

IV-267 - AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE DILUIÇÃO DOS CORPOS RECEPTORES DE EFLUENTES SANITÁRIOS PROVENIENTES DAS SEDES URBANAS DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS

Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares⁽¹⁾

Engenheiro Civil e Mestre em Tecnologia Ambiental (Universidade de Brasília). Desde 2003, Especialista em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas – ANA. Atualmente é Superintendente de Planejamento de Recursos Hídricos da ANA.

João Augusto Bernaud Burnett⁽²⁾

Engenheiro Civil (Universidade de Brasília), Mestre em Engenharia Sanitária (Universidade de Loughborough Inglaterra) e Doutor em Engenharia ambiental (Universidade Johns Hopkins, EUA). Desde 2002, Especialista em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Água - ANA.

Célio Bartole Pereira⁽³⁾

Engenheiro Civil (Universidade Federal de Juiz de Fora) e Mestre em Engenharia Ambiental (Universidade Federal do Espírito Santo). Desde 2010, Especialista em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Água - ANA. Atualmente é Coordenador de Qualidade da Água e Enquadramento no âmbito da Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos da ANA.

Christian Taschelmayer⁽⁴⁾

Engenheiro Cartógrafo pela Universidade Federal do Paraná. Engenheiro Cartógrafo da COBRAPE – Cia Brasileira de Projetos e Empreendimentos.

Murilo Nogueira⁽⁵⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Positivo. Engenheiro Civil da COBRAPE – Cia Brasileira de Projetos e Empreendimentos.

Endereço⁽¹⁾: ANA – Agência Nacional de Águas – Setor Policial , Área 5, Quadra 3 - Blocos B, L e M. - Brasília - DF - CEP: 70610-200 - Brasil - Tel: (61) 2109 5208 - e-mail: ssoares@ana.gov.br

RESUMO

O lançamento de esgotos brutos, ou sem tratamento adequado, tem comprometido a qualidade dos corpos hídricos no Brasil. O presente trabalho apresenta uma análise da capacidade de diluição dos efluentes domiciliares urbanos nos corpos receptores do País e o seu potencial impacto nos usos da água, baseando-se na carga de DBO e nos limites para esse parâmetro estabelecidos nas classes de qualidade da água elencadas na Resolução CONAMA nº 357/2005. Foram utilizados dados primários, complementados com informações secundárias disponíveis nas bases oficiais para as 5.570 sedes municipais. A partir desses, foram estimadas as cargas orgânicas remanescentes com potencial de alcançar os corpos hídricos. Para a avaliação do efeito da carga efluente foi aplicado um modelo matemático para simular a autodepuração da matéria orgânica utilizando a base hidrográfica da ANA. As simulações foram realizadas considerando a situação atual (2013) e um cenário idealizado para o horizonte de 2035. O cenário atual subsidiou a identificação dos déficits existentes, enquanto o cenário idealizado foi utilizado para avaliar as eficiências requeridas e as respectivas classes de qualidade de água obtidas. De maneira geral, o tratamento mínimo requerido para os esgotos municipais, com remoção de matéria orgânica entre 60 a 80%, seria suficiente para a maioria dos municípios. Uma parcela menor de municípios não possui rios nas suas proximidades com a vazão necessária para diluição dos esgotos sanitários, mesmo que adote tecnologias de tratamento com boa eficiência, expondo os mesmos ao risco de ficarem inadimplentes em relação à legislação vigente. Esses municípios estão concentrados, principalmente, nas regiões metropolitanas, nas áreas de cabeceira, no semiárido e na região costeira, representando uma parcela significativa da população urbana.

PALAVRAS-CHAVE: Efluentes sanitários domiciliares, corpos receptores, capacidade de diluição, classes de qualidade da água.

INTRODUÇÃO

O lançamento de esgoto sem o adequado tratamento nos corpos hídricos tem resultado no comprometimento da qualidade de suas águas, principalmente próximo às áreas urbanas, podendo impactar na saúde da população e até mesmo inviabilizar o atendimento de usos a jusante, especialmente para o abastecimento humano.

O Informe 2015 de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil (ANA, 2015) mostra que 21% dos pontos de monitoramento localizados em corpos d'água próximos a áreas urbanas resultaram num Índice de Qualidade das Águas - IQA "ruim" ou "péssimo", enquanto para todos os pontos monitorados do País que possuem dados suficientes para o cálculo do IQA, os resultados "ruim" ou "péssimo" somam cerca de 7% (Figura 1). Esses dados corroboram a percepção de que muitos problemas de qualidade de água, especialmente relacionados ao aporte de matéria orgânica e nutrientes, estão concentrados próximos a aglomerados urbanos.

