

Série Universalizar

Notas Técnicas - Volume 3

**Subsídios à proposta de alteração
da Resolução CONAMA n.º 430/2011**

**Análise Crítica da Proposta de Revisão
da Resolução Conama N° 430/2011**

Julho/2026

COMPANHIAS ASSOCIADAS À AESBE



DIRETORIA DA AESBE

Presidente Nacional:

Munir Abud (Cesan/ES)

Vice-Presidente Nacional:

Marcos Aurélio Alves Freitas (Caema/MA)

Vice-Presidentes Regionais:

Norte: Cleverson Brancalhão (Caerd/RO)

Nordeste I: Neuri Freitas (Cagece/CE)

Nordeste II: Gildeone Almeida (Embasa/BA)

Centro-Oeste: Ricardo Soavinski (Saneago/GO)

Sudeste: Rafael Rolim (Cedae/RJ)

Sul: Wilson Bley (Sanepar/PR)

Conselho Fiscal:

Presidente: Luiz Cavalcante Peixoto Neto (Casal/AL)

Membro: Luciano Gois Paul (Deso/SE)

Membro: Pedro Henrique Cardoso Beckman (ATS/TO)

EQUIPE AESBE

Sergio Antonio Gonçalves
Diretor Executivo

Antonio Costa Lima Junior
Assessor Jurídico

Patrícia Duarte
Comunicação: Programa Papo de Clima

Marcos Monteiro de Oliveira
Informática

Lisiane Goulart de Souza
Secretaria

Maria da Cruz Campos Matos de Souza
Serviços Gerais

As Notas Técnicas e documentos deste volume foram produzidas sob a coordenação e aprovação da Câmara Técnica de Controle de Qualidade (CTCQ) e da Câmara Técnica de Gestão Ambiental e Mudança do Clima (CTGA)

- **Cynthia Castro Correa Malaghini** - SANEPAR, Coordenadora da CTCQ
 - **Juciane Silva da Motta** - CESAN, Secretária da CTCQ
- **Camila Dantas Lucio Roncato** - SANEAGO, Coordenadora da CTGA
 - **Romildo Lopes de Oliveira Filho** - CAGECE, Secretário da CTGA

COLEGIADO AESBE:

LUCILAINE MEDEIROS
Presidente da Águas do Piauí

PEDRO HENRIQUE CARDOSO BECKMAN
Presidente da ATS

MARCOS AURÉLIO ALVES FREITAS
Presidente da CAEMA

JAMES DA SILVA SERRADOR
Presidente da CAER

CLEVERSON BRANCALHÃO DA SILVA
Presidente da CAERD

NÁDIA BELARMINO
Presidente da CAERN

JORGE HENRIQUE NEGRÃO CARDOSO
Presidente da CAESA

LUÍS ANTÔNIO ALMEIDA REIS
Presidente da CAESB

NEURI FREITAS
Presidente da CAGECE

MARCUS VINICIUS FERNANDES NEVES
Presidente da CAGEPA

LUIZ CAVALCANTE PEIXOTO NETO
Presidente da CASAL

PEDRO JOEL HORSTMANN
Presidente da CASAN

RAFAEL ROLIM
Presidente da CEDAE

MUNIR ABUD DE OLIVEIRA
Presidente da CESAN

DOUGLAS NÓBREGA
Presidente da COMPESA

SAMANTA POPOW TAKIMI
Presidente da CORSAN

DEISIANE ERCULANO
Presidente da COSAMA

DILSON JÚNIOR
Presidente da COSANPA

LUCIANO GOES PAUL
Presidente da DESO

GILDEONE ALMEIDA SANTOS
Presidente da EMBASA

CARLOS PIANI
Presidente da SABESP

GEOVANI DA SILVA SOARES
Presidente do SANEACRE

RICARDO JOSÉ SOAVINSKI
Presidente da SANEAGO

CLEBER RENATO VIRGINIO DA SILVA
Presidente da SANEATINS/BRK

WILSON BLEY
Presidente da SANEPAR

RENATO MARCÍLIO DA SILVA
Presidente da SANESUL

SUMÁRIO

1. Reflexões da Aesbe sobre as mudanças na CONAMA 430/2011	7
2. Notas Técnicas	
2.1 Subsídios à proposta de alteração da Resolução CONAMA n.º 430/2011	14
2.1.1 Introdução	14
2.1.2 Panorama das tecnologias de tratamento de esgoto empregadas nos municípios brasileiros com população superior a 500 mil habitantes	15
2.1.3 Análise consubstanciada dos padrões de lançamento de nitrogênio amoniacal e de fósforo vigentes nas Unidades da Federativas do Brasil e em outros países	18
2.1.3.1 Cenário nacional	18
2.1.3.2 Cenário internacional	19
2.1.4 Análise consubstanciada das alterações propostas para a revisão da Resolução CONAMA 430/2011	23
2.1.4.1 Considerações acerca das condições e padrões propostas para o lançamento de efluente sanitário	23
2.1.4.1.1 Adoção da população total dos municípios como referência para a definição dos requisitos de qualidade do efluente tratado	23
2.1.4.1.2 Padrão de lançamento dos parâmetros nitrogênio amoniacal e fósforo	24
2.1.4.1.3 Considerações acerca da capacidade suporte do corpo receptor	25
2.1.4.1.4 Adoção de carbono orgânico total como parâmetro alternativo à demanda bioquímica de oxigênio	29
2.1.4.2 Condições propostas para lançamento de esgotos sanitários por meio de emissários submarinos	30
2.1.4.3 Condições propostas para efluentes de sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas	30
2.1.4.4 Necessidade de flexibilização de padrões de lançamento e de enquadramento sob condições excepcionais e em caráter temporário	31
2.1.5 Considerações acerca das necessidades de adaptação das ETEs existentes visando o atendimento aos padrões de lançamento e de enquadramento para nitrogênio e fósforo	32
2.1.5.1 Considerações acerca da influência da capacidade de diluição dos corpos receptores sobre o atendimento aos padrões de enquadramento (análise para fósforo, N-amoniaco e nitrato)	32
2.1.5.2 Considerações acerca das necessidades de adaptação das ETEs, face às limitações das tecnologias usualmente utilizadas no Brasil	32
2.1.6 Considerações acerca da concorrência por recursos financeiros para atendimento simultâneo às metas de universalização e retrofitting das ETEs existentes	34
2.1.7 Síntese da Nota Técnica	35
2.1.8 Considerações finais	38
2.1.9 Referências	40
Anexo I – Equipe técnica	42
2.2 Análise Crítica Da Proposta De Revisão Da Resolução Conama Nº 430/2011	44

1. Reflexões da Aesbe sobre as mudanças na CONAMA 430/2011

A proposta de revisão da **Resolução CONAMA n.º 430/2011**, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos no Brasil, encontra-se em amplo debate técnico e institucional. A normativa vigente atualmente não exige padrões para nitrogênio amoniacal total e restringe o controle de fósforo a situações específicas, como o risco de floração de cianobactérias. No entanto, desde agosto de 2025, as discussões em andamento trazem novas exigências e parâmetros significativamente mais restritivos.

Abaixo estão destacados os principais pontos introdutórios sobre essa proposta de alteração regulatória:

Principais Mudanças na versão de agosto/2025, que gerou a Nota Técnica da AESBE de outubro/2025 e a Consulta Pública do Conama, com 699 contribuições:

Novos Limites para Nutrientes: A proposta introduz limites rigorosos para nitrogênio (20 a 30 mg/L) e fósforo total (4 a 6 mg/L) para os efluentes lançados.

Inclusão de Novos Parâmetros: Prevê-se a inserção do monitoramento de Carbono Orgânico Total (COT) como indicador de matéria orgânica de emissários submarinos

Manejo de Águas Pluviais: Passa-se a exigir o tratamento de águas pluviais por Soluções Baseadas na Natureza em municípios com população superior a 100 mil habitantes.

Contexto e Preocupações Setoriais

A Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento (AESBE) reconhece a importância de atualizar o dispositivo legal para incorporar avanços técnicos e científicos. Todavia, manifesta profunda preocupação com a atual redação pelos seguintes fatores:

- **Inadequação do Critério Populacional:** A minuta se baliza na população total do município (com corte em 500 mil habitantes) em vez de considerar o porte da Estação de Tratamento de Esgoto (vazão ou carga poluidora), gerando distorções técnicas.
- **Impacto Econômico e Tarifário:** Estima-se que as adequações de *retrofitting* necessárias nas ETEs existentes possam mais do que duplicar os custos operacionais, o que inevitavelmente impactará as tarifas pagas pelos usuários.
- **Concorrência com Metas de Universalização:** As novas exigências imediatas concorrem diretamente pelos mesmos recursos financeiros, humanos e estruturais necessários para cumprir as metas de expansão e universalização do saneamento básico estipuladas pelo Novo Marco Legal (Lei 14.026/2020).

Diante disso, defende-se que qualquer alteração regulatória ocorra de maneira progressiva, amparada por estudos de autodepuração específicos e evidências científicas locais de cada bacia hidrográfica.

Em Março de 2026 foi apresentada uma nova versão pela Grupo de Trabalho, incluindo a remoção de Nutrientes para ETEs com capacidade de tratamento entre 10 mil e 100 mil habitantes e acima de 100 mil habitantes

Foi elaborada pela AESBE a **Nota Técnica n.º 001/2026/AESBE/CTGA/CTCQ** que apresentou uma análise crítica e o posicionamento da Associação Brasileira das Empresas Estaduais de Saneamento (AESBE) a respeito da proposta de revisão da Resolução CONAMA n.º 430/2011.

O documento defende que, embora a atualização da norma seja necessária para incorporar avanços científicos, o texto atual impõe padrões nacionais fixos e genéricos que ignoram a heterogeneidade hidrológica e socioeconômica do Brasil.

1. Crítica aos Novos Parâmetros e Critérios Propostos

- **Inadequação do Critério Populacional:** A proposta utiliza a população do município (corte entre 10 mil e 100 mil habitantes e acima de 100 mil habitantes) como referência para exigir limites mais rigorosos. A AESBE propõe que a classificação seja feita pelo **porte da ETE** (vazão ou carga poluidora) e pela capacidade suporte do corpo receptor.
- **Tratamento de Águas Pluviais:** O texto contesta veementemente a inclusão da drenagem urbana no escopo da resolução para municípios com mais de 100 mil habitantes. Alega-se que os sistemas de drenagem carecem de sustentabilidade financeira e que o tema deveria ser tratado em norma específica.
- **Excesso de Rigor em Nutrientes:** A imposição de limites fixos para nitrogênio (20 a 30mg/L) e fósforo (4 a 6 mg/L) desconsidera a capacidade de autodepuração local.
- **Monitoramento de COT:** A associação critica a substituição/inserção obrigatória do Carbono Orgânico Total (COT) em detrimento da DBO/DQO, apontando maiores custos analíticos e falta de infraestrutura nas ETEs, sugerindo uma adoção complementar e gradual.

2. Impactos Econômicos, Tarifários e Sociais

- **Aumento nos Custos Operacionais (OPEX):** Com base em dados históricos da CAESB (2013), a média ponderada do custo de tratamento nas estações **sem** remoção de nutrientes era de R\$ 0,43/m³, saltando para R\$ 0,93/m³ nas ETEs **com** remoção — um aumento de **112%**.
- **Necessidade de Adequações em Massa:** Dados atualizados de prestadores associados à AESBE revelam que pelo menos **80% das grandes ETEs** (acima de 100 mil hab.) e **72% das pequenas** precisarão sofrer reformas significativas ou *retrofitting* para cumprir as novas exigências.
- **Estudo de Caso (ETE Brazlândia/DF):** A necessidade de readequar integralmente o processo para remover nutrientes elevou o custo estimado das obras de R\$ 22 milhões (padrão atual) para **R\$ 120 milhões**, um aumento de **5,45 vezes**.

- **Riscos à Universalização:** O investimento bilionário exigido para o retrofitting competirá diretamente com os recursos destinados à expansão da rede de coleta , prejudicando especialmente as regiões Norte e Nordeste, onde os índices de cobertura ainda são de apenas 22,8% e 33,8%, respectivamente.
- **Vulnerabilidade Social:** O inevitável aumento das tarifas de água e esgoto para cobrir os custos repassará o ônus à população , agravando a exclusão de famílias de baixa renda e vulneráveis (como as listadas no DF e em Sergipe).

3. Conflitos Ambientais e Técnicos

- **Transferência de Passivo (Lodo Químico):** A remoção de fósforo por processos químicos (coagulantes à base de ferro ou alumínio) gera um volume massivo de lodo químico. Esse material perde as propriedades agronômicas e entra em conflito com a política de reuso agrícola disciplinada pela Resolução CONAMA 498/2020, sendo destinado a aterros sanitários.
- **Prejuízo à Economia Circular:** A remoção rigorosa retira do efluente tratado o nitrogênio e o fósforo que seriam insumos valiosos na agricultura, aumentando a dependência do país por fertilizantes sintéticos importados.
- **Desconsideração da Sazonalidade:** A norma não prevê flexibilidade para os períodos de cheia (maior diluição) ou inverno (onde as baixas temperaturas reduzem naturalmente a eficiência microbiológica da nitrificação).

As recomendações da AESBE

Para equilibrar a proteção ambiental com a viabilidade técnica e financeira, o documento conclui sugerindo três pilares fundamentais:

1. **Estudos de Carga Suporte Local:** Definir limites com base em quanto cada corpo d'água tolera receber, e não por regras federais fixas.
2. **Análise de Custo-Benefício das Tecnologias:** Avaliar se o ganho ambiental marginal justifica o alto custo de remoção de fósforo em determinados rios.
3. **Zoneamento Ambiental:** Aplicar restrições rigorosas apenas em áreas críticas, sensíveis ou de proteção, sob a gestão dos órgãos estaduais licenciadores.
4. **Progressividade:** Adotar um avanço gradual e focado no aprimoramento do monitoramento antes de impor padrões finais de remoção imediatos, respeitando os preceitos legais do Marco Legal do Saneamento.

Atualmente:

Em 10 de junho de 2026, a proposta de revisão da CONAMA 430 foi levada pela CTQA à plenária do CONAMA sem as considerações da NOTA 1/2026 da AESBE e sem as considerações de sugestão de valores máximos a serem adotados como parâmetros de remoção de nitrogênio amoniacal e fósforo apresentados em reunião presencial no MMA. Ressalta-se que a sugestão é baseada na análise de resultados de 362 Estações de Tratamento de Esgoto de diferentes regiões do Brasil e que se encontram em operação, de diferentes portes e tipologias de tratamento. Houve pedido de vistas de 4 entidades, entre as quais a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) do Ministério das Cidades.

Após o pedido de vistas, foram realizadas 3 reuniões sob a coordenação da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, com os setores envolvidos (AESBE, ABES, ABCON, ANA, CTQA/MMA, ANAMMA, ABEMA, ABREMA, ASSEMAE, Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Governo do Estado do Espírito Santo, Movimento Verde Paracatu) para apresentação de novo texto com requisitos que sejam exequíveis pelo setor de saneamento, pois para a SNSA o principal objetivo é a universalização do esgotamento sanitário nesse momento.

A SNSA trouxe na proposta de texto final apresentada em 15 de julho de 2026: a exclusão do item drenagem para elaboração de resolução específica e alterações na proposta quanto aos emissários submarinos. Quanto à remoção de nitrogênio amoniacal e fósforo, a SNSA incluiu uma proposição em que comprovado o atendimento às condições e padrões de qualidade em que estiver enquadrado o trecho do corpo de água receptor ou comprovado o atendimento às metas do enquadramento devidamente aprovadas no sistema de gerenciamento de recursos hídricos, mediante estudo de capacidade de suporte e autodepuração do corpo hídrico, realizado nas condições de vazão de referência, poderão ser adotados parâmetros de Nitrogênio Amoniacal e Fósforo Total estabelecidos por órgão ambiental competente, condicionados à comprovação contínua, mediante o automonitoramento previsto no art. 24, de que as condições do corpo receptor permanecem compatíveis com as premissas do estudo de capacidade de suporte. Em complemento, o órgão competente poderá estabelecer padrões específicos mais restritivos para os nutrientes Nitrogênio e Fósforo, para lançamento de efluentes em corpos receptores lênticos ou com histórico ou risco identificado de eutrofização ou floração de cianobactérias.

Como AESBE defendemos que mesmo com a inclusão na proposta de revisão da resolução CONAMA 430 que mediante estudo de capacidade de suporte e autodepuração do corpo hídrico, realizado nas condições de vazão de referência, poderão ser adotados parâmetros de Nitrogênio Amoniacal e Fósforo Total estabelecidos por órgão ambiental competente, é fundamental que os valores máximos permitidos de nitrogênio amoniacal e fósforo no lançamento do efluente tratado apresentados pela CTQA do MMA sejam revistos, pois foram baseados principalmente em dados da literatura.

Os parâmetros propostos pela AESBE constituem um desafio possível com adequações técnicas e de gestão operacional, sem necessidade de troca completa da tecnologia de tratamento e sem competir com os recursos humanos, técnicos, financeiros e de cadeia produtiva necessários à universalização do acesso ao esgotamento sanitário. Uma estimativa parcial, considerando apenas ETEs que atendem mais de 100 mil habitantes, é que o impacto nas tarifas seja, em média, de 10%, caso a proposta de revisão da resolução da resolução da CONAMA 430 não absorva as propostas apresentadas pelo setor.

Tabela Original:

	Menos de 10 mil hab.	Entre 10 e 100 mil hab.	Mais de 100 mil hab.
Nitrogênio	Atender ao padrão de qualidade da classe do corpo receptor após diluição do esgoto tratado na vazão de referência	máximo de 30 mg/L ou eficiência de remoção mínima de 40%	máximo de 20 mg/L ou eficiência de remoção mínima de 80%
Fósforo	Atender ao padrão de qualidade da classe do corpo receptor após diluição do esgoto tratado na vazão de referência	máximo de 6 mg/L ou eficiência de remoção mínima de 50%	máximo de 4 mg/L ou eficiência de remoção mínima de 80%

Tabela Sugerida:

	Menos de 10 mil hab.	Entre 10 e 100 mil hab.	Mais de 100 mil hab.
Nitrogênio Amoniacal	Atender ao padrão de qualidade da classe do corpo receptor após diluição do esgoto tratado na vazão de referência	máximo de 50 mg/L ou eficiência de remoção mínima de 40%*	máximo de 40 mg/L ou eficiência de remoção mínima de 80% *
Fósforo	Atender ao padrão de qualidade da classe do corpo receptor após diluição do esgoto tratado na vazão de referência	máximo de 8 mg/L ou eficiência de remoção mínima de 50% *	máximo de 6 mg/L ou eficiência de remoção mínima de 80% *

Notas Técnicas

Subsídios à proposta de alteração da Resolução CONAMA n.º 430/2011

2.1 Subsídios à proposta de alteração da Resolução CONAMA n.º 430/2011

2.1.1 Introdução

O presente documento, doravante designado como **Nota Técnica**, visa trazer subsídios técnicos a fim de contribuir para a proposta de alteração da Resolução n.º 430, de 13 de maio de 2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução CONAMA n.º 357, de 17 de março de 2005.

