



BIOREMEDIATION OF THE SÃO FRANCISCO RIVER EFFLUENTS IN PETROLINA-PE: TREATMENT PERSPECTIVES

Biorremediação dos efluentes do rio São Francisco em Petrolina-PE: perspectivas de tratamento

Matheus Vinicius Vidal de Andrade, Cristiane Xavier Galhardo

Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF

E-mails: matheus.vidal@discente.univasf.edu.br, cristiane.galhardo@univasf.edu.br

ABSTRACT

Due to the increase in cities, which results in a greater production of domestic and industrial waste, huge environmental and public health losses can occur when they are not assisted by sewage and landfills. Often the effluents from these cities are dumped in inappropriate places, such as rivers, lakes, streams and the like. Thus, it is necessary that actions such as the bioremediation of effluents that are discharged into environments, or close to those where water is collected for human consumption, are increasingly active. Therefore, this research aims to prospect the main methods used in the bioremediation of aquatic environments intended for human consumption and to compare them with ordinary decontamination processes, as well as to identify the main benefits of these types of treatment in order to guarantee water quality. Data were collected through research on the Periodicals Capes platform. Based on themes related to basic sanitation, inadequate discharge of effluents in aquatic environments, contamination status of the São Francisco River in the regions of Petrolina-PE and Juazeiro-BA and the effluent bioremediation of water environments and these were analyzed by the method of Content Analysis of Bardin, using a qualitative approach. After the analysis of the results, it was observed that the cities of Petrolina-PE and Juazeiro-BA present several means for the discharge of effluents in water environments, such as, dumping of waste into streams that flow into the São Francisco river, sewage directly discharged on the São Francisco river. Although there are measures to clean up the river, it is difficult to find proposals on the bioremediation of the São Francisco River, despite the effective measures for bioremediation of river effluents pointed out by several theorists.

Keywords: Sanitary landfills; Fresh water; Effluents; Bioremediation.

ACEITO EM: 17/06/2020

PUBLICADO: 28/02/2021



RISUS - Journal on Innovation and Sustainability
volume 12, número 1 - 2021
ISSN: 2179-3565
Editor Científico: Arnaldo José de Hoyos Guevara
Editor Assistente: Rosa Rizzi
Avaliação: Melhores práticas editoriais da ANPAD

BIORREMEDIAÇÃO DOS EFLUENTES DO RIO SÃO FRANCISCO EM PETROLINA-PE: PERSPECTIVAS DE TRATAMENTO

Bioremediation of the São Francisco river effluents in Petrolina-PE: treatment perspectives

Matheus Vinicius Vidal de Andrade, Cristiane Xavier Galhardo
Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF
E-mails: matheus.vidal@discente.univasf.edu.br, cristiane.galhardo@univasf.edu.br

RESUMO

Devido ao aumento das cidades, que tem por consequência uma maior produção de lixo doméstico e industrial, enormes prejuízos ambientais e de saúde pública podem ocorrer quando estas não são assistidas por esgotamento e aterros sanitários. Muitas vezes os efluentes destas cidades são despejados em locais impróprios, como rios, lagos, córregos e afins. Dessa forma, se faz necessário que ações como a biorremediação de efluentes que são despejados em ambientes, ou próximos daqueles onde há captação de água para consumo humano estejam cada vez mais ativas. Portanto, esta pesquisa tem como objetivo prospectar os principais métodos utilizados na biorremediação de ambientes aquáticos destinados ao consumo humano e compará-los com processos ordinários de descontaminação, bem como identificar os principais benefícios destes tipos de tratamento a fim de garantir a qualidade da água. Foram coletados dados através de pesquisa na plataforma Periódicos Capes, a partir de temas relacionados ao saneamento básico, despejo inadequado de efluentes em ambientes aquáticos, estado de contaminação do rio São Francisco nas regiões de Petrolina-PE e Juazeiro-BA e a biorremediação de efluentes de ambientes hídricos e estes foram analisados pelo método de Análise de Conteúdo de Bardin, utilizando uma abordagem qualitativa. Após a análise dos resultados, observou-se que as cidades de Petrolina-PE e Juazeiro-BA apresentam diversos meios para o lançamento de efluentes em ambientes hídricos, tais como, lançamento de lixos em córregos que deságuam no rio São Francisco, esgotos lançados diretamente no rio São Francisco. Ainda que existam medidas para a despoluição do rio, é difícil achar propostas sobre a biorremediação do rio São Francisco, apesar das medidas eficazes de biorremediação de efluentes de rios apontadas por diversos teóricos.

