

EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DE MICRORGANISMOS NA BIORREMEDIAÇÃO DO RIO SAPATO EM LAURO DE FREITAS – BA

Gabriel França Pereira¹

¹SENAI/CIMATEC, e-mail: gabriel.frpe@gmail.com

EFEITOS DA UTILIZAÇÃO DE MICRORGANISMOS NA BIORREMEDIAÇÃO DO RIO SAPATO EM LAURO DE FREITAS - BA

Resumo: Um dos principais problemas ambientais vivenciados em diversos países é a poluição das águas em decorrência do crescimento urbano e industrial. Nesse contexto, tem-se o Rio Sapato, que é um rio localizado no município de Lauro de Freitas, na região metropolitana da Capital Salvador, no estado da Bahia, que possui alto grau de contaminação por esgoto sanitário. Essa pesquisa tem como objetivo analisar a utilização da Tecnologia EMTM como alternativa de remediação do Rio Sapato, utilizando como metodologia a pesquisa descritiva e qualitativa, na qual foi possível destacar a melhoria na qualidade da água e ambiente aquático, com destaque para a diminuição da Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO e de odores, a transparência da água e o reaparecimento da biota.

Palavras-Chaves: *Rio Sapato. Biorremediação. Microrganismos. Tecnologia EMTM (EM·I®).*

Abstract:

One of the main environmental problems experienced in several countries is water pollution as a result of urban and industrial growth. In this context, there is the Rio Sapato, which is a river located in the municipality of Lauro de Freitas, in the metropolitan region of Capital Salvador, in the state of Bahia, which has a high degree of contamination by sanitary sewage. This research aims to analyze the use of EMTM Technology as an alternative for the remediation of the Sapato River, using descriptive and qualitative research as a methodology, in which it was possible to highlight the improvement in water quality and aquatic environment, with emphasis on the reduction of Biochemical Oxygen Demand – BOD and odors, water transparency and the reappearance of biota

Keywords: *Rio Sapato. Bioremediation. Microorganisms. EMTM Technology (EM · I®).*

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento urbano ocasionado pelo aumento populacional e pelo crescimento das indústrias nos grandes centros do país e do mundo resultou em uma poluição generalizada dos rios urbanos, uma vez que as atividades de cunho domésticos, comerciais e industriais geram poluentes característicos e que influenciam significativamente na qualidade dos corpos hídricos, quando estes são lançados de forma indiscriminada nos rios urbanos. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, por meio da Revista Brasileira de Geografia (2020), afirma que a poluição dos rios e enseadas já é detectada em 38% das cidades brasileiras. Dessa forma, é imprescindível que haja uma reflexão sobre as novas abordagens concernentes a problemática que envolve a modificação e poluição dos rios urbanos.

Lauro de Freitas é um município da Região Metropolitana de Salvador, capital do estado do Bahia, com população estimada de 204.669 pessoas, segundo dados do IBGE (2022); possui somente 47% de coleta de esgoto em todo o município, segundo dados obtidos através da Prefeitura Municipal de Lauro de Freitas (2021). Vale ressaltar que, o município possui o Plano Municipal de Saneamento Básico, publicado em 2017 através da Lei Municipal nº 1.721, de 28 de dezembro de 2017. O município de Lauro de Freitas possui uma significativa extensão de corpos hídricos, sendo que cinco destes são Rios de grande extensão e importância tanto para o município em questão quanto para toda a região circunvizinha e outras extensões do estado, sendo estes, o Rio Joanes, Rio Goró, Rio Picuaia, Rio Ipitanga e Rio Sapato, sendo este último objeto de nossa investigação no presente trabalho. Esses corpos hídricos, em sua maioria, são urbanos e se encontram todos em situação de modificação ou poluição, o que se atribui, principalmente em decorrência da desordenada ou mal planejada expansão urbana que ocorreu no município nas últimas décadas.

O Rio Sapato é um dos principais cursos hídricos que desaguam no município de Lauro de Freitas, situado no estado da Bahia, tendo aproximadamente 5km de extensão dentro do município e margeando todo o litoral do mesmo, com um significativo conjunto de nascentes que se localizam nos entornos dos bairros de Praia do Flamengo no município de Salvador e de Ipitanga no município de Lauro de Freitas, ambas localizadas no limite entre Salvador e Lauro de Freitas, mais especificamente dentro da Área de Proteção Ambiental - APA das Lagoas e Dunas do Abaeté (CABANELAS & MOREIRA, 2007).

