

II-597 - AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE REUSO DE EFLUENTE DE ETE PARA O SETOR AGRÍCOLA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GRANDE

Ana Silvia Pereira Santos⁽¹⁾

Professora do Departamento de Engenharia Sanitária e Meio Ambiente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – DESMA/UERJ.

Maíra Araújo de Mendonça Lima⁽²⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e bolsista de Iniciação Científica na área de reuso de efluente tratados.

Lauana Thairara de Almeida Ramos⁽³⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e voluntária de Iniciação Científica na área de reuso de efluente tratados.

Sergio Rodrigues Ayrimoraes Soares⁽⁴⁾

Superintendente de Planejamento de Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas - ANA

Celso Bartole Pereira⁽⁵⁾

Coordenador de Qualidade de Água e Enquadramento da Agência Nacional de Águas - ANA

Endereço⁽¹⁾: Rua São Francisco Xavier 525 - Sala 5008/Bloco E - Maracanã - Rio de Janeiro, RJ – CEP: 20550900 – Brasil - Telefone: +55 (21) 2334-0311 Ramal: 22 – e-mail: ana.pereira@uerj.br

RESUMO

O reuso voltado para atividades agrícolas vem ganhando destaque em diversas partes do mundo, visto que aumenta a disponibilidade de água bruta nos corpos hídricos, pode representar uma fonte de fertilizante e geralmente apresenta menor custo de tratamento do que a água potável. A Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG) localiza-se na Região Sudeste do Brasil, pertencendo a Região Hidrográfica Paraná, com grande importância em âmbito nacional. A região apresenta o maior desenvolvimento econômico do país e consequentemente uma das maiores demandas hídricas nacionais, principalmente no setor irrigação. Visto a grande demanda de água neste setor, a utilização da prática de reuso de efluentes ao longo dos anos demonstra-se uma ferramenta relevante na gestão de recursos hídricos. Dessa forma, neste trabalho, foi realizada uma avaliação do potencial de reuso de efluente de ETE para o setor agrícola da Bacia Hidrográfica do Rio Grande. Para o seu desenvolvimento, foram adotados os dados levantados e apresentados no Atlas Esgotos – Despoluição de Bacias Hidrográficas, elaborado pela Agência Nacional de Águas – ANA e publicado em 2017 (ANA, 2017). Assim, observou-se que atualmente existem 68 municípios com 76 ETEs em operação. Dessas, 48 estão enquadradas na Categoria 01, que corresponde a um efluente do tipo secundário, proveniente de unidades com eficiências de remoção de matéria orgânica acima de 80%. Ainda, 28 ETEs estão alocadas na Categoria 02, correspondendo a efluentes secundários desinfetados. Atualmente, segundo ANA (2017^a), a demanda média atual para irrigação na bacia é de 62 m³/s, podendo alcançar 160 m³/s em períodos de estiagem. Assim, no Cenário 01 (atual) as vazões das categorias 01 e 02 somadas (6,24 m³/s) representariam em torno de 10% dessa demanda média atual. Considerando-se a mesma vazão média de irrigação, no Cenário 02 (2035), a vazão de água de reuso (17,20 m³/s) poderia corresponder à mais de 25%. Cabe ressaltar que os efluentes da Categoria 01 necessitariam ainda de adequação para o reuso, com uma etapa de desinfecção, e os efluentes da Categoria 02 já estariam aptos para o reuso. A utilização da totalidade dessa fonte alternativa de água para a irrigação permitiria o aumento da disponibilidade hídrica para outros usos. Assim, o estudo não somente colabora para a inclusão da água de reuso como fonte alternativa de água na matriz hídrica da bacia, como também é uma justificativa para o alcance da universalização, além de se apresentar como um importante instrumento de gestão das águas em situações extremas de estresse hídrico.

PALAVRAS-CHAVE: Reuso, Agricultura, Irrigação, Bacia Hidrográfica, Estação de Tratamento de Esgoto.

INTRODUÇÃO

A Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG) situa-se na Região Sudeste do Brasil, pertencendo a Região Hidrográfica Paraná, com grande importância no contexto nacional. A região apresenta o maior desenvolvimento econômico do país e consequentemente uma das maiores demandas hídricas nacionais. A Bacia do Rio Grande, objeto desse estudo, destaca-se dentro da sua região hidrográfica por apresentar a maior extensão territorial, a segunda maior população e expressiva atividade agrícola e industrial (ANA, 2015^a). No ano de 2010, segundo ANA (2017^a), a população da bacia era de 8,6 milhões de habitantes, o que correspondia à 4,5% da população brasileira.

A BHRG abrange, total ou parcialmente, 393 municípios divididos entre os estados de São Paulo e Minas Gerais, sendo 179 localizados no estado de São Paulo e 214 no estado de Minas Gerais. Deste total, 325 municípios possuem área totalmente incluída dentro dos limites da bacia. Em relação à área de drenagem, a bacia ocupa 143,4 mil km², com cerca de 60% no estado de Minas Gerais e 40% no estado de São Paulo (ANA 2015^c). De acordo com ANA (2017^a), apesar da bacia contar com mais municípios mineiros do que paulistas e também apresentar maior área ocupada no estado de Minas Gerais, a população paulista da bacia é ligeiramente superior à mineira, com 57% da população total.

As principais demandas hídricas da bacia são a irrigação que consome 74% da água, seguida pela indústria com 17%, o abastecimento humano com 4% e a mineração e dessedentação animal, que juntas totalizam os 5% restantes (ANA, 2017^a). Ainda que a disponibilidade hídrica na bacia se encontre regular, notam-se regiões onde as demandas de consumo já são superiores a 50% da disponibilidade, além de conflitos entre o uso agrícola da água e o abastecimento em pequenas cidades (ANA, 2015^d). Em função do crescimento populacional observado em todo o país ao longo dos anos, assim como as mudanças climáticas, é possível se prever o aumento gradativo nas demandas, o que consequentemente acarretará um aumento na pressão sobre a disponibilidade de água na bacia.

Segundo dados do IPT (2008), a agricultura ocupa uma área de 51.783,54 km², correspondendo a 36,1% da área total da bacia, onde o estado de São Paulo apresenta a maior extensão de áreas cultivadas, com 63% da atividade agrícola da bacia, enquanto Minas Gerais possui os 37% restantes. Os principais cultivos na bacia são: feijão (2,4%), laranja (5,6%), soja (7,4%), café (12,9%), milho (13,1%) e cana-de-açúcar (53,7%) (ANA, 2015^b). Ressalta-se que o uso de água para irrigação ocorre principalmente nos meses mais secos, justamente quando a disponibilidade hídrica é menor e o setor encontra-se mais pressionado. A demanda média para irrigação na bacia é de 62 m³/s chegando a alcançar uma demanda máxima de 160 m³/s. A parcela paulista da bacia consome 3 vezes mais que a parcela mineira e isso ocorre principalmente devido ao setor sucroalcooleiro ser mais concentrado no lado paulista da bacia (ANA, 2017^a). Ressalta-se que esses valores de demanda média e máxima de água para irrigação na bacia, correspondem a populações equivalentes de aproximadamente 35 milhões e 90 milhões de habitantes, respectivamente, considerando-se um consumo per capita de água de aproximadamente 200 L/hab.dia.

A cana-de-açúcar é o principal produto da bacia possuindo 27.600 km² de área plantada. A produção é voltada principalmente para o setor sucroalcooleiro (produção de açúcar e álcool), compreendendo o maior polo dessa atividade no país. A irrigação voltada para o cultivo da cana necessita de baixas lâminas de água resultando em menores demandas. Entretanto as técnicas adotadas para este fim são bastante heterogêneas, sendo a irrigação complementar a mais tradicional dentre elas. Neste caso, só se utiliza água nos estágios mais sensíveis da planta, com demanda média na bacia de 0,93 m³/s de água e máxima podendo chegar a 3,7 m³/s. Já a técnica de irrigação misturada, que combina vinhaça e água, representa a área de maior extensão na plantação, possuindo demandas maiores que as da irrigação suplementar. Neste caso, a média demandada na bacia é de 1,14 m³/s (ANA, 2015^d). Ressalta-se que a vinhaça, um efluente líquido gerado pela indústria sucroalcooleira como um subproduto na produção do etanol, embora amplamente utilizada como fertilizante no cultivo de cana, apresenta um elevado potencial poluidor causando impactos adversos sobre a qualidade da água. Isso revela a necessidade da busca por uma fonte alternativa para uma fertilização menos agressiva e igualmente viável economicamente (ANA, 2015^b).

