

Parecer Técnico sobre a Revisão da Resolução CONAMA 430, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA

Em atendimento à solicitação da Procuradora do Ministério Público Federal, Dra. Sandra Kishi, apresento, a seguir, as minhas sugestões de revisão da Resolução CONAMA 430, em que apresento, para cada tópico, a justificativa da necessidade da revisão e, em seguida, a sugestão de novo texto para o tópico.

Tópico 1: No Art. 22 está escrito: “O lançamento de esgotos sanitários por meio de emissários submarinos deve atender aos padrões da classe do corpo receptor, após o limite da zona de mistura e ao padrão de balneabilidade, de acordo com as normas e legislação vigentes”.

Cito a tese de Doutorado de Eduardo Lucas Subtil, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, intitulada: “Tratamento de águas residuárias utilizando emissários submarinos: avaliação do nível de tratamento para a sua disposição oceânica ambientalmente segura”, além de outros estudos, que aborda o tema, cujo link está a seguir.

chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-12062013-170031/publico/Tese_Subtil_EduardoLucas.pdf

Considerando que uma definição inadequada da zona de mistura no lançamento de esgotos em emissários submarinos pode levar à poluição marinha, proponho que o texto referencie à utilização da norma americana, da “US Environmental Protection Agency (gov)”, no Programa “US National Pollutant discharge Elimination System – NPDES” para a definição da referida zona de mistura. A utilização por lei de uma legislação mais detalhada e rigorosa sobre o tema é fundamental, para evitar riscos de contaminação águas marinhas. Pesquisadores da FIOCRUZ identificaram contaminação por Arsênio em cações nas águas marinhas do Rio de Janeiro, onde existem os emissários submarinos de Ipanema e da Barra da Tijuca, como mostra o link sobre esse assunto a seguir. Parte desses esgotos lançados nesses emissários submarinos são decorrentes da coleta de esgotos em galerias de águas pluviais e rios (coleta de tempo seco), podendo ter outros contaminantes

além dos esgotos sanitários, e que podem estar sendo descartados no mar sem o devido tratamento, com riscos de contaminação das águas marinhas.

<https://agencia.fiocruz.br/pesquisa-identifica-contaminacao-por-arsenio-em-cacao-no-rj>

Sugestão de novo texto para o Tópico 1: “O lançamento de esgotos sanitários por meio de emissários submarinos deve atender aos padrões da classe do corpo receptor, após o limite da zona de mistura e ao padrão de balneabilidade, sendo a zona de mistura definida de acordo com o Programa “US National Pollutant Discharge Elimination System – NPDES” da agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América”.

Tópico 2: Seção III, intitulada “**Das Condições e Padrões para Efluentes de Sistemas de Tratamento de Esgotos Sanitários**” (onde começa com o Art. 21)

Considerando que grande parte das Estações de Tratamento de Esgotos (ETE) sanitários, com a utilização de sistemas de coleta de esgotos de tempo seco, captando águas poluídas de galerias de águas pluviais e rios, onde há todo o tipo de poluição hídrica, sugiro incluir um item nessa Seção III, visando garantir a qualidade efetiva do tratamento dos esgotos, que defina que as especificações dos padrões para efluentes de tratamento de esgotos sanitários só será válida quando houver a totalidade dos esgotos chegando à ETE sendo coletada pelo Sistema Separador Absoluto. Quando isso não ocorrer, a ETE deverá utilizar os padrões para efluentes industriais em função da ocorrência dos diferentes parâmetros encontrados na qualidade dos esgotos brutos afluentes à ETE.

Sugestão de novo texto para o Tópico 2: Incluir um PARÁGRAFO ÚNICO no Art. 21, com o seguinte texto: “**As especificações dos padrões para efluentes de tratamento de esgotos sanitários só será válida quando houver a totalidade dos esgotos chegando à ETE sendo coletada pelo Sistema Separador Absoluto. Quando isso não ocorrer, como no caso da coleta de tempo seco de esgotos, a ETE deverá utilizar os padrões**

para efluentes (Seção II) em função da ocorrência dos diferentes parâmetros encontrados na qualidade dos esgotos brutos afluentes à ETE”.

Tópico 3: Art. 21. “Para o lançamento direto de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários deverão ser obedecidas as seguintes condições e padrões específicos:

I - Condições de lançamento de efluentes ...”

Considerando que os esgotos sanitários tratados não podem transmitir doenças à população, sugiro incluir nos padrões específicos para os esgotos tratados a obrigatoriedade da apresentação do parâmetro “Coliformes Termotolerantes”, que deve ser zero, caso ocorra a necessária desinfecção dos esgotos sanitários na fase final do tratamento na ETE.

Sugestão de novo texto para o Tópico 3: Art. 21. “Para o lançamento direto de efluentes oriundos de sistemas de tratamento de esgotos sanitários deverão ser obedecidas as seguintes condições e padrões específicos:

I - Condições de lançamento de efluentes

- .
- .
- .

g) Ausência de Coliformes Termotolerantes, a não ser quando a destinação final dos esgotos tratados é a disposição oceânica em emissários submarinos”.

Tópico 4: Art. 13. “Na zona de mistura serão admitidas concentrações de substâncias em desacordo com os padrões de qualidade estabelecidos para o corpo receptor, desde que não comprometam os usos previstos para o mesmo.

Parágrafo único. A extensão e as concentrações de substâncias na zona de mistura

deverão ser objeto de estudo, quando determinado pelo órgão ambiental competente, às expensas do empreendedor responsável pelo lançamento”.

Considerando que as coletas de amostras do rio, como corpo receptor dos esgotos tratados, têm de ser representativas da real situação sanitária de poluição do corpo hídrico, nas regiões fluviais que sofrem influência da maré, as coletas de amostras devem ser realizadas sempre próximo à situação de maré de baixa-mar. Nas situações de maré média e de preamar, as águas do mar penetram no rio e podem camuflar os valores de possível poluição de esgotos do corpo hídrico.

Sugestão de novo texto para o Tópico 4: Art. 13. “Na zona de mistura serão admitidas concentrações de substâncias em desacordo com os padrões de qualidade estabelecidos para o corpo receptor, desde que não comprometam os usos previstos para o mesmo. Nas regiões fluviais que sofrem influência da maré, as coletas de amostras devem ser realizadas sempre próximo à situação de maré de baixa-mar, visando dar representatividade à real situação sanitária de poluição do corpo hídrico.

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

Tópico 5: Art. 25. “As coletas de amostras e as análises de efluentes líquidos e em corpos hídricos devem ser realizadas de acordo com as normas específicas, sob responsabilidade de profissional legalmente habilitado”.