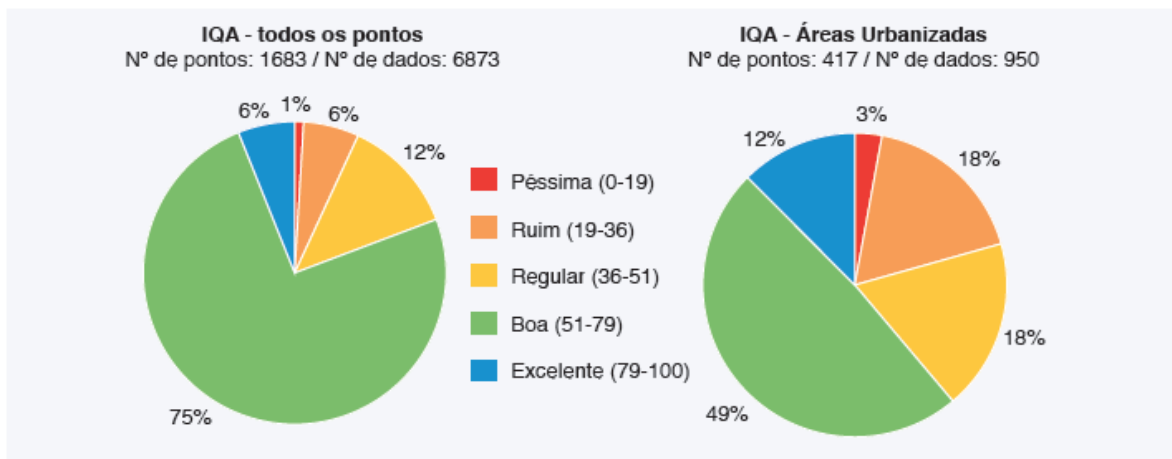


Figura 1: Resultados percentuais apresentados para o IQA no Informe de Conjuntura (ANA, 2015).

A universalização da coleta e do tratamento dos esgotos gerados pode mitigar o impacto nos recursos hídricos, mas o dimensionamento das soluções de esgotamento sanitário não pode prescindir de uma avaliação da capacidade de diluição nos respectivos corpos receptores e da necessidade de compatibilização com a qualidade requerida para a manutenção dos diversos usos da água presentes nesses corpos hídricos.

A capacidade de diluição no corpo receptor depende, principalmente, da disponibilidade hídrica e das características dos efluentes lançados, como vazão e concentração de poluentes que para o esgoto domiciliar urbano, de forma simplificada, é uma função da população. Por sua vez, para possibilitar os usos da água nos corpos hídricos é necessário que sejam atendidos requisitos de qualidade das águas, definidos pelo enquadramento das águas.

O enquadramento dos corpos d'água segundo os usos preponderantes é um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, instituída pela Lei nº 9.433/97 (BRASIL, 1997). Esse instrumento consiste em estabelecer metas ou objetivos de qualidade a serem alcançados e/ou mantidos, classificando os corpos d'água conforme seus usos preponderantes, com parâmetros e limites definidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 (BRASIL, 2005).

Sabendo do potencial impacto causado pelos efluentes domiciliares urbanos nos corpos d'água, que acarreta perda de qualidade e pode trazer ainda prejuízos sociais, de saúde e econômicos, o presente trabalho tem como objetivos realizar uma análise da capacidade de diluição dos efluentes sanitários urbanos e verificar, com auxílio de ferramenta de simulação da qualidade de água, se os lançamentos de efluentes domiciliares dos 5.570 municípios brasileiros estão de acordo com o enquadramento de seus respectivos corpos receptores.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho baseou-se na obtenção e organização dos dados para as sedes dos municípios brasileiros considerando abordagem diferenciada aplicada a dois grupos:

- O primeiro grupo foi composto de municípios com serviço de esgotamento sanitário delegado a companhias estaduais, empresa privada ou autarquia e de municípios sem delegação desse serviço, mas com população urbana acima de 50 mil habitantes, para os quais foram utilizados dados obtidos junto aos prestadores ou municípios através de visitas de campo e reuniões técnicas. Além dos índices de coleta e tratamento, foram obtidos dados sobre os processos empregados nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), as eficiências de remoção de DBO das mesmas e os respectivos pontos de lançamento dos efluentes tratados.
- O segundo grupo foi composto dos municípios restantes, sempre menores do que 50.000 habitantes na área urbana e sem delegação do serviço de esgotamento sanitário. Para esses municípios foram utilizados dados obtidos de fontes oficiais como o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS e pesquisas e censos divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

A partir das informações organizadas para as 5.570 sedes municipais foram estimadas as cargas orgânicas remanescentes, expressas na forma de Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO. Essas cargas foram distribuídas espacialmente na área urbana de cada município a partir do cruzamento com a base hidrográfica produzida pela Agência Nacional de Águas – ANA. Essa base dispõe de informações como delimitação e área das bacias de contribuição, comprimento e disponibilidade hídrica em cada trecho da hidrografia. A disponibilidade hídrica se refere à vazão de estiagem com permanência de 95%, que na existência de reservatórios passa a ser a vazão mínima defluente (quando definida por regulamentação específica) ou, na sua ausência, a vazão regularizada, acrescidas dos incrementais de vazão à jusante.