Os impactos causados pelo desenvolvimento urbano desordenado, supressões de vegetações remanescentes e produção de emissões poluidoras de forma contínua no decorrer dos anos causaram diversos danos ao Rio Sapato, sendo um deles a eutrofização, que é um fenômeno antrópico ou raramente de ordem natural, que apresenta grandes concentrações de matéria orgânica acumulada em ambientes aquáticos, desestabilizando o ecossistema e deteriorando a qualidade das águas superficiais, gerando conseqüentemente, o crescimento excessivo de macrófitas aquáticas invasoras e aumento na mortalidade de peixes e animais invertebrados, sendo necessário a implantação de medidas mitigadoras e reparadoras tanto para a preservação do corpo hídrico quanto para sua biorremediação, no intento de viabilizar a estabilização do ecossistema do Rio Sapato.

Assim sendo, observa-se que a justificativa desta pesquisa apresenta-se partindo do pressuposto que atualmente têm-se uma inquietação sobre o meio ambiente, suas políticas

e proteção, o que gera incentivos para buscar e implantar metodologias que visam revitalizar os rios urbanos. Com o crescimento desordenado da população acarretou o aumento da poluição, degradação, exaustão e até de desaparecimento de corpos hídricos. Dessa forma, a utilização de Microrganismos, por meio da Tecnologia EM™ (EM-1®), aparece como uma possibilidade de mitigação desses danos, pois, consiste em acelerar a quebra de compostos orgânicos, auxiliando na eliminação de odores, promovendo, assim, o equilíbrio da flora microbiana do meio aquático, aumentando ainda os níveis de oxigênio. Dessa forma, conclui-se que este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação da Tecnologia EM™ (EM-1®) na qualidade da água do Rio Sapato.

2. METODOLOGIA

2.1. O Rio Sapato

O Rio Sapato, que é o objeto de estudo dessa pesquisa, está localizado no município de Lauro de Freitas, que é componente da Região Metropolitana de Salvador – RMS, e tem sua nascente situada na Área de Proteção Ambiental - APA de Lagoas e Dunas do Abaeté, localizada no bairro de Praia do Flamengo, no município de Salvador, bairro esse limítrofe ao município de Lauro de Freitas, tendo como foz o Rio Joanes, que fica localizado na Área de Proteção Ambiental – APA Joanes/Ipitanga, no bairro de Buraquinho no município de Lauro de Freitas.

O Rio Sapato possui um corpo hídrico com longitude total de 5km de extensão que perpassam dentro do município de Lauro de Freitas; possui uma largura média de 10 metros, com profundidade média de 0,9 metros. As características de suas águas podem ser descritas com em seu maior trecho possui águas com características doces, águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 % e em menor quantidade de trechos possui águas com características salobras, águas com salinidade superior a 0,5% e inferior a 30% em ambiente lótico.

2.2. Tecnologia EM™ (EM-1®)

O conceito e a tecnologia EM foi desenvolvido pelo Professor Dr. Teruo Higa, na Universidade de Ryukyus, Okinawa - Japão, na década de 1970, que tem como princípio fundamental a introdução de um grupo de microrganismos benéficos para melhorar a condição do solo, suprimir a decomposição de micróbios e melhorar a eficácia da utilização da matéria orgânica pelas culturas (HIGA, 1994).

A tecnologia consiste no uso de um consórcio microbiano formado por organismos não modificados geneticamente e não patogênicos (et al. EM Trading, 2000). Essencialmente, é uma combinação de espécies aeróbicas e anaeróbicas comumente encontradas em todos os ecossistemas. Dessa forma, pode-se afirmar que o EM é composto por microrganismos, de diversas espécies, tendo como as principais: os *Lactobacillus plantarum*, *L.casei* e *Streptococcus lactis* (bactérias do ácido láctico), *Rhodopseudomonas palustris* e *Rhodobacter spaeroides*, (bactérias fotossintéticas), *Saccharomyces cerevisiae* e *Candida utilis* (leveduras), *Streptomyces albus* e *S. griseus* (actinomiceto), e *Aspergillus oryzae*, *Penicillium sp.* e *Mucor hiemalis* (fungos de fermentação) (et al. Diver, 2001).

Esses seres vivos existem na natureza e são amplamente utilizados para processamento de alimentos, sendo considerados como probióticos. Quando o EM for introduzido no ambiente natural, os efeitos dos microrganismos são grandemente ampliados de forma sinérgica. Dessa forma, a tecnologia envolve o crescimento, aplicação, gestão e restabelecimento de grandes populações de microrganismos benéficos em um ambiente ou sistema (SHARIFF, GAIROLA, ZAKARIA, 2010).

Assim sendo, resume-se que o princípio do EM funciona por meio de duas vias primárias, sendo a primeira por exclusão competitiva ou deslocamento de outros microrganismos indesejáveis e quais são nocivos, por exemplo, coliformes e cianobactérias e; segunda, pela produção de subprodutos benéficos que promovem a saúde do meio ambiente como enzimas, ácidos orgânicos, aminoácidos, vitaminas e antioxidantes. A tecnologia auxilia na eliminação de odores e promove o equilíbrio da flora microbiana do meio aquático, aumentando os níveis de oxigênio.

