## **Artigo Técnico**

# Levantamento da tipologia das estações de tratamento de esgoto oriundas do Programa de Aceleração do Crescimento e a previsão do impacto no índice de tratamento de esgoto no estado do Espírito Santo

Survey of the type of sewage treatment plants from the Growth Acceleration Program and the forecast impact on the rate of sewage treatment in the state of Espírito Santo, Brazil

Sérgio Ricardo Toledo Salgado<sup>1</sup>, André Luis Calado Araújo<sup>2</sup>

### **RESUMO**

No âmbito do Programa de Aceleração do Crescimento, cabe ao Ministério das Cidades a gestão de investimentos destinada ao esgotamento sanitário no valor de R\$ 26,4 bilhões para implantação ou ampliação do sistema coletor e da estação de tratamento de esgoto. O estado do Espírito Santo foi selecionado para realizar o estudo sobre as tecnologias e avaliar o impacto do aumento do volume de esgoto tratado no índice de tratamento de esgoto (INO46) dos municípios e do estado. Foram identificadas 13 operações com investimentos em tratamento de esgoto, que beneficiam 11 municípios. Estimase que o valor investido seja de R\$ 120.852.842,33, correspondendo a 38,9% do total de recursos em esgotamento sanitário para o estado. As 13 estações de tratamento de esgoto vão proporcionar o aumento de 39.606,69 (x1.000 m³ano¹) de volume do esgoto tratado. O INO46 de oito municípios poderá alcançar o valor de 100,0% e o do estado do Espírito Santo poderá têlo alterado de 27,0 para 46,9%, com a entrada em operação dessas estações de tratamento de esgoto.

**Palavras-chave:** estação de tratamento de esgoto; índice de tratamento de esgoto; investimentos; saneamento.

### **ABSTRACT**

Within the scope of the Growth Acceleration Program, the The Brazilian Ministry of Cities is responsible for the management of investments intended for sewage in the amount of BRL 26.4 billion for implementation or expansion of the collection system and wastewater treatment plant. The state of Espírito Santo was chosen to perform the study on the technologies and to evaluate the impact of the increased treated sewage volume in the sewage treatment rate (INO46) of the municipalities and state. It identified 13 operations with investments in wastewater treatment, benefiting 11 municipalities. It has been estimated that the amount invested in treatment is of BRL 120,852,842.33, which represents 38.9% of total sanitation resources for the state. The 13 wastewater treatment plants will provide an increase of 39,606.69 (x1,000 m³ year¹) of volume of treated sewage. The INO46 of eight municipalities might reach a value of 100.0% and the state of Espírito Santo might have its value changed from 27.0 to 46.9%, after the beginning of operation of these wastewater treatment plants.

**Keywords:** wastewater treatment plant; rate of sewage treatment; investments; sanitation.

# INTRODUÇÃO

Serviços de saneamento têm grande importância na qualidade de vida da população. A ausência de coleta e tratamento de esgoto

adequados pode contribuir com a proliferação de doenças de veiculação hídricas, além de ocasionar a degradação das condições dos recursos hídricos.

'Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP). Especialista em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas (ANA) - Brasília (DF), Brasil.

<sup>2</sup>Doutor em Engenharia Civil pela University of Leeds. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte e do Programa de Pósgraduação em Engenharia Sanitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Natal (RN), Brasil.

Endereço para correspondência: Sérgio Ricardo Toledo Salgado - SIA Trecho 4, Lote 370 - 71200-041 - Brasília (DF), Brasil - E-mail: sergio.salgado@ana.gov.br Recebido: 15/06/12 - Aceito: 14/06/16 - Reg. ABES: 94005

O Brasil não possui números satisfatórios referentes à questão de esgotamento sanitário. Os resultados da pesquisa "Censo 2010" (IBGE, 2010) demonstram que aproximadamente 57,0% dos domicílios brasileiros estão cobertos por algum tipo de sistema para coleta de esgoto.

Para ilustrar a situação dos serviços de tratamento de esgoto, pode-se utilizar o índice de esgoto tratado referente à água consumida (IN046) do Sistema Nacional de Informação de Saneamento (SNIS), com relação a 2009, o qual informa que a porcentagem de atendimento do tratamento de esgoto é de 37,9.

Essa condição tem como consequência o comprometimento de várias bacias hidrográficas, em função do grande lançamento de esgotos urbanos domésticos sem o tratamento adequado (ANA, 2011).

Esse quadro demonstra a necessidade do investimento nos serviços de coleta e tratamento de esgoto. Para o setor de saneamento, foi previsto, no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), um investimento de R\$ 83,6 bilhões até 2014 para intervenções no abastecimento de água, nos resíduos sólidos, no manejo de águas pluviais e no esgotamento sanitário.