Para avaliar a capacidade de diluição do efluente com potencial de alcançar os corpos receptores disponíveis nas áreas urbanas dos municípios, foi realizada análise da relação entre a disponibilidade hídrica e a estimativa de população a ser atendida com esgotamento sanitário. Foram consideradas nessa análise a disponibilidade hídrica da base hidrográfica da ANA, contribuição per capita de esgoto de 54 gramas de DBO por habitante por dia, faixas de eficiência de remoção de DBO definidas em função dos principais processos de tratamento utilizados no País e as concentrações limites de DBO estabelecidas na Resolução CONAMA nº 357/2005 em função das classes de qualidade da água aplicáveis aos corpos hídricos no Brasil. Os resultados obtidos nessa primeira análise foram organizados de modo a diferenciar os corpos receptores em função de seu potencial para diluir os efluentes sanitários.

A disponibilidade hídrica utilizada nos cálculos foi extraída da base hidrográfica da ANA para os corpos receptores de cada sede urbana, identificados pela consulta direta aos prestadores, quando das visitas de campo e reuniões técnicas, ou, nos casos dos municípios com apenas informações secundárias, definidos seguindo critérios de prioridades considerando os trechos na área urbana com maior disponibilidade hídrica. Quanto às faixas de eficiência de remoção de DBO, foram consideradas remoções de 60%, 80%, 90%, 93% e 97%. As áreas urbanas foram obtidas a partir de bases disponibilizadas pelo IBGE.

Como avaliação complementar, foi verificado o impacto dos lançamentos dos efluentes do esgotamento sanitário urbano, considerando os limites de DBO para classe de qualidade da água equivalente nos respectivos corpos receptores (Tabela 1). Todos os corpos hídricos avaliados foram avaliados em relação aos limites para águas doces.

Tabela 1: Limite de DBO para classes de qualidade de água doce – Resolução CONAMA nº 357/2005.

Classe de Qualidade de Água	Concentração limite para DBO 5 dias a 20° C
Classe especial	Concentração natural
Classe 1	3 mg/L de O ₂
Classe 2	5 mg/L de O ₂
Classe 3	10 mg/L de O ₂
Classe 4	-

Para essa avaliação foi aplicado modelo matemático para simular a autodepuração da matéria orgânica na hidrografia. A modelagem foi realizada contemplando o cálculo da carga acumulada no exutório de cada bacia de contribuição, considerando o abatimento de carga a partir da seguinte equação de primeira ordem:

$$C = C_0 e^{-k_d t}$$

Equação 1

onde:

C é a concentração da substância (mg/L) no tempo t;

C₀ é a concentração inicial da substância (mg/L);

k_d é o coeficiente de decaimento (dia⁻¹); e

t é o tempo de percurso (dias).

Foram considerados diferentes valores para o coeficiente de decaimento e tempo de percursos nos diferentes ambientes hídricos:

- Ambientes lóticos – utilizou-se valores de k_d igual a 0,15dia⁻¹ para concentrações de DBO inferiores a 5mg/L e k_d igual a 0,25dia⁻¹ para concentrações de DBO superiores a 5mg/L. Utilizou-se a velocidade média na vazão de estiagem de 0,35m/s para o cálculo do tempo de percurso. Como concentração natural foi considerado um valor de 1mgDBO/L.
- Ambientes lênticos - utilizou-se um coeficiente de decaimento k_d igual a 0,033dia⁻¹ e no cálculo foi feito uso do tempo de retenção do reservatório. Foi limitada a concentração mínima defluente do reservatório ao valor de 1mgDBO/L.

As simulações foram feitas considerando dois cenários de referência:

- Cenário Atual (2013) – Foram consideradas as informações de esgotamento sanitário levantadas junto aos municípios e prestadores desse serviço. Para a parcela de esgoto bruto admitiu-se um abatimento de 30% em relação à carga com potencial de alcançar os corpos hídricos.
- Cenário Idealizado (2035) – Foram consideradas as Estações de Tratamento de Esgotos - ETE existentes e planejadas, ajustando-se as eficiências dentro de um mínimo de 60% e um máximo de 90%, considerando a ampliação do serviço a toda população urbana. Para os municípios sem tratamento foi assumido que haverá tratamento para toda a população com uma remoção de 60% de matéria orgânica.

Os resultados obtidos nas simulações foram espacializados na base hidrográfica com auxílio de ferramenta de geoprocessamento, propiciando sua avaliação em recortes estratégicos, como o semiárido brasileiro.

RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados da relação entre disponibilidade hídrica e população urbana, consideradas aqui como a capacidade de diluição dos efluentes nos potenciais corpos receptores, foram organizados em faixas, de acordo com as eficiências de remoção de carga requeridas e com as classes de qualidade de água possíveis de serem alcançadas a partir das eficiências avaliadas. As faixas foram denominadas de “ótima”, “boa”, “regular”, “ruim”, “péssima” e “nula”, cujas descrições das condições associadas a cada uma delas são apresentadas na tabela 2.