Visto a grande demanda de água no setor irrigação, a utilização da prática de reúso de efluentes ao longo dos anos demonstra-se uma ferramenta relevante na gestão de recursos hídricos. O reúso voltado para a prática agrícola vem sendo amplamente praticado e incentivado em diversas partes do mundo, visto que aumenta a disponibilidade de água bruta nos corpos hídricos, fornece água confiável, representa uma fonte barata de fertilizante e geralmente apresenta menor custo de tratamento do que a água potável (EPA, 2012).

A adoção do reuso agrícola para culturas não alimentares ou culturas alimentares que ainda serão processadas industrialmente antes do consumo humano, como o é caso da cana-de-açúcar, torna-se ainda mais simples e aceito pela sociedade em geral, pois apresenta uma menor exposição humana a água, minimizando eventuais riscos e consequentemente requisitando um tratamento menos rigoroso. Como exemplo, o estado da Califórnia, reconhecido mundialmente por possuir parâmetros altamente restritivos para o reuso de água, adota parâmetros para irrigação de culturas não alimentares que podem ser alcançados de forma confiável através de tratamento secundário acompanhado de uma etapa de desinfecção (EPA, 2012).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho é a avaliação do potencial de reuso de efluente de ETE para o setor agrícola na Bacia Hidrográfica do Rio Grande, em diferentes cenários (atual e futuro). Essa avaliação foi realizada com base em dados de vazão efluente de ETEs (atualmente em operação e em projeto para futura implantação) em todos os municípios da bacia, de acordo com dados apresentados pelo Atlas Esgotos – Despoluição de Bacias Hidrográficas.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido a partir dos dados apresentados no Atlas Esgotos – Despoluição de Bacias Hidrográficas, elaborado pela Agência Nacional de Águas – ANA e publicado em 2017. O Atlas é um documento público que apresenta avaliações detalhadas em relação à abordagem dos recursos hídricos aplicada ao setor do saneamento, para cada uma das 5570 sedes urbanas do Brasil (ANA, 2017^b). Neste estudo, além de diversas informações relevantes para a gestão de recursos hídricos e saneamento, estão apresentados os seguintes dados que foram usados no desenvolvimento do presente trabalho de pesquisa para todos os municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Grande: a) existência de ETE; b) situação (em operação, em projeto ou em obra); c) tecnologias de tratamento adotadas no fluxograma da ETE; d) eficiência na remoção de matéria orgânica; e) vazão atual e/ou futura (2035).

Os itens “tecnologia de tratamento adotada no fluxograma da ETE - (c)” e “eficiência na remoção de matéria orgânica - (d)” foram usados com o objetivo de se inferir sobre a qualidade atual do efluente final e ainda de se propor uma etapa avançada para a desinfecção nos casos de fluxogramas finalizados em etapa secundária.

É importante destacar, que em relação à desinfecção de efluente, existem algumas tecnologias disponíveis, tais como cloração, radiação UV (natural e artificial), ozonização e os processos que envolvem membranas. Essas tecnologias apresentam ações distintas em função de operações unitárias que adotam processos físicos, químicos, biológicos ou uma interação entre eles, além de custos também diferentes tanto para operação e manutenção como para implantação. No Brasil, há uma forte característica de adoção da tecnologia de cloração, mesmo sabendo-se da possível formação de trihalometanos em presença de matéria orgânica. Entretanto, segundo Souza e Santos (2016), em alguns países do mundo, como é o caso da Holanda, não se permite a adoção do cloro para desinfecção nem mesmo da água de abastecimento. Ainda no Brasil, as lagoas de maturação, que abordam a radiação UV natural, são adotadas como últimas unidades de um conjunto clássico de lagoas ou até mesmo como polimento do efluente do reator UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*). Nestes casos, o decaimento bacteriano ocorre em função da radiação UV natural, da predação de outros organismos superiores, da competição por alimentos e ainda por sedimentação. A tecnologia de ozonização envolve um elevado custo e uma complexidade operacional em função da necessidade de produção do ozônio *in loco* através de um ozonizador. Por fim, os processos que envolvem membranas vêm ganhando espaço no Brasil e já apresentam ampla utilização em todo o mundo, podendo alcançar a remoção de bactérias e de vírus. Entretanto, essa tecnologia acompanha um elevado consumo de energia elétrica que consequentemente eleva o seu custo operacional e ainda demanda uma operação altamente qualificada.

Assim, em relação à qualidade dos efluentes, foram definidas categorias de estudo para o enquadramento das ETEs, conforme é possível observar na Tabela 01. Essa categorização teve o objetivo de classificar os efluentes em duas situações: 1) ETEs que deveriam acrescentar somente uma etapa de desinfecção em seus fluxogramas para disponibilizarem o efluente ao reuso, já que apresentam qualidade de efluente secundário; e 2) ETEs que poderiam fornecer diretamente o efluente para reuso, por levarem em consideração em seus fluxogramas alguma tecnologia com objetivo de remoção de organismos patogênicos. Ressalta-se que foram excluídas do estudo as ETEs equivalentes ao tratamento primário somente, por requererem altos investimentos para adequação do efluente ao reuso, já que necessitam ainda de uma etapa secundária ou um polimento anteriormente à desinfecção.

Tabela 01 – Categorização das ETEs localizadas nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Grande em função dos desempenhos em relação à remoção de matéria orgânica

Categoria	Fluxogramas abordados	Faixa de eficiência de remoção de matéria orgânica	Observações
01	Fluxogramas que adotam até etapa secundária com eficiência de remoção de matéria orgânica acima de 80%. Ressalta-se que aqui, que além de sistemas secundários, foram incorporados sistemas primários avançados que apresentam eficiência superior a 80% e sistemas terciários para remoção de nutrientes.	> 80%	Neste caso, trata-se de efluentes que estariam aptos a passarem somente por uma etapa de desinfecção para serem oferecidos ao reuso.
02	Fluxogramas que adotam alguma tecnologia de remoção de organismos patogênicos em seu fluxograma, como as lagoas de maturação.	> 80% e desinfecção	Efluentes que estariam aptos ao reuso direto

Ainda, além da categorização das ETEs, para o desenvolvimento do presente trabalho foram adotados dois cenários relacionados à vazão produzida, conforme pode ser observado na Tabela 02.

Tabela 02 – Características de cada cenário adotado em relação aos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Grande

Cenário	Características
Cenário 01	Apresenta todos os municípios que atualmente possuem ETE em operação de acordo com as duas categorias definidas na Tabela 01.
Cenário 02	Apresenta todos os municípios do Cenário 01 (atualmente possuem ETE em operação de acordo com as duas categorias definidas na Tabela 01), aqueles que possuem ETE atualmente com eficiência inferior a 80%, mas estarão com esta a superior a 80% em 2035, de acordo com as duas categorias definidas anteriormente, como aqueles municípios que não possuem ETE atualmente, mas possuirão em 2035 com eficiência superior a 80%.

Por fim, as vazões de cada categoria, em todos os cenários, foram comparadas à vazão atualmente captada na bacia para uso em áreas irrigadas, com o objetivo de apresentar uma importante discussão relacionada à adoção do reuso como medida de adaptação aos riscos de eventos hidrológicos severos, como instrumento de tomada de decisão.