A **Nota Técnica** em questão é estruturada em 5 seções principais, seguidas de um apontamento sumarizado com a síntese do conteúdo abordado e considerações finais. O escopo do presente documento é listado a seguir:

I. Panorama das tecnologias de tratamento de esgoto empregadas nos municípios brasileiros com população acima de 500 mil habitantes: contextualização sobre os sistemas de esgotamento sanitário sujeitos à maior restrição de qualidade na proposta de revisão da Resolução CONAMA n.º 430/2011.

II. Análise dos padrões de lançamento vigentes nos estados da federação e em outros países, a fim de subsidiar a discussão acerca de limites ora propostos na revisão da Resolução CONAMA n.º 430/2011 e parâmetros considerados.

III. Análise consubstanciada das alterações propostas para a revisão da Resolução CONAMA n.º 430/2011, abordando considerações acerca das condições e padrões para o lançamento de efluente sanitário, com ênfase na proposta de adoção da população dos municípios como referência para a definição dos requisitos de qualidade do efluente tratado e requisito de atendimento ao padrão de enquadramento à luz da capacidade suporte do corpo receptor. Este item contempla um estudo de caso considerando a capacidade suporte do corpo receptor para as estações de tratamento de esgoto (ETEs) dos municípios com população superior a 500 mil habitantes no estado de Minas Gerais.

IV. Intervenções necessárias para adequação das Estações de tratamento de esgoto (ETEs) existentes com vistas ao atendimento aos padrões de lançamento e de enquadramento propostos para os parâmetros nitrogênio e fósforo.

V. Considerações acerca da concorrência por recursos financeiros para atendimento simultâneo às metas de universalização e à adequação das ETEs existentes para atendimento aos padrões estabelecidos na proposta de revisão da Resolução CONAMA n.º 430/2011.

VI. Síntese da Nota Técnica: resumo dos principais aspectos de interesse endereçados no documento.

VII. Considerações finais: propostas de encaminhamentos associados às questões discutidas.

2.1.2 Panorama das tecnologias de tratamento de esgoto empregadas nos municípios brasileiros com população superior a 500 mil habitantes

Primeiramente, cabe reconhecer a carência de banco de dados atualizado com informações abrangentes e consistentes sobre ETEs no Brasil, lacuna que limita uma análise contundente em âmbito nacional.

O Atlas Esgotos da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), lançado em 2017 com dados de 2013 e, posteriormente, atualizado com dados de 2019, é a principal base de dados nacional com informações sobre ETEs (ANA, 2017; ANA, 2019). Apesar de sua relevância, os dados mais recentes estão defasados em mais de 5 anos, o que pode trazer incertezas sobre a fidelidade das informações em relação à realidade atual (p.ex.: ETEs que passaram por *retrofitting* com ampliação de capacidade e/ou alteração de processo, implantação de novas estações, dentre outros). Ademais, a vazão das ETEs (dado relevante para a discussão subsequente) está disponível apenas no conjunto de dados de 2013, sendo que, além da defasagem temporal ainda maior, estes dados não estão prontamente aptos para integração com as informações mais recentes (de 2019). Esclarecidas as limitações, conduziu-se a análise sobre o panorama das ETEs a partir dos dados do Atlas Esgoto.

O Brasil possui 48 municípios com população residente acima de 500 mil habitantes, situados em 23 das 27 Unidades Federativas (IBGE, 2025). A partir dos dados disponíveis no Atlas Esgotos (ANA, 2019), referentes ao levantamento de ETEs realizado em 2019, verificou-se que o parque de tratamento de esgoto dos referidos municípios¹ totaliza 559 unidades, as quais se encontram em condições diversas² (p. ex.: inativadas ou em operação). Das 559 ETEs identificadas, 554 unidades, caracterizadas como ativas ou em construção/ampliação, foram selecionadas para compor o panorama de tecnologias empregadas. A distribuição do quantitativo de ETEs em municípios com mais de 500 mil habitantes é apresentada na Figura 2.3.1.1

Nota-se que a adoção de uma “linha de corte” de municípios com população superior a 500 mil habitantes não implica na seleção de ETEs com características semelhantes. A análise da Figura 2.3.1 permite observar que:

- Apenas 14 municípios concentram 78% do quantitativo das ETEs (430 unidades) – 10 ou mais estações em cada município.
- Os demais 32 municípios concentram 22% do total das ETEs (124 unidades).

Essa condição aponta para a existência de realidades distintas nos sistemas de tratamento de esgoto dos municípios com mais de 500 mil habitantes, verificando-se para o primeiro grupo citado a existência de vários sistemas independentes e, possivelmente, de menor porte, especialmente quando comparados ao segundo grupo, que possui um número reduzido de sistemas, por vezes integrado em mais de um município.

¹ O cômputo dos 47 municípios considera que Osasco (SP) possui ETE, uma vez que parte do esgoto gerado no município é encaminhado e tratado na ETE Barueri (localizada em cidade homônima). Além disso, Ananindeua (PA) é o único município com população acima de 500 mil habitantes sem registro de ETE implantada.

² Situação das ETEs: ativa (547 unidades), em construção/ampliação (7 unidades), inativa/abandonada/desativada (4 unidades), problemas operacionais (1 unidade).

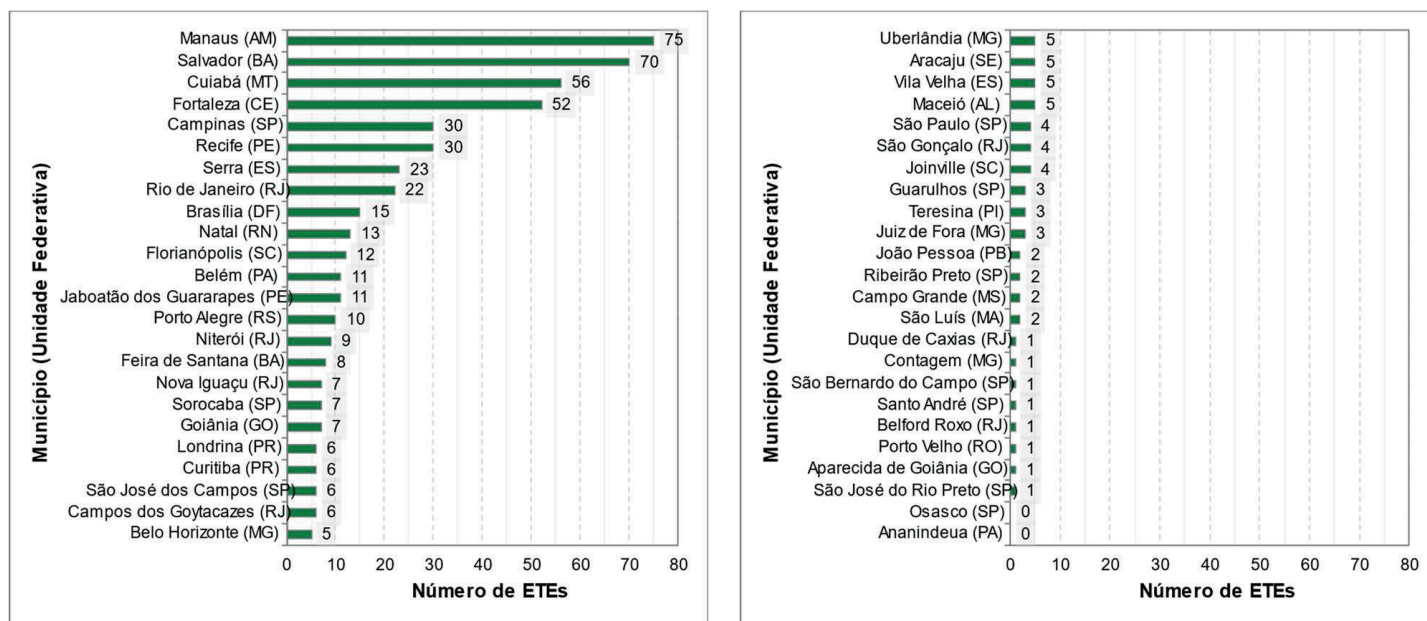


Figura 2.3.1.1 Número de ETEs nos municípios com mais de 500 mil habitantes³.

Ao analisar a vazão das ETE destes municípios (dado disponível apenas no levantamento de 2013 do Atlas Esgotos), é possível notar os seguintes aspectos:

- 90% da vazão total gerada pelas 547 ETEs⁴ existentes nestes municípios é gerada por apenas 66 estações (equivalente a 12% do total de ETEs); as 481 ETEs restantes, com vazões reportadas de até 165 L/s (equivalente populacional estimado de 90.000 pessoas⁵), são responsáveis por apenas 10% da vazão total.
- 99% da vazão total corresponde à contribuição de 219 ETEs (40% do total de ETEs); ou seja, 328 ETEs, com vazão reportada de até 7L/s (equivalente populacional estimado de 3.800 pessoas⁵), contribuem com apenas 1% do total da vazão gerada pelo grupo de 547 ETEs avaliadas.

Essa análise complementar reforça a disparidade do porte de ETEs ao se considerar como parâmetro de seleção de ETEs a população do município. Tal critério coloca sob a mesma regra ETEs com vazão superior a 9.000 L/s e outras com vazão de até 0,1 L/s. Essa diferenciação de porte também reflete no fluxograma de tratamento, uma vez que, nas ETEs de pequeno porte, prevalecem os sistemas simplificados, como reatores anaeróbios seguidos ou não de pós-tratamento – sistemas possivelmente não dimensionados com o intuito de remoção de N-amoniaco, tampouco fósforo total.

Os arranjos tecnológicos adotados nas 554 ETEs de interesse seguem indicados na Figura 2.3.1.2.

³ Considerou-se a ETE Barueri no cômputo do município de São Paulo – maior município que contribui para a estação, apesar de se situar no município de Barueri. Ademais, a ETE Arrudas encontra-se no cômputo do município de Belo Horizonte – maior município que contribui para a estação, apesar de se situar no município de Sabará.

⁴ No levantamento do Atlas Esgotos de 2013 foram identificadas 547 ETEs nos municípios selecionados, ao passo que na atualização de 2019 esse número aumentou para 554 ETEs. Para a análise em termo de vazão das ETEs foram utilizados os dados de 2013 do Atlas Esgoto, visto que esses dados não estão disponíveis no conjunto de dados de 2019.

⁵ Para estimativa do equivalente populacional, considerou-se contribuição *per capita* de esgoto igual a 160 L/hab.dia.

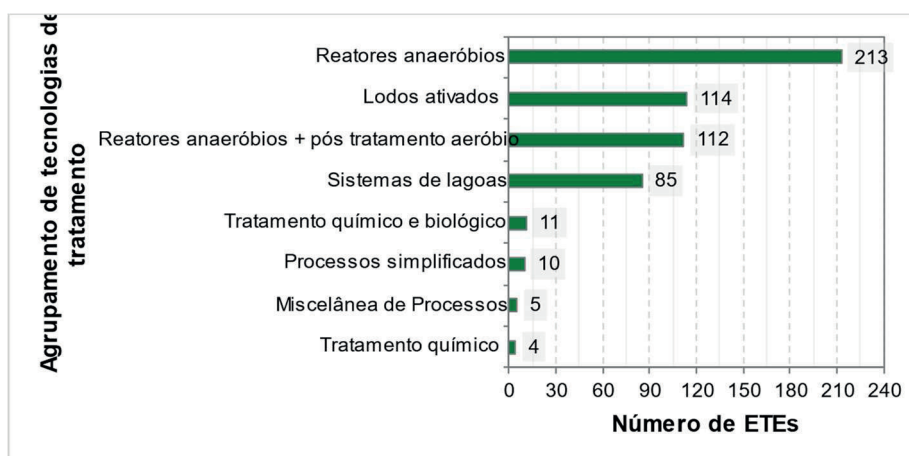


Figura 2.3.1.2 Número de ETEs por agrupamento da tecnologia de tratamento de esgoto empregada.

A análise da Figura 2.3.1.2 permite observar que:

- Há um predomínio de sistemas estritamente anaeróbios, representado pelo grupo “Reatores anaeróbios”, com 213 unidades (38% do total). Dessas, 107 estações (19% do total) possuem fluxogramas baseados em fossa séptica seguida ou não de pós-tratamento – fluxogramas tipicamente adotados em ETEs de pequeno porte.
- Os sistemas com aptidão para remoção de N-amoniacal (pós-tratamento de efluentes anaeróbios; lodos ativados e lagoas) congregam 311 unidades (56% do total). Não obstante, implicam necessidade de alterações potencialmente expressivas, posto que provavelmente foram dimensionados apenas para a remoção de matéria orgânica, para além do fato de não estarem aptos à remoção consistente de fósforo total (ver item 2.1.5).
- 14 ETEs são desprovidas de etapa de tratamento biológico de esgoto⁶, consistindo em 10 ETEs inseridas na categoria “Processos simplificados” (peneiramento, gradeamento e decantação primária) e 4 ETEs na categoria “Tratamento químico” (tratamento primário quimicamente assistido).

⁶ Aferiu-se que 11 das 14 ETEs sem etapa biológica de tratamento de esgoto realizam lançamento por emissário. A destinação do lançamento do efluente das 3 demais ETEs não foi reportada na base de dados utilizada.

2.1.3 Análise consubstanciada dos padrões de lançamento de nitrogênio amoniacal e de fósforo vigentes nas Unidades da Federativas do Brasil e em outros países

2.1.3.1 Cenário nacional

Dentre as 27 Unidades Federativas, verifica-se que 19 possuem normativas próprias que abordam padrões de lançamento de efluentes, das quais apenas 6 tratam sobre nitrogênio amoniacal e fósforo, sendo observada relativa congruência entre os limites estabelecidos. Dessas 6, todas abordam limites de lançamento de nitrogênio amoniacal, ao passo que apenas 4 abordam padrão para fósforo total. Na Tabela 2.1.3.1.1 é apresentado o compilado das normativas em contexto nacional que abordam padrões de lançamento para os parâmetros de interesse, além dos limites de lançamento definidos.

O limite máximo de nitrogênio amoniacal nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul é de 20 mg/L, independente do porte da ETE. O estado de Santa Catarina, apesar de possuir limite similar estabelecido, definiu padrões e prazos escalonados para vigência dos padrões de lançamento de nitrogênio amoniacal. Atualmente, o limite de 20 mg/L encontra-se em vigor para ETEs com vazão superior a 50L/s. A partir de 2031, o limite abarcará ETEs com vazão superior a 8,5 L/s, ao passo que as ETEs com vazão superior a 50 L/s passarão a ter como requisito um limite mais restritivo, de 15mg/L. Cumpre destacar os limites mais restritivos exigidos para nitrogênio amoniacal no município de Vitória (Espírito Santo) e no estado da Paraíba, de 5 mg/L e 10 mg/L, nesta ordem, sendo o limite do estado aplicável apenas para lançamentos realizados em trechos de corpos d'água contribuintes de lagos, lagoas e represas.

Os limites máximos de fósforo são iguais ou inferiores a 4 mg/L – podendo variar conforme a vazão afluyente à ETE, como no caso do exigido para o Rio Grande do Sul; ou das características do trecho onde ocorre o lançamento do efluente tratado, conforme estabelecido nas legislações dos estados da Paraíba e de Santa Catarina. Salienta-se que a normativa vigente no estado de Santa Catarina também permite, alternativamente ao atendimento do limite de concentração, a obtenção de eficiência mínima de 75% na remoção de fósforo, desde que não se altere as características dos corpos d'água previstas em lei.

Tabela 2.1.3.1.1 Compilado de normativas em contexto nacional que contemplam padrões de lançamento para nitrogênio amoniacal e/ou fósforo.

Estado	Normativa	Padrão de lançamento	
		Nitrogênio amoniacal (mg/L)	Fósforo (mg/L)
Espírito Santo (Vitória)	Resolução COMDEMA n.º 02/1991	5	NA
Minas Gerais	Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH/MG n.º 8/2022	20	NA
Paraíba	Deliberação Estadual n.º 006/1988	10 ^a	1 ^a
Rio de Janeiro	Resolução CONEMA n.º 90/2021	20	4
		10 ^b	1 ^b
Rio Grande do Sul	Resolução CONSEMA n.º 355/2017	20	4 (Q < 1.000 m³/d)
			3 (1.000 m³/d ≤ Q < 2.000 m³/d)
			2 (2.000 m³/d ≤ Q < 10.000 m³/d)
			1 (Q ≥ 10.000 m³/d)
Santa Catarina	Resolução CONSEMA n.º 182/2021	<u>De 2023 a 2030:</u> 20 (Q > 50 L/s)	4 ^d
		<u>A partir de 2031:</u> 20 (8,5 L/s ≤ Q < 50 L/s)	
		15 (Q > 50 L/s)	

Notas: NA: Não se Aplica. ^aLimites exclusivos para lançamento em trechos de corpos d'água contribuintes de lagos, lagoas e represas; ^bLançamento em corpos lênticos; ^cO órgão ambiental competente poderá exigir padrões para os parâmetros fósforo e nitrogênio amoniacal em corpos receptores com registro de floração de cianobactérias, em trechos onde ocorra a captação para abastecimento público ^dLimite específico para lançamentos em trechos de lagoas, lagunas e estuários, sendo permitido alternativamente ao atendimento do limite de concentração a obtenção de eficiência mínima de 75% na remoção de fósforo, desde que não se altere as características dos corpos de água previstas em lei;

2.1.3.2 Cenário internacional

A partir de um levantamento das principais normativas internacionais que abordam padrões de lançamento de efluentes, foi possível identificar normas que abrangem a União Europeia, Alemanha, Dinamarca, Reino Unido, Suécia, Suíça e países signatários da Convenção de Proteção Ambiental do Mar Báltico (Helsinki Commission – HELCOM)⁷ de forma unificada. Nota-se que, diferentemente do observado em contexto nacional para a maioria das legislações estaduais, as normativas internacionais usualmente consideram o equivalente populacional das estações como referência para classificação e definição de limites de lançamento específicos por categoria definida. Destaca-se, a Portaria de Águas Residuais Alemã, a qual utiliza a carga orgânica afluente à ETE como referencial para segregação das classes e limites de lançamento. A consolidação das normativas em contexto internacional com padrões de lançamento para os parâmetros de interesse e respectivos limites de lançamento definidos são apresentados na Tabela 2.1.3.2.1.

⁷ Especificamente: Dinamarca, Estônia, Finlândia, Alemanha, Letônia, Lituânia, Polónia, Rússia e Suécia.

