

VALORAÇÃO DE DANO AMBIENTAL OCACIONADO POR ESGOTO SANITÁRIO SUBMETIDO A TRATAMENTO INEFICIENTE

Alexandra Fátima Saraiva Soares (*), Alexandre Senna de Araújo, Guilherme Henrique Costa

* IEC PUC Minas; Ministério Público de Minas Gerais

RESUMO

Este trabalho apresenta método para valorar dano ambiental ocasionado por lançamento de esgoto sanitário submetido a tratamento ineficiente no município de Esmeraldas/MG. Trata-se de pesquisa quantitativa e aplicada, com procedimento de estudo de caso. A metodologia considerou os custos de operação e manutenção apresentados por von Sperling (2014) para um sistema de tratamento que utiliza reator UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*), seguido por filtro percolador, mesma técnica adotada no sistema de tratamento do empreendimento analisado. Na quantificação do dano gerado considerou-se a carga poluidora referente a Demanda Bioquímica de Oxigênio. Para a valoração, aplicou-se o método de custos de controle evitados, que consiste em “valorar danos ambientais por meio da estimativa dos gastos necessários que foram evitados para controlar ou minimizar as atividades ofensivas ao meio ambiente”. Esse procedimento consta na parte 6, item 8.6.1.4 da norma ABNT que trata de avaliação de bens – Recursos naturais e ambientais – NBR 14653-6/2009 (ABNT, 2009). Ao final, obteve-se *quantum debeatur* de R\$317.339,96, valor que corresponde à medida de compensação sugerida para recuperar 10 hectares de matas ciliares na bacia hidrográfica onde ocorreu o dano.

PALAVRAS-CHAVE: Valoração ambiental, Dano ambiental. Poluição hídrica. Esgoto sanitário.

INTRODUÇÃO

Conforme Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), realizada em 2017, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o percentual de municípios com abastecimento de água por rede chegou a 99,6% (5.548 municípios), enquanto o acesso ao serviço de esgotamento sanitário foi de 60,3% (3.359 municípios), revelando a realidade dos mais de dois mil municípios em que esse serviço não é ofertado.

A PNSB apresentou que dentre os municípios com acesso ao serviço, na região Sudeste, 90% possuem sistema de esgotamento sanitário desde 1989, demonstrando a recorrente disparidade regional de acesso ao serviço no país, visto que apenas 16,2% dos municípios da região Norte são beneficiados.

Diante da situação atual, é possível determinar que no país há muitos focos de lançamentos de efluentes sanitários nos corpos de água, sem prévio tratamento. Portanto, visando evitar o agravamento da poluição ambiental, é fundamental que o dimensionamento e operação dos sistemas de coleta e tratamento de esgoto sejam eficientes e proporcionem a remoção adequada dos poluentes presentes nesses esgotos. Dessa forma, será possível atender aos padrões estabelecidos pelos órgãos ambientais de cada região, mediante legislação ambiental vigente, e preservar a qualidade dos corpos de água e o meio biótico.

Os efluentes sanitários são constituídos principalmente por água, sendo assim, as substâncias poluentes presente no mesmo são componentes de matéria orgânica e inorgânica, microrganismos e sólidos totais (suspensos e dissolvidos). Portanto, a ocorrência de pontos de lançamento de efluente com tratamento ineficiente configura-se como poluição ambiental e, por consequência, dano ambiental pela contaminação do solo e dos recursos hídricos, conforme o art.3º, III, da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Nº 6.938 de 31 de agosto de 1981):

“Poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
 - b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
 - c) afetem desfavoravelmente a biota;
 - d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
 - e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.
- (BRASIL, 1981, p.[?])”

As alterações do meio ambiente, por meio de dano ambiental causado pelas ações antrópicas passíveis de serem evitadas, são suscetíveis a valoração ambiental pela aplicação de métodos de análise do dano ocasionado pela alteração das condições ambientais.

