo laboratório LARP após serem feitas as análises nas duas amostras enviadas.

4.3.1 COMPOSTOS DETECTADOS NA COLETA

2,4 D

O ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) foi um herbicida produzido durante o a segunda Guerra Mundial (1939-1945), no contexto da guerra química e biológica, foi utilizado também na guerra do Vietnã (1954-1975), um composto conhecido como agente laranja, que era utilizado como desfolhante das florestas vietnamitas (BESTER et al., 2020).

É um membro da família dos herbicidas clorofenoxiacéticos, classificado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária como um herbicida hormonal do grupo fenoxiacético (ANVISA, 2019). Suas formulações a base de amina e éster são amplamente utilizadas no controle de plantas dicotiledôneas (JUNIOR, 2002). Atribui-se ao 2,4-D a classificação toxicológica máxima (Classe I) que, em animais, se refere à DL50 (dose letal que elimina 50% de uma população) por via oral entre 0-50 mg kg⁻¹; por via dérmica entre 0-200 mg kg⁻¹; CL50 (concentração letal que elimina 50% de uma população) por via respiratória entre 0-0,2 mg L⁻¹ e irritação para pele e olhos classificada como severa (NETO et al., 2012). O nome químico da molécula é (2,4-dichlorophenoxy) acetic acid, é um composto altamente seletivo, sistêmico e pré ou pós-emergente, seu mecanismo de ação age como mimetizador de auxina, degradando-se vagorosamente. Uma aplicação do produto afeta o crescimento, o que causa desordem e divisão celular, resultando na destruição dos tecidos vasculares. Sua absorção é feita tanto pelas folhas quanto pelas raízes, transportado pelo xilema e floema para os meristemas, onde se acumula, produzindo a morte dos tecidos e provavelmente da planta. O papel principal de auxinas naturais é o crescimento, mas isto não é o caso de auxinas sintéticas que desempenham a função oposta àquela de sua função biológica. Auxinas sintéticas, tais como o ácido 2,4-D persistem por longos períodos dentro da planta, e, por consequência, são mais eficazes e letais. O modo de ação de herbicidas auxínicos é dependente da dose, e o seu efeito também depende da sensibilidade dos tecidos e espécies. Sua toxidez se manifesta por meio de diversos efeitos, como epinastia, interrupção do crescimento, cloroses e necroses, quem levam à senescência e morte da planta (NETO et al., 2012).

Utilizado no controle de plantas daninhas de folha larga, indicado em pré e pós-emergência das plantas infestantes nas culturas de arroz, aveia, café, cana-de-açúcar, centeio, cevada, milheto, milho, pastagem, soja, sorgo e trigo. (ANVISA, 2016). Sua fórmula química é demonstrada na Figura 10.

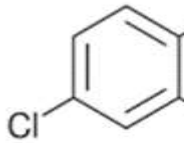


Figura 10 – Fórmula química do 2,4 D.

Fonte: ANVISA, 2016

Atrazina

Um dos herbicidas mais utilizados, por sua eficiência no controle de plantas daninhas em grandes culturas, é a atrazina (HANG et al., 2007). A atrazina (2-cloro-4-etilenodiamino-6-isopropilamino-s-triazina) é um herbicida seletivo utilizado no controle de ervas daninhas, principalmente em culturas de milho, cana-de-açúcar e soja. Possui um peso molecular igual a 215,69 g/mol, é solúvel em alguns solventes orgânicos como éter, acetona, benzeno, clorofórmio, etanol e acetato de etila. É classificado como um herbicida sistêmico, seletivo e utilizado no controle pré e pós-emergente de ervas de folhas largas (ESSER et al., 1985). A atrazina é um composto polar, fracamente básico e sua estabilidade pode ser explicada pela configuração eletrônica de seu anel heterocíclico¹³ (Figura 11). A hidrólise ácida ou alcalina da atrazina produz um de seus mais abundantes produtos de degradação, a hidroxiatrazina; sua solubilidade em água é praticamente independente do pH da solução, entretanto, aumenta bastante em soluções cujo pH é menor que 2,0 (ESSER et al., 1985). Este herbicida tem sido amplamente indicada para o controle de plantas daninhas como o caruru (*Amaranthus viridis*), papuã (*Brachiaria plantaginea*), capim amoroso (*Cenchrus echinatus*), capim colchão (*Digitaria horizontalis*), capim pé-de-galinha (*Elusine indica*), beldroega (*Portulaca oleracea*),

guanxuma (*Sida rhombifolia*), picão preto (*Bidens pilosa*) e malva (*Sida cordifolia*) (AGROFIT, 2015). A atrazina também vem sendo utilizada na cultura de cana-de-açúcar, cuja área de plantio ocupa cerca de 9 milhões de hectares no Brasil (CONAB, 2015). O emprego da atrazina ainda pode ser destacado nas culturas de sorgo (AGROFIT, 2015), que possui área plantada de 0,7 milhões de hectares (CONAB, 2015).

O potencial herbicida da atrazina deve-se à sua ação na inibição da fotossíntese pela interrupção da reação de Hill. Sua biodisponibilidade em solos é governada essencialmente pelo equilíbrio dinâmico existente entre a solubilidade na fase aquosa e a capacidade adsorptiva do composto no sistema coloidal do solo. Vários fatores direcionam a eficácia e reatividade da atrazina, entretanto, muito pouco é conhecido sobre as interações e modificações decorrentes. Acredita-se que estes processos sejam governados pela solvatação, adsorção e degradação do herbicida no solo, agindo sobre a seletividade específica do herbicida. A biodisponibilidade de herbicidas aplicados ao solo é essencialmente governada pelo equilíbrio dinâmico existente entre os processos de adsorção dos compostos presentes nos colóides do solo e sua solubilidade na fase solo-água. Como consequência, uma considerável influência desses parâmetros sobre a ação seletiva desses herbicidas deve ser esperada (REGAN et al., 1997).

Este herbicida parece não afetar significativamente a biota do solo, mas sua presença em ambientes aquáticos tem provocado preocupações por potenciais efeitos ecossistêmicos devido a sua alta mobilidade. Os efeitos da atrazina em humanos ainda não são descritos de forma convincente, mas o potencial carcinogênico da atrazina está aparentemente descartado. O amplo uso da atrazina e investigações com resultados contraditórios reforçam a necessidade de pesquisas contínuas sobre sua dinâmica e potenciais efeitos ambientais, visto que de tais investigações depende o uso consciente e mesmo a continuação da utilização deste herbicida na prática agrícola (PROSEN, 2012).

A atrazina possui massa molecular de 215,7 g/mol, sendo considerada uma base fraca ($pK_a \sim 1,7$), com grau de volatilização, expresso em pressão de vapor, igual a 4×10^{-5} Pa (a 20 °C). Apresenta solubilidade em água de 33 mg/L (a 20 °C), que está vinculada à sua baixa polaridade ($\log K_{ow}$ de 2,2-2,7). As propriedades da atrazina resultam em moderada mobilidade e elevada persistência, contribuindo para

a acumulação a níveis contaminantes tanto na superfície como em profundidade nos solos e potencialmente atingindo águas superficiais e subterrâneas (PROSEN, 2012).

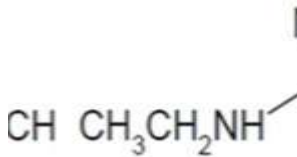


Figura 11 – Fórmula química da atrazina.

Fonte: LEBARON et al., (2008).

Carbedazim

É um fungicida sistêmico de translocação ascendente, com ação protetora e curativa, de amplo espectro. Possui rápida absorção através de raízes e tecidos verdes e o seu mecanismo de ação caracteriza em atuar na inibição de tubos germinativos, formação de apressórios e crescimento de micélios. É indicado para aplicação por pulverização nas seguintes culturas: Algodão, Citros, Feijão, Soja e Trigo e também no tratamento de sementes de Algodão, Feijão e Soja. (AGROLINK, 2022).

Clomazona

É um herbicida pré-emergente e pós-emergente seletivo condicional de ação sistêmica, recomendado para o controle de plantas infestantes. Pode ser aplicado por via terrestre, através de pulverizador manuais ou tratorizado, e por via aérea (arroz irrigado), conforme recomendações para cada cultura. Além das recomendações acima para as culturas indicadas, levar em consideração que o solo deve estar livre de torrões, previamente eliminados por um bom preparo do solo pela gradagem.

CLOMAZONE 500 EC FMC precisa de uma quantidade mínima de umidade no solo para sua ativação. Na ausência desta, deve-se aguardar uma chuva leve

(maior que 10mm). Neste caso, se houver plantas infestantes já germinadas, as mesmas devem ser eliminadas através de um cultivo superficial (tratorizado ou manual) nas entrelinhas, evitando-se o movimento intenso do solo para manter o produto na camada superficial. Utilize sempre tecnologias de aplicação que ofereçam boa cobertura do alvo desejado. Siga sempre as boas práticas para aplicação e as recomendações do fabricante do equipamento (AGROLINK, 2022).

Clomazona é um herbicida do grupo químico isoxazolidinona (AGROFIT, 2003), mas, eventualmente ele pode ser comercializado combinado com outros produtos o que infere no seu comportamento no meio ambiente (EFSA, 2005). Trata-se de uma substância sintética que atua de modo seletivo, sendo absorvida pelas raízes e brotos das culturas onde é aplicada. Possui estado físico líquido semelhante à cor de palha clara e é frequentemente encontrada em forma de cápsula de suspensão, que é misturada na água e aplicada em forma de *spray*. O clomazona se dissipa no ambiente principalmente em forma de vapor, e no solo por degradação microbiana (PPBD, 2009; EPA, 2007). No Brasil, segundo Resolução – Republicada no DOU em seis de junho de 2012, o clomazona é aplicado em pré-emergência das plantas infestantes nas culturas de algodão, arroz, batata, cana-de-açúcar, eucalipto, fumo, mandioca, melão, milho, pimentão e soja (ANVISA, 2012). Sua fórmula molecular é $C_{12}H_{14}ClNO_2$, sua fórmula estrutural é descrita na Figura 12 (EFSA, 2007).

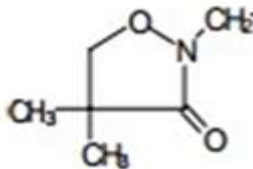


Figura 12 – Fórmula estrutural da clomazona.