Em relação ao parâmetro nitrogênio amoniacal, verifica-se que apenas a Alemanha e a Suíça definem limites de lançamento, de 10 mg/L e 2 mg/L, respectivamente. Cabe destacar que tal limite só é exigido na Alemanha para ETEs com população equivalente superior a 5.000 habitantes, e na Suíça só há exigência de atendimento ao padrão em áreas sensíveis⁸. No contexto mundial, é mais usual o estabelecimento de limites máximos para nitrogênio total, conforme observado nas normativas da União Europeia, Alemanha, Dinamarca, Reino Unido, Suécia, e países signatários HELCOM (Comissão de Proteção do Meio Marinho do Mar Báltico), com limites máximos entre 8 mg/L e 35 mg/L em função das classes de equivalente populacional definidas ou das características do corpo receptor (padrões estabelecidos exclusivamente para áreas sensíveis para a União Europeia e Reino Unido).

O estabelecimento de limites de lançamento de fósforo considera os equivalentes populacionais ou mesmo restrições locais. A Diretriz 91/271/EEC da União Europeia e a normativa do Reino Unido estabelecem limites apenas para áreas sensíveis e, alternativamente, permitem eficiências mínimas de remoção. Já as normativas estabelecidas para os países signatários HELCOM e Suécia são aplicáveis independente das características do ponto de lançamento, permitindo eficiências mínimas de remoção alternativamente aos padrões preconizados. Além disso, nas normativas da Alemanha e Dinamarca, não há distinção locacional ou alternativa ao atendimento da concentração definida. O limite de lançamento estabelecido na Alemanha, Reino Unido, Suécia e União Europeia para ETEs com equivalente populacional entre 10 e 100 mil habitantes é de 2,0 mg/L. Por outro lado, a normativa dinamarquesa estabelece limite de lançamento de 1,5 mg/L de fósforo para ETEs com equivalente populacional entre 2 e 100 mil habitantes. Além disso, todos os cinco estabelecem limite de lançamento de 1,0 mg/L de fósforo para ETEs com equivalente populacional superior a 100 mil habitantes. Os países signatários HELCOM se diferenciam dos demais citados, com limites mais restritivos, de 2 mg/L de fósforo para equivalentes populacionais até 2 mil habitantes, 1,0 mg/L até 10 mil e 0,5 mg/L para equivalentes populacionais superiores a 10 mil habitantes.

⁸ Além da obrigatoriedade do atendimento à Diretriz 91/271/EEC, os estados membros da União Europeia possuem prerrogativa para classificação dos corpos d'água como áreas sensíveis, permitindo assim o estabelecimento de critérios complementares para o controle da poluição hídrica.

Tabela 2.1.3.2.1 Padrões de lançamento estabelecidos nitrogênio amoniacal e/ou fósforo em legislações internacionais.

País/Região	Equivalente populacional da ETE (hab.)	Normativa	Padrão de lançamento		
			N amoniacal (mg/L)	N total (mg/L)	Fósforo (mg/L)
União Europeia ^a	Entre 10.000 e 100.000	Diretriz 91/271/EEC	NA	15,0	2,0 ^b
	Superior a 100.000		NA	10,0	1,0 ^c
Alemanha	Inferior a 1.000	Portaria de Águas Residuais (Abwasserverordnung – AbwV Anexo 1)	NA	NA	NA
	Inferior a 60 kgDBO/d				
	Entre 1.000 e 5.000		NA	NA	NA
	Entre 60 e 300 kgDBO/d				
	Entre 5.000 e 10.000		10,0	10,0	NA
	Entre 300 e 600 kgDBO/d				
	Entre 10.000 e 100.000		10,0	10,0	2,0
Dinamarca	Entre 600 e 6.000 kgDBO/d	BEK n.º 46 de 12/01/2016			
	Superior a 100.000		10,0	10,0	1,0
	Superior a 6.000 kgDBO/d				
Reino Unido ^a	Entre 2.000 e 5.000	Estações de tratamento de águas residuais: monitoramento do tratamento e limites de conformidade (Wastewater treatment works: treatment monitoring and compliance limits)	NA	NA	1,5
	Entre 5.000 e 100.000		NA	8,0	1,5
	Superior a 100.000		NA	8,0	1,0
	Superior a 2.000		NA	NA	NA
Signatários HELCOM	Entre 10.000 e 100.000	Recomendação HELCOM 28E/5	NA	15,0 ^c	2,0 ^b
	Superior a 100.000		NA	10,0 ^c	1,0 ^b
	Entre 300 e 2.000		NA	35,0 ^d	2,0 ^e
	Entre 2.000 e 10.000		NA	NA ^f	1,0 ^b
Suécia	Entre 10.000 e 100.000	Regulamento da Agência Sueca de Proteção Ambiental (Naturvårdsverkets författningssamling)	NA	15 ^e	2,0 ^b
	Superior a 100.000		NA	10 ^e	1,0 ^b
	Superior a 10.000		2,0 ^a	NA	NA
Suíça	Inferior a 10.000	Portaria de Proteção da Água (Gewässerschutzverordnung – GSchV)	2,0 ^a	NA	NA
	Superior a 10.000		2,0 ^a	NA	0,8 ^a

Notas: NA: Não se Aplica. a) Válido apenas para áreas sensíveis; b) Ou eficiência de remoção mínima de 80%; c) Ou eficiência de remoção entre 70 e 80%; d) Ou eficiência de remoção mínima de 30%; e) Ou eficiência de remoção mínima de 70%; f) Apenas atendimento a uma eficiência de remoção mínima de 30%; g) Ou eficiência de remoção mínima de 90%.

A análise dos padrões de lançamento de nitrogênio amoniacal e fósforo vigentes no cenário nacional (vide Tabela 2.1.3.1.1) e internacional (vide Tabela 2.1.3.2.1) permite tecer os seguintes comentários:

- O limite estabelecido nas legislações estaduais⁹ para nitrogênio amoniacal e fósforo varia de 15 a 20 mg/L e de 1 a 4 mg/L, respectivamente, à exceção de casos nos quais há lançamento em áreas sensíveis.
- Diferentemente do contexto nacional, onde fração nitrogenada regulada é usualmente restrita ao nitrogênio amoniacal, as legislações internacionais contemplam em sua maioria limites para o parâmetro nitrogênio total. No geral, os valores máximos estabelecidos para tal parâmetro variam de 8 a 15 mg/L.
- No que diz respeito a fósforo total, quando aplicável, os valores máximos das normas internacionais variam de 0,5 e 2 mg/L, sendo permitidos que esses valores sejam ultrapassados desde que comprovada a eficiência mínima requerida.
- Todas as normativas internacionais verificadas estabelecem o padrão de lançamento em função do equivalente populacional e/ou carga orgânica afluente à ETE. De modo geral, foram observados padrões menos restritivos ou ausência de limites máximos para equivalentes populacionais inferiores a 10.000 habitantes.

⁹ Os referidos limites não contemplam o padrão estabelecido na legislação do município de Vitória (ES), de 5 mg/L.

2.1.4 Análise consubstanciada das alterações propostas para a revisão da Resolução CONAMA 430/2011

Neste item são endereçadas alterações propostas na revisão da Resolução CONAMA n.º 430/2011 passíveis de serem modificadas considerando os subsídios técnicos apresentados. O principal objetivo da análise consubstanciada das referidas alterações é contextualizar as definições da legislação em relação à realidade brasileira, notadamente diante dos desafios existentes no setor de saneamento, especialmente para as regiões Norte e Nordeste.

2.1.4.1 Considerações acerca das condições e padrões propostas para o lançamento de efluente sanitário

2.1.4.1.1 Adoção da população total dos municípios como referência para a definição dos requisitos de qualidade do efluente tratado

A proposta de revisão da Resolução CONAMA n.º 430/2011 define que a população total dos municípios passa a ser utilizada como referência para diferenciação dos limites de concentração e condições exigidas, fixando a faixa da população dos municípios como referência: municípios com população superior ou inferior a 500 mil habitantes. Nota-se que tal classificação, da forma como encontra-se atualmente redigida na proposta, resulta em limitações face as diferentes realidades e situações observadas no contexto nacional. A fim de elucidar possíveis situações controversas, exemplos de casos emblemáticos mapeados e aspectos de interesse são descritos na sequência:

- ETE Barueri: localizada em município homônimo do estado de São Paulo, com população em torno de 333 mil habitantes (IBGE, 2025), não estaria sujeita a atender aos padrões mais restritivos de lançamento ora propostos para ETEs em municípios com mais de 500 mil habitantes. A ETE Barueri atende a um equivalente populacional da ordem de 7,7 milhões de pessoas, tratando esgotos de grande parte de São Paulo capital e sua região de entorno¹⁰. A limitação identificada para a redação proposta na revisão da Resolução CONAMA n.º 430/2011 implicaria que a ETE Barueri, maior estação de tratamento de esgoto da América Latina, teria um padrão de lançamento de efluente menos restritivo do que o requisito estabelecido para a ETE São Luis (Campinas/SP), cuja capacidade instalada é de 5 L/s (equivalente populacional de 3 mil habitantes), mas está inserida em um município com população superior a 500 mil habitantes.
- ETE Arrudas: embora a unidade de tratamento preliminar se encontre localizada no município de Belo Horizonte (MG), a ETE está majoritariamente inserida no município de Sabará (MG), município com menos de 500 mil habitantes. Tal situação poderia resultar em uma eventual subjetividade na definição do padrão de lançamento a ser exigido. Nesse cenário, uma situação semelhante à anterior se repetiria. Se considerada localizada em Sabará, a ETE Arrudas, cuja capacidade instalada é de 3.375 L/s (equivalente populacional superior a 2 milhões de habitantes), deveria atender a um padrão de lançamento menos restritivo que, por exemplo, o estabelecido para a ETE Minas Solidária (Belo Horizonte/MG), a qual possui capacidade instalada de 1,1 L/s (equivalente populacional inferior a mil habitantes), mas está situada em um município com mais de 500 mil habitantes. Novamente, exemplos contraditórios em termos de porte do município e capacidade instalada nas ETEs.

¹⁰ Segundo reportado no Atlas Esgotos (ANA, 2019), a ETE Barueri trata os esgotos de Barueri (SP), Carapicuíba (SP), Cotia (SP), Embu das Artes (SP), Itapeverica da Serra (SP), Itapevi (SP), Jandira (SP), Osasco (SP), Santana de Parnaíba (SP), São Paulo (SP) e Taboão da Serra (SP).

- ETEs de pequeno porte situadas nas regiões Norte e Nordeste: os municípios Fortaleza (CE), Manaus (AM), Recife (PE) e Salvador (BA) possuem população superior a 500 mil habitantes, estando, portanto, sujeitas aos padrões mais restritivos de lançamento previstos na proposta de revisão da Resolução CONAMA n.º 430/2011. Todavia, tais municípios possuem 30 ou mais ETEs, das quais no mínimo 40% são baseadas em fluxogramas de tratamento estritamente anaeróbios (reator anaeróbio ou tanque séptico, seguido ou não de filtro anaeróbio), com a maioria das estações com vazões de operação igual ou inferior a 2 L/s¹¹. Cumpre destacar a limitação intrínseca às alternativas de tratamento biológico exclusivamente anaeróbias no que diz respeito à remoção de nitrogênio amoniacal e fósforo, demandando intervenções substanciais nas referidas ETEs (eventualmente, até mesmo no sistema de esgotamento sanitário), conforme endereçado no item 2.1.5.2.

À luz dos elementos apresentados, entende-se como imperativa a necessidade de alteração da proposta de revisão da Resolução CONAMA n.º 430/2011, a qual deveria considerar o porte da ETE (em termos de vazão ou equivalente populacional), ou carga poluidora para estabelecimento de requisitos de qualidade do efluente tratado, ao invés de se balizar na população do município onde está localizada.

2.1.4.1.2 Padrão de lançamento dos parâmetros nitrogênio amoniacal e fósforo

No que se refere às legislações estaduais, conforme abordado no item 2.1.4, observa-se o estabelecimento do limite máximo de 20 mg/L de nitrogênio amoniacal nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Em relação aos padrões de fósforo, os limites estabelecidos são iguais ou inferiores a 4 mg/L, a depender da vazão afluyente à ETE) ou das características do trecho onde ocorre o lançamento do efluente tratado (como adotado no Rio Grande do Sul e na Paraíba, por exemplo). A proposta de revisão da Resolução CONAMA n.º 430/2011 prevê o limite máximo de 20 mg/L para nitrogênio amoniacal e 4 mg/L para fósforo para estações de tratamento de esgoto sanitário de municípios com população igual ou superior a 500 mil habitantes. A proposta preconiza que os limites poderão ser ultrapassados caso a eficiência de remoção mínima de 80% seja alcançada para ambos os parâmetros.

Apesar da importância da adoção de restrições de forma progressiva e temporal dos padrões de lançamento de efluentes, uma Resolução de âmbito federal deve ser compatível com a realidade territorial e viabilidade técnica e econômica-financeira de todo o país, inclusive com as metas de universalização do saneamento, que concretamente é um ganho ambiental a ser conquistado. Embora os valores ora propostos se mostrem compatíveis com os padrões de lançamento estabelecidos para os cinco estados e o município que possuem limites para nitrogênio amoniacal e fósforo (vide Tabela 2.4.1), as realidades territoriais das referidas localidades não refletem as particularidades dos demais estados. Destaca-se que um diploma de âmbito federal deve ser uma linha de base factível para todo o país. Assim, cada estado, considerando as suas peculiaridades, pode estabelecer parâmetros mais restritivos.

¹¹ Não foi possível atestar a capacidade instalada de todas as ETEs. Todavia, acordo com o levantamento da primeira versão do Atlas Esgotos (2017) a maioria das estações com os fluxogramas citados operava com vazão igual ou inferior a 2 L/s.

Por fim, além da problemática associada à imposição de limites mais restritivos em função da população do município ao invés do porte da ETE (endereço no item 2.1.4.1.1), há que se levar em conta o paradoxo associado à possível flexibilização do limite máximo estabelecido em função de uma eficiência mínima de remoção que, inevitavelmente, violaria o padrão de qualidade no corpo receptor, salvo exceções nas quais seja possível lançar mão de uma elevada razão de diluição do efluente tratado, tal como abordado no item 2.1.4.1.3.

Nesse contexto, são realizadas as considerações a seguir:

- Embora os padrões de lançamento propostos para os parâmetros nitrogênio amoniacal (20 mg/L) e fósforo (4 mg/L) estejam de acordo com os valores preconizados em legislações estaduais, é importante destacar que as particularidades dos demais estados devem ser contempladas na Resolução de âmbito federal.
- Reitera-se a necessidade de rever a classificação da ETE em função do porte (vazão ou equivalente populacional) ou carga poluidora.
- Assim como praticado em outros estados, a exemplo do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, o nível de restrição para os parâmetros nitrogênio amoniacal (15 a 20 mg/L) e fósforo (1 a 4 mg/L) poderiam estar atrelados à vazão afluente à ETE ou carga poluidora. Nesse sentido, padrões de fósforo igual ou inferiores a 4 mg/L poderiam ser propostos para ETEs com equivalente populacional superior a 500.000 habitantes, por exemplo.
- A inclusão de novos parâmetros nos padrões de lançamento deveria prever o prazo necessário para a adequação das ETEs, notadamente para parâmetros que demandam uma intervenção substancial da estação em termos de processo (p. ex.: nitrogênio amoniacal) (ver item 2.1.5). Nesse sentido, propõe-se que seja avaliada a possibilidade de estabelecer prazos diferenciados em função do porte/carga poluidora da ETE e do escalonamento do limite máximo de lançamento.

2.1.4.1.3 Considerações acerca da capacidade suporte do corpo receptor

Os padrões de qualidade de corpos d'água definidos em função das classes de enquadramento e usos preponderantes da água em conjunto com os padrões de lançamento de efluentes figuram como ferramentas para a prevenção da poluição nas coleções hídricas. No entanto, observa-se uma incompatibilidade entre tais instrumentos, visto que o cumprimento dos critérios preconizados nos padrões de lançamento não necessariamente assegura o atendimento aos padrões de enquadramento dos corpos receptores e, de acordo com o Artigo 5º da proposta de revisão da Resolução CONAMA n.º 430/2011, os efluentes não podem conferir ao corpo receptor características de qualidade em desacordo com o seu enquadramento. Sendo assim, independentemente do padrão de lançamento vigente, etapas adicionais de tratamento podem ser necessárias a fim de atender padrões sobremaneira restritivos (p. ex.: fósforo) em locais onde a capacidade suporte do corpo receptor não for suficiente.

Para fins de comparação, as diretrizes internacionais consideram padrões de lançamento com maior nível de restrição em casos cujo lançamento ocorre em áreas sensíveis à eutrofização. A União Europeia e o Reino Unido, por exemplo, definem padrões de lançamento de fósforo para áreas sensíveis em função do porte da ETE, com valor máximo permitido de 1 mg/L para ETEs com equivalente populacional superior a 100.000 habitantes. Dentre as legislações internacionais avaliadas, a mais restritiva em termos de concentração limite de fósforo foi a dos países signatários HELCOM, com concentração máxima de fósforo de 0,5 mg/L para ETE com equivalente populacional superior a 10.000 habitantes. Nesse contexto, mesmo as legislações internacionais mais restritivas consideram valores de 5 a 10 vezes àqueles previstos nos padrões de enquadramento para cursos d'água classes 1 e 2 estabelecidos na Resolução CONAMA n.º 357/2005.

Diante do requisito de atendimento ao padrão de enquadramento vigente ou mediante à necessidade de realização de estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às condições de enquadramento do corpo receptor, entende-se que os critérios para elaboração e análise dos resultados do estudo de autodepuração precisam ser aclarados. Tal entendimento baseia-se na possível ocorrência de concentrações à montante do ponto de lançamento superiores às concentrações preconizadas nas classes dos corpos receptores em várias localidades, ainda que informações acerca das concentrações nos corpos receptores não estejam prontamente disponíveis. Em adição à ausência de informações, ressalta-se que as concentrações de fósforo nos corpos receptores são altamente influenciadas pelos usos e ocupação do solo na bacia, incluindo a poluição difusa advinda de uso de fertilizantes em atividades agrícolas. Assim, as concentrações de *background* tendem a ser bem mais elevadas que as estabelecidas nos padrões de enquadramento, mesmo em áreas com pouca contribuição difusa de nutrientes. Em decorrência, é bastante provável que mesmo padrões de lançamento restritivos (da ordem de 1 mg/L de fósforo) não sejam suficientes para garantir o atendimento aos padrões de enquadramento no corpo receptor (0,1 mg/L – lançamento em ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários para classes 1 e 2), à exceção de lançamentos em corpos d'água limpos (com baixas concentrações à montante) e com elevadas capacidades de diluição (superior a 10 vezes).