RESULTADOS

No presente trabalho, pôde-se verificar que atualmente somente 68 dos 393 municípios constituintes da Bacia Hidrográfica do Rio Grande possuem pelo menos uma Estação de Tratamento de Esgotos em operação com efluentes nas Categorias 01 e 02 descritas anteriormente. Ressalta-se aqui, que conforme descrito no próprio Atlas Esgotos (ANA, 2017), em alguns municípios em todo o país, não houve interlocução entre a ANA e a prefeitura municipal para coleta de dados. Dessa forma, é possível que alguns municípios da bacia tenham ETE, entretanto não estão aqui representadas. Assim, as ETEs distribuídas nos 68 municípios mencionados, somam um total de 76 unidades, com vazões variando entre a mínima de 1,2 L/s (ETE Walita em Varginha - MG) e a máxima de 1.272,0 L/s (ETE Ribeirão em Ribeirão Preto - SP).

Neste item, serão apresentadas tabelas com características das ETEs contempladas em cada um dos 2 Cenários descritos anteriormente. Ressalta-se que cada tabela está apresentada para cada Cenário, com o nome dos municípios envolvidos e suas populações em 2013 e 2035, nome das ETEs, suas eficiências em relação à remoção de matéria orgânica (em termos de DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio) e fluxogramas. Ainda, para cada ETE, sua vazão foi categorizada de acordo com as definições de categoria 01 e categoria 02 definidas na Tabela 01. Assim, na Tabela 03 podem ser observadas as características das ETEs contempladas no Cenário 01.

Tabela 03: Todos os municípios que atualmente possuem ETE em operação de acordo com as duas categorias – Cenário 01

Município	Pop. Urbana (2013)	ETE no Município	Eficiência adotada (%)	Fluxograma	Vazão afluente por Categoria (L/s)	
					1	2
Alfenas - MG	72.780	Alfenas	80%	UASB + FBP	108,0	
Boa Esperança - MG	33.446	Boa Esperança - MG	81%	UASB + FBP	106,0	
Conceição da Barra de Minas - MG	2.866	Conceição da Barra de Minas - Sede	82%	UASB + ES	2,0	
Frutal - MG	48.892	Frutal	93%	UASB + LP	98,0	
Lavras - MG	93.547	Vista Alegre	82%	TS + FAn	2,0	
	93.547	Água Limpa - Lavras	89%	UASB + FAn	38,3	
Pedralva - MG	5.668	Pedralva	89%	UASB + LA	7,0	
Poços de Caldas - MG	157.103	ETE 3 - Poços de Caldas	92%	UASB + FQ	35,8	
São João del Rei - MG	83.578	Colônia Marçal	83%	UASB	23,9	
Varginha - MG	125.888	Walita	85%	UASB + LA	1,2	
Águas de Lindóia - SP	17.945	Barreiros - Águas de Lindóia	90%	LA	13,9	
Américo De Campos - SP	4.964	Américo de Campos	80%	Le + LM		9,6
Aramina - SP	5.063	Aramina	84%	Le + LM		7,5
Barretos - SP	114.191	ETE 1 - Barretos 2	84%	LAn + LF	48,0	
	114.191	ETE 2 - Dama	84%	LAn + LF	28,3	
	114.191	ETE 4 - Estrada da Vendinha	90%	LA	28,3	
Batatais - SP	52.755	Batatais	95%	LA	110,0	
Bebedouro - SP	73.840	Mandembo	81%	LAn + LF	54,4	
Brodowski - SP	22.246	Córrego da Divisa	86%	Le + LM		23,6
	22.246	Córrego do Matadouro	80%	Le + LM		46,8
Cardoso - SP	11.119	Cardoso	82%	LAe	14,6	
Catanduva - SP	117.260	Catanduva	82%	LAe	200,0	
Catiguá - SP	6.915	Catiguá	80%	Le + LM		10,6
Colômbia - SP	4.478	Colômbia	80%	Le + LM		7,5
Cravinhos - SP	32.708	Cravinhos	82%	LAe	92,6	
Cristais Paulista - SP	5.893	Cristais Paulista	80%	Le + LM		9,5
Divinolândia - SP	7.765	Divinolândia	87%	UASB + BAS	9,9	
Dumont - SP	8.559	Dumont	85%	LA	17,1	
Fernando Prestes - SP	4.869	Fernando Prestes	80%	Le + LM		6,2
Franca - SP	330.822	Franca	85%	LA	447,4	
	330.822	Jardim Luiza	90%	LA	26,7	
General Salgado - SP	9.340	General Salgado	80%	Le + LM		14,5
Guaíra - SP	37.900	Santa Quitéria - Guaíra	80%	Le + LM		28,7
Guará - SP	20.070	Guará	88%	LAn + LF	40,6	
Guaraci - SP	9.471	Guaraci	85%	LA	18,6	
Ipuã - SP	14.555	Ipuã	81%	LAn + LF	5,5	
	14.555	Capela - Ipuã	80%	LAn + LF	16,4	
Itirapuã - SP	5.194	Itirapuã	80%	Le + LM		7,3
Itobi - SP	7.035	Itobi	80%	Le + LM		9,7
Jaborandi - SP	6.404	Jaborandi	82%	LAe	8,9	
Leme - SP	95.492	Anselmo Luiggi Faggion	91%	LAn + LF	250,0	

Tabela 03: Todos os municípios que atualmente possuem ETE em operação de acordo com as duas categorias – Cenário 01 (continuação)

Município	Pop. Urbana (2013)	ETE no Município	Eficiência adotada (%)	Fluxograma	Vazão afluyente por Categoria (L/s)	
					1	2
Matão - SP	79.050	São Lourenço - Matão	85%	UASB + LA	216,0	
Mesópolis - SP	1.506	Mesópolis	80%	Le + LM		2,5
Mirassol - SP	55.472	Piedade - Mirassol	85%	LA	112,0	
Mirassolândia - SP	3.719	Mirassolândia	80%	Le + LM		5,5
Mococa - SP	63.271	Mococa	82%	LAe	93,3	
Mogi Guaçu - SP	137.622	Av. Brasil	85%	LA	158,4	
Monte Alto - SP	46.706	Rico	80%	Le + LM		28,6
	46.706	Monte Alto/Turvo	85%	LA	61,9	
Monte Aprazível - SP	21.213	Monte Aprazível	80%	Le + LM		35,2
Nhandeara - SP	9.075	Nhandeara	80%	Le + LM		13,9
Nova Canaã Paulista - SP	869	Nova Canaã Paulista	80%	Le + LM		1,7
Olímpia - SP	49.724	Córrego dos Pretos	88%	UASB + FBP	21,7	
Orindiúva - SP	5.747	Orindiúva	80%	Le + LM		8,5
Palmares Paulista - SP	11.579	Palmares Paulista	80%	Le + LM		13,0
Palmeira d'Oeste - SP	7.356	Palmeira D'Oeste	80%	Le + LM		12,0
Pedranópolis - SP	1.614	Pedranópolis	80%	Le + LM		2,2
Pereira Barreto - SP	23.961	Pereira Barreto	85%	LAn + LF	38,8	
Pindorama - SP	15.157	Pindorama	82%	LAe	21,6	
Pirassununga - SP	67.492	Santa Fé - Pirassununga	85%	LA	7,5	
Pontalinda - SP	3.603	Pontalinda	80%	Le + LM		4,9
Porto Ferreira - SP	53.086	Santa Rosa - Porto Ferreira	83%	LA	5,0	
Ribeirão Preto - SP	647.713	Caiçara - Ribeirão Preto	97%	LA	197,0	
	647.713	Ribeirão	97%	LA	1272,0	
Santa Albertina - SP	5.077	Santa Albertina	80%	Le + LM		8,6
S. Cruz Da Conceição - SP	2.876	Santa Cruz da Conceição	85%	LA	4,9	
São Carlos - SP	226.987	Monjolinho	90%	UASB + FQ	550,0	
São João da Boa Vista - SP	84.405	São João da Boa Vista	82%	LAe	146,7	
São João de Iracema - SP	1.521	São João de Iracema	80%	Le + LM		2,9
São José do Rio Pardo - SP	47.840	São José do Rio Pardo	80%	UASB + FQ	80,8	
São José do Rio Preto - SP	407.707	Rio Preto	83%	UASB + LA	1050,0	
Taiacu - SP	5.574	Taiacu	82%	LAe	5,0	
Tanabi - SP	22.769	Tanabi	80%	Le + LM		12,0
Urânia - SP	7.676	Urânia	82%	LAe	12,5	
Vitória Brasil - SP	1.494	Vitória Brasil	80%	Le + LM		2,4
Votuporanga - SP	87.201	Simonsen	80%	Le + LM		2,0
Vazão total de efluente em cada categoria do cenário 1 na Bacia Hidrográfica do Rio Grande					5908	337

Legenda (Cenário 1):

BAS – Biofiltro Aerado

ES – Escoamento Superficial

FAn – Filtro Anaeróbio

FBP – Filtro Biológico Percolador

FQ – Físico-Químico

LA – Lodo Ativado

LAe – Lagoa Aerada

LAn - Lagoa Anaeróbia

Le – Lagoas de Estabilização

LF - Lagoa Facultativa

LM – Lagoa de Maturação

LP – Lagoa de Polimento

TS – Tanque Séptico

UASB – Upflow Anaerobic Sludge Blank

Na Tabela 04 estão apresentadas as ETEs contempladas no Cenário 02.