Diante do exposto, este trabalho apresenta método de valoração por dano ambiental ocasionado pelo lançamento de esgoto sanitário, com tratamento ineficiente, em corpo de água.

OBJETIVOS

O presente trabalho visa apresentar metodologia de valoração e compensação ambiental referente ao dano ambiental ocasionado por lançamento de efluente sanitário com tratamento ineficiente e aplicá-lo a um estudo de caso.

METODOLOGIA

Área de estudo

O estudo foi conduzido na área apresentada na Figura 1. Trata-se de área situada na bacia hidrográfica do rio Paraopeba, sub-bacia do ribeirão Filipão, no município de Esmeraldas, Minas Gerais.

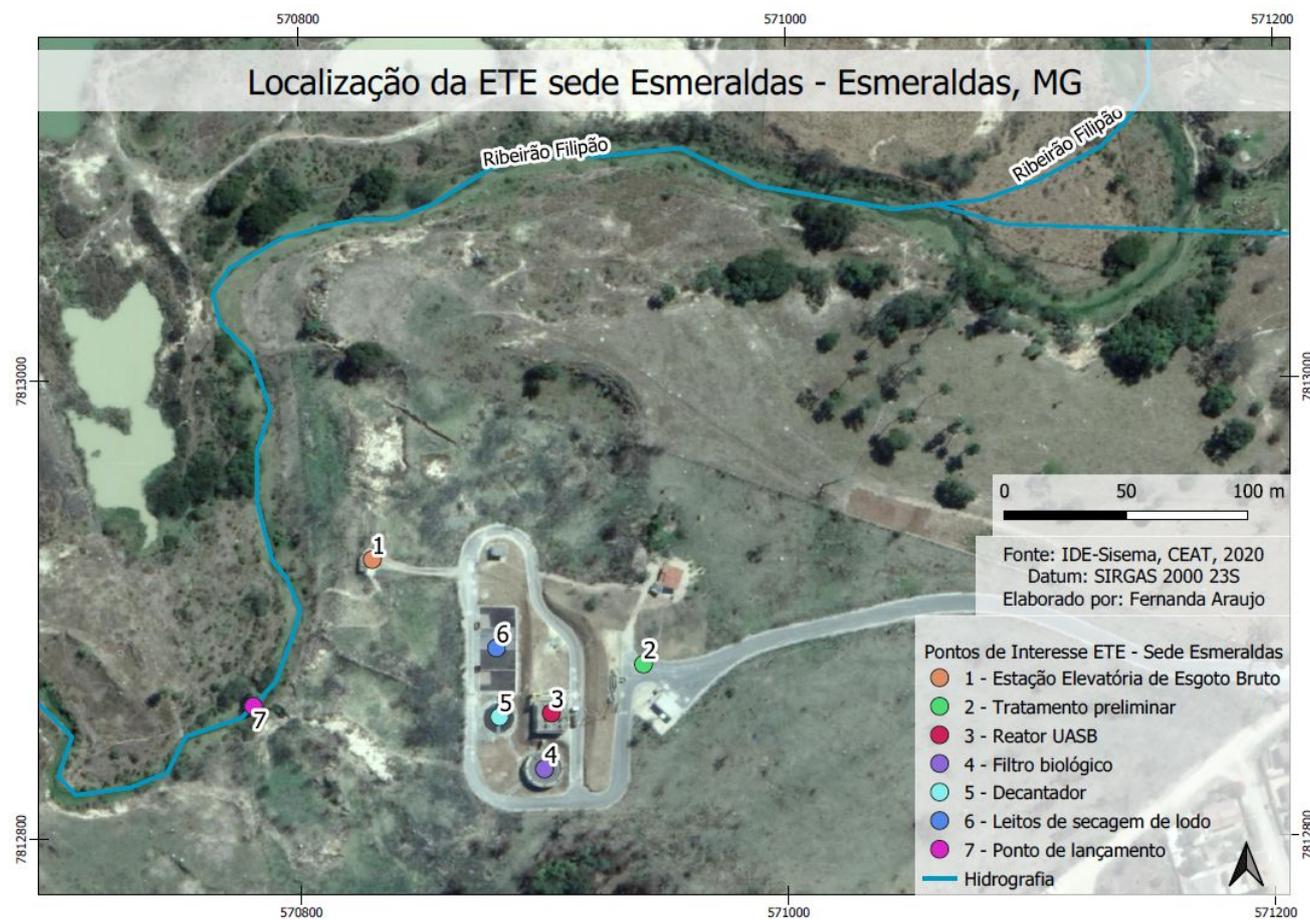


Figura 1 – Localização da ETE em relação ao ribeirão Filipão. Fonte: Autores do trabalho.

A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) objeto de estudo dispõe das seguintes unidades: Estação Elevatória de Esgotos final – EEE (chegada e recalque dos esgotos), gradeamento (cesto existente na chegada dos esgotos ao poço de sucção), Tratamento Preliminar, composto por canais desarenadores e medidor de vazão afluente, seguido de Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente (RAFA) ou *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB), filtro biológico percolador, decantador secundário e leitos de secagem de lodo.

O empreendimento em questão encontrava-se com irregularidades, como filtro biológico, decantador, e queimador de gases inoperantes, além de outros equipamentos com problemas operacionais. Identificou-se falta de equipamentos fundamentais para o bom funcionamento da estação, como o medidor de vazão dos efluentes tratados na saída da ETE e como cabos de aço no gradeamento da EEE. As estruturas, equipamentos e peças metálicas da ETE estavam todas enferrujadas e sofrendo corrosão, devido a ação do gás sulfídrico (H_2S), gerado no sistema de tratamento UASB. Também foram observadas não conformidades que colocavam em risco a segurança dos operadores, como aberturas profundas desprovidas de tampas e falta de uso de EPI's pelos operários.