Nesse montante, estão pressupostos os recursos não onerosos provenientes do orçamento geral da união (OGU), os onerosos do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS), do Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT), do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e contrapartidas dos proponentes.

Cabe ao Ministério das Cidades, por meio da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA), a gestão dos investimentos de R\$ 77,7 bilhões, sendo destinados ao esgotamento sanitário R\$ 26,4 bilhões. Além disso, para essa modalidade, são apoiáveis intervenções para implantação ou ampliação de rede coletora, interceptores, elevatórias e estações de tratamento de esgoto (ETE).

As ações apoiadas pelo Ministério das Cidades para a modalidade de esgotamento sanitário têm como destinação a ampliação da cobertura e a melhoria da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário no perímetro urbano, e dentre os itens apoiados está a construção ou a ampliação das ETE.

A SNSA possui um banco de dados com informações voltadas para o acompanhamento da obra, com foco no percentual de execução e nas pendências que precisam ser sanadas, incluindo poucas informações qualiquantitativas sobre as ETE apoiadas.

No caso das ETE, seria importante ter como consulta disponível as tecnologias de tratamento, o volume de esgoto a ser tratado, as eficiências de remoção previstas, o destino do efluente tratado, a situação do licenciamento ambiental e o valor de investimento da estação.

Existe uma gama de tecnologias que pode ser utilizada no tratamento de esgoto sanitário; porém, para a escolha do tratamento a ser adotado, devem ser considerados alguns aspectos, tais como a expectativa da comunidade, o valor de investimento, a localização, a área necessária, as características de efluentes, a capacidade da equipe operacional responsável pelo sistema, o custo operacional, o consumo de energia, o clima da região, entre outros (LA ROVERE, 2002).

A escolha das tecnologias deve ser baseada sob os pontos de vista técnico, econômico, social e ambiental. Para Sampaio & Gonçalves (1999), um estudo da implantação de ETE deve prever a avaliação de um conjunto de alternativas viáveis, com a adoção de critérios que considerem os aspectos econômicos, financeiros, técnicos e ambientais e sua adequação à realidade sociopolítica.

Diante dessa lacuna de informação, o que se propôs foi realizar um breve diagnóstico da área de estudo e um levantamento do número e da capacidade das ETE, bem como caracterizar as tecnologias apoiadas no PAC e realizar a previsão do índice de atendimento do tratamento de esgoto dos municípios e do estado do Espírito Santo.

No PAC, existem 21 operações na modalidade de esgotamento sanitário com investimentos para municípios do estado do Espírito Santo, que totalizam R\$ 399.564.878,24, conforme consulta ao Banco de Dados Saneamento Cidade (BRASIL, 2012).

### **METODOLOGIA**

### População e amostra

O universo da pesquisa inclui todos os termos de compromissos e contratos de financiamento da SNSA no âmbito do PAC. Fazem parte da amostra todos os termos de compromissos e os contratos de financiamento que beneficiem os municípios do estado do Espírito Santo, com a modalidade esgotamento sanitário, e possuem em seu objeto a implantação ou ampliação das ETE.

### Instrumento e procedimentos

Foi elaborado um formulário com informações técnicas que sintetiza as características dos sistemas de tratamento de esgoto, o qual permita a consulta de informações sobre o tipo da intervenção, a população do projeto, os valores para remoção de carga orgânica e nutrientes, a vazão de projeto, as unidades de tratamento previstas, o sistema de tratamento de lodo e uma sucinta explicação sobre o funcionamento das ETE.

Para os casos em que não foram enviados os formulários preenchidos, utilizaram-se as informações de declarações disponíveis no Cadastro Nacional dos Usuários de Recursos Hídricos (CNARH) e a carta-consulta apresentada no processo de seleção do PAC, porém essas são fontes de dados que não possuíam o mesmo nível de detalhamento do formulário de caracterização.

Para efeito de caracterização das condições do serviço de esgotamento sanitário dos municípios e no estado do Espírito Santo, foram aplicados os índices e as informações do SNIS referente a 2009 (SNIS, 2011).

A seguir, encontram-se os índices utilizados do SNIS:

- índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (IN046), expresso em %;
- índice de atendimento urbano de esgoto referido aos municípios atendidos com água (IN024), expresso em %;
- consumo médio per capita de água (IN022), expresso em L/hab./dia;
- índice de coleta de esgoto (IN015), expresso em %; e
- índice de esgoto tratado referido à água consumida (IN046), expresso em %.

As informações utilizadas do SNIS incluem:

- volume de esgoto tratado (ES006), expresso em x1.000 m³/ano;
- volume de água consumido (AG010), expresso em x1.000 m³/ano); e
- volume de água tratada exportada (AG019), expresso em x1.000 m<sup>3</sup>/ano.