Palavras-chave: Aterros Sanitários; Água doce; Efluentes; Biorremediação.

INTRODUÇÃO

Com o crescimento da população brasileira, tanto nas pequenas como nas grandes cidades, sem um planejamento prévio, estas comumente sofrem devido à falta ou precariedade no sistema de saneamento básico.

Um dos grandes problemas que são enfrentados é o destino do lixo produzido, pois este aumenta cada vez mais e as cidades que não dispõem de coleta seletiva, aterro sanitário, esgotamento sanitário e demais formas de saneamento básico, sofrem com o crescimento acelerado, resultando muitas vezes na contaminação de corpos d'água que são destinados para o abastecimento público. Nas palavras de Becerra et al. (2016), o crescimento da cidade tem muitas consequências, como o aumento de emissões de resíduos, desde que a produção de lixo diário cresce, pois aumenta o consumo de comida, água, energia e outros lixos domésticos e industriais, provocando assim alterações no meio ambiente.

Como pode ser observada, a falta de condições adequadas tanto para o destino quanto para o tratamento de resíduos gerados por uma cidade, reflete também no comportamento social. Neste sentido, Matos et al., (2018) apontam que as cidades que crescem sem uma estrutura ideal, ou seja, sem um planejamento tendem a possuírem ambientes sem acessos a serviços essenciais, como água, saneamento básico, moradia adequada, entre outros.

Por outro lado, o aumento da população de uma cidade pode contribuir com seu crescimento e desenvolvimento desde que exista algum tipo de estrutura básica, do contrário, grandes prejuízos podem advir e depreciar seu crescimento. O aumento da poluição sem medidas preventivas por parte do poder público pode envolver todo um ecossistema. No entanto, o cuidado com o meio ambiente é responsabilidade tanto do poder público quanto da população.

As cidades que carecem de saneamento básico e acabam despejando efluentes diretamente em córregos, sem que antes tenham um tratamento prévio, podem gerar grandes prejuízos para o meio ambiente, já que quanto mais poluída a água, torna-se mais difícil sua disponibilização para o consumo. Desta forma Bastos et al. (2018) acreditam que os locais em que possuem um maior nível de contaminação tendem a aumentar os custos para a despoluição da água. Já que quanto mais contaminado estiver o ambiente, maior será o trabalho de descontaminação e mesmo assim com uma menor eficiência no tratamento da água.

Em muitos locais que não possuem estrutura ou espaços ideais para tratamento de efluentes, tendem a despejar diretamente em locais indevidos, como rios e lagos. Os efluentes que são destinados a rios sem o devido tratamento, podem prejudicar de diversas maneiras o meio ambiente, comprometendo a qualidade da água para consumo, bem como interferem em outros fatores. Assim como Brito et al. (2019) acreditam que os efluentes que são despejados sem tratamento no rio, não vão apenas prejudicar no sentido da contaminação e qualidade da água, mas também na degradação da paisagem no local.

O uso da biorremediação em efluentes que estão presentes em rios e lagos pode ser uma alternativa para recuperar todo o ecossistema, assim como viabilizar o consumo da água. Esta técnica vem sendo bastante utilizada em diversos locais, mesmo aqueles que não tenham muitos recursos financeiros, pois o procedimento de biorremediação é considerado viável, já que são meios naturais que realizam o processo, no próprio local ou em local específico, com ajuda de microrganismos (ARAÚJO, et al. 2014).

A biorremediação não é um processo pioneiro quando se refere a técnicas de purgar ambientes, pois já existiam outras formas de tratamento de locais contaminados, podendo ser utilizados produtos tóxicos para a realização de um processo de descontaminação de uma área afetada. Sendo assim, as técnicas de biorremediação surgiram como uma possível alternativa, para que as áreas contaminadas pudessem ser recuperadas sem causar grandes impactos para o ecossistema (ASSUNÇÃO, et al. 2013).

Existem diversas técnicas utilizadas para a despoluição de maneira adequada, e com o avanço de centros tecnológicos que tratam sobre o assunto, a tendência é surgir outros diversos meios para esse tipo de processo. No entanto, a técnica de biorremediação pode ser a mais adequada em algumas situações específicas, sendo a maneira mais viável para descontaminação de determinados ambientes. Conforme Mandai (2016), apesar de existirem outras técnicas que podem descontaminar ambientes poluídos, ainda assim acredita que a biorremediação é ecologicamente mais adequada em relação aos processos físicos e/ou químicos, mesmo em ambientes de difícil degradação.