Tabela 04: Todos os municípios do Cenário 01 além daqueles que possuirão ETE com eficiência superior a 80% em 2035 - Cenário 02

Município	Pop. Urbana (2013)	Pop. Urbana (2035)	ETE no Município	Eficiência adotada (%) (2035)	Fluxograma (2035)	Vazão afluyente por Categoria (L/s)	
						1	2
Alfenas – MG	72.780	83.984	Alfenas	80%	UASB + FBP	124,6	
Albertina - MG	2.085	2.570	Albertina	80%	Le + LM		5,1
Andradas - MG	29.640	35.703	Andradas	80%	RAn + FBP	56,4	
Areado – MG	12.173	14.814	Areado	90%	RAn + FBP + Dec	30,5	
Boa Esperança - MG	33.446	36.484	Boa Esperança - MG	81%	UASB + FBP	115,6	
Bom Repouso - MG	5.843	6.863	Bom Repouso (Principal) Sede	80%	RAn + FBP	8,2	
Botelhos – MG	11.675	12.198	Botelhos	90%	RAn + FBP + Dec	24,7	
Borda da Mata - MG	14.642	17.606	ETE Nº 05	90%	RAn + FBP + DS	0,3	
	14.642	17.606	Principal de Borda da Mata	90%	RAn + FBP + DS	17,0	
Cabo Verde - MG	7.869	9.704	Cabo Verde	90%	RAn + FBP + DS	9,9	
Cambuquira - MG	10.785	11.380	Cambuquira	93%	LA	21,3	
Campanha - MG	14.001	16.526	Campanha	93%	LA	31,5	
Campestre - MG	11.305	13.106	Campestre - MG	90%	RAn + FBP + Dec	26,0	
Campo Belo - MG	50.618	55.999	Campo Belo	93%	RAn + FBP	65,0	
Campo Florido - MG	5.643	7.930	Campo Florido	90%	RAn + FBP + Dec	15,6	
Campos Gerais - MG	19.908	22.898	Campos Gerais	93%	LA	46,7	
Candeias - MG	10.535	12.373	Candeias	80%	Le + LM		24,5
Carandaí – MG	19.178	23.415	Carandaí	90%	RAn + FBP + Dec	43,9	
Carmo da Cachoeira - MG	9.279	10.522	Carmo da Cachoeira	80%	Le + LM		21,8
Carmo do Rio Claro - MG	14.910	17.112	Carmo do Rio Claro	97%	Le + LM		34,4
Cássia – MG	14.674	15.219	Cássia	80%	Le + LM		31,1
Caxambu - MG	21.792	20.200	Caxambu	97%	RAn + FBP	24,1	
Conceição da Barra de Minas – MG	2.866	3.056	Conceição da Barra De Minas - Sede	82%	RAn + DS	2,1	
Conquista - MG	5.930	6.724	Conquista	90%	RAn + FBP + Dec	13,2	
Consolação - MG	982	1.298	Consolação	80%	Le + LM		2,6
Coqueiral - MG	6.732	7.147	Filtros Anaeróbios de Coqueiral	84%	RAn	5,5	
Cristais – MG	9.441	11.404	Cristais	90%	RAn + FBP + Dec	23,5	
Cruzília - MG	13.865	15.240	Cruzília	97%	LA + FQ	30,7	

Tabela 04: Todos os municípios do Cenário 01 além daqueles que possuirão ETE com eficiência superior a 80% em 2035 - Cenário 02 (continuação)

Município	Pop. Urbana (2013)	Pop. Urbana (2035)	ETE no Município	Eficiência adotada (%) (2035)	Fluxograma (2035)	Vazão afluente por Categoria (L/s)	
						1	2
Divisa Nova – MG	4.843	5.427	Divisa Nova	90%	RAn + FBP + Dec	10,6	
Dores de Campos - MG	8.917	10.328	Dores de Campos	90%	RAn + FBP + Dec	19,4	
Elói Mendes – MG	21.617	24.373	Elói Mendes	90%	RAn + FBP	47,4	
Formiga – MG	61.760	66.210	Formiga	90%	RAn + LAAP	147,1	
Frutal – MG	48.892	57.758	Frutal	97%	RAn + LF	115,8	
Guaranésia – MG	17.361	17.913	Guaranésia	90%	RAn + FBP + Dec	36,2	
Guaxupé – MG	48.415	54.128	Guaxupé	91%	RAn + FBP + Dec	75,8	
Ibiraci – MG	8.768	10.409	Ibiraci	90%	RAn + FBP + Dec	21,2	
Ibituruna – MG	2.583	2.872	Ibituruna	80%	Le + LM		5,9
Ilícinea – MG	9.550	11.756	Ilícinea	90%	RAn + FBP + Dec	23,9	
Ipuiúna – MG	7.777	9.366	Ipuiúna	90%	RAn + FBP + Dec	17,6	
Itamogi – MG	7.926	7.962	Itamogi	90%	RAn + FBP + Dec	16,5	
Itanhandu – MG	12.537	14.872	Itanhandu	80%	RAn + FBP	28,4	
Itapagipe – MG	10.149	12.915	Itapagipe	90%	RAn + FBP + Dec	26,8	
Juruiaia – MG	4.831	9.021	Juruiaia	80%	Le + LM		17,7
Lagoa Dourada - MG	7.199	9.358	Lagoa Dourada	90%	RAn + FBP + Dec	17,5	
Lambari – MG	14.681	15.652	Lambari	90%	RAn + FBP	21,5	
Lavras – MG	93.547	108.034	Vista Alegre	82%	FS + FAe + FB	2,0	
	93.547	108.034	Água Limpa - Lavras	89%	RAn + FAn + Dec	38,3	
Maria da Fé – MG	8.581	9.972	Maria da Fé	80%	Le + LM		19,9
Monte Santo de Minas – MG	16.921	18.492	Monte Santo de Minas	93%	LA	38,1	
Monte Sião – MG	17.307	22.693	Monte Sião	93%	RAn + FBP	31,7	
Munhoz – MG	3.369	2.920	Munhoz	80%	Le + LM		5,5
Muzambinho – MG	16.173	16.946	Muzambinho	80%	Le + LM		34,6
Nova Resende - MG	9.329	13.629	Nova Resende	80%	Le + LM		25,6
Oliveira – MG	36.714	40.787	Oliveira	93%	RAn + FBP	56,8	
Ouro Fino – MG	24.864	29.597	Ouro Fino - MG	90%	RAn + FBP	38,6	
Paraguaçu – MG	17.436	20.544	Paranguaçu	93%	RAn + FBP + DS + FQ	27,7	
Passa-Quatro – MG	12.479	13.449	Passa Quatro	90%	RAn + FBP + Dec	25,2	
Passos – MG	105.928	119.718	Antônio Ubirajara	90%	RAn + FBP + DS	119,0	
	105.928	119.718	Passos	90%	RAn + FBP	104,5	
Pedralva – MG	5.668	6.504	Pedralva	89%	RAn + LA	8,0	
Perdões - MG	18.595	21.114	Perdões	93%	RAn + FBP	21,7	

