

ANÁLISE DE ALTERNATIVAS DE ENQUADRAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPEMIRIM (ESPÍRITO SANTO) CONSIDERANDO INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS À REDUÇÃO DO APORTE DE ESGOTO SANITÁRIO

Joseline Corrêa Souza^{1}; Ana Paula Santos Calmon²; José Antônio Tosta dos Reis³*

Resumo

Considerando a relevância da análise financeira de ações de despoluição hídrica para a efetivação do processo de enquadramento, o presente trabalho tem como objetivo estimar os custos associados a diferentes cenários de enquadramento dos cursos de água da bacia hidrográfica do rio Itapemirim, selecionando o setor de esgotamento sanitário como gerador de cargas poluidoras para a bacia. A apropriação desses custos foi estabelecida para variadas opções de sistemas de tratamento de esgoto, considerando três cenários de enquadramento em diferentes classes de uso. Os resultados permitiram estimar os investimentos relativos à implantação de sistemas de tratamento de esgoto, associados a diferentes cenários de enquadramento para a bacia do rio Itapemirim, além de sugerirem que a metodologia considerada na condução deste trabalho pode ser empregada para subsidiar análises econômicas de medidas para implantação de metas progressivas e de efetivação do enquadramento de águas superficiais.

Palavras-Chave: Enquadramento, custos, esgoto doméstico.

ANALYSIS OF ALTERNATIVES FOR THE CLASSIFICATION OF ITAPEMIRIM RIVER BASIN (ESPÍRITO SANTO) CONSIDERING INVESTMENTS NEEDED TO REDUCE THE SEWAGE POLLUTION SOURCES

Considering the relevance of the financial analysis of measures of water pollution control to implementation the classification process, this research aims to estimate the associated costs related to different classification scenarios for Itapemirim watershed, selection the sanitation sector as the source of pollutant loads to the basin. The appropriation of these costs was established to different options of wastewater treatment systems, considering three classification scenarios in different use classes. The results allowed to estimate the investments related to the implementation of wastewater treatment systems, associated to different classification scenarios of Itapemirim river basin. They also suggest that the methodology adopted for the development of this study can be used to support economical analysis of implementation measures progressive goals of the surface water bodies classification.

Keywords: Classification of water bodies, costs, sewage.

INTRODUÇÃO

¹ Engenheira Ambiental, Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, joseline.correa@gmail.com

² Mestranda UFES, Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, ana.calmon@ufes.br

³ Doutor em Hidráulica e Saneamento, Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, tosta@ct.ufes.br

No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída por meio da Lei Nº 9433, de 08 de janeiro de 1997, estabeleceu diferentes instrumentos para a gestão das águas. Dentre os instrumentos estabelecidos, o enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo usos preponderantes, apresenta especial relevância, uma vez que, numa concepção de planejamento descentralizado e participativo, figura como ferramenta de integração entre a gestão de quantidade e a gestão de qualidade da água.

Segundo ANA (2009), os custos das ações para implantação das metas progressivas e da efetivação do enquadramento dos corpos d'água devem ser estimados, visto que as obras de saneamento são relativamente dispendiosas e os recursos financeiros normalmente não são suficientes para atendimento de todas as ações necessárias. Adicionalmente, Brites (2010) ressalta que a análise econômica de medidas de despoluição hídrica é essencial para o estabelecimento de metas ou objetivos de qualidade em um corpo d'água, uma vez que a disponibilidade de recursos financeiros poderá afetar a escolha e implementação de alternativas para alcance da classe de enquadramento almejada. Jordão (2009), por sua vez, observa que é relevante a disparidade de custos encontrados nos projetos nacionais, em parte, devido a fatores extrínsecos ao processo de tratamento e de natureza econômica (inflação, moeda nacional, custos financeiros).

