



## MAGNITUDE DO IMPACTO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO BRASIL

DOI: 10.19177/rgsa.v6e32017358-379

Vinicius Tischer\*

### RESUMO

O artigo apresenta uma discussão acerca da destinação dos esgotos no Brasil, que apesar de figurar entre as maiores economias do mundo possui desafios de ordem básica imensos, e constituem condição para um pleno desenvolvimento. Dessa forma, objetivo do estudo foi a quantificação dos volumes de esgotos sanitários gerados, por unidade federativa, considerando aspectos de tratamento e formas de disposição. A metodologia utiliza dados censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Ministério da Saúde, acerca do esgotamento sanitário dos domicílios brasileiros, desagregados por estados federativos, para facilitar a comparação e verificar onde se encontram os maiores desafios. Os dados do IBGE foram cruzados com dados do SIAB para adequar os dados e melhorar a aproximação dos resultados, assim como ajuste considerando a eficiência dos tratamentos usualmente adotados. Os resultados obtidos mostraram que o lançamento de esgotos sem tratamento corresponde a cerca de 52% do volume gerado, o que representa cerca de 12,7 milhões de m<sup>3</sup> por dia ou 4,58 bilhões de m<sup>3</sup>/ano, valor que pode ser considerado cerca de 90 vezes superior ao volume de rejeitos de mineração liberada pela barragem em Mariana/MG no ano de 2015.

**Palavras-chave:** Esgotos domésticos. Estatísticas sanitárias. Saúde pública. Saúde ambiental.

\* Doutorando em Ciências e Tecnologia Ambiental. Laboratório de Gerenciamento Costeiro Integrado. UNIVALI. E-mail: [viniciustischer@hotmail.com](mailto:viniciustischer@hotmail.com)>

## 1 INTRODUÇÃO

Impactos ambientais em grande escala tem o poder de impactar a população, causando grande comoção social. Recentemente, a mais nova catástrofe ambiental foi o rompimento de barragem de rejeitos de minério de ferro no interior de Mariana/MG. Esta catástrofe possui implicações negativas exorbitantes, e serve para contextualizar muito bem com outro impacto ambiental de grandes proporções no Brasil, derivado da carência do esgotamento sanitário doméstico.

Segundo censo do IBGE, no ano de 2010, dos 57 milhões de domicílios brasileiros, cerca de 19 milhões, não possuem nenhum tipo de tratamento de esgoto, destinando estes para o solo, mananciais hídricos ou a céu aberto. Índices estes que contribuem para colocar o Brasil na 10ª posição do ranking de atendimento de coleta de esgotos da América Latina, atrás de países como Bolívia, Uruguai, Venezuela, por exemplo (ITB, 2016).

Apesar dos avanços em diagnósticos e na solução de problemas nos anos 1990, as principais lacunas no setor são devido ao impasse legislativo que opôs frontalmente governadores a prefeitos e pela falta de definição das responsabilidades pelas políticas públicas. E com isso ações concretas de saneamento permaneceram estagnadas, mesmo após a promulgação da Política Nacional dos Recursos Hídricos – PNRH e a criação da Agência Nacional das Águas – ANA (TUROLLA, 2002).

A partir do ano de 2007 foi promovido pelo Governo Federal o Programa de Aceleração do Crescimento, abrangendo obras de infraestrutura, inclusive saneamento básico, na ordem de R\$ 656,5 bilhões em sua primeira fase. No ano de 2010 foi lançado o PAC II que previu investimentos na ordem de R\$1,59 trilhão. Rodrigues; Salvador (2011) apontam que mesmo com a previsão destes investimentos há dúvidas quanto à operacionalização das metas, sendo especuladas a necessidade de aumentos de tributos ou desvio de valores de outras áreas para este cumprimento.

Segundo os autores supracitados, o PAC atua de forma pontual e conta com recursos limitados, e não está associado com a ampliação, universalização e garantia dos direitos sociais, ou a igualdade social, não altera as altas taxas de

juros, que desestimulam os investimentos privados e o aquecimento da economia, além de não alterar a política econômica vigente, adotando por sua vez, medidas para sua manutenção e intensificação e apresenta uma baixa execução orçamentária e baixa efetividade como multiplicador de investimentos privados na economia, que consistia em um de seus objetivos (ROODRIGUES; SALVADOR, 2011).

Dados do Instituto Trata Brasil apontam que das obras de saneamento básico contidas no pacote do PAC II, apenas 26% foram efetivamente entregues (1.600 obras de um total de 6.149). Entre as principais justificativas para tal, está a baixa qualidade das empreiteiras e a demora no processo de licenciamento ambiental como pontos cruciais para a conclusão das obras de saneamento no Brasil (ITB, 2015).

Ao analisar as implicações da falta de tratamento adequado de esgotos verificam-se, imediatamente, os seguintes impactos: rios urbanos contaminados por esgotos; gastos elevados para o tratamento da água para o abastecimento público e vítimas da poluição, etc. (WHO, 1997). Cita-se ainda a degradação estética do ambiente urbano e a desvalorização econômica de áreas. Dados do Ministério da Saúde registrou a morte de 612 crianças por doenças diarreicas e infecções intestinais no ano de 2013, doenças que podem ser relacionadas com a precariedade de saneamento e muito frequente em comunidades sem esgotamento sanitário mínimo. Sendo que nos últimos 10 anos foram registrados mais de 11mil mortes por decorrência dessas enfermidades (2004-2013), que totalizam 40.054 mortes (Tabela 1) desde o ano de 1996 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015).

Outras tantas crianças são internadas ou convivem diariamente com sintomas de doenças relacionadas a falta de saneamento, afetando o pleno desenvolvimento infantil e o seu desempenho escolar, fazendo com que falem à escola e que o rendimento delas seja baixo, causando dificuldades crônicas de aprendizado e de interação social (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2012). Segundo a ONU 150 milhões de crianças em todo o mundo convivem com esse problema. Assim, para garantir bons resultados na educação, é preciso ultrapassar os limites da sala de aula, havendo a necessidade de investir no lugar de residência do aluno, pra que ele tenha condições de aprender (PNUD, 2006).

Tabela 1. Histórico de registros de óbitos por diarreia e outras doenças infecciosas do intestino

<b>Ano</b>	<b>Óbitos</b>
1996	5.238
1997	4.035
1998	4.923
1999	3.776
2000	3.004
2001	2.646
2002	2.511
2003	2.387
2004	1.999
2005	1.988
2006	1.772
2007	1.269
2008	1.118
2009	915
2010	740
2011	539
2012	582
2013	612
<b>TOTAL</b>	<b>40.054</b>

Fonte: MS/SVS/CGIAE - Sistema de Informações sobre Mortalidade

Para a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2008) a falta de saneamento básico é uma das principais barreiras para uma saúde pública plena. Com aumento nos níveis de atendimento, se verifica melhorias aceleradas para a saúde humana e o bem-estar, onde, por exemplo, intervenções simples e exequíveis nas condições sanitárias pode reduzir o risco de contrair doenças diarreicas em um terço.