Tabela 04: Todos os municípios do Cenário 01 além daqueles que possuirão ETE com eficiência superior a 80% em 2035 - Cenário 02 (continuação)

Município	Pop. Urbana (2013)	Pop. Urbana (2035)	ETE no Município	Eficiência adotada (%) (2035)	Fluxograma (2035)	Vazão afluyente por Categoria (L/s)	
						1	2
Pirajuba – MG	4.661	6.497	Pirajuba	90%	RAn + FBP + Dec	13,2	
Poços de Caldas - MG	157.103	178.756	ETE 3 - Poços de Caldas	92%	RAn + FQ	54,7	
	157.103	178.756	ETE 1 - Poços de Caldas	93%	RAn + FBP	237,5	
	157.103	178.756	Cidade Jardim	97%	RAn + FBP	25,6	
Prados – MG	6.230	7.822	Prados	90%	RAn + FBP + Dec	14,8	
Prata – MG	20.363	24.616	Prata - MG	97%	Le + LM		49,4
Pratápolis - MG	7.942	7.482	Pratápolis	90%	RAn + FBP + Dec	16,6	
Resende Costa - MG	9.150	10.959	Resende Costa	80%	Le + LM		20,5
São Francisco de Paula – MG	4.782	5.346	São Francisco de Paula	80%	Le + LM		10,4
São Gonçalo do Sapucaí – MG	20.651	23.140	São Gonçalo do Sapucaí	93%	RAn + FBP	27,0	
São João Batista do Glória – MG	5.895	7.211	São João Batista do Glória	93%	RAn + FBP	11,9	
São João del Rei - MG	83.578	91.872	Colônia Marçal	83%	RAn	23,9	
Santa Rita de Caldas - MG	5.788	6.143	Santa Rita de Caldas	80%	Le + LM		11,5
São Roque de Minas - MG	4.403	5.509	São Roque de Minas	80%	Le + LM		10,3
São Sebastião do Paraíso – MG	63.217	72.167	ETE I- São Sebastião do Paraíso	97%	RAn + FBP	34,7	
	63.217	72.167	ETE II- São Sebastião do Paraíso	97%	RAn + FBP	34,7	
	63.217	72.167	ETE III- São Sebastião do Paraíso	97%	RAn + FBP + Dec + FQ	34,7	
São Tomás de Aquino – MG	5.650	5.812	São Tomás de Aquino	80%	Le + LM		12
São Thomé das Letras – MG	4.035	5.631	São Thomé das Letras	90%	RAn + FBP + Dec	11,7	
Três Pontas - MG	48.253	54.681	Três Pontas	90%	RAn + FBP + Dec	85,3	
Varginha – MG	125.888	144.298	Walita	85%	RAn + LA	1,8	
	125.888	144.298	Santana	97%	LA	100,8	
	125.888	144.298	São José - Varginha	97%	RAn + FBP	97,3	
Águas da Prata - SP	7.091	7.352	Águas da Prata	80%	Le + LM		18,8
	7.091	7.352	Cascata	80%	LF + LM		1,0
	7.091	7.352	Vila Nossa Senhora Aparecida	80%	LF + LM		3,0
Águas de Lindóia - SP	17.945	19.297	Barreiros – Águas de Lindóia	97%	LA + FQ	14,0	
	17.945	19.297	Moreira	97%	RAn + FBP	8,1	
	17.945	19.297	Pelado	80%	RAn + FBP	3,2	
Aguai – SP	30.841	39.498	Aguai	90%	Le + LM		81,3
Altair – SP	3.176	3.768	Altair	80%	LF + LM		5,4
	3.176	3.768	Suinana	80%	LF + LM		1,2
Altinópolis - SP	14.099	15.024	Altinópolis	97%	Le + LM		28,7
Álvares Florence - SP	2.660	2.687	Álvares de Florence	82%	LF	5,0	

Tabela 04: Todos os municípios do Cenário 01 além daqueles que possuirão ETE com eficiência superior a 80% em 2035 - Cenário 02 (continuação)

Município	Pop. Urbana (2013)	Pop. Urbana (2035)	ETE no Município	Eficiência adotada (%) (2035)	Fluxograma (2035)	Vazão afluente por Categoria (L/s)	
						1	2
Américo Brasiliense - SP	36.884	48.188	Américo Brasiliense	93%	LA	76,0	
Américo De Campos - SP	4.964	5.457	Américo de Campos	80%	Le + LM		29,7
Aparecida d'Oeste - SP	3.660	3.364	Aparecida D'Oeste	80%	LF + LM		7,3
Aramina - SP	5.063	5.544	Aramina	84%	Le + LM		8,2
Araraquara - SP	215.724	262.438	Araraquara	85%	RAn + LA	786,0	
Ariranha - SP	8.613	11.070	Ariranha	93%	LA	22,9	
Aspásia - SP	1.288	1.359	Aspásia	80%	LF + LM		2,6
Auriflama - SP	13.521	13.624	Auriflama	97%	LA + FQ	26,5	
Bady Bassitt - SP	14.826	19.830	Bady Bassitt	90%	LA	27,2	
Bálsamo - SP	7.905	9.766	Bálsamo	80%	Le + LM		23,9
Barretos - SP	114.191	125.762	ETE 1 - Barretos 2	90%	LAn + LF	48,0	
	114.191	125.762	ETE 2 - Dama	93%	LAn + LF	35,2	
	114.191	125.762	ETE 4 - Estrada da Vendinha	90%	LAAP	35,2	
	114.191	125.762	ETE 3 - Buracão	93%	LA	153,5	
	114.191	125.762	ETE 5 - Distrito Industrial	90%	LA	16,6	
Batatais - SP	52.755	62.348	Batatais	95%	LA	110,0	
Bebedouro - SP	73.840	74.270	Mandembo	93%	LA	54,4	
	73.840	74.270	ETE 2 - Bebedouro	85%	RAn + LA	41,7	
Brodowski - SP	22.246	29.644	Córrego da Divisa	93%	LA	41,7	
	22.246	29.644	Córrego do Matadouro	93%	LA	59,5	
Buritizal - SP	3.490	3.859	Buritizal	90%	LA	6,5	
Caconde - SP	12.904	14.908	Caconde I	80%	LAn + LF	1,4	
	12.904	14.908	Caconde II	80%	LF	13,5	
Cajobi - SP	9.567	10.655	Cajobi	97%	LA + FQ	16,0	
Cajuru - SP	22.051	24.976	Cajuru	97%	Le + LM		49,6
Cândido Rodrigues - SP	2.233	2.333	Cândido Rodrigues	80%	Le + LM		5,1
	2.233	2.333	Icoarana	80%	LF + LM		0,3
Cardoso - SP	11.119	10.602	Cardoso	80%	Le + LM		17,1
	11.119	10.602	São João do Marinheiro	80%	LF + LM		1,7
	11.119	10.602	Vila Alves	80%	LF + LM		0,7
	11.119	10.602	Vila Alves	80%	LF + LM		0,7
Casa Branca - SP	24.209	26.493	Casa Branca	93%	Le + LM		28,7
Catanduva - SP	117.260	125.836	Catanduva	97%	LA + FQ	444,9	
Catiguá - SP	6.915	7.242	Catiguá	97%	LA + FQ	11,8	
Colina - SP	16.910	17.917	Nosso Teto/Vila Guarnieri	97%	Le + LM		25,4
Colômbia - SP	4.478	4.738	Colômbia	80%	LF + LM		12,4
Cosmorama - SP	5.075	5.446	Cosmorama	90%	LA	6,5	
Cravinhos - SP	32.708	40.001	Cravinhos	97%	LAe + LF	113,2	
Cristais Paulista - SP	5.893	8.057	Cristais Paulista	93%	LA	24,7	
Descalvado - SP	29.085	33.072	Descalvado	80%	Le + LM		69,8