Tabela 2 – Classificação da capacidade de diluição de efluentes sanitários urbanos

CAPACIDADE DE DILUIÇÃO	DISPONIBILIDADE HÍDRICA/POPULAÇÃO URBANA (L/hab.dia)		DESCRIÇÃO
	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	
Ótima	> 11.000		O lançamento dos efluentes não são suficientes para alterarem a classe do corpo d'água.
Boa	4.500	11.000	Pode atender classe 2 com processo de tratamento com remoção de DBO entre 60 e 80% ou classe 1 com remoção superior a 90%.
Regular	2.000	4.500	Com tratamento com remoção de 60% de DBO só poderá atingir a classe 3. Pode atender classe 2 com remoção superior a 80%.
Ruim	300	2.000	Só poderá atender a classe 3 com remoção de DBO superior a 90%.
Péssima	< 300		Só poderá atender a classe 4, mesmo com tecnologias avançadas de tratamento de esgotos.
Nula	-		Corpo receptor efêmero ou intermitente sem vazão de diluição.

A classificação apresentada na tabela 2 foi aplicada às sedes urbanas dos municípios brasileiros considerando-se os corpos receptores atuais para os municípios com sistema existente e os corpos receptores com maior disponibilidade para os municípios sem tratamento, conforme descrito anteriormente. A capacidade de diluição resultante, calculada para a situação atual (2013) e para um cenário de universalização em 2035, é apresentada na Figura 2.

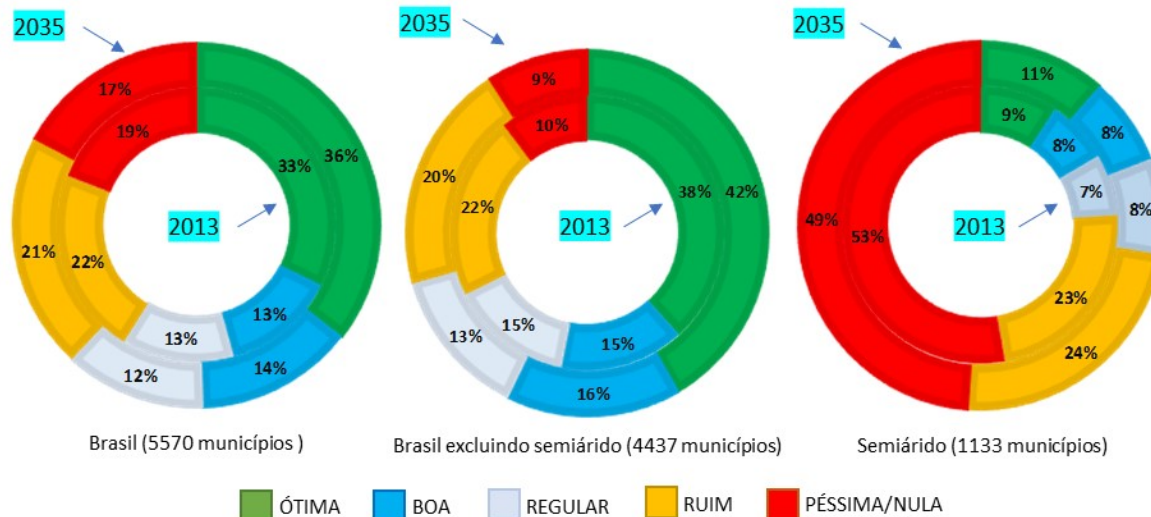


Figura 2: Percentual de municípios brasileiros quanto à capacidade de diluição de efluentes sanitários.

Observa-se na Figura 2 que a maioria dos municípios brasileiros possui corpos d'água com capacidade de diluir os efluentes sanitários das sedes urbanas (capacidade de diluição ótima, boa ou regular). Esses municípios podem se manter próximos às suas condições originais, ou seja, sem alteração de classe, mesmo recebendo efluentes brutos ou, então, nas condições mais desfavoráveis manter-se na classe 2 com tratamento secundário convencional ou, ainda, na classe 1 com tratamento mais sofisticado.

Cerca de 38% dos municípios, no cenário futuro, possui capacidade de diluição ruim, péssima ou nula, ou seja, não dispõe de córregos ou rios relativamente próximos com volumes de água suficiente para propiciar uma diluição adequada dos efluentes sanitários de suas sedes urbanas. Nesses municípios o lançamento dos esgotos, mesmo tratados, resulta em corpos receptores com trechos que não se manterão nas classes 1 ou 2. São

municípios cujas sedes urbanas se localizam em regiões de nascentes, de grandes aglomerações urbanas ou de baixos índices pluviométricos como, por exemplo, o semiárido brasileiro. Para disposição dos efluentes desses municípios pode ser necessário implementar tecnologias de tratamento de esgotos avançadas e/ou utilizar corpos receptores muito distantes. Em ambos os casos, os custos elevados dessas opções podem ser inviáveis economicamente.

