

## XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

### **REDUÇÃO DE EXTRAVASAMENTOS DE ESGOTO UTILIZANDO SOLUÇÃO BASEADA NA NATUREZA (SbN) – ESTUDO DE CASO DE BIORREMEDIAÇÃO EM REDES COLETORAS**

*Isabela Cardinali<sup>1</sup>; Anderson dos Santos Gomes<sup>2</sup>*

**Abstract:** Bioremediation, as a Nature-Based Solution, has been an increasingly adopted technology in response to demands for sustainability. In the sewage problem, it aims to take advantage of the natural capacity of some microorganisms to degrade organic matter and other pollutants. In the case study carried out in sewage collection networks in the Jardim das Alterosas II Seção neighborhood in Betim, Minas Gerais, the combination of bioremediation with the PV-IGS (Grease and Solid Interceptor Inspection Well) proved to be effective in unclogging the collection networks and consequently reducing maintenance and operating costs, in addition to significantly improving sewage and air quality. By adopting this innovative approach, we mitigate water pollution and contribute to achieving global ESG goals, aligning with the Sustainable Development Goals (SDGs), promoting a healthier and more resilient future for present and future generations.

**Resumo:** A biorremediação, como Solução baseada na Natureza (SbN), têm sido tecnologia cada vez mais adotada como resposta às demandas por sustentabilidade. Na problemática de esgotamento sanitário visa o aproveitamento da capacidade natural de alguns microrganismos para degradar matéria orgânica e outros poluentes. No estudo de caso realizado em redes coletoras de esgoto no bairro Jardim das Alterosas II Seção em Betim-Minas Gerais, a combinação da biorremediação com o PV-IGS (Poço de Visita Interceptador de Gordura e Sólidos), mostrou-se eficaz na desobstrução das redes coletoras e consequente redução de manutenções e custos operacionais, além de significativa melhoria na qualidade do esgoto e do ar. Ao adotar essa abordagem inovadora, mitigamos a poluição hídrica e contribuímos para o alcance de metas globais da ESG, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), promovendo um futuro mais saudável e resiliente para as gerações presentes e futuras.

**Palavras-Chave:** Biorremediação, manutenção, redes coletoras.

### **INTRODUÇÃO**

A gestão eficiente e sustentável dos sistemas de esgoto é crucial para preservar a qualidade ambiental e garantir o bem-estar das populações urbanas. Em Betim, na região metropolitana de Belo Horizonte, os desafios decorrentes de refluxos e vazamentos nas redes coletoras de esgoto são uma realidade constante.

Denominamos redes coletoras, o conjunto de canalizações que recebem a partir das ligações prediais o esgoto gerado nos imóveis, sendo sua função conduzir os esgotos coletados até as redes troncos e direcioná-los até as Estações de Tratamento, conforme diretrizes da Norma Brasileira NBR

1) Isabela Cardinali: Av. Ayrton Senna, 131, Ponte Alta, Betim - MG, (31)99726-8612, isabela.cardinali@copasa.com.br

2) Anderson dos Santos Gomes, Av. Edméia Mattos Lazarotti, 4000, Betim - MG, (31) 99678-3609, Anderson.gomes1@copasa.com.br

9648 – Estudo de Concepção de Sistema de Esgoto Sanitário da Associação Brasileira de Normas Técnicas (1986).

O afastamento e tratamento dos esgotos sanitários torna-se fundamental para garantir saúde, qualidade de vida e menores impactos no meio ambiente. Porém, manter um sistema de coleta eficiente ainda é um grande desafio para as concessionárias de saneamento, pois além dos altos custos disponibilizados para a manutenção, depende diretamente da conscientização e boa utilização pela população.

Após diagnóstico técnico realizado nas ligações prediais e caracterização do esgoto na rede coletora em áreas críticas de extravasamentos de esgoto em Betim – MG, identificou-se 20% de ligações irregulares por ausência de caixas de gordura, problema que contribui significativamente para os entupimentos e sobrecargas nas redes coletoras.

A pequena solubilidade dos óleos e graxas constitui um fator negativo no que se refere à sua degradação e sua presença nos corpos hídricos, pois diminui a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico, impedindo, dessa maneira, a transferência do oxigênio da atmosfera para a água.

Diante do desafio de reduzir óleos e graxas e minimizar os impactos ambientais e sociais em áreas críticas de extravasamentos, o estudo de caso realizado no bairro Jardim das Alterosas, buscou avaliar os potenciais da biorremediação, como Solução baseada na Natureza (SbN), aplicada diretamente nas redes coletoras e no inovador Poço de Visita Interceptador de Gordura e Sólido (PV-IGS) projetado e instalado na rede coletora como ponto retentor e digestor dos componentes poluidores.