Considerando que as amostras pontuais de esgotos brutos e tratados representam a situação da qualidade da água residuária naquele momento da coleta, não há garantias de que em outro horário (por exemplo, no dia seguinte) a Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) esteja funcionando com eficiência. Desta forma, visando garantir um controle contínuo, ao longo do tempo, da qualidade dos esgotos brutos e tratados nas estações de tratamento de esgotos das concessionárias de saneamento, das indústrias e das estações

de tratamento de chorume, o monitoramento pontual dos esgotos brutos e tratados deve ser complementado por um monitoramento sensorizado, medindo-se pH e Condutividade Elétrica na entrada da ETE, e pH, Condutividade Elétrica e Turbidez na saída da ETE, com dados registrados a cada 15 minutos.

Sugestão de novo texto para o Tópico 5: Art. 25. “As coletas de amostras e as análises de efluentes líquidos e em corpos hídricos devem ser realizadas de acordo com as normas específicas, sob responsabilidade de profissional legalmente habilitado. As coletas de amostras de efluentes líquidos é feita, em geral, de forma pontual no tempo; visando garantir um controle contínuo, ao longo do tempo, da qualidade dos esgotos brutos e tratados nas estações de tratamento de esgotos das concessionárias de saneamento, das indústrias e das estações de tratamento de chorume, o monitoramento pontual dos esgotos brutos e tratados deve ser complementado por um monitoramento sensorizado, medindo-se pH e Condutividade Elétrica na entrada da ETE, e pH, Condutividade Elétrica e Turbidez na saída da ETE, com dados registrados a cada 15 minutos”

Tópico 6: Art. 21. “§ 1º As condições e padrões de lançamento relacionados na Seção II, art. 16, incisos I e II desta Resolução, poderão ser aplicáveis aos sistemas de tratamento de esgotos sanitários, a critério do órgão ambiental competente, em função das características locais, não sendo exigível o padrão de nitrogênio amoniacal total”.

Considerando que o Nitrogênio Amoniacal é um parâmetro relevante dos esgotos orgânicos, indicando poluição orgânica recente, devendo ser exigido sim como parâmetro a ser analisado nos esgotos tratados.

Sugestão de novo texto para o Tópico 6: Art. 21. “§ 1º As condições e padrões de lançamento relacionados na Seção II, art. 16, incisos I e II desta Resolução, poderão ser aplicáveis aos sistemas de tratamento de esgotos sanitários, a critério do órgão ambiental competente, em função das características locais”

Tópico 7: Art. 21. “§ 2º No caso de sistemas de tratamento de esgotos sanitários que recebam lixiviados de aterros sanitários, o órgão ambiental competente deverá indicar quais os parâmetros da Tabela I do art. 16, inciso II desta Resolução que deverão ser atendidos e monitorados, não sendo exigível o padrão de nitrogênio amoniacal total”.

O Nitrogênio Amoniacal é um parâmetro relevante na constituição química do chorume. Portanto, deve ser exigido também no caso de sistemas de tratamento de esgotos sanitários que recebam lixiviados de aterros sanitários.

Sugestão de novo texto para o Tópico 7: Art. 21. “§ 2º No caso de sistemas de tratamento de esgotos sanitários que recebam lixiviados de aterros sanitários, o órgão ambiental competente deverá indicar quais os parâmetros da Tabela I do art. 16, inciso II desta Resolução que deverão ser atendidos e monitorados”.

Rio de Janeiro, 04 de maio de 2025.



Prof. Dr. Adacto Benedicto Ottoni
Prof. Associado do DESMA/FEN/UERJ

CAPÍTULO I DAS DEFINIÇÕES:

Alteração do Art 2: ,,,,a disposição de efluentes no solo devem ser realizadas após tratamento a fim de evitar a poluição ou contaminação de águas poluidoras e subterrâneas

Art 3 - Considerando-se ao Ministério do Meio Ambiente a estrutura de Laboratórios capacitados para apoiar órgãos fiscalizadores e realizar monitoramento sistêmico da qualidade dos efluentes, visando proteger a saúde dos animais e a saúde humana: os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

Acrescentar ao Art 3:

São considerados parâmetros padrões para o laudo técnico: OD, PH, Nitrato, Amônia, Nitrito, Nitrogênio Orgânico, Fósforo Total, Nitrogênio Amoniacal e Turbidez

São considerados parâmetros microbiológicos: Coliformes Termotolerantes (Klebesiella, Escherichia, Ervenia e Enterobactérias); V.choeleare, virus HepatiteA, Rotavírus e Noravírus

Considerando-se os riscos inerentes as mudanças do clima e ao ciclo da água, serão realizados monitoramentos de produtos de uso agrícola bimestralmente após utilização de técnicas como pulverização aérea e terrestre.

são considerados parâmetros analíticos os produtos derivados das seguintes atividades:

1. aquicultura;
2. agroindústria;
3. indústria do couro;
4. indústria metal- mecânica (produção de ferro e aço)
5. indústria de minerais não mecânicos
6. indústria da madeira
7. indústria de sal
8. mineração
9. abastecimento de água
10. tratamento de esgoto
11. aterros de resíduos sólidos
12. irrigação
13. portos
14. estradas
15. aeroportos
16. barragens
17. serviços de saúde

18. turismo (hotéis e pousadas)
19. indústria farmacêutica
20. indústria produtora de agroquímicos

Das responsabilidades

- a) ao Ministério do Meio Ambiente cabe a exigência de implementação da Gestão Integrada, programas de Gestão Ambiental e Gestão da Qualidade Ambiental de acordo com as Normas Técnicas Brasileiras
 - b) responsabilidade técnica dos laudos laboratoriais: profissional químico ou biólogo registrado em conselho de classe
 - c) responsável pelo empreendimento profissional engenheiro registrado em conselho de classe
- da comunicação:
- a) ao Ministério do Meio Ambiente disponibilizar uma plataforma com resultados para possibilitar alertas ambientais ou de saúde em cooperação com o Ministério da Saúde
 - b) informações de no máximo 12 horas do risco para a população local
 - c) realizar Planos de Contingência junto a Defesa Civil e ao Ministério da Saúde

realizar informes a nível estadual e municipal
da apresentação de laudos para o Ministério do Meio Ambiente e Órgãos Estaduais:
atividades industriais devem disponibilizar resultados trimestrais, desativadas de saúde deverão apresentar laudos semestrais.

CAPÍTULO II DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES

Seção I Das Disposições Gerais

Revogar o Art. 6

Art. 7º O órgão ambiental competente deverá, 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. 16 desta Resolução, de modo a não comprometer as metas progressivas obrigatórias, intermediárias e final, estabelecidas para enquadramento do corpo receptor.

§ 1º Para fins de licenciamento faz-se obrigatória a apresentação de estudo da capacidade de suporte do polo receptor.

§ 4º O empreendedor deve apresentar análise de verificação de todas as substâncias de efluentes gerados, cabe ao órgão ambiental por meio de laboratórios oficiais realizar uma análise de contraprova para parâmetros considerados críticos

Revogar ou alterar o Art 13 – Proibida a emissão de concentrações de substâncias em desacordo com os parâmetros estabelecidos para o corpo receptor.