Embora a proposta de revisão contemple a possibilidade de se lançar mão da capacidade de diluição do corpo receptor e realizar estudos de autodepuração que assegurem que o padrão de enquadramento não é violado, desafios atrelados à capacidade insuficiente de diluição devem ser considerados. Ainda que sejam considerados os padrões de lançamento ora propostos para os parâmetros nitrogênio amoniacal (20 mg/L) e fósforo total (4 mg/L), seria necessária uma capacidade suporte do curso d'água com razões de diluição da ordem de 5 a 40 vezes para nitrogênio amoniacal e fósforo total (ambiente lótico), respectivamente, com objetivo de atender aos padrões estabelecidos para cursos d'água classes 1 e 2 (3,7 mg/L e 0,1 mg/L para nitrogênio amoniacal e fósforo, respectivamente). Dessa forma, faz-se necessária uma discussão ampla sobre a aderência e viabilidade de atendimento dos padrões de enquadramento face à realidade brasileira, considerando, ainda, as concentrações de fósforo presentes nos cursos d'água advindas de poluição difusa e outras contribuições além das ETEs.

Nesse contexto, a fim de elucidar o impacto associado à necessidade de atendimento ao padrão de enquadramento dos corpos receptores, estudo de casos realizado a partir dos dados do estado de Minas Gerais é apresentado a seguir. A escolha pelo referido estado baseou-se na disponibilidade de dados.

Estudo de caso: capacidade suporte do corpo receptor para as ETEs dos municípios com mais de 500 mil habitantes no estado de Minas Gerais

A fim de se avaliar a capacidade suporte do corpo receptor para as ETEs dos municípios com mais de 500 mil habitantes no estado de Minas Gerais, no contexto do atendimento ao padrão de enquadramento nos cursos d'água após o lançamento de efluentes tratados – notadamente para o parâmetro nitrogênio amoniacal e nitrato, realizou-se uma análise geoespacializada da capacidade de diluição dos cursos hídricos no entorno das ETEs. Para tanto, foram consideradas as capacidades nominais das estações e a vazão de referência – Q 7,10, dos cursos d'água do estado. As informações das ETEs foram obtidas a partir da ANA (2019) e dados cedidos pelas Concessionárias responsáveis pelos sistemas de esgotamento sanitário dos municípios avaliados, ao passo que as informações sobre os cursos d'água foram obtidas via base georreferenciada (shapefile) de disponibilidade hídrica superficial disponibilizada pelo IGAM (2012).

De forma sintética, o estudo foi realizado a partir da verificação da capacidade de diluição de cursos d'água inseridos na circunvizinhança das ETEs, a partir de uma distância predefinida, considerando a premissa de um fator de diluição desejado, como se detalha a seguir: i) no que tange à definição da distância, considerou-se como base a adoção de um raio de 500 metros – utilizando-se a localização da ETE como centro da circunferência. Desta maneira, pode-se assumir, com boa segurança, que são contemplados a maioria dos cursos d'água efetivamente utilizados para o lançamento dos efluentes tratados; ii) quanto ao fator de diluição (ou razão de diluição) adotado, considerou-se uma referência homogênea de 4 vezes. Em outras palavras, significa que a vazão do corpo d'água é 4 vezes superior à vazão efluente da ETE. Este valor decorre da relação entre as concentrações máximas para nitrogênio amoniacal em cursos d'água de classe 2 e 3 estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 357/2005 (3,7 mg/L e 13,3 mg/L para $\text{pH} \leq 7,5$, respectivamente) e o limite de lançamento proposto (20 mg/L) para ETEs em municípios com mais de 500 mil habitantes, em que se obtêm a necessidade de fatores de diluição entre 1,5 e 5,4 a fim de não transgredir o enquadramento em classe. Obviamente, quanto menor a concentração efluente de nitrogênio amoniacal, menor a necessidade de se valer de uma elevada razão de diluição no corpo receptor. Reitera-se, todavia, que para fins de uniformidade metodológica, adotou-se uma razão de diluição de 4 vezes.

O estudo da capacidade suporte do corpo receptor para as 14 ETEs¹² situadas nos municípios com população superior a 500 mil habitantes no estado de Minas Gerais é apresentado na Figura 2.5.1. É possível notar que apenas 5 ETEs (36% do total) possuem cursos d'água com capacidade de diluição inseridos no raio de 500 metros, das quais 4 têm capacidade de tratamento inferior a 100 L/s. Por outro lado, dentre as 9 ETEs (64% do total) que não possuem cursos d'água com capacidade de diluição inseridos no raio de 500 metros, 3 têm capacidade de tratamento superior a 500 L/s.

¹² Considerou-se a ETE Arrudas como pertencente ao município de Belo Horizonte – maior município que contribui para a estação, apesar de se situar em Sabará (município com menos de 500 mil habitantes).

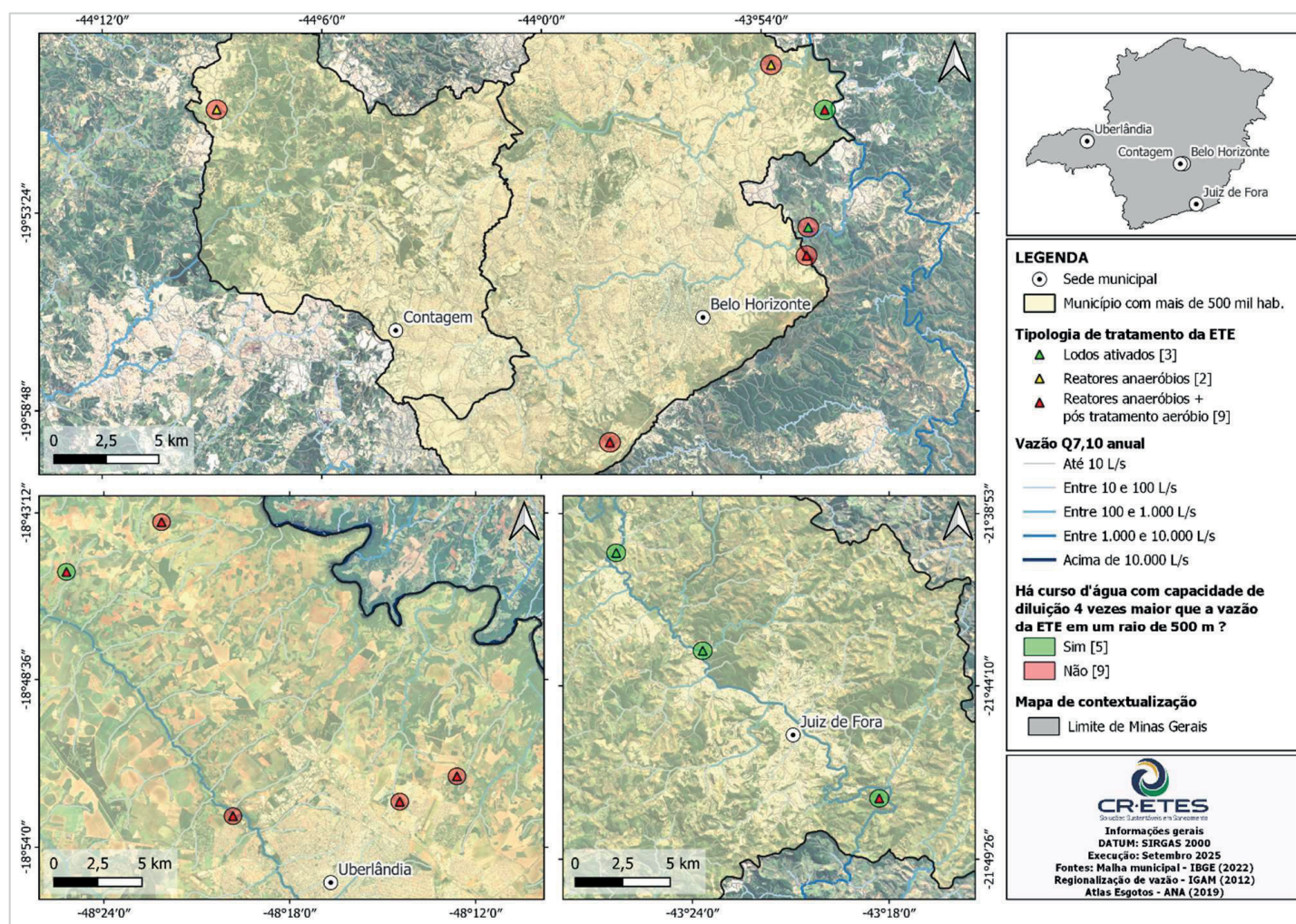


Figura 2.1.4.1 Mapa de capacidade suporte do corpo receptor para as ETEs dos municípios com mais 500 mil habitantes de Minas Gerais.

A partir dos dados levantados, observa-se a tendência de ausência de capacidade de diluição na coleção hídrica de entorno das ETEs, em especial para as estações de maior porte. Diante dessa constatação, verifica-se que o atendimento ao enquadramento para esses casos está atrelado ao alcance de concentrações de nitrogênio amoniacal inferiores ao limite de lançamento proposto, mesmo desprezando concentrações de nitrogênio à montante do lançamento – fato que poderia resultar em situações ainda mais restritivas que as apresentadas.

2.1.4.1.4 Adoção de carbono orgânico total como parâmetro alternativo à demanda bioquímica de oxigênio

Dentre as condições de lançamento de efluentes, verifica-se a possibilidade de utilizar-se o parâmetro Carbono Orgânico Total (COT) em alternativa à utilização de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). Nota-se que essa é uma abordagem inovadora em contexto nacional, uma vez que 15 dos 26 estados têm normativas que estabelecem limites de lançamento para DBO, 6 para Demanda Química de Oxigênio (DQO), mas nenhuma das legislações em nível estadual contempla o COT. Face ao caráter pioneiro da proposta e a abrangência nacional da Resolução, há que se avaliar de forma criteriosa tal inserção, cabendo as seguintes ressalvas:

- Proporção dos limites estabelecidos: o carbono orgânico total quantifica o carbono orgânico, sem distinção entre a fração biodegradável e não biodegradável. Todavia, a relação entre tais frações irá variar em função da característica do esgoto e da eficiência do processo de tratamento de esgoto, visto que à medida que a matéria orgânica biodegradável for assimilada nos processos biológicos, a fração de matéria inerte irá sobressair resultando em maiores relações COT/DBO. De acordo com Metcalf & Eddy (2016), a relação COT/DBO, varia entre 1,3 e 2,0¹³ para o efluente tratado em sistemas de lodos ativados convencional. Sendo assim, para uma concentração de DBO de 60 mg/L se obtém uma concentração de COT equivalente de 80 a 120 mg/L, superior aos 50 mg/L correspondentes da proposta de revisão.
- Desafios na quantificação de COT: a determinação de COT não é uma prática usual nas ETEs brasileiras. Sendo assim, a realização de tal análise demandaria uma adequação na infraestrutura em grande parte das estações existentes. Adicionalmente, a quantificação de COT possui dificuldades metodológicas/analíticas, técnicas e operacionais quando aplicada para a caracterização da matéria orgânica no esgoto, como: interferência com compostos presentes no esgoto (p. ex.: óleos, gorduras, sólidos suspensos etc.), custo elevado de equipamentos especializados com frequente calibração e manutenção preventiva, especialmente considerando a realidade de ETEs de menor porte, digestão prévia da amostra, entre outros.
- Entende-se que a DQO poderia ser adotada como alternativa ao COT, visto que já é um parâmetro contemplado em diversas legislações estaduais e uma análise usualmente realizada em ETEs no Brasil. Ademais, é um parâmetro amplamente reportado na literatura especializada, assim como a DBO, sendo de mais amplo domínio dos técnicos de diversas áreas.

¹³ Considerando a faixa de 20-40 mg/L para COT e 10-30 mg/L para DBO para o efluente do sistema de lodos ativados convencional.

2.1.4.2 Condições propostas para lançamento de esgotos sanitários por meio de emissários submarinos

Diferentemente do observado para o lançamento de esgoto sanitário tratado no corpo receptor, a proposta de revisão da resolução prevê que caso o lançamento ocorra via emissário submarino, o monitoramento de COT deixa de ser uma opção em substituição à DBO e passa a ser um parâmetro de monitoramento obrigatório. A eficiência de remoção proposta é de 20%, podendo atingir uma remoção mínima de 10% em ambientes costeiros com elevada capacidade hidrodinâmica, comprovada por meio de estudos de dispersão do efluente. Conforme abordado no item 2.1.4.1.3, entende-se que o monitoramento da matéria orgânica presente no esgoto deve ser realizado a partir da utilização da DBO e/ou DQO, parâmetros mundialmente consolidados como indicadores para esgoto sanitário.

2.1.4.3 Condições propostas para efluentes de sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas

A alteração da Resolução CONAMA n.º 430/2011 contempla condições para efluentes de sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, propondo a adoção preferencial de soluções baseadas na natureza como sistemas de tratamento e manejo de águas pluviais, tais como bacias de retenção, infiltração, jardins de chuva, trincheiras ou estruturas equivalentes. Em relação a este tópico, são realizados os apontamentos a seguir:

- As exigências propostas são aplicáveis a áreas urbanas com população superior a 100 mil habitantes, o que impõe desafios associados à implantação das soluções listadas como preferenciais devido à elevada área requerida em períodos chuvosos; tipicamente, existem áreas indisponíveis em localidades densamente ocupadas.
- A adoção de padrões para efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários para coletores em tempo seco irá imputar às companhias de saneamento a necessidade de tratamento devido à poluição que pode não decorrer exclusivamente do lançamento de esgoto municipal.
- Entende-se que a inclusão da *Seção IV - Das Condições para Efluentes de Sistemas de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas* deve ser precedida de ampla discussão com o meio técnicocientífico, tendo em vista a complexidade que essa temática enseja.

2.1.4.4 Necessidade de flexibilização de padrões de lançamento e de enquadramento sob condições excepcionais e em caráter temporário

A proposta de revisão da Resolução CONAMA n.º 430/2011 prevê a possibilidade de lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões estabelecidos, desde que observados diversos requisitos como, por exemplo, atendimento ao enquadramento do corpo receptor. Conforme endereçado no item 2.1.4.1.3, o não atendimento ao padrão de lançamento só asseguraria o não desenquadramento em condições nas quais fosse possível lançar mão de uma elevada capacidade suporte do curso d'água, situação não observada para uma fração considerável das ETEs, notadamente aquelas com maior porte. Diante dos padrões de lançamento ora em questão para municípios com população superior a 500.000 mil habitantes e consequentes intervenções necessárias, as seguintes considerações são realizadas:

- A adequação das ETEs existentes e construção de novas unidades irá demandar flexibilidade nos padrões de lançamento durante o período de obras, podendo ser necessário negociar com o órgão ambiental. Por exemplo, uma ETE com fluxograma de tratamento baseado em reator UASB seguido de filtro biológico percolador e que possui somente um filtro, passaria a operar somente com os reatores UASB durante a reforma do filtro (visando sua conversão em filtro nitrificante ou lodos ativados com nitrificação, por exemplo) e com a dosagem de produtos químicos no decantador secundário de forma a melhorar a qualidade do efluente em termos de matéria orgânica (se comparado à utilização de somente reator UASB).
- A flexibilização dos padrões de lançamento poderia ocorrer fora dos períodos de estiagem, quando as vazões dos corpos receptores são mais elevadas e haveria mais chance de não comprometer os padrões de enquadramento.
- A concessão de maiores prazos para adequação das ETEs deve ser considerada, tendo em vista que os projetos terão que ser cuidadosamente elaborados, dedicando especial atenção ao faseamento das obras, para a paralisação das unidades a serem adaptadas sem comprometer a qualidade do efluente. Tais estudos de faseamento são mais demandantes de tempo (durante a fase de projeto) e impactarão adicionalmente os prazos e os custos das intervenções a serem feitas nas ETEs.

2.1.5 Considerações acerca das necessidades de adaptação das ETEs existentes visando o atendimento aos padrões de lançamento e de enquadramento para nitrogênio e fósforo

2.1.5.1 Considerações acerca da influência da capacidade de diluição dos corpos receptores sobre o atendimento aos padrões de enquadramento (análise para fósforo, N-amoniaco e nitrato)

Tal como caracterizado no item 2.1.4.1.3 deste documento, a definição dos processos a serem adotados nos projetos de adaptação das ETEs é totalmente dependente da capacidade suporte dos corpos receptores, que pode ser simplificada, para fins de agilidade de análise, na razão (ou capacidade) de diluição das coleções hídricas. Nesse sentido, as concentrações de referência de fósforo, amônia e nitrato no corpo receptor imediatamente a montante do ponto de lançamento do efluente da ETE são aspectos centrais para os estudos de autodepuração, e que precisam ser regulados, posto que em muitas situações o corpo hídrico encontra-se desenquadrado a montante do ponto de lançamento do efluente. Nestes casos, ainda que se adote a concentração de referência da classe de enquadramento, pode-se imputar à ETE uma necessidade expressiva de abatimento complementar de carga poluidora.

A depender das concentrações de montante assumidas nos cursos d'água (p. ex.: concentrações próximas às dos padrões de enquadramento), as demandas de adaptação das ETEs tendem a ser bem mais complexas do que as necessárias para simplesmente atender os novos padrões de lançamento para amônia e fósforo, uma vez que poderá haver a necessidade de que os padrões de lançamento passem a ser os próprios padrões de enquadramento do corpo receptor, ou eventualmente ainda mais restritivos. A depender das concentrações assumidas a montante do ponto de lançamento e da capacidade de diluição do corpo receptor, a concentração máxima de amônia admitida para o efluente da ETE deixaria de ser 20 mg/L e passaria a ser: 3,7 mg/L (no caso de corpos de água classe 2) ou 13,3 mg/L (no caso de corpos receptores classe 3). Importante reiterar que esta condição (ausência de capacidade de diluição) é potencialmente esperada nos municípios com população superior a 500 mil habitantes (vide item 2.1.4.1.3).

2.1.5.2 Considerações acerca das necessidades de adaptação das ETEs, face às limitações das tecnologias usualmente utilizadas no Brasil.

Resgatando-se a avaliação efetuada no item 2.1.2 deste documento, reitera-se a diversidade de tecnologias do parque de ETEs existentes no Brasil: foram identificadas 554 ETEs inseridas em municípios com mais de 500 mil habitantes, que possuem uma ampla gama de processos de tratamento (vide Item 2.1.2), o que implica em complexidade sobremaneira expressiva para a definição de tecnologias e adaptação de processos para atendimento a padrões mais restritivos de remoção de nutrientes, especialmente considerando a predominância de sistemas simplificados, dedicados prioritariamente à remoção de matéria orgânica. Nesse esteio, destaca-se a presença significativa de sistemas dotados de tanque séptico e filtro anaeróbio, que precisariam ser integralmente substituídos ou contemplar novas estações a jusante (recebendo o efluente anaeróbio) para o atendimento dos padrões mais restritivos de N-amoniaco. Especialmente quanto à remoção de fósforo, necessariamente, os referidos sistemas demandariam a implantação de unidades físico-químicas, implicando em incremento de produção de lodo e, obviamente, do consumo de produtos químicos.