Para informações sobre os termos de compromissos e contratos de financiamento, realizou-se pesquisa no banco de dados da SNSA, o Saneamento Cidades (SaCi). Nele, foram consultadas informações sobre o número das operações, os valores, o percentual executado, a fonte de recurso e o objeto das operações.

Além disso, foi feito uso do Sistema do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de Recuperação de Dados (SIDRA) para consultar informações do Censo Demográfico e Contagem da População de 2010 (IBGE, 2010) e da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) de 2008 (IBGE, 2008).

### Análise dos dados

Para a avaliação do índice de tratamento de esgoto dos municípios e do estado em estudo, empregou-se o IN046. Trata-se do índice que relaciona o volume de esgoto tratado com aquele de água consumida, exceto o volume de água tratada que é exportada para outro município, sendo representado pela Equação 1:

$$IN046 = \frac{ES006}{AG010 - AG019} \tag{1}$$

Onde:

IN046: índice de esgoto tratado referido à água consumida;

AG010: volume de água consumido;

AG019: volume de água tratada exportado;

ES006: volume de esgotos tratado.

Com o intuito de avaliar os impactos nos índices de tratamento de esgoto, foram feitas as seguintes considerações: o volume de esgoto gerado é igual ao de água consumida, conforme metodologia utilizada na elaboração do SNIS; a capacidade para tratamento de cada ETE,  $Q_{\rm inc,}$  prevista no PAC, foi considerada como uma vazão incremental de esgoto tratado; e o volume de esgoto tratado (ES006) representa a capacidade de tratamento de esgoto atual do prestador de serviço naquele município.

Após essas considerações, para estimativa dos novos índices de tratamento de esgoto, a Equação 1 foi alterada para a Equação 2:

$$IN046p = \frac{ES006 + Q_{Inc}}{AG010 - AG019} \tag{2}$$

Onde

IN046p: índice de esgoto tratado potencial referido à água consumida;

AG010: volume de água consumido

AG019: volume de água tratada exportado;

ES006: volume de esgotos tratado.

Os valores de IN046P encontrados acima de 100,0% foram considerados como 100,0%.

Desse modo, o novo valor de IN046P representa o potencial de tratamento de esgoto que os municípios e o estado em estudo terão após a conclusão da implantação das novas ETE.

### **RESULTADOS**

### Diagnóstico da área de estudo

O estado do Espírito Santo é constituído por 78 municípios e possui uma população de 3.514.952 habitantes. Deste montante, 2.931.472 estão localizados em zona urbana e apenas 583.480 na rural, segundo o Censo de 2010 (IBGE, 2010).

O número de domicílios permanentes ligados à rede de esgoto representa 67,5% do total no estado, cujo valor está acima daqueles encontrados no Brasil, no qual 54,5% dos domicílios estão ligados à rede de esgoto, conforme apresentado no Censo de 2010 (IBGE, 2010).

No entanto, deve-se fazer a observação de que, na metodologia utilizada pelo IBGE para a realização do Censo Demográfico e Contagem da População de 2010, não se diferencia a rede de coleta de esgoto do sistema de rede de drenagem.

No Brasil, adota-se, na maioria dos municípios, o sistema separador absoluto (Von Sperling *et al.*, 2003), o qual separa as águas pluviais em linhas de drenagem independentes e que não contribuem para a ETE. Em muitos casos, pode haver ligações do esgotamento sanitário em redes de drenagem, ou ao contrário, o que configura uma situação irregular.

O estado do Espírito Santo possui 54 municípios com algum tipo de sistema de tratamento de esgoto, segundo o PNSB de 2008 (IBGE, 2008); no entanto, não foram encontrados dados reportando se o tratamento existente atende totalmente ou parcialmente o município.

Com base no índice IN046 do SNIS, pode-se observar que houve um aumento do volume de esgoto tratado com relação ao de água consumida durante o período de 1998 a 2009, conforme pode ser visualizado na Figura 1, que apresenta os valores de IN046 para o estado do Espírito Santo e para o Brasil.

No entanto, deve-se ressaltar que as informações utilizadas pelo SNIS dependem da adesão dos prestadores de serviços. Para 1998, constam informações de 7 municípios, enquanto que, para 2009, esse número aumentou para 74, o que representa 94,9% dos municípios do estado.

Apesar da evolução do índice demonstrar aumento na relação entre o volume de esgoto tratado e o de água consumida, deve-se compreender que os valores não são satisfatórios.

Na comparação dos valores de 2009, percebe-se que o estado do Espírito Santo possui o IN046 no valor de 27,0%, que está abaixo da média brasileira de 37,9%, e, portanto, não é uma referência satisfatória.