Dessa maneira, se faz cada vez mais necessário, utilizar técnicas de biorremediação dos efluentes que são despejados de maneira imprópria em locais que possuem água para o consumo humano, considerando que não são necessários produtos tóxicos que agridam o meio ambiente. Nas palavras de Araújo et al. (2014), apesar de ser uma técnica nova, pode-se tomar como referência, pois já foi utilizada em países desenvolvidos. E aponta que esta técnica está em vantagem de outras por conta que sua aplicação pode ser no próprio ambiente degradado, já que utiliza materiais orgânicos para fazer o processo de descontaminação, com isso não causaria danos ao meio ambiente.

E partindo dessa inquietude, quais são as formas mais eficazes de se fazer a biorremediação de águas contaminadas?

Para se obter esta resposta é necessário o levantamento de dados que mostrem quais são as medidas imediatas que precisam ser tomadas para que a qualidade da água não venha ser comprometida para o consumo.

Diante disso, o presente trabalho busca analisar maneiras de fazer a biorremediação de águas impróprias do rio São Francisco que foram comprometidas a partir de efluentes despejados incorretamente no rio na região que abrange os municípios de Petrolina, PE e Juazeiro, BA.

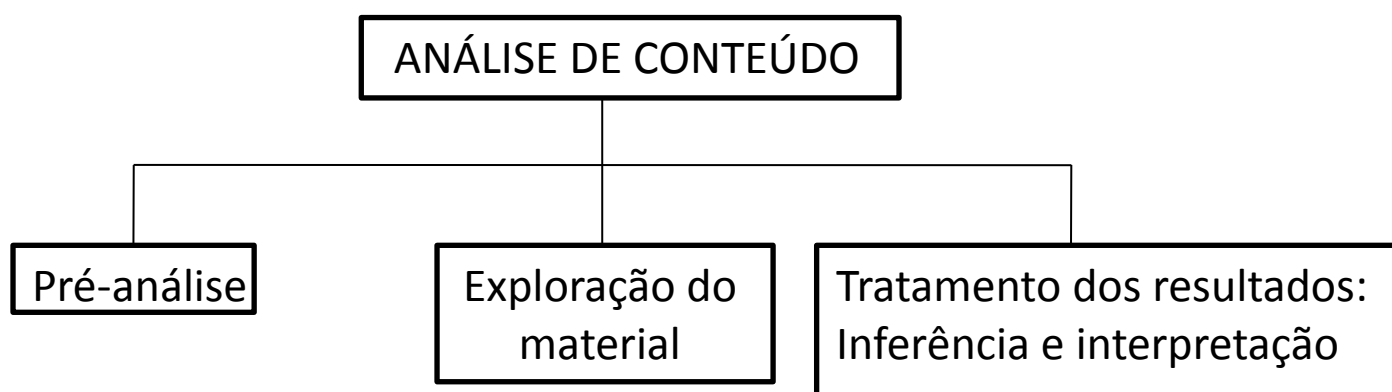
1 MATERIAL E MÉTODOS

A fim de alcançar o objetivo deste estudo, foi realizada uma revisão da literatura com natureza qualitativa. Tendo como embasamento as considerações de teóricos que falam sobre biorremediação dos efluentes de águas doces.

Essa proposta surge com o objetivo de verificar quais as principais maneiras de realizar a biorremediação de ambientes aquáticos em locais que são destinados a captação de água para o abastecimento de municípios. Além disso, este estudo também focou a análise de procedimentos que devem ser adotados para que a despoluição ocorra da maneira mais eficaz, convergindo em propostas eficazes para a biorremediação do rio São Francisco nas regiões de Petrolina-PE e Juazeiro-BA.

Os dados foram analisados pelo método de Análise de Conteúdo de Bardin (2011), que consiste basicamente em 3 (três) etapas: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados, sendo esta última subdividida em inferência e interpretação. A Figura 1 mostra as fases da Análise de Conteúdo de Bardin.

Figura 1- Fase da Análise de Conteúdo



Fonte: Elaborado pelo autor Câmara, R. H. (2018) com base em Bardin (2011).

