



## VALORAÇÃO DE DANO AMBIENTAL AOS RECURSOS HÍDRICOS OCACIONADO POR ESGOTO SANITÁRIO COM TRATAMENTO INADEQUADO E RESPECTIVA MEDIDA DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

Alexandra Fátima Saraiva Soares (\*), Cristiano Christófaros Matosinhos, Fernanda Araújo da Silva

\* IEC da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (IEC-PUC Minas); Ministério Público de Minas Gerais.

E-mail: asaraiva.soares@gmail.com.

### RESUMO

Este artigo apresenta metodologia de valoração de dano ambiental ocasionado por lançamento de esgotos sanitários, com tratamento inadequado, gerados pela população do distrito de Inhaí, em Diamantina-MG, por um período de onze anos consecutivos. Foi aplicada a formulação do Valor Econômico do Recurso Ambiental e considerados os valores de uso indireto dos recursos hídricos afetados. Para realização dos cálculos, utilizou-se o conceito de Emergia, que considera serviços ecossistêmicos e corresponde à energia solar que foi previamente requerida, direta ou indiretamente, para produzir o recurso natural afetado. O método de valoração utilizado resultou em um *quantum debeatur*, no período considerado, de R\$ 819.903,15, que correspondeu à medida de compensação para recuperar 26 ha de matas ciliares de nascentes e curso de água na sub-bacia onde ocorreu o dano ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Valoração ambiental, Dano ambiental, Poluição hídrica, Esgoto sanitário, Medida de compensação.

### INTRODUÇÃO

O lançamento de esgotos sanitários, sem prévio tratamento ou tratamento inadequado, nas águas superficiais ocasiona poluição hídrica, com prejuízo para múltiplos usos do recurso hídrico a jusante do ponto de lançamento, ademais, acarreta desequilíbrio nos ecossistemas aquáticos. Isso se deve à constituição do esgoto sanitário, que apesar de conter aproximadamente 99,9% de água, a fração restante inclui sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos e, ainda, micro-organismos. Assim, é a fração de 0,1% que ocasiona a poluição das águas (VON SPERLING, 2014).

Dentre os poluentes contidos nos esgotos sanitários, a matéria orgânica constitui a principal causadora da poluição hídrica. Esse fato decorre do consumo de oxigênio dissolvido pelos micro-organismos em seus processos metabólicos de utilização e estabilização da matéria orgânica, o que pode ocasionar mortandade de organismos aquáticos. Assim, os poluentes presentes nos esgotos sanitários devem ser adequadamente tratados e removidos de maneira a atender aos padrões de lançamento estabelecidos na legislação pertinente e a não causar dano ambiental.

Atualmente, os recursos hídricos expressam valores financeiros e são considerados na análise dos custos econômicos da exploração ambiental e incorporados em toda cadeia produtiva ou atividade utilizadora de bens ambientais. Esses valores devem ser interpretados por instrumentos econômicos e precificados, especialmente quando da ocorrência de dano ambiental não reparado – ou cuja reparação se deu de modo deficiente.

Os métodos de valoração são complexos e requerem conhecimentos técnicos específicos para se conhecer os serviços ambientais envolvidos em cada caso concreto. A metodologia Emergética ou Ecoenergética considera a energia solar incorporada (emergia) aos recursos ambientais para expressar a contribuição da natureza na produção da massa de água necessária na depuração do poluente até atingir os padrões estabelecidos na legislação pertinente e foi utilizada neste estudo (ODUM, 1996; PILLET, 1997).

O estudo de caso contempla inadequação no funcionamento do sistema de esgotamento sanitário do distrito de Inhaí, que pertence ao município de Diamantina e a ocorrência de dano ambiental no córrego receptor dos efluentes líquidos (córrego Biquinha). Foi relatado pela população problemas operacionais na Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) de Inhaí, bem como situações de refluxo de esgoto nas casas, focos de reprodução de vetores de doenças (mosquitos), existência de fossas negras e mau cheiro no entorno da mencionada estação.