Estudo realizado pelo Instituto Trata Brasil (2012), realizou um diagnóstico nos 81 municípios brasileiros com mais de 300mil habitantes, e revelou que há uma nítida tendência de redução das taxas de internação por diarreias com a expansão do esgotamento sanitário nos municípios. O relatório apontou, por exemplo: se o índice médio de coleta de esgoto dos 10 municípios com maior cobertura (97%, entre 2003 e 2008) pudesse ser estendido a todas as cidades analisadas no estudo, haveria queda de 50% nas taxas de internação por diarreias.

Do ponto de vista econômico, condições impróprias de saneamento básico são fatores dispendiosos aos cofres públicos, implicando em perdas anuais na escala dos bilhões. Estudos desenvolvidos pelo Banco Mundial estimam totais de US\$ 9 bilhões de perdas para os países Camboja, Vietnam, Filipinas e Indonésia, por exemplo (WORLD BANK, 2008). Essas condições exercem impactos

diretamente no PIB, com participações que variam de 1,3% a 7,2% do PIB dos países, que incluem análises de países da Ásia, África e América Central (WORLD BANK, 2008, 2012 e 2013).

O estudo aponta ainda, impactos incidentes sobre o turismo. Condições precárias de saneamento afetam diretamente a qualidade da água, que influenciam no fluxo de turistas e a reputação do balneário, por exemplo. No Brasil, grande parte do turismo é movimentado pelo segmento de sol e praia, onde estas localidades, segundo o Ministério do Turismo (2010), estão entre as principais escolhas de serviços e produtos turísticos, compreendendo a preferência de cerca de 64% do público.

Mesmo este setor sustentando valores expressivos de fluxo turístico, ao longo do país pode-se observar praias com sua qualidade ambiental comprometida, pelo lançamento de esgoto doméstico, como mostrados por Tischer; Espinoza, Marenzi (2014), Silva *et. al.* (2009), Pinto (2011) ou Soares; Medeiros; Sales Filho (2014). Indiscutivelmente, a quantidade de turistas que escolhem um país para as suas férias está parcialmente relacionada com as condições sanitárias do país. Se um país ou destino turístico está propenso a doenças relacionadas à falta de saneamento, ou mesmo epidemias, isso influenciará diretamente o turismo. Ao reconhecer a importância do saneamento no turismo, acredita-se que a capacidade turística existente possa ser aumentada substancialmente, propiciando maiores receitas (WORLD BANK, 2008).

A partir destas reflexões é possível concluir que além do passivo ambiental gigantesco que a população vem herdando, implicações na saúde pública e em prejuízos milionários aos cofres públicos essa situação constitui um dos maiores desafios para o desenvolvimento do Brasil. Questões como essa deveriam estar cada vez mais em evidência, e tornam-se mais pertinente principalmente em vésperas de eleições.

Se por um lado a necessidade de saneamento é urgente, os desafios são igualmente desafiadores. Galvão Junior (2009) estima a necessidade de investimentos na ordem de R\$ 178 bilhões até o ano 2020. Em contrapartida as questões que mais dificultam a universalização ou a rápida expansão da cobertura são mecanismos de políticas públicas, a titularidade e a regulação dos serviços, que inibem investimentos em expansão e reposição da infraestrutura sanitária. Dessa

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 6, n. 3, p. 358-379, out./dez. 2017.

forma, a questão institucional no setor afeta diretamente a melhora nos índices de cobertura.

Outra questão importante que deve ser considerada, além da existência de coleta de esgotos, é a eficiência do tratamento destes. Os métodos de tratamentos adotados usualmente por estações de tratamento no Brasil são com base em lagoas facultativas, aeróbia/anaeróbia associadas ou não com reator anaeróbio. Utilizando a Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO como parâmetro referencial verifica-se que estes métodos de tratamento apresentam eficiência de remoção de 30-35% considerando tratamento primário (tanque séptico ou convencional) e secundário de 60-95% (VON SPERLING, 2007).

No caso de fossas sépticas seguido de filtro anaeróbio, Von Sperling (2007) estima eficiência entre 80-85%. Dessa forma, podem-se adotar pressupostos de eficiência de 85% para eficiência em ETE, como para um sistema de fossa séptica associado à filtro anaeróbio, comumente utilizados para tratamentos individuais.

Cabe ressaltar que manutenção e associação de tratamentos podem contribuir para uma maior ou menor eficiência na remoção de contaminantes.

Segundo estudos de Assunção (2009), Nascimento; Ferreira (2007), Von Sperling (1996) outros contaminantes são incidentes no esgoto sanitário, como o nitrogênio ou fosforo. No caso da remoção destes nutrientes, a eficiência na remoção dos tratamentos convencionais cai drasticamente, com valores típicos que variam de 10-60%.

Nesse sentido, o estudo foi motivado devida a carência de dados mais conclusivos acerca das condições do esgotamento sanitário no país e estados, buscando entender as limitações impostas pelos dados censitários do IBGE, e diminuir os erros associados a interpretações de dados isoladamente.

Assim, o estudo realizado teve por objetivo a quantificação aproximada dos volumes de esgotos sanitários gerados, por unidade federativa, considerando aspectos de tratamento e formas de disposição. A metodologia utilizada foi baseada em dados censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e do Sistema de Atenção Básica - SIAB, além de complementações baseadas em premissas de eficiência de tratamento de esgotos com base nos diferentes dispositivos adotados.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Situação do esgotamento no Brasil

A estimativa da geração de esgotos no país se deu com base nos dados censitários produzidos pelo IBGE, utilizando como referência o último censo demográfico realizado no ano de 2010. Os dados coletados permitem conhecer as características dos domicílios brasileiros com certa precisão. Sobre o tipo de esgotamento sanitário dos domicílios particulares permanentes são propostas as seguintes classes, segundo IBGE (2010):

- Rede geral de esgoto ou pluvial - quando a canalização das águas servidas e dos dejetos, proveniente do banheiro ou sanitário, estava ligada a um sistema de coleta que os conduza a um desagudouro geral da área, região ou município, mesmo que o sistema não disponha de estação de tratamento da matéria esgotada;
- Fossa séptica - quando a canalização do banheiro ou sanitário estava ligada a uma fossa séptica. A matéria é esgotada para uma fossa próxima, onde passa por um processo de tratamento ou decantação, sendo ou não a parte líquida conduzida em seguida para um desagudouro geral da área, região ou município; e
- Outro - quando o banheiro ou sanitário estava ligado a uma fossa rústica (fossa negra, poço, buraco, etc.), diretamente a uma vala a céu aberto, rio, lago ou mar, ou quando o escoadouro não se enquadrasse em quaisquer dos tipos descritos anteriormente.

Cabe ressaltar, que os dados coletados se referem diretamente as respostas dos responsáveis pela família no momento da coleta de dados, e assim, a confirmação das respostas não é passível de verificação. No caso específico da classe *rede geral de esgoto ou pluvial* a situação se agrava, já que é sabido que, por vezes, o respondente não possui o conhecimento se a rede de lançamento é pluvial ou sanitária, ou mesmo não diferencia o sistema de coleta separadamente.