O mesmo estado possui ainda o IN015 no valor de 33,1%, o que significa que 67,9% do esgoto produzido não são coletados. Existem 31 municípios que não realizam o serviço de coleta de esgoto e 34 que não possuem serviço de tratamento de esgoto, dentre os 74 municípios que participaram do SNIS (2011).

Essa situação demonstra que o serviço de esgotamento sanitário não está devidamente estruturado, o que evidencia a necessidade de investimento nele, tanto para o sistema de coleta quanto para o tratamento de esgoto no estado.

### Investimentos em esgotamento sanitário: ano de 2012

Conforme consulta realizada no SaCi em 02 de janeiro de 2012, encontram-se no contratado, no PAC, 21 operações na modalidade de esgotamento sanitário para investimentos em municípios do estado do Espírito Santo. Isso, em termos de valores, representa R\$ 399.564.878,24, divididos em R\$ 272.742.026,63 com fonte de financiamento (FIN), R\$ 66.533.209,08 com fonte de OGU e R\$ 60.289.642,53 como contrapartida de estados e municípios.

Do total de operações, 17 são provenientes da primeira fase do PAC (PAC1) e tratam-se dos termos de compromisso ou contratos de financiamento que têm origem dos processos de seleção em 2007 e 2008. Essas representam o valor de investimento de R\$ 310.415.178,67, divididos em R\$ 212.860.803,60 com fonte de FIN, em R\$ 45.504.513,09 com fonte de OGU e R\$ 52.503.173,99 de contrapartida.

As quatro operações restantes são da segunda fase do PAC (PAC2) e correspondem aos termos de compromissos ou contratos de repasse com origem em processos seletivos, em 2010 e 2011. Representam o valor de investimento de R\$ 88.485.410,37, divididos em R\$ 59.881.223,03 com fonte de FIN, em R\$ 21.028.695,99 com fonte de OGU e R\$ 7.786.468,54 de contrapartida.

Na Figura 2, apresenta-se a divisão de recursos por fonte no estado do Espírito Santo para modalidade de esgotamento sanitário. Observa-se que a parcela majoritária do investimento na modalidade provém de financiamento e que os valores de OGU e contrapartida estão próximos.

Foram identificados três tipos de proponentes, responsáveis pelo termo de compromisso e contrato de financiamento com o Ministério das Cidades, que são o estado do Espírito Santo, a Companhia Espírito Santense de Saneamento (Cesan) e os municípios. A Figura 3 mostra a divisão dos recursos por origem e por tipo de proponente do estado do Espírito Santo.

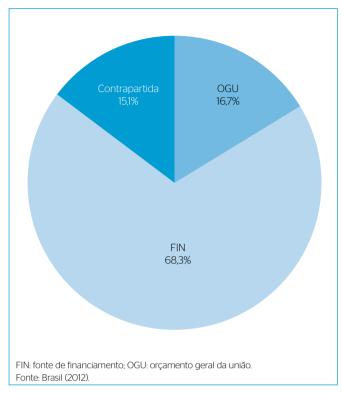
Aproximadamente 66,7% do investimento total da modalidade de esgotamento sanitário tem como proponente à Cesan, o que explica a origem majoritária de investimentos com a FIN.

Deve-se ressaltar que as companhias de saneamento não têm como acessar os recursos da fonte de OGU, apenas os entes federados. No entanto, as companhias podem ser intervenientes executoras quando o estado ou município, em que é prestador do serviço, recebe recurso com fonte de OGU.



Figura 1 - Valores do INO46 no período entre 1998 a 2009 para o Espírito Santo e o Brasil.

O Estado, na condição de proponente, é o que recebe a maior parcela dos valores provenientes do OGU, neste caso o responsável pela execução do serviço é a Cesan na condição de interveniente executora.



**Figura 2 -** Divisão de recursos para esgotamento sanitário no estado do Espírito Santo.

Do universo de 21 operações na modalidade de esgotamento sanitário, 13 possuem, no objeto, construção, ampliação ou reforma de ETE. No total, são 11 municípios que recebem ou receberam intervenção de obras do PAC, os quais, no objeto, contêm construção ou ampliação de ETE. Os municípios em questão são: Guarapari, Serra, Afonso Cláudio, Nova Venécia, Itapemirim, Colatina, Viana, Marechal Floriano, Ibatiba, Vila Velha e Aracruz.

As 13 intervenções em obras de tratamento de esgoto apresentadas refletem o investimento de R\$ 120.852.842,33, que correspondem a 38,9% de todo o investimento na modalidade de esgotamento sanitário para o estado do Espírito Santo do PAC, sob a responsabilidade do Ministério das Cidades. Os 61,1% são relativos, em sua maioria, à implantação dos sistemas de coleta de esgoto, que são de fundamental importância para o funcionamento da estrutura de tratamento.