Os dados analisados são interpretados e feitos interposições nos que se configuram como unidades de significado mais importante. Diante do que foi pesquisado, emergiram algumas categorias a partir das considerações de teóricos que falam sobre temas como: 1) precariedade do saneamento básico; 2) despejo de efluentes em ambientes hídricos; 3) contaminação do rio São Francisco e 4) processos de biorremediação de efluentes.

A pesquisa foi realizada através da busca na plataforma Periódicos Capes utilizando-se as palavras-chave “precariedade do saneamento básico”, “despejo de esgoto no rio são francisco”, “revitalização do rio são francisco”, “biorremediação de águas contaminadas” e “biorremediação de efluentes em rios”. Foram encontrados 20 (vinte) artigos entre os anos de 2008 a 2019. Esses artigos foram enquadrados nas categorias emergidas para o tratamento de resultados, conforme prediz a Análise de Conteúdo de Bardin. A Tabela 1 mostra quais artigos foram selecionados na etapa de exploração do material, para que assim os dados fossem analisados de acordo com as categorias emergidas.

Tabela 1- Exploração do Material. Artigos consultados para análise.

Artigo/Título	Categorias Emergidas				Autores	Ano de publicação
	1	2	3	4		
Saneamento básico: meio ambiente e dignidade humana.	x				FERREIRA, M. P.; GARCIA, M. S. D.	2017
Saneamento básico e desigualdades de cor/raça em domicílios urbanos com a presença de crianças menores de 5 anos, com foco na população indígena	x				CUNHA, G. M. et al.	2019
Mortalidade infantil e saneamento básico – ainda uma velha questão	x				OLIVEIRA, S. M. M. C.	2008
Saneamento Básico No Brasil: Um Importante Alicerce Na Qualidade De Vida	x				DÉBORA, S.; RAQUEL, F. C.	2018
Análise Da Qualidade Da Água Quanto Ao Despejo Industrial Têxtil No Rio Dos Índios		x			LIMA, R. S. et al.	2016
Influência do efluente tratado sobre o fitoplâncton em trecho urbanizado de rio em Juazeiro do Norte, Ceará		x			LIMA, M. D. M	2020
Qualidade da água de três locais com potenciais fontes de contaminação no Rio Taquari, RS		x			GRANADA, C. E. et al.	2016
Efluentes urbanos na água do Rio Marau (Brasil)		x			BASTOS, M. C. et al.	2018
Avaliação da qualidade da água do Rio São Francisco nas regiões de Petrolina-PE e Juazeiro-BA			x		GOVERNO MUNICIPAL DE PETROLINA	2012
Os Problemas do Rio São Francisco Na Percepção De Moradores De Petrolina E Juazeiro: A Saúde Em Foco			x		REIS, J. L. B.	2017
Identificação de Meios De Poluição Ambiental Em Área De Proteção Permanente Do Rio São Francisco Na Zona Urbana De Juazeiro-ba			x		BRITO, I. C. G.	2013
Uso e ocupação do solo às margens do rio São						

Francisco no município de Petrolina-PE: impactos ambientais no canal fluvial			x	BARRETO, R. D.	2015
Estudos Limnológicos Do Rio São Francisco em Trecho Urbano Do Município De Petrolina-pe			x	BELÉM, J. et al.	2010
Utilização de Fungos na biorremediação de Águas Contaminadas Por Coliformes Fecais.			x	BARATELA, S. K. C. et al.	2016
Biorremediação			x	FRANCISCO, W. C.; QUEIROZ, T. M.	2018
Biorremediação de águas fluviais contaminadas com corantes da indústrias têxtil por fungos filamentosos isolados do bioma Caatinga			x	SILVA, R. L. A	2017
Subsídios para biorremediação de águas contaminadas por drenagem ácida de minas utilizando ulothrix SP(Chlorophyta) proveniente da região carbonífera de Santa Catarina			x	MASSOCATO, T. F.	2017
As Vantagens da biorremediação na Qualidade Ambiental			x	ARAGÃO, L. W. R. et al.	2019
Biorremediação de Efluentes Por Meio Da Aplicação De Microalgas - Uma Revisão			x	ALVES, J. et al.	2019