De acordo com a pesquisa realizada na Índia, pelo Departamento de Biotecnologia da Universidade de Sathyabama e publicada em 2011, o EM é uma ferramenta de utilização possível no tratamento de efluentes domésticos, uma vez que os microrganismos constantes em sua composição tendem a intensificar a renovação microbiana no solo, proliferando os macronutrientes do solo e resultando no crescimento das plantas e tratamento de esgotos ou efluentes. (NAMSIVAYAM, NARENDRAKUMAR, KUMAR, 2011).

As informações constantes na pesquisa acima mencionada são corroboradas por FRETAG (et al, 2000), que sugere que a introdução de EM nas instalações de tratamento anaeróbio ajudou a reduzir os subprodutos desagradáveis dessa decomposição e também reduziu a produção de lodo residual. Essas afirmações tendem a recomendar que o EM auxilia no tratamento de efluentes, melhorando a qualidade da água despejada e reduzindo o volume de lodo produzido.

2.3. Aplicação da Tecnologia EM•1® no Rio Sapato

A proposta de aplicação da tecnologia EM•1® foi fomentada e executada em parceria com a empresa AMBIEM LTDA, que é a empresa responsável pela criação, ativação, gestão e aplicação do EM•1® no Brasil, a Secretaria de Meio Ambiente, Saneamento e Recursos Hídricos - SEMARH do município de Lauro de Freitas e a Empresa Baiana de Águas e Saneamento – EMBASA, por meio da celebração de um Termo de Cooperação Técnica e Científica entre as Instituições participantes, com validade de doze meses, que foi o prazo proposto para início, desenvolvimento e fim das aplicações, no qual, dentre outras cláusulas, não haveria repasses de recursos financeiros, sendo esta proposta executada em caráter técnico-científico e demonstrativo, cujo resultado ficaria à disposição das Instituições e indivíduos que demonstrassem interessados no assunto.

Para a execução do projeto não houve a necessidade de se construir canteiro de obras às margens do rio ou da zona de tratamento nem em qualquer outro ponto de aplicação, não gerando impactos no cotidiano da cidade, dos moradores do entorno do Rio Sapato ou dos frequentadores das margens da zona de tratamento.

Para realizar as aplicações foi necessário fazer a identificação dos 08 (oito) pontos que seriam necessários para lançamento e posterior análise das águas, sendo esses pontos caracterizados da seguinte forma:

- Ponto 01, localizado na ponte da Rua Santo Antônio de Ipitanga - Ipitanga, sob coordenadas 24L 575273 8572837 UTM;
- Ponto 02, localizado na Av. Amarelino Thiago dos Santos - Ipitanga, sob coordenadas 24L 575586 8573161 UTM;
- Ponto 03, localizado na ponte da Rua Elsa Paranhos - Ipitanga, sob coordenadas 24L 575877 8573449 UTM;
- Ponto 04, localizado na Rua José Ribeiro da Silva - Ipitanga, sob coordenadas 24L 576080 8573754 UTM;
- Ponto 05, localizado na Rua Praia de Copacabana - Vilas do Atlântico, sob coordenadas 24L 576429 8574330 UTM;
- Ponto 06, localizado na Av. Praia de Itapoan - Vilas do Atlântico, sob coordenadas 24L 576783 8574727 UTM;
- Ponto 07, Av. Praia de Itamaracá - Vilas do Atlântico, sob coordenadas 24L 577023 8575099 UTM; e,
- Ponto 08, Rua Praia de Tambaú - Vilas do Atlântico, sob coordenadas 24L 577427 8575410 UTM.

A metodologia das aplicações é replicada e acontece com a diluição direta no Rio de doses de 800 litros de microrganismos, sendo 100 litros em cada ponto de lançamento, com frequência semanal e a disposição do líquido ocorrendo na borda da calha do leito regular ou sobre as pontes do Rio, por meio do uso de galões plásticos de 20 litros cada, o que, na somatória total, equivale a um volume de 41.600 m³ lançados no Rio Sapato durante todo o período de 12 meses.