Além disso, o lançamento de efluentes finais apresentavam-se com aspecto de elevada turbidez e coloração escura propiciando a contaminação das águas do Ribeirão Filipão. A Figura 2 demonstra o Ribeirão Filipão a montante do ponto de lançamento da ETE, onde percebe-se um aspecto límpido das águas. A Figura 3 exibe o ponto de lançamento dos efluentes da ETE Esmeraldas, em que se nota a presença de espumas. Já a Figura 4 demonstra o corpo receptor dos efluentes a partir do ponto de lançamento. Percebe-se nitidamente a pluma de coloração escura no corpo d'água, contrastando com as águas límpidas do curso de água.



Figura 1 – Detalhe das águas límpidas do Ribeirão Filipão a montante do lançamento, com aspecto de baixa turbidez. Fonte: Autores do trabalho.



Figura 2 – Ponto de lançamento dos efluentes da ETE Esmeraldas no Ribeirão Filipão. Fonte: Autores do trabalho.



Figura 4 – Ribeirão Filipão a partir de ponto de lançamento dos efluentes, com coloração escura. Fonte: Autores do trabalho.

As margens do Ribeirão Filipão (receptor dos efluentes) encontra-se em processo de erosão e solapamento das margens em virtude da ausência de mata ciliar na área de preservação permanente (APP), contrariando o disposto no Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012).



Figura 5 – Vista das margens do corpo de água receptor, com precária mata ciliar e em processo erosivo com solapamento das margens. Fonte: Autores do trabalho.

Valoração dos danos ambientais

A metodologia de valoração utilizada foi a que considera os custos de tratamento apresentados por von Sperling (2014) para um sistema composto por reator UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*), seguido por filtro biológico percolador. O valor de custo adotado para fins de cálculos utilizou como referência os valores médios de operação/manutenção do sistema de tratamento considerado (R\$ 15,00/hab.ano). Trata-se de metodologia apresentada na ABNT NBR 14653-6 de 06/2008 versão corrigida 2009, item “8.6.1.4 – Custos de controle evitados”.