A maior parte do investimento em tratamento de esgoto provém de recursos previstos nos 12 contratos de financiamento, cerca de R\$ 115.130.922,38, enquanto o único termo de compromisso de OGU é responsável pelo investimento de R\$ 5.721.919,95 (Tabela 1).

### **DISCUSSÃO**

# Prognóstico do investimento em tratamento de esgoto: ano 2012

As 13 operações foram classificadas, de acordo com o tipo de obra, como "nova, ampliação" e "reforma". No total, foram identificadas

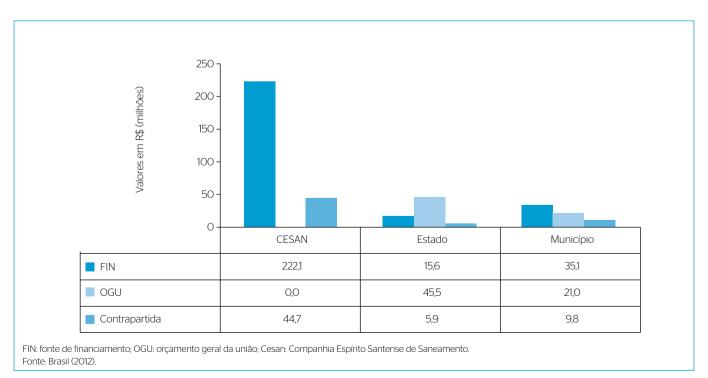


Figura 3 - Divisão de recursos por proponentes para esgotamento sanitário no estado do Espírito Santo.

dez intervenções em que são novas ETE em implantação no estado, duas que são ampliações de estações existentes e uma que apresenta a construção de nova ETE e a reforma de uma planta existente conforme apresentado na Tabela 2.

Os municípios de Colatina, Serra e Guarapari vão receber as estações com maior capacidade de tratamento. No entanto, o município de Guarapari terá o maior incremento na vazão de esgoto tratado, como um aumento de 269,2 Ls<sup>-1</sup> após a entrada de operação das ETE Guarapari e Manguinhos.

A finalização das obras e a entrada de operação das ETE têm como impacto o incremento da vazão de 1258,2 Ls<sup>-1</sup> de esgoto tratado, dividido em 11 municípios do estado do Espírito Santo.

Para as 13 intervenções, foram identificados sete tipos de tecnologias de tratamento de esgoto, sendo observada a predominância por tratamentos aeróbios, com nove ETE no total, e destaque para lodos ativados e suas variações, incluindo oito estações projetadas com essa tecnologia (Tabela 3).

As obras de sete estações não foram iniciadas, quatro estão com as obras iniciadas, uma teve as obras concluídas e uma encontra-se em fase de contratação, conforme a consulta realizada no SACI em 02 de janeiro de 2012.

A implantação das 13 ETE terá como impacto positivo o potencial a mais de 39606,69 (x1.000 m³ano⁻¹) de volume de esgoto tratado. No Espírito Santo, observa-se na relação de investimento em unidades de tratamento a média de R\$ 3,05 para cada m³ de esgoto tratado por ano. O valor de investimento é relativo ao custo de implantação da ETE, porém não são computados os valores operacionais.

Na relação de investimento por tipo de tratamento, constata-se que o sistema de *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB), seguido por lagoa de polimento, apresentou menor relação de R\$ por m³ de esgoto tratado. Após este sistema, está o sistema de lodos ativados e suas variações e, em terceiro lugar, o sistema de UASB seguido de filtro biológico submerso. Na Tabela 4, apresenta-se a relação de investimento por volume tratado com base na consulta ao SaCi em 2012.

O sistema de lagoa aerada seguida por lagoas de polimento teve a pior relação, deve-se ressaltar que o contrato dessa operação contempla a ampliação do sistema e, possivelmente, parte do investimento destina-se à recuperação e manutenção das unidades existentes, o que

explicaria o valor de R\$ 21,18 por m³ de esgoto tratado ao ano. O sistema de valor de oxidação apresentou a segunda pior relação, com cerca de R\$ 13,54 por m³ de esgoto tratado.

A maioria das unidades de tratamento de esgoto no Brasil são lagoas facultativas, reatores anaeróbios e lagoas anaeróbias. No entanto, no Espírito Santo, notou-se que os filtros biológicos e os reatores anaeróbios continuam com a maior quantidade de unidades, mesmo com as conclusões das novas ETE previstas no PAC (Tabela 5).