Figura 1. Localização de todos os pontos de aplicação



Figura 2. Aplicação do EM-1® no Ponto 01. Figura 3. Aplicação do EM-1® no Ponto 03

2.4 Coleta e Amostragem da Água do Rio Sapato

Concomitante a aplicação da Tecnologia EM, era realizado, com periodicidade de uma vez por mês, a coleta de água em três pontos definidos estrategicamente ao longo do Rio Sapato, no intuito de obter o monitoramento de qualidade da água, para que seja possível comparar os principais índices de qualidade, sendo estes descritos a seguir e apresentados na Figura 4:

- Ponto 01, localizado na ponte da Rua Santo Antônio de Ipitanga, Ipitanga, coordenadas 24L 575273 8572835 UTM (ponto Testemunha);
- Ponto 02, localizado na ponte da Rua Praia de Copacabana, Vilas do Atlântico, coordenadas 24L 576442 8574347 UTM (ponto que recebe a maior contribuição de poluição), e;
- Ponto 03, localizado na Rua Praia de Tambaú, Vilas do Atlântico, coordenadas 24L 577431 8575423 UTM (ponto mais próximo à Foz do Rio),



Figura 4. Localização dos pontos de coleta de amostras.

A coleta das amostras e as análises foram realizadas pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento – EMBASA, sendo ela também responsável por coletar e emitir boletim analítico de análises físico-químicas de qualidade da água do Rio Sapato no que refere aos parâmetros de Coliformes Totais, Demanda Bioquímica de Oxigênio após 5 dias - DBO5, *E. coli*, Fósforo Total, Amônia e Oxigênio Dissolvido – OD. A periodicidade foi definida mensalmente para as coletas.

Observa-se na Tabela 01 a definição e importância de cada parâmetro utilizado nesta remediação. A partir desses parâmetros foi possível realizar todas as análises

necessárias para análise dos parâmetros e posterior classificação das águas do Rio Sapato conforme preconiza a Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005.

Vale ressaltar que, o Índice de Qualidade das Águas – IQA foi desenvolvido com foco principal para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento. Com isso, para determinação do IQA serão necessários a avaliação de 09 (nove) parâmetros, como Oxigênio Dissolvido (OD), Coliformes Termotolerantes, Potencial hidrogeniônico (pH), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5,20), Temperatura da água, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Turbidez e Resíduo Total.

No caso em estudo, foi definido os parâmetros para comparativo com a classificação da água, conforme a Resolução CONAMA nº 357.

Tabela 1. Definição dos parâmetros utilizados para avaliação da água bruta do Rio Sapato

PARÂMETROS	DEFINIÇÃO
Coliformes	Têm sido úteis para medir a ocorrência e grau de poluição fecal em águas há, aproximadamente, 70 anos. Durante este tempo, acumulou-se grande número de dados que permitem avaliação da sensibilidade e especificidade de tal indicador bacteriano da presença de poluição de origem fecal. Por outro lado, os coliformes fecais, um subgrupo dos coliformes, dão uma correlação direta da poluição por fezes de animais de sangue quente. A principal característica bioquímica usada para identificar os coliformes fecais é a sua capacidade de fermentar a lactose, com produção de gás, na temperatura de 44,5°C (LOPES, PAIM, IARIA & SOUZA, 1983, s.p.).
Determinação da Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO5	É entendida pela quantidade de oxigênio molecular necessária à estabilização da matéria orgânica carbonada decomposta aerobiamente por via biológica. A DBO5, é um teste padrão, realizado a uma temperatura constante e durante um período de incubação, também fixo de 5 dias. É medida pela diferença do OD antes e depois do período de incubação
<i>E. coli</i> (abreviação de <i>Escherichia coli</i>)	É uma bactéria que vive em geral nos intestinos das pessoas e dos animais. Há vários tipos diferentes de <i>E. coli</i> . Na maior parte, a <i>E. coli</i> encontra-se naturalmente no seu intestino, e tem um papel importante em ajudar a digestão dos alimentos. Entretanto, alguns tipos de <i>E. coli</i> podem causar diarreia e outras doenças se ingeridos (HEALTH OF BOSTON, 2015).
Fósforo (P)	É um importante nutriente para os processos biológicos e seu excesso pode causar a eutrofização das águas. Entre as fontes de fósforo destacam-se os esgotos domésticos, pela presença dos detergentes superfosfatados e da própria matéria fecal (ANA, 2019).
Amônia (NH ₃)	Está presente naturalmente nos corpos d'água como produto da degradação de compostos orgânicos e inorgânicos do solo e da água, resultado da excreção da biota, redução do nitrogênio gasoso da água por micro-organismos ou por trocas gasosas com a atmosfera. A amônia é, também, constituinte comum no esgoto sanitário, resultado direto de descargas de efluentes domésticos e industriais, da hidrólise da ureia e da degradação biológica de aminoácidos e outros compostos orgânicos nitrogenados (MENDONÇA & REIS, 2009).
Oxigênio Dissolvido	É vital para a preservação da vida aquática, já que vários organismos (ex.: peixes) precisam de oxigênio para respirar. As águas poluídas por esgotos apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido pois este é consumido no processo de decomposição da matéria orgânica. Por outro lado, as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido mais elevadas, geralmente superiores a 5mg/L, exceto se houverem condições naturais que causem baixos valores deste parâmetro (ANA, 2019).