Na Figura 2, juntamente com a visão geral do País, é dado destaque à situação dos municípios situados no semiárido, região conhecida pela sua baixa disponibilidade hídrica. Em torno de 73% dos 1133 municípios dessa regional não dispõe de córregos ou rios que possam diluir seus efluentes, sendo todos ou parte deles rios efêmeros ou intermitentes. O lançamento de efluentes nesses tipos de corpos d'água requerem atenção especial pois, em épocas de estiagem esses efluentes podem ser a única fonte de contribuição da vazão nesses corpos hídricos e serem utilizados por atividades humanas diversas. É recomendável, portanto, que os processos de tratamento nessa região, além dos objetivos gerais de remoção de sólidos e matéria orgânica, priorizem tecnologias com alta remoção de microrganismos, tais como, lagoas de polimento, processos de disposição no solo (subsuperficial ou superficial) ou encaminhamento para reúso. Os métodos de disposição no solo podem ser vantajosos como alternativa de tratamento ou polimento final por ser uma metodologia simples, de fácil execução e operação. Se adequadamente projetado, esse sistema pode evitar a proliferação de insetos (mosquitos) e produzir efluente de boa qualidade, sem a presença de algas e com remoção de nutrientes, principalmente nitrogênio. Essas últimas características são importantes numa região que depende muito da presença de reservatórios e que possui elevados índices de evaporação.

Há também uma considerável ocorrência de municípios com baixa capacidade de diluição (ruim, péssima ou nula) na região costeira do País onde, em geral, há grandes centros urbanos e os rios próximos já não são suficientes para diluir seus efluentes a um nível desejado. Esses municípios têm a opção de tratar seus efluentes e lançarem no mar através de emissários submarinos. Apesar de o oceano possuir capacidade de diluição ilimitada, deve-se selecionar a alternativa de tratamento e disposição final mais adequada para que o efluente não afete áreas de importância econômica, turística ou ambiental.

Avançando em relação à análise da capacidade de diluição dos efluentes sanitários urbanos, foram procedidas simulações da qualidade da água para os cenários atual e idealizado, conforme descrito anteriormente. O cenário idealizado foi estruturado considerando uma situação na qual não existiria falta de recursos financeiros para implantar as soluções ideais de tratamento e disposição final dos efluentes sanitários. Optou-se, para fins de apresentação dos resultados no mapa, por utilizar a base hidrográfica da ANA com filtro excluindo os rios com bacias de drenagem menores que 250 Km². No entanto, para os cálculos realizados foi utilizada a base hidrográfica da ANA constituída de 101.455 rios com comprimento total aproximado de 1.815.165 Km. A referência para avaliar a classe do rio foi a concentração resultante da mistura de matéria orgânica dos efluentes domiciliares urbanos lançados com a matéria orgânica já presente nos rios, expressa na forma de DBO. A tabela 3 apresenta o resultado das simulações, em comprimento de rios ou trechos de rios, classificados em função da concentração de DBO equivalente aos limites estabelecidos para cada classe do CONAMA.

Tabela 3 – Comprimento de rios ou trechos de rios distribuídos em função da concentração de DBO, utilizando-se as classes do CONAMA como referência.

	Extensão total dos rios ⁽¹⁾ Km	Rios ou trechos de rios ⁽²⁾ - Km			
		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Atual 2013	1.815.165	1.714.073	19.190	22.098	59.804
Cenário Idealizado 2035	1.815.165	1.762.665	34.255	12.011	6.235

⁽¹⁾ Base hidrográfica no milionésimo dos rios situados total ou parcialmente no Brasil.

⁽²⁾ Resolução CONAMA nº 357/2005.

Atualmente, 1.714.073 Km (94,4%) da extensão desses rios poderiam ser classificados como de classe 1, considerando o lançamento de efluentes domiciliares urbanos. Estimou-se que cerca de 81.902 Km de rios ou trechos de rios se enquadrariam nas classes 3 ou 4. Considerando que esses trechos mais comprometidos são, em geral, localizados nas proximidades das áreas urbanas, é necessário dedicar bastante atenção aos mesmos

pelo seu potencial de impactar negativamente outros usos de jusante. Observa-se que no cenário idealizado (nível de coleta e tratamento de esgotos de 100%, tratamento de elevada eficiência e a opção pelos corpos receptores de maior vazão na região, por vezes distantes) o comprimento desses trechos de classes 3 e 4 passariam para 18.246 Km, ou seja, uma melhoria de 77,7% na extensão dos trechos mais comprometidos. O resultado geral da concentração de DBO obtida nas simulações, considerando os cenários atual e idealizado, é apresentado na Figura 3 através da representação das respectivas classes preconizadas pelo CONAMA.