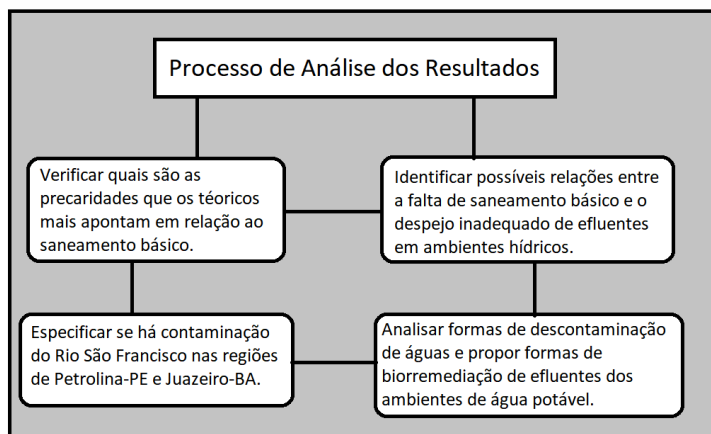
Fonte: Elaborado pelo autor.

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um enfoque maior foi dado às categorias “3” e “4”, já que o principal objetivo da pesquisa foi analisar como estava o nível de contaminação do rio São Francisco nas regiões de Petrolina-PE e Juazeiro-BA e verificar possíveis vantagens e soluções que a biorremediação poderia trazer para ambientes que possuem água destinada a captação para abastecimento.

Os resultados foram tratados da seguinte maneira: a categoria 1) precariedade do saneamento básico foi analisada em conjunto com a categoria 2) despejo de efluentes em ambientes hídricos, assim como, a categoria 3) contaminação do rio São Francisco foi abordada em parceria com a 4) processos de biorremediação de efluentes, a fim de que fossem identificados os possíveis fatores que possam contribuir para a despoluição do rio São Francisco nas regiões de Petrolina-PE e Juazeiro-BA. A Figura 2, mostra como foi realizado o processo de análise dos resultados.

Figura 2- Processo de análise dos resultados



Fonte: Elaborada pelo autor com base em Bardin, 2011.

No processo de verificação notou-se que muitas cidades ainda carecem de um saneamento básico adequado, principalmente aquelas que crescem sem um planejamento prévio. A Tabela 2 mostra os índices de saneamento básico nas regiões do Brasil. Pode-se observar que em muitas regiões o nível de saneamento pode ser considerado baixo na maioria dos serviços.

Tabela 2- Panorama de Saneamento Básico no Brasil

Serviço	Região Nordeste	Região Norte	Região Centro-Oeste	Região Sudeste	Região Sul
Coleta de esgoto	28,01%	10,49%	52,89%	79,21%	45,17%
Tratamento de esgoto	36,24%	21,70%	53,88%	50,09%	45,44%
Coleta de lixo seletiva	79,00%	81,00%	94,00%	98,00%	95,00%
Tratamento de água	74,21%	57,05%	88,98%	91,03%	90,19%

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Trata Brasil (2019) e Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil (2016).

Conforme Ferreira et al. (2017), acredita que o Brasil já teve muitos avanços em relação ao saneamento básico, mas ainda os serviços não são universalizados e estão distantes do que acontece internacionalmente.

Os teóricos em sua maioria falam que o saneamento básico é um direito constitucional garantido a todos os cidadãos. De acordo com Art. 23-IX da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, entre as competências comuns da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, “promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico”. Quando não se tem um saneamento adequado e o despejo de lixo ocorre em ambientes impróprios, isso pode acarretar uma série de problemas de saúde, sendo assim estaria afetando outro direito fundamental, o direito à Saúde, assim como expresso no Art. 24-XII da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, que trata das competências da União, Estados e DF, como “previdência social, proteção e defesa da saúde”. O Quadro 1, apresenta citações que teóricos têm em comum com base nos artigos pesquisados e listados na Tabela 1.

Quadro 1- Direito ao saneamento básico e consequências pela falta dele

Direito ao Saneamento Básico	Consequências da falta do saneamento
Segundo Cunha et.al. (2019), “(...) promoção de adequadas condições de moradia e de saneamento básico, mediante o acesso equitativo e universal”.	Segundo Oliveira (2008), “A situação se agrava quando margens de rios, lagos ou nascentes são utilizados como destino de esgoto doméstico ou como vazadouros clandestinos de lixo”.
Segundo Débora et.al. (2018), “tratamento correto do esgotamento sanitário, disposição final correta dos resíduos sólidos e adequada drenagem urbana”.	Segundo Debora et.al (2018) grande parte da população tende a lançar os dejetos diretamente sobre o solo, favorecendo sobre a transmissão de doenças, dentre as quais febre tifoide e paratifoide, diarreia infecciosa, amebíase”.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os resultados apontam que mesmo o saneamento básico sendo um direito constitucional de todos os cidadãos muitos ainda não recebem esse serviço, pois grande parte das regiões do Brasil não possuem estrutura para oferecer o suporte necessário. Com isso, em determinadas regiões em que os índices de aterros sanitários são menores, aumentam os riscos do surgimento de diversos tipos de doenças, que são geradas pelo acúmulo dos lixos.