Figura 5. Coleta de amostra no Ponto 01



Figura 6. Coleta de amostra no Ponto 03

2.4 Análise dos dados

As análises laboratoriais da água foram realizadas pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento – EMBASA, a partir do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* que, em tradução livre, quer dizer “Método padrão para o exame da água e do esgoto” (BRASIL, 2017).

A análise dos dados obtidos foi realizada com base em base embasamento legal, a saber, a Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005 e suas alterações, Resoluções CONAMA nº 410/2009 e 430/2011, na qual dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, como também, estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. A referida Resolução define as condições de qualidade de água, podendo ser classificada de 1 a 4, sendo a 1 de melhor qualidade e 4 de pior qualidade, sendo que para compõe essa caracterização, deverão ser analisados os parâmetros de Coliformes Termotolerantes, E. Coli, DBO 5, OD, Fósforo total e Amônia, além de outros parâmetros especificados em cada classe.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No que concerne a melhoria dos aspectos dos parâmetros, de acordo com as análises realizadas, é possível afirmar que sobre o fósforo total e suas várias formas químicas, foi considerado dentro da carga orgânica do sistema, e foi consumido assim como os demais elementos precursores de contaminação. O fósforo foi consumido através de energia gerada e consumido durante o reestabelecimento da biota aquática do sistema. No que refere ao parâmetro Coliformes Totais, teve-se uma significativa diminuição de sua concentração nos Pontos 02 e 03, sendo registrada em 01 de agosto de 2018 com 2.400.000 NMP/100mL para 173.000 NMP/100mL em 04 de julho de 2019. Observa-se que não chegou próximo ao quesito normativo, mas ainda assim, observamos a eficiência no uso da Tecnologia EM•1®; já sobre o parâmetro de DBO, constata-se a diminuição de sua concentração ao valor mínimo definido em legislação vigente. Vale destacar que o ponto 03 (linha azul) teve no seu registro de DBO em 01 de agosto de 2018 a concentração de 15 mg/L, chegando ao nível de 4,7 mg/L em 04 de julho de 2019, atendendo quanto

ao quesito legal, amis uma vez, observamos a eficiência da aplicação da Tecnologia EM•1®; sobre o parâmetro de OD, houve um grande crescimento em sua concentração no ponto 01 de taxas <0,1 mg/L em 01 de agosto de 2018, tendo o seu crescimento atingindo o nível de 2,87 mg/L. Este chegou próximo ao quesito normativo, mas, ainda assim, observamos a eficiência no uso da Tecnologia EM•1®.

Ao longo da aplicação, foi possível observar que no Ponto 01 de coleta, tornou-se o ponto “testemunha”, uma vez, as condições do corpo hídrico naquele trecho foram excelentes. Após, tem-se o ponto 02, tornando-se o “O ponto mais poluído”, visto a grande quantidade de efluente doméstico lançado no corpo hídrico, por fim o ponto 3, classificado como “Foz” uma vez que este é verdadeiramente a foz do Rio e possui grande proximidade com o mar.

A Figura 7 demonstra a evolução dos dados baseados nas análises das amostras coletadas no período de 01 de agosto de 2018 a 04 de julho de 2019.