Para utilizar os valores de custos da literatura mencionada, que são por habitante, realizou-se cálculo do Equivalente Populacional (EP) da carga poluidora em questão.

Para a quantificação da carga poluidora que ocasionou o dano, considerou-se apenas valores de carga específica referentes ao parâmetro denominado Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), que expressa a matéria orgânica biodegradável desses efluentes. A vazão afluyente considerada foi de 6,0 L/s, referente a vazão média apresentada em 2016. De acordo

com von Sperling (2014), o consumo de água *per capita* diário é de 150 L/hab.dia, o coeficiente de retorno médio é de 80% e a concentração de DBO dos esgotos sem tratamento é de 300 mg/L.

Para quantificação do dano foram considerados:

- período de irregularidade: 22/06/2016 (data inicial da constatação do dano) a 29/09/2020, totalizando um período de 1560 dias (4,27 anos) de violação;
- vazão de esgoto: 6,0 L/s;
- consumo de água per capita diário de 150 L/hab.dia;
- coeficiente de retorno: 80%;
- DBO típica: 300 mg/L;
- custo médio de operação/manutenção referente ao sistema UASB + filtro biológico percolador, segundo von Sperling (2014) – R\$15/hab./ano.

Medida de compensação ambiental

Como medida de compensação pelos danos ambientais ocasionados, calculou-se o custo de revegetação da área degradada, tendo como referência um estudo de recuperação de área degradada do Parque Ecológico Sucupira realizado por Rodrigues (2016) através da Universidade de Brasília.

RESULTADOS

Valoração dos danos ambientais

Cálculo da quantificação da carga poluidora referente à matéria orgânica biodegradável:

- **Vazão diária de esgoto**

$$\text{Vazão} = 6,0 \text{ L/s} \times 86.400\text{s} \quad \text{equação (1)}$$

$$\text{Vazão} = 518.400 \text{ L/dia}$$

- **Volume médio *per capita* de esgoto**

$$\text{V} = 150 \text{ L/hab.dia} \times 0,8 \text{ (coeficiente de retorno)} \quad \text{equação (2)}$$

$$\text{V} = 120 \text{ L/hab.dia}$$

- **Carga poluidora diária referente à matéria orgânica (DBO):**

$$\text{Carga} = 300 \text{ mg/L} \times 518.400 \text{ L/dia} \quad \text{equação (3)}$$

$$\text{Carga} = 155,52 \text{ kg/dia}$$

- **Carga poluidora total referente à matéria orgânica (DBO):**

$$\text{Carga total} = 155,52 \text{ kg/dia} \times 1560 \text{ dias} \quad \text{equação (4)}$$

$$\text{Carga total} = 242.611,2 \text{ kg de DBO ou } 242,61 \text{ toneladas de DBO}$$

- **Equivalente populacional (hab)**

$$\text{EP} = 518.400\text{L/dia} \div 120 \text{ L/hab.dia} \quad \text{equação (5)}$$

$$\text{EP} = 4.320 \text{ habitantes}$$

- **Custo médio de operação/manutenção evitado (R\$)**

$$\text{Custo de operação/manutenção} = \text{R\$15,00/hab.ano} \times 4.320 \text{ hab} \times 4,27 \text{ anos} \quad \text{equação (6)}$$

Custo médio de operação/manutenção = R\$ 276.696,00

O custo médio de operação/manutenção evitado foi ajustado conforme atualização monetária do Tribunal de Justiça de Minas Gerais (TJMG) para adequar o valor histórico do real (22/06/2016) correspondente ao mês/ano de referência em que foi realizada a valoração do dano ambiental (outubro/2020) (MPMG, 2020). Assim o custo total ajustado é de R\$317.339,96.

A Tabela 1 sintetiza os resultados obtidos

Tabela 1. Valoração ambiental dos danos ambientais. Fonte: Autores do trabalho.