Tabela 04: Todos os municípios do Cenário 01 além daqueles que possuirão ETE com eficiência superior a 80% em 2035 - Cenário 02 (continuação)

Município	Pop. Urbana (2013)	Pop. Urbana (2035)	ETE no Município	Eficiência adotada (%) (2035)	Fluxograma (2035)	Vazão afluyente por Categoria (L/s)	
						1	2
Dirce Reis – SP	1.333	1.474	Dirce Reis	90%	LA	2,2	
	1.333	1.474	Campestrinho	80%	LF + LM		2,4
Dobrada – SP	8.244	10.298	Dobrada	80%	Le + LM		15,7
Dumont – SP	8.559	11.710	Dumont	93%	LF	30,4	
Embaúba – SP	2.114	2.099	Embaúba	90%	LA	4,2	
Espírito Santo do Pinhal – SP	38.759	39.837	Espírito Santo do Pinhal	93%	Le + LM		96,7
Estrela d'Oeste - SP	7.039	7.084	Estrela D'Oeste	90%	LA	6,8	
	7.039	7.084	Boa Esperança - Estrela D'Oeste	80%	LF + LM		0,1
Fernandópolis - SP	65.474	63.006	Sede 1	93%	LA	76,8	
	65.474	63.006	Agulha	80%	LF + LM		2,2
Floreal – SP	2.471	2.302	Floreal	93%	LA	5,4	
Franca – SP	330.822	352.455	Paulistano II	90%	LA	50,8	
	330.822	352.455	Franca	85%	RAn + LA	665,3	
	330.822	352.455	Jardim Luiza	93%	LA	36,8	
	330.822	352.455	Paulistano I	97%	LA + FQ	25,0	
	330.822	352.455	City Petrópolis	80%	LF + LM		5,2
	330.822	352.455	Aeroporto - Franca	93%	Le + LM		59,0
	330.822	352.455	São Francisco-Franca	93%	LA	8,6	
	330.822	352.455	Palestina - Franca	93%	LA	5,6	
	330.822	352.455	Hípica	93%	LA	0,8	
General Salgado - SP	9.340	9.414	General Salgado	80%	Le + LM		18,0
	9.340	9.414	Nova Palmira	80%	LF + LM		0,4
	9.340	9.414	Prudêncio e Moraes	80%	Le + LM		1,0
	9.340	9.414	São Luiz Japiúba	80%	LF + LM		0,8
Guaíra – SP	37.900	42.148	Santa Quitéria - Guaíra	90%	RAn + FBP + DS	92,7	
Guapiaçu - SP	17.167	24.044	Guapiaçu I	90%	LA	8,5	
	17.167	24.044	Guapiaçu II	90%	LA	8,5	
Guará – SP	20.070	21.612	Guará	88%	LAn + LF	40,6	
Guaraci - SP	9.471	12.178	Guaraci	85%	LA	30,0	
Guariba - SP	36.962	41.525	Guariba	97%	Le + LM		78,0
Guzolândia - SP	4.249	5.043	Guzolândia	80%	Le + LM		6,6
Ibaté – SP	31.501	40.335	Ibaté	97%	Le + LM		60,8
Ibirá – SP	10.708	11.958	Ibirá	90%	LF + LM		16,9
	10.708	11.958	Termas de Ibirá	90%	LA	3,3	
	10.708	11.958	Vila Ventura	90%	LA	0,2	
Icém – SP	6.760	7.506	Icém	80%	Le + LM		17,1
Igarapava - SP	27.695	29.399	Igarapava	97%	Le + LM		62,6
Indiaporã - SP	3.453	3.423	Indiaporã	90%	LA	4,0	
	3.453	3.423	Tupinambá	80%	LF + LM		0,4

Tabela 04: Todos os municípios do Cenário 01 além daqueles que possuirão ETE com eficiência superior a 80% em 2035 - Cenário 02 (continuação)

Município	Pop. Urbana (2013)	Pop. Urbana (2035)	ETE no Município	Eficiência adotada (%) (2035)	Fluxograma (2035)	Vazão afluente por Categoria (L/s)	
						1	2
Ipiguá - SP	2.936	4.744	Ipiguá	97%	LA + FQ	21,5	
Ipuã - SP	14.555	19.127	Ipuã	90%	LA	16,6	
	14.555	19.127	Capela - Ipuã	90%	LA	16,4	
Itirapuã - SP	5.194	5.987	Itirapuã	80%	Le + LM		8,4
Itobi - SP	7.035	7.240	Itobi	85%	LA	15,8	
Jaborandi - SP	6.404	6.366	Jaborandi	90%	LAB	11,6	
Jaboticabal - SP	72.805	79.431	Jaboticabal - SP	97%	RAn + FBP + DS + FQ	147,4	
Jales - SP	45.850	43.258	ETE Jales - Bacia 1	80%	LAn + LF + EAe	62,7	
	45.850	43.258	ETE Jales - Bacia 2	80%	LAn + LF + EAe	45,0	
Leme - SP	95.492	107.471	Anselmo Luigi Faggion	97%	LAn + LF	440,0	
Luís Antônio - SP	12.271	17.946	Luís Antônio	93%	Le + LM		33,6
Macedônia - SP	2.847	2.812	Macedônia	80%	Le + LM		5,4
Matão - SP	79.050	85.911	São Lourenço - Matão	85%	RAn + LA	246,4	
Meridiano - SP	2.729	2.683	Meridiano	80%	LF + LM		6,4
Mesópolis - SP	1.506	1.722	Mesópolis	80%	Le + LM		2,9
Mira Estrela - SP	1.980	1.984	Mira Estrela	80%	LF + LM		4,3
Mirassol - SP	55.472	67.380	Piedade - Mirassol	90%	RAn + FBP + DS	140,3	
	55.472	67.380	Fundão - Mirassol	97%	RAn + FBP	50,1	
Mirassolândia - SP	3.719	4.594	Mirassolândia	80%	Le + LM		6,8
Mococa - SP	63.271	63.354	Mococa	97%	LAe + LD	148,9	
	63.271	63.354	Igarai	80%	LF + LM		4,7
Mogi Guaçu - SP	137.622	167.236	Av. Brasil	85%	LA	199,9	
	137.622	167.236	Ipê - Mogi Guaçu	90%	LAAP	157,5	
Monte Alto - SP	46.706	47.276	Rico	90%	LA	49,0	
	46.706	47.276	Turvo - Monte Alto	80%	Le + LM		43,4
	46.706	47.276	Monte Alto/Turvo	85%	LA	43,4	
	46.706	47.276	Aparecida do Monte Alto	80%	LF + LM		2,0
	46.706	47.276	Ibitirama - Monte Alto	80%	LF + LM		0,2
Monte Aprazível - SP	21.213	22.533	Monte Aprazível	80%	Le + LM		32,9
	21.213	22.533	Engenheiro Balduino	80%	LF + LM		1,0
	21.213	22.533	Itiúba	80%	LF + LM		0,7
	21.213	22.533	Junqueira	80%	LF + LM		0,6
M. Azul Paulista - SP	18.129	16.620	Lago Santa Rosa	90%	LA	12,7	
Morro Agudo - SP	29.704	37.908	Morro Agudo	90%	LA	73,0	
Motuca - SP	3.285	4.545	Motuca	97%	LA + FQ	20,4	
Nhandeara - SP	9.075	8.886	Nhandeara	80%	Le + LM		15,6
	9.075	8.886	Ida Iolanda	80%	LF + LM		2,3

Tabela 04: Todos os municípios do Cenário 01 além daqueles que possuirão ETE com eficiência superior a 80% em 2035 - Cenário 02 (continuação)