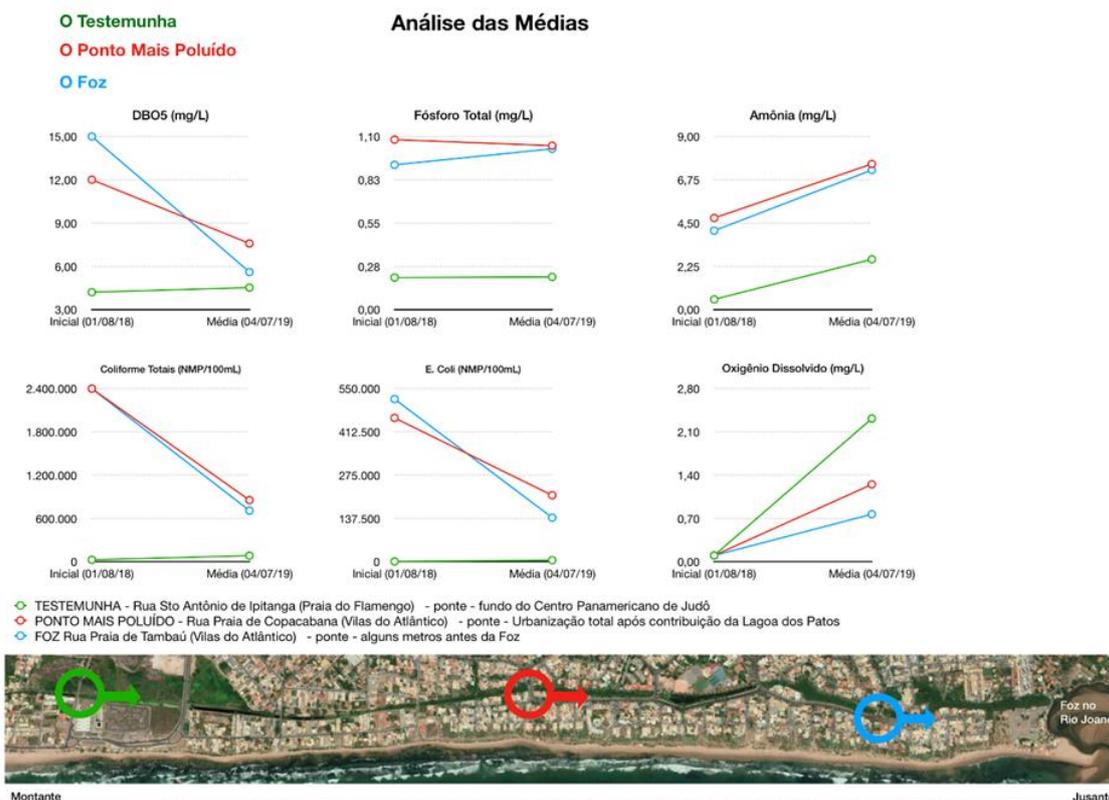


Figura 7. Resultado das amostras ao longo de 01 (um) ano.

Durante o acompanhamento da evolução no tratamento do rio, foram também observados e registrados outros fatores importantes e bastante relevantes para o processo de biorremediação do Rio Sapato. Estes fatores foram a eliminação de maus odores, a melhoria na transparência da água do rio e o retorno da biota (peixes e aves).

A partir da segunda semana de aplicação foi possível detectar que os maus odores do rio haviam sido expressivamente reduzidos ao longo de toda a sua extensão, persistindo apenas naqueles pontos onde havia lançamentos diretos de esgoto domésticos.

A partir de da quarta semana, mesmo nestes pontos, os odores passaram a ser inexpressivos. Foram realizadas entrevistas informalmente com moradores locais e frequentadores das margens do rio, e todos foram unânimes em atestar que os odores do rio “*havam desaparecidos*”.

A melhoria aparente na transparência e turbidez da água ao longo de todo o trecho do rio também foi bastante notória, apesar de não ter sido medida através do turbidimetria, sendo essa melhoria notada superficialmente através da coloração da água. Já a partir da 6ª semana de aplicação era possível ver o fundo do rio. Depois das aplicações das *EM MUDBALLS* os resultados foram ainda melhores, pois com a eliminação do lodo sedimentado, a areia branca do fundo do rio apareceu e começou a refletir a luz solar, o que ajudou a melhorar ainda mais o aspecto visual do rio. As Figuras 08 e 09 demonstram a eficiência do processo (*EM•1® + EM MUDBALLS*) na eliminação do lodo sedimentado e na melhoria da transparência da água.



Figura 8. Imagem registrada antes da aplicação



Figura 9. Imagem registrada após a aplicação

Assim como a melhoria na transparência da água, o reaparecimento da fauna no rio foi bastante impressionante. A integridade biológica de uma comunidade de peixes é um ótimo indicador da saúde de um ecossistema aquático, sendo o peixe um indicador biológico confiável para medir níveis de possível degradação ambiental. Peixes são sensíveis às mudanças ambientais de diversas naturezas e apresentam uma vida longa, podendo suas populações indicar o nível de êxito na reprodução e a mortalidade em idades diferenciadas. Conseqüentemente, podem ser utilizados como registro de mudanças ambientais a longo prazo (et al. KARR, 1987). A utilização de bioindicadores também são considerados uma ótima ferramenta em programas de monitoramento ambiental, tendo em vista a sua boa sensibilidade.



Figura 70. Proliferação de alevinos



Figura 11. Proliferação de alevinos

A partir das Figuras 10 e 11 é possível constatar o surgimento de alevinos no Rio Sapato, acontecimento que foi possível observar a partir do quinto mês em quase toda extensão do rio, principalmente nos pontos onde a água estava translúcida. No oitavo mês de aplicação já era possível ver uma imensa quantidade de alevinos, o que vem a corroborar com os resultados obtidos com as análises físico-químicas.