Acrescentar

Capítulo II DAS REFERENCIAS

CONSTITUIÇÃO FEDERAL

PORTARIA GM/MS Nº 888 / 2021 - Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/GM/MS, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

ABNT NBR ISO 9001:2015 -Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos

ABNT NBR ISO 14001:2015 - Sistemas de gestão ambiental — Requisitos com orientações para uso

ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 - Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração

ABNT PR 2030-1:2024 - Ambiental, social e governança (ESG)

Resolução CONAMA 357/2005 - 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

Resolução CONAMA 396/2008- Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências

Resolução CONAMA 454/2012 - Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional.

Livro Perícia Ambiental Criminal – Domingos Tochetto, organizador e coordenador, Campinas, SP: Millennium Editora, 2014

Livro Curso de gestão ambiental -Arlindo Phillippi Jr, Marcelo de Andrade Romero, Gilda Collet Bruna, Barueri-SP: Mallone, 2013

Livro Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos- Luis Enrique Sánchez, São Paulo: Oficina dos Textos, 2006

Livro: Indicadores de sustentabilidade nos processos industriais- Maria Luiza de Moraes Leonel Padilha, Fernando Codelo Nascimento – São Paulo: SENAI, 2015

Livro: Economia ambiental: aplicações, políticas e teoria – Janet M. Thomas, Scott J. Callan - Cengage Learning, 2016

São Paulo (estado) Secretaria de Saúde. Coordenadoria de Controle de Doenças. Centro de Vigilância em Epidemiologia "Prof. Alexandre Vranjac" Guia de vigilância epidemiológica - São Paulo: CVE, 2012. Vários Colaboradores

I . Análise dos referencias e dos principais parâmetros, limites que contaminam os corpos de água

1) Análise da ABNT NBR 17080:2023, intitulada "Plano de segurança da água - Princípios e diretrizes para elaboração e implementação", estabelece os requisitos para garantir o fornecimento de água segura e potável. No entanto, a norma em si não define limites específicos para metais pesados, substâncias tóxicas e patogênicos. Em vez disso, a NBR 17080:2023 fornece diretrizes para a elaboração e implementação de um Plano de Segurança da Água (PSA). Este plano deve abordar a avaliação e o gerenciamento de riscos em todas as etapas do sistema de abastecimento, desde a captação até o ponto de consumo.

Dentro desse contexto, a norma exige que o PSA inclua:

- **Identificação de perigos:** Isso envolve identificar todos os perigos potenciais que podem contaminar a água, incluindo fontes de metais pesados, substâncias tóxicas (químicas e radiológicas) e patogênicos (microrganismos).
- **Avaliação de riscos:** Para cada perigo identificado, deve-se avaliar a probabilidade de ocorrência e a gravidade dos seus efeitos na saúde humana.
- **Medidas de controle:** O PSA deve definir e implementar medidas de controle para prevenir ou reduzir os riscos identificados. Isso pode incluir a seleção de fontes de água protegidas, tratamento adequado (remoção de metais pesados, desinfecção para eliminar patogênicos), controle da distribuição e monitoramento da qualidade da água.
- **Monitoramento:** É essencial estabelecer um sistema de monitoramento para verificar a eficácia das medidas de controle e garantir que a água fornecida atenda aos padrões de qualidade definidos.
- **Verificação:** O PSA deve incluir procedimentos de verificação para confirmar que o sistema está operando conforme o planejado e que os objetivos de qualidade da água estão sendo alcançados.
- **Revisão e melhoria:** O PSA deve ser revisado periodicamente e atualizado conforme necessário, com base nos resultados do monitoramento, auditorias e novas informações científicas.

Para saber os limites e parâmetros específicos para metais pesados, substâncias tóxicas e patogênicos que a água potável deve atender no Brasil, você precisa consultar a legislação e as regulamentações específicas do setor de saneamento e saúde. A principal referência legal é a Portaria de Consolidação

nº 5/2017 do Ministério da Saúde, que estabelece os padrões de potabilidade da água para consumo humano. Esta portaria define os valores máximos permitidos para diversas substâncias químicas, físicas, radioativas e microbiológicas, incluindo metais pesados, agrotóxicos e diversos patogênicos.

Portanto, a ABNT NBR 17080:2023 fornece o framework para garantir a segurança da água, mas os limites de qualidade em si são definidos por regulamentações específicas, como a portaria do Ministério da Saúde. Ao implementar a NBR 17080, as organizações devem se referenciar a essas regulamentações para definir seus próprios critérios de qualidade da água e as medidas de controle necessárias para atendê-los.

2) Com base nas normas ABNT NBR 17080:2023 e nas Resoluções CONAMA 357/2005, 396/2008, 454/2012 e 430, segue uma análise sobre as características, limites, perigos e riscos associados a metais pesados e produtos químicos tóxicos em diversos corpos d'água:

1. ABNT NBR 17080:2023:

- Esta norma estabelece diretrizes para a criação e implementação de um Plano de Segurança da Água (PSA), visando garantir o fornecimento de água segura e potável.
- Ela não define limites específicos para metais pesados, substâncias tóxicas ou patogênicos, mas exige que o PSA inclua:
 - o Identificação de perigos (incluindo metais pesados, substâncias tóxicas e patogênicos).
 - o Avaliação de riscos.
 - o Medidas de controle (tratamento, seleção de fontes protegidas, etc.).
 - o Monitoramento da qualidade da água.
 - o Verificação da eficácia do sistema.
 - o Revisão e melhoria contínua do PSA.
- A norma exige que, ao implementar o PSA, as organizações se refiram a regulamentações específicas para definir seus próprios critérios de qualidade da água e as medidas de controle necessárias para atendê-los.

2. Resolução CONAMA 357/2005:

- 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.

- Define limites para diversas substâncias, incluindo metais pesados, em corpos de água doce e salobra.
- Os limites variam dependendo da classe do corpo d'água e seu uso pretendido.
- A Resolução CONAMA 397/2008 altera alguns artigos desta resolução, incluindo os limites para alguns metais pesados.

3. Resolução CONAMA 396/2008:

- Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas.
- Estabelece limites para substâncias como Bário e Chumbo em águas subterrâneas destinadas ao consumo humano.
- Define critérios para a qualidade da água subterrânea, considerando diferentes usos.

4. Resolução CONAMA 454/2012:

- Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional.
- Esta resolução aborda a gestão de sedimentos dragados, que podem conter metais pesados.
- Não define limites específicos para metais pesados na água, mas fornece diretrizes para a avaliação e gerenciamento de riscos associados ao material dragado.

5. Resolução CONAMA 430/2011:

- Estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.
- Define valores orientativos para o lançamento de efluentes em corpos hídricos, incluindo limites para metais pesados.
- Visa controlar a poluição da água por efluentes industriais e domésticos.