Um aspecto crucial para a adaptação do parque de ETEs nacional reside na necessidade de realização de estudos de alternativas de processo, com análise de custos globais de capital (CAPEX) e operação (OPEX), ou TOTEX, para subsidiar a escolha da alternativa para cada ETE, respeitando a realidade local (p.ex.: área disponível), as características do esgoto bruto (concentrações de DBO, N-amoniaco e alcalinidade são fatores altamente decisórios notadamente em relação ao OPEX) e as demandas energéticas envolvidas. Além desses fatores, o conhecimento das características quali-quantitativas dos corpos receptores a montante do ponto de lançamento, notadamente em relação às concentrações de N-amoniaco, nitrato e fósforo, e das capacidades de diluição, constituem elementos imprescindíveis para a tomada de decisão final acerca das melhores alternativas a serem escolhidas. Importante acentuar a necessidade de tempo para realização desses estudos de engenharia, especialmente considerando a elaboração de projetos básicos/executivos, e contratação das obras.

Debruçando-se sobre o apontamento da necessidade de tempo para realização de estudos de engenharia, nota-se que as alternativas tecnológicas para ETEs cujos corpos receptores não apresentam capacidade de diluição, devem ser estudadas alternativas que necessariamente possibilitem a nitrificação, a desnitrificação e a remoção de fósforo (via biológica ou físico-química). Tal condição decorre da premissa de não transgressão da classe de enquadramento, para o que, em situações em que não há capacidade suporte do corpo receptor (leia-se, capacidade de diluição), necessariamente tem-se o padrão de enquadramento assumindo a função de padrão de lançamento. Ou seja, essa é uma constatação inequívoca de que deverão ser utilizadas soluções de tratamento bem mais complexas (e de maior TOTEX) que as requeridas para o atendimento apenas aos padrões de lançamento de N-amoniaco e fósforo. Exemplificando, adaptações de ETEs que atualmente possuem fluxogramas mais simplificados (todavia adaptados ao porte e à realidade local – p. ex.: reatores anaeróbios seguidos de filtros biológicos percoladores - FBPs), não estarão aptas a adaptações mais simples, como a manutenção dos reatores anaeróbios e a transformação dos FBPs convencionais em FBPs nitrificantes, seguidos de uma unidade para remoção físico-química de fósforo, uma vez que tal tecnologia não é capaz de promover nem a desnitrificação nem a remoção biológica de fósforo.

2.1.6 Considerações acerca da concorrência por recursos financeiros para atendimento simultâneo às metas de universalização e retrofitting das ETEs existentes

No que diz respeito aos padrões de lançamento propostos para o lançamento de efluentes de sistemas de tratamento de esgotos sanitários, há que se considerar o impacto das alterações realizadas na complexidade operacional das estações de tratamento de esgoto e custos associados, especialmente tendo em vista a necessidade de atender a padrões de enquadramento sobremaneira restritivos. À luz das propostas contempladas na revisão da referida Resolução, são realizados os comentários a seguir:

- A definição dos padrões de qualidade de água usualmente não leva em conta a razoabilidade de atendimento de acordo com metas temporais, graduais e progressivas, que venham a ser estabelecidas a partir de um plano de investimentos, e que sejam racionalmente exequíveis sob as perspectivas técnica, econômica e financeira. Observa-se que a exequibilidade técnica inclui a adaptação tecnológica dos ativos eventualmente existentes, que por sua vez é dependente de adequada prospecção, cotejamento e seleção com base em critérios que garantam ampla sustentabilidade ao longo de sua vida útil. Da mesma forma, investimentos realizados de forma escalonada são mais viáveis sob a perspectiva econômica e, principalmente, financeira.
- Em função de futura revisão dos padrões de qualidade de água, investimentos realizados em tecnologia e na implantação de ativos poderão estar sujeitos à subutilização ou até mesmo ao não aproveitamento, a exemplo dos desafios atrelados ao aproveitamento de tecnologias de baixa complexidade operacional passíveis de serem adotadas para a nitrificação (requisito de abatimento de matéria orgânica a montante) e que iriam impor uma dificuldade no arranjo tecnológico caso a remoção de nitrato passe a ser requerida (requisito de carbono orgânico para conversão de nitrato a nitrogênio gasoso).
- O estabelecimento de padrões de qualidade de água cujo atendimento e cumprimento sejam de difícil aplicabilidade, ou mesmo inviáveis ou não factíveis, pode repercutir contrariamente, contribuindo para o descrédito e a frustração da sociedade com a dinâmica, mecanismos e atores envolvidos na formulação e na execução de políticas públicas.
- É fundamental considerar a sobreposição de tempo de ações com potencial interface, tais como o *retrofitting* das ETEs para atendimento minimamente aos padrões de nitrogênio amoniacal e fósforo (desconsiderando a problemática associada aos padrões de enquadramento) e a universalização dos serviços de saneamento básico atrelada à Lei 14.026/2020, com ampliação do acesso à coleta e tratamento de esgoto até 2033. A condução de tais ações em um mesmo período implica, necessariamente, na concorrência por recursos financeiros, humanos (p. ex.: capacidade limitada de prestadores de serviço para operacionalizar as mudanças estruturais requeridas), físicos e organizacionais.
- Nas regiões Norte e Nordeste, os desafios são significativos devido ao baixo índice de atendimento com cobertura de coleta de esgoto, de 22,8 e 33,8%, respectivamente (SINISA, 2023). Nessas regiões, há importantes desafios a serem superados a fim de alcançar a universalização dos serviços de saneamento básico. Assim, há que se considerar o impacto das intervenções associadas ao retrofitting de ETEs, especialmente caso o porte do município seja de fato considerado para restrição da qualidade do efluente tratado. Tais desafios tendem a ser ainda maiores em municípios com mais de 500.000 habitantes e ETEs de pequeno porte, o que acarretará investimentos consideráveis para adequação de um elevado número de estações (30 ou mais ETEs no caso de algumas capitais das regiões Norte e Nordeste).

2.1.7 Síntese da Nota Técnica

Esta Nota Técnica abordou as principais alterações propostas na revisão da Resolução CONAMA n.º 430/2011, contemplando o levantamento de dados disponíveis acerca das ETEs existentes e legislações estaduais e internacionais, a fim de subsidiar a discussão da relevância e impactos do que está sendo proposto à luz da realidade nacional. A síntese dos principais pontos endereçados é apresentada na sequência:

- Panorama das tecnologias de tratamento no Brasil nos municípios brasileiros com população superior a 500 mil habitantes:
 - o 90% da vazão total gerada pelas ETEs existentes nestes municípios é gerada por cerca de 12% do quantitativo de ETEs (66 de 547 ETEs).
 - o 99% da vazão total corresponde à contribuição de 40% do total de ETEs. Ou seja, 60% do total de ETEs contribui com apenas 1% do total da vazão tratada pelo grupo de ETEs avaliadas.
 - o Há um predomínio de sistemas estritamente anaeróbios nas ETEs em questão (38% do total), sendo que 19 % do total de ETEs avaliadas empregam fluxogramas baseados em fossa séptica seguida ou não de pós-tratamento – arranjos tipicamente adotados em ETEs de pequeno porte.
 - o Os sistemas com aptidão para remoção de N-amoniaco representam 56% do total de ETEs. Todavia, intervenções substanciais são esperadas posto que, provavelmente, foram dimensionados apenas para remoção de matéria orgânica, para além do fato de não estarem aptos à remoção consistente de fósforo total.
- Análise dos padrões de lançamento de nitrogênio amoniacal e de fósforo nos estados brasileiros e em outros países
 - o Panorama nacional: o limite estabelecido nas legislações estaduais para nitrogênio amoniacal e fósforo varia de 15 a 20 mg/L e de 1 a 4 mg/L, respectivamente, à exceção de casos nos quais há lançamento em áreas sensíveis.
 - o Panorama internacional: as legislações internacionais contemplam, em sua maioria, limites para o parâmetro nitrogênio total, com valores usualmente na faixa de 8 a 15 mg/L. Em relação ao fósforo total, os valores máximos das normas internacionais avaliadas variam de 0,5 e 2 mg/L, sendo estabelecidas eficiências mínimas alternativamente aos padrões de lançamento. Cabe destacar a ausência de menção a padrões de enquadramento para normativas internacionais, sendo os padrões de lançamento os únicos limites exigidos mesmo em condições de lançamento em áreas sensíveis.
 - o As normativas internacionais verificadas estabelecem o padrão de lançamento em função do equivalente populacional e/ou carga orgânica afluente à ETE. De modo geral, foram observados padrões menos restritivos ou ausência de limites máximos para equivalentes populacionais inferiores a 10.000 habitantes.

- Análise das propostas para a revisão da Resolução CONAMA n.º 430/2011
 - o Adoção da população total dos municípios como referência para a definição dos requisitos de qualidade do efluente tratado: a proposta de revisão da Resolução define que a população total dos municípios passa a ser utilizada como referência para diferenciação dos limites de concentração e condições exigidas, fixando o corte de municípios com população superior a 500 mil habitantes como referência. Tal proposta vai na contramão do observado em legislações estaduais (Rio Grande do Sul e Santa Catarina) e internacionalmente (todas as legislações discutidas neste documento), nas quais o equivalente populacional ou carga orgânica afluente à ETE são adotados para o estabelecimento de faixas distintas de padrões de lançamento. A sugestão de seguir com o porte do município ao invés da ETE se mostra um contrassenso a partir da avaliação da vazão afluente às ETEs e fluxograma de tratamento empregado. Como exemplo, foi apresentado o caso da maior ETE da América Latina, ETE Barueri, que embora atenda a um equivalente populacional superior a 7 milhões de pessoas, se localiza em um município com população em torno de 300 mil habitantes ficando, por tanto, fora da faixa mais restritiva de padrões de lançamentos propostos na revisão da Resolução.
 - o Padrão de lançamento dos parâmetros nitrogênio amoniacal e fósforo: embora os padrões de lançamento propostos para os parâmetros nitrogênio amoniacal (20 mg/L) e fósforo (4 mg/L) estejam de acordo com os valores preconizados em legislações estaduais, é importante destacar que as particularidades dos demais estados devem ser contempladas na Resolução de âmbito federal. Adicionalmente, deve-se levar em conta o prazo necessário para a adequação das ETEs, notadamente para parâmetros que demandam intervenções substanciais em termos de processo, como o nitrogênio amoniacal. Por fim, é prevista a dispensa de atendimento ao limite máximo preconizado a partir de uma eficiência mínima de remoção que, muito possivelmente, implicaria na violação do padrão de qualidade do corpo receptor. Assim, a previsão de tal flexibilidade se mostra incoerente.
 - o Considerações acerca da capacidade suporte do corpo receptor: a proposta de revisão da Resolução prevê que o padrão de lançamento não pode conferir ao curso d'água características em desacordo com o seu enquadramento. Assim, independentemente do padrão de lançamento, etapas adicionais de tratamento podem ser necessárias a depender da possibilidade de se lançar mão da capacidade suporte do corpo receptor e efetivas concentrações presentes no curso d'água. Ao se analisar as ETEs localizadas em municípios com população superior a 500.000 mil habitantes para o estado de Minas Gerais, observou-se a tendência de ausência de capacidade de diluição no curso d'água de entorno das ETEs, em especial para as de maior porte. Das 14 ETEs identificadas para estado de Minas Gerais, 9 não possuem capacidade de diluição suficiente, sendo 3 ETEs com vazão superior a 500 L/s. Assim, o atendimento ao padrão de enquadramento para esses casos implica no requisito de qualidade do efluente tratado mais restritivo que o padrão de lançamento.

- o Adoção de carbono orgânico total como parâmetro alternativo à demanda bioquímica de oxigênio: a adoção de COT como indicador de matéria orgânica impõe desafios analíticos, técnicos e operacionais quando aplicada para a caracterização do esgoto. Em adição às dificuldades atreladas ao método de quantificação de COT, ressalta-se a demanda associada à adequação na infraestrutura das ETEs (eventualmente, até mesmo em laboratórios externos), uma vez que tal parâmetro não é utilizado como controle de desempenho na rotina operacional. Assim, entende-se que, caso a proposta de revisão da Resolução opte por seguir com a inserção de um indicador de matéria orgânica em adição à DBO, deve-se substituir o COT por DQO, parâmetro contemplado em 15 legislações estaduais e de amplo domínio dos técnicos de diversas áreas.
- o Necessidade de flexibilização de padrões de lançamento e de enquadramento sob condições excepcionais e em caráter temporário: a possibilidade de lançamento de efluentes em desacordo com as condições e padrões de lançamento é considerada na proposta de revisão da Resolução, no entanto, sem ferir o padrão de enquadramento. Uma vez que a violação do padrão de lançamento por si só resultaria na transgressão do padrão de enquadramento (salvas exceções de elevadas razões de diluição no curso d'água) e que adequações nas ETEs existentes irão demandar a paralisação de unidades em período de obras, é fundamental a previsão de medidas de flexibilização de padrões de lançamento e de enquadramento. Como sugestões, pode-se citar: adoção de medidas paliativas a fim de minimizar o impacto da paralisação de unidades em períodos de obra (p. ex.: dosagem de produtos químicos no decantador secundário para redução da matéria orgânica efluente); flexibilização de padrões de lançamento e de enquadramento em períodos de maior capacidade de diluição (p. ex. períodos de chuva); concessão de prazos factíveis para adequação das ETEs, preferencialmente considerando metas progressivas de qualidade do efluente em um horizonte temporal definido.
- Considerações acerca das necessidades de adaptação das ETEs existentes visando o atendimento aos padrões de lançamento e de enquadramento para nitrogênio e fósforo: a depender das concentrações assumidas à montante do ponto de lançamento das ETEs e razão de diluição no corpo receptor, as demandas de adaptação das ETEs tendem a ser bem mais complexas do que as necessárias para atender exclusivamente aos padrões de lançamento para nitrogênio amoniacal e fósforo, devido à possibilidade dos padrões de lançamento passarem a ser os próprios padrões de enquadramento do corpo receptor ou ainda mais restritivos. Assim, a ausência de capacidade de diluição resultará na necessidade de adoção de sistemas de tratamento bem mais complexos (e de maior TOTEX) que as requeridas para o atendimento apenas aos padrões de lançamento de nitrogênio amoniacal e fósforo.

- Considerações acerca da concorrência por recursos financeiros para atendimento simultâneo às metas de universalização e retrofitting das ETEs existentes

- o O estabelecimento de padrões de qualidade de água deve considerar o atendimento de acordo com metas temporais, graduais e progressivas, levando em conta um plano de investimentos a fim de permitir as adequações necessárias. Tal planejamento é fundamental para evitar que adequações realizadas sejam subutilizadas ou não aproveitadas em caso de revisão dos padrões de lançamento.

- o A sobreposição de tempo de ações associadas ao *retrofitting* de ETEs e à universalização do acesso à coleta e tratamento de esgoto implica na concorrência por recursos financeiros humanos, físicos e organizacionais. A implementação de padrões mais restritivos com início de vigência imediato pode afetar ações relevantes em andamento e a serem comissionadas com vistas à expansão dos serviços de esgotamento sanitário, especialmente em regiões historicamente deficitárias, como o Norte e Nordeste do país.

2.1.8 Considerações finais

Tendo em vista as alterações previstas na proposta de revisão da Resolução CONAMA n.º 430/2011, notadamente para ETEs localizadas em municípios com população superior a 500 mil habitantes, pode-se afirmar que as intervenções necessárias para a adaptação das ETEs existentes no contexto nacional demandarão tempo e planejamento adequados. Tal fato está atrelado à necessidade de realização dos estudos de concepção, desenvolvimento dos respectivos projetos de engenharia, processos de licenciamento ambiental complementares (intervenção em área de preservação permanente, supressão de vegetação etc.), execução de obras civis e instalações, bem como o comissionamento e estabilidade operacional dos processos para remoção de N-amoniacal. Nesse esteio, há que se caracterizar os impactos tecnológicos, econômicos e financeiros necessários à adaptação e reformulação das ETEs, os quais decerto influirão no planejamento de médio e longo prazo das concessionárias.

Face ao exposto, sugere-se que a proposta de revisão da Resolução considere os encaminhamentos a seguir:

i) Estabelecimento de padrões de lançamento diferenciados, considerando os portes das ETEs e as capacidades de assimilação e diluição dos corpos receptores locais.

ii) Sugere-se que seja avaliada a adoção da DQO como alternativa ao COT, visto que é um parâmetro amplamente reportado na literatura especializada, assim como a DBO, sendo de mais amplo domínio dos técnicos de diversas áreas.

iii) Definição de prazos diferenciados em função do porte/carga poluidora da ETE e do escalonamento do limite máximo de lançamento, considerando a previsão de mecanismos para assegurar a flexibilidade operacional durante períodos de obras para adequação das unidades.

iv) Verificar se as concentrações de fósforo acima dos padrões de enquadramento efetivamente comprometem os usos da água a jusante dos pontos de lançamento das ETEs – caso não comprometam, avaliar a necessidade de dispensa do atendimento aos padrões de enquadramento, sendo mantido apenas o padrão de lançamento. Nesse caso, deve-se avaliar a necessidade de realização de estudos ambientais nas bacias hidrográficas, a fim de levantar as cargas poluidoras pontuais e difusas, além dos usos da água;

v) Avaliar a pertinência de estabelecer padrões de lançamento alinhados às classes de enquadramento e usos previstos, considerando limites máximos restritivos em situações nas quais o lançamento ocorra em áreas sensíveis ou com especificidades passíveis de serem apontadas pelo órgão ambiental.

2.10 Referências

ALEMANHA. Regulamento sobre os requisitos para o lançamento de águas residuais em corpos de água (Abwasserverordnung – AbwV). Portaria de 17 de junho de 2004 (BGBl. I S. 1108), alterado pela última vez pelo Artigo 2 do regulamento de 31 de março de 2023 (BGBl. I Nr. 88). Berlim: Ministério do Meio Ambiente, Proteção da Natureza, Segurança Nuclear e Defesa do Consumidor, 2023. Disponível em: <https://www.gesetze-im-internet.de/abwv/anhang_1.html>. Acesso em: 22 set. 2025.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Atlas Esgotos: despoluição de bacias hidrográficas. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <<https://metadados.ana.gov.br>>. Acesso em 10 set. 2025.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Metadados: Shapefile Estações de tratamento de Esgoto 2019. Disponível em: <<https://metadados.ana.gov.br>>. Acesso em 10 set. 2025.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Malha municipal. Downloads. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=downloads>>. Acesso em: 10 set. 2025.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativas da População Residente para os Municípios e Unidades da Federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads>>. Acesso em: 10 set. 2025.