Por ser uma tecnologia probiótica e natural os resultados obtidos não são de imediato, uma vez que nos primeiros 30 dias pôde-se notar, inclusive, uma piora nos índices de monitoramento da água, isso por que o EM•1® tem a capacidade de digerir e limpar o lodo no fundo do sistema e esse lodo, se em grande quantidade, pode afetar inicialmente os índices, porém, isso é natural e intrínseco ao processo de limpeza e recuperação do sistema; já a partir do 2º mês de aplicação, os índices começaram a melhorar paulatinamente e estabilizaram entre o 3º e 4º mês de aplicação, conforme é possível observar nas análises realizadas pela EMBASA e demonstradas na Tabela 2.

Por fim, na Tabela 2 podemos observar todos os valores dos parâmetros obtidos durante a aplicação da tecnologia, desde o dia 01 de agosto de 2018 (primeira coleta) até o dia 07 de julho de 2019 (última coleta), bem como todos os pontos, código da amostra e os resultados dos parâmetros.

Tabela 2. Definição dos parâmetros utilizados para avaliação da água bruta do Rio Sapato

Data	Amostra	Identificação	DBO 5 mg/L	F.total mg P/L	Amônia mg NH ₃ /L (1)	NAT mg N/L (2)	OD mg OD/L	C.TO NMP/100 mL	<i>E.coli</i> NMP/100 mL
01.08.18	36316	Rua Sto. Antônio de Ipitanga	4,2	0,2030	0,526	-	<0,1	2,6 x 10 ⁴	365
	36317	Rua Praia de Copacabana	12	1,0790	4,764	-	<0,1	2,4 x 10 ⁶	4,57 x 10 ⁵
	36318	Rua Praia de Tambaú	15	0,9220	4,106	-	<0,1	5,2 x 10 ⁴	6,13 x 10 ³
02.10.18	47225	Rua Praia de Copacabana	3,5	0,7260	5,475	-	1,1	-	-
	47226	Rua Praia de Tambaú	12	1,4240	10,281	-	0,23	-	-
	47227	Rua Sto. Antônio de Ipitanga	3,6	0,1580	0,694	-	1,63	-	-
16.01.19	2225	Rua Praia de Copacabana	8,8	1,49	8,82	-	<0,1	3,1 x 10 ⁶	5,17 x 10 ⁵
	2226	Rua Praia de Tambaú	6,2	1,25	9,17	-	<0,1	2,6 x 10 ⁵	1,05 x 10 ⁵
	2227	Rua Sto. Antônio de Ipitanga	5,0	0,18	2,04	-	1,62	2,4 x 10 ⁴	548
07.02.19	6692	Rua Praia de Copacabana	7,3	1,31	14,00	-	<0,1	2,0 x 10 ⁶	4,35 x 10 ⁵
	6693	Rua Praia de Tambaú	4,6	1,13	10,50	-	<0,1	9,8 x 10 ⁴	2,76 x 10 ⁴
	6694	Rua Sto Antônio de Ipitanga	2,4	0,12	2,68	-	2,0	5,8 X 10 ³	30,1
18.03.19	12190	Rua Sto Antônio de Ipitanga	5,3	0,45	7,73	-	1,17	6,5 x 10 ⁴	866
	12191	Rua Praia de Copacabana	9,0	1,48	12,72	-	<0,1	8,7 x 10 ⁵	2,22 x 10 ⁵
	12192	Rua Praia de Tambaú	8,2	1,30	11,31	-	<0,1	7,7 x 10 ⁴	2,85 x 10 ⁴
15.04.19	17287	Rua Sto. Antônio de Ipitanga	4,7	0,28	2,64	-	1,30	1,3 x 10 ⁵	2,42 x 10 ⁴
	17288	Rua Praia de Copacabana	-	1,03	9,6	-	0,61	6,1 x 10 ⁶	1,20 x 10 ⁶
	17289	Rua Praia de Tambaú	-	0,93	12,25	-	<0,1	8,2x 10 ⁵	1,73 x 10 ⁵
13.05.19	22075	Rua Sto. Antônio de Ipitanga	2,8	0,23	-	3,52	2,57	9,2 x 10 ⁴	1,73 x 10 ⁴

Centro Universitário SENAI CIMATEC
PÓS-GRADUAÇÃO (*Lato sensu*) – Especialização em Tecnologias e
Soluções Ambientais