Entretanto, o número das unidades de lodos ativados vai ultrapassar o das unidades de lagoa facultativa e se tornará o terceiro tipo de tratamento, em termos de quantidade de unidade, encontrado no Espírito Santo. Esse tipo de tratamento encontra-se em sexto lugar em termos de quantidades de unidades no Brasil (IBGE, 2008).

**Tabela 2 -** Relação das estações de tratamento de esgoto, município beneficiado, prestador de serviço, tipo de obra e vazão de tratamento.

Nome	Município	Prestador	Tipo de obra	Vazão (Ls <sup>-1</sup> )
ETE Viana	Viana	Cesan	Nova	9,4
ETE CIVIT II	Serra	Cesan	Ampliação	7,9
ETE Marechal Floriano	Marechal Floriano	Cesan	Nova	12,6
ETE Ibatiba	Ibatiba	Cesan	Nova e Reforma	27,0
ETE Afonso Cláudio	Afonso Cláudio	Cesan	Nova	43,4
ETE Itaoca	Itapemirim	SAAE	Nova	47,8
ETE Meaípe	Guarapari	Cesan	Nova	76,0
ETE Nova Venécia	Nova Venécia	Cesan	Nova	74,9
ETE Ponta da Fruta	Vila Velha	Cesan	Nova	129,0
ETE Aracruz Sede	Aracruz	SAAE	Nova	170.0
ETE Guarapari	Guarapari	Cesan	Nova	193,2
ETE Manguinhos	Serra	Cesan	Ampliação	227,0
ETE Colatina	Colatina	SANEAR	Nova	240,0

ETE: estação de tratamento de esgoto; Cesan: Companhia Espírito Santense de Saneamento.

Tabela 1 - Relação de investimento em tratamento por fonte de recurso e proponente.

Proponente	Operações	Fonte de	Total garal	
		FIN (R\$)	OGU (R\$)	Total geral
Cesan	9	101.227.009,79	0.00	101.227.009,79
Municípios	3	11.405.220,82	5.721.919,95	17.127.140,77
Estado do Espírito Santo	1	2.498.691,77	0,00	2.498.691,77
Total	13	115.130.922,38	5.721.919,95	120.852.842,33

FIN: fonte de financiamento; OGU: orçamento geral da união; Cesan: Companhia Espírito Santense de Saneamento Fonte: Brasil (2012).

**Tabela 3 -** Situação da obra e sistema de tratamento projetado de acordo com as estações de tratamento de esgoto, ano 2012.

ETE	Situação	Sistema de tratamento
ETE Aracruz Sede	Não iniciada	Tratamento preliminar, UASB, lagoa de polimento e leito de secagem.
ETE Itaoca	Não iniciada	Tratamento preliminar, lodos ativados, decantador secundário e recirculação do lodo.
ETE Viana	Iniciada	Tratamento preliminar, valo de oxidação, decantador, EE-recirculação, adensador e leitos de secagem.
ETE Guarapari	Iniciada	Tratamento preliminar, caixa de gordura, lodos ativados com aeração escalonada, decantador secundário e EE-recirculação de lodo.
ETE CIVIT II	Concluída	Tratamento preliminar, lagoa aerada e lagoa de polimento.
ETE Meaípe	Não iniciada	Tratamento preliminar, tanque de equalização, lodos ativados e membrana filtrante.
ETE Manguinhos	Não iniciada	Tratamento preliminar, lodos ativados de aeração prolongada, decantador secundário e EE-recirculação de lodo.
ETE Ponta da Fruta	Não iniciada	Tratamento preliminar, lodos ativados de aeração prolongada, decantador secundário e EE-recirculação de lodo.
ETE Afonso Cláudio	Não iniciada	Tratamento preliminar, UASB, lagoa facultativa e leito de secagem.
ETE Marechal Floriano	Iniciada	Tratamento preliminar, lodos ativados de aeração prolongada, decantador secundário e EE-recirculação de lodo.
ETE Nova Venécia	Iniciada	Tratamento preliminar, lodos ativados de aeração prolongada, decantador secundário e EE-recirculação de lodo.
ETE Colatina	Não iniciada	Tratamento preliminar e primário, lodos ativados de baixa carga, decantador secundário e EE-recirculação de lodo.
ETE Ibatiba	Em contratação	Tratamento preliminar, UASB, filtro biológico aerado submerso e leito de secagem para o lodo.

ETE: estação de tratamento de esgoto; EE: estação elevatória; UASB: *Upflow Anaerobic Sludge Blanket*.