### OBJETIVO

Apresentar método de valoração de dano ocasionado aos recursos hídricos pelo lançamento de esgotos sanitários, com tratamento inadequado, gerados pela população do distrito de Inhaí, em Diamantina-MG, durante onze anos.

## METODOLOGIA

### 1. Trecho do curso de água afetado pelo lançamento irregular de esgoto

O trabalho foi desenvolvido em sub-bacia do Rio Jequitinhonha, região nordeste de Minas Gerais, distrito de Inhaí, situado em Diamantina-MG. Foi aplicado o modelo de Streeter Phelps, com vazão média de esgotos apresentada pela ARSAE (2016; 2016a), para se conhecer a depuração da matéria orgânica nos cursos de água e estimar a extensão do trecho afetado pelo lançamento.

### 2. Valoração de serviços ecossistêmicos

A metodologia para a valoração dos danos utilizou a formulação do Valor Econômico do Recurso Ambiental (VERA), incluída pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), na Norma Brasileira – NBR 14.653:2008 (ABNT, 2009), conforme Equação 1:

$$\text{VERA} = \text{VUD} + \text{VUI} + \text{VO} + \text{VE} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

VUD = Valor de Uso Direto;

VUI = Valor de Uso Indireto;

VO = Valor de Opção;

VE = Valor de Existência ou Valor de Não Uso.

Utilizou-se no cálculo da valoração o VUI dos recursos hídricos afetados, determinado pelo serviço ambiental associado à água superficial poluída – metodologia Emergética. Assim, a avaliação dos serviços ecossistêmicos afetados foi realizada a partir da carga de esgotos lançada, da avaliação do trecho do rio afetado pelo esgoto e da quantidade da água necessária para a diluição do efluente.

A determinação da massa de água, necessária para que os parâmetros (DBO) atinjam as concentrações definidas na legislação pertinente para o enquadramento do curso de água, foi realizada a partir da Equação 2:

$$\mathbf{M} = \frac{1\text{kg}}{\mathbf{L}} \cdot \mathbf{c} / \mathbf{L} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

M = Massa de água necessária para diluir a matéria orgânica biodegradável, expressa em termos de DBO, até o limite estabelecido para o enquadramento do curso de água, Classe 2, e limite DBO estabelecido em MINAS GERAIS (2008) (kg/dia);

c = carga de DBO lançada (kg/dia);

L = limite DBO (MINAS GERAIS, 2008) (kg/L).

A energia potencial (Ep) associada à massa de água definida anteriormente foi definida, conforme Equação 3:

$$\mathbf{E_p} = \mathbf{M} \cdot \mathbf{g} \cdot \mathbf{h} \quad \text{Equação 3}$$



Onde:

$E_p$  = Energia potencial;

$M$  = Massa de água (conforme Equação 2);

$g$  = aceleração da gravidade (9,8 m/s);

$h$  = diferença das cotas entre o ponto de lançamento e exutório do curso d'água (m).

Para utilização do modelo para estudo de autodepuração da matéria orgânica biodegradável do esgoto sanitário no córrego Biquinha utilizou-se a vazão média de esgotos apresentada pela ARSAE (2016a): 2,0 L/s, para a ETE de Inhaí.

Para quantificação da carga de DBO oriunda do lançamento de esgotos sanitários da ETE Inhaí, também foram utilizados dados apresentados pela ARSAE (2016) – valor médio de DBO igual a 220 mg/L. Foram considerados os valores médios dos resultados de DBO do esgoto tratado para os anos 2013, 2014 e 2015.