A biorremediação pode ser definida como um processo biotecnológico no qual se utiliza o metabolismo de micro-organismos para a eliminação rápida de poluentes, com o objetivo de reduzir sua concentração a níveis aceitáveis, transformando-os em compostos de baixa toxicidade (Yakubu, 2007).

A biotecnologia de biorremediação inspirada em SbN apresentou-se como uma abordagem promissora, integrando a conservação ambiental com a melhoria da infraestrutura de saneamento reduzindo custos, notável melhoria na qualidade do esgoto coletado e redução de odores desagradáveis na região.

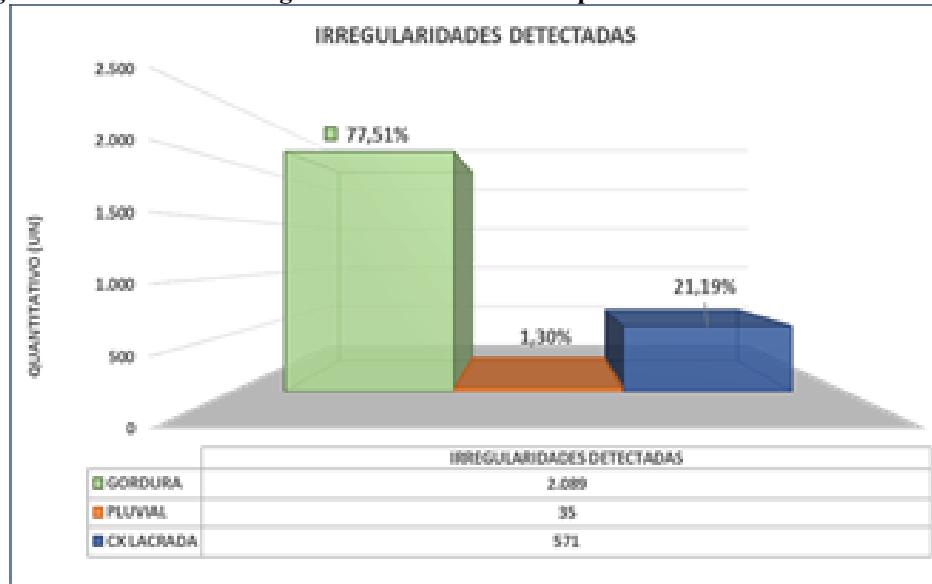
## OBJETIVO

O objetivo do estudo de caso foi reduzir os extravasamentos de esgoto, analisar a viabilidade econômica e melhorias socioambientais alcançadas pela biorremediação aplicada diretamente em redes coletoras de esgoto e no PV-IGS, no bairro Jardim das Alterosas II Seção, em Betim - MG.

## METODOLOGIA

Baseado no diagnóstico técnico (Figura 1) e caracterização do esgoto coletado (Tabela 1) na sub-bacia estudada, foi projetado e instalado um inovador Poço de Visita Interceptador de Gordura e Sólidos (PV-IGS) como ponto retentor e digestor de OLGs. (Figura 2) .

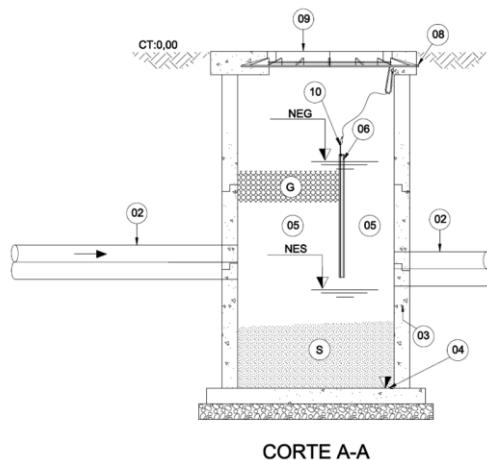
**Figura 1 - Resultado do diagnóstico técnico realizado pela concessionária. Fonte do autor.**



**Tabela 1 -- Caracterização inicial do esgoto coletado na sub-bacia estudada. Fonte do autor.**

Parâmetro	Método	LQ	Incerteza	Limites	Dt; Análise	Resultado
Demandra Bioquímica de Oxigênio	[SM]5210 B	0,3	3,3%	N/A	05/06/2023	527,7 mg O <sub>2</sub> /L
Demandra Química de Oxigênio	[SM]5220 D	10,0	0,77%	N/A	06/06/2023	1010,0 mg O <sub>2</sub> /L
<b>Óleos e Graxas</b>	<b>[SM] 5520 B</b>	<b>8,5</b>	<b>5,5%</b>	<b>N/A</b>	<b>06/06/2023</b>	<b>172,2 mg/L</b>
Sólidos Suspensos Totais	[SM]2540 D	5,0	5,9%	N/A	06/06/2023	246,0 mg/L
Surfactantes Aniônicos	POP 1246	0,20	6%	N/A	07/06/2023	10,31 mg MBAS/L