Com isso, um dos grandes desafios das quantificações das condições do esgotamento é a separação da fração dos esgotos destinados para redes exclusivas de esgoto sanitário ou para rede de esgotos pluviais. Buscando diminuir esta

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 6, n. 3, p. 358-379, out./dez. 2017.

incerteza foram utilizados os dados da atenção básica dos municípios, disponibilizados pelo departamento de informática do Ministério da Saúde (SIAB/DATASUS). Na classificação do SIAB a classe *rede de esgoto* refere-se apenas a redes exclusivas coletoras de esgotos sanitários.

A atenção básica compreende cerca de 60% dos domicílios do país, onde são feitos monitoramentos periódicos de saúde nos domicílios (Figura 2). A unidade de trabalho do SIAB é: números de famílias, diferentemente do IBGE que trata por número de domicílios, e que, por simplificação metodológica, são consideradas como equivalentes. As classes nominais de destinação do esgoto sanitário são: esgotos; fossa; e céu aberto (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2016).

Há que se mencionar que autores já questionavam sobre a correção dos dados a respeito do esgotamento sanitário apontado pelo SIAB, especialmente sobre a classe de destinação: *rede geral*. O GEABS/SES (ESTADO DE SANTA CATARINA, 2006) elaborou um manual para melhorar a interpretação de dados da atenção básica do SIAB, sendo destacado o trecho:

“... Para a opção “céu aberto”, grifa-se a seguinte orientação de acordo com o Manual do SIAB: *No quintal, na rua, em um riacho, etc.* Dessa forma conclui-se que as situações em que o esgoto doméstico é jogado na rede pluvial e daí lançado num riacho ou rio ou valas sem tratamento, deve-se considerar como “céu aberto”. Para complementar esta informação, foi considerado o conceito da UNICEF sobre tratamento convencional de esgoto, em que sistema de esgoto é aquele que é *composto pela rede, que faz a captação dos dejetos lote por lote e pela estação de tratamento.*”

A partir deste pressuposto foi definido o parâmetro para separar a classe rede geral ou pluvial fornecida pelo censo IBGE. Isso se deu a partir da proporção de famílias – segundo o SIAB – com destino de esgotos para *rede de esgoto*, ou seja, a proporção de domicílios com esgotamento sanitário seria proporcional à porcentagem de famílias com destino de esgotos como *rede geral*.

A partir da determinação do número de domicílios e tipo de esgotamento sanitário adotado, a geração de esgotos foi estimada segundo o consumo de água, considerando que 80% da água consumida retornam na forma de esgotos. Assim, o volume de esgotos sanitários corresponde, a aproximadamente, 80% do produto do número de habitantes pela taxa de consumo de água diária por habitante. Dados de consumo de água média da população dos estados foram obtidos através do SNIS, considerando o ano de referência de 2014.



A conversão de domicílios para número de habitantes se deu em acordo a densidade domiciliar por estado, ou seja, pelo número de pessoas/domicílio, por meio de dados do censo IBGE de 2010.

Ainda, foi considerada na avaliação a eficiência do tratamento, sendo definida uma eficiência de 85% na remoção de DBO. Esse valor é resultante da combinação dos tratamentos primário e secundário (tipicamente utilizados em tratamento de esgotos no país), onde, segundo Von Sperling (1996) o tratamento primário fornece uma remoção estimada de 35% e no secundário de 80%.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A partir da integração dos dados censitários do IBGE (Tabela 1) e do Ministério da Saúde foi possível aproximar a estimativa da destinação final do esgotamento sanitário pelos domicílios brasileiros. O primeiro resultado obtido foi a estimativa de domicílios de que destinam esgotos para redes coletoras exclusivas de esgotos domésticos. A diferença de proporção apontada pela Figura 1 permitiu inferir sobre a parcela da classe de destinação do IBGE *rede de esgoto ou pluvial* que provavelmente possuía como destino a rede pluvial.

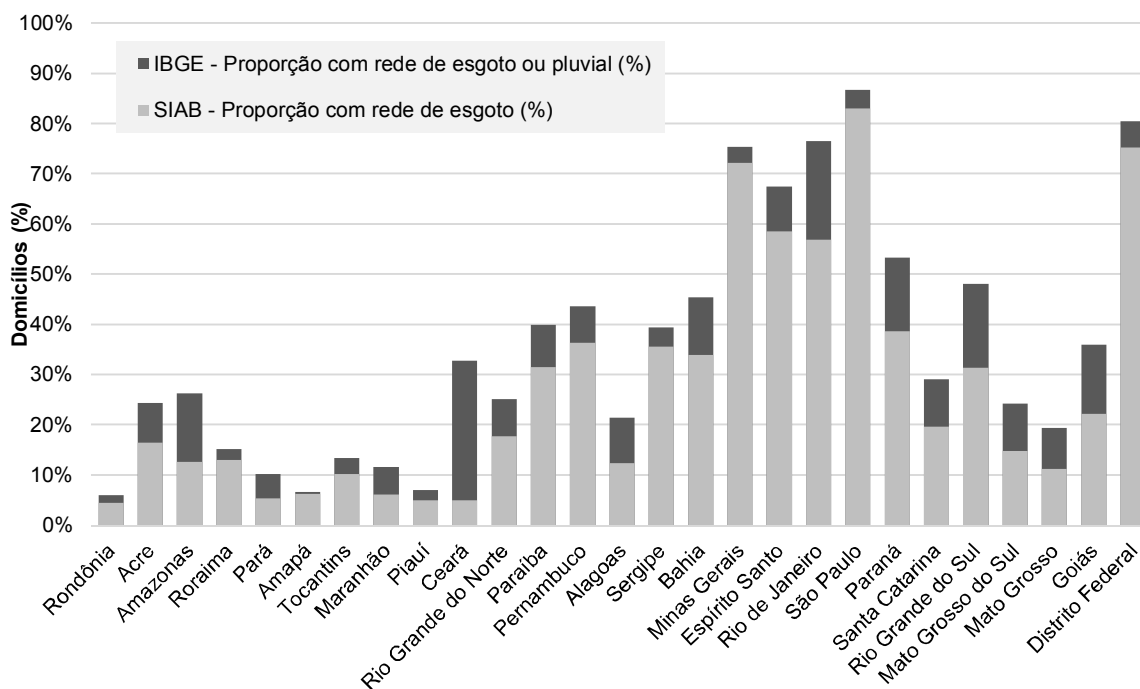
Nota-se que, mesmo os dados do SIAB possuindo caráter amostral (60,5% das famílias atendidas segundo dados do SIAB, 2015), estes mantêm uma coerência no sentido de que todos os estados apresentaram uma menor proporção de domicílios que destinam esgotos para rede geral, devido aos dados do IBGE considerarem o lançamento em rede de esgotos sanitários e rede pluvial conjuntamente. Com isso a diferença (mostrada em tom mais escuro no gráfico mostrado pela Figura 1) representa a proporção a ser descontada do tratamento adequado dos dados fornecidos pelo IBGE.

Tabela 2. Número de domicílios por situação de esgotamento sanitário dos estados brasileiros.