Município	Pop. Urbana (2013)	Pop. Urbana (2035)	ETE no Município	Eficiência adotada (%) (2035)	Fluxograma (2035)	Vazão afluente por Categoria (L/s)	
						1	2
N. Canaã Paulista - SP	869	1.066	Nova Canaã Paulista	80%	LF + LM		2,2
	869	1.066	Socimbra	80%	LF + LM		0,5
Nova Granada – SP	18.856	21.006	Nova Granada	97%	Le + LM		35,1
	18.856	21.006	Ingás	80%	LF + LM		0,6
	18.856	21.006	Mangaratu	80%	LF + LM		0,7
	18.856	21.006	Onda Branca	80%	LF + LM		0,3
Novais – SP	4.634	6.470	Novais	90%	LA	30,2	
Nuporanga – SP	6.500	7.327	Nuporanga	90%	LA	25,8	
Olímpia – SP	49.724	55.574	Córrego dos Pretos	93%	RAn + FBP	40,0	
	49.724	55.574	Rio Cachoeirinha	93%	RAn + FBP	112,7	
Onda Verde – SP	3.234	4.071	Onda Verde	90%	LA	6,5	
Orindiúva – SP	5.747	7.382	Orindiúva	90%	LA	9,9	
Orlândia – SP	40.937	48.385	Orlândia	90%	LA	29,8	
Ouroeste – SP	8.273	10.212	Ouroeste	90%	LF + LM		14,8
	8.273	10.212	Arabá	80%	LF + LM		1,3
Palestina – SP	9.897	13.872	Piau	80%	Le + LM		20,7
Palmares Paulista - SP	11.579	14.519	Palmares Paulista	80%	Le + LM		18,1
Palmeira d'Oeste - SP	7.356	7.400	Palmeira D'Oeste	80%	Le + LM		15,5
	7.356	7.400	Dalas	80%	LF + LM		0,7
Paraíso – SP	5.460	6.330	Paraíso - SP	93%	LA	9,4	
Paranapuã – SP	3.543	3.597	Paranapuã	90%	LA	7,1	
	3.543	3.597	Dulcelina	90%	RAn + FBP + DS	0,3	
	3.543	3.597	Santa Isabel do Marinheiro	90%	RAn + FBP + DS	0,7	
Pedregulho – SP	12.086	12.772	Pedregulho - SP	80%	Le + LM		24,3
Pereira Barreto – SP	23.961	23.444	Pereira Barreto	97%	LAn + LF	39,1	
Pindorama – SP	15.157	19.538	Pindorama	90%	LA	21,6	
Pirangi – SP	9.967	11.061	Pirangi	90%	Le + LM		41,9
Pirassununga – SP	67.492	74.981	Pirassununga	97%	RAn + FBP + DS + FQ	151,5	
	67.492	74.981	Santa Fé - Pirassununga	85%	LA	9,5	
Poloni – SP	5.097	5.122	Poloni	80%	LF + LM		9,1
Pontal – SP	43.409	58.925	Pontal – SP	90%	Le + LM		117,8
Pontalinda – SP	3.603	4.380	Pontalinda	90%	LA	6,8	
Pontes Gestal – SP	2.186	2.324	Pontes Gestal	80%	LF + LM		3,7
Populina – SP	3.473	3.233	Populina	90%	LA	7,1	
	3.473	3.233	Povoado do Sol	90%	RAn + FBP + DS	0,3	
Porto Ferreira - SP	53.086	62.102	Fazendinha	93%	LA	141,8	
Pradópolis - SP	17.675	23.996	Pradópolis	93%	Le + LM		33,9
Restinga - SP	5.546	7.416	Restinga	80%	Le + LM		10,6

Tabela 04: Todos os municípios do Cenário 01 além daqueles que possuirão ETE com eficiência superior a 80% em 2035 - Cenário 02 (continuação)

Município	Pop. Urbana (2013)	Pop. Urbana (2035)	ETE no Município	Eficiência adotada (%) (2035)	Fluxograma (2035)	Vazão afluente por Categoria (L/s)	
						1	2
Ribeirão Preto – SP	647.713	1.152.600	Caiçara - Ribeirão Preto	97%	LA	317,9	
	647.713	1.152.600	Ribeirão	97%	LA	2192,2	
Riolândia – SP	9.042	9.761	ETE Riolândia	97%	Le + LM		18,7
Rubinéia – SP	2.483	2.738	Rubinéia	80%	LF + LM		3,8
	2.483	2.738	Esmeralda	80%	LF + LM		0,6
Sales Oliveira – SP	10.164	13.014	Sales Oliveira	80%	LF + LM	27,1	
Santa Adélia – SP	14.207	15.208	Santa Adélia	90%	LA	23,5	
Santa Albertina - SP	5.077	4.933	Santa Albertina	80%	Le + LM		9,0
S. Clara D'Oeste - SP	1.614	1.615	Santa Clara D'Oeste	80%	LF + LM		3,6
S. Cruz Da Conceição - SP	2.876	4.148	Santa Cruz da Conceição	85%	LA	25,8	
S. Cruz Das Palmeiras - SP	31.012	40.271	Anta Cruz das Palmeiras	97%	Le + LM		57,8
	31.012	40.271	Mula	80%	Le + LM		43,4
S. da Ponte Pensa - SP	1.089	1.091	Santana da Ponte Pensa	90%	LA	3,0	
S. Rita D'Oeste - SP	1.802	1.788	Santa Rita D'Oeste	80%	Le + LM		27,1
S. Rosa de Viterbo - SP	24.066	26.010	Nosso Teto	97%	Le + LM		52,1
	24.066	26.010	Santa Constância	97%	Le + LM		52,1
	24.066	26.010	Nhumirim	97%	LF + LM		52,1
Santa Salete – SP	855	1.161	Santa Salete	90%	RAn + FBP + DS	2,0	
Santo Antônio do Jardim – SP	3.612	4.206	Santo Antônio do Jardim	80%	LF + LM		9,9
São Carlos – SP	226.987	290.269	Monjolinho	90%	RAn + FQ	900,0	
	226.987	290.269	Mogi	90%	RAn + LA	100,0	
São Francisco – SP	2.222	2.183	São Francisco - SP	97%	LA + FQ	4,8	
São Joaquim da Barra - SP	48.376	58.310	São Joaquim da Barra	97%	Le + LM		121,1
São João da Boa Vista - SP	84.405	85.949	São João da Boa Vista	82%	LAe + LD	219,0	
São João das Duas Pontes – SP	2.005	1.805	São João das Duas Pontes	80%	LF + LM		4,0
São João De Iracema - SP	1.521	1.689	São João de Iracema	90%	LA	29,2	
São José do Rio Pardo - SP	47.840	52.749	São José do Rio Pardo	80%	RAn + FQ	94,3	
São José do Rio Preto - SP	407.707	500.912	Rio Preto	97%	LA + FQ	1388,0	
São Simão – SP	13.496	14.772	São Simão - SP	90%	RAn + FBP + Dec	30,4	
Sebastianópolis do Sul – SP	2.518	3.041	Sebastianópolis do Sul	80%	LF + LM		3,5
Serra Azul – SP	8.969	9.605	Serra Azul	90%	Le + LM		17,6
Serrana – SP	41.286	53.361	Serrana	97%	Le + LM		110,7
Sertãozinho – SP	116.149	147.485	Não Especificada	97%	Le + LM		371,5
Severínia - SP	15.709	20.043	Severínia	93%	LA	25,3	

Tabela 04: Todos os municípios do Cenário 01 além daqueles que possuirão ETE com eficiência superior a 80% em 2035 - Cenário 02 (continuação)