Foi realizada a análise das formas e a frequência que ocorrem despejo de efluentes em ambientes de água doce e verificadas as relações diretas e indiretas dos ambientes com pouco ou nenhum tipo de saneamento básico, se são os que mais descartam os seus lixos diretamente em locais hídricos e quais as formas utilizadas para o tratamento de esgotos antes do seu despejo.

Com isso, pode-se notar uma relação entre as regiões com pouco saneamento que são aquelas que mais despejam efluentes em ambientes de água potável. Muitos teóricos acreditam que lixos tanto industriais quanto domésticos, que são carregados pela chuva para os rios são também grandes responsáveis pela poluição das águas. Sendo assim, dentre os artigos apresentados na Tabela 1, os de maior relevância foram utilizados para a construção do Quadro 2.

Quadro 2- Maiores causas da presença dos efluentes em ambientes hídricos e suas consequências

Direito ao Saneamento Básico	Consequências da falta do saneamento
Segundo Lima et. Al. (2016) “Os principais poluentes presentes nos corpos d’água se originam do lançamento de esgotos domésticos, despejos industriais e carreamento de poluentes pelo escoamento superficial da água da chuva”.	Bastos et.al (2018), “Quanto mais poluído e contaminado for este local, mais difícil, custoso e ineficiente será o tratamento da água, e mais caro será o valor desse serviço para o consumidor”.
Segundo Granada et.al. (2015), “As indústrias alimentícias ou que processam produtos animais como laticínios, frigoríficos e curtumes são as principais fontes poluidoras.”	Segundo Lima et.al.(2016) “Os parâmetros relacionados ao fósforo, alumínio, ferro e manganês apresentam alterações em parcialidade das amostras.”

Fonte: Elaborado pelo autor.

Sendo assim, a falta de aterros sanitários não pode ser considerada a única forma pela qual os efluentes acabam sendo despejados em ambientes hídricos. Já que existem diversas outras maneiras apontadas por teóricos, sendo as indústrias uma das grandes causadoras da poluição em ambientes de água doce, pois muitas jogam esgoto sem o tratamento ideal. Esta prática causa diversos prejuízos ambientais, além de problemas financeiros para a população, pois quanto mais poluído estiver o rio, maior será o custo no de tratamento, que consequentemente serão repassados para quem usufrui dos serviços.

Partindo da análise dos principais motivos que os efluentes são despejados em rios e sendo feita uma discussão sobre quais as principais consequências da poluição para todo o ecossistema surge a categoria 3) contaminação do rio São Francisco, onde foi verificado o estado de poluição do rio nas regiões de Petrolina-PE e Juazeiro-BA. Com os resultados da categoria 3, foi criada outra categoria para verificar medidas de despoluição, a categoria 4) processos de biorremediação de efluentes.

Os motivos para o despejo de efluentes em rios são vários, como os anteriormente apontados, e as causas desse lançamento podem ser grandes a depender do volume que é jogado. No rio São Francisco nas regiões de Petrolina-PE e Juazeiro-BA são despejados diariamente um grande volume de esgoto tratado ou não, e segundo Belém et al. (2010) “Todo o esgoto produzido pela cidade, sendo tratado ou bruto, tem o São Francisco como destino final”. Sendo assim, pode-se considerar que o rio São Francisco nas regiões citadas possuem certo grau de contaminação, pela quantidade despejada diariamente no rio, como acrescenta a pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2009; Belém et al. 2010) “Petrolina lança aproximadamente 150.000 m³ por dia de efluente tratado e cerca de 50.000 m³ por dia de efluente bruto no rio São Francisco”.