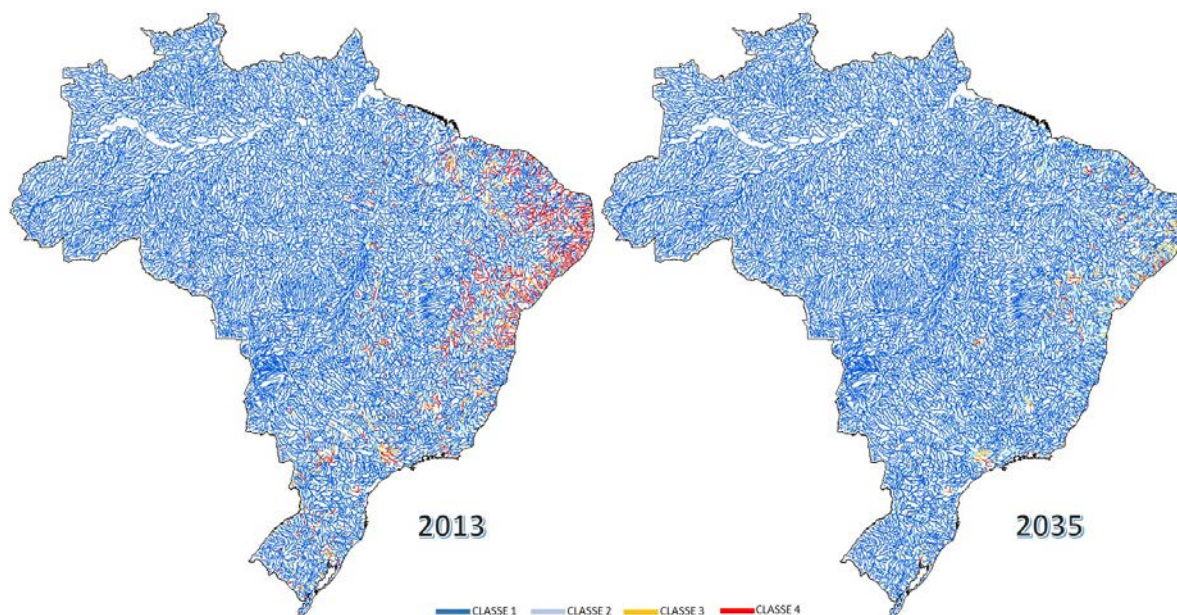


Figura 3: Simulação da concentração de matéria orgânica nos corpos receptores brasileiros - Cenários Atual (2013) e Idealizado (2035).

Grande parte da hidrografia brasileira, em termos de extensão, não é afetada pelo lançamento de efluentes de esgotos domiciliares urbanos. Os trechos da hidrografia mais comprometidos atualmente ocorrem próximos às regiões mais adensadas (regiões metropolitanas) e naquelas com disponibilidade hídrica baixa (regiões de cabeceira, parte da região costeira e o semiárido).

A região da Amazônia Legal ainda está pouco afetada pelos lançamentos de esgotos domiciliares urbanos, sendo aquela onde a maioria dos rios e trechos de rios poderiam ser classificados como de classe 1. Mesmo assim, a carência de tratamento de esgotos nessa região contribui para os altos índices de doenças de veiculação hídrica, conforme levantado no Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Amazônica (ANA, 2011). Esse fato justifica, portanto, a relevância da implantação de soluções de saneamento básico na Região.

No cenário idealizado, no qual, supostamente, todas as ações de saneamento seriam implantadas, observa-se que ainda existiriam locais sem condições de terem seus corpos receptores classificados nas classes 1 e 2, ou mesmo classe 3. Essas regiões estariam localizadas, assim como no cenário atual e naquelas com baixa disponibilidade hídrica.

O semiárido brasileiro consiste numa das regiões mais secas do País, onde a disponibilidade dos rios e córregos é bastante baixa e muitos deles são intermitentes ou efêmeros. Os resultados das simulações nessa região são apresentados na Figura 4.