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo estimar investimentos associados a diferentes cenários de enquadramento dos cursos de água da bacia hidrográfica do rio Itapemirim – importante curso d'água da porção sul do estado do Espírito Santo, Brasil – selecionando-se exclusivamente o esgotamento sanitário como gerador de cargas poluidoras.

ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi desenvolvido na porção capixaba da bacia hidrográfica do rio Itapemirim, bacia localizada entre os meridianos 40°48' e 41°52' de Longitude Oeste e entre os paralelos 20°10' e 21°15' de Latitude Sul. A bacia, localizada majoritariamente no território do estado do Espírito Santo, possui área de 5.913,68 km², abrigando uma população de cerca de 461.669 habitantes.

As principais atividades econômicas na bacia estão associadas ao extrativismo e beneficiamento mineral (mármore, granitos e moagem de calcário), atividades de pesca, agropecuária, produção cimento, calçados, laticínios, açúcar e álcool (Incaper, 2009; Aquaconsult, 2011).

METODOLOGIA

Os procedimentos adotados nessa pesquisa foram adaptados do trabalho desenvolvido por Garcia *et al.* (2012), conforme proposições estabelecidas por Souza e Calmon (2012).

Para a apropriação de custos associados ao enquadramento dos corpos d'água da bacia foram estabelecidos três diferentes cenários de enquadramento referentes a três das cinco classes de águas doces (Classes 1, 2 e 3), estabelecidas pela Resolução Nº 357 do Conselho Nacional de Meio Ambiente, editada em 17 de março de 2005. Os diferentes cenários consideraram as populações rurais e urbanas estabelecidas na bacia e as condições de cobertura com os serviços de coleta e tratamento de esgotos para o ano de 2012.

Foi considerado que os investimentos em tratamento de esgotos a serem feitos nas sub-bacias, sejam direcionados, prioritariamente, à população urbana não atendida com serviço de esgotamento sanitário e, posteriormente, à população rural. Desta forma, a população rural será considerada na

aplicação de investimentos caso a carga remanescente a ser tratada tenha valor superior à carga direta de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) gerada pela população urbana não atendida.

Cargas de DBO_{5,20} a serem tratadas

A determinação das cargas de DBO_{5,20} a serem tratadas no âmbito da bacia do rio Itapemirim considerou o sistema hídrico dividido em nove sub-bacias (Figura 01). As referidas cargas foram originalmente obtidas por Souza e Calmon (2012) e estão apresentadas na Tabela 01. Nesta tabela estão reunidas as cargas que devem ser removidas para que as diferentes sub-bacias possam apresentar condições de qualidade compatíveis com as Classes 1, 2 e 3 de enquadramento.

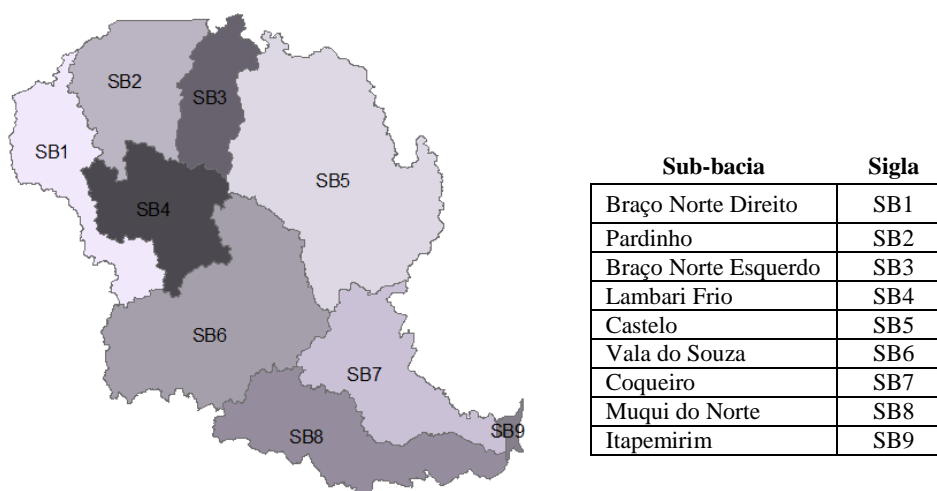


Figura 01 - Divisão por sub-bacia da bacia hidrográfica do rio Itapemirim

Fonte: Souza e Calmon, 2012 (adaptado)