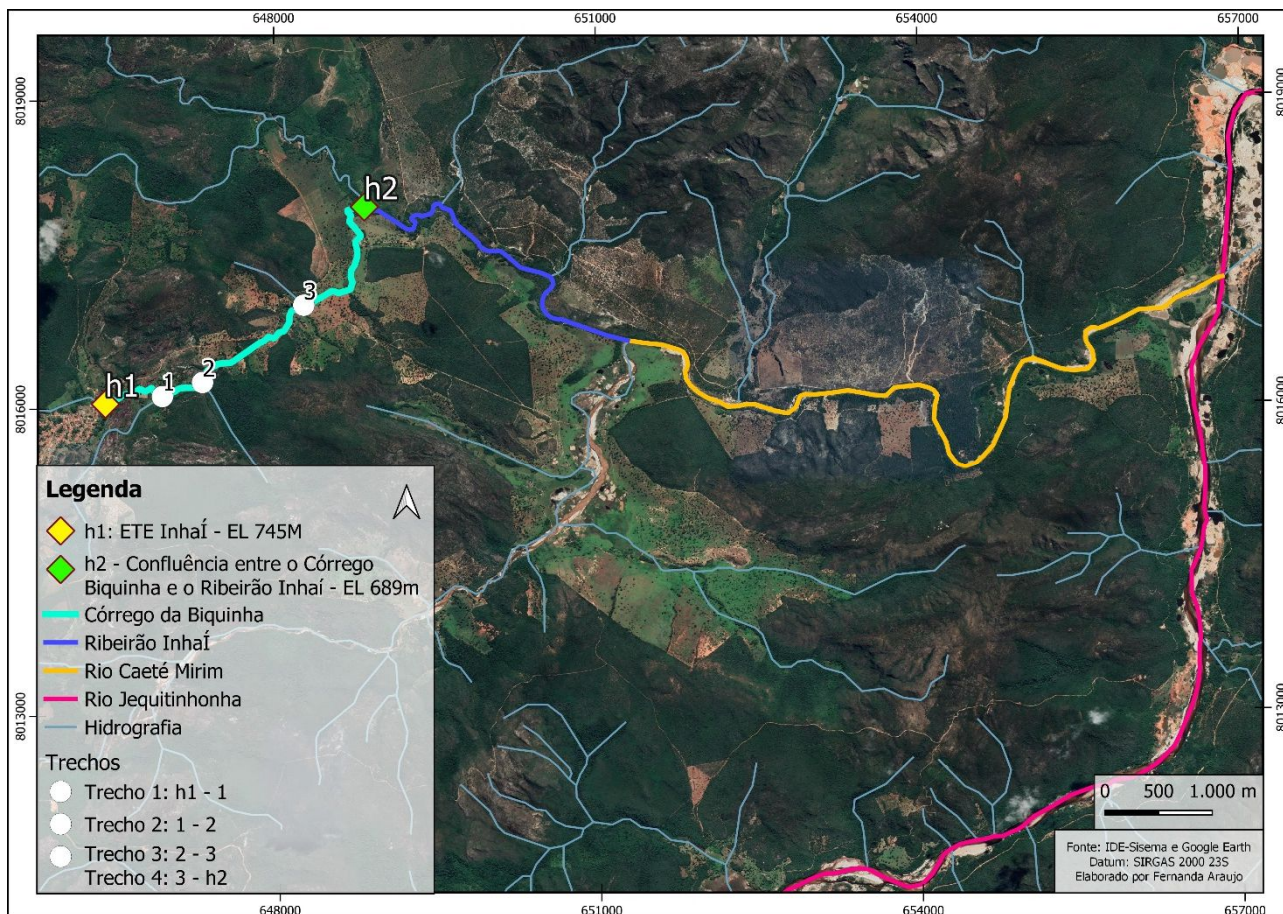
Os estudos de autodepuração foram conduzidos, ainda, para o ribeirão Inhaí, visando conhecer o ponto de autodepuração da carga poluidora (DBO) remanescente, que foi introduzida pelas águas do córrego Biquinha.

As vazões dos trechos do córrego Biquinha e Ribeirão Inhaí, bem como dos seus tributários foram obtidas na plataforma do IDE SISEMA (2021). Utilizou-se a vazão mínima esperada em 90% do tempo (ano hidrológico) –  $Q_{90}$  como referência.