Metais Pesados:

- Exemplos de metais pesados: Chumbo, cádmio, mercúrio, cromo, arsênio, níquel, cobre, zinco.
- Fontes de Contaminação:
 - o Efluentes industriais e domésticos.
 - o Atividades de mineração (garimpo).

- o Uso de pesticidas e fertilizantes na agricultura.
- o Lixiviação de pilhas e baterias.
- o Emissões atmosféricas de indústrias e queima de combustíveis fósseis.
- o Canos antigos (chumbo).
- Riscos e Perigos:
 - o Toxicidade para organismos aquáticos e humanos, mesmo em baixas concentrações.
 - o Bioacumulação e biomagnificação na cadeia alimentar.
 - o Efeitos cancerígenos, neurotóxicos e mutagênicos.
 - o Contaminação de lençóis freáticos.
 - o Danos à saúde humana por ingestão de água ou alimentos contaminados.
- Medidas de Prevenção:
 - o Tratamento de efluentes industriais e domésticos.
 - o Controle da poluição industrial.
 - o Descarte adequado de resíduos perigosos (pilhas, baterias, etc.).
 - o Monitoramento da qualidade da água.
 - o Utilização de tecnologias limpas na indústria e agricultura.
 - o Tratamento da água para consumo humano (filtração, etc.).

Referências (Normas ABNT):

- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 17080:2023: Plano de segurança da água - Princípios e diretrizes para elaboração e implementação. Rio de Janeiro, 2023.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução 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. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução nº 396, de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 07 abr. 2008. Seção 1, p. 64-67.

- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 maio 2011. Seção 1, p. 80-84.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução nº 454, de 26 de outubro de 2012. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 out. 2012. Seção 1, p. 77-80.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 12938: Ácido fosfórico para uso industrial - Determinação de metais pesados - Método de ensaio. Rio de Janeiro, [data de publicação]. (Note que a data de publicação desta norma pode variar; inclua a data correta se a tiver).

3) Considerando a legislação brasileira vigente, especificamente a Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde (e suas atualizações), que estabelece os padrões de potabilidade da água para consumo humano, e as Resoluções CONAMA para outros corpos d'água, apresento os limites, referências, métodos de tratamento e medidas de prevenção:

Limites de Contaminantes e Referências:

Os limites para diversos contaminantes variam significativamente dependendo do tipo de corpo d'água (potável, rio, lago, mar) e da legislação específica aplicável.

1. Água Potável (Referência Principal: Portaria de Consolidação nº 5/2017 - Anexo XX do Ministério da Saúde):

Esta portaria estabelece os Valores Máximos Permitidos (VMP) para uma vasta gama de substâncias, incluindo:

- Contaminantes Químicos:
 - o Orgânicos: Agrotóxicos (diversos com seus respectivos VMPs), trihalometanos, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs), compostos orgânicos voláteis (VOCs), etc.
 - o Inorgânicos: Cianeto, nitrato, nitrito, sulfato, cloreto, flúor, etc.
- Metais Pesados: Alumínio, antimônio, arsênio, bário, cádmio, chumbo, cromo (total e cromo VI), cobre, mercúrio, níquel, selênio, prata, zinco. Cada um possui um VMP específico.

- Substâncias Tóxicas: Esta categoria abrange tanto os contaminantes químicos orgânicos e inorgânicos quanto os metais pesados listados acima, que em concentrações acima dos VMPs são considerados tóxicos à saúde humana.
- Contaminantes Patogênicos (Microbiológicos):
 - o Escherichia coli ou coliformes termotolerantes (ausência em 100 mL).
 - o Coliformes totais (ausência em 100 mL em amostras tratadas).
 - o Clostridium perfringens (ausência em 100 mL em águas tratadas).
 - o Bactérias heterotróficas (limite estabelecido).
 - o Protozoários Giardia spp. e Cryptosporidium spp. (ausência em 10 L em águas tratadas).
 - o Vírus (monitoramento quando houver risco).

2. Rios, Lagos e Mares (Referências Principais: Resolução CONAMA 357/2005 e suas alterações):

A Resolução CONAMA 357/2005 classifica os corpos de água em diferentes classes (especial, 1, 2, 3 e 4 para águas doces e salobras; especial, 1, 2 e 3 para águas marinhas) de acordo com seus usos preponderantes e estabelece limites de qualidade para diversas substâncias, incluindo:

- Contaminantes Químicos: Diversos parâmetros como pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), óleos e graxas, fenóis, surfactantes, fósforo total, nitrogênio total, entre outros.
- Metais Pesados: Alumínio, arsênio, cádmio, chumbo, cromo (total e cromo VI), cobre, ferro, mercúrio, níquel, prata, selênio, zinco. Os limites variam conforme a classe do corpo d'água.
- Substâncias Tóxicas: Os limites para diversas substâncias tóxicas (orgânicas e inorgânicas) são definidos em função da classe do corpo d'água e dos usos previstos.
- Contaminantes Patogênicos (Microbiológicos): Coliformes termotolerantes (E. coli), coliformes totais, Enterococcus. Os limites variam conforme a classe do corpo d'água e seus usos (por exemplo, balneabilidade).

3. Águas Subterrâneas (Referência Principal: Resolução CONAMA 396/2008):

Esta resolução estabelece a classificação e diretrizes para o enquadramento das águas subterrâneas, definindo limites para substâncias como:

- Contaminantes Químicos: Nitrato, nitrito, sulfato, cloreto, entre outros.

- Metais Pesados: Arsênio, bário, cádmio, chumbo, cromo total, mercúrio, selênio. Os limites são definidos para diferentes classes de água subterrânea.
- Contaminantes Patogênicos: Coliformes totais e E. coli (ausência para consumo humano).

Principais Tipos de Métodos de Tratamento:

Existem diversos métodos de tratamento, e a escolha depende do tipo e concentração dos contaminantes presentes na água:

- Tratamento Físico:
 - o Sedimentação: Remoção de partículas suspensas por gravidade.
 - o Filtração: Remoção de partículas menores através de meios porosos (areia, carvão ativado, membranas).
 - o Adsorção: Remoção de substâncias dissolvidas através da adesão à superfície de um material (carvão ativado).
 - o Destilação: Separação de líquidos por evaporação e condensação.
 - o Radiação Ultravioleta (UV): Desinfecção por inativação de microrganismos.
- Tratamento Químico:
 - o Coagulação e Floculação: Agregação de partículas finas em flocos maiores para facilitar a sedimentação e filtração.
 - o Desinfecção: Inativação ou destruição de microrganismos patogênicos (cloração, ozonização, cloraminação, dióxido de cloro).
 - o Ozonização: Oxidação de contaminantes orgânicos e inativação de microrganismos.
 - o Processos Oxidativos Avançados (POAs): Utilização de oxidantes fortes (ozônio, peróxido de hidrogênio, UV) para degradar contaminantes orgânicos complexos.
 - o Troca Iônica: Remoção de íons dissolvidos (metais pesados, dureza) através da troca por outros íons.
- Tratamento Biológico:
 - o Lagoas de Estabilização: Utilização de processos naturais para decomposição de matéria orgânica e remoção de patogênicos.
 - o Filtros Biológicos: Remoção de matéria orgânica e nitrogênio por ação de microrganismos fixados em um meio suporte.