Estados	Total (Domicílios)	Disposição		
		diretamente solo ou água (domicílios)	Fossa Séptica (domicílios)	Rede geral ou pluvial (domicílios)
Rondônia	455.599	354.849	73.113	27.637
Acre	190.645	120.972	23.123	46.550
Amazonas	799.629	447.279	141.775	210.575
Roraima	115.844	64.193	33.991	17.660
Pará	1.859.165	1.281.170	388.597	189.398
Amapá	156.284	119.445	26.417	10.422
Tocantins	398.367	282.723	62.033	53.611
Maranhão	1.653.701	1.212.913	248.163	192.625
Piauí	848.263	601.703	187.214	59.346
Ceará	2.365.276	1.339.202	251.195	774.879
Rio Grande do Norte	899.513	492.702	180.783	226.028
Paraíba	1.080.672	547.971	101.042	431.659
Pernambuco	2.546.872	1.144.104	291.043	1.111.725
Alagoas	842.884	567.728	94.540	180.616
Sergipe	591.315	294.691	63.106	233.518
Bahia	4.094.405	1.974.962	260.445	1.858.998
Minas Gerais	6.028.223	1.289.527	195.260	4.543.436
Espírito Santo	1.101.394	286.454	71.404	743.536
Rio de Janeiro	5.243.011	724.186	503.123	4.015.702
São Paulo	12.827.153	1.098.696	603.553	11.124.904
Paraná	3.298.578	1.155.534	384.038	1.759.006
Santa Catarina	1.993.097	466.353	947.168	579.576
Rio Grande do Sul	3.599.604	915.546	952.483	1.731.575
Mato Grosso do Sul	759.299	465.161	110.444	183.694
Mato Grosso	915.089	586.299	151.101	177.689
Goiás	1.886.264	963.763	243.154	679.347
Distrito Federal	774.021	85.758	65.109	623.154

Fonte: IBGE, 2010.

Figura 1. Domicílios com esgotamento sanitário feito em rede geral ou pluvial (IBGE) e destinação em rede de esgoto (SIAB).



Fonte: IBGE e SIAB/DATASUS

A partir da determinação da proporção de domicílios que destinam esgotos para a rede pluvial, os valores foram corrigidos e apresentados na Tabela 3. Nesta observa-se o total de domicílios por tipo de esgotamento sanitário, classificados por disposição adequada (com esgotamento) e inadequada (sem esgotamento).

Integra a classe *sem esgotamento* a disposição de esgotos a céu aberto (lançamento e corpos hídricos e solo, incluindo a tipologia fossa rudimentar do IBGE) e lançamento em rede pluvial. A classe *com esgotamento* inclui domicílios com esgotamento realizado em fossas sépticas e rede coletora de esgotos sanitários.

Os dados levantados apontam que quase 24 milhões de domicílios brasileiros não possuem tratamento adequado de esgotos, aproximadamente 41,7% do total, contra 33,4 milhões, que possuem tratamento (58,3%) (Tabela 3). Os estados com maiores proporções de atendimento são, São Paulo, Distrito Federal, Minas Gerais e Santa Catarina, com cobertura de cerca de 87,7%, 83,7%, 75,5%, 67,1%, respectivamente. Os estados com as menores taxas de cobertura são Rondônia,

Maranhão, Amapá e Alagoas com cobertura de tratamento de 20,5%, 21,2%, 23,2%, 23,6%, respectivamente.

Tabela 3. Domicílios por situação de esgotamento sanitário por unidade federativa.

UF	Sem esgotamento (domicílios)				Com esgotamento (domicílios)				Total
	Céu aberto	Céu aberto (%)	Rede pluvial*	Rede pluvial (%)	Fossa séptica	Fossa séptica (%)	Rede geral *	Rede geral (%)	
RO	354.849	77,9%	7.158	1,6%	73.113	16,0%	20.479	4,5%	<b>455.599</b>
AC	120.972	63,5%	15.269	8,0%	23.123	12,1%	31.281	16,4%	<b>190.645</b>
AM	447.279	55,9%	109.073	13,6%	141.775	17,7%	101.502	12,7%	<b>799.629</b>
RO	64.193	55,4%	2.636	2,3%	33.991	29,3%	15.024	13,0%	<b>115.844</b>
PA	1.281.170	68,9%	89.209	4,8%	388.597	20,9%	100.189	5,4%	<b>1.859.165</b>
AP	119.445	76,4%	563	0,4%	26.417	16,9%	9.859	6,3%	<b>156.284</b>
TO	282.723	71,0%	13.058	3,3%	62.033	15,6%	40.553	10,2%	<b>398.367</b>
MA	1.212.913	73,3%	90.311	5,5%	248.163	15,0%	102.314	6,2%	<b>1.653.701</b>
PI	601.703	70,9%	16.972	2,0%	187.214	22,1%	42.374	5,0%	<b>848.263</b>
CE	1.339.202	56,6%	276.424	11,7%	251.195	10,6%	498.455	21,1%	<b>2.365.276</b>
RN	492.702	54,8%	66.775	7,4%	180.783	20,1%	159.253	17,7%	<b>899.513</b>
PB	547.971	50,7%	90.491	8,4%	101.042	9,3%	341.168	31,6%	<b>1.080.672</b>
PE	1.144.104	44,9%	185.574	7,3%	291.043	11,4%	926.151	36,4%	<b>2.546.872</b>
AL	567.728	67,4%	76.484	9,1%	94.540	11,2%	104.132	12,4%	<b>842.884</b>
SE	294.691	49,8%	23.306	3,9%	63.106	10,7%	210.212	35,5%	<b>591.315</b>
BA	1.974.962	48,2%	470.979	11,5%	260.445	6,4%	1.388.019	33,9%	<b>4.094.405</b>
MG	1.289.527	21,4%	186.188	3,1%	195.260	3,2%	4.357.248	72,3%	<b>6.028.223</b>
ES	286.454	26,0%	98.806	9,0%	71.404	6,5%	644.730	58,5%	<b>1.101.394</b>
RJ	724.186	13,8%	1.030.505	19,7%	503.123	9,6%	2.985.197	56,9%	<b>5.243.011</b>
SP	1.098.696	8,6%	475.686	3,7%	603.553	4,7%	10.649.218	83,0%	<b>12.827.153</b>
P	1.155.534	35,0%	483.241	14,6%	384.038	11,6%	1.275.765	38,7%	<b>3.298.578</b>
SC	466.353	23,4%	188.779	9,5%	947.168	47,5%	390.797	19,6%	<b>1.993.097</b>
RS	915.546	25,4%	602.284	16,7%	952.483	26,5%	1.129.291	31,4%	<b>3.599.604</b>
MS	465.161	61,3%	71.063	9,4%	110.444	14,5%	112.631	14,8%	<b>759.299</b>
MT	586.299	64,1%	75.376	8,2%	151.101	16,5%	102.313	11,2%	<b>915.089</b>
GO	963.763	51,1%	259.627	13,8%	243.154	12,9%	419.720	22,3%	<b>1.886.264</b>
DF	85.758	11,1%	40.595	5,2%	65.109	8,4%	582.559	75,3%	<b>774.021</b>
	<b>18.883.884</b>	-	<b>5.046.432</b>	-	<b>6.653.417</b>	-	<b>26.740.434</b>	-	<b>57.324.167</b>