PERÍODO (dias)	PERÍODO (ano)	Nº DE HABITANTES	CUSTO MÉDIO OPERAÇÃO/ MANUTENÇÃO TOTAL (R\$)	CUSTO TOTAL AJUSTADO (R\$)
1560	4,27	4.320	276.696,00	317.339,96

Medida de compensação ambiental

Sabe-se que a mata ciliar desempenha importante função ambiental na preservação da qualidade da água, de modo que sua manutenção reduz o assoreamento e a velocidade das águas que chegam aos mananciais, além de impedir a entrada de poluentes no meio aquático. No caso em questão, constatou-se a degradação da mata ciliar do corpo de água receptor (Ribeirão Filipão). Dessa forma, como medida de compensação pelos danos ocasionados, calculou-se o custo de revegetação da área degradada, tendo como referência um estudo de recuperação de área degradada do Parque Sucupira realizado pela Faculdade UnB de Planaltina – FUP (RODRIGUES, 2016).

O estudo conduzido por Rodrigues (2016) estimou o custo para recuperar um hectare, mediante avaliação dos custos por parâmetro necessário para implantação, manutenção e monitoramento de hectare destinado a recomposição de flora nativa, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Atividades do Programa de Recuperação de Áreas Degradadas. Fonte: RODRIGUES, 2016.

IMPLANTAÇÃO	
Cercamento da Área	Isolamento da extensão revegetada com estacas de madeira e fio de arame farpado.
Sinalização da área	Confecção e alocação de placas de aviso na área de recuperação em locais estratégicos ao longo do perímetro da área de recuperação.
Manejo de pragas	Controle de formigas e cupins por meio de iscas com substâncias e quantidades previamente aprovadas segundo as normas vigentes.
Preparo do solo	Coveamento para plantio, propondo covas para todas as mudas com as dimensões de 45 x 45 x 60 cm (largura x comprimento x profundidade).
Plantio de mudas	O plantio deve ser realizado preferencialmente na época chuvosa, com espaçamento de 3x2 m. Utilizando entre 50 e 60% de espécies pioneiras, que são de crescimento rápido, cerca de 10% de climácicas e entre 30 e 40% de espécies secundárias.
Coroamento	Limpeza manual da vegetação herbácea e subarbustiva exótica no entorno do local do plantio das mudas e redução da densidade da vegetação ao longo da linha de plantio, focando mais na redução no entorno do local
Tutoramento	Fixação de tutores de bambu para suporte às mudas que também servirão para a fácil localização facilitando no monitoramento.
Calagem	Distribuição de 100g de calcário dolomítico por cova para corrigir a acidez do solo.
Replantio de mudas	Avaliação da sobrevivência das mudas e reposição de mudas mortas e replantio preferencialmente no período chuvoso para diminuir os custos.
Tratos silviculturais	Coroamento ao final do período chuvoso, roçadas de acordo com a avaliação da área e controle de pragas com iscas e roçagem.
Medidas prevenção de incêndios	Controle de incêndios por meio de aceiramento; e vigilância da área durante o período de seca.
MANUTENÇÃO	
Aducação de cobertura	Aducação realizada após o plantio no início do ciclo das chuvas de 30 a 90 dias após plantio.

MONITORAMENTO	
Plano de Monitoramento	Atividades de Adubação de cobertura, tratos silviculturais, e prevenção de incêndios com supervisão de profissional habilitado.
Supervisão técnica	Acompanhamento e supervisão das atividades por profissional técnico e profissional habilitado.