DINAMARCA. Bekendtgørelse om spildevandstilladelser m.v. efter miljøbeskyttelseslovens kapitel 3 og 4. BEK nr. 46 af 12. januar 2016. Copenhagen: Miljøministeriet, 2016. Disponível em: <<https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2016/46>>. Acesso em: 23 set. 2025.

HELCOM – Comissão de Helsinque. Recommendation 28E/5: municipal wastewater treatment. Adopted 15 November 2007. Helsinki: Baltic Marine Environment Protection Commission, 2007. Disponível em: <https://archive.iwlearn.net/helcom.fi/Recommendations/en_GB/rec28E_5/index.html>. Acesso em: 23 set. 2025.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM); Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH). Deliberação Normativa conjunta COPAM-CERH/MG n.º 8, de 21 de novembro de 2022. 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. MG. 2022. Disponível em: <<https://www.siam.mg.gov.br>>. Acesso em: 18 set. 2025.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro De Gestão Das Águas (IGAM). Estudo de Regionalização de Vazão para o Aprimoramento do Processo de Outorga no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: IGAM, 2012. 417 p.

METCALF & EDDY, Inc. Tratamento de efluentes e recuperação de recursos. 5th. ed. Porto Alegre. 1980 p. 2016.

PARAÍBA. Conselho de Proteção Ambiental (COPAM). Deliberação n.º 006, de 24 de fevereiro de 1988. Aprova a NT 301 – Critérios e padrões para lançamento de efluentes líquidos e a JN – 302. PB. 1988. Disponível em: <<https://sudema.pb.gov.br>>. Acesso em: 18 set. 2025.

REINO UNIDO. Waste water treatment works: treatment monitoring and compliance limits. Environmental Permitting Guidance – Version 1.0, March 2011. Londres: Department for Environment, Food & Rural Affairs, Página | 28 2011. Disponível em: <<https://www.gov.uk/government/publications/waste-water-treatment-works-treatment-monitoring-and-compliance-limits/waste-water-treatment-works-treatment-monitoring-and-compliance-limits>>. Acesso em: 22 set. 2025.

RIO DE JANEIRO. Conselho Estadual de Meio Ambiente do Rio de Janeiro (CONEMA). Resolução CONEMA n.º 90, de 08 de fevereiro de 2021. Aprova a NOP-INEA-45, que estabelece critérios e padrões de lançamento de esgoto sanitário. RJ. 2021. Disponível em: <<https://www.inea.rj.gov.br>>. Acesso em: 18 set. 2025.

RIO GRANDE DO SUL. Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA). Resolução CONSEMA n.º 355, de 13 de julho de 2017. Dispõe sobre os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul. RS. 2017. Disponível em: <<https://www.sema.rs.gov.br>>. Acesso em: 18 set. 2025.

SANTA CATARINA. Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONSEMA). Resolução CONSEMA n.º 182, de 06 de agosto de 2021. Estabelece as diretrizes para os padrões de lançamento de esgotos sanitários de sistemas públicos de tratamento, operados por ente público ou privado. SC. 2021. Disponível em: <<https://www.semae.sc.gov.br>>. Acesso em: 18 set. 2025.

SUÉCIA. Naturvårdsverkets föreskrifter om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (NFS 2022:4). Regulamento da Agência Sueca de Proteção Ambiental sobre atividades perigosas ao meio ambiente e proteção da saúde. Estocolmo: Naturvårdsverket, 2022. Disponível em: <<https://www.naturvardsverket.se/4ace20/globalassets/nfs/2016/nfs-2016-6-konsoliderad.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2025.

SUIÇA. Gewässerschutzverordnung (GSchV) – Portaria de Proteção da Água. Ordinance of 28 October 1998 (SR 814.201). Berna: Conselho Federal Suíço, 1998. Disponível em: <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1998/2863_2863_2863/de>. Acesso em: 23 set. 2025.

UNIÃO EUROPEIA. Diretriz do Conselho relativa ao tratamento de águas residuais urbanas. Directiva 91/271/CEE, de 21 de maio de 1991. Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L 135, p. 40-52, 30 maio 1991. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A31991L0271>>. Acesso em: 22 set. 2025.

VITÓRIA (ESPÍRITO SANTO). Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente de Vitória (COMDEMA). Resolução n.º 02, de 1991. Estabelece critérios e padrões para o controle da poluição dos recursos hídricos no município de Vitória. ES. 1991.

Anexo I – Equipe técnica

Profissional	Formação
Carlos Augusto de Lemos Chernicharo	Engenheiro Civil e Sanitarista, Doutor em Engenharia Ambiental, Professor titular aposentado do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Escola de Engenharia da UFMG
Lariza dos Santos Azevedo	Engenheira Ambiental e Sanitarista, Doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Thiago Bressani Ribeiro	Engenheiro Ambiental, Doutor em Engenharia de Bioprocessos, e Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Lucas Almeida Chamhum Silva	Engenheiro Ambiental e Sanitarista, Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Doutorando em Engenharia Ambiental
Lívia Cristina da Silva Lobato	Engenheira Civil, Doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Lucas Vassalle de Castro	Engenheiro Ambiental, com especialização, mestrado e doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Thiago Morandi	Engenheiro Ambiental, com especialização em <i>Data Science e Analytics</i>

Análise Crítica da Proposta de Revisão da Resolução Conama N° 430/2011

NOTA TÉCNICA Nº. 001/2026/AESBE/CTGA/CTCQ

Assunto: Análise Crítica da Proposta de Revisão da Resolução Conama Nº 430/2011

A Resolução CONAMA nº 430/2011 estabelece, atualmente, as condições e padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos no Brasil. Para os esgotos sanitários, a norma vigente não exige padrões para nitrogênio amoniacal total e só exige controle de fósforo em situações específicas, como risco de floração de cianobactérias em mananciais de abastecimento. Em 2026, encontra-se em discussão uma proposta de revisão que introduz limites rigorosos para nitrogênio (20 a 30 mg/L) e fósforo total (4 a 6 mg/L), além de incluir novas exigências como o monitoramento de Carbono Orgânico Total (COT) e o tratamento de águas pluviais em municípios com mais de 100 mil habitantes.

Reconhece-se, de partida, a necessidade de atualização da Resolução 430/2011, no sentido de aprimorar o seu conteúdo à realidade atual, incorporando avanços técnicos e científicos. Entretanto, é fundamental garantir que essa atualização efetivamente melhore o meio ambiente e a qualidade de vida da população, sem que gere custos adicionais àqueles efetivamente necessários, evitando-se o desperdício de recursos financeiros tanto na implantação quanto na operação e manutenção das Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs), o que certamente impactará nas tarifas de água e esgotos.

Diante desse cenário, a AESBE manifesta profunda preocupação com os impactos técnicos, econômicos, sociais e ambientais da proposta, caso aprovada nos termos atuais. O presente texto apresenta uma análise crítica da proposta, incorporando as principais objeções e subsídios da instituição, reafirmando a necessidade de definições de padrões que possam ser ampliados de maneira progressiva, ao longo do tempo, por meio de atualizações periódicas da Resolução, baseados em fontes de informações apropriadas e precisas, já definidas em sua própria atualização atual.

A dinâmica dos corpos receptores e o papel do nitrogênio e fósforo

Os corpos hídricos apresentam comportamentos distintos conforme o regime de escoamento. Em ambientes lóticos (rios, córregos), a água corrente permite maior diluição e autodepuração, embora o excesso de nutrientes possa causar crescimento de algas bentônicas e transporte de poluição a jusante. Já em ambientes lênticos (lagos, represas, reservatórios), a baixa renovação hídrica favorece o acúmulo de nutrientes, levando à eutrofização, floração de cianobactérias, mortandade de peixes e comprometimento do abastecimento público.

Tanto nitrogênio quanto fósforo são nutrientes essenciais, mas seu excesso pode gerar impactos ambientais e à saúde humana, incluindo toxinas produzidas por cianobactérias e contaminação por nitratos. Contudo, a proposta de revisão trata esses elementos como poluentes a serem rigidamente removidos, sem considerar adequadamente a transferência do problema da fase líquida para a sólida, a viabilidade técnica das ETEs existentes, as diferentes capacidades de autodepuração dos corpos receptores, a sazonalidade das vazões e os custos de adequação das plantas das ETEs existentes e das novas a serem construídas, bem como os custos operacionais advindos dessas adequações e da necessidade de novas unidades operacionais.

Esses fatores, quando analisados em conjunto, revelam que a imposição de limites fixos nacionais desconsidera a heterogeneidade hidrológica, climática e socioeconômica do território brasileiro.

Capacidade de autodepuração e especificidade dos corpos receptores

Para evitar investimentos desnecessários, é de fundamental importância levar em consideração a capacidade de autodepuração dos corpos receptores, bem como os seus regimes de escoamento a jusante (lênticos ou lóticos). A definição dos parâmetros de depuração dos esgotos deve obrigatoriamente considerar as especificidades desses corpos receptores, os usos de jusante (abastecimento público, recreação, agricultura, aquicultura, etc.) e as concentrações de montante, incluindo as poluições difusas já existentes.

Assim, o caminho mais racional não é a imposição de limites uniformes e fixos, mas sim a definição de parâmetros a partir de estudos de autodepuração específicos para cada corpo receptor, conforme as diretrizes estabelecidas pelas agências emissoras das outorgas de lançamento. Essa abordagem baseada em metas ambientais por bacia hidrográfica é tecnicamente superior à padronização com valores fixos que podem ser exagerados em algumas situações e insuficientes em outras.

Nesse sentido, a proposta em análise inverte a lógica adequada: ao invés de partir da realidade local para definir os limites, impõe padrões genéricos que ignoram a capacidade de suporte de cada ecossistema.

A falsa solução: remoção de nutrientes como transferência de passivo

A remoção de nitrogênio e fósforo da parte líquida dos esgotos não elimina esses elementos do meio ambiente, mas apenas os transfere para a parte sólida – os lodos gerados nas ETEs. Essa transferência cria um passivo ambiental massivo, pois os lodos enriquecidos com nutrientes precisarão ser tratados, transportados e destinados adequadamente. A proposta ignora que o problema não é eliminado, mas deslocado para outra fase do sistema de tratamento. Ignora ainda que a remoção de fósforo em grande escala normalmente é conseguida com a utilização de processos químicos, o que transforma os lodos biológicos passíveis de serem utilizados na agricultura em lodos químicos (com presença dos elementos químicos utilizados para a remoção do fósforo da parte líquida dos esgotos, normalmente sulfato de alumínio ou cloreto férrico), com maiores restrições para o uso em agricultura, havendo necessidade de ajustes na Resolução 498/2020 ou outra destinação para os lodos químicos, o que pode ser em aterros sanitários, por exemplo, reduzindo os benefícios alcançados pela emissão da Resolução CONAMA 498/2020. O impacto dessa redução precisa ser avaliado de maneira detalhada em estudos específicos.

Portanto, a remoção de nutrientes, quando analisada sob a ótica do ciclo completo dos materiais, revela-se frequentemente como uma mera realocação do problema ambiental, e não como uma solução definitiva.

A Resolução CONAMA 498/2020 e o conflito com o lodo químico

A Resolução CONAMA 498/2020 disciplina o reuso de lodos de ETEs na agricultura, estabelecendo critérios para que esses materiais possam ser aplicados como fertilizantes ou condicionadores de solo. Ocorre que a remoção de fósforo, quando viabilizada por processos químicos – como a adição de cloreto férrico ou sulfato de alumínio –, gera um lodo químico cuja composição pode inviabilizar seu enquadramento na Resolução 498/2020. Isso porque os produtos químicos adicionados podem elevar a concentração de metais ou alterar as propriedades agrônômicas do lodo, tornando-o inadequado para uso agrícola. Assim, a proposta de revisão da 430/2011, ao exigir remoção massiva de fósforo, pode entrar em conflito direto com a política nacional de reuso de biossólidos.

Esse conflito normativo evidencia uma deficiência de articulação entre as próprias resoluções do CONAMA, gerando insegurança jurídica e inviabilizando práticas de economia circular já incentivadas em outras esferas do governo federal.

A importância do reuso agrícola dos esgotos tratados

Paradoxalmente, enquanto a proposta de revisão da CONAMA 430/2011 busca remover nitrogênio e fósforo dos efluentes, o país avança em discussões sobre o reuso de esgotos tratados na agricultura, onde esses nutrientes são insumos valiosos. Resoluções já aprovadas e implementadas incentivam o reuso agrícola como forma de reduzir a demanda por fertilizantes sintéticos (NPK) e promover economia circular. A remoção rigorosa de N e P dos efluentes tratados é extremamente prejudicial a essas práticas, pois retira do efluente exatamente os elementos que o tornam valioso para a agricultura. A proposta, portanto, caminha na contramão das políticas de reuso e economia circular. Postergar a implementação dos critérios propostos na revisão da CONAMA 430/2011 permitirá uma melhor compatibilização com as propostas de reuso de esgotos em processo de discussão no país.

Destaca-se, ainda, que boa parcela do nitrogênio e do fósforo que aparecem nos esgotos sanitários domésticos são originados pelo metabolismo humano, que recebe esses nutrientes da alimentação. Consequentemente, essa parcela dos nutrientes deve voltar para a agricultura, para fechar o ciclo.

Impedir esse retorno significa romper artificialmente um ciclo biogeoquímico natural, aumentando a dependência do país por fertilizantes sintéticos importados e agravando a balança comercial.

Sazonalidade e capacidade de autodepuração

As vazões dos corpos receptores variam significativamente ao longo do ano, com períodos de cheia (maior diluição, maior capacidade de autodepuração) e períodos de estiagem (menor diluição, menor capacidade). A proposta de revisão impõe padrões uniformes independentemente da sazonalidade, o que pode gerar ineficiências: nos períodos de chuva, padrões rigorosos podem ser desnecessários diante da alta diluição; nos períodos de estiagem, padrões fixos podem ser insuficientes para proteger corpos hídricos já fragilizados. As instituições defendem que os limites de lançamento considerem a sazonalidade e a real capacidade de assimilação do corpo receptor.

Além disso, outras variáveis justificam a sazonalidade dos critérios de qualidade do tratamento, como a temperatura. O mesmo processo de tratamento biológico (ex.: lodos ativados) pode apresentar níveis de eficiência diferenciados no verão e no inverno, tendo em vista a temperatura dos esgotos, que afeta diretamente a atividade metabólica dos microrganismos.

Em temperaturas mais baixas, a nitrificação é significativamente reduzida. Essa constatação reforça a necessidade de melhoria no monitoramento contínuo dos efluentes tratados e dos corpos receptores, bem como a adoção de padrões flexíveis que considerem essas variações sazonais de desempenho dos processos.

A consideração dessa sazonalidade pode reduzir os custos de implantação, operação e manutenção, reduzindo, também, os impactos nas tarifas.

Ignorar a sazonalidade é, portanto, ignorar a própria dinâmica dos ecossistemas aquáticos brasileiros, submetendo-os a uma lógica de controle inadequada para a realidade tropical e subtropical do país.

Os estudos de autodepuração e os riscos de eutrofização

Os estudos de autodepuração dos corpos receptores, que devem nortear a definição dos padrões de lançamento, precisam ir além da análise clássica de oxigênio dissolvido. É imperativo que esses estudos incluam explicitamente a modelagem e avaliação dos riscos de eutrofização, considerando tempos de residência, disponibilidade de luz, temperatura e concentrações de fundo de nitrogênio e fósforo. Somente com essa abordagem integrada será possível determinar se a remoção rigorosa de nutrientes na ETE é a medida mais custo-efetiva ou se o corpo receptor possui capacidade de assimilação suficiente para evitar florações de cianobactérias, direcionando os recursos para os casos de maior risco ambiental.

A definição dos parâmetros propostos na adequação da Resolução CONAMA 430/2011 não apresentaram critérios baseados na autodepuração e nos riscos de eutrofização, mas tão somente no porte de atendimento populacional das ETEs, o que implica em elevados riscos de se ter parâmetros além daqueles necessários (gerando custos operacionais desnecessários) em alguns casos, bem como se ter parâmetros aquém dos efetivamente requeridos critérios para se garantir a qualidade do meio ambiente e de saúde à população, em outros casos. Essa deficiência no critério técnico na revisão da resolução não garante os benefícios inicialmente esperados.

Sem estudos de autodepuração tecnicamente consistentes, a norma se torna uma carta branca para investimentos mal direcionados, enquanto ignora corpos d'água que, por suas características intrínsecas, exigiram atenção ainda maior do que a proposta prevê.

Separação entre esgotos domésticos e industriais

A proposta trata os esgotos de forma genérica, mas a realidade brasileira mostra a necessidade de separar claramente esgotos domésticos de esgotos industriais, com tratamentos e padrões diferenciados. Os esgotos industriais frequentemente contêm poluentes incomuns, como substâncias tóxicas, metais pesados, solventes, compostos orgânicos persistentes (ex.: fenóis, bifenilas policloradas), microplásticos e produtos químicos de alta reatividade, que exigem processos de tratamento específicos, frequentemente físico-químicos ou avançados, distintos dos processos biológicos convencionais usados para esgotos domésticos.

A unificação de padrões sem essa distinção pode levar a exigências inaplicáveis ou insuficientes, além de onerar desproporcionalmente os prestadores que recebem contribuições industriais. Recomenda-se, portanto, a manutenção de parâmetros e prazos diferenciados para os dois tipos de efluentes, com avaliações caso a caso conforme a origem industrial.

A falta dessa distinção na proposta representa um retrocesso técnico, pois trata como homogêneo aquilo que é reconhecidamente heterogêneo em qualquer literatura especializada sobre tratamento de efluentes.

A inadequação do critério populacional e a necessidade de excluir a drenagem

As instituições apontam que o critério baseado na população total do município é tecnicamente inadequado, sendo que os estudos de capacidade de autodepuração deveria prevalecer. A proposta da AESBE é utilizar o porte da ETE (vazão, população equivalente ou carga poluidora) como referência, avaliando o tipo de escoamento do corpo receptor a jusante (lêntico ou lótico), sua efetiva capacidade de autodepuração e os usos existentes e previstos de jusante.

Além disso, a proposta inclui uma seção sobre drenagem urbana, exigindo tratamento de águas pluviais por Soluções Baseadas na Natureza em municípios com mais de 100 mil habitantes. A AESBE defende veementemente a retirada desse item da resolução, pois praticamente todos os sistemas de drenagem existentes no país não apresentam sustentabilidade financeira e não teriam capacidade de atendimento aos padrões requeridos.