Esclarece-se que  $Q_{90}$  é a vazão determinada a partir das observações em um posto fluviométrico em certo período de tempo, em que em 90% daquele período as vazões foram iguais ou superiores a ela. Em outras palavras, pode-se aceitar que existe um nível de 90% de garantia de que naquela seção do curso d'água as vazões sejam maiores do que a  $Q_{90}$ . Diz-se que a  $Q_{90}$  é a vazão com 90% de permanência no tempo, podendo ser extrapolado para outras seções do curso d'água, com base na área da bacia hidrográfica contribuinte e nas quantidades de chuvas da região (ANA, 2011).

Para estabelecer a diferença de altitude ( $h$ ) entre o ponto de lançamento dos esgotos – Ponto 1 ( $h_1$ ) = 749m e o local onde ocorreu a depuração da DBO – Ponto 2 ( $h_2$ ) = 689m, o ponto inicial ( $h_1$ ) foi registrado nas proximidades da ETE Inhaí e o ponto final ( $h_2$ ) no início da Zona de Águas Limpas, situado a 3,9 km a jusante do lançamento, onde o córrego Biquinha deságua no Ribeirão Inhaí, conforme estudo de autodepuração realizado. Utilizou-se o Google Earth Pro<sup>®</sup> para verificar as cotas dos pontos de lançamento e de depuração. O valor da diferença de altitude ( $h$ ) foi utilizado no cálculo da energia potencial obtido pela Equação 4.

Pelo estudo de autodepuração da carga poluidora considerada neste trabalho, constatou-se que, quando essa carga poluidora atinge o Ribeirão Inhaí, em virtude da maior vazão e melhor qualidade dessas águas, os padrões estabelecidos na legislação para DBO e oxigênio dissolvido (OD) (Classe 2) – igual a 5 mg/L – não são violados (MINAS GERAIS, 2008). A Figura 1 demonstra a localização dos pontos e trechos do córrego Biquinha, considerados no estudo.



**Figura 1: Localização dos pontos e trechos considerados no estudo de autodepuração. Fonte: Autores do trabalho.**

A Tabela 1 apresenta informações sobre vazões de referência e extensões dos trechos dos cursos de água considerados no estudo de autodepuração dos esgotos da ETE Inhaí, Diamantina/MG.

**Tabela 1: Vazões e extensões dos trechos dos cursos de água. Fonte: IDE-SISEMA (2021).**

Trecho	Curso de água	Vazão (m <sup>3</sup> /s)			Extensão* (km)
		Q <sub>90</sub>	Q <sub>95</sub>	Q <sub>7,10</sub>	
T 1	Córrego Biquinha	0,006362	0,003947	0,000524	0,935
T 2	Córrego Biquinha	0,011875	0,007515	0,0011	0,132
T 3	Córrego Biquinha	0,01711	0,010954	0,001698	1,180
T 4	Córrego Biquinha	0,019991	0,012862	0,002043	1,589
Inhaí	Ribeirão Inhaí	0,183603	0,12677	0,028503	1,250

Nota: Extensões obtidas utilizando ferramentas de medição do *software* de geoprocessamento ArcGis<sup>®</sup>.

Diante do exposto, a emergência dos serviços ecossistêmicos afetados (capacidade de autodepuração do corpo d'água) e seu respectivo valor monetário foram calculados por meio dos seguintes passos:

- i. conversão dos serviços ecossistêmicos previamente calculados em uma medida emergética equivalente, no caso energia solar incorporada, adotando-se índices de Transformidade, que avaliam a qualidade do fluxo de energia dos serviços ambientais associados a determinado recurso natural ou antrópico. Tais índices são calculados por pesquisadores em todo o mundo, sendo amplamente divulgados em periódicos científicos e sites da internet especializados,
- ii. conversão da energia calculada em valores monetários por meio do índice de equivalência energia/dólar calculado para o Brasil. Tal índice permite comparar a energia do serviço afetado à energia do dinheiro que circula no país em determinado ano, possibilitando a conversão dos valores de energia em dinheiro,
- iii. conversão do valor em dólar para real, utilizando o câmbio atual.