Tabela 01 - Parcelas de carga a serem tratadas em cada sub-bacia – valores referentes ao ano de 2012

Classes	Parcelas de carga a serem tratadas de DBO _{5,20} (t DBO _{5,20} /d)								
	SB1	SB2	SB3	SB4	SB5	SB6	SB7	SB8	SB9
Classe 1	0,06	2,19	0,37	2,62	1,85	4,15	9,90	0,87	10,76
Classe 2	0,00	1,86	0,16	1,91	1,12	2,79	7,56	0,49	8,41
Classe 3	0,00	1,04	0,00	0,14	0,00	0,00	1,73	0,00	2,55

Fonte: Sousa e Calmon, 2012 (adaptado).

Estimativa dos custos para atendimento de cenário de enquadramento

Para a estimativa dos custos associados às diferentes condições de enquadramento foram consideradas as proposições apresentadas por Brites *et al.* (2007), Nunes *et al.* (2005) e Von Sperling (2005), consideradas como opções de tratamento a implementação de UASB associado a filtro anaeróbio, UASB associado lodos ativados convencional, lodos ativados em batelada, lodos ativados de aeração prolongada e lodos ativados convencional.

No estudo desenvolvido por Brites *et al.* (2007) foram estabelecidas funções de custos de implantação de sistemas de tratamento de esgoto em função do tipo de sistema de tratamento e da população atendida, com ano base de 2002. Na Tabela 02 são apresentadas as funções estabelecidas para os tipos de sistema de tratamento de esgoto considerados neste estudo.

Tabela 02 - Funções de custo de implantação de sistemas de tratamento de esgoto

Tipo de Sistema de Tratamento de Esgoto	Função de custo de implantação de ETE (Y)
UASB associado a filtro anaeróbio	$y = 6,2597 \cdot x^{1,0373}$
UASB associado lodos ativados convencional	$y = 11,112 \cdot x^{1,0057}$
Lodos ativados em batelada	$y = 10,111 \cdot x^{1,0511}$
Lodos ativados de aeração prolongada	$y = 10,22 \cdot x^{0,9936}$
Lodos ativados convencional	$y = 15,065 \cdot x^{0,9934}$

No trabalho de Nunes *et al.* (2005) foi apresentado o custo médio per capita para implantação de ETE, por faixa populacional e tipo de sistema de tratamento (Tabela 03). Esse custo foi determinado a partir do ajuste de modelos lineares de curvas *População atendida x Custo da ETE*.

Tabela 03 - Custo médio *per capita* para implantação de ETE, por faixa populacional e tipo de sistema de tratamento

Tipo de Sistema de Tratamento de Esgoto	População equivalente (10 ³ hab)					
	0 a 10	10 a 20	20 a 50	50 a 100	100 a 300	Acima 300
UASB associado a filtro anaeróbio	55	55	55	55	55	-
UASB associado lodos ativados convencional	-	-	120	-	95	-
Lodos ativados em batelada		225	195	115	105	95
Lodos ativados de aeração prolongada	-	-	90	57	57	-
Lodos ativados convencional	-	-	-	-	97	100

Nota 1: Campos em branco significam a inexistência de dados disponíveis entre os empreendimentos avaliados para o processo de tratamento e faixa populacional correspondentes. **Nota 02:** Dados utilizados com ano base de 2001 e 2002

Fonte: Nunes *et al.*, 2005 (adaptado)

Von Sperling (2005) apresenta faixa de custo de implantação de sistemas de tratamento de esgoto, conforme o tipo de tratamento, expressos em valores *per capita*. Na Tabela 04 são indicados os custos para as opções de tratamento consideradas neste estudo.