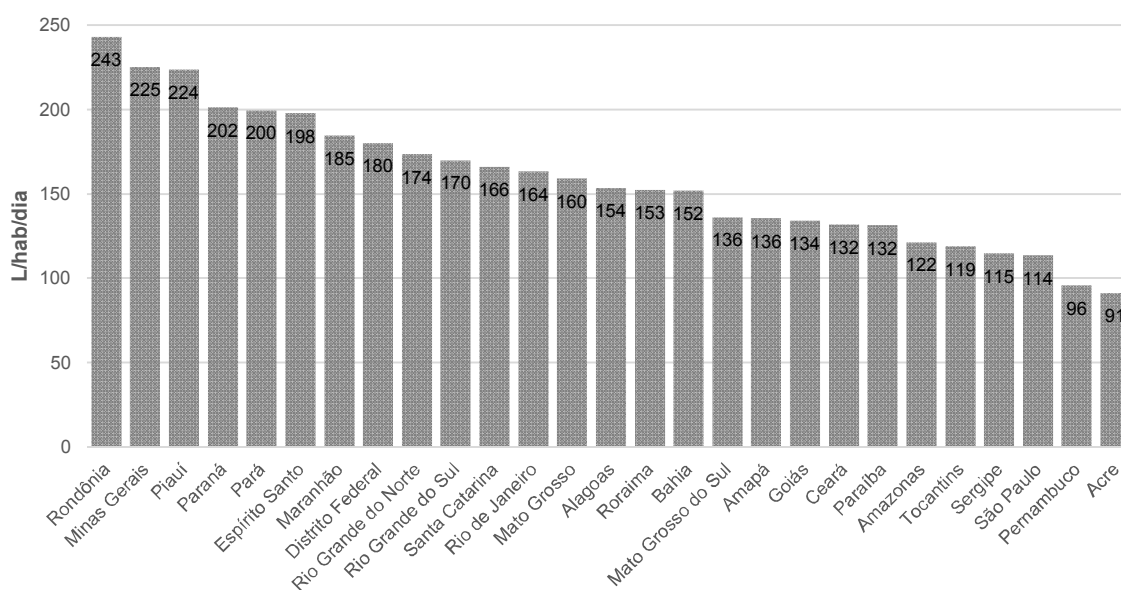
\* Valores corrigidos pelo SIAB

Fonte: IBGE, 2010.

Entretanto, a magnitude do impacto é visualizada quando estimados os volumes totais de esgotos dispostos sem tratamento. Dessa forma, convertendo-se o número de domicílios para o total de habitantes, tem-se que quase de 82 milhões de pessoas contribuem para o despejo de esgotos sem tratamento no país, contra cerca de 108,8 milhões de habitantes que contam com tratamento de esgotos.

Considerando o consumo per capita de cada estado, segundo dados do SNIS (2014) (Figura 2), obtém-se um total de aproximadamente 10,5 milhões de m<sup>3</sup> de esgotos lançados diariamente *in natura*, o que corresponde a 44% da geração de esgotos no Brasil (Tabela 4).

Figura 2. Consumo per capita de água.



Fonte: SNIS, 2014.

Tabela 4. Volumes de esgotos sanitários gerados diariamente por unidade federativa

UF	Número de habitantes		Volume de esgoto gerado (metro cúbico/dia)	
	Sem tratamento	Com tratamento	Sem tratamento	Com tratamento
Rondônia	1.241.449	320.960	241.665	62.479
Acre	524.226	209.333	38.298	15.293
Amazonas	2.424.026	1.059.959	235.732	103.079
Roraima	259.877	190.602	31.745	23.282
Pará	5.587.945	1.993.106	893.311	318.626
Amapá	514.118	155.408	55.907	16.900
Tocantins	1.027.186	356.259	97.772	33.910
Maranhão	5.181.363	1.393.426	766.220	206.060
Piauí	2.274.354	844.006	407.255	151.131
Ceará	5.773.487	2.678.894	609.726	282.913
Rio Grande do Norte	1.970.441	1.197.586	273.986	166.522
Paraíba	2.225.269	1.541.259	234.437	162.375
Pernambuco	4.592.473	4.203.975	352.188	322.394
Alagoas	2.384.977	735.517	293.562	90.533
Sergipe	1.112.137	955.880	102.219	87.857
Bahia	8.373.505	5.643.401	1.018.754	686.599
Minas Gerais	4.797.445	14.799.885	864.960	2.668.360
Espírito Santo	1.229.507	2.285.445	194.744	361.996
Rio de Janeiro	5.351.386	10.638.543	700.304	1.392.202
São Paulo	5.064.448	36.197.751	460.743	3.293.127
Paraná	5.188.971	5.255.555	836.877	847.616
Santa Catarina	2.053.866	4.194.570	273.263	558.079
Rio Grande do Sul	4.509.264	6.184.665	613.909	842.005
Mato Grosso do Sul	1.729.523	719.501	188.712	78.506

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 6, n. 3, p. 358-379, out./dez. 2017.

UF	Número de habitantes		Volume de esgoto gerado (metro cúbico/dia)	
	Sem tratamento	Com tratamento	Sem tratamento	Com tratamento
Mato Grosso	2.194.613	840.509	280.033	107.249
Goiás	3.893.928	2.109.860	418.519	226.768
Distrito Federal	419.560	2.150.600	60.571	310.478
<b>TOTAL</b>	<b>81.899.343</b>	<b>108.856.456</b>	<b>10.545.411</b>	<b>13.416.339</b>

Fonte: SNIS, 2014.

Ainda, deve-se atentar para a eficiência do tratamento. Usualmente pode-se considerar uma eficiência entre 80- 95% de remoção de DBO (VON SPERLING, 2007), com base em sistemas clássicos de tratamento como lagoas de estabilização, lodos ativados, ou fossa/filtro anaeróbio, por exemplo. Para o presente trabalho foi adotado eficiência de 85% na remoção de DBO. Com isso o volume de geração de esgotos sem tratamento passa de 10,5 milhões para 12,5 milhões de m<sup>3</sup>/dia. Em termos relativos isso representa 52% do volume de esgotos gerados (Tabela 5).

Tabela 5. Total de esgotos sanitários gerados nos estados considerando uma eficiência no tratamento de 85%

UF	Volume de esgotos gerados (m <sup>3</sup> /dia)		
	Sem tratamento	Com tratamento	Total
Rondônia	251.037	53.107,5	304.145
Acre	40.592	12.999,1	53.591
Amazonas	251.194	87.617,0	338.811
Roraima	35.237	19.790,0	55.027
Pará	941.105	270.832,0	1.211.937
Amapá	58.442	14.364,7	72.807
Tocantins	102.858	28.823,6	131.682
Maranhão	797.129	175.150,9	972.280
Piauí	429.925	128.461,5	558.386
Ceará	652.163	240.475,7	892.639
Rio Grande do Norte	298.964	141.543,7	440.508
Paraíba	258.793	138.018,5	396.811
Pernambuco	400.547	274.035,3	674.582
Alagoas	307.142	76.953,3	384.095
Sergipe	115.397	74.678,3	190.076
Bahia	1.121.744	583.608,9	1.705.353
Minas Gerais	1.265.214	2.268.106,1	3.533.320
Espírito Santo	249.043	307.696,8	556.740
Rio de Janeiro	909.134	1.183.371,9	2.092.506
São Paulo	954.712	2.799.157,6	3.753.870
Paraná	964.020	720.473,6	1.684.493
Santa Catarina	356.975	474.367,3	831.342
Rio Grande do Sul	740.210	715.704,2	1.455.914