Diurom

É um herbicida pertencente ao grupo químico da uréia, com classificação III – medianamente tóxico e classificação do potencial de periculosidade ambiental – II –

produto muito perigoso ao meio ambiente. Esse herbicida é conhecido quimicamente por 3-(3,4-dichlorophenyl)-1,1-dimethylurea, fórmula bruta: $C_9H_{10}Cl_2N_2O$ e fórmula estrutural é apresentada na Figura 13.

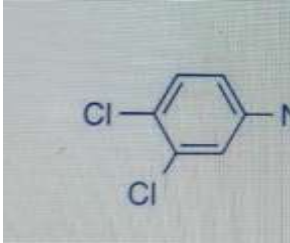


Figura 13 – Fórmula Estrutural do Diuron.

Fonte: ANVISA, 2003.

Apresenta-se sob a forma de pó molhável com ação sistêmica pré e pós-emergente, usado no controle de ervas daninhas, agindo na planta por absorção, principalmente pelas raízes, de onde é deslocado através do xilema (MONCADA, 2012). Seu mecanismo de ação é a destruição do Fotossistema II e, conseqüente, a interrupção da fotossíntese. Por ele ser um herbicida de alta persistência ele pode ser encontrado em muitos ambientes, incluindo solos, sedimento e água (GIACOMAZZI & COCHET, 2004). O diuron é considerado como sendo um dos herbicidas mais perigosos para o ambiente, uma vez que é muito persistente não biodegradável e bioacumulável (KUMAR et al., 2011; BARBIERI, 2009; MHADHBI & RICARDO BEIRAS, 2012). A sua persistência é atribuída principalmente à combinação de três fatores: sua estabilidade química, baixa solubilidade em água e forte sorção do solo (WONG et al., 2013).

Fipronil

O inseticida quiral, o fipronil, ($C_{12}H_4Cl_2F_6N_4OS$, cujo nome químico é 5-amino-1-[2,6-dicloro-4-(trifluorometil) fenil]-4-[(trifluorometil) sulfinil]-1H-pirazol-3-carbonitrila) (CONNELLY, 2001) é um pesticida derivado quimicamente da 23 família do fenilpirazol, considerado de segunda geração, altamente ativo e de amplo espectro (WILDE et al., 2001), o fipronil contém uma porção trifluorometilsulfinil que é única entre os agroquímicos e, portanto, presumivelmente importante em seu excelente desempenho (HAINZL e CASIDA, 1996). É amplamente utilizado em

culturas de algodão, arroz e milho, bem como em manejo de gramíneas e controle residencial de pragas nos últimos 20 anos. Embora os benefícios tenham sido derivados de o uso de fipronil, pode representar um risco para o meio aquático (QIAN et al., 2017). O fipronil e seus derivados estão sendo cada vez mais detectados em ecossistemas aquáticos como resultado do uso generalizado. A degradação do fipronil resulta na formação de metabólitos desulfenil, sulfato de fipronil e sulfonato de fipronil por via abiótica e processos bióticos no meio aquático (DORAN et al., 2009).

Propoxur

O nome técnico ou nome comum é Propoxur, tem como sinonímia Aprocarb (R), Udem (R) e nome químico 2-isopropoxifenil-N-metilcarbamato; 2-(1-metiletoxi)-fenil metilcarbamato. Sendo sua fórmula bruta $C_{11}H_{15}NO_3$. Classifica-se como um Inseticida fito e zosanitário do grupo dos carbamatos e sua classificação tóxica é Produto técnico Classe II. A literatura descreve-o como persistente e degradante do ambiente com persistência curta. Tem a capacidade de deslocar-se para as regiões vizinhas. Sua aplicação está descrita nas Portarias nº 10/85, nº 318/87, Portaria nº 27/89 e nº 104/92.

O propoxur é um inseticida utilizado para controlar baratas, moscas, mosquitos e insetos. A exposição dos seres humanos ao propoxur por ingestão leva à inibição da colinesterase das hemácias do sangue, com sintomas colinérgicos leves, incluindo visão turva, náuseas, vômitos, suores e taquicardia. No entanto, os efeitos são transitórios. A exposição crônica (a longo prazo) por inalação resultou em níveis de colinesterase deprimida, dores de cabeça, vômitos e náuseas nos seres humanos. Estudos de ingestão crônica em animais relataram níveis de colinesterase deprimida, peso corporal deprimido, efeitos para o fígado e bexiga, e um ligeiro aumento da neuropatia. Não há informação disponível sobre a reprodução, efeitos de desenvolvimento, ou carcinogênicos do propoxur nos seres humanos (EPA, 2022).

Terbutilazina

O herbicida terbutilazina do grupo clorotriazinas (N_2 -terbutile-6-cloro- N_4 -etile-1,3,5-triazina-2,4-diamina) pertence a família das s-triazinas assim como a atrazina, simazina entre outros (SANLAVILLE et al., 1996). Apresenta um largo espectro utilizado para o controle da maioria das plantas infestantes em terrenos agrícolas e não agrícolas. Nos países onde a atrazina foi erradicada, tem sido gradualmente substituída pela terbutilazina (FIORI et al., 2013), pois apresenta uma menor capacidade de contaminação de compartimentos aquáticos.

Glifosato

O glifosato é o herbicida (mata-mato) mais vendido no Brasil e no mundo. Estima-se que a venda de glifosato formulado no Brasil alcance atualmente a marca de 250 milhões de litros anuais. A Monsanto, que o comercializa sob a marca Roundup (diz-se, em geral, “randape”) deteve a patente do glifosato até 2000. Desde então o produto é formulado e comercializado por diversas empresas. Dados do Ministério da Agricultura mostram que, em 2010, existiam 21 empresas registradas para comercializar 58 produtos à base de glifosato. A difusão da soja transgênica no Brasil foi a principal responsável pelo maciço aumento no uso do glifosato nos últimos anos. E o aumento da concorrência entre empresas na venda do herbicida após a expiração das patentes da Monsanto, bem como a importação de matéria-prima da China, foram responsáveis pela redução do seu preço no Brasil, o que também contribuiu para a maior popularização do uso do veneno. O herbicida à base de glifosato é aplicado nas folhas de plantas daninhas, aquelas que nascem espontaneamente no meio das lavouras e prejudicam a produção agrícola. Ele bloqueia a capacidade da planta de absorver alguns nutrientes (FIOCRUZ, 2019).

Ampa

O ácido aminometilfosfônico (AMPA) é um ácido orgânico fraco com um grupo ácido fosfônico. É um dos principais produtos de degradação do herbicida glifosato. O AMPA tem toxicidade comparável à do glifosato e, portanto, é considerado de preocupação toxicológica semelhante (prejudicial em mais de 0,5 partes por milhão) como o próprio glifosato. O AMPA tem o potencial de ser decomposto ainda mais

pelo óxido de manganês em condições de laboratório, no entanto, no solo, o óxido de manganês geralmente está presente apenas em quantidades vestigiais. A degradação microbiana do AMPA é a via de degradação mais provável, onde se degrada em ácido fosfórico e, finalmente, em dióxido de carbono e fosfato inorgânico.

A contaminação nos mananciais de águas no Brasil neste século XXI é o resultado do crescimento do uso de agrotóxicos nas lavouras em seus entornos. Mas a realidade é que existem poucas informações sobre a contaminação das águas por agrotóxicos. As análises de água são realizadas para detectar os níveis de contaminação por coliformes fecais totais. A análise da presença da contaminação por produtos químicos, nos quais se incluem os agrotóxicos, deve ser realizada especificamente para cada princípio ativo, sendo bem mais custosa (COLETTI, 2022). O Ministério Público de Santa Catarina realizou uma pesquisa no ano de 2018 sobre a qualidade da água de abastecimento público de 90 cidades. Foram encontrados resultados positivos para a presença de elementos químicos de agrotóxicos em 22 amostras, sendo que em 13 delas havia a presença de mais de um tipo de agrotóxico. Entre os elementos químicos, seis deles são de produtos sem permissão para a comercialização na Comunidade Econômica Europeia. Além disso, constatou-se a presença de três agrotóxicos banidos na Europa desde 2004, pelos seus efeitos danosos sobre a saúde humana, na amostra analisada do Município de Coronel Freitas, sendo dois deles atrazina e simazina (COLETTI, 2022). Portanto, estas mudanças na utilização e ocupação do espaço rural têm impacto diferenciado sobre os mananciais de águas e na sua qualidade. Estudos brasileiros têm demonstrado a contaminação ambiental de agrotóxicos, mesmo em regiões distantes dos locais de pulverização (PIGNATI et al., 2018). No rio Samambaia, por exemplo, divisa do estado do Distrito Federal com Goiás, estudos recentes demonstraram a presença de vários herbicidas, entre eles a atrazina e o glifosato (CORREIA et al., 2021). No presente trabalho atrazina fez-se presente no ponto 2 de coleta. Segundo Prosen, 2012, a atrazina tem alta mobilidade no ambiente aquático, e isto tem provocado preocupações por potenciais efeitos ecossistêmicos. Os efeitos da atrazina em humanos ainda não são descritos de forma convincente, mas o potencial carcinogênico da atrazina está aparentemente descartado. O amplo uso da atrazina e investigações com resultados contraditórios reforçam a necessidade de

pesquisas contínuas sobre sua dinâmica e potenciais efeitos ambientais, visto que de tais investigações depende o uso consciente e mesmo a continuação da utilização deste herbicida na prática agrícola. Assim como o herbicida Diuron (outro composto identificado neste trabalho), que tem como características alta persistência e podendo ser encontrado em muitos ambientes, sendo um deles a água. Também não é biodegradável e é bioacumulador (WANG et al., 2013). O Fipronil é amplamente utilizado em culturas de algodão, arroz e milho, bem como em manejo de gramíneas e controle residencial de pragas nos últimos 20 anos. Embora os benefícios tenham sido derivados de o uso de fipronil, pode representar um risco para o meio aquático (QIAN et al., 2017). O fipronil e seus derivados estão sendo cada vez mais detectados em ecossistemas aquáticos como resultado do uso generalizado. A degradação do fipronil resulta na formação de metabólitos desulfinil, sulfato de fipronil e sulfonato de fipronil por via abiótica e processos bióticos no meio aquático (DORAN et al., 2009).