Tabela 04 – Faixa de custo *per capita* para implantação de ETE, por tipo de sistema de tratamento

Sistema de tratamento de esgoto	Custo de implantação (R\$/hab.ano)
UASB associado a filtro anaeróbio	45-70
UASB associado lodos ativados convencional	70-110
Lodos ativados em batelada	90-120
Lodos ativados de aeração prolongada	90-120
Lodos ativados convencional	100-160

Fonte: Von Sperling, 2005 (adaptado).

Custo unitário de implantação de ETE

Considerando o trabalho de Brites *et al.* (2007), a partir das funções de custo (Tabela 02), obteve-se para cada classe de enquadramento, referente ao ano de 2012, a estimativa do custo unitário de implantação dos sistemas de tratamento propostos, por meio da Equação 01.

$$CU_{STE} = \frac{Y}{P_{na}} \quad (01)$$

Na expressão 01:

Y (R\$): Custo total de implantação do sistema de tratamento de esgoto;

CU_{STE} (R\$/hab): Custo unitário de implantação do sistema de tratamento de esgoto;

P_{na} (hab): População contida na sub-bacia não atendida com serviço de esgotamento sanitário.

Os valores de custo apresentados nas Tabelas 03 e 04 correspondem aos custos unitários propostos por Nunes *et al.* (2005) e Von Sperling (2005), respectivamente, para a implantação das estações de tratamento.

De forma similar ao trabalho de Brites *et al.* (2007), a correção dos valores obtidos dos custos unitários de implantação dos sistemas de tratamento de esgoto considerados neste estudo, foi realizada por meio do Índice Nacional da Construção Civil (INCC).

Custo de remoção de 1 tonelada de $DBO_{5,20}$ por dia

O custo de remoção diária de 1 tonelada de $DBO_{5,20}$ foi estimado por meio da Equação 02, apresentada por Garcia *et al.* (2012).

$$CU_{DBO_{5,20}} = \frac{CU_{cSTE}}{Cp_{cDBO_{5,20}}} \quad (02)$$

onde:

$CU_{DBO_{5,20}}$ (R\$/(t $DBO_{5,20}$ /d): Custo de remoção de 1 tonelada de $DBO_{5,20}$ por dia;

CU_{cSTE} (R\$/hab): Custo unitário corrigido de implantação do sistema de tratamento de esgoto;

$Cp_{cDBO_{5,20}}$ (t $DBO_{5,20}$ /d.hab): Carga per capita de $DBO_{5,20}$ doméstica, cujo valor considerado neste trabalho foi de 54 g $DBO_{5,20}$ /hab.d.

Custo total de remoção de $DBO_{5,20}$

Para estimativa do custo total de remoção de $DBO_{5,20}$, foi utilizada a Equação 03:

$$CT_{DBO_{5,20}} = CU_{DBO_{5,20}} \cdot CaR_{ast} \quad (03)$$

Na Equação 03:

$CT_{DBO_{5,20}}$ (R\$): Custo total de remoção de $DBO_{5,20}$;

CaR_{ast} (t $DBO_{5,20}$ /d): Carga remanescente a ser tratada para se alcançar o enquadramento, considerando como referencial para análise 50% da vazão Q_{90} .

De forma que fossem considerados os custos adicionais relativos à desapropriação e à bonificação e despesas indiretas (BDI), foram acrescidos 40% sobre o custo total de remoção de $DBO_{5,20}$, baseado em Brites *et al.* (2007). Desta forma:

$$CT_{cDBO_{5,20}} = CT_{DBO_{5,20}} + (40\% \cdot CT_{DBO_{5,20}}) \quad (04)$$

Sendo:

$CT_{cDBO_{5,20}}$: Custo total corrigido de remoção de $DBO_{5,20}$.