- o Reatores Anaeróbios e Aeróbios: Tratamento de efluentes com alta carga orgânica.

- Processos de Membrana:

- o Osmose Reversa: Remoção de praticamente todos os tipos de contaminantes dissolvidos.

- o Nanofiltração: Remoção de íons polivalentes e alguns compostos orgânicos.

- o Ultrafiltração: Remoção de partículas suspensas, coloides e microrganismos.

- o Microfiltração: Remoção de partículas maiores e alguns microrganismos.

Melhores e Mais Eficazes Métodos para Minimizar Riscos:

Não existe um único "melhor" método, pois a eficácia depende dos contaminantes presentes e das características da água. No entanto, combinações de diferentes métodos são frequentemente as mais eficazes:

- Para metais pesados: Precipitação química, adsorção com carvão ativado, troca iônica, processos de membrana (osmose reversa, nanofiltração).

- Para contaminantes químicos orgânicos: Adsorção com carvão ativado, oxidação avançada (ozonização, UV/H₂O₂), processos de membrana (osmose reversa, nanofiltração).

- Para contaminantes patogênicos: Desinfecção (cloração, ozonização, UV), filtração por membrana (ultrafiltração, microfiltração), fervura (para uso doméstico).

- Sistemas integrados: Estações de tratamento de água (ETA) geralmente combinam coagulação, floculação, sedimentação, filtração e desinfecção para garantir a potabilidade. Para efluentes industriais, sequências de tratamentos físicos, químicos e biológicos são comuns.

Medidas de Prevenção da Contaminação:

A prevenção é a forma mais eficaz de proteger os corpos d'água:

- Controle na Fonte:

- o Boas práticas industriais: Minimizar a geração de resíduos e efluentes, utilizar tecnologias limpas, implementar sistemas de tratamento eficientes.

- o Gestão adequada de resíduos sólidos e perigosos: Coleta seletiva, destinação correta, evitar o descarte em locais inadequados.

- o Uso responsável de agrotóxicos e fertilizantes na agricultura: Boas práticas agrícolas, agricultura orgânica, controle integrado de pragas.

- o Saneamento básico adequado: Coleta e tratamento de esgoto doméstico.
- o Proteção de áreas de recarga de aquíferos: Preservação da vegetação nativa, controle do uso do solo.
- Monitoramento e Vigilância:
 - o Monitoramento regular da qualidade da água: Identificação precoce de problemas de contaminação.
 - o Vigilância sanitária: Fiscalização de atividades potencialmente poluidoras.
- Educação e Conscientização:
 - o Programas de educação ambiental para a população e para os setores produtivos.
 - o Promoção do uso consciente da água.
- Legislação e Fiscalização:
 - o Legislação ambiental rigorosa e atualizada.
 - o Fiscalização eficiente e aplicação de sanções em caso de descumprimento.
- Proteção de Mananciais:
 - o Implementação de planos de manejo de bacias hidrográficas.
 - o Criação de áreas de proteção ambiental (APAs) e unidades de conservação.
- Remediação de Áreas Contaminadas:
 - o Investigação e recuperação de áreas já contaminadas para evitar a dispersão de poluentes.

É fundamental consultar a legislação específica para cada tipo de corpo d'água e uso para obter os limites precisos e as referências normativas detalhadas. A Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde é a principal referência para água potável no Brasil.

4) Quais são as faixas especificadas mínima e máxima a ser atendida para cada um dos contaminantes específicos de acordo com que requisito legal. Apresente estas faixas: O que precisa ser melhorado na legislação brasileira comparada com a legislação americanas, europeia (quais) . A nossa está mais restritiva ou mais aberta. Apresente uma análise onde podemos melhorar

Apresentar faixas mínimas e máximas para cada contaminante específico seria extremamente extenso, pois a Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde (Anexo XX) lista dezenas de parâmetros com seus respectivos Valores Máximos Permitidos (VMPs). Não há faixas mínimas e máximas definidas para cada contaminante para água potável no Brasil; o que existe é um Valor Máximo Permitido (VMP). A água deve apresentar concentrações iguais ou inferiores a esse valor para ser considerada potável.

Para outros corpos d'água (rios, lagos, mares, águas subterrâneas), a Resolução CONAMA 357/2005 e outras normativas também estabelecem limites máximos de concentração para diversas substâncias, variando conforme a classe do corpo d'água e seus usos. Novamente, não se trata de faixas mínimas e máximas, mas sim de limites a serem respeitados.

Para ilustrar, apresento alguns exemplos de VMPs para água potável (Portaria de Consolidação nº 5/2017 - Anexo XX):

- Chumbo: 0,01 mg/L
- Mercúrio: 0,001 mg/L
- Escherichia coli: Ausência em 100 mL
- Cloro Livre Residual: 0,2 a 5,0 mg/L (faixa para garantir desinfecção, não um limite de contaminação)
- pH: 6,0 a 9,5 (faixa de aceitabilidade, não um limite de contaminação)
- Nitrato (como N): 10 mg/L

O que precisa ser melhorado na legislação brasileira comparada com a legislação americana e europeia:

A comparação direta entre a legislação brasileira e a de outros países é complexa e depende dos contaminantes específicos e dos critérios de avaliação. No entanto, algumas áreas onde a legislação brasileira poderia ser aprimorada incluem:

- Número de Parâmetros Monitorados: Em algumas legislações europeias (por exemplo, a Diretiva da Água Potável da União Europeia) e nos Estados Unidos (Safe Drinking Water Act), o número de substâncias monitoradas e regulamentadas pode ser maior do que no Brasil, incluindo contaminantes emergentes (produtos farmacêuticos, microplásticos, etc.) para os quais a legislação brasileira ainda não possui limites estabelecidos de forma abrangente.
- Limites Mais Restritivos para Alguns Contaminantes: Para certos metais pesados, pesticidas e subprodutos da desinfecção, alguns países podem adotar

limites mais rigorosos, baseados em evidências científicas mais recentes sobre os efeitos na saúde a longo prazo, mesmo em baixas concentrações.

- Abordagem de Contaminantes Emergentes: A legislação brasileira ainda está em desenvolvimento no que diz respeito à regulamentação e ao monitoramento de contaminantes emergentes

II) : Inclusão de alguns ensaios – justificativas e objetivo

1) Demanda Química de Oxigênio (DQO): Mede a quantidade de oxigênio necessária para oxidar quimicamente toda a matéria orgânica (biodegradável e não biodegradável) presente na amostra. A DQO fornece uma indicação da carga orgânica total do efluente.

o Justificativa: Útil para avaliar o potencial de consumo de oxigênio do efluente no corpo receptor, auxiliando na previsão de impactos no OD e na identificação de fontes de poluição orgânica complexa.

o Condições Necessárias: Essencial para efluentes industriais com presença de compostos orgânicos sintéticos ou recalcitrantes, onde a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) pode não refletir toda a carga orgânica. Também importante para monitorar a eficiência de tratamentos químicos de efluentes.