Independente da região brasileira e da cultura agrônômica que se pratica, as áreas rurais, seja pela extensão – onde encontram-se a maioria das nascentes e mananciais de água –, seja pela utilização das águas na produção agropecuária, são centrais para a preservação e suprimento da água e de todos os serviços dela advindos. É emergente este tema, de sustentabilidade dos ambientes aquáticos, principalmente nos entornos das culturas, e dos usos sustentáveis do solo, que deve ser incluído em pautas de políticas públicas no nosso país.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As águas do arroio Carolina demonstraram impacto ao longo de seu percurso, através da análise de resíduos de pesticidas, indicando um modo de uso de solo em seu entorno em que se utilizam diferentes agroquímicos de forma não controlada. Este impacto ocorre tanto na região urbana como na região rural do município de Santana do Livramento. Ainda há forte possibilidade de haver outros resíduos de pesticidas nas águas do arroio, que, devido ao limite de detecção do método utilizado, não foram constatados.

As águas do arroio Carolina apresentaram altos índices de coliformes em geral e nutrientes (fósforo e nitrogênio), indicando o recebimento ao longo de seu percurso de esgoto doméstico não tratável.

Em relação ao monitoramento da qualidade das águas, o país ainda tem muito a avançar, pois as informações são esparsas ou inexistentes em várias bacias– sem redes de monitoramento adequadas em termos de frequência, parâmetros e número de pontos de amostragem para todo o território nacional – dificultando uma visão da real condição dos corpos d'água do país. O presente trabalho investigatório é pioneiro no arroio, e sugere-se monitoramento de suas águas por parte do Poder Público, assim como estudos de usos do solo no entorno, uma vez que a cidade de Santana do Livramento é eminentemente um município agrícola. Esta pesquisa já foi divulgada em dois eventos científicos em dezembro do corrente ano: um regional e um nacional. Ainda pretende – se divulgar em jornais e mídias locais no município de Santana do Livramento/RS.

REFERÊNCIAS

ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS, Leopoldina Nationale Akademie der Wissenschaften (Germany). **How do we want to live tomorrow? Perspectives for water management in urban regions**. Science Policy Report, 24pp. 2017.

AGROFIT. Ministério da Agricultura. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 10 out. 2022.

AGROLINK. **Bula Carbendazim Nortox**. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/carbendazim-nortox_8588.html>. Acesso em 28 de setembro de 2022.

AGROLINK. **Bula comazona**. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/clomazone-500ecfmc_8000.html>. Acesso em 28 de setembro de 2022).

AMARAL, A. B. **Avaliação de mananciais subterrâneos e superficiais da bacia do córrego sossego considerando uso para abastecimento doméstico e irrigação – contaminação por agrotóxicos**. 2011. 178f. Dissertação – (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.

ANDREI, E. (Coord.). **Compêndio de defensivos agrícolas**. 7.ed. São Paulo: Andrei, 2005.

BARROS, F. G. **A bacia Amazônica brasileira no contexto geopolítico da escassez mundial de água**. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade da Amazônia, Belém, 2006. 196 p.

BESTER, A. U.; MELLO, M.O.B.; MELLO, M. B.; CARVALHO, N.L.; PEREIRA, E.A.; LUCCHESI, O.A. **Os efeitos das moléculas de 2,4d, acefato e tebuconazol sobre o meio ambiente e organismos não alvos**. Revista Monografias Ambientais, v.19, e2, 2020. Universidade Federal de Santa Maria. DOI: <https://doi.org/10.5902/2236130839624>.

Brasil. Ministério do Desenvolvimento Humano e Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 20 de 10 de junho de 1986**. Brasília: DOU, 1986. 92p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989**. Regulamentada pelo Decreto nº 4.074/202. Art. 2º. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 2016.

BRASIL. **Resolução Conama Nº 357, De 17 de Março de 2005**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf> Acesso em: 30 ago. 2022.

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. **Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP**. *Ambi-Água*, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013.

CASTRO, A. D. et al. **Desenvolvimento sustentado: problemas e estratégias**. São Carlos: EESC, USP, 2000.

CHEN, Y. et al. (2018). **Occurrence, Distribution, and Risk Assessment of Antibiotics in a Subtropical River-Reservoir System**. *Water*, 10, 104-120.

COLETTI, T. **Ninguém diga “desta água não beberei”**: produção agropecuária e contaminação hídrica no Oeste Catarinense, Brasil. *Cad. Saúde Pública* 2022; 38(4): e00165421.

CONAB. **Séries históricas de área plantada, produtividade e produção**. 2015. Disponível em < <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2>>. Acesso em: 10 out. 2022.

CONNELLY, P. **Environmental Fate of Fipronil**. Calif. Environ. Protec. Ag. California, EUA, 2001.

CORREIA, N.M., CARBONARI, C.A., VELINI, E.D. **Detection of herbicides in water bodies of the Samambaia River sub-basin in the Federal District and eastern Goiás**. *J. environ. sci. health, Part B, Pestic. food contam. agric. Wastes*. 2020 [acesso em 2021 out 9]; 55(6):574-582.

DELLAMATRICE, P. M.; MONTEIRO, R. T. R. **Principais aspectos da poluição de rios brasileiros por pesticidas**. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v. 18, n. 12, p. 1296-1301, 2014.

DONATO, F. F.; MARTINS, M. L.; MUNARETTO, J. S.; PRESTES, O. D.; ADAIME, M. B.; ZANELLA, R. **Development of a Multiresidue Method for Pesticide Analysis in Drinking Water by Solid Phase Extraction and Determination by Gas and Liquid Chromatography with Triple Quadrupole Tandem Mass Spectrometry**. Journal of the Brazilian Chemical Society, v. 26, n. 10, p. 2.077-2.087, 2015.

DORAN, G. EBERBACH, P. HELLIWELL, S. **Sorption and Degradation of Fipronil in Flooded Anaerobic Rice Soils**. J. Agric. Food Chem. 57, 10296–10301, 2009.

ESSER, H. O.; DUPUIS, G.; EBERT, E.; MARCO, G.; VOGEL, C. *In: Herbicides: Chemistry, degradation and mode of action*. P. C. Kearney and D. D. Kaufman eds., New York, 1985; v 1, Cap 2, p129).

EPA, **Bula propoxur**. 2022. acessado em: <(https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-09/documents/propoxur.pdf)>. Acesso em 28 de setembro de 2022).

EMBRAPA. Agricultura digital, meio ambiente. **Agrotóxicos no brasil**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agricultura-e-meio-ambiente/qualidade/dinamica/agrotoxicos-no-brasil>. Acesso em: 07/12/2022.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 2011, 826 p.

FEPAM, **Sistema de Divulgação dos Dados de Monitoramento da Qualidade da Água Superficial do RS**. 2022. Disponível em:<https://gis.fepam.rs.gov.br/RSAgua/. Acesso> em 06 de junho de 2022)

FIOCRUZ, **Glifosato**. Disponível em:<2019https://cee.fiocruz.br/?q=node/987 2019. Acesso> em 14 de agosto de 2022).

FIORI, E., MAZZOTTI, M., GUERRINI, F., e PISTOCCHI, R. **Combined effects of the herbicide terbuthylazine and temperature on different flagellates from the Northern Adriatic Sea**. Aquatic Toxicology 128-129: 79-90. 2013.

HAINZL, D.; CASIDA, J.E. **Fipronil inseticide: Novel photochemical desulfinylation with retention of neurotoxicity**. Agriculture Sciences, 1996.

HANG, S.; NASSETTA, M.; CAÑAS, A. I.; RAMPOLDI, E. A.; FERNÁNDEZ-CANIGIA, M. V.; DÍAZ-ZORITA, M. **Changes in the atrazine extractable residues in no-tilled Mollisols**. Soil & Tillage Research 96, 243-249, 2007^a

IBAMA. **Relatório de comercialização de agrotóxicos**, 2022. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=594#:~:text=Em%202019%2C%20os%20agrot%C3%B3xicos%20mais,%3B%20Malationa%3B%20Enxofre%20e%20Corpirif%C3%B3s.> acessado em: 07/12/2022

JUNIOR, O. P. A.; SANTOS, T. C. R.; BRITO, N. M.; RIBEIRO, M. L.. **Revisão das propriedades, usos e legislação do ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D)**. Cad: Pesq. São Luís, v. 13, n. 1, p. 60-70, jan./jun. 2002.

LARINI, L. (Ed.). **Toxicologia dos praguicidas**. São Paulo: Editora Manole, 1999. 230p.

LEBARON, H. M.; McFARLAND, J. E.; BURNSIDE, O. C. The Triazine Herbicides: A Milestone in the Development of Weed Control Technology (Cap. 1). *In*: LEBARON, H. M.; McFARLAND, J. E.; BURNSIDE, O. C. (Eds.). **The triazine herbicides**. Amsterdam: Elsevier, 2008. p. 1-12.

LIGNANII, L.B.; BRANDÃO, J.L.G. **A ditadura dos agrotóxicos: o Programa Nacional de Defensivos Agrícolas e as mudanças na produção e no consumo de pesticidas no Brasil, 1975-1985**. História, Ciências, Saúde – Manguinhos, Rio de Janeiro. v.29, n.2, abr.-jun. 2022, p.337-359.

LIMA, A. M. de; **Limnologia e Qualidade Ambiental de um Corpo Lêntico Receptor de Efluentes Tratados de Indústrias de Petróleo**. Dissertação de Mestrado da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RS, Brasil. 2004. 96p.

LOPES, ADRIANA, G. D. **Estudo da Comunidade Fitoplanctônica como Bioindicador de Poluição em Três Reservatórios em Série do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, PEFI, São Paulo**. Dissertação de Mestrado em Saúde Pública da Universidade de São Paulo, SP, Brasil. 2007. 116p.

MAPAS DO RIO GRANDE DO SUL. Site: mapasblog.blogspot.com. Disponível em: <<https://mapasblog.blogspot.com/2011/10/mapas-do-rio-grande-do-sul.html>> acessado em: 03/06/2022.