Por fim, foram estimados os custos totais dos investimentos para remoção de carga de $DBO_{5,20}$ na bacia hidrográfica do rio Itapemirim para atendimento dos cenários de enquadramento considerados. Adicionalmente, foram produzidas estimativas de custo para a bacia do rio Itapemirim considerando-se enquadramento na Classe 01 para os trechos de montante da bacia, sub-bacias SB2 e SB5. Essas sub-bacias foram selecionadas, visto que as mesmas são responsáveis por 40 % de toda carga produzida na bacia, não recebendo nenhuma carga de outra sub-bacia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 05 apresenta, para cada sub-bacia, a estimativa dos custos dos investimentos referentes às diferentes opções de enquadramento, considerando o ‘UASB associado a filtro anaeróbio’ como opção de tratamento. Planilhas similares foram elaboradas para as outras opções de tratamento consideradas neste trabalho.

Tabela 05 - Investimentos associados às diferentes alternativas de enquadramento para cada sub-bacia analisada

Sub-bacia	UASB associado a filtro anaeróbio - Custo total de remoção de $DBO_{5,20}$ (R\$ x 10 ⁶)								
	Classe 1			Classe 2			Classe 3		
	(Brites <i>et al.</i> , 2007)	(Nunes <i>et al.</i> , 2005)	(Von Sperling, 2005)	(Brites <i>et al.</i> , 2007)	(Nunes <i>et al.</i> , 2005)	(Von Sperling, 2005)	(Brites <i>et al.</i> , 2007)	(Nunes <i>et al.</i> , 2005)	(Von Sperling, 2005)
SB1	0,03	0,18	0,15 a 0,23	0,00	0,00	0,00 a 0,00	0,00	0,00	0,00 a 0,00
SB2	1,15	6,87	5,62 a 8,74	0,98	5,84	4,78 a 7,43	0,55	3,26	2,66 a 4,14
SB3	0,18	1,15	0,94 a 1,46	0,08	0,50	0,41 a 0,63	0,00	0,00	0,00 a 0,00
SB4	1,39	8,24	6,74 a 10,49	1,02	6,01	4,92 a 7,65	0,07	0,43	0,35 a 0,55
SB5	0,97	5,82	4,76 a 7,41	0,58	3,52	2,88 a 4,49	0,00	0,00	0,00 a 0,00
SB6	2,25	13,03	10,66 a 16,58	1,51	8,77	7,17 a 11,16	0,00	0,00	0,00 a 0,00
SB7	5,49	31,10	25,44 a 39,58	4,20	23,69	19,44 a 30,24	0,96	5,42	4,44 a 6,90
SB8	0,45	2,73	2,23 a 3,47	0,25	1,53	1,25 a 1,95	0,00	0,00	0,00 a 0,00
SB9	5,98	33,78	27,64 a 43,00	4,69	26,42	21,61 a 33,62	1,42	8,00	6,54 a 10,18

A Tabela 06 apresenta a estimativa dos custos totais dos investimentos referentes às diferentes opções de enquadramento e tipos de tratamento para a bacia hidrográfica do rio Itapemirim.

Tabela 06 - Investimentos totais associados às diferentes alternativas de enquadramento para a bacia do rio Itapemirim