A drenagem envolve poluição difusa de toda a bacia, demandando análises específicas, fontes de receita dedicadas e prazos de maturação muito mais longos. Incluir essa exigência na mesma norma que trata de lançamento de efluentes tratados geraria enorme insegurança jurídica e inviabilidade técnica e econômica. Esse assunto deveria ser tratado em resolução específica, tendo em vista sua importância e especificidade, onde se discuta adequadamente os impactos financeiros, as fontes de recursos (como cobrança pelos serviços de drenagem ou contribuições específicas) e um cronograma factível para sua implementação.

Misturar em um mesmo instrumento normativo temas tão distintos como tratamento de esgoto e drenagem urbana pode ser um erro metodológico que compromete a clareza, a exequibilidade e a governança de ambas as políticas públicas.

Quantitativos de ETEs impactadas: dados do Atlas Esgotos da ANA e suas fragilidades

De acordo com o Atlas Esgotos da Agência Nacional de Águas (ANA), elaborado em 2017/2019, o Brasil possuía 559 ETEs em grandes municípios. Aproximadamente 38% dessas estações utilizam sistemas anaeróbios simplificados (como RAFAs ou UASB), que não foram projetados para remover nitrogênio e fósforo. Para atender aos novos padrões, essas ETEs precisariam ser reconstruídas ou passar por retrofit de alta complexidade. O Atlas também revela que a cobertura de esgoto no Norte é de apenas 22,8% e no Nordeste de 33,8%, o que torna ainda mais grave a alocação de recursos para modernização de ETEs existentes em detrimento da expansão da coleta para populações que ainda não têm nenhum serviço.

As informações que supostamente justificam impactos tarifários menores, como os dados do Atlas Esgotos da ANA (que menciona 3.668 ETEs no total e que 75,9% delas supostamente atenderiam aos novos parâmetros de nitrogênio e fósforo) apresentam fragilidades e necessitam de maior aprofundamento. Isso porque não se tem informação sobre qual porcentagem do volume de esgotos tratados é efetivamente depurada nesses 75,9% das ETEs.

A situação fica clara quando se analisam os dados dos prestadores de serviços regionais para as grandes ETEs, que indicam porcentagens de atendimento muito inferiores. Isso sugere que as vazões tratadas nesses 75,9% das ETEs correspondem, na realidade, a muito menos de 50% dos esgotos efetivamente tratados no país. Portanto, o impacto real da proposta é subestimado quando se olha apenas o número de estações, sendo imprescindível ponderar pela vazão ou carga poluidora tratada.

Essa fragilidade estatística invalida qualquer análise de impacto regulatório que se pretenda ser minimamente confiável, pois parte de um dado agregado que mascara a realidade operacional do setor.

Impactos financeiros, contratuais e tarifários

A aplicação das novas exigências terá impactos financeiros expressivos sobre os contratos de concessão recentemente assinados sob o Novo Marco Legal do Saneamento (Lei 14.026/2020). Esses contratos foram firmados com base nas regras atuais da Resolução 430/2011.

A imposição de novos padrões gerará necessidade de revisões contratuais para reequilíbrio econômico-financeiro, com consequente aumento das tarifas pagas pelos usuários. As instituições alertam que a proposta não apresenta qualquer estudo de impacto regulatório que mensure esses custos e sua repercussão tarifária, principalmente relacionados aos custos de operação e manutenção que impactarão ao longo de todo o período de funcionamento da ETE.

Tendo em vista que esses contratos de concessão são firmados considerando estudos de viabilidade técnica e econômica, é razoável observar que os aumentos de custos de implantação, operação e manutenção na prestação de serviços não proporcionarão redução de lucro para os prestadores de serviços, mas o aumento das tarifas a serem pagas pelos usuários.

No intuito de apresentar uma análise preliminar dos impactos nos custos de operação e manutenção das ETEs, foram avaliadas as informações contidas no documento denominado Sinopse do Sistema de Esgotamento Sanitário do Distrito Federal – SIESG elaborado pela CAESB em 2014, com informações operacionais de 2013. Apesar do ano de elaboração do documento, é possível verificar os impactos financeiros em ETEs que apresentam tratamentos mais simples em comparação àqueles que apresentam tratamentos mais complexos.

Com base nas informações do referido documento elaborou-se a Tabela 1 apresentada adiante, a qual contém informações das 16 ETEs que se encontravam em operação no DF no ano de 2013, referentes aos processos de tratamento, volume médio mensal tratado, vazão média tratada, custo médio mensal e custo médio mensal por m³.

Pela referida tabela é possível observar que o menor custo operacional é verificado na ETE Brazlândia (com uma vazão média tratada de 46,69 L/s), no valor de R\$ 0,30 /m³, a qual apresenta como processo de tratamento denominado australiano, composto de lagoas anaeróbias, seguidas de lagoas facultativas. A ETE Melchior (vazão de 871,95 L/s) apresentou o 2º menor custo operacional (R\$ 0,36 / m³), sendo o tratamento composto por RAFA e UNITANK (Operando de maneira deficiente tendo em vista problemas operacionais). A ETE Samambaia (vazão de 384,42 L/s) apresentou o 3º menor custo operacional (R\$ 0,47 /m³) e o processo de tratamento é RAFA + Lagoa Facultativa + Lagoa de Alta Taxa + Lagoa de Polimento e Polimento Final. A ETE São Sebastião (vazão de 127,19 L/s) apresentou o 4º menor custo operacional (R\$ 0,57 /m³) e o processo de tratamento é RAFA + Escoamento Superficial + Lagoa de Maturação. A ETE Planaltina (vazão de 117,68 L/s) apresentou o 5º menor custo operacional (R\$ 0,57 /m³) e o processo de tratamento é RAFA + Lagoa Facultativa + Lagoa de Maturação. A ETE Paranoá (vazão de 80,84 L/s) apresentou o 6º menor custo operacional (R\$ 0,73 /m³) e o processo de tratamento é RAFA + Lagoa de Alta Taxa. Todos esses processos não continham em operação sistemas de remoção de nitrogênio e fósforo.

Custos de Operação e Manutenção das Estações de Tratamento de Esgotos - 2013 - R\$ /m ³					
ETE	Processo de Tratamento	Volume médio (m ³ /mes)	Vazão média mensal (L/s)	Custo médio mensal (R\$)	Custo Médio (R\$/m ³)
Brasília Norte	RBN+POLIMENTO FINAL	1.252.382	483,17	1.430.525,74	1,14
Paranoá	RAFA+LAT	209.527	80,84	152.430,54	0,73
Torto	RAFA+INFIL+CLORAÇÃO	9.058	3,49	11.797,70	1,30
Brasília Sul	RBN+POLIMENTO FINAL	2.921.211	1.127,01	2.101.028,70	0,72
Riacho Fundo	RBNB	133.715	51,59	298.508,40	2,23
Planaltina	RAFA/LF+LM	305.030	117,68	186.672,22	0,61
São Sebastião	RAFA+ES+LM	329.675	127,19	188.979,70	0,57
Sobradinho	LODO ATIVADO	271.996	104,94	310.308,01	1,14
Vale do Amanhecer	RAFA+LAMC+LAF	52.963	20,43	81.754,45	1,54
Alagado	RAFA+LAT+ES + POLIMENTO FINAL	233.352	90,03	247.275,52	1,06
Gama	RAFA+RBN	543.628	209,73	589.607,99	1,08
Santa Maria	RAFA+LAT+ES + POLIMENTO FINAL	125.392	48,38	134.481,80	1,07
Brazlândia	Lagoa An. Lagoa Fac.	121.031	46,69	36.082,64	0,30
Melchior	RAFA+UNITANK	2.260.097	871,95	803.422,38	0,36
Recanto das Emas	RAFA+LODO ATIVADO +LF	433.481	167,24	518.340,29	1,20
Samambaia	RAFA/LF+LAT+LP + POLIMENTO FINAL	996.413	384,42	468.066,39	0,47
Legenda:					
L.An - Lagoa Anaeróbia					
LF - Lagoa Facultativa					
RBN - Remoção Biológica de Nutrientes					
RAFA - Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente					
LAT - Lagoa de Alta Taxa					
INFIL - Infiltração					
ES - Escoamento Superficial					
RBNB - Remoção Biológica de Nutrientes por Batelada					
LP - Lagoa de Polimento					
LM - Lagoa de Maturação					
LAMC - Lagoa Aerada de Mistura Completa					
LAF - Lagoa Aerada Facultativa					
UNITANK - Reator Aeróbio					

É importante observar que das 6 ETEs que apresentaram os menores custos operacionais 5 delas apresentaram processos de tratamento que envolvem lagoas de estabilização e a outra ETE que utiliza processo de lodo ativado apresentava problemas operacionais.

O maior custo operacional (R\$ 2,23 / m³) é verificado na ETE Riacho Fundo (51,59 L/s), o qual conta com remoção biológica de nutrientes (nitrogênio), utilizando processo de lodo ativado por batelada. É importante destacar que esse custo é 7,5 superior àquele verificado na ETE Brazlândia que utiliza processo de tratamento exclusivamente por lagoa de estabilização.

As demais ETE's que apresentam tratamento utilizando remoção de nutrientes são Brasília Norte (R\$ 1,14 / m³), Brasília Sul (R\$ 0,72/ m³), Alagado (R\$ 1,06 / m³), Gama (R\$ 1,08 / m³) e Santa Maria (R\$ 1,07 / m³).

Ao se comparar os custos operacionais das ETEs que apresentam processos de tratamento sem remoção de nutrientes observa-se que a média ponderada é de R\$ 0,43 / m³, enquanto as ETEs que apresentam remoção de nutrientes (nitrogênio e fósforo), a média ponderada passa a ser de R\$ 0,93/ m³, ou seja, 112% mais caro.

Considerando as informações operacionais das ETEs da Caesb observa-se que implantação de processos de remoção de nutrientes (nitrogênio e fósforo) pode mais que duplicar os custos operacionais das ETEs.

Ainda buscando obter informações sobre impactos nos custos de operação e manutenção em ETEs existentes, elaborou-se a Tabela 2, apresentada adiante, a qual apresenta informações atualizadas de prestadores de serviços regionais associados a AESBE, indicando quantitativos de ETEs que atendem e não atendem à proposta de revisão da Resolução Conama 410/2011.

Pela Tabela 2, que contém informações da Sanepar, Saneago, Embasa, Corsan, Compesa, Cesan, Casan, Cagepa, Cagece, Caesb, Caerd, Caer e Caema, observa-se um total de 79 ETEs tratando esgotos de população superior a 100 mil habitantes. Dessas 62,03% atendem aos novos padrões propostos para a remoção de DBO, enquanto 40,51% atendem aos padrões de remoção de fósforo total e apenas 18,99% atendem aos padrões de remoção de nitrogênio amoniacal. Isso implica dizer que em pelo menos 80% dessas ETEs haverá necessidade de adequações nos processos de tratamento para viabilizar a adequação aos novos padrões de tratamento requeridos na atualização da Resolução 430/2011.

Com relação às ETEs que atendem a menos de 100 mil habitantes, tem-se um total de 1.559 unidades em operação, sendo que 59,4% atendem aos novos padrões de remoção de DBO, enquanto 33,80% atendem aos padrões de remoção de fósforo total e 27,84% atendem aos novos padrões de remoção de nitrogênio amoniacal.

Isso implica dizer que cerca de 72% das ETE existentes haverá necessidade de adequações nos processos de tratamento para viabilizar a adequação aos novos padrões de tratamento requeridos na atualização da Resolução 430/2011.

Em uma nova versão da proposta de adequação da Resolução 430/2011, tem-se a proposta de alterar os limites para menos de 10 mil habitantes, no lugar do 100 mil habitantes, e que serviu de base para as análises anteriores. Essa situação amplia os impactos negativos da resolução, aumentando os custos de implantação, operação e manutenção pois aumenta a porcentagem de ETEs que não atende aos padrões nela definidos. No caso de sistemas que atendam menos de 10 mil habitantes os padrões para nutrientes se tornam ainda mais restritivos ao estabelecer relação direta com os limites da classe de enquadramento, sem condicionar à situações de eutrofização e abastecimento público. Por exemplo, considerando-se um rio de classe 2 (lótico) e vazão de efluente tratado similar à vazão de referência, seria necessário atingir o padrão de fósforo total de 0,1 mg/L e nitrogênio amoniacal de 0,5 a 3,7 mg/L (conforme pH). Essa restrição pode se tornar ainda mais crítica em municípios localizados em regiões de cabeceiras, onde a vazão de referência dos corpos hídricos é significativamente pequena, frequentemente menor do que a vazão de efluente a ser tratada e, posteriormente, lançada.

Tabela 2 - Atendimento à Nova Proposta de Revisão do CONAMA 430/11 Pelas Companhias Estaduais										
ESTADO	EMPRESA	ETE COM CAPACIDADE DE TRATAMENTO ACIMA DE 100 MIL HABITANTES				ETE COM CAPACIDADE DE TRATAMENTO ABAIXO DE 100 MIL HABITANTES				PRIVATIZOU / PPP / NÃO TEM TRATAMENTO DE ESGOTO MARCAR COM X
		Número de ETEs	Nº DE ETEs QUE ATENDEM DBO máximo de 60 mg/L ou eficiência de remoção mínima de 80%	Nº DE ETEs QUE ATENDEM P máximo de 4 mg/L ou eficiência de remoção mínima de 80% OU NÃO MEDE	Nº DE ETEs QUE ATENDEM Nam máximo de 20 mg/L ou eficiência de remoção mínima de 80% OU NÃO MEDE	Número de ETEs	Nº DE ETEs QUE ATENDEM DBO máximo de 90 mg/L ou eficiência de remoção mínima de 70%	Nº DE ETEs QUE ATENDEM P máximo de 6 mg/L ou eficiência de remoção mínima de 50% OU NÃO MEDE	Nº DE ETEs QUE ATENDEM Nam máximo de 30 mg/L ou eficiência de remoção mínima de 50% OU NÃO MEDE	
MA	CAEMA	5								1 PPP (ETE Anil)
RR	CAER	1	1			4	4			
RO	CAERD	0				20	10	1	4	
DF	CAESB	8	8	7	4	8	8	3	1	
CE	CAGECE	2	1	NÃO MEDE	NÃO MEDE	287	187	NÃO MEDE	NÃO MEDE	PPP (197 ETEs)
PB	CAGEPA	6	2	NÃO MEDE	NÃO MEDE	30	15	NÃO MEDE	NÃO MEDE	
AL	CASAL	1	1	0	0	11	6	4	0	
SC	CASAN	3	2	3	1	63	62	54	54	
RJ	CEDAE									Águas do Rio/ Rio + Saneamento / Igua Saneamento
ES	CESAN	5	3	2	2	98	25	16	15	AEGEA, ACCIONA, GSNIMA.
PE	COMPESA	5	4	0 atendem (4 não medem)	3 atendem (2 não medem)	107	84	7 (64 não medem)	10 (60 não medem)	
RS	CORSAN	3	3	3	3	218	197	64 atendem , 137 não medem	57 atendem, 130 não medem	AEGEA
PA	COSANPA									ÁGUAS DO PARÁ / AEGEA
SE	DESO	-	-	-	-	-	-	-	-	IGUA SANEAMENTO
BA	EMBASA	11		2 atendem 3 não atendem 6 não monitoram	4 ETEs analisam, mas nenhuma delas atendem	379		18 atendem 76 não atendem 285 não monitora	4 atendem 26 não atendem 349 não monitora	
SP	SABESP									
AC	SANEACRE									
GO	SANEAGO	10	8	NÃO MEDE	NÃO MEDE	76	70	NÃO MEDE	NÃO MEDE	
PR	SANEPAR	19	16	15	2	258	258	159	102	
MS	SANESUL									
TOTAL		79	49	32	15	1559	926	527	434	
% de atendimento			62,03	40,51	18,99		59,40	33,80	27,84	

Ao se comparar as informações por Estado, observa-se que no Maranhão, todas as ETEs precisarão de adequação para os três parâmetros (DBO, Nitrogênio e Fósforo). Todas as ETEs existentes em Roraima também precisarão de adequações para o atendimento à remoção de nitrogênio e fósforos. Provavelmente o mesmo ocorrerá no Ceará, em Goiás e na Paraíba, uma vez que sequer há medições desses parâmetros, dado que atualmente não são requeridos nas licenças de operação das ETEs.

Esses números apresentados na Tabela 2 proporcionam uma noção dos impactos nas ETEs existentes no que se refere à necessidade de obras de adequações de tratamento. Acrescenta-se a possibilidade de dobrar os custos operacionais nesses ETEs, considerando as informações apresentadas da Tabela 1.

Apresentando uma análise de caso específico relacionado aos impactos nos custos de adequação no processo de tratamento, tem-se como exemplo a ETE Brazlândia, localizada no DF. Atualmente a ETE apresenta processo de tratamento utilizando lagoas de estabilização (anaeróbia seguida de lagoa facultativa), com exportação de esgotos até o rio Verde, fora da bacia do rio Descoberto, principal manancial abastecedor do DF. Entretanto, tendo em vista os conflitos de uso de água na bacia hidrográfica do rio Descoberto, visando ampliar a disponibilidade hídrica, a Caesb está adequando o processo de tratamento da ETE, incluindo remoção de nutrientes (nitrogênio e fósforo) e desinfecção de esgotos, antes do seu lançamento no rio Descoberto. Para a adequação do processo de tratamento, tem-se necessidade de implantação de uma nova ETE, utilizando-se RAFAs, tratamento por lodo ativado com remoção de nitrogênio (Bardenpho), tratamento químico para remoção de fósforo, e desinfecção.

A adequação no tratamento da ETE encontra-se em fase de licitação. Considerando as documentações disponibilizadas no site da Caesb para esse processo é possível observar que a nova ETE terá capacidade para atendimento a 69.452 habitantes (vazão média de 75 L/s).

Nos Estudos de Concepção para a Atualização da ETE Brazlândia foi avaliada a possibilidade de manter a exportação dos esgotos até o Rio Verde, não inserindo remoção de nutrientes (nitrogênio e fósforo). Para essa alternativa, os custos totais de adequação no processo de tratamento para a realidade atual e futura considerando os padrões de lançamento atual era de cerca de R\$ 22 milhões (atualizados para dezembro de 2025). Entretanto, os custos das obras considerados no processo licitatório (que incluíram a remoção de nutrientes e valores com base em dezembro de 2025) chegaram a cerca de R\$ 120 milhões, ou seja, 5,45 vezes maior.

É importante destacar que a obrigação de atendimento a remoção de nitrogênio e fósforo levou à necessidade de readequação integral do processo de tratamento da ETE, elevando os custos de implantação em mais de 5,4 vezes. Se se considerar os custos operacionais, que certamente serão ampliados em mais de 2 vezes, haja vista que o processo de tratamento na ETE atual é o que apresenta os menores custos operacionais entre todas as ETEs do DF, os impactos financeiros na ETE Brazlândia serão substanciais e significativos.