2) Carbono Orgânico Total (COT) Livre e Total: Mede a concentração de carbono presente em compostos orgânicos na água. O COT total inclui todas as formas de carbono orgânico, enquanto o COT livre geralmente se refere ao carbono orgânico dissolvido de baixo peso molecular.

o Justificativa: Fornece uma medida direta da quantidade de matéria orgânica presente, independentemente de sua biodegradabilidade. O COT livre pode ser um indicador de substâncias orgânicas mais facilmente assimiláveis por microrganismos.

o Condições Necessárias: Importante para caracterizar efluentes complexos, avaliar a eficiência de processos de tratamento que removem matéria orgânica, monitorar a qualidade da água para consumo (formação de subprodutos da desinfecção) e em estudos de eutrofização.

3) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO): Mede a quantidade de oxigênio consumida por microrganismos aeróbicos na decomposição da matéria orgânica biodegradável em um período específico (geralmente 5 dias a 20°C).

o Justificativa: Indicador da quantidade de matéria orgânica que pode ser biologicamente degradada e, portanto, do potencial de consumo de oxigênio no corpo receptor, afetando a vida aquática.

o Condições Necessárias: Essencial para avaliar a carga orgânica de efluentes domésticos e industriais com predominância de matéria orgânica biodegradável e para monitorar a eficiência de tratamentos biológicos.

4) Metais Pesados (Cádmio, Chumbo, Mercúrio, Cromo Hexavalente, etc.): Elementos que podem ser tóxicos para organismos aquáticos e humanos, mesmo em baixas concentrações, e tendem a se bioacumular na cadeia alimentar.

o Justificativa: Avaliar a presença e concentração de substâncias tóxicas que podem causar danos à saúde e ao meio ambiente.

o Condições Necessárias: Indispensável para efluentes de atividades industriais como metalurgia, galvanoplastia, mineração, curtumes e outras que utilizam ou geram esses metais.

Outros Metais Importantes para Monitorar e suas Justificativas:

a) Arsênio (As):

o Justificativa: Altamente tóxico, carcinogênico e pode contaminar águas subterrâneas naturalmente ou através de atividades industriais (mineração, fundição) e uso de pesticidas. A exposição crônica pode causar diversos problemas de saúde, incluindo câncer de pele, pulmão, bexiga e doenças cardiovasculares.

o Condições Necessárias: Essencial em áreas com histórico de mineração, atividades industriais relevantes ou uso intensivo de agrotóxicos contendo arsênio.

b) Níquel (Ni):

o Justificativa: Pode causar dermatite de contato, alergias e, em altas concentrações, problemas respiratórios e está associado ao aumento do risco de câncer. Fontes incluem atividades de galvanoplastia, produção de aço inoxidável e queima de combustíveis fósseis.

o Condições Necessárias: Importante para monitorar efluentes de indústrias metalúrgicas, de galvanoplastia e outras que utilizam níquel em seus processos.

c) Zinco (Zn):

o Justificativa: Essencial em baixas concentrações para organismos vivos, mas em altas concentrações podem ser tóxico para a vida aquática, afetando peixes e invertebrados. Efluentes de mineração, galvanoplastia e indústrias de borracha e têxtil podem conter zinco.

o Condições Necessárias: Relevante para efluentes de indústrias de mineração, galvanoplastia, produção de borracha e fibras sintéticas.

d) Cobre (Cu):

o Justificativa: Similar ao zinco, é um micronutriente essencial em baixas concentrações, mas tóxico em níveis elevados para organismos aquáticos, especialmente peixes e algas. Fontes incluem mineração, indústria eletrônica e uso de algicidas à base de cobre.

o Condições Necessárias: Importante para efluentes de mineração, indústria eletrônica, tratamento de água (uso de sulfato de cobre como algicida) e algumas atividades agrícolas.

e) Alumínio (Al):

o Justificativa: Em pH ácido, o alumínio se torna mais solúvel e tóxico para peixes, afetando suas brânquias e capacidade de respiração. Pode ser liberado por atividades de mineração, indústria de alumínio e tratamento de água com sulfato de alumínio como coagulante.

o Condições Necessárias: Relevante em áreas com solos ácidos e atividades que podem liberar alumínio em efluentes, como mineração e tratamento de água.

f) Manganês (Mn):

o Justificativa: Em altas concentrações, pode causar problemas neurológicos em humanos e afetar a estética da água (cor e sabor). Presente em efluentes de mineração, siderurgia e indústrias de fertilizantes.

o Condições Necessárias: Importante para efluentes de mineração, siderúrgicas e indústrias de produção de fertilizantes.

g) Ferro (Fe):

o Justificativa: Embora geralmente não seja considerado um metal pesado altamente tóxico, altas concentrações podem causar problemas estéticos (cor avermelhada da água, manchas) e afetar a vida aquática por deposição de hidróxidos de ferro nas brânquias dos peixes. Comum em efluentes de mineração e siderurgia.

o Condições Necessárias: Relevante para efluentes de mineração, siderúrgicas e indústrias que utilizam processos com ferro.

h) Cromo Total (Cr):

o Justificativa: Enquanto o Cromo Hexavalente (Cr(VI)) é altamente tóxico, o Cromo Trivalente (Cr(III)) é menos tóxico e até essencial em baixas concentrações. A medição do Cromo Total é importante para ter uma visão geral

da presença desse elemento, sendo que em casos de concentrações elevadas, a especificação para identificar a proporção de Cr(VI) é crucial. Fontes incluem indústria de couro, metalurgia e pigmentos.

- o Condições Necessárias: Importante para efluentes de curtumes, indústrias metalúrgicas e de produção de pigmentos.

5) Compostos Orgânicos Voláteis (COVs): Produtos químicos orgânicos que evaporam facilmente à temperatura ambiente. Muitos são tóxicos e podem contaminar águas subterrâneas e o ar.

- o Justificativa: Identificar a presença de substâncias que podem causar poluição do ar e da água, além de riscos à saúde humana.

- o Condições Necessárias: Importante para efluentes de indústrias químicas, petroquímicas, de tintas, solventes e outras que utilizam ou produzem COVs.

6) Agrotóxicos: Substâncias utilizadas na agricultura para controle de pragas e doenças. Podem contaminar águas superficiais e subterrâneas por escoamento superficial ou lixiviação.

- o Justificativa: Avaliar o risco de contaminação da água por substâncias tóxicas que podem afetar a saúde humana e os ecossistemas aquáticos.