### Impacto no indicador de tratamento de esgoto

No total, são 11 municípios beneficiados com obras relacionadas ao tratamento de esgoto e que, após a entrada em operação das ETE, terão aumento no índice do tratamento de esgoto. Além disso, desse total, oito municípios obtiveram o valor de 100% para o IN046P, o que significa que esses municípios poderão alcançar a igualdade entre o volume de esgoto tratado e o de água consumida (Tabela 6). Um fator a ser destacado é que quatro municípios passaram a ter o serviço de tratamento de esgoto, com a efetiva implantação das obras e a posterior entrada em operação dos sistemas.

**Tabela 5 -** Prognóstico das unidades de tratamento de esgoto no estado do Espírito Santo após o Programa de Aceleração de Crescimento.

Tipo de tratamento	Espírito Santo	PAC - Espírito Santo	Total - Espírito Santo	Total - Brasil
Filtro biológico	29	1	30	317
Reator anaeróbio	24	3	27	565
Lodo ativado	12	8	20	188
Lagoa facultativa	15	2	17	672
Outro	9	2	11	129
Lagoa anaeróbia	10	0	10	431
Lagoa aeróbia	9	0	9	131
Lagoa mista	7	0	7	65
Fossa séptica de Sistema Condominial	7	0	7	109
Lagoa de maturação	2	1	3	238
Valo de oxidação	1	1	2	27
Membrana filtrante	0	1	1	0
Lagoa aerada	0	0	0	93
Wetland	0	0	0	20

PAC: Programa de Aceleração de Crescimento.

Fonte: Adaptado da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2008).

Tabela 4 - Investimento por tecnologia e capacidade de tratamento em 2012

Tipo de tratamento	Quantidade	Investimento (R\$)	Capacidade de tratamento (x1.000 m³/ano)	Investimento por volume tratado por ano (R\$/m³)	
UASB e filtro biológico aerado submerso	1	2.498.691,77	851,47	2,93	
Valo de oxidação	1	3.074.861,39	227,06	13,54	
Lodos ativados e variações	7	76.067.125,95	29.155,03	2,61	
Lodos ativados com membrana filtrante	1	20.000.000,00	2.396,74	8,34	
Lagoa aerada + lagoa de polimento	1	5.223.041,44	246,61	21,18	
UASB + lagoa de polimento	2	13.989.121,78	6.729,78	2,07	
Total	13	120.852.842,33	39.606,69	3,05	

Tabela 6 - Valores do volume de esgoto tratado por município.

Município	Volume de esgoto tratado atual (x1.000 m³ano¹)	Volume de esgoto tratado após PAC (x1.000 m³ano¹)	INO46	INO46P
Afonso Cláudio	0,0	1.368,7	0,0	100,0
Aracruz	522,0	5.883,1	12,2	100,0
Colatina	280,0	7.848,6	4,9	100,0
Guarapari	3.316,23	11.805,7	43,3	100,0
Ibatiba	0,0	851,5	0,0	100,0
Itapemirim	1.112,83	2.620,3	55,8	100,0
Marechal Floriano	0,0	397,4	0,0	100,0
Nova Venécia	0,0	2.850,9	0,0	100,0
Serra	8.728,48	16.133,8	20,9	38,7
Viana	827,37	1.054,4	30,4	38,8
Vila Velha	6.516,5	10.584,6	23,2	37,6
Estado do Espírito Santo	54.005,52	93.612,2	27,0	46,9

PAC: Programa de Aceleração de Crescimento.

Em termos macro, a entrada em operação dessas estações significará o incremento potencial de 39.606,69 (x1.000 m³ano¹) de volume de esgoto tratado para o Espírito Santo, o que elevaria o IN046 de 27,0 para 46,9%.

Ressalta-se que, com os valores investidos, existe a previsão de melhora no índice de tratamento de esgoto, porém o atendimento previsto ainda estará longe do desejável. Isso demonstra a continuação de investimento no setor para universalização dos serviços de saneamento no estado.

# **CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Foi realizado um breve diagnóstico sobre o serviço de esgotamento sanitário no estado do Espírito Santo, no qual foi constatado que apenas 33,1% do volume de esgoto produzido são coletados (IN015), e que a relação entre o volume de esgoto produzido e o de água consumida é igual a 27,0% (IN046). Tal fato demonstra a necessidade de investimento na área de esgotamento sanitário.

Com base nos dados disponíveis no SaCi, em 2012, observou-se que existem 21 operações em que é previsto o investimento de R\$ 399.564.878,24 na modalidade de esgotamento sanitário. A maior parte desses é proveniente de financiamento, com 68,26%, enquanto os recursos de OGU e contrapartida representam 16,65 e 15,09%, respectivamente.

Na pesquisa ao SaCi, foram identificadas 13 operações com recursos direcionados à implantação ou ampliação do tratamento de esgoto

no estado do Espírito Santo. Esse total compreende 12 contratos de financiamento e 01 termo de compromisso.