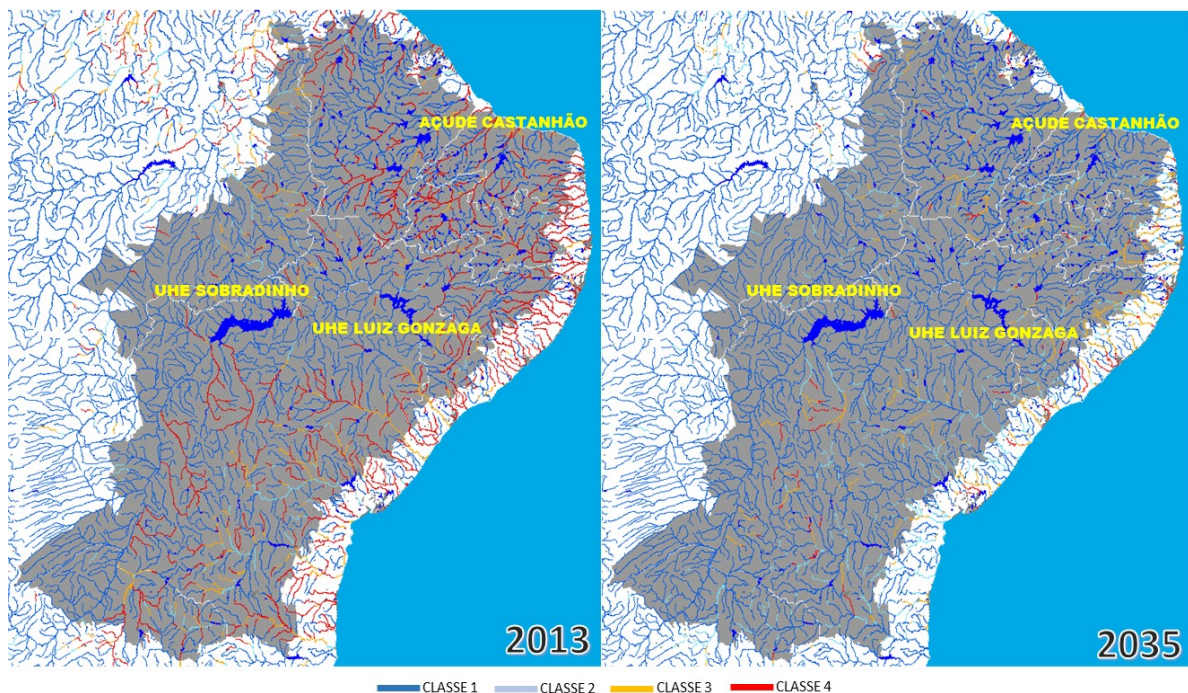


Figura 4: Simulação da concentração de matéria orgânica nos corpos receptores do semiárido - Cenários Atual (2013) e Idealizado (2035).

Observa-se que no semiárido, mesmo considerando-se o cenário idealizado, ainda permanecem vários trechos em classes inferiores de qualidade, sendo que muitos deles aproximam-se da qualidade do efluente lançado devido à pouca água para sua diluição. Além disso, mesmo os rios que possuem boa capacidade de diluição de efluentes, natural ou perenizados artificialmente, já possuem sua disponibilidade hídrica destinada a outros usos mais nobres, em virtude da escassez de água na região. Apesar de não avaliado nesse trabalho, um aspecto relevante associado a essa questão é que nessa região há uma elevada quantidade de açudes que podem ser impactados pela carga de nutrientes provenientes desses esgotos.

No Nordeste, com grande parte de sua área no semiárido, cerca de 800 municípios não dispõem nas cidades de corpos d'água com vazão suficiente para diluir os esgotos. Nessas cidades estão mais de 10 milhões de pessoas, cerca de 25% da população urbana da região. Ainda em relação ao contingente populacional, mais de 17 milhões de pessoas na Região Nordeste estão nas cidades costeiras, algumas das mais importantes da região, que por sua vez tem a possibilidade de disposição final dos efluentes no mar. A alternativa da disposição oceânica deve ser avaliada quanto à sua viabilidade técnica, econômica e ambiental, uma vez que a situação dos rios situados na faixa costeira do semiárido indica que muitos deles não possuem vazão suficiente para diluir os efluentes sanitários, conforme pode ser também observado na Figura 4.

Nos levantamentos realizados, identificou-se em torno de 254 sedes urbanas localizadas na região costeira que atualmente já dispõe seus efluentes no mar ou possuem essa alternativa como potencial alternativa para disposição dos efluentes tratados. Nessa categoria encontram-se algumas grandes cidades, como Rio de Janeiro e Salvador, e representam uma população urbana superior a 40 milhões de pessoas.

No Sudeste, onde estão localizados os maiores aglomerados urbanos do país, quase 50 milhões de pessoas (cerca de 60% de sua população urbana) encontram-se próximas a corpos receptores cujos resultados das simulações apontam classes inferiores de qualidade de água, em decorrência da grande quantidade de esgotos lançados (brutos ou tratados). Como pode ser observado no exemplo do entorno das regiões metropolitanas de Campinas e de São Paulo (Figura 5), os trechos apresentam melhora na qualidade de água no cenário idealizado, mas ainda permanecem várias ocorrências de classes 3 ou 4.