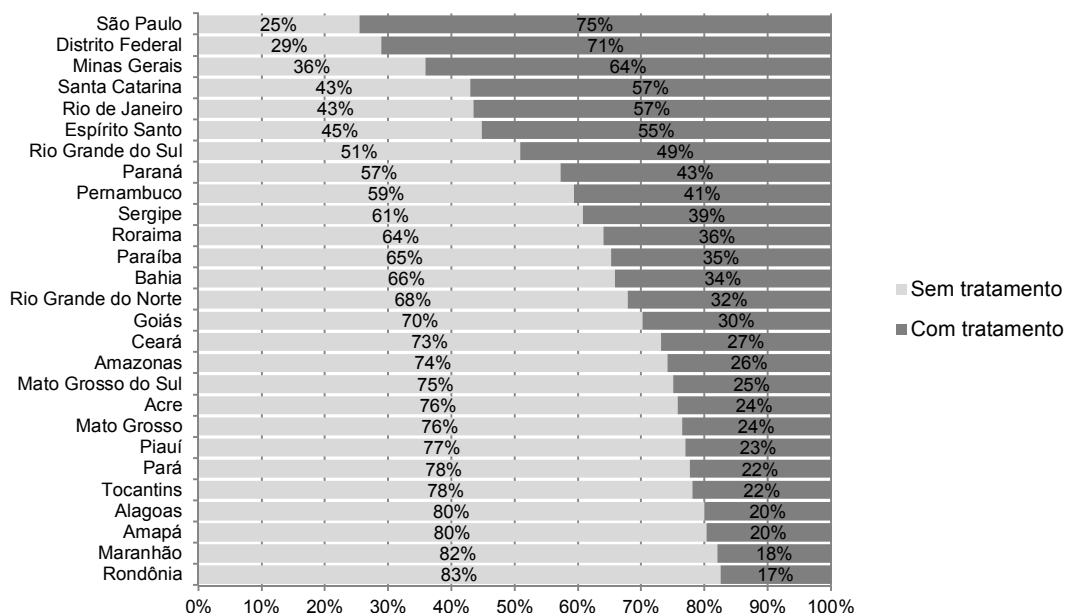
UF	Volume de esgotos gerados (m <sup>3</sup> /dia)		
	Sem tratamento	Com tratamento	Total
Mato Grosso do Sul	200.488	66.730,3	267.218
Mato Grosso	296.120	91.161,6	387.282
Goiás	452.535	192.752,6	645.287
Distrito Federal	107.143	263.906,1	371.049
<b>Total</b>	<b>12.557.862</b>	<b>11.403.888,2</b>	<b>23.961.750</b>

Fonte: SNIS, 2014.

Avaliando-se a geração por estado da federação, verifica-se que o Estado de São Paulo possui as melhores taxas de tratamento de esgotos, considerando a proporção de esgotos tratados, que corresponde a cerca de 75%. Acima de 70% de tratamento, destacam-se o Distrito Federal com proporção de tratamento de 71% de todo volume gerado, seguido de Minas Gerais (64%), Santa Catarina e Rio de Janeiro (57%) e Espírito Santo (55%). Os demais estados realizam o tratamento de menos de 50% de sua geração de esgotos (Figura 3). Reiterando-se que foi utilizado o parâmetro químico DBO para verificar a eficiência do tratamento.

Em contrapartida, os Estados com menores taxas de tratamento de esgotos encontram-se no Norte e Nordeste do país. Rondônia possui a menor taxa de tratamento proporcional, com apenas 17% do volume gerado, seguido do Maranhão com 18% e Amapá e Alagoas com 20%.

Figura 3. Ranking dos estados por volume de esgotos tratados e não tratados

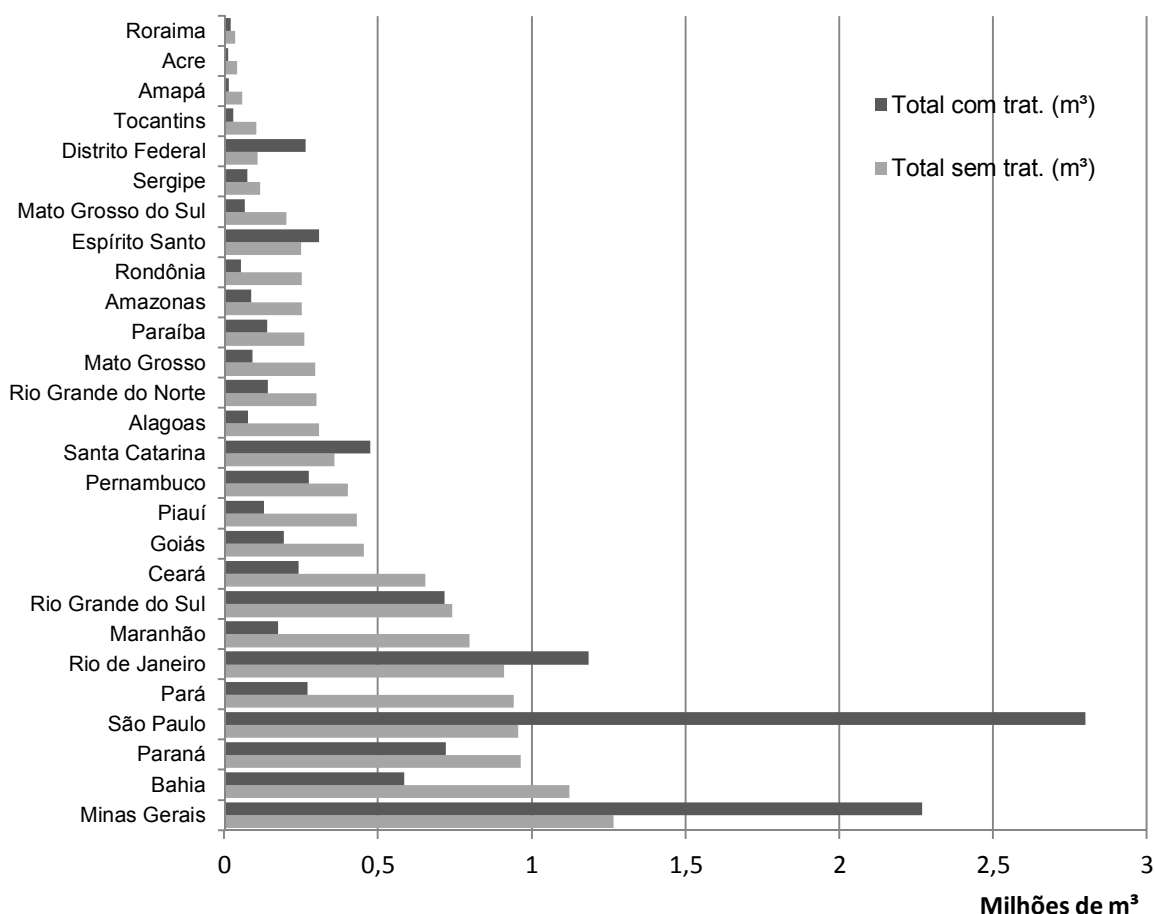


Fonte: SNIS, 2014.