Custos da recomposição:

Cercamento: R\$19,24/m x 300m = R\$ 5.772,00/ha equação (7)

Sinalização da área: R\$ 316,31 /m² x 2 = R\$ 632,62/ha equação (8)

Manejo de pragas: R\$ 84,21/ha equação (9)

Preparo do Solo: R\$ 3.230/ha equação (10)

Insumos para preparo do solo e para o plantio das mudas: R\$: 12.765,00/ha equação (11)

Plantio das Mudas, coroamento, adubação e tutoramento: R\$5.871,50/ha equação (12)

Manutenção (adub. cobertura, combate de pragas e replant. mudas mortas): R\$ 3.015,20 equação (13)

Prevenção de Incêndios: R\$190,00/ha equação (14)

Assim, o custo total da recomposição da flora nativa é de: R\$ 5.772,00/ha + R\$ 632,62/ha + R\$ 84,21/ha + R\$ 3.230/ha + R\$: 12.765,00/ha + R\$5.871,50/ha + R\$ 3.015,20 + R\$190,00/ha = R\$ 31.560,53/ha

Cálculo da área a ser compensada:

A área a ser compensada foi obtida considerando o valor total da valoração dos danos ambientais e o custo estimado para recuperar um hectare. Logo:

Área a ser recuperada = R\$317.339,96 ÷ R\$31.560,53 por ha = 10 ha equação (15)

Diante disso, Rodrigues (2016) estima um valor monetário que atenda todas as atividades necessárias para promover a recuperação de um hectare de área degradada igual a R\$31.560,53. Portanto, considerando o custo total evitado de R\$317.339,96, tem-se uma área compatível para compensação ambiental de 10 ha.

A Figura 6 apresenta sugestão de área a ser recuperada na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Filipão, que foi afetada negativamente pela poluição hídrica.

Como se pode constatar nas Figuras 5 e 6, as margens do mencionado curso de água encontram-se desprovidas de mata ciliar e esse fato contribui para a degradação da qualidade das águas.

Diante disso e considerando o fundamento estabelecido na Lei Federal nº 9.433/1997, Art. 1º, inciso V, que institui a bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, bem como a exigência preconizada no Código Florestal Brasileiro (Lei Federal nº 12.651/2012) para a existência das matas ciliares dos corpos de água, o critério estabelecido para a medida de compensação no caso em questão está em consonância com a legislação ambiental pertinente.