MAPA SANTANA DO LIVRAMENTO. Site: www.researchgate.net. Disponível em: <https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Mapa-Santana-do-Livramento-Rio-Grande-do-Sul-Brasil_fig1_326953109> acessado em: 03/06/2022.

MARTINS, G. L.; FRIGGI, C. A.; PRESTES, O. D.; VICARI, M. C.; FRIGGI, D. A.; ADAIME, M. B.; ZANELLA, R. **Simultaneous LC–MS/MS determination of imidazolinone herbicides together with other multiclass pesticide residues in soil**. *Clean – Soil, Air, Water*, v. 42, n. 10, p. 1.441–1.449, 2014.

MARTINS, André et al. (2019). **Resistência a antimicrobianos de enterobactérias isoladas de águas destinadas ao abastecimento público na região centro-oeste do estado de São Paulo, Brasil**. *Rev Pan-Amaz Saúde*, Ananindeua, 10, e 201900065, http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2176-62232019000100014&lng=pt&nrm=is

MENEZES, C. T. **Método para priorização de ações de vigilância da presença de agrotóxicos em águas superficiais: um estudo em Minas Gerais**. 2006. 133f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

MONTAGNERA, C.C.; VIDALA, C.; ACAYABAB, R.D. **Contaminantes emergentes em matrizes aquáticas do Brasil: cenário atual e aspectos analíticos, ecotoxicológicos e regulatórios**. *Quim. Nova*, Vol. 40, No. 9, 1094-1110, 2017.

MORENO, José Alberto. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, 42p. 1961.

NETO, D. M.; FROEHNER, S.; MACHADO, K. S. **Avaliação do transporte do ácido 2,4-diclorofenoxiacético através de um lisímetro**. *Quím. Nova* vol.35 no.9 São Paulo, 2012.

PIGNATI, M.T., SOUZA, L.C., MENDES, R.A., et al. **Levels of Organochlorine Pesticides in Amazon Turtle (*Podocnemis unifilis*) in the Xingu River, Brazil**. *J. environ. sci. health, Part B, Pestic. food contam. agric. wastes*. 2018; 53(12):810-816.

PROSEN, H. Fate and determination of triazine herbicides in soil (Cap. 3). *In*: HASANEEN, M. N. A. E. (Ed.). **Herbicides – Properties, Synthesis and Control of Weeds**. Rijeka: Intech, 2012. p. 43-58.

QIAN , Y., WANG,C., WANG, J., ZHANG. X., ZHOU, Z., ZHAO. M., LU, C. **Fipronilinduced enantioselective developmental toxicity to zebrafish embryo-larvae involves changes in DNA methylation.** Scientific Reports, 2017.

RHEINHEIMER, D.S.; GONÇALVEZ, C.S.; PELLEGRINI, J.B.R. **Impacto das atividades agropecuárias na qualidade da água.** Ciência & Ambiente, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 85-96, 2003.

SANLAVILLE, Y., GUITTONNEAU, S., MANSOUR, M., FEICHT, E.A., MEALLIER, P., e KETTRUP. A. **Photosensitized Degradation Of Terbutylazine in Water.** Chemosphere. 33: 353-362. 1996.

SANTOS, D. R.; SILVA, L. S.; KAMINSKI, J.; CERETTA, C. A.; SANTOS, M. A. S. Poluentes orgânicos e inorgânicos. *In*: POLETO, C.; MERTEN, G. H. (Org.) **Qualidade dos Sedimentos:** Porto Alegre: ABRH, 2013. 397 p.

SCHULLER, D. **Microbiologia de água destinada ao consumo humano.** Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/2234/1/U9.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2022

SILVA, M. P.; CAVALLI, D. R.; OLIVEIRA, T. C. R. M. **Avaliação do padrão coliformes a 45°C e comparação da eficiência das técnicas dos tubos múltiplos e Petrifilm EC na detecção de coliformes totais e *Escherichia coli* em alimentos.** Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 26(2): 352-359, abr.-jun. 2006.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; GOMES, R. A. R.; OKAZAKI, M. M. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água. 5ª Edição.** Editora Blucher. 2017. 534 p.

TERRA, F. H. B.; PELAEZ, V. **A história da indústria de agrotóxicos no Brasil: das primeiras fábricas na década de 1940 aos anos 2000.** *In*: Simpósio de Pós-Graduação em História Econômica/IV Congresso de Pós-Graduação em História Econômica/IV Encontro de Pós-Graduação em História Econômica/II Conferência Internacional de História Econômica. 2008.

TOFOLI, L. A. **Monitoramento da Qualidade da Água em mananciais Pertencentes a Bacia Hidrográfica do Tietê – Botucatu,** Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de São Paulo.Botucatu, 2010.116 p.

TRAPÉ, A. Z., 1993. **O caso dos agrotóxicos**. *In: Isto é Trabalho de Gente? Vida, Doença e Trabalho no Brasil* (L. E. Rocha, R. M. Rigotto & J. T. P. Buschinelli, org.), pp. 569-593, São Paulo: Editora Vozes.

TRINDADE, C. R. T.; FURLANETTO, L. M.; PALMA-SILVA, C. **Nycthemeral cycles and seasonal variation of limnological factors of a subtropical shallow lake (Rio Grande, RS, Brazil)**. *Acta Limnologica Brasiliensia*. Vol. 21, no. 1, p. 35-44. 2009.

TUNDISI, J. G. **Recursos Hídricos no Século XXI**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

TUNDISI, J. G. **O Planeta Terra está Morrendo**. Editora Scienza - Instituto Internacional de Ecologia. São Carlos, 2021.

TUNDISI, J.G.; MUNHA, R. **Brazil European Union Cooperation on Urban Waters**. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Brasil/European Union, 179pp. 2020.

VAZ, P.A.B. **Direito Ambiental e os Agrotóxicos - Responsabilidade Civil, Penal e Administrativa**. Porto alegre: Livraria do Advogado Ed., 2006. 240 p.

WANG, Q.; XIE, S.; HU, R. **Bioaugmentation with *Arthrobacter* sp. strain DAT1 for remediation of heavily atrazine-contaminated soil**. *International Biodeterioration & Biodegradation* 77, 63-67, 2013.

WILDE, G.E.; WHIWORTH, R.J.; CLAASSEN, M.; SHUFRAN, R.A. **Seed treatment for control of wheat insects and its effect on yield**. *J. Agr. Urban. Entomol.*, v.18, p.1- 11, 2001.

ANEXO

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pelos arts. 6º, inciso II e 8º, inciso VII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990 e suas alterações, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e Considerando a vigência da Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000, que dispõe sobre a balneabilidade;

Considerando o art. 9º, inciso I, da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, e demais normas aplicáveis à matéria; Considerando que a água integra as preocupações do desenvolvimento sustentável, baseado nos princípios da função ecológica da propriedade, da prevenção, da precaução, do poluidor-pagador, do usuário-pagador e da integração, bem como no reconhecimento de valor intrínseco à natureza;

Considerando que a Constituição Federal e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, visam controlar o lançamento no meio ambiente de poluentes, proibindo o lançamento em níveis nocivos ou perigosos para os seres humanos e outras formas de vida; Considerando que o enquadramento expressa metas finais a serem alcançadas, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias, obrigatórias, visando a sua efetivação;

Considerando os termos da Convenção de Estocolmo, que trata dos Poluentes Orgânicos Persistentes-POPs, ratificada pelo Decreto Legislativo nº 204, de 7 de maio de 2004; Considerando ser a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por condições e padrões específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes;

Considerando que o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade;

Considerando que a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas;

Considerando a necessidade de se criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação às classes estabelecidas no enquadramento, de forma a facilitar a fixação e controle de metas visando atingir gradativamente os objetivos propostos; Considerando a necessidade de se reformular a classificação existente, para melhor distribuir os usos das águas, melhor especificar as condições e padrões de qualidade requeridos, sem prejuízo de posterior aperfeiçoamento;

e Considerando que o controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida, levando em conta os usos prioritários e classes de qualidade ambiental exigidos para um determinado corpo de água; resolve:

Art. 1º Esta Resolução dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

CAPÍTULO I DAS DEFINIÇÕES

Art. 2º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;

II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰;

III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰;

IV - ambiente lântico: ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado;

V - ambiente lótico: ambiente relativo a águas continentais moventes;

VI - aquicultura: o cultivo ou a criação de organismos cujo ciclo de vida, em condições naturais, ocorre total ou parcialmente em meio aquático;

VII - carga poluidora: quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por tempo;

VIII - cianobactérias: microorganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis) capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos a saúde;

IX - classe de qualidade: conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros;

X - classificação: qualificação das águas doces, salobras e salinas em função dos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade) atuais e futuros;

XI - coliformes termotolerantes: bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidasenegativas, caracterizadas pela atividade da enzima -galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44 - 45C, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal;

XII - condição de qualidade: qualidade apresentada por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada, frente às Classes de Qualidade;

XIII - condições de lançamento: condições e padrões de emissão adotados para o controle de lançamentos de efluentes no corpo receptor;

XIV - controle de qualidade da água: conjunto de medidas operacionais que visa avaliar a melhoria e a conservação da qualidade da água estabelecida para o corpo de água;

XV - corpo receptor: corpo hídrico superficial que recebe o lançamento de um efluente;

XVI - desinfecção: remoção ou inativação de organismos potencialmente patogênicos;

XVII - efeito tóxico agudo: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos, usualmente letalidade ou alguma outra manifestação que a antecede, em um curto período de exposição;

XVIII - efeito tóxico crônico: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos que afetam uma ou várias funções biológicas dos organismos, tais como a reprodução, o crescimento e o comportamento, em um período de exposição que pode abranger a totalidade de seu ciclo de vida ou parte dele;

XIX - efetivação do enquadramento: alcance da meta final do enquadramento;

XX - enquadramento: estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo;

XXI - ensaios ecotoxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos aquáticos;

XXII - ensaios toxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos visando avaliar o potencial de risco à saúde humana;

XXIII - escherichia coli (E.Coli): bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae caracterizada pela atividade da enzima - glicuronidase. Produz indol a partir do aminoácido triptofano. É a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde

ocorre em densidades elevadas; XXIV - metas: é o desdobramento do objeto em realizações físicas e atividades de gestão, de acordo com unidades de medida e cronograma preestabelecidos, de caráter obrigatório;