Os investimentos dessas operações contemplam a construção de 11 novas ETE e ampliação de 02 plantas de tratamento existentes, que vão beneficiar os municípios de Guarapari, Serra, Afonso Cláudio, Nova Venécia, Itapemirim, Colatina, Viana, Marechal Floriano, Ibatiba e Aracruz.

O valor de investimento em tratamento de esgoto foi R\$ 120.852.842,33, que corresponde a 38,9% do valor total de investimento em esgotamento sanitário no estado. Esse total está dividido em R\$ 101.227.009,79 sob a responsabilidade da Cesan, R\$ 17.127.140,77 sob a responsabilidade dos municípios e R\$ 2.498.691,77 sob a responsabilidade do estado.

Estima-se que as intervenções proporcionarão o volume anual de esgoto tratado de 39.606,69 (x1.000  $\rm m^3 ano^{-1}$ ), o que resultaria na relação de investimento médio, para implantação da ETE, de R\$ 3,05 para cada  $\rm m^3$  de esgoto tratado ao ano.

As intervenções de tratamento de esgoto para o estado do Espírito Santo poderão proporcionar a alteração do IN046 de 27,0% para o IN046P de 46,9%, sendo que os 11 municípios beneficiados terão impactos positivos no IN046P com a conclusão das obras das ETE. Neste caso, quatro municípios passaram a ter o serviço de tratamento de esgoto e oito poderão alcançar o valor de 100,0% para o IN046P.

O valor de IN046P é um índice macro de atendimento do tratamento de esgoto e possui limitações na sua determinação, portanto deve-se ter cuidado com sua interpretação e utilização.

No Espírito Santo, notou-se que os filtros biológicos e os reatores anaeróbios são as unidades de tratamento com a maior quantidade, mesmo com a entrada de operações das novas ETE. No entanto, as unidades de lodos ativados passaram a ser o terceiro tipo de tratamento em termos de quantidade de unidade, ultrapassando o número de unidades de lagoa facultativa.

A confirmação do prognóstico apresentado depende da forma de condução dos investimentos, visto que, ao longo do tempo, podem ocorrer desistências de investimentos por parte dos proponentes, alterações de projetos devido a exigências técnicas e ambientais e cancelamento dos contratos por parte do Governo Federal por dificuldades para iniciar as obras.

A identificação das tecnologias e a capacidade de tratamento de esgoto, que são objetos de algum programa de investimento, possibilitam aos envolvidos no processo a avaliação da aplicação dos recursos em, no mínimo, três níveis. O primeiro nível refere-se a conhecer em detalhes no que os recursos vão ser utilizados e verificar a consistência da tecnologia proposta. O segundo é a realização do prognóstico da área beneficiada e a avaliação dos benefícios que aquele investimento trará para a população. O terceiro é a formulação de um banco de dados que dê subsídios para avaliar o funcionamento da infraestrutura após a sua entrada em operação. Permitindo, após a conclusão das obras e a entrada em operação, verificar se o sistema de tratamento está operando de acordo com a sua concepção idealizada.

### **REFERÊNCIAS**

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. (2011) Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: Informe 2011. Brasília: ANA. 112p.

BRASIL. (2012) Ministério das Cidades. *Banco de dados Saneamento Cidades (SaCi)*. Consulta realizada em O2 de janeiro de 2012. Brasília, DF.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. (2008) Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - 2008. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <a href="http://www.ibge.gov.br">http://www.ibge.gov.br</a>. Acesso em: 10 jan. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (2010) Censo Demográfico 2010 - Resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <a href="http://www.ibge.gov.br">http://www.ibge.gov.br</a>. Acesso em: 15 mai. 2011.

LA ROVERE, E.L. (Coord). (2002) Manual de auditoria ambiental para estações de tratamento de esgotos domésticos. Rio de Janeiro: Qualitymark.

SAMPAIO, A.O. & GONÇALVES, M.M.C. (1999) Custos operacionais de estações de tratamento de esgotos por lodos ativados: estudo de caso ETE - Barueri. *Anais... In: 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.* Rio de Janeiro, p. 702-709.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS. (2011) Diagnóstico dos serviços de água e esgoto 2009 - série histórica 10. Brasília: Ministério das Cidades.

VON SPERLING, M.; COSTA, A.M.L.M.; CASTRO, A.A. (2003) Esgotos sanitários. In: BARROS, R.T.V.; CHERNICHARO, C.A.L.; HELLER, L.; VON SPERLING, M. (Org.). Manual de saneamento e proteção ambiental para apoio aos municípios. 4. ed. Belo Horizonte: DESA-UFMG, v. 2, p. 113-160.