Opções de Tratamento	Custo total de remoção de de $DBO_{5,20}$ (R\$ x 10 ⁶)								
	Classe 1			Classe 2			Classe 3		
	(Brites <i>et al.</i> , 2007)	(Nunes <i>et al.</i> , 2005)	(Von Sperling, 2005)	(Brites <i>et al.</i> , 2007)	(Nunes <i>et al.</i> , 2005)	(Von Sperling, 2005)	(Brites <i>et al.</i> , 2007)	(Nunes <i>et al.</i> , 2005)	(Von Sperling, 2005)
Opção1	5,98	33,78	27,64 a 43,00	4,69	26,42	21,61 a 33,62	1,42	8,00	6,54 a 10,18
Opção2	7,30	58,36	43,00 a 67,57	5,71	45,63	33,62 a 52,83	1,73	13,81	10,18 a 15,99
Opção3	11,38	64,50	55,28 a 73,71	8,92	50,43	43,23 a 57,64	2,71	15,27	13,09 a 17,45
Opção4	5,82	35,01	55,28 a 73,71	4,55	27,38	43,23 a 57,64	1,38	8,29	13,09 a 17,45
Opção5	8,15	59,58	61,43 a 98,28	6,56	46,59	46,59 a 76,85	2,02	14,10	14,54 a 23,26

Nota 1: Opção 1 - UASB associado a filtro anaeróbio; Opção 2 - UASB associado lodos ativados convencional; Opção 3 - lodos ativados em batelada; Opção 4 - lodos ativados de aeração prolongada; Opção 5 - lodos ativados convencional. **Nota 2:** valores referentes ao ano de 2012.

A Tabela 07 apresenta a estimativa dos custos totais dos investimentos referentes às diferentes opções de enquadramento e tipos de tratamento para a bacia hidrográfica do rio Itapemirim, considerando-se enquadramento na Classe 01 para as sub-bacias SB2 e SB5.

Tabela 07 - Investimentos totais associados às diferentes alternativas de enquadramento para a bacia do rio Itapemirim, assumindo-se enquadramento na Classe 01 para as sub-bacias SB2 e SB5

Opções de Tratamento	Custo total de remoção de de DBO _{5,20} (R\$ x 10 ⁶)								
	Classe 1			Classe 2			Classe 3		
	(Brites <i>et al.</i> , 2007)	(Nunes <i>et al.</i> , 2005)	(Von Sperling, 2005)	(Brites <i>et al.</i> , 2007)	(Nunes <i>et al.</i> , 2005)	(Von Sperling, 2005)	(Brites <i>et al.</i> , 2007)	(Nunes <i>et al.</i> , 2005)	(Von Sperling, 2005)
Opção1	5,80	33,78	27,64 a 43,00	2,40	13,73	11,23 a 17,47	0,00	0,00	0,00 a 0,00
Opção2	7,27	27,69	43,00 a 67,57	2,96	0,00	17,47 a 27,45	0,00	0,00	0,00 a 0,00
Opção3	10,90	89,10	55,29 a 73,71	4,54	28,70	22,46 a 29,95	0,00	0,00	0,00 a 0,00
Opção4	6,06	42,63	55,29 a 73,71	2,37	14,22	22,46 a 29,95	0,00	0,00	0,00 a 0,00
Opção5	8,16	*	61,42 a 98,28	3,47	*	24,96 a 39,93	0,00	0,00	0,00 a 0,00

Nota 1: valores referentes ao ano de 2012. **Nota 2:** Campos com (*) significam a inexistência de dados disponíveis entre os empreendimentos avaliados para o processo de tratamento e faixa populacional correspondentes (Nunes *et al.*, 2005).

A partir da simples inspeção das Tabelas 05 e 06, apresentaram-se como relevantes as seguintes considerações:

- Os custos estimados para enquadramento dos corpos d'água na Classe 1 representam aproximadamente o quádruplo dos custos estimados para enquadramento na Classe 3, independente do tipo de tratamento considerado ou da origem dos custos empregados no processo de avaliação;
- A perspectiva de enquadramento na Classe 1 produziu custos que superaram as estimativas de custos para um eventual enquadramento na Classe 2 entre 25% (remoção de DBO_{5,20} por meio de lodos ativados convencional e custos unitários de remoção propostos por Brites *et al.* (2007)) e 32% ((remoção de DBO_{5,20} por meio de lodos ativados convencional e custos unitários de remoção propostos por Von Sperling (2005)).
- As estimativas de custo estabelecidas a partir dos valores referenciais propostos por Von Sperling (2005) e Nunes *et al.* (2005) apresentaram-se substancialmente próximas. As estimativas estabelecidas a partir do trabalho proposto por Brites *et al.* (2007) subestimaram o custo total de remoção de DBO_{5,20} no âmbito da bacia, quando considerados os custos associados às demais referências consideradas no presente trabalho. Os valores estimados a partir de Brites *et al.* (2007) apresentaram-se uma ordem de grandeza abaixo daqueles estimados por Nunes *et al.* (2005) ou Von Sperling (2005).