XXV - monitoramento: medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água;

XXVI - padrão: valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de qualidade de água ou efluente;

XXVII - parâmetro de qualidade da água: substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água;

XXVIII - pesca amadora: exploração de recursos pesqueiros com fins de lazer ou desporto; XXIX - programa para efetivação do enquadramento: conjunto de medidas ou ações progressivas e obrigatórias, necessárias ao atendimento das metas intermediárias e final de qualidade de água estabelecidas para o enquadramento do corpo hídrico;

XXX - recreação de contato primário: contato direto e prolongado com a água (tais como natação, mergulho, esqui-aquático) na qual a possibilidade do banhista ingerir água é elevada;

XXXI - recreação de contato secundário: refere-se àquela associada a atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir água é pequena, como na pesca e na navegação (tais como iatismo);

XXXII - tratamento avançado: técnicas de remoção e/ou inativação de constituintes refratários aos processos convencionais de tratamento, os quais podem conferir à água características, tais como: cor, odor, sabor, atividade tóxica ou patogênica;

XXXIII - tratamento convencional: clarificação com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH;

XXXIV - tratamento simplificado: clarificação por meio de filtração e desinfecção e correção de pH quando necessário;

XXXV - tributário (ou curso de água afluente): corpo de água que flui para um rio maior ou para um lago ou reservatório;

XXXVI - vazão de referência: vazão do corpo hídrico utilizada como base para o processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação das instâncias do Sistema Nacional de Meio Ambiente-SISNAMA e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos-SINGRH;

XXXVII - virtualmente ausentes: que não é perceptível pela visão, olfato ou paladar; e

XXXVIII - zona de mistura: região do corpo receptor onde ocorre a diluição inicial de um efluente.

CAPÍTULO II

DA CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS DE ÁGUA

Art.3º As águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade. Parágrafo único. As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes.

Seção I

Das Águas Doces

Art. 4º As águas doces são classificadas em:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;
- e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;

- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aqüicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

Seção II Das Águas Salinas

Art. 5º As águas salinas são assim classificadas:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- b) à proteção das comunidades aquáticas; e
- c) à aqüicultura e à atividade de pesca.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) à pesca amadora; e
- b) à recreação de contato secundário.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

Seção II

Das Águas Salobras

Art. 6º As águas salobras são assim classificadas:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e,
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à aquicultura e à atividade de pesca;
- d) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; e e) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) à pesca amadora; e
- b) à recreação de contato secundário.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e

b) à harmonia paisagística.

CAPÍTULO III

DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Seção I Das Disposições Gerais

Art. 7º Os padrões de qualidade das águas determinados nesta Resolução estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe. Parágrafo único. Eventuais interações entre substâncias, especificadas ou não nesta Resolução, não poderão conferir às águas características capazes de causar efeitos letais ou alteração de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida, bem como de restringir os usos preponderantes previstos, ressalvado o disposto no § 3º do art. 34, desta Resolução.

Art. 8º O conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionado para subsidiar a proposta de enquadramento deverá ser monitorado periodicamente pelo Poder Público. § 1º Também deverão ser monitorados os parâmetros para os quais haja suspeita da sua presença ou não conformidade. § 2º Os resultados do monitoramento deverão ser analisados estatisticamente e as incertezas de medição consideradas. § 3º A qualidade dos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores biológicos, quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas. § 4º As possíveis interações entre as substâncias e a presença de contaminantes não listados nesta Resolução, passíveis de causar danos aos seres vivos, deverão ser investigadas utilizando-se ensaios ecotoxicológicos, toxicológicos, ou outros métodos cientificamente reconhecidos. § 5º Na hipótese dos estudos referidos no parágrafo anterior tornarem-se necessários em decorrência da atuação de empreendedores identificados, as despesas da investigação correrão as suas expensas. § 6º Para corpos de água salobras continentais, onde a salinidade não se dê por influência direta marinha, os valores dos grupos químicos de nitrogênio e fósforo serão os estabelecidos nas classes correspondentes de água doce.

Art. 9º A análise e avaliação dos valores dos parâmetros de qualidade de água de que trata esta Resolução serão realizadas pelo Poder Público, podendo ser utilizado laboratório próprio, conveniado ou contratado, que deverá adotar os procedimentos de controle de qualidade analítica necessários ao atendimento das condições exigíveis. § 1º Os laboratórios dos órgãos competentes deverão estruturar-se para atenderem ao disposto nesta Resolução. § 2º Nos casos onde a metodologia analítica disponível for insuficiente para quantificar as concentrações dessas substâncias nas águas, os sedimentos e/ou biota aquática poderão ser investigados quanto à presença eventual dessas substâncias.

Art. 10. Os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência. § 1º Os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), estabelecidos para as águas doces de classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido (OD) previstas não serão desobedecidas, nas condições de vazão de referência, com exceção da zona de mistura. § 2º Os valores máximos admissíveis dos parâmetros relativos às formas químicas de nitrogênio e fósforo, nas condições de vazão de referência, poderão ser alterados em decorrência de condições naturais, ou quando estudos ambientais específicos, que considerem também a poluição difusa, comprovem que esses novos limites não acarretarão prejuízos para os usos previstos no enquadramento do corpo de água. § 3º Para águas doces de classes 1 e 2, quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente, o valor de nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lênticos e 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência. § 4º O disposto nos §§ 2º e 3º não se aplica às baías de águas salinas ou salobras, ou outros corpos de água em que não seja aplicável a vazão de referência, para os quais deverão ser elaborados estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico.

Art. 11. O Poder Público poderá, a qualquer momento, acrescentar outras condições e padrões de qualidade, para um determinado corpo de água, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica.

Art. 12. O Poder Público poderá estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência.

Art. 13. Nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água. Seção II Das Águas Doces

Art. 14. As águas doces de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões: I - condições de qualidade de água:

- a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.
- b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;
- e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;
- f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;
- g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução

CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

- h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O₂;
- i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂;
- j) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);
- l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e
- m) pH: 6,0 a 9,0.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA I - CLASSE 1 - ÁGUAS DOCES	
PADRÕES	
PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO
Clorofila a	10 µg/L
Densidade de cianobactérias	20.000 cel/mL ou 2 mm ³ /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Antimônio	0,005mg/L Sb
Arsênio total	0,01 mg/L As

Bário total	0,7 mg/L Ba
Berílio total	0,04 mg/L Be
Boro total	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,001 mg/L Cd
Chumbo total	0,01mg/L Pb
Cianeto livre	0,005 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobalto total	0,05 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,009 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total (ambiente lêntico)	0,020 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico)	0,025 mg/L P

Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,1 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	3,7mg/L N, para pH \leq 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH \leq 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH \leq 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0,01 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO ₄
Sulfeto (H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	0,18 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	Valor máximo
Acrilamida	0,5 µg/L
Alacloro	20 µg/L
Aldrin + Dieldrin	0,005 µg/L
Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzidina	0,001 µg/L

Benzo (a) antraceno	0,05 µg/L
Benzo (a) pireno	0,05 µg/L
Benzo(b) fluoranteno	0,05 µg/L
Benzo(k) fluoranteno	0,05 µg/L
Carbaril	0,02 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,04 µg/L
2-Clorofenol	0,1 µg/L
Criseno	0,05 µg/L
2,4-D	4,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dibenzo (a,h) antraceno	0,05 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	0,003 mg/L
2,4-Diclorofenol	0,3 µg/L
Diclorometano	0,02 mg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,002 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (a + b + sulfato)	0,056 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Estireno	0,02 mg/L

Etilbenzeno	90,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C6H5OH
Glifosato	65 µg/L
Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,0065 µg/L
Indeno (1,2,3-cd) pireno	0,05 µg/L
Lindano (g-HCH)	0,02 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metolacloro	10 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Paration	0,04 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Simazina	2,0 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	0,002 mg/L
Tetracloroeteno	0,01 mg/L
Tolueno	2,0 µg/L
Toxafeno	0,01 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L

Tributilestanho	0,063 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	0,02 mg/L
Tricloroeteno	0,03 mg/L
2, 4, 6 - Triclorofenol	0,01 mg/L
Trifluralina	0,2 µg/L
Xileno	300 µg/L

III - Nas águas doces onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

TABELA II - CLASSE 1 - ÁGUAS DOCES

PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Arsênio total	0,14 µg/L As
PARÂMETROS ORGÂNICOS	Valor máximo
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo (a) antraceno	0,018 µg/L
Benzo (a) pireno	0,018 µg/L
Benzo(b) fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo (k) fluoranteno	0,018 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo (a,h) antraceno	0,018 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno (1,2,3-cd) pireno	0,018 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
Tetracloroeto de carbono	1,6 µg/L
Tetracloroeteno	3,3 µg/L
Toxafeno	0,00028 µg/L
2,4,6-triclorofenol	2,4 µg/L

Art. 15°. Aplicam-se às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1 previstos no artigo anterior, à exceção do seguinte:

I - não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

II - coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

III - cor verdadeira: até 75 mg Pt/L;

IV - turbidez: até 100 UNT;

V - DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O₂;

VI - OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O₂;

VII - clorofila a: até 30 µg/L;

VIII - densidade de cianobactérias: até 50000 cel/mL ou 5 mm³/L; e,

IX - fósforo total:

- a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e,
- b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

Art. 16°. As águas doces de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

- a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;
- b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;
- d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;
- e) não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;
- f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;
- g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para dessedentação de animais criados

confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

- h) cianobactérias para dessedentação de animais: os valores de densidade de cianobactérias não deverão exceder 50.000 cel/ml, ou 5mm³/L;
- i) DBO 5 dias a 20°C até 10 mg/L O₂;
- j) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O₂;
- l) turbidez até 100 UNT;
- m) cor verdadeira: até 75 mg Pt/L; e,
- n) pH: 6,0 a 9,0.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA III - CLASSE 3 - ÁGUAS DOCES	
PADRÕES	
PARÂMETROS	Valor MÁXIMO
Clorofila a	60 µg/L
Densidade de cianobactérias	100.000 cel/mL ou 10 mm ³ /L
Sólidos dissolvidos totais	500 mg/L
PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Alumínio dissolvido	0,2 mg/L Al
Arsênio total	0,033 mg/L As
Bário total	1,0 mg/L Ba
Berílio total	0,1 mg/L Be
Boro total	0,75 mg/L B
Cádmio total	0,01 mg/L Cd
Chumbo total	0,033 mg/L Pb
Cianeto livre	0,022 mg/L CN
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cobalto total	0,2 mg/L Co
Cobre dissolvido	0,013 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	5,0 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F