A energia potencial foi convertida em energia incorporada (Emergia), considerando fator de conversão apresentado na literatura, conforme Equação 4, de modo a se estimar os serviços ecossistêmicos responsáveis pela complementação do tratamento do efluente:

$$EM = Ep \cdot F \quad \text{Equação 4}$$

Onde,  
 EM = Emergia (sej/dia);  
 Ep = Energia potencial (j/dia) (Equação 3);  
 F = Fator de conversão

Por fim, os serviços ecossistêmicos, em bases emergéticas, foram convertidos em valores monetários, a partir da equação 5:

$$EM_{Dólar} = \frac{EM}{TED} \quad \text{Equação 5}$$

Onde,  
 EM Dólar = Emergia do dolar;  
 EM = Emergia (sej/dia).  
 TED = Transformidade Emergia-Dolar

### 3. Compensação ambiental

Procedeu-se ao levantamento dos valores de custos para recuperação de área degradada conforme diretrizes apresentadas pelo IBAMA (2002). A área a ser recuperada, inserida na mesma bacia hidrográfica onde ocorreu a poluição hídrica, foi obtida por meio da divisão do valor auferido para a valoração do dano pelo custo de recuperação de 1 (um) hectare do bioma, conforme Saraiva Soares *et al.* (2018).

## RESULTADOS

### 1. Quantificação dos danos ambientais

A carga de DBO, proveniente do lançamento de esgotos sanitários gerados pela população de Inhaí e lançada irregularmente no curso de água, foi de:

$$Carga \text{ de DBO por dia} = 38 \text{ kg/dia}$$

### 2. Valoração econômica dos danos ambientais

### *Determinação da massa de água necessária*

A massa total de água comprometida na depuração da carga de DBO lançada até a concentração de DBO permitida pela legislação, foi obtida por meio da Equação 3.

Considerando que os cursos de água considerados estejam enquadrados na Classe 2, cujo padrão para DBO é de 5 mg/L (0,00005 kg/L). A massa de água necessária para a depuração será de:

$$M = \frac{1 \text{ kg}}{L} \cdot \left[ \left( 38 \frac{\text{kg}}{\text{dia}} \right) / \left( 0,00005 \frac{\text{kg}}{L} \right) \right]$$
$$M = 7.600.000 \frac{\text{kg}}{\text{dia}}$$

### *Cálculo da energia potencial da massa de água*

A energia potencial ( $E_p$ ) da massa de água utilizada na depuração foi calculada, em Joules, e obtida pela Equação 4.

$$E_p = 7.600.000 \text{ kg/dia} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot (\text{diferença de cotas } h_1 \text{ e } h_2 = 56 \text{ m})$$

$$E_p = 4,17\text{E}+09 \text{ J/dia}$$

### *Cálculo da Emergia*

De acordo com Ortega (2000), a transformidade referente a Rios - *Escoamento gravitacional* é 27.874 sej/J. Assim, a conversão da energia potencial para Emergia é dada por:

$$Emergia = 1,16\text{E} + 14 \text{ sej/dia}$$

### *Conversão Emergia-Dólar*

De acordo com Ortega (2000), a transformidade EMergia-Dólar = 3,0 E+12 sej/US\$, logo:

$$EMDólar = \frac{Emergia}{Transformidade Emergia - Dólar} = \frac{1,16\text{E} + 14}{3,0\text{E} + 12} = 38,75 \text{ US$/dia}$$

### *Conversão Dólar-Real*

Cotação do Dólar em 12/05/2021: R\$ 5,27 (ECONOMIA, 2021).

Logo:

Custo ambiental do lançamento irregular de esgoto no córrego Biquinha = **R\$ 204,21 por dia de violação.**

A Tabela 2 apresenta o resumo dos cálculos de valoração.