Data	Amostra	Identificação	DBO 5 mg/L	F.total mg P/L	Amônia mg NH ₃ /L (1)	NAT mg N/L (2)	OD mg OD/L	C.TO NMP/100 mL	<i>E.coli</i> NMP/100 mL
	22076	Rua Praia de Copacabana	3,9	0,58	-	6,82	3,77	2,8x 10 ⁵	5,17 x 10 ⁴
	22077	Rua Praia de Tambaú	3,3	0,55	-	2,90	1,29	2,9 x 10 ⁵	5,48 x 10 ⁴
10.06.19	26878	Rua Sto Antônio de Ipitanga	4,5	0,18	-	0,73	-	6,9 x 10 ⁴	1,19 x 10 ³
	26879	Rua Praia de Copacabana	5,9	0,69	-	3,33	3,13	3,9 x 10 ⁵	2,42x 10 ⁴
	26880	Rua Praia de Tambaú	4,1	0,85	-	4,76	2,63	1,7 x 10 ⁵	1,55x 10 ⁴
04.07.19	30573	Rua Sto Antônio de Ipitanga	1,6	0,19	-	0,98	2,87	4,3 x 10 ³	740
	30574	Rua Praia de Copacabana	2,7	1,12	-	6,16	1,93	>2,4 x 10 ⁶	>2,4x 10 ⁵
	30575	Rua Praia de Tambaú	4,7	0,90	-	2,73	1,48	5,5 x 10 ⁵	1,73 x 10 ⁵

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na pesquisa realizada foi possível constatar que houve uma melhoria na qualidade da água do rio Sapato, principalmente nos parâmetros de odores, DBO, NH₃ e P, observando-se as principais melhorias à jusante do rio, próximo ao empreendimento Villas Tênis Clube, localizado no bairro de Vilas de Atlântico, até a foz, localizada no bairro de Buraquinho, indicando a eficácia da tecnologia testada tanto no processo de aceleração da decomposição da matéria orgânica presente no rio quanto na sua biorremediação.

Vale destacar que utilização de microrganismos está se tornando cada vez mais comum, tanto na despoluição e restauração da qualidade da água de rios e lagos, como para fins diversos. Dessa forma, a Tecnologia EM•1® se apresenta como opção de produto no mercado para essa finalidade.

REFERÊNCIAS

- ANA – Agência Nacional das Águas. Disponível em: <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#_ftn2>. Acesso em agosto de 2020.
- BRASIL. **Lei 9.433, 1997**. Política Nacional de Recursos Hídricos. 1997.
- BRASIL. **Resolução CONAMA 357, 2005**. Classificação de Corpos de Água.
- BRASIL. **Portaria MS nº 888, 2021**. Controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 2021.
- BRASIL. **Portaria de Consolidação GM/MS nº 5**. Controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 2017.
- LAURO DE FREITAS. **Lei 1.721, 2017**. Institui o Plano Municipal de Saneamento Básico do município de Lauro de Freitas. 2017.
- HEALTH OF BOSTON 2014-2015: **Boston Public Health Commission Research and Evaluation**. Office Boston, Massachusetts 2015.
- HIGA, T. **The Technology Of Effective Microorganisms – Concept And Philosophy**. Japão, 1994-2000.
- KARR, J.R., P.R. YANT, K.D., SCHLOSSER. **Spatial and temporal variability of the index of biotic integrity in three Midwestern streams**. Transactions of the American Fisheries Society 116:1-11. The University of Texas Marine Science Institute Port Aransas, Texas, 1987.
- LOPES, C. A. M., PAIM, G. V. & SOUZA, L. C. **Bactérias Coliformes Totais e Coliformes de Origem Fecal em Águas Usadas na Dessedentação de Animais**. São Paulo, Ver. Saúde Pública, 1983.
- MENDONÇA, A. S. F. & REIS, J. A. T. dos. **Análise técnica dos novos padrões brasileiros para amônia em efluentes e corpos d'água**. Vitória, ES. 2009.
- MOREIRA, L. M. de A. & CABANELAS, I. T. D. **Estudo sobre o estado de preservação das nascentes do rio Sapato, Lauro de Freitas-BA**. Salvador, 2007.

NAMSIVAYAM, NARENDRAKUMAR, KUMAR, **Evaluation of Effective Microorganism (EM) for treatment of domestic sewage**. Sathyabama University, Índia, 2011.

NUNES, K. T. **Avaliação da Toxicidade de Efluentes de Indústria de Papel e Celulose Utilizando Tilápias Do Nilo**. Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 2015.

OLIVEIRA, A.P.V., SANTOS-PEREIRA, S., GIRARDI, L., FIORINI, M.P., AQUINOSILVA, M.R. **Avaliação Peso-Comprimento da Hemisorubim Platyrrhynchos (Jurupoca) Cultivadas em Tanque-Redes em uma Lagoa de Mineração**. São José dos Campos, SP, 2005.

SHARIFF, N. M., GAIROLA, S. & ZAKARIA, Z. **Effective Microorganisms (EM) Technology for Water Quality Restoration and Potential for Sustainable Water Resources and Management**. Canadá, 2010.