Sob outra perspectiva, considerando o volume absoluto de esgotos despejados sem tratamento, podendo ser denominados de *ranking* de impacto ambiental, observa-se que o Estado com os maiores volumes de esgotos não tratados é Minas Gerais (1,26 milhões de m<sup>3</sup>/dia), seguido da Bahia (1,12 milhões de m<sup>3</sup>/dia), Paraná (0,96 milhões de m<sup>3</sup>/dia) e São Paulo (0,95 milhões de m<sup>3</sup>/dia) (

Figura 4). Logicamente os Estados com maiores contingentes populacionais tendem a ter um passivo ambiental muito superior aos com menor população. Dessa forma, Estados com menores volumes são Roraima (0,035 milhões de m<sup>3</sup>/dia), Acre (0,040 milhões de m<sup>3</sup>/dia) e Amapá (0,058 milhões de m<sup>3</sup>/mês). Essa questão, entretanto, não diminui a responsabilidade dos Estados, dado que o desafio destes recais sobre proporção da cobertura do tratamento.

Figura 4. Volume de esgotos tratados e não tratados por Unidade Federativa



Fonte: SNIS, 2014.



A grande questão é que estes volumes são lançados continuamente e de forma exageradamente elevada. Anualmente é possível estimar o lançamento de mais de 4,5 bilhões de metros cúbicos de esgotos lançados no meio ambiente sem tratamento algum como mostrado pela Tabela 6. Em termos comparativos de volume, este valor corresponde em mais de 90 vezes o volume extravasado pela barragem de rejeitos em Marina/MG, no ano de 2015, estimado pelo IBAMA (2015) em 50 milhões de metros cúbicos.

A luz de casos como do rompimento da barragem em Mariana, autores como Lopes (2016) e Milanez; Santos *et. al.*, (2015) citam que inconsistências na legislação e no processo de licenciamento ambiental podem favorecer o desencadeamento de tragédias ambientais, havendo a necessidade de incorporar perspectivas mais complexas que avaliem os riscos cumulativos de diferentes projetos, assim como os impactos para as bacias hidrográficas. Enquanto estes aspectos e riscos ambientais forem negligenciados, os impactos continuarão a impor severos impeditivos para o desenvolvimento do país (MILANEZ; SANTOS *et. al.*, 2015).

Tabela 6. Totais diário e anual do esgoto disposto sem tratamento

Volume de esgotos sem tratamento	Volume de esgotos tratados	Total
12.557.862 m <sup>3</sup> /dia	11.403.882 m <sup>3</sup> /dia	<b>23.961.750 m<sup>3</sup>/dia</b>
4.583.619.543 m <sup>3</sup> /ano	4.162.419.197 m <sup>3</sup> /ano	<b>8.746.038.740 m<sup>3</sup>/ano</b>

As resoluções do CONAMA 357/2005 e 430/2011 estabelecem os limites de lançamento para efluentes sanitários oriundos de sistemas de tratamento, fixando padrões para parâmetros químicos, indicadores de qualidade. O limite máximo para a Demanda Bioquímica de Oxigênio-DBO é de 120 mg/L, sendo que este valor somente poderá ser ultrapassado em caso de efluente proveniente de sistema de tratamento com eficiência de remoção mínima de 60% de DBO, ou mediante estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor.

Entretanto, estas condições elevadas de DBO indicam a existência de matéria orgânica no corpo receptor e produz efeitos diretos na qualidade ambiental. Jeronimo *et. al.* (2012) alerta para a imposição de parâmetros genéricos da resolução CONAMA 430/2011 para a matéria orgânica, sendo que estes valores não

garantem a real quantificação do risco inerente a sua composição, bem como, podem incidir na geração de impactos.

#### **4 CONCLUSÃO**

Os dados aqui estimados mostraram-se alarmantes, tanto pela magnitude do volume de lançamento, como pelo que representa para o Brasil, que figura entre as maiores economias do mundo, apresentado pelos governantes, como exemplo de progresso e avanço de políticas públicas. Na prática se observa projetos de esgotamento que se arrastam por mandatos políticos e não avançam de modo eficiente, mesmo apesar de existirem iniciativas tais como a do governo federal, como, por exemplo, o PAC II.

De fato, essa problemática figura entre os maiores impactos ambientais do país, sem previsão de ser mitigado ou tampouco, diminuído a níveis aceitáveis. Os resultados desse desastre estão escancarados em praticamente todos os estados, contaminação do solo e mananciais, doenças derivadas, prejuízos financeiros excessivos, perda de qualidade ambiental e de vida, desvalorização e degradação da paisagem das cidades, etc. E mesmo assim parece estar esquecido, representando quase que um tabu para governos e população, ou mesmo uma questão de pouca importância.

O estudo alcançou o objetivo proposto, de quantificar uma melhor aproximação dos volumes de esgotos sanitários gerados pelo Brasil, considerando aspectos de tratamento e formas de disposição. Este estudo não é exaustivo, possuindo incertezas do ponto de vista da geração de dados censitários inerentes à metodologia de coleta de dados, além de pressupostos como a eficiência dos tratamentos adotados. Cabe ressaltar ainda, que mesmo possuindo o recurso das classes de destinação fornecidas pelo SIAB, não é possível se ter certeza da acurácia dos dados, já que os valores são obtidos na forma de resposta das famílias atendidas.

Entretanto, a análise permite uma caracterização suficiente para demonstrar a escala do passivo ambiental legado para os cidadãos brasileiros, e que o desafio de universalizar o esgotamento sanitário é árduo, gradativo, e atual.

## **AGRADECIMENTOS**

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES.

## **THE MAGNITUDE OF IMPACT OF DOMESTIC WASTEWATER IN BRAZIL**

### **ABSTRACT**

The article presents a discussion about the wastewater destination in Brazil, since, while appearing among the largest economies in the world has immense challenges of basic order and constitutes a condition for full development. Thus, the purpose of the study was to quantify the volumes of sanitary sewage generated, by Federative Unit, considering treatment aspects and disposal methods. The methodology uses a census data collection of IBGE and Ministry of Health, about the sanitation of Brazilian households, broken down by federal states, to facilitate comparison and check where the biggest challenges are. The IBGE data were crossed with SIAB data and were adjusted to improve the approximation of the results. Another adjustment was about the wastewater treatment efficiency, since removal conditions of 100% of contaminants rarely happen. The results showed that the release of untreated wastewater account for about 52% of the volume generated, which represents about 12.7 million cubic meters per day or 4.58 billion cubic meters / year, which can be considered about 90 times the volume of waste of mining released in Mariana/MG in 2015.

**Key-words:** Domestic effluents; Sanitary statistics; Public health; Environmental health.

### **REFERÊNCIAS**

ASSUNÇÃO F. A. L. **Estudo da remoção de nitrogênio, com ênfase na volatilização de amônia, em lagoas de polimento de efluentes de reatores UASB tratando esgotos urbanos de Belo Horizonte/MG.** Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Universidade Federal de Minas Gerais). Belo Horizonte, 2009.