**Figura 2 - Projeto do PV-IGS. Fonte do autor.**



Para caracterização do esgoto, foram coletadas amostras de efluentes antes, durante e após o tratamento com a biorremediação. Os resultados obtidos foram comparados com dados históricos de qualidade e com os padrões regulatórios estabelecidos na Resolução CONAMA Nº 430 de

13/05/2011 onde estabelece o limite de 50mg/L de óleos vegetais e gorduras animais em redes coletoras.

O biorremediador utilizado é composto por três espécies de bacilos: *bacillus subtilis* – digestor de lipídico; *bacillus licheniformis* - digestor de proteínas e; *bacillus amyloliquefaciens* - digestor de amidos. Esta combinação de bactérias permite uma atuação mais abrangente na remoção de contaminantes.

O estudo envolveu amostragens em três pontos de coleta ao longo do trecho da rede de esgoto, conforme Figura 3, e seguiu o cronograma descrito na Tabela 2. Foram analisados os parâmetros de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio Dissolvido), DQO (Carbono Orgânico Dissolvido), OLG (Óleo e Graxa), SST (Sólidos Suspensos) e SAA (Adsorção Específica de Amônia), seguindo o método descrito no Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 22<sup>a</sup> edição.

**Figura 3 - Pontos de coleta e dosagem analisados no estudo. Fonte do autor.**



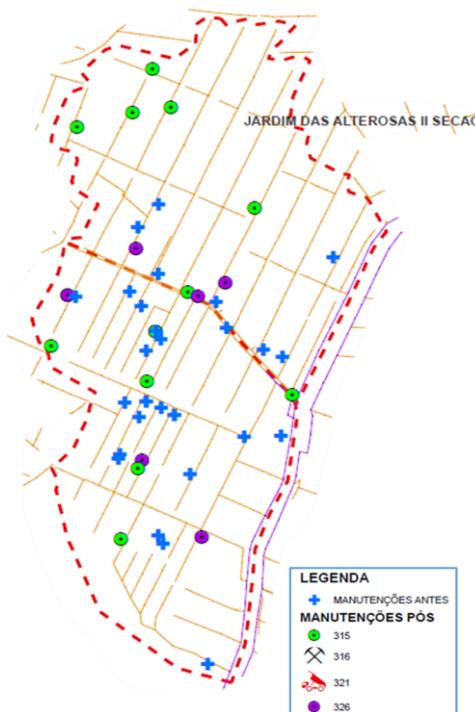
**Tabela 2 - Cronograma de coleta e quantitativo de amostras realizadas para o estudo. Fonte do autor.**

MÊS	Nº COLETA	DATA APLICAÇÃO
1º ANÁLISE	PT - 01	06.06.2023
	PT - 02	06.06.2023
	PT - 03	06.06.2023
2º ANÁLISE	PT - 01	28.06.2023
	PT - 02	28.06.2023
	PT - 03	28.06.2023
3º ANÁLISE	PT - 01	27.07.2023
	PT - 02	27.07.2023
	PT - 03	27.07.2023
4º ANÁLISE	PT - 01	30.08.2023
	PT - 02	30.08.2023
	PT - 03	30.08.2023
5º ANÁLISE	PT - 01	27.09.2023
	PT - 02	27.09.2023
	PT - 03	27.09.2023
6º ANÁLISE	PT - 01	31.10.2023
	PT - 02	31.10.2023
	PT - 03	31.10.2023

## RESULTADOS OBTIDOS

Os dados coletados foram analisados quantitativamente e qualitativamente, considerando a redução de manutenções (Figura 4), a melhoria na qualidade da água, a eficiência operacional e os benefícios ambientais e sociais alcançados com a aplicação da biorremediação e do Poço de Visita Interceptador de Gordura e Sólido. As Figuras 5 e 6 ilustram o resultado visual apresentado pela biorremediação no PV-IGS.