Analisando-se os resultados das estimativas de custos apresentadas na Tabela 07, ressaltam-se as seguintes observações independentemente dos sistemas de tratamento e custos unitários considerados neste trabalho:

- Para toda bacia hidrográfica do rio Itapemirim, não haveria necessidade de realização de investimentos para um eventual enquadramento na Classe 3, tendo em vista que o enquadramento mais rigoroso para as sub-bacias SB2 e SB5 produziria redução da carga de DBO_{5,20} nas sub-bacias à jusante dessas para as quais as mesmas são contribuintes.
- O enquadramento das sub-bacias SB2 e SB5 em Classe 1 reduziria o custo de enquadramento da bacia do rio Itapemirim para Classe 2 aproximadamente de 50%. Já para um eventual enquadramento da bacia na Classe 1, as estimativas de custo, no geral, não teriam seus valores alterados, conforme esperado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia utilizada neste estudo possibilitou estimar os investimentos associados a diferentes cenários de enquadramento para a bacia hidrográfica do rio Itapemirim, tendo o esgotamento sanitário como fonte exclusiva para o aporte de matéria orgânica para os cursos d'água.

Um eventual enquadramento na Classe 1 representa custos aproximadamente 30% superiores àqueles que seriam associados a um enquadramento na Classe 2. No entanto, são quatro vezes superiores àqueles referentes a uma proposta de enquadramento na Classe 3.

A adoção de enquadramento mais rigoroso para sub-bacias de cabeceira (SB2 e SB5) se mostra vantajosa financeiramente por reduzir cerca de 50% o custo associado a um enquadramento na Classe 2 e eliminar qualquer custo para o enquadramento na Classe 3.

Os custos apresentados neste trabalho relativos ao estudo de Brites *et al.* (2007) devem ser observados com reserva, uma vez que produziram custos substancialmente menores que aqueles associados as demais referências consideradas.

REFERÊNCIAS

- (ANA) AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. *Caderno de Recursos Hídricos 6: Implantação do enquadramento em Bacias Hidrográficas*. Brasília: ANA, 2009. 145 p.
- BRITES, A. P. Z. *Enquadramento dos corpos de água através de metas progressivas: probabilidade de ocorrência e custos de despoluição hídrica*. 2010. 177 f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- JORDÃO, E. P.; PESSÔA C. A. *Tratamento de Esgotos Domésticos*. Rio de Janeiro: ABES, 2009
- NUNES, C. M.; LIBÂNIO, P.A. C.; SOARES, S. R. A. Custos Unitários de Implantação de Estações de Tratamento de Esgotos a Partir da Base de Dados do Programa Despoluição de Bacias Hidrográficas – PRODES. IN: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23, 2005, Campo Grande/MS. *Anais eletrônicos*.
- BRITES, A. P. Z.; PRZYBYSZ, L. C. B.; MARINS, M. C. C.; YAZAKI, L. O.; FERNANDES, C. S.; PORTO, M. F. do A. Utilização das Funções de Custos para Análise de Medidas de Despoluição Hídrica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17, 2007, São Paulo. *Anais eletrônicos*.
- SOUZA, J. C.; CALMON, A. P. S. *Análise de Alternativas de Enquadramento para a Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim sob a Ótica do Setor de Saneamento Básico*. 2012. 168 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.
- VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UFMG, 2005.