ESTADO DE SANTA CATARINA. **Destino de esgoto por municípios e regionais de saúde, segundo SIAB - Sistema de Informação da Atenção Básica e CASAN - Companhia Catarinense de Águas de Saneamento do Estado de Santa Catarina.** Secretaria De Estado Da Saúde. Diretoria de Vigilância Epidemiológica. Gerência de Atenção Básica. Florianópolis, 2006.

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 6, n. 3, p. 358-379, out./dez. 2017.

GALVÃO JUNIOR, A. C. **Desafios para a universalização dos serviços de água e esgoto no Brasil**. Revista Panamericana de Salud Publica. 2009.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010 - Resultados Preliminares do Universo**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro, 2011.

IBAMA - **Mineradora Samarco é multada em R\$250 milhões por catástrofe ambiental**. Notícia 12/11/2015. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/publicadas/samarco-e-multada-em-r250-milhoes-por-catastrofe-ambiental> . Acesso em 12/04/2016.

ITB - Instituto Trata Brasil. **Esgotamento sanitário inadequado e impactos na saúde da população**. 2010. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/>. Acesso em 20/03/2016.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Manual de Saneamento Básico**. 2012.

ITB – Instituto Trata Brasil. **PAC 2: somente 26% das obras de saneamento foram concluídas**. 11/03/2015. São Paulo, 2015.

ITB – Instituto Trata Brasil. **Ranking do saneamento 2016**. GO Associados. São Paulo, 2016. Acesso em 09/08/2016. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/ranking/2016/relatorio-completo.pdf> .

JERONIMO C. E. M. et al. **Estudo comparativo entre técnicas de determinação da matéria orgânica em efluentes industriais de composição carbonácea**. Holos, Ano 28, v.2. Maio de 2012.

LOPES, L. M. N. **O rompimento da barragem de Mariana e seus impactos socioambientais**. Sinapse Múltipla, 5 (1), jun 1-14, 2016

MILANEZ B. (coord.); Santos RSP. (coord.) *et. al.* **Antes fosse mais leve a carga: avaliação dos aspectos econômicos, políticos e sociais do desastre da Samarco/Vale/BHP em Mariana (MG)**. Relatório Final. Grupo Política, Economia, Mineração, Ambiente e Sociedade (POEMAS). 2015.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Situação do saneamento básico**. Ano 2015. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), SIAB - Sistema de Informação da Atenção Básica. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/>. Acesso em 10/04/2016.

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 6, n. 3, p. 358-379, out./dez. 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **O que é atenção básica?** Departamento de Atenção Básica – DAB. 2016. Disponível em: <[http://dab.saude.gov.br/portaldab/smp\\_o\\_que\\_e.php](http://dab.saude.gov.br/portaldab/smp_o_que_e.php)>. Acesso em 24/04/2016.

MINISTÉRIO DO TURISMO. **Turismo de sol e praia. Orientações básicas.** 2. ed. Brasília, 2010. Disponível em [http://www.turismo.gov.br/sites/default/turismo/o\\_ministerio/publicacoes/downloads\\_publicacoes/Turismo\\_de\\_Sol\\_e\\_Praia\\_Versxo\\_Final\\_IMPRESSxO\\_.pdf](http://www.turismo.gov.br/sites/default/turismo/o_ministerio/publicacoes/downloads_publicacoes/Turismo_de_Sol_e_Praia_Versxo_Final_IMPRESSxO_.pdf). Acesso em 02/08/2016.

NASCIMENTO, M. S. F.; FERREIRA, O. M. **Tratamento de esgoto urbano: Comparação de custos e avaliação de eficiência.** Universidade Católica de Goiás – Departamento de Engenharia. Goiânia, 2007.

PINTO, A. B. **Diversidade de microrganismos indicadores utilizados na avaliação da contaminação fecal de areias de praias recreacionais marinhas: estado atual do conhecimento e perspectivas.** O Mundo da Saúde, São Paulo: 2011;35(1):105-114.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Falta de água e esgoto prejudica 150 milhões de alunos.** 2006. Disponível em: <[http://www.pnud.org.br/hdr/arquivos/rdh2006/rdh2006\\_educ.pdf](http://www.pnud.org.br/hdr/arquivos/rdh2006/rdh2006_educ.pdf)>. Acesso em 30/04/2016.

RODRIGUES, T. A.; SALVADOR, E. **As implicações do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) nas Políticas Sociais.** SER Social, Brasília, v. 13, n. 28, p. 129-156, jan./jun. 2011

SILVA, I. R. *et al.* **Diagnóstico ambiental e avaliação da capacidade de suporte das praias do bairro de Itapoã, Salvador, Bahia.** Sociedade & Natureza, Uberlândia, 21 (1): 71-84, ABR. 2009.

SNIS – Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. **Diagnóstico Água e esgotos 2014.** Ministério das Cidades. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos>. Acesso em 01/05/2016.

Soares I. A., Medeiros C. S. C., Sales Filho A. **Análise de paisagens turísticas da praia de Ponta Negra (Natal/RN) com a utilização de indicadores de qualidade visual: uma contribuição para o turismo sustentável.** Holos, Ano 30, Vol. 01. 2014.

TISCHER, V.; ESPINOZA, H. C.; MARENZI, R. C. **Indicadores socioambientales aplicados en la gestión de ambientes costeros. Caso de estudio Santa**

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 6, n. 3, p. 358-379, out./dez. 2017.

**Catarina, Brasil.** Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM ISSN 0188-4611, doi: 10.14350/rig.38541. 2014.

TUROLLA, F. A. **Política de saneamento básico: avanços recentes e opções futuras de políticas públicas.** Brasília, DF: IPEA, 2002.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental.** Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2007.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias - Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Volume 1, 2ª Edição. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1996.

WHO – World Health Organization. **Water Pollution Control - A Guide to the Use of Water Quality Management Principles.** Ed. 1. ISBN 0 419 22910 8. London, 1997.

WHO – World Health Organization. **Poor sanitation threatens public health.** Media Centre. 2008. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2008/pr08/en/>>. Acesso em 04/08/2016.

WORLD BANK. **Nicaragua: The Cost of Inadequate Sanitation.** Water Sanitation Program (WSP). First edition: June 2013. Disponível em: <http://www.wsp.org/sites/wsp.org/files/publications/Economics-of-Sanitation-Initiative-Nicaragua.pdf>. Acesso em: 02/08/2016.

WORLD BANK. **Africa: Economics of Sanitation Initiative.** Water Sanitation Program (WSP). Disponível em: <[www.wsp.org/wsp/content/africa-economic-impacts-sanitation](http://www.wsp.org/wsp/content/africa-economic-impacts-sanitation), 2012. Acessado em 17 de julho de 2012.

WORLD BANK. **Economic impacts of Sanitation in South Asia.** Water Sanitation Program (WSP). Jacarta, 2008. Disponível em: [http://www.wsp.org/sites/wsp.org/files/publications/Sanitation\\_Impact\\_Synthesis\\_2.pdf](http://www.wsp.org/sites/wsp.org/files/publications/Sanitation_Impact_Synthesis_2.pdf). Acesso em 30/07/2016.