**Tabela 2 - Valores calculados para os danos diretos ocasionados pelo lançamento irregular de esgotos sanitários de Inhaí.**

Serviços Ambientais afetados	Carga Total, kg/dia	Massa de água para depuração, kg/dia	Energia Potencial J/dia	Transformidade sej/J	Emergia sej/dia	Emdólares US/dia	Reais R\$/dia
Depuração DBO	38	7.600.000	4,17E+09	2,7874E+4	1,16E+14	38,75	204,21

Portanto, o valor de VUI das águas do córrego Biquinha corresponde a **R\$ 819.903,15** no período considerado (maio de 2010 a maio de 2021 – 11 anos de ineficiência na operação da ETE Inhaí). Foram considerados 365 dias por ano.

### 3. Compensação Ambiental

Como medida de compensação pelos danos ocasionados pelo lançamento irregular de esgotos sanitários em curso de água, foi calculado o custo de revegetação de áreas degradadas, tendo como referências estudo de recuperação de área degradada do Parque Sucupira realizado pela Faculdade UnB de Planaltina – FUP (RODRIGUES, 2016).

Assim o custo total da recomposição da flora nativa considerado foi de:

$\Sigma$  custos (implantação, manutenção e monitoramento) / ha = 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.

Logo, o custo para reflorestamento de um hectare de área degradada totaliza **R\$ 31.560,53.**