**Figura 4 - Mapa da redução de manutenções na rede coletora após a aplicação da biorremediação. Fonte do Autor.**



**Figura 5 - PV-IGS antes da aplicação da biorremediação. Fonte do autor.**



**Figura 6 - PV-IGS após período de testes da biorremediação. Fonte do autor.**

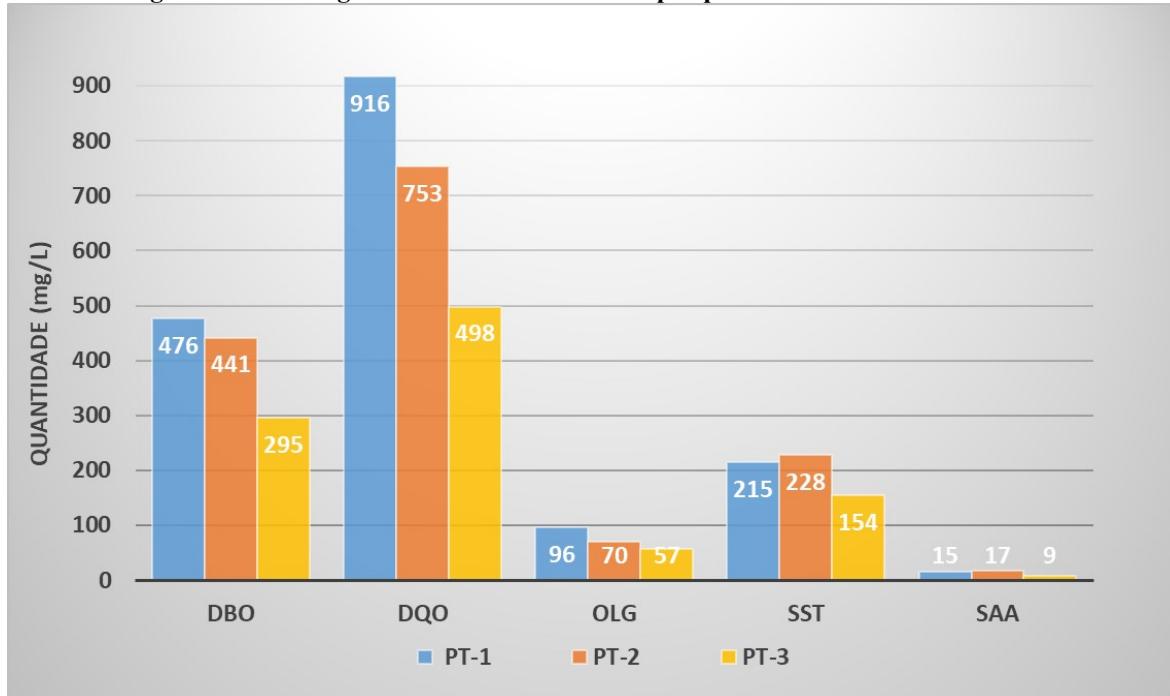


**Tabela 3 - Estatísticas descritivas das concentrações. Fonte do autor.**

	MÉDIA (mg/L)	MEDIANA (mg/L)	MÉDIA GEOMÉTRICA (mg/L)	VALOR MÁX (mg/L)	VALOR MIN (mg/L)	VARIÂNCIA	DESVIO PADRÃO (mg/L)	COEF. VARIAÇÃO
<b>ECOMIX G - PT -1</b>								
DBO	476	512	457	636	242	14.691	133	28%
DQO	916	950	874	1.205	444	61.876	272	30%
OLG	96	67	76	193	32	4.039	70	73%
SST	215	192	198	390	111	8.108	99	46%
SAA	15	18	15	20	8	20	5	32%
<b>ECOMIX G + PV-IGS - PT -2</b>								
DBO	441	454	433	536	290	6.024	85	19%
DQO	753	746	747	927	634	9.168	105	14%
OLG	70	75	68	81	51	142	13	19%
SST	228	218	218	335	157	4.327	72	32%
SAA	17	16	14	27	4	68	9	55%
<b>ECOMIX G + PV-IGS - PT -3</b>								
DBO	295	302	286	391	180	4.972	77	26%
DQO	498	496	472	748	274	24.827	173	35%
OLG	57	62	55	73	32	241	17	30%
SST	154	169	148	191	87	1.478	42	27%
SAA	9	8	8	13	6	8	3	36%

No resultado médio geral, os dados indicam uma tendência de redução nos parâmetros de qualidade do esgoto coletado em todos os pontos de coleta (Figura 7):

**Figura 7 - Análise geral dos resultados médios por ponto de coleta. Fonte do autor.**



Importante ressaltar que a combinação da biorremediação com o PV-IGS não apenas potencializa os benefícios de cada tecnologia, mas também oferece uma maior estabilidade estatística nos resultados e impactos positivos alcançados na redução de manutenção das redes coletoras de esgoto. Essa abordagem integrada promove uma gestão mais eficiente e sustentável dos sistemas de saneamento, contribuindo para a preservação do meio ambiente e a melhoria da qualidade de vida.