Município	Pop. Urbana (2013)	Pop. Urbana (2035)	ETE no Município	Eficiência adotada (%) (2035)	Fluxograma (2035)	Vazão afluyente por Categoria (L/s)	
						1	2
Sud Mennucci - SP	6.609	6.772	Sud Mennucci	80%	Le + LM		9,9
	6.609	6.772	Bandeirantes Doeste	80%	LF + LM		2,6
Taiaçu – SP	5.574	6.111	Taiaçu	93%	LA	13,6	
	5.574	6.111	Taiúva II	90%	LA	13,1	
Tambaú – SP	20.578	21.332	Tambaú	90%	Le + LM		45,0
Tanabi – SP	22.769	24.833	Tanabi	90%	Le + LM		34,7
Turmalina – SP	1.381	1.290	Turmalina - SP	80%	LF + LM		2,8
Uchoa – SP	9.186	9.848	Uchoa	93%	LA	19,7	
Urânia – SP	7.676	7.288	Urânia	82%	LAe + LF	15,0	
Valentim Gentil - SP	10.964	13.198	Valentim Gentil	93%	LA	17,2	
V. Grande do Sul - SP	39.185	43.723	Rio Verde - Vargem Grande do Sul	82%	LAe + LD	62,3	
Viradouro – SP	17.659	19.544	Viradouro	90%	Le + LM		38,7
	17.659	19.544	Viradouro 2	90%	Le + LM		38,7
V. Alegre Do Alto - SP	7.059	9.726	Vista Alegre do Alto	80%	Le + LM		14,4
Vitória Brasil – SP	1.494	1.594	Vitória Brasil	80%	Le + LM		2,2
Votuporanga - SP	87.201	106.706	Votuporanga	90%	Le + LM		219,5
	87.201	106.706	Simonsen	80%	Le + LM		5,1
Vazão total de efluente em cada categoria do cenário 3 na Bacia Hidrográfica do Rio Grande						14101	3103

Legenda (Cenário 3):

Dec – Decantador
DS – Decantador Secundário
EAe – Escada de Aeração
FAe – Filtro Aeróbio
FAn – Filtro Anaeróbio
FB – Filtro Biológico
FBP – Filtro Biológico Percolador
FQ – Físico-Químico
FS – Fossa Séptica
LA – Lodo ativado

LAAP – Lodo Ativado de Aeração Prolongada
LAB – Lodos Ativados em Batelada
LAe – Lagoa aerada
LAn – Lagoa anaeróbia
LD – Lagoa de Decantação
Le – Lagoas de estabilização
LF – Lagoa facultativa
LM – Lagoa de maturação
RAn – Reator anaeróbio
UASB – *Upflow Anaerobic Sludge Blank*

Na Tabela 05 estão apresentadas as vazões totais de cada Cenário, alocadas nas Categorias 01 e 02.

Tabela 05 – Vazões efluentes finais de cada categoria para cada cenário adotado

Cenário	Vazão Categoria 1		Vazão Categoria 2	
	L/s	m³/s	L/s	m³/s
Cenário 01	5908	5,91	337	0,33
Cenário 02	14101	14,10	3103	3,10

Conforme já mencionado anteriormente, segundo (ANA, 2017^a) a demanda média para irrigação na bacia é de 62 m³/s e a máxima pode alcançar 160 m³/s, ocorrendo principalmente nos meses mais secos. Dessa forma, observa-se claramente que no cenário atual (Cenário 01), as vazões das categorias 01 e 02 somadas (6,24 m³/s) representam em torno de 10% da demanda hídrica média da bacia para a irrigação. Considerando-se a mesma vazão média de irrigação, no cenário futuro (Cenário 02) a vazão de água de reuso (17,20 m³/s) poderia corresponder à mais de 25% da demanda. Ressalta-se que em 2035, certamente a demanda hídrica da bacia será alterada, entretanto para o presente estudo, adotou-se a demanda atual.

Segundo ANA (2015^b) apenas 57,3% da população urbana da bacia possui coleta e tratamento de esgoto com atendimento adequado. Essa situação amplia a discussão em relação à universalização do acesso aos sistemas de saneamento, sobretudo sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Dentre os princípios fundamentais estabelecidos na Lei 11.445/2007 que aborda a Política Nacional de Saneamento Básico, estão a exigência para a garantia da sustentabilidade dos investimentos, a eficiência na prestação dos serviços e a universalização do acesso (BRASIL, 2007). Desta forma, visto que os índices de atendimento ao tratamento dos esgotos gerados no Brasil ainda são reduzidos, é possível abordar o planejamento das ações de melhoria, com esses reais objetivos. Assim, o alcance da universalização não somente levaria ao atendimento da população, como também geraria um maior volume disponível para reuso, com eficiência garantida para este segundo fim, além da sustentabilidade dos investimentos incluídos no planejamento.

CONCLUSÃO

De acordo com a pesquisa apresentada no presente estudo, é possível concluir que:

- Dentre os 393 municípios que compõem a BHRG (380 com sede na bacia), somente 68 possuem ETEs em operação atualmente com efluentes nas Categorias 01 e 02, totalizando 76 ETEs neste contexto atual. Dessas 76 ETEs, 48 correspondem à Categoria 01 e 28 à Categoria 02. Ressalta-se que a Categoria 01 representa fluxogramas que adotam até etapa secundária com eficiência de remoção de matéria orgânica acima de 80%; e a Categoria 02 representa fluxogramas que adotam alguma tecnologia de remoção de organismos patogênicos em seu fluxograma, como as lagoas de maturação.
- Ainda no Cenário 01 (atual), a vazão correspondente à Categoria 02 (já com desinfecção) representa 337,4 L/s. Caso nos fluxogramas da Categoria 01, fosse adicionada uma etapa de desinfecção, essa vazão poderia alcançar 6.245,9 L/s. Isso representaria em torno de 10% da demanda atual para irrigação na bacia.
- Considerando-se a melhor situação apresentada no Cenário 02 (municípios Cenário 01 e aqueles que possuem previsão de melhorias como aumento de eficiência e/ou de vazão, até 2035), 223 municípios teriam 299 ETEs com efluentes nas Categorias 01 (176 ETEs) e 02 (123 ETEs). Assim, a vazão correspondente ao efluente já desinfetado seria de 3.103 L/s e no caso de adição de etapa de desinfecção nas ETEs da Categoria 01, ainda seria possível alcançar 17.204 L/s. Isso representaria pouco mais de 25% da demanda atual de água para a irrigação na bacia.
- Destaca-se que caso a gestão de recursos hídricos no Brasil realmente se lance a aplicar a prática de reuso de efluente de ETE, é necessária uma articulação com órgãos legisladores e fiscalizadores com o objetivo de determinar uma obrigatoriedade de desinfecção do efluente secundário com objetivos específicos.
- Importante salientar que apesar do bom potencial de reuso de efluente de ETE para o setor agrícola da Bacia Hidrográfica do Rio Grande, há que se avaliar questões práticas como custo, transporte, política de cobrança, fiscalização e outros, de forma a garantir a sustentabilidade das ações.
- Por fim, o estudo não somente colabora para a inclusão da água de reuso como fonte alternativa de água na matriz hídrica da BHRG, como se apresenta como uma justificativa para o alcance da universalização. Ainda, trata-se de um importante instrumento de gestão das águas em situações extremas de estresse hídrico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA^a - Agência Nacional de Águas. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras –Edição Especial. Brasília, DF, 2015.
2. ANA^b - Agência Nacional de Águas. Bacia Hidrográfica do Rio Grande Diagnóstico Preliminar – Qualidade de Água. 2015.
3. ANA^c - Agência Nacional de Águas. Bacia Hidrográfica do Rio Grande Diagnóstico Preliminar – Abastecimento Urbano de Água. 2015.

4. ANA^d - Agência Nacional de Águas. Bacia Hidrográfica do Rio Grande Diagnóstico Preliminar – Demandas e Balanço Quantitativo. 2015.
5. ANA^a - Agência Nacional de Águas. Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Grande – Relatório Final. 2017.
6. ANA^b – Agência Nacional de Águas. Atlas Esgoto: Despoluição de Bacias Hidrográficas. Brasília, DF, 2017.
7. BRASIL (2007). Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. Brasília. 2007
8. EPA - *U.S. Environmental Protection Agency. Guidelines for Water Reuse*. EPA/600/R-12/618. Environmental Protection Agency. Washington, D.C., 2012.
9. IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Relatório Técnico nº 96.581-205. Diagnóstico da situação dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Grande (BHRG) – SP/MG (Relatório Síntese – R3). São Paulo, 2008.
10. SILVA, K.C.; SANTOS, R.A.; SANTOS, A.S.P. Estudo sobre a Atual Situação do Reuso de Águas Servidas Tratadas no Brasil e no Mundo. XVII Simpósio Luso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Florianópolis/SC (2016).