Fósforo total (ambiente lântico)	0,05 mg/L P
Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente	0,075 mg/L P

lântico)	
Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,15 mg/L P
Lítio total	2,5 mg/L Li
Manganês total	0,5 mg/L Mn
Mercúrio total	0,002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	13,3 mg/L N, para pH £ 7,5 5,6 mg/L N, para 7,5 < pH £ 8,0 2,2 mg/L N, para 8,0 < pH £ 8,5 1,0 mg/L N, para pH > 8,5
Prata total	0,05 mg/L Ag
Selênio total	0,05 mg/L Se
Sulfato total	250 mg/L SO ₄
Sulfeto (como H ₂ S não dissociado)	0,3 mg/L S
Urânio total	0,02 mg/L U
Vanádio total	0,1 mg/L V
Zinco total	5 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	Valor máximo
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L

Atrazina	2 µg/L
Benzeno	0,005 mg/L
Benzo (a)pireno	0,7 µg/L
Carbaril	70,0 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,3 µg/L
2,4-D	30,0 µg/L
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'- DDD)	1,0 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	14,0 µg/L
1,2-Dicloroetano	0,01 mg/L
1,1-Dicloroetano	30 µg/L
Dodecacloro Pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (a + b + sulfato)	0,22 µg/L
Endrin	0,2 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,01 mg/L C ₆ H ₅ OH
Glifosato	280 µg/L
Gution	0,005 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,03 µg/L

Lindano (g-HCH)	2,0 µg/L
Malation	100,0 µg/L
Metoxicloro	20,0 µg/L
Paration	35,0 µg/L
PCBs - Bifenilas policloradas	0,001 µg/L
Pentaclorofenol	0,009 mg/L
Substâncias tenso-ativas que reagem com o azul de metileno	0,5 mg/L LAS
2,4,5-T	2,0 µg/L
Tetracloro de carbono	0,003 mg/L

Tetracloroeteno	0,01 mg/L
Toxafeno	0,21 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	2,0 µg/L TBT
Tricloroeteno	0,03 mg/L
2 , 4 , 6 - Triclorofenol	0,01 mg/L

SEÇÃO III

Das Águas Salinas

Art. 18°. As águas salinas de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização

de ensaioecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) materiais flutuantes virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes;

e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA n° 274, de 2000. Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em

substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

- h) carbono orgânico total até 3 mg/L, como C;
- i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂; e
- j) pH: 6,5 a 8,5, não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidade.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA IV - CLASSE 1 - ÁGUAS SALINAS	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Alumínio dissolvido	1,5 mg/L Al
Arsênio total	0,01 mg/L As
Bário total	1,0 mg/L Ba
Berílio total	5,3 µg/L Be
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,005 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobre dissolvido	0,005 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F

Fósforo Total	0,062 mg/L P
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	0,40 mg/L N

Nitrito	0,07 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,031 mg/L P
Prata total	0,005 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfetos (H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S
Tálio total	0,1 mg/L Tl
Urânio Total	0,5 mg/L U
Zinco total	0,09 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	Valor máximo
Aldrin + Dieldrin	0,0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L
Carbaril	0,32 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,004 µg/L
2,4-D	30,0 µg/L
DDT (p,p'-DDT+ p,p'-DDE + p,p'- DDD)	0,001 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endossulfan (a + b + sulfato)	0,01 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Etilbenzeno	25 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	60 µg/L C ₆ H ₅ OH
Gution	0,01 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001 µg/L
Lindano (γ-HCH)	0,004 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L

Monoclorobenzeno	25 µg/L
Pentaclorofenol	7,9 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,03 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,2 mg/L LAS
2,4,5-T	10,0 µg/L
Tolueno	215 µg/L
Toxafeno	0,0002 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,01 µg/L TBT

Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4 - TCB)	80 µg/L
Tricloroeteno	30,0 µg/L

TABELA V - CLASSE 1 - ÁGUAS SALINAS	
PADRÕES para CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA pesca ou cultivo de organismos para fins de consumo intensivo	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Arsênio total	0,14 µg/L As
PARÂMETROS ORGÂNICOS	Valor máximo
Benzeno	51 µg/L
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo (a) antraceno	0,018 µg/L
Benzo (a) pireno	0,018 µg/L
Benzo(b) fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k) fluoranteno	0,018 µg/L
2-Clorofenol	150 µg/L
2,4-Diclorofenol	290 µg/L

Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo (a,h) antraceno	0,018 µg/L
1,2-Dicloroetano	37 µg/L
1,1-Dicloroetano	3 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,000064 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
Tetracloroetano	3,3 µg/L
2 , 4 , 6 - Triclorofenol	2,4 µg/L

Art. 19º. Aplicam-se às águas salinas de classe 2 as condições e padrões de qualidade da classe 1, previstos no artigo anterior, à exceção dos seguintes:

I - condições de qualidade de água:

- a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;
- b) coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 2500 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliforme termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;
- c) carbono orgânico total: até 5,00 mg/L, como C; e
- d) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5,0 mg/L O₂.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA VI - CLASSE 2 - ÁGUAS SALINAS
PADRÕES

PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Arsênio total	0,069 mg/L As
Cádmio total	0,04 mg/L Cd
Chumbo total	0,21 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	19 µg/L Cl
Cobre dissolvido	7,8 µg/L Cu
Cromo total	1,1 mg/L Cr
Fósforo total	0,093 mg/L P
Mercúrio total	1,8 µg/L Hg
Níquel	74 µg/L Ni
Nitrato	0,70 mg/L N
Nitrito	0,20 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,70 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,0465 mg/L P
Selênio total	0,29 mg/L Se
Zinco total	0,12 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	Valor máximo
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,09 µg/L
DDT (p-p'DDT + p-p'DDE + pp'DDD)	0,13 µg/L
Endrin	0,037 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,053 µg/L
Lindano (g-HCH)	0,16 µg/L
Pentaclorofenol	13,0 µg/L
Toxafeno	0,210 µg/L
Tributilestanho	0,37 µg/L TBT

Art. 20°. As águas salinas de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

I - materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

II - óleos e graxas: toleram-se iridescências;

III - substâncias que produzem odor e turbidez: virtualmente ausentes;

IV - corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

V - resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

VI - coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

VII - carbono orgânico total: até 10 mg/L, como C;

VIII - OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/ L O₂; e

IX - pH: 6,5 a 8,5 não devendo haver uma mudança do pH natural maior do que 0,2 unidades.

SEÇÃO IV

Das Águas Salobras

Art. 21°. As águas salobras de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) carbono orgânico total: até 3 mg/L, como C;

c) OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/ L O₂;

d) pH: 6,5 a 8,5;

e) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

f) materiais flutuantes: virtualmente ausentes;

- g) substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;
- h) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes; e

i) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para o cultivo de moluscos bivalves destinados à alimentação humana, a média geométrica da densidade de coliformes termotolerantes, de um mínimo de 15 amostras coletadas no mesmo local, não deverá exceder 43 por 100 mililitros, e o percentil 90% não deverá ultrapassar 88 coliformes termotolerantes por 100 mililitros. Esses índices deverão ser mantidos em monitoramento anual com um mínimo de 5 amostras. Para a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, bem como para a irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto, não deverá ser excedido o valor de 200 coliformes termotolerantes por 100mL. Para os demais usos não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA VII - Classe 1 - ÁGUAS SALOBRAS	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Alumínio dissolvido	0,1 mg/L Al
Arsênio total	0,01 mg/L As
Berílio total	5,3 µg/L Be
Boro	0,5 mg/L B
Cádmio total	0,005 mg/L Cd
Chumbo total	0,01 mg/L Pb
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	0,01 mg/L Cl
Cobre dissolvido	0,005 mg/L Cu
Cromo total	0,05 mg/L Cr

Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Fluoreto total	1,4 mg/L F
Fósforo total	0,124 mg/L P
Manganês total	0,1 mg/L Mn
Mercúrio total	0,0002 mg/L Hg
Níquel total	0,025 mg/L Ni
Nitrato	0,40 mg/L N
Nitrito	0,07 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,40 mg/L N
Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo hidrolisável total e fósforo ácido)	0,062 mg/L P

reativo total)	
Prata total	0,005 mg/L Ag
Selênio total	0,01 mg/L Se
Sulfetos (como H ₂ S não dissociado)	0,002 mg/L S
Zinco total	0,09 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	Valor máximo
Aldrin + dieldrin	0,0019 µg/L
Benzeno	700 µg/L
Carbaril	0,32 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,004 µg/L
2,4-D	10,0 µg/L
DDT (p,p'DDT+ p,p'DDE + p,p'DDD)	0,001 µg/L
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1 µg/L
Dodecacloro pentaciclodecano	0,001 µg/L
Endrin	0,004 µg/L
Endossulfan (a + b + sulfato)	0,01 µg/L

Etilbenzeno	25,0 µg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003 mg/L C6H5OH
Gution	0,01 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,001 µg/L
Lindano (g-HCH)	0,004 µg/L
Malation	0,1 µg/L
Metoxicloro	0,03 µg/L
Monoclorobenzeno	25 µg/L
Paration	0,04 µg/L
Pentaclorofenol	7,9 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,03 µg/L
Substâncias tensoativas que reagem com azul de metileno	0,2 LAS
2,4,5-T	10,0 µg/L
Tolueno	215 µg/L
Toxafeno	0,0002 µg/L
2,4,5-TP	10,0 µg/L
Tributilestanho	0,010 µg/L TBT
Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4 - TCB)	80,0 µg/L

III - Nas águas salobras onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

TABELA VIII - Classe 1 - ÁGUAS SALOBRAS	
PADRÕES para CORPOS DE ÁGUA onde organismos para fins de consumo intensivo	OND HAJ pesc o cultiv d E A a u o e
PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Arsênio total	0,14 µg/L As