Quando há melhora na qualidade do esgoto coletado, mesmo em situações onde ocorram extravasamentos, contribui para reduzir a contaminação solo, dos corpos d'água e dos lençóis freáticos e manter um bom ecossistema.

Compreende-se também que, a redução de manutenção no sistema de esgotamento contribui para reduzir riscos à saúde pública, uma vez que o acúmulo de resíduos e obstruções nas tubulações favorece a proliferação de bactérias, fungos e outros micro-organismos nocivos à saúde.

Durante os testes, não foram necessárias intervenções e/ou manutenções em redes coletoras na área de estudo, além da biorremediação melhorar consideravelmente a presença de odores desagradáveis. Quanto aos custos, o estudo compreendeu comparativos abrangendo o antes e depois da utilização da biotecnologia, baseando-se no número de aplicações, dosagem por ponto, equipamentos e mão-de-obra, chegando-se ao resultado de uma expressiva redução de 41,86% nos custos operacionais.

**Tabela 4 - Comparativo dos custos entre manutenção convencional e através da biorremediação.**  
**Fonte do autor.**

Tipo de Manutenção	Valor antes Biorremediação (R\$)	Valor pós Biorremediação (R\$)
Hidrojato	8.595,99	-
Manutenção Redes	12.438,31	-
Biorremediador	-	12.230,30
Total (R\$)	21.034,31	12.230,30
Redução custos (%)		41,86%

## CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Apesar dos avanços alcançados, há desafios a serem superados na implementação da biorremediação em larga escala em redes coletoras de esgoto. Enquanto a redução da DBO por biorremediação pode trazer benefícios em redes coletoras, é importante avaliar cuidadosamente os potenciais impactos negativos e implementar medidas adequadas para mitigá-los, garantindo assim a eficiência e a sustentabilidade do processo de tratamento biológico na Estação de Tratamento de Esgoto - ETE.

Podemos concluir que aplicação de Soluções baseadas na Natureza (SbN), utilizando a biotecnologia de biorremediação como instrumento de desobstrução do sistema de coleta de esgoto sanitário, atendem, de maneira sustentável, às necessidades de saneamento, promovendo benefícios ambientais, sociais e econômicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, V.; DA SILVA, J.; HEUSER, V. Biomonitoramento Ambiental, In: DA SILVA, J.; ERDTMANN, B.; HENRIQUES, J.A.P. Genética Toxicológica. Porto Alegre: Alcance, 2003, p. 167-178.
2. APHA, AWW, WEF. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19. ed. American Public Health Association, Washington, DC, 1995.
3. ARSAE-MG (Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais). Resolução ARSAE-MG nº 131, de 11 de novembro de 2019. Estabelece as condições gerais para prestação e utilização dos serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário regulados pela Arsae-MG. Belo Horizonte, 11 de novembro de 2019.
4. ARSAE-MG (Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais). Resolução ARSAE-MG nº 149, de 17 de março 2021. Tipifica as condutas irregulares cometidas pelos usuários de serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário e estabelece os procedimentos de fiscalização e de aplicação de sanções, pelos prestadores de serviços regulados pela Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais (Arsae-MG), e dá outras providências.
5. ARSAE-MG (Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais). Resolução ARSAE-MG nº 170, de 21 de julho de 2022. Homologa documentos necessários à fiscalização e à aplicação de sanções pela Copasa MG e pela Copanor.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9648 – Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.
7. BRASIL. Resolução (2005). Resolução CONAMA nº 430, de 17 de março de 2005. Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res43011.pdf>>. Acesso em 02 out. 2025.
8. GAYLARD, C.; BELLINASO, M.; MANFIO, G.; Aspectos biológicos e técnicos da biorremediação de xenobióticos. Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento. 34, 2005.
9. HELLER, Léo. Os direitos humanos à água e ao saneamento. SciELO-Editora FIOCRUZ, 2022.

10. MEDEIROS FILHO, C. F. de. Esgotos sanitários. In: MEDEIROS, C.F.de. Manutenção de sistemas de esgotos. 1<sup>a</sup> ed. João Pessoa: Universitária,2005, cap. 17, p.377-382.
11. VON SPERLING, M. Princípios do Tratamento Biológico de Águas residuárias. 3 ed. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG, Belo Horizonte, MG, 2005.
12. YAKUBU, M. B. Biological approach to oil spills remediation in the soil. African Journal of 1, Nigeria, v. 6, n. 24, p. 2735-2739, Dec. 2007.