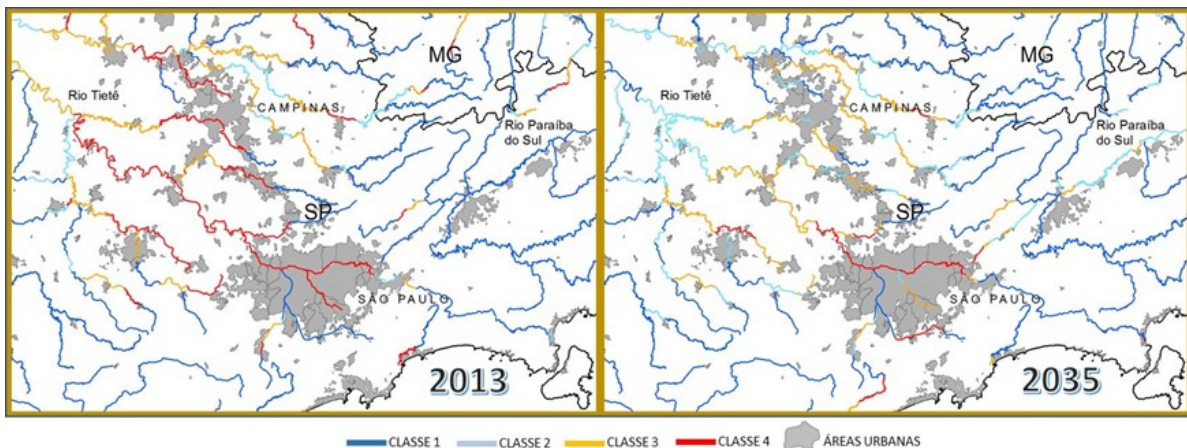


Figura 5: Simulação da concentração de matéria orgânica nos corpos receptores das regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas - Cenários Atual (2013) e Idealizado (2035).

CONCLUSÕES

A maior parte dos corpos hídricos brasileiros não é afetada pelos lançamentos de esgotos domiciliares urbanos. De uma maneira geral, o nível de tratamento secundário, com eficiência de remoção de matéria orgânica na faixa de 60 a 80%, seria suficiente para a maioria dos municípios lançarem os efluentes em corpos receptores próximos, mantendo a concentração de DBO equivalente a classe 2, utilizada como uma referência em grande parte dos corpos hídricos brasileiros, tendo em vista a ausência de enquadramento.

A região Amazônica é uma das que possui maior capacidade de diluição do País, com pequenos impactos na qualidade das águas dos rios. Apesar disso, as baixas condições sanitárias levam à contaminação localizada dos corpos de água, como por exemplo os igarapés. Essa contaminação contribui para que a Região tenha índices elevados de doenças de veiculação hídrica, justificando, portanto, a relevância da implantação de soluções de saneamento básico nessa região.

Uma parcela menor de municípios não possui córregos ou rios nas suas proximidades com a vazão necessária para diluição dos esgotos sanitários, mesmo que adote tecnologias de tratamento com boa remoção de matéria orgânica, expondo os mesmos ao risco de ficarem inadimplentes em relação a legislação vigente pois só poderiam atender as classes 3 ou 4 de qualidade de água. Esses municípios estão concentrados, principalmente, nas regiões metropolitanas, nas áreas de cabeceira, no semiárido e na região costeira, representando parcela significativa da população urbana.

As regiões metropolitanas podem demandar análise de forma integrada, visto que nestes casos o lançamento de um município influencia diretamente na capacidade de diluição para os municípios a jusante, ou ainda pode comprometer a qualidade da água captada para o abastecimento destes. Considerando que as características dos efluentes lançados nessas regiões, em geral, influenciam significativamente nas condições resultantes nos corpos receptores, é importante que esses municípios usem sua maior capacidade técnico-financeira para tratar seus efluentes com as melhores tecnologias disponíveis.

No semiárido, como é uma região muito carente de água, cuidados especiais devem ser tomados para que os efluentes domiciliares urbanos, ainda contaminados, não se constituam em alternativa para atendimento de eventuais usos de jusante. Devem ser priorizadas tecnologias adequadas às características socioeconômicas da região e que resultem em efluentes com baixa concentração de organismos patogênicos e outros poluentes que possam comprometer usos a jusante. Nesse sentido, processos como disposição no solo, reuso ou outros processos simplificados com lagoas para polimento final (lagoas de maturação) podem ser alternativas a serem consideradas.

Os municípios da região costeira têm a opção de utilizarem o mar para disposição de seus efluentes através de emissários submarinos. Essa alternativa deve ser avaliada de forma criteriosa, para que o efluente não afete áreas de importância econômica, turística ou ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA. Agência Nacional de Águas. Relatório de Conjuntura de Recursos Hídricos: informe 2015. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. Brasília. DF. 2015. Disponível em: <<http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura>>
2. _____. Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Amazônica – Afluentes da Margem Direita: Volume I – Diagnóstico/Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA; SPR, 2011.
3. BRASIL. Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília. DF. 2005.
4. _____. Lei Federal nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília. DF. 1997.
5. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Áreas Urbanizadas do Brasil. 2005. Disponível em: <http://servicodados.ibge.gov.br/Download/Download.ashx?u=geoftp.ibge.gov.br/organizacao_territorial/areas_urbanizadas/Areas_urbanizadas_do_Brasil_2005_shapes.zip>.
6. _____. Setores Censitários. 2010. Disponível em: <http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm>.
7. _____. Área Edificada. 2013. Disponível em <http://dados.gov.br/dataset/ccar_bc250_area_edificada_a>.
8. SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos. Ministério das Cidades – MCid. 2013. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>.
9. VON SPERLING, M. Estudos e Modelagem da Qualidade da Água de Rios. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuais. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte. Minas Gerais, 2007.