- o Condições Necessárias: Essencial em áreas com intensa atividade agrícola e para monitorar o impacto de pulverizações aéreas e terrestres.

7) Ensaio de Toxicidade (Ecotoxicidade): Avaliam os efeitos tóxicos do efluente em organismos vivos (peixes, dáfias, algas, etc.).

- o Justificativa: Fornecem uma avaliação integrada dos efeitos de todos os componentes presentes no efluente, incluindo substâncias não identificadas por análises químicas específicas, e consideram os efeitos sinérgicos e antagônicos entre elas.

- o Condições Necessárias: Recomendado para efluentes complexos, onde a análise de parâmetros isolados pode não refletir o impacto real no ambiente. Pode ser exigido em processos de licenciamento de atividades com potencial de gerar efluentes tóxicos.

III) Inclusão de outros segmentos industriais – baseado nas sugestões apresentadas pela procuradora Dr^a Sandra Kishi.

1. Atividades Industriais:

- Efluentes industriais: Descarga de resíduos líquidos contendo metais pesados, produtos químicos tóxicos e outros poluentes em rios e lagos.
- Vazamentos e derramamentos: Acidentes que liberam substâncias perigosas no solo e na água, como petróleo, solventes e produtos químicos industriais.
- Disposição inadequada de resíduos: Descarte incorreto de resíduos industriais, como lixo tóxico e radioativo, em aterros ou diretamente no solo.
- Outros tipos de segmentos industriais a serem consideradas :

a) Metalúrgicas

- Por que controlar: Geram efluentes contendo metais pesados (como chumbo, mercúrio, cádmio, arsênio), cianetos, ácidos e sólidos suspensos. A contaminação por metais pesados pode causar toxicidade aguda e crônica em organismos aquáticos e humanos, além de se acumularem na cadeia alimentar. A mineração também pode gerar drenagem ácida, acidificando corpos d'água e liberando metais dissolvidos.

b) Têxteis e Couro:

- Por que controlar: Utilizam grandes quantidades de água e produtos químicos, gerando efluentes com corantes, metais pesados (cromo no caso do couro), tensoativos, matéria orgânica e variações extremas de pH. Esses poluentes podem prejudicar a estética da água, reduzir a penetração da luz, ser tóxicos para a vida aquática e afetar os processos de tratamento de água.

c) Alimentos e Bebidas,

- Por que controlar: Embora seus efluentes sejam predominantemente orgânicos (açúcares, proteínas, gorduras), podem causar alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) ao serem decompostos, levando à redução do oxigênio dissolvido e à eutrofização. Podem também conter sólidos suspensos, nutrientes e microrganismos

d) Cosméticos:

- Por que controlar: Seus efluentes podem conter resíduos de produtos farmacêuticos, solventes orgânicos, metais pesados e outros compostos que podem ter efeitos biológicos em organismos aquáticos e potencialmente em

humanos, mesmo em baixas concentrações. A persistência de alguns fármacos no ambiente é uma preocupação emergente.

e) Laticínios

- Por que controlar: Seus efluentes, são ricos em matéria orgânica (açúcares, proteínas, gorduras), podem causar alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO), levando à redução do oxigênio dissolvido e à eutrofização. Podem também conter sólidos suspensos, nutrientes (nitrogênio e fósforo) que intensificam a eutrofização, microrganismos potencialmente patogênicos e resíduos de produtos de limpeza, impactando negativamente a vida aquática e a qualidade da água.

f) Usinas de Açúcar e Alcool:

- Por que controlar: Produzem grandes volumes de vinhaça, um efluente com alta carga orgânica e potencial de causar forte desoxigenação dos corpos d'água se não tratado adequadamente.

2. Atividades Agrícolas:

- Uso excessivo de agrotóxicos: Aplicação em larga escala de pesticidas, herbicidas e fungicidas que contaminam o solo e a água por meio da infiltração e do escoamento superficial.
- Fertilizantes: Uso excessivo de fertilizantes nitrogenados e fosfatados que podem contaminar a água subterrânea e causar eutrofização de corpos d'água.
- Criação intensiva de animais: A produção de grandes quantidades de dejetos animais pode contaminar o solo e a água com bactérias, nutrientes e outros poluentes.

3. Atividades Urbanas:

- Esgoto doméstico: Lançamento de esgoto não tratado em rios e lagos, contaminando a água com bactérias, vírus e outros patógenos.
- Lixões: Descarte inadequado de lixo urbano em lixões a céu aberto, que podem contaminar o solo e a água com chorume e outros poluentes. Evite utilizar este tipo de linguagem. O correto é referir ao lixão, como "Disposição inadequada de resíduos sólido a céu aberto"
- Vazamentos de tanques de armazenamento: Vazamentos de combustíveis e outros produtos químicos de tanques subterrâneos, contaminando o solo e a água subterrânea.

4. Mineração:

- Drenagem ácida de minas: A exposição de minerais sulfetados ao ar e à água gera ácido sulfúrico, que pode contaminar rios e lagos com metais pesados e outros poluentes.
- Rejeitos de mineração: O descarte inadequado de rejeitos de mineração, que podem conter metais pesados e outros poluentes, pode contaminar o solo e a água.
- Garimpo: O uso de mercúrio no garimpo de ouro contamina rios e solos, afetando a saúde humana e a vida aquática.

Exemplos:

- O Rio Tietê, em São Paulo, é um exemplo de corpo d'água severamente contaminado por esgoto doméstico e efluentes industriais.
- O uso excessivo de agrotóxicos na agricultura causa a contaminação de rios e lagos em diversas regiões do Brasil.
- O rompimento de barragens de mineração, como o desastre de Mariana e Brumadinho, liberam rejeitos que causam grandes impactos ambientais, contaminando rios e solos.

Foco – Inclusão de alguns ensaios – justificativas e objetivo

1) Demanda Química de Oxigênio (DQO): Mede a quantidade de oxigênio necessária para oxidar quimicamente toda a matéria orgânica (biodegradável e não biodegradável) presente na amostra. A DQO fornece uma indicação da carga orgânica total do efluente.

o Justificativa: Útil para avaliar o potencial de consumo de oxigênio do efluente no corpo receptor, auxiliando na previsão de impactos no OD e na identificação de fontes de poluição orgânica complexa.

o Condições Necessárias: Essencial para efluentes industriais com presença de compostos orgânicos sintéticos ou recalcitrantes, onde a DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) pode não refletir toda a carga orgânica. Também importante para monitorar a eficiência de tratamentos químicos de efluentes.

2) Carbono Orgânico Total (COT) Livre e Total: Mede a concentração de carbono presente em compostos orgânicos na água. O COT total inclui todas as formas de carbono orgânico, enquanto o COT livre geralmente se refere ao carbono orgânico dissolvido de baixo peso molecular.

o Justificativa: Fornece uma medida direta da quantidade de matéria orgânica presente, independentemente de sua biodegradabilidade. O COT livre

pode ser um indicador de substâncias orgânicas mais facilmente assimiláveis por microrganismos.