Nos diversos rios que são encontrados no Brasil, são raros os que não sofrem algum tipo de poluição, já que é comum encontrar, lixos, esgotos e outros diversos tipos de efluentes ao longo dos rios. No Sertão Médio do São Francisco não é diferente, como em pesquisa realizada por Reis (2017), em que foi feito levantamento com a população das regiões em questão e teve como seguinte resultado, em que quase todos os participantes destacam que os efluentes descartados de forma inadequada prejudicam o Velho Chico. São encontrados muitos desses

poluentes no rio, o que acarreta uma série de problemas para o rio, gerando uma maior dificuldade para as empresas que fazem o tratamento da água no município.

Os governos municipais de Petrolina-PE e Juazeiro-BA, frequentemente lançam medidas para conter ou acabar com o lançamento de efluentes de maneira direta em rios. Para isso possuem na cidade estações de esgotos em diversos bairros, para que se possa ocorrer o tratamento daqueles efluentes domésticos e industriais. Sendo adotadas propostas para aumentar cada vez mais o saneamento básico das cidades, assim como mostra Figura 3:

Figura 3- Contaminação do Rio São Francisco e propostas para o saneamento básico

Poluição do Rio São Francisco nas Regiões de Petrolina-PE e Juazeiro-BA	Reis (2017), “As falas dos sujeitos apresentaram alguns problemas enfrentados pelo rio, como o descarte de resíduos sólidos e esgoto, que prejudicam esse espaço natural e compromete todas as formas de utilização do Velho Chico.”
Proposta Adotada pelo governo municipal das cidades de Petrolina-PE e Juazeiro-BA	Segundo o Governo Municipal de Petrolina apud Peres (2012) “Petrolina será o primeiro município do Vale do São Francisco a tratar 100% da água que devolve ao rio na forma de esgoto, estando entre os municípios com o maior índice de saneamento básico no Brasil”.
	Segundo o Plano Municipal de Saneamento de Juazeiro apud Peres (2012) “até 2041 pretende-se universalizar o sistema de esgotamento sanitário, atendendo 99% da população”.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Apesar das propostas para uma maior abrangência do saneamento básico nas cidades de Petrolina-Pe e Juazeiro-BA, o que se pode observar é que ainda existe uma grande contaminação no rio São Francisco. Pode-se encontrar ao longo do rio muito lixo descartado e também o lançamento de esgoto doméstico, com ou sem tratamento. O que prejudica todo o ecossistema, já que o rio se encontra cada vez mais poluído.

Partindo do contexto das possíveis formas como os rios são contaminados, das regiões que despejam seus efluentes diretamente no rio e sem um tratamento prévio. Para que pudesse ser analisado de forma mais específica à poluição do rio São Francisco nas regiões de Petrolina-PE e Juazeiro-BA, surgiu a necessidade da análise de formas de revitalização do rio, onde a biorremediação dos efluentes é uma alternativa.

Existem diferentes maneiras para realizar a recuperação de um ambiente degradado. Quando se trata da despoluição de ambientes hídricos, a utilização de compostos físicos e químicos pode vir a ser uma alternativa, contudo a biorremediação pode ser o principal meio de descontaminação desse tipo de ambiente. Segundo Aragão et al. (2019) “Muitas são citadas e entre essas se destacam algumas que vêm ganhando força devido a inúmeros fatores, como o baixo custo e a reprodutibilidade em escala laboratorial para testar sua eficiência, esta é a biorremediação.”

A biorremediação já é um meio de despoluição bem viável por conta do baixo custo para a realização de um processo. Outra grande vantagem é que na realização de suas técnicas de recuperação de ambientes, seja em solo ou na água, no próprio local ou fora dele, não são utilizados produtos que possam vir contaminar o ambiente de outras maneiras. Nas palavras de Baratela et al. (2016), em que trata de uma técnica de biorremediação realizada através da aplicação de fungos no local contaminado. É possível descontaminar um ambiente sem que os seus resíduos contaminem o meio ambiente, e os restos orgânicos dos fungos aplicados podem ter outras utilidades, como utilizados para a produção de adubos. Vale destacar que esta técnica de biorremediação é considerada de baixo custo.

Por ser um processo natural, a biorremediação surge para que os rios que estão bastante contaminados possam ser despoluídos de uma maneira que não gere custos elevados. Já que para fazer esse processo, utilizam-se bactérias e fungos e também algumas plantas para que as águas que estão contaminadas com diversos tipos de poluentes nocivos os tornem poluentes inofensivos. Segundo Francisco et al. (2018), “este processo se dá pelo fato de microrganismos, como as bactérias, utilizam substratos orgânicos e inorgânicos como fonte de alimentação, desta forma convertendo os contaminantes em substâncias inertes.”