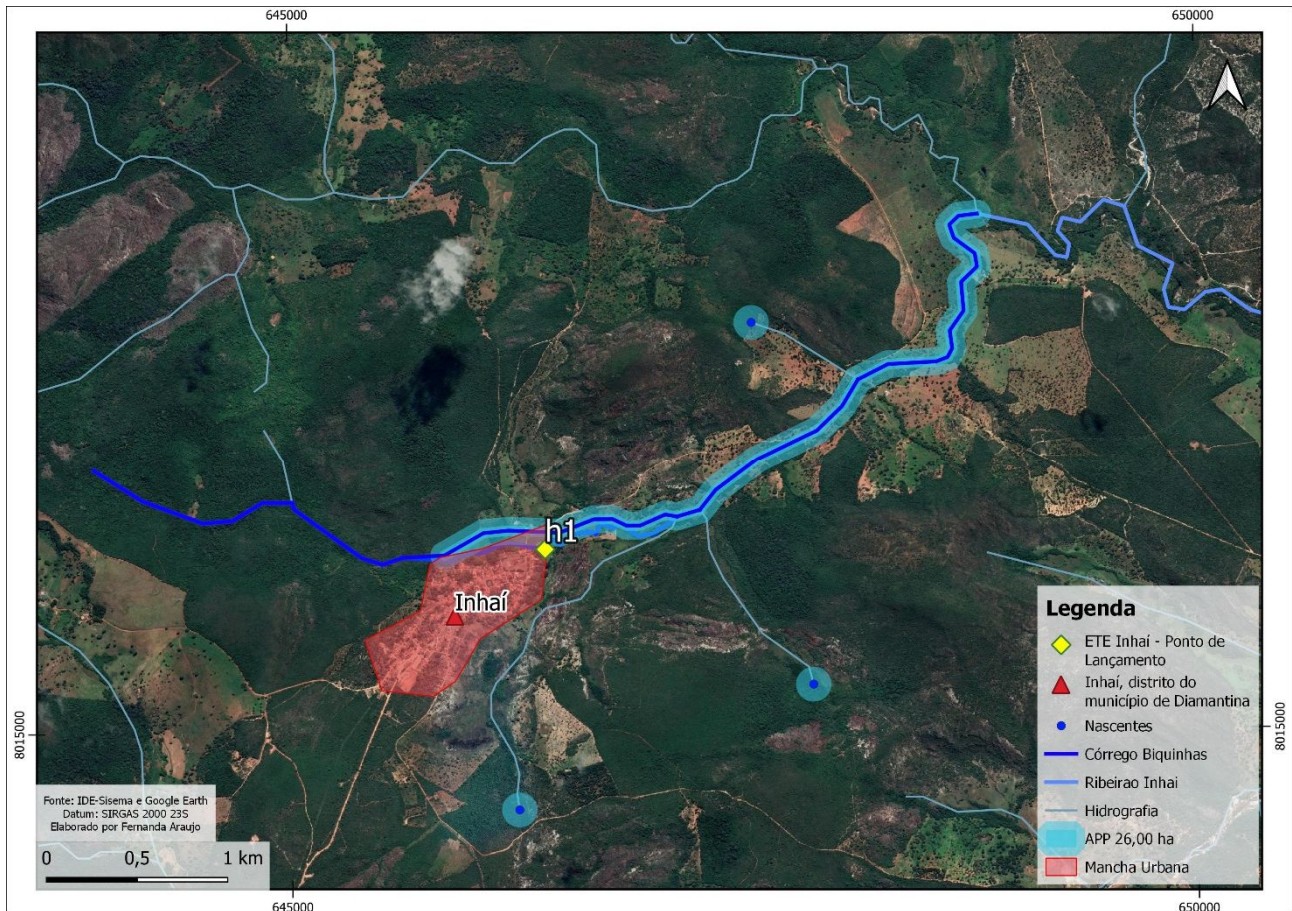
*Cálculo da área a ser compensada*

A área de preservação permanente (APP) a ser compensada (pela revegetação das matas ciliares) foi obtida considerando o valor total da valoração dos danos ocasionados pelo lançamento irregular de esgotos no ambiente e o custo estimado para recuperar um hectare.

Logo:

$$\text{Área a ser revegetada} = \frac{\text{R\$ } 819.903,15}{\text{R\$ } 31.560,53} = 26 \text{ ha}$$

A Figura 2 indica localização da APP (áreas de matas ciliares) na sub-bacia do córrego Biquinhas, incluindo nascentes, onde se sugere a recuperação de 26 hectares.



**Figura 2: Localização da APP sugerida para revegetação na bacia hidrográfica onde ocorreu o dano ambiental.**  
**Fonte: Autores do trabalho.**

O critério para seleção das áreas apresentadas na Figura 2 considerou as matas ciliares de nascentes e curso de água, inseridos na sub-bacia onde ocorreu o dano ambiental, visualmente mais desprovidos de vegetação.

Cabe destacar que a Lei nº 9.433/1997 estabelece – como fundamento – no Art. 1º, V que a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Sabe-se que o uso do solo na bacia hidrográfica interfere diretamente na qualidade da água superficial. Assim, o critério utilizado está em consonância com o fundamento estabelecido na PNRH e com o Código Florestal Brasileiro (Lei Federal nº 12.651/2012).

## CONCLUSÃO

Diante do exposto e pelo método apresentado, os efluentes lançados no córrego Biquinha e provenientes do tratamento inadequado na ETE Inhai em Diamantina, por 11 (onze) anos consecutivos, ocasionaram dano ambiental nos recursos hídricos que equivalente a um *quantum debeat* de **R\$ 819.903,15 (Oitocentos e dezenove mil, novecentos e três reais e quinze centavos)**.

Esse valor correspondeu a medida de compensação para recuperar área de 26 ha de matas ciliares na bacia hidrográfica afetada pela poluição hídrica. Essa área pode variar em função do Projeto Técnico de Reconstituição da Flora (PTRF) apresentado ao Processo Administrativo de Regularização Ambiental, em virtude da necessidade do caso concreto como gastos para contenção de taludes (margens dos cursos de água e outros).