- o Condições Necessárias: Importante para caracterizar efluentes complexos, avaliar a eficiência de processos de tratamento que removem matéria orgânica, monitorar a qualidade da água para consumo (formação de subprodutos da desinfecção) e em estudos de eutrofização.

3) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO): Mede a quantidade de oxigênio consumida por microrganismos aeróbicos na decomposição da matéria orgânica biodegradável em um período específico (geralmente 5 dias a 20°C).

- o Justificativa: Indicador da quantidade de matéria orgânica que pode ser biologicamente degradada e, portanto, do potencial de consumo de oxigênio no corpo receptor, afetando a vida aquática.

- o Condições Necessárias: Essencial para avaliar a carga orgânica de efluentes domésticos e industriais com predominância de matéria orgânica biodegradável e para monitorar a eficiência de tratamentos biológicos.

4) Metais Pesados (Cádmio, Chumbo, Mercúrio, Cromo Hexavalente, etc.): Elementos que podem ser tóxicos para organismos aquáticos e humanos, mesmo em baixas concentrações, e tendem a se bioacumular na cadeia alimentar.

- o Justificativa: Avaliar a presença e concentração de substâncias tóxicas que podem causar danos à saúde e ao meio ambiente.

- o Condições Necessárias: Indispensável para efluentes de atividades industriais como metalurgia, galvanoplastia, mineração, curtumes e outras que utilizam ou geram esses metais.

Outros Metais Importantes para Monitorar e suas Justificativas:

a) Arsênio (As):

- o Justificativa: Altamente tóxico, carcinogênico e pode contaminar águas subterrâneas naturalmente ou através de atividades industriais (mineração, fundição) e uso de pesticidas. A exposição crônica pode causar diversos problemas de saúde, incluindo câncer de pele, pulmão, bexiga e doenças cardiovasculares.

- o Condições Necessárias: Essencial em áreas com histórico de mineração, atividades industriais relevantes ou uso intensivo de agrotóxicos contendo arsênio.

b) Níquel (Ni):

o Justificativa: Pode causar dermatite de contato, alergias e, em altas concentrações, problemas respiratórios e está associado ao aumento do risco de câncer. Fontes incluem atividades de galvanoplastia, produção de aço inoxidável e queima de combustíveis fósseis.

o Condições Necessárias: Importante para monitorar efluentes de indústrias metalúrgicas, de galvanoplastia e outras que utilizam níquel em seus processos.

c) Zinco (Zn):

o Justificativa: Essencial em baixas concentrações para organismos vivos, mas em altas concentrações podem ser tóxico para a vida aquática, afetando peixes e invertebrados. Efluentes de mineração, galvanoplastia e indústrias de borracha e têxtil podem conter zinco.

o Condições Necessárias: Relevante para efluentes de indústrias de mineração, galvanoplastia, produção de borracha e fibras sintéticas.

d) Cobre (Cu):

o Justificativa: Similar ao zinco, é um micronutriente essencial em baixas concentrações, mas tóxico em níveis elevados para organismos aquáticos, especialmente peixes e algas. Fontes incluem mineração, indústria eletrônica e uso de algicidas à base de cobre.

o Condições Necessárias: Importante para efluentes de mineração, indústria eletrônica, tratamento de água (uso de sulfato de cobre como algicida) e algumas atividades agrícolas.

e) Alumínio (Al):

o Justificativa: Em pH ácido, o alumínio se torna mais solúvel e tóxico para peixes, afetando suas brânquias e capacidade de respiração. Pode ser liberado por atividades de mineração, indústria de alumínio e tratamento de água com sulfato de alumínio como coagulante.

o Condições Necessárias: Relevante em áreas com solos ácidos e atividades que podem liberar alumínio em efluentes, como mineração e tratamento de água.

f) Manganês (Mn):

o Justificativa: Em altas concentrações, pode causar problemas neurológicos em humanos e afetar a estética da água (cor e sabor). Presente em efluentes de mineração, siderurgia e indústrias de fertilizantes.

o Condições Necessárias: Importante para efluentes de mineração, siderúrgicas e indústrias de produção de fertilizantes.

g) Ferro (Fe):

o Justificativa: Embora geralmente não seja considerado um metal pesado altamente tóxico, altas concentrações podem causar problemas estéticos (cor avermelhada da água, manchas) e afetar a vida aquática por deposição de hidróxidos de ferro nas brânquias dos peixes. Comum em efluentes de mineração e siderurgia.

o Condições Necessárias: Relevante para efluentes de mineração, siderúrgicas e indústrias que utilizam processos com ferro.

h) Cromo Total (Cr):

o Justificativa: Enquanto o Cromo Hexavalente (Cr(VI)) é altamente tóxico, o Cromo Trivalente (Cr(III)) é menos tóxico e até essencial em baixas concentrações. A medição do Cromo Total é importante para ter uma visão geral da presença desse elemento, sendo que em casos de concentrações elevadas, a especiação para identificar a proporção de Cr(VI) é crucial. Fontes incluem indústria de couro, metalurgia e pigmentos.

o Condições Necessárias: Importante para efluentes de curtumes, indústrias metalúrgicas e de produção de pigmentos.

5) Compostos Orgânicos Voláteis (COVs): Produtos químicos orgânicos que evaporam facilmente à temperatura ambiente. Muitos são tóxicos e podem contaminar águas subterrâneas e o ar.

o Justificativa: Identificar a presença de substâncias que podem causar poluição do ar e da água, além de riscos à saúde humana.

o Condições Necessárias: Importante para efluentes de indústrias químicas, petroquímicas, de tintas, solventes e outras que utilizam ou produzem COVs.

6) Agrotóxicos: Substâncias utilizadas na agricultura para controle de pragas e doenças. Podem contaminar águas superficiais e subterrâneas por escoamento superficial ou lixiviação.

o Justificativa: Avaliar o risco de contaminação da água por substâncias tóxicas que podem afetar a saúde humana e os ecossistemas aquáticos.

o Condições Necessárias: Essencial em áreas com intensa atividade agrícola e para monitorar o impacto de pulverizações aéreas e terrestres.

7) Ensaio de Toxicidade (Ecotoxicidade): Avaliam os efeitos tóxicos do efluente em organismos vivos (peixes, dáfias, algas, etc.).

o Justificativa: Fornecem uma avaliação integrada dos efeitos de todos os componentes presentes no efluente, incluindo substâncias não identificadas por análises químicas específicas, e consideram os efeitos sinérgicos e antagônicos entre elas.

o Condições Necessárias: Recomendado para efluentes complexos, onde a análise de parâmetros isolados pode não refletir o impacto real no ambiente. Pode ser exigido em processos de licenciamento de atividades com potencial de gerar efluentes tóxicos.