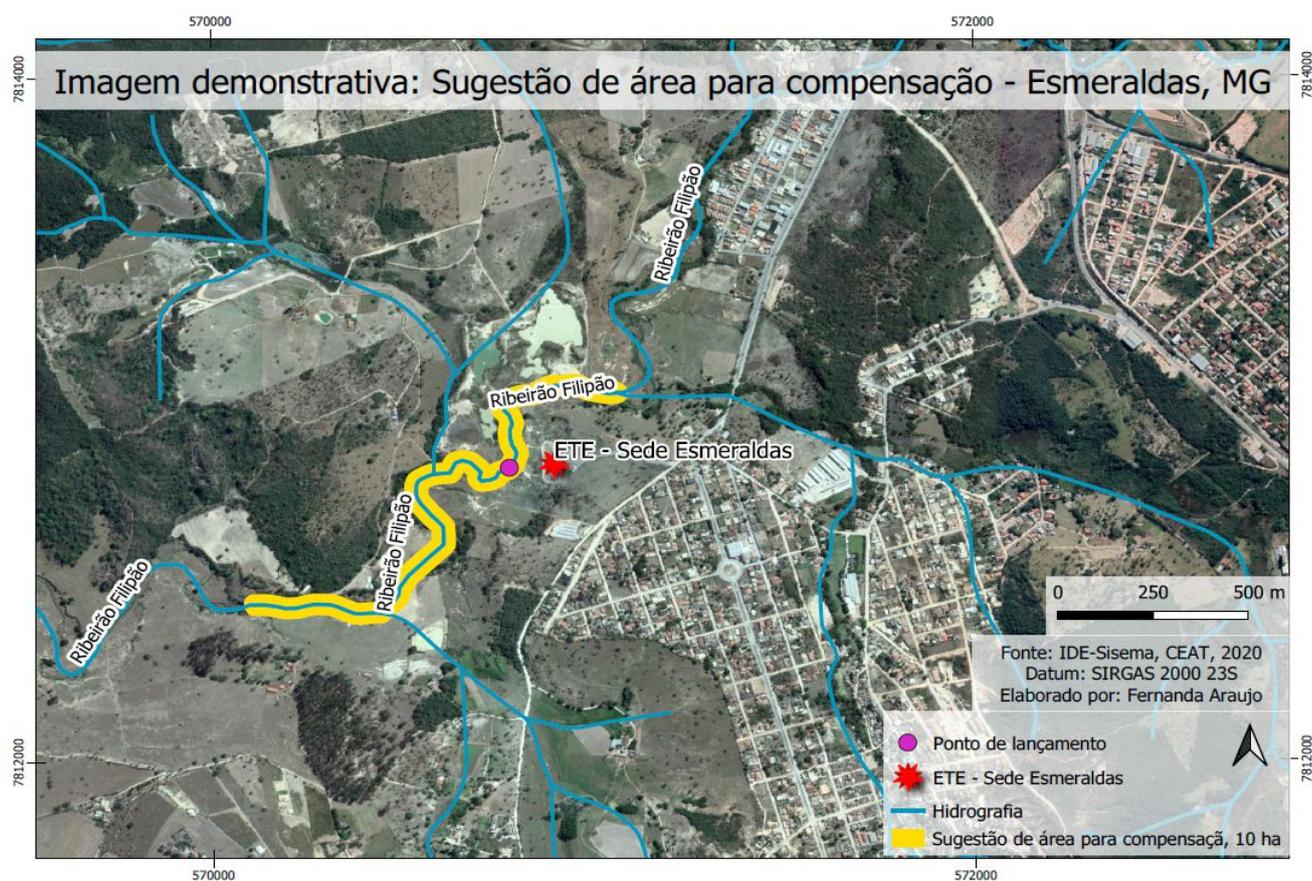


Figura 6 – Sugestão de área para compensação ambiental. Fonte: Autores do trabalho.

CONCLUSÕES

Diante do exposto, o quantum *debeatur* referente ao dano ambiental ocasionado pelo lançamento de esgotos brutos em curso de água, no período considerado, foi de R\$317.339,96. Esse valor corresponde ao custo estimado para recuperar uma área de 10 hectares.

Sugere-se que essa área seja discutida e definida em conjunto com a Secretaria Municipal da Agricultura e Meio Ambiente de Esmeraldas e/ou Instituto Estadual de Florestas (IEF) e preferencialmente na mesma bacia hidrográfica onde ocorreu o dano, conforme art. 1º, V da Lei 9.433/1997 (Política Nacional de Recursos Hídricos).

Por fim, ressalta-se a necessidade de realizar manutenção corretiva nas instalações e equipamentos da ETE analisada, visando melhorar a qualidade do tratamento dos esgotos sanitários e preservar a qualidade das águas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 14653-6**. Avaliação de bens. Parte 6: Recursos naturais e ambientais. Rio de Janeiro, 2009. Versão corrigida
2. Brasil. **Lei nº 6.938, de 31 agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 set. 1981.
3. _____. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 jan. 1997.
4. _____. **Lei nº 12.651, de 25 maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 maio 2012.
5. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa nacional de saneamento básico 2017: abastecimento de água e esgotamento sanitário / IBGE**, Coordenação de População e Indicadores Sociais. Rio de Janeiro. IBGE, 2020. 124 p.



6. Ministério Público do Estado de Minas Gerais (MPMG). **Atualização monetária TJMG**. 2020. Disponível em: <<https://aplicacao.mpmg.mp.br/siscat/calculadorAtualizacaoMonetaria.do>>. Acesso em 16/10/2020.
7. Rodrigues, N. G. **Custo para recuperar uma área degradada: um projeto para a cascalheira do Parque Sucupira**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Gestão Ambiental). Universidade de Brasília, Planaltina-DF, 2016.
8. Von Sperling, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4ª ed. Belo Horizonte. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 2014. 472 p.