Por fim, cabe salientar que paralelamente à aplicação da valoração e recomendação da medida de compensação ambiental apresentada, faz-se importante a adoção de medidas que visam a cessar o dano ambiental por meio da adequação da operação do sistema de esgotamento sanitário do distrito de Inhaí, em Diamantina/MG, conforme apresentado nos relatórios de fiscalização em anexo (ARSAE, 2016; 2016a), de forma a cumprir a legislação e não ocasionar poluição (Art. 3º, III da lei Federal nº 6.938/1981).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR 14.653-6:2008**. Versão corrigida: 2009. Avaliação de bens: parte 6: recursos naturais e ambientais. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.
2. ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico). **Outorga de direito de uso de recursos hídricos / Agência Nacional de Águas**. Brasília: SAG, 2011.
3. ARSAE (Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais). **Relatório de Fiscalização**. Serviços de Esgotamento Sanitário do Distrito de Inhaí – Município de Diamantina. Prestador: COPANOR-MG. Janeiro de 2016. Elaborado por Adriane Neves Scarpelli e Josianne Lenadro Rodrigues. Disponível em: [http://arsae.mg.gov.br/images/Relatorios/Rf\\_op\\_tec\\_ses\\_inhai.pdf](http://arsae.mg.gov.br/images/Relatorios/Rf_op_tec_ses_inhai.pdf). Acesso em: 4 de junho, 2021.
4. \_\_\_\_\_ (Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais). **Relatório de Fiscalização nº GFO-018/2016**. Serviços de Esgotamento Sanitário do Distrito de Inhaí – Município de Diamantina. Prestador: COPANOR-MG, maio de 2016. Elaborado por Denise Rodrigues Avelar e Elbert Figueira Araújo Santos. Disponível em: [http://arsae.mg.gov.br/images/Relatorios/rf\\_tec\\_op\\_ses\\_dist\\_inhai\\_diamantina.pdf](http://arsae.mg.gov.br/images/Relatorios/rf_tec_op_ses_dist_inhai_diamantina.pdf). Acesso em: 4 de junho, 2021. 2016a.
5. Economia. **Dólar comercial**. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/cotacoes/cambio/>>. Acesso em maio, 2021.
6. IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). **Modelo de valoração econômica dos impactos ambientais em unidades de conservação**. 2002. Disponível em: [http://www.biodiversidade.rs.gov.br/arquivos/1161519935Modelo\\_de\\_valoracao\\_economica\\_dos\\_impactos\\_ambientais\\_em\\_unidades\\_de\\_conservacao.pdf](http://www.biodiversidade.rs.gov.br/arquivos/1161519935Modelo_de_valoracao_economica_dos_impactos_ambientais_em_unidades_de_conservacao.pdf). Acesso em: 31 set. 2018.
7. IDE-SISEMA. **Portal InfoHidro Informações sobre Recursos Hídricos**. Disponível em: <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/banco-de-noticias/312-igam-e-ufv-publicam-estudo-de-regionalizacao-de-vazao-para-o-aprimoramento-do-processo-de-outorga-no-estado-de-minas-gerais>>. Acesso em maio de 2021.
8. Minas Gerais. **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008**. Publicação – Diário do Executivo – “Minas Gerais” – 13/05/2008. Retificação – Diário do Executivo – “Minas Gerais” – 20/05/2008. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/>. Acesso em setembro 2021.
9. Motta, R. S. **Manual de valoração**. Brasília, DF: MMA, 1998. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/publica/mvalora/sumario.html>. Acesso em: maio de 2021.
10. Odum, H. T. **Environmental accounting, energy and decision making**. New York: Wiley, 1996.
11. Ortega, Enrique. 2000. **Tabela de Transformidades** – (emergia / Joule, emergia / kg, emergia / US\$) de recursos naturais, insumos industriais e produtos de ecossistemas. Disponível em <http://www.unicamp.br/fea/ortega/curso/transformid.htm>. Acesso em 10 jan.2019.
12. Pillet, G. **Economia ecológica: introdução à economia do ambiente e dos recursos naturais**. Lisboa: Instituto Piaget, 1997.
13. Rodrigues, Nikolas Gebrim, **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.
14. Saraiva Soares, A.F.; Araujo, B. J. R. S.; Silva, F. P.; Silva, L. F. M.; Claves, T. H. R. Compensação ambiental por poluição hídrica: metodologia da Central de Apoio Técnico para a atuação do ministério público. In: **IX Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2018**, São Bernardo do Campo/SP. Gestão ambiental e o meio urbano, 2018. v. 9.
15. Von Sperling, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. v.1. 4ª ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014, 472 p.