PARÂMETROS ORGÂNICOS	Valor máximo
Benzeno	51 µg/L
Benzidina	0,0002 µg/L
Benzo (a) antraceno	0,018 µg/L
Benzo (a) pireno	0,018 µg/L
Benzo(b) fluoranteno	0,018 µg/L
Benzo(k) fluoranteno	0,018 µg/L
2-Clorofenol	150 µg/L
Criseno	0,018 µg/L
Dibenzo (a,h) antraceno	0,018 µg/L
2,4-Diclorofenol	290 µg/L
1,1-Dicloroetano	3,0 µg/L
1,2-Dicloroetano	37,0 µg/L
3,3-Diclorobenzidina	0,028 µg/L
Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,000039 µg/L
Hexaclorobenzeno	0,00029 µg/L
Indeno (1,2,3-cd)pireno	0,018 µg/L
Pentaclorofenol	3,0 µg/L
PCBs - Bifenilas Policloradas	0,000064 µg/L
Tetracloroetano	3,3 µg/L
Tricloroetano	30 µg/L
2 , 4 , 6 - Triclorofenol	2,4 µg/L

Art. 22°. Aplicam-se às águas salobras de classe 2 as condições e padrões de qualidade da classe 1, previstos no artigo anterior, à exceção dos seguintes:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por

instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

- b) carbono orgânico total: até 5,00 mg/L, como C;
- c) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O₂; e
- d) coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 2500 por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA IX - CLASSE 2 - ÁGUAS SALOBRAS PADRÕES

TABELA IX - CLASSE 2 - ÁGUAS SALOBRAS	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Arsênio total	0,069 mg/L As
Cádmio total	0,04 mg/L Cd
Chumbo total	0,210 mg/L Pb
Cromo total	1,1 mg/L Cr
Cianeto livre	0,001 mg/L CN
Cloro residual total (combinado + livre)	19,0 µg/L Cl
Cobre dissolvido	7,8 µg/L Cu
Fósforo total	0,186 mg/L P
Mercúrio total	1,8 µg/L Hg
Níquel total	74,0 µg/L Ni
Nitrato	0,70 mg/L N
Nitrito	0,20 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	0,70 mg/L N

Polifosfatos (determinado pela diferença entre fósforo ácido hidrolisável total e fósforo reativo total)	0,093 mg/L P
Selênio total	0,29 mg/L Se
Zinco total	0,12 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	Valor máximo
Aldrin + Dieldrin	0,03 µg/L
Clordano (cis + trans)	0,09 µg/L
DDT (p-p'DDT + p-p'DDE + pp'DDD)	0,13 µg/L
Endrin	0,037 µg/L
Heptacloro epóxido+ Heptacloro	0,053 µg/L
Lindano (g-HCH)	0,160 µg/L
Pentaclorofenol	13,0 µg/L
Toxafeno	0,210 µg/L
Tributilestanho	0,37 µg/L TBT

Art. 23º. As águas salobras de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

I - pH: 5 a 9;

II - OD, em qualquer amostra, não inferior a 3 mg/L O₂;

III - óleos e graxas: toleram-se iridescências;

IV - materiais flutuantes: virtualmente ausentes;

V - substâncias que produzem cor, odor e turbidez: virtualmente ausentes;

VI - substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;

VII - coliformes termotolerantes: não deverá ser excedido um limite de 4.000 coliformes termotolerantes por 100 mL em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada e substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente; e

VIII - carbono orgânico total até 10,0 mg/L, como C.

CAPÍTULO IV

DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES

Art. 24°. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água, após o devido tratamento e desde que obedecem às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, a qualquer momento:

I - acrescentar outras condições e padrões, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica; e

II - exigir a melhor tecnologia disponível para o tratamento dos efluentes, compatível com as condições do respectivo curso de água superficial, mediante fundamentação técnica.

Art. 25°. É vedado o lançamento e a autorização de lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões estabelecidos nesta Resolução.

Parágrafo único. O órgão ambiental competente poderá, excepcionalmente, autorizar o lançamento de efluente acima das condições e padrões estabelecidos no art. 34, desta Resolução, desde que observados os seguintes requisitos:

I - comprovação de relevante interesse público, devidamente motivado;

II - atendimento ao enquadramento e às metas intermediárias e finais, progressivas e obrigatórias;

III - realização de Estudo de Impacto Ambiental-EIA, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento;

IV - estabelecimento de tratamento e exigências para este lançamento; e

V - fixação de prazo máximo para o lançamento excepcional.

Art. 26°. Os órgãos ambientais federal, estaduais e municipais, no âmbito de sua competência, deverão, por meio de norma específica ou no licenciamento da

atividade ou empreendimento, estabelecer a carga poluidora máxima para o lançamento de substâncias passíveis de estarem presentes ou serem formadas

nos processos produtivos, listadas ou não no art. 34, desta Resolução, de modo a não comprometer as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, estabelecidas pelo enquadramento para o corpo de água.

§ 1º No caso de empreendimento de significativo impacto, o órgão ambiental competente exigirá, nos processos de licenciamento ou de sua renovação, a apresentação de estudo de capacidade de suporte de carga do corpo de água receptor.

§ 2º O estudo de capacidade de suporte deve considerar, no mínimo, a diferença entre os padrões estabelecidos pela classe e as concentrações existentes no trecho desde a montante, estimando a concentração após a zona de mistura.

§ 3º Sob pena de nulidade da licença expedida, o empreendedor, no processo de licenciamento, informará ao órgão ambiental as substâncias, entre aquelas previstas nesta Resolução para padrões de qualidade de água, que poderão estar contidas no seu efluente.

§ 4º O disposto no § 1º aplica-se também às substâncias não contempladas nesta Resolução, exceto se o empreendedor não tinha condições de saber de sua existência nos seus efluentes.

Art. 27º. É vedado, nos efluentes, o lançamento dos Poluentes Orgânicos Persistentes-POPs mencionados na Convenção de Estocolmo, ratificada pelo Decreto Legislativo no 204, de 7 de maio de 2004.

Parágrafo único. Nos processos onde possa ocorrer a formação de dioxinas e furanos deverá ser utilizada a melhor tecnologia disponível para a sua redução, até a completa eliminação.

Art. 28º. Os efluentes não poderão conferir ao corpo de água características em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final, do seu enquadramento.

§ 1º As metas obrigatórias serão estabelecidas mediante parâmetros.

§ 2º Para os parâmetros não incluídos nas metas obrigatórias, os padrões de qualidade a serem obedecidos são os que constam na classe na qual o corpo receptor estiver enquadrado.

§ 3º Na ausência de metas intermediárias progressivas obrigatórias, devem ser obedecidos os padrões de qualidade da classe em que o corpo receptor estiver enquadrado.

Art. 29º. A disposição de efluentes no solo, mesmo tratados, não poderá causar poluição ou contaminação das águas.

Art. 30º. No controle das condições de lançamento, é vedada, para fins de diluição antes do seu lançamento, a mistura de efluentes com águas de melhor qualidade, tais como as águas de abastecimento, do mar e de sistemas abertos de refrigeração sem recirculação.

Art. 31º. Na hipótese de fonte de poluição geradora de diferentes efluentes ou lançamentos individualizados, os limites constantes desta Resolução aplicar-se-ão a cada um deles ou ao conjunto após a mistura, a critério do órgão ambiental competente.

Art. 32º. Nas águas de classe especial é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes poluentes, mesmo que tratados.

§ 1º Nas demais classes de água, o lançamento de efluentes deverá, simultaneamente:

I - atender às condições e padrões de lançamento de efluentes;

II - não ocasionar a ultrapassagem das condições e padrões de qualidade de água, estabelecidos para as respectivas classes, nas condições da vazão de referência; e

III - atender a outras exigências aplicáveis.

§ 2º No corpo de água em processo de recuperação, o lançamento de efluentes observará as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final.

Art. 33º. Na zona de mistura de efluentes, o órgão ambiental competente poderá autorizar, levando em conta o tipo de substância, valores em desacordo com os estabelecidos para a respectiva classe de enquadramento, desde que não comprometam os usos previstos para o corpo de água.

Parágrafo único. A extensão e as concentrações de substâncias na zona de mistura deverão ser objeto de estudo, nos termos determinados pelo órgão ambiental competente, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento.

Art. 34º. Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos de água desde que obedeçam as condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis:

§ 1º O efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de toxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

§ 2º Os critérios de toxicidade previstos no § 1º devem se basear em resultados de ensaios ecotoxicológicos padronizados, utilizando organismos aquáticos, e realizados no efluente.

§ 3º Nos corpos de água em que as condições e padrões de qualidade previstos nesta Resolução não incluam restrições de toxicidade a organismos aquáticos, não se aplicam os parágrafos anteriores.

§ 4º Condições de lançamento de efluentes:

I - pH entre 5 a 9;

II - temperatura: inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C na zona de mistura;

III - materiais sedimentáveis: até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;

IV - regime de lançamento com vazão máxima de até 1,5 vezes a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;

V - óleos e graxas:

1 - óleos minerais: até 20mg/L;

2- óleos vegetais e gorduras animais: até 50mg/L; e VI - ausência de materiais flutuantes.

§ 5º Padrões de lançamento de efluentes:

TABELA X - LANÇAMENTO DE EFLUENTES	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	Valor máximo
Arsênio total	0,5 mg/L As
Bário total	5,0 mg/L Ba
Boro total	5,0 mg/L B
Cádmio total	0,2 mg/L Cd
Chumbo total	0,5 mg/L Pb
Cianeto total	0,2 mg/L CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/L Cu
Cromo total	0,5 mg/L Cr
Estanho total	4,0 mg/L Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/L Fé
Fluoreto total	10,0 mg/L F
Manganês dissolvido	1,0 mg/L Mn
Mercúrio total	0,01 mg/L Hg

Níquel total	2,0 mg/L Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L
Prata total	0,1 mg/L Ag
Selênio total	0,30 mg/L Se
Sulfeto	1,0 mg/L S
Zinco total	5,0 mg/L Zn
PARÂMETROS ORGÂNICOS	Valor máximo
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroetano	1,0 mg/L
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5 mg/L C ₆ H ₅ OH
Tetracloroeto de Carbono	1,0 mg/L
Tricloroetano	1,0 mg/L

Art. 35°. Sem prejuízo do disposto no inciso I, do § 1º do art. 24º, desta Resolução, o órgão ambiental competente poderá, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência, estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário, aos lançamentos de efluentes que possam, dentre outras conseqüências:

- I - acarretar efeitos tóxicos agudos em organismos aquáticos; ou
- II - inviabilizar o abastecimento das populações.