Destaca-se, ainda, a importância de avaliação em todas as ETEs existentes no país, uma vez que se tem uma parcela significativa das unidades que se utilizam de processos de tratamento por meio de lagoas de estabilização e muitas delas poderão apresentar as mesmas especificidades da ETE Brazlândia, ou seja, ser integralmente abandonadas para a construção de novas ETEs com elevados custos de implantação, operação e manutenção.

Adiciona-se às análises efetuadas anteriormente o fato de que a obrigatoriedade de remoção de nitrogênio e fósforo reduz as possibilidades de tratamentos naturais tais como lagoas de estabilização, wetlands, disposição no solo, dentre outros, os quais apresentam reduzidos custos de implantação, operação e manutenção. Além disso, praticamente não dependem de energia elétrica. Destaca-se, ainda, o fato de que a proposta atual da adequação na Resolução CONAMA 430/2011 atua como forte incentivo para a alteração dos processos de tratamento em boa parte das ETEs existentes e que utilizam esses processos de tratamento naturais. Assim, a nova resolução além de reduzir as possibilidades de manutenção desses processos de tratamento naturais proporciona profundas restrições para usos futuros, fato que aumentará, significativamente, a dependência de energia elétrica, os riscos operacionais (decorrentes de interrupções de fornecimento dessa energia) e aumento nos custos de operação e manutenção dessas ETEs.

Em um país que busca descarbonizar sua matriz energética e reduzir custos operacionais, a eliminação de soluções de baixo consumo energético representa um contrassenso estratégico.

Impacto social e vulnerabilidade: o caso do DF e de Sergipe (exemplos de avaliação da realidade atual brasileira)

Qualquer discussão sobre aumento de custos e tarifas deve considerar a realidade social do país. No Distrito Federal, por exemplo, cerca de 470 mil pessoas vivem em Áreas de Regularização de Interesse Social (ARIS), conforme o Censo 2022. Dessa população, aproximadamente 250 mil habitantes não estão oficialmente interligados ao sistema da Caesb. Destes, 72,5 mil não dispõem de rede de água na frente de seus lotes, enquanto cerca de 177,5 mil pessoas têm disponibilidade de rede na porta de casa, mas não se conectam por falta de capacidade de pagamento das tarifas, devido à vulnerabilidade social (Fonte – UnB Projeto de Extensão Água e Vida para as ARIS). Essa realidade não é exclusiva do DF. Ainda a título de exemplo, no estado de Sergipe, mais de 50% da população é composta por famílias registradas no CadÚnico em situação de pobreza (38,1%) ou baixa renda (12,7%). Aumentar as tarifas de água e esgotos, como inevitavelmente ocorreria com a aprovação da proposta nos termos atuais, dificultará ainda mais a inclusão dessas populações no sistema, agravando a desigualdade no acesso ao saneamento básico.

Portanto, a proposta não é apenas tecnicamente discutível do ponto de vista ambiental, mas também socialmente regressiva, pois penaliza com aumento tarifário justamente as populações que mais dependem de tarifas acessíveis para ter acesso ao serviço.

Necessidade de área física e mudanças nos processos de tratamento

A implementação da remoção química de fósforo e de processos biológicos avançados para nitrogênio (nitrificação/desnitrificação) exige área física adicional nas ETEs. Muitas estações localizadas em áreas urbanas consolidadas não dispõem de espaço disponível para expansão. Além disso, os processos de tratamento precisarão ser profundamente alterados, com a introdução de novas unidades operacionais, maior consumo de energia, maior produção de lodo e uso contínuo de produtos químicos. Essas adequações geram custos adicionais de implantação (CAPEX) e de operação e manutenção (OPEX) que não foram adequadamente dimensionados pela proposta, nem foram avaliados de maneira detalhada os impactos sobre as tarifas de água e esgotos.

A indisponibilidade de áreas para expansão em zonas urbanas consolidadas inviabilizará, na prática, a adequação de muitas ETEs, gerando um impasse regulatório sem solução clara.

Monitoramento: DBO/DQO versus COT

A proposta introduz o monitoramento de Carbono Orgânico Total (COT), alinhando-se a práticas internacionais. Contudo, é importante destacar as vantagens da manutenção da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e da Demanda Química de Oxigênio (DQO) como parâmetros centrais de monitoramento. Primeiro, há um extenso histórico de dados e familiaridade dos prestadores de serviços com esses indicadores, o que garante comparabilidade e confiabilidade. Segundo, os custos de análise de DBO/DQO são significativamente menores e mais acessíveis à maioria das ETEs brasileiras, especialmente às de pequeno e médio porte. Terceiro, a DBO tem correlação direta com o impacto do efluente sobre o oxigênio dissolvido do corpo receptor, sendo um parâmetro ambiental mais intuitivo.

Sugere-se, como transição, a possibilidade de iniciar um monitoramento complementar com o COT somente nos corpos receptores que demonstrem a real necessidade desse monitoramento. E, mesmo nesses casos específicos, é importante definir um período de transição para que os prestadores de serviços possam se adequar e melhor compreender esse novo parâmetro, construindo correlações locais entre DQO/DBO e COT, bem como adquirir equipamentos.

É essencial alertar que as práticas de monitoramento adotadas em outros países, com realidades econômicas e sanitárias distintas, podem não ser as mais adequadas para o Brasil, justificando-se uma adoção gradual e baseada em evidências locais.

A simples transposição de parâmetros de monitoramento de países desenvolvidos desconsidera as assimetrias tecnológicas, financeiras e de capacitação técnica entre o Brasil e aquelas realidades.

Aprimoramento do monitoramento de efluentes e corpos receptores

A presente revisão deve ser vista como uma oportunidade para criar padrões que garantam uma melhoria substancial no monitoramento dos efluentes – aproximando-o, guardadas as devidas diferenças, aos rigorosos padrões utilizados nas Estações de Tratamento de Água (ETAs) – e no monitoramento dos corpos receptores, com melhor controle de montante e jusante.

Propõe-se a inclusão de um programa de monitoramento abrangente, contemplando os principais parâmetros de controle físico-químicos e biológicos, no qual se insira, de forma estruturada, o monitoramento sistemático de nitrogênio e fósforo. Esse monitoramento permitirá avaliar os impactos reais de jusante ao longo do tempo, considerando as situações atuais de carga poluidora a montante das ETEs. Conjuntamente ao programa de monitoramento é importante a estruturação de um sistema de informações, similar ao SISAGUA a fim de se ter de maneira sistematizada todas as informações advindas de esgotos brutos e tratados em cada corpo receptor. Ainda nesse sistema é importante incluir estudos de capacidade de autodepuração, utilizando-se critérios e parâmetros para suas realizações, a fim de se ter avaliações sendo realizadas com base nas mesmas premissas, considerando todo o território nacional.

Com esses dados, será possível definir padrões de depuração mais realistas e específicos para cada bacia, evitando investimentos e custos de operação e manutenção além daqueles estritamente necessários para garantir qualidade de vida à população e um meio ambiente sustentável. Destaca-se que todos os custos adicionais não justificados tecnicamente são transferidos diretamente para a população via tarifas.

Por fim, a definição de limites para a remoção de Nitrogênio (N) e Fósforo (P) em corpos d'água não deve ser baseada exclusivamente na cópia de padrões internacionais, mas sim em pesquisas locais robustas. Isso ocorre porque a capacidade de suporte de um ecossistema aquático varia conforme características regionais como clima, tipo de solo, vazão do rio, temperatura e biodiversidade nativa.

A adoção de parâmetros fixos e universais pode levar a equívocos. Por um lado, índices muito restritivos importados de regiões de clima temperado ou com solos pobres em nutrientes podem inviabilizar economicamente o tratamento de esgoto no Brasil, onde muitos corpos d'água possuem maior capacidade de assimilação natural. Por outro lado, a falta de critérios específicos pode permitir a degradação de ecossistemas sensíveis, como lagos e nascentes, onde o excesso de nutrientes causa a eutrofização.

Para equilibrar proteção ambiental e viabilidade técnica, a abordagem sugerida envolve:

1. **Estudos de Carga Suporte Local:** Pesquisas para determinar exatamente quanto N e P o corpo d'água específico pode receber sem sofrer florações de algas ou queda de oxigênio. Isso define o "limite efetivo" mencionado.
2. **Análise de Custo-Benefício das Tecnologias:** Investigar quais níveis de remoção (secundário, terciário ou avançado) são mais eficientes para a realidade local, considerando que remover fósforo pode ser muito caro, com ganho ambiental marginal pequeno em alguns rios.
3. **Zoneamento Ambiental:** Classificar os corpos d'água conforme seu uso (abastecimento, recreação, diluição) e sensibilidade, aplicando limites mais rigorosos apenas para áreas críticas ou protegidas. E isso pode ser feito pelos órgãos estaduais responsáveis pelas emissões das licenças ambientais

Portanto, a recomendação é substituir a simples cópia de padrões por uma gestão baseada em evidências científicas locais. O incentivo às pesquisas deve focar em duas frentes: a determinação dos limites de uso de N e P no ambiente (quanto o ecossistema tolera) e as melhores formas de obtê-los (tecnologias de tratamento e reaproveitamento agrícola, por exemplo). Essa estratégia evita o desperdício de recursos em sobretratamento desnecessário ou, ao contrário, a degradação ambiental por falta de parâmetros adequados.

Assim, o caminho mais racional não é a imposição de limites uniformes e fixos, mas sim a definição de parâmetros a partir de estudos de autodepuração específicos para cada corpo receptor, conforme as diretrizes estabelecidas pelas agências emissoras das outorgas de lançamento e vinculadas às condições e usos preponderantes da água do corpo hídrico. Essa abordagem baseada em metas ambientais por bacia hidrográfica é tecnicamente superior à padronização com valores fixos que podem ser exagerados em algumas situações e insuficientes em outras. Nesse sentido, a proposta contida na revisão da Resolução 430/2011 inverte a lógica adequada: ao invés de partir da realidade local para definir os limites, impõe padrões genéricos que ignoram a capacidade de suporte e sustentabilidade para cada ecossistema.

Outras fontes de poluição: a agricultura e o NPK

Um ponto frequentemente negligenciado pela proposta é a existência de outras fontes de poluição por nitrogênio e fósforo, especialmente da agricultura. O uso de fertilizantes NPK ocorre, na prática, de maneira irregular, com aplicação de quantidades muito acima da necessidade das plantas, em momentos específicos do ciclo produtivo, e não em função da demanda contínua das culturas.

A maior parte do NPK aplicado é carregada pelas águas das chuvas para os corpos receptores, constituindo uma fonte difusa de poluição que pode superar a carga lançada pelas ETEs tratadas. As instituições argumentam que falta evidência científica de que os efluentes tratados são a causa principal da eutrofização, e que a proposta concentra esforços apenas na fonte pontual (ETEs), ignorando fontes difusas de maior magnitude.

Concentrar esforços regulatórios exclusivamente nas ETEs, enquanto se mantém inação sobre a agricultura, é ambientalmente ineficaz e economicamente injusto, pois onera um setor (saneamento) sem enfrentar a causa mais relevante do problema em muitas bacias hidrográficas.

Avanço gradual: priorizar monitoramento antes de padrões rígidos

Diante das incertezas técnicas, sociais e ambientais e dos potenciais impactos econômicos, uma abordagem mais prudente e racional consiste em, primeiro, avaliar melhor o que se tem, avançando no estabelecimento de critérios e padrões de monitoramento mais robustos. Isso já caracterizaria um grande avanço no conteúdo da Resolução 430/2011, possibilitando uma definição mais precisa da situação atual das cargas de nitrogênio e fósforo nos corpos receptores.

Com informações consistentes obtidas ao longo de alguns ciclos hidrológicos, será possível definir novos parâmetros de tratamento com muito mais segurança, reduzindo drasticamente os riscos de investimentos de implantação e custos de manutenção e operação além daqueles que sejam efetivamente necessários para atingir as metas de qualidade ambiental.

Enfatiza-se a importância da progressividade na definição de parâmetros e critérios, bem como no atendimento aos padrões. Recorda-se a determinação estabelecida em Lei 11.445/07 e 14.026/20, em seu artigo 44, que estabelece que o licenciamento ambiental de unidades de tratamento de esgotos sanitários, de efluentes gerados nos processos de tratamento de água e das instalações integrantes dos serviços públicos de manejo de resíduos sólidos considerará os requisitos de eficácia e eficiência, a fim de alcançar progressivamente os padrões estabelecidos pela legislação ambiental, ponderada a capacidade de pagamento das populações e usuários envolvidos. A proposta vigente estabelece um salto de restrição em desacordo com o que é estabelecido em Lei. Impacta de maneira significativa nas tarifas e não aponta medidas mitigadoras para evitar a fuga em massa dos sistemas de água e esgotos de parcela da população que se encontra em vulnerabilidade social.

A progressividade não é apenas uma recomendação técnica, mas uma imposição legal que a proposta atual desrespeita frontalmente.

Diante de todo o exposto, apresenta-se as seguintes considerações e recomendações

A proposta de revisão da Resolução CONAMA 430/2011, embora aparentemente alinhada com padrões internacionais mais rigorosos, apresenta lacunas técnicas, econômicas, sociais e ambientais importantes que podem comprometer a sustentabilidade do setor de saneamento e a própria universalização dos serviços.

As principais críticas convergem para a necessidade de:

- Reconhecer que a remoção de nutrientes transfere o problema da fase líquida para a sólida (lodos);
- Compatibilizar as exigências com a Resolução 498/2020 sobre reuso agrícola de biossólidos;
- Avaliar os impactos do lodo químico gerado pelos coagulantes;
- Considerar a sazonalidade das vazões e da temperatura, bem como a real capacidade de autodepuração dos corpos receptores antes de definir parâmetros rigorosos e fixos, havendo necessidade de estudos complementares detalhados, incluindo modelagem de riscos de eutrofização;
- Separar esgotos domésticos e industriais, com parâmetros e prazos diferenciados;
- Excluir a drenagem urbana do escopo da resolução, tratando-a em norma específica considerando suas especificidades e com fontes de receita dedicadas;
- Basear os critérios no porte da ETE (vazão ou carga), não na população atendida, incluindo a capacidade de autodepuração do corpo receptor;
- Utilizar dados do Atlas Esgotos da ANA com ponderação por vazão tratada, bem como dados mais atualizados a serem obtidos junto aos prestadores de serviços;
- Mensurar os impactos financeiros e tarifários sobre os contratos de concessão, considerando a vulnerabilidade social de populações como as do DF e Sergipe citadas como exemplo;
- Considerar as limitações de área física e as mudanças processuais necessárias;
- Não prejudicar o reuso agrícola de esgotos tratados;
- Reconhecer a contribuição significativa da poluição difusa agrícola (NPK);
- Priorizar o aprimoramento do monitoramento (incluindo N, P e COT de forma gradual) antes da imposição de padrões finais de remoção;
- Manter a DBO/DQO como parâmetros centrais, introduzindo o COT de forma complementar e gradual.

Conclusão

Conclui-se que **é de fundamental importância a atualização da Resolução CONAMA nº 430/2011**, visando aprimorar seus instrumentos e incorporar novos parâmetros de monitoramento. No entanto, também é de fundamental importância a viabilização da universalização do atendimento de esgotamento sanitário no país, conforme metas do Novo Marco Legal. Para tal, é imprescindível o uso racional dos recursos públicos e privados, evitando-se desperdícios desnecessários tanto em esgotamento sanitário quanto em drenagem urbana.

Sem as correções sugeridas, a aprovação da minuta nos termos atuais poderá resultar em investimentos bilionários com benefícios ambientais marginais, aumento tarifário para a população (agravando a exclusão social de populações vulneráveis), insegurança jurídica para os prestadores e, paradoxalmente, atraso na universalização do saneamento – especialmente nas regiões Norte e Nordeste, onde a prioridade ainda é levar coleta e tratamento básico à população que não tem nenhum serviço.

Nesse contexto, a definição de limites para a remoção de Nitrogênio (N) e Fósforo (P) em corpos d'água não deve ser baseada exclusivamente na cópia de padrões internacionais, mas sim em pesquisas locais robustas, conforme destacado ao longo de toda esta análise. A capacidade de suporte de um ecossistema aquático varia conforme características regionais como clima, tipo de solo, vazão do rio, temperatura e biodiversidade nativa. A adoção de parâmetros fixos e universais pode levar a equívocos: índices muito restritivos importados de regiões de clima temperado ou com solos pobres em nutrientes podem inviabilizar economicamente o tratamento de esgoto no Brasil, onde muitos corpos d'água possuem maior capacidade de assimilação natural; por outro lado, a falta de critérios específicos pode permitir a degradação de ecossistemas sensíveis, como lagos e nascentes, onde o excesso de nutrientes causa a eutrofização.

Para equilibrar proteção ambiental e viabilidade técnica, recomenda-se a substituição da simples cópia de padrões por uma gestão baseada em evidências científicas locais, estruturada em três pilares:

- (i) estudos de carga suporte local, para determinar quanto N e P cada corpo d'água específico pode receber sem sofrer florações de algas ou queda de oxigênio;
- (ii) análise de custo-benefício das tecnologias, investigando quais níveis de remoção são mais eficientes para a realidade local, considerando que remover fósforo pode ser muito caro com ganho ambiental marginal pequeno em alguns rios; e
- (iii) zoneamento ambiental, classificando os corpos d'água conforme seu uso (abastecimento, recreação, diluição) e sensibilidade, aplicando limites mais rigorosos apenas para áreas críticas ou protegidas, a critério dos órgãos estaduais responsáveis pelas licenças ambientais.

Por fim, o incentivo às pesquisas deve focar em duas frentes indissociáveis: a determinação dos limites de uso de N e P no ambiente (quanto o ecossistema tolera) e as melhores formas de obtê-los (tecnologias de tratamento e reaproveitamento agrícola, por exemplo). Essa estratégia evita o desperdício de recursos em sobretratamento desnecessário ou, ao contrário, a degradação ambiental por falta de parâmetros adequados. Recomenda-se, portanto, o aprofundamento do debate técnico, a realização de análise de impacto regulatório consistente e a construção de uma norma factível, graduada, baseada em estudos de autodepuração por bacia hidrográfica e compatível com a realidade operacional, econômica e social brasileira. Sem essas adequações, a proposta representará não um avanço ambiental, mas um retrocesso na universalização do saneamento e um aumento injustificado da conta paga pela população mais vulnerável.

Apesar de todas as considerações apresentadas anteriormente, onde se tem o entendimento da Aesbe com relação à Revisão da Resolução CONAMA 430/2011, apresenta-se, anexo, algumas propostas no intuito de adequar o conteúdo da proposta em discussão.



Associação Brasileira das Empresas
Estaduais de Saneamento

Universalizar é Nossa Missão.