Art. 36°. Além dos requisitos previstos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis, os efluentes provenientes de serviços de saúde e estabelecimentos nos quais haja despejos infectados com microorganismos patogênicos, só poderão ser lançados após tratamento especial.

Art. 37°. Para o lançamento de efluentes tratados no leito seco de corpos de água intermitentes, o órgão ambiental competente definirá, ouvido o órgão gestor de recursos hídricos, condições especiais.

CAPÍTULO V

DIRETRIZES AMBIENTAIS PARA O ENQUADRAMENTO

Art. 38°. O enquadramento dos corpos de água dar-se-á de acordo com as normas e procedimentos definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos- CNRH e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.

§ 1° O enquadramento do corpo hídrico será definido pelos usos preponderantes mais restritivos da água, atuais ou pretendidos.

§ 2° Nas bacias hidrográficas em que a condição de qualidade dos corpos de água esteja em desacordo com os usos preponderantes pretendidos, deverão ser estabelecidas metas obrigatórias, intermediárias e final, de melhoria da qualidade da água para efetivação dos respectivos enquadramentos, excetuados nos parâmetros que excedam aos limites devido às condições naturais.

§ 3° As ações de gestão referentes ao uso dos recursos hídricos, tais como a outorga e cobrança pelo uso da água, ou referentes à gestão ambiental, como o licenciamento, termos de ajustamento de conduta e o controle da poluição, deverão basear-se nas metas progressivas intermediárias e final aprovadas pelo órgão competente para a respectiva bacia hidrográfica ou corpo hídrico específico.

§ 4° As metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, deverão ser atingidas em regime de vazão de referência, excetuados os casos de baías de águas salinas ou salobras, ou outros corpos hídricos onde não seja aplicável a vazão de referência, para os quais deverão ser elaborados estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico.

§ 5° Em corpos de água intermitentes ou com regime de vazão que apresente diferença sazonal significativa, as metas progressivas obrigatórias poderão variar ao longo do ano.

§ 6º Em corpos de água utilizados por populações para seu abastecimento, o enquadramento e o licenciamento ambiental de atividades a montante preservarão, obrigatoriamente, as condições de consumo.

CAPÍTULO VI DISPOSIÇÕES FINAIS E TRANSITÓRIAS

Art. 39º. Cabe aos órgãos ambientais competentes, quando necessário, definir os valores dos poluentes considerados virtualmente ausentes.

Art. 40º. No caso de abastecimento para consumo humano, sem prejuízo do disposto nesta Resolução, deverão ser observadas, as normas específicas sobre qualidade da água e padrões de portabilidade.

Art. 41º. Os métodos de coleta e de análises de águas são os especificados em normas técnicas cientificamente reconhecidas.

Art. 42º. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

Art. 43º. Os empreendimentos e demais atividades poluidoras que, na data da publicação desta Resolução, tiverem Licença de Instalação ou de Operação, expedida e não impugnada, poderão a critério do órgão ambiental competente, ter

prazo de até três anos, contados a partir de sua vigência, para se adequarem às condições e padrões novos ou mais rigorosos previstos nesta Resolução.

§ 1º O empreendedor apresentará ao órgão ambiental competente o cronograma das medidas necessárias ao cumprimento do disposto no caput deste artigo.

§ 2º O prazo previsto no caput deste artigo poderá, excepcional e tecnicamente motivado, ser prorrogado por até dois anos, por meio de Termo de Ajustamento de Conduta, ao qual se dará publicidade, enviando-se cópia ao Ministério Público.

§ 3º As instalações de tratamento existentes deverão ser mantidas em operação com a capacidade, condições de funcionamento e demais características para as quais foram aprovadas, até que se cumpram as disposições desta Resolução.

§ 4º O descarte contínuo de água de processo ou de produção em plataformas marítimas de petróleo será objeto de resolução específica, a ser publicada no prazo máximo de um ano, a contar da data de publicação desta Resolução, ressalvado o padrão de lançamento de óleos e graxas a ser o definido nos termos do art. 34, desta Resolução, até a edição de resolução específica.

Art. 44º. O CONAMA, no prazo máximo de um ano, complementarará, onde couber, condições e padrões de lançamento de efluentes previstos nesta Resolução.

Art. 45º. O não cumprimento ao disposto nesta Resolução acarretará aos infratores as sanções previstas pela legislação vigente.

§ 1º Os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, no âmbito de suas respectivas competências, fiscalizarão o cumprimento desta Resolução, bem como quando pertinente, a aplicação das específicas, sem prejuízo do sancionamento penal e da responsabilidade civil objetiva do poluidor.

§ 2º As exigências e deveres previstos nesta Resolução caracterizam obrigação de relevante interesse ambiental.

Art. 46º. O responsável por fontes potencial ou efetivamente poluidoras das águas deve apresentar ao órgão ambiental competente, até o dia 31 de março de cada ano, declaração de carga poluidora, referente ao ano civil anterior, subscrita pelo administrador principal da empresa e pelo responsável técnico devidamente habilitado, acompanhada da respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica.

§ 1º A declaração referida no caput deste artigo conterá, entre outros dados, a caracterização qualitativa e quantitativa de seus efluentes, baseada em amostragem

representativa dos mesmos, o estado de manutenção dos equipamentos e dispositivos de controle da poluição.

§ 2º O órgão ambiental competente poderá estabelecer critérios e formas para apresentação da declaração mencionada no caput deste artigo, inclusive, dispensando-a se for o caso para empreendimentos de menor potencial poluidor.

Art. 47º. Equiparam-se a perito, os responsáveis técnicos que elaborem estudos e pareceres apresentados aos órgãos ambientais.

Art. 48º. O não cumprimento ao disposto nesta Resolução sujeitará os infratores, entre outras, às sanções previstas na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e respectiva regulamentação.

Art. 49º. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 50º Revoga-se a Resolução CONAMA nº020, de 18 de junho de 1986.

MARINA SILVA

Presidente do Conselho

DOU 18/03/2005

RETIFICAÇÕES

Dos seguintes itens constantes da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, publicada no Diário Oficial da União de 18 de março de 2005, Seção 1, páginas 58 a 63:

No inciso XI do art. 2º onde se lê: “enzima?-galactosidase”, leia-se:

“enzima β -galactosidase”; e onde se lê: “44?(interrogação) -45? C” leia-se “44º - 45º C”.

No inciso XXIII do art. 2º onde se lê: “enzima?-glicuronidase” leia-se: “enzima β -glicuronidase”.

Na TABELA I - CLASSE 1 - ÁGUAS DOCES onde se lê:

Em PADRÕES “Nitrogênio amoniacal total”, e em VALOR MÁXIMO “3,7 mg/L N, para pH \leq 7,5” leia-se: “3,7 mg/L N, para pH =7,5”;

Onde se lê: em PADRÕES “Nitrogênio amoniacal total”, e em VALOR MÁXIMO “2,0 mg/L N, para 7,5 < pH \leq 8,0” leia-se: “2,0 mg/L N, para 7,5 < pH =8,0”;

Onde se lê: em PADRÕES “Nitrogênio amoniacal total”, e em VALOR MÁXIMO “1,0 mg/L N, para 8 < pH \leq 8,5” leia-se: “1,0 mg/L N, para 8 < pH =8,5”;

Onde se lê: em PADRÕES “Endossulfan (a + b + sulfato)” leia-se: “Endossulfan (.+ β + sulfato)”;

e onde se lê: em PADRÕES “Lindano (g-HCH)” leia-se: “Lindano(ã - HCH)”.

No inciso VII do art. 15 onde se lê: “clorofila a: até 30 μ g/L;” leia-se: “clorofila a: até 30 μ g/L”. na TABELA III - CLASSE 3 - ÁGUAS DOCES onde se lê:

Em PADRÕES “Nitrogênio amoniacal total”, e em VALOR MÁXIMO “13,3 mg/L N, para pH \leq 7,5” leia-se: “13,3 mg/L N, para pH =7,5”;

Onde se lê: em PADRÕES “Nitrogênio amoniacal total”, e em VALOR MÁXIMO “5,6 mg/L N, para 7,5 < pH \leq 8,0” leia-se: “5,6 mg/L N, para 7,5 < pH =8,0”;

Onde se lê: em PADRÕES “Nitrogênio amoniacal total”, e em VALOR MÁXIMO “2,2 mg/L N, para 8 < pH \leq 8,5” leia-se: “2,2 mg/L N, para 8 < pH =8,5”;

Onde se lê: em PADRÕES “Endossulfan (a + b + sulfato)” leia-se: “En-dossulfan(á + β + sulfato)”;

e onde se lê: em PADRÕES “Lindano(g-HCH)” leia-se: “Lindano(ã - HCH)”.

Na TABELA IV - CLASSE 1 - ÁGUAS SALINAS

Onde se lê: em PADRÕES “Endossulfan (a + b + sulfato)” leia-se: “Endos-sulfan(á + ß + sulfato)”; e

Onde se lê: em PADRÕES “Lindano (g-HCH)” leia-se: “Lindano (ã -HCH)”. Na TABELA VI - CLASSE 2 - ÁGUAS SALINAS

Onde se lê: em PADRÕES “Lindano (g-HCH)” leia-se: “Lindano (ã -HCH)”. Na TABELA VII - Classe 1 - ÁGUAS SALOBRAS

Onde se lê: em PADRÕES “Endossulfan (a + b + sulfato)” leia-se: “En-dossulfan (á + ß + sulfato)”; e

Onde se lê: em PADRÕES “Lindano (g-HCH)” leia-se: “Lindano (ã -HCH)”. Na TABELA IX - CLASSE 2 - ÁGUAS SALOBRAS

Onde se lê: em PADRÕES “Lindano (g-HCH)” leia-se: “Lindano (ã -HCH)”. Na TABELA X - LANÇAMENTO DE EFLUENTES

Onde se lê: em Valor Máximo “15,0mg/L Fé” leia-se: “15,0mg/L Fe”.