Existe outra maneira de fazer a biorremediação que seria aplicação da técnica fora do ambiente que está poluído, ou seja, seria a retirada de alguns contaminantes do local, para ser feita a biorremediação em um outro local. Desta maneira Francisco et al. (2018), afirma que existem algumas técnicas de biorremediação que podem ser aplicadas fora do ambiente contaminado, para isso utilizam biorreatores, landfarming e biopilhas e levam para um outro ambiente para o tratamento. Assim são adicionados nutrientes, para que ocorra um processo chamado de bioestimulação.

Essa seria uma alternativa para a realização da biorremediação, em que o tratamento não é feito no local situado, mas em um ambiente externo, em que após o estudo realizado, os compostos utilizados são aplicados no local para que ocorra a recuperação do ambiente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a pesquisa realizada, pode-se concluir que os ambientes hídricos em sua maioria são contaminados de alguma forma, o que variam desde a falta de saneamento básico em algumas regiões, como o descarte de lixo em córregos que deságuam em rios. O que não é diferente no rio São Francisco em Petrolina-PE e Juazeiro-BA são os diversos pontos de esgoto que são despejados diretamente no rio sem um tratamento prévio, além de lixo próximo e dentro do rio.

Considerando o que muitos teóricos já analisaram, pode se verificar que com a crescente populacional em cidades sem planejamento, as cidades não possuem aterros sanitários ou não têm de forma suficiente, sendo assim em muitos locais o despejo dos efluentes domésticos e principalmente industriais é feito de maneira direta nos rios, lagos e afins.

Com o presente cenário se buscam alternativas para a descontaminação dos ambientes que possuem água potável, com isso as técnicas de biorremediação dentro do próprio ambiente e em ambientes externos, surge com uma alternativa eficiente, com custos menos elevados e sem agressão ao meio ambiente.

Apresenta-se como sugestão estudos com a aplicação de técnicas de biorremediação no rio São Francisco e nos demais rios que possuem algum tipo de poluição. Para que assim, a descontaminação dos rios ocorra de uma maneira mais prática, e que seja viável para regiões que não tenham muitos recursos financeiros.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. et al. Biorremediação De Efluentes Por Meio Da Aplicação De Microalgas – Uma Revisão. *Quim. Nova*, Vol. 42, No. 8, 891-899, <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170393>, 2019.

ARAÚJO, A. M. et al. Protocolo Para biorremediação De Águas Contaminadas Por Petróleo E Derivados. *exata*, Belo Horizonte, v. 7 n. 1, p. 55-63. Editora UniBH. Disponível em: www.unibh.br/revistas/exata/, Acesso em 16 de abril de 2020. p.56, 2014.

ARAGÃO, L. W. R. et al. As Vantagens da biorremediação na Qualidade Ambiental. *Ensaio e Cienc.*, v. 23, n. 1, p. 12-15, p. 13, 2019.

ASSUNÇÃO, L. P. G.; ROHLFS, D. B. Biorremediação Em Áreas Contaminadas. Pontifícia Universidade Católica De Goiás Programa De Pós-graduação Em Biociências Forenses, P. 3, 2013.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2011.

BARATELA, S. K. C.; PAUL, B. T.; PEREIRA, B. K. K. Utilização De Fungos Na Biorremediação De Águas Contaminadas Por Coliformes Fecais. *Anais do 14º Encontro Científico Cultural Interinstitucional - 1* ISSN 1980-7406, p. 12, 2016.

BARRETO, R. D. Uso E Ocupação Do Solo Às Margens Do Rio São Francisco No Município De Petrolina-pe: Impactos Ambientais No Canal Fluvial. Universidade Federal De Pernambuco Centro De Filosofia E Ciências Humanas Departamento De Ciências Geográficas Programa De Pós-graduação Em Geografia, 2015.

BASTOS, M. C. et al. Efluentes urbanos na água do Rio Marau (Brasil). Qualidade da água no Rio Marau. Bitacora, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, p. 129, 2018.

BECERRA, O. A. D.; LUNKES, R. J.; ROSA, F. S.; Saneamento básico: Análise da relação entre gastos públicos e atendimento à população em cidades brasileiras e peruanas. Revista Científica General José María Córdova, Bogotá, Colombia, julio-diciembre, Ciencia y tecnología - Vol. 14, Núm. 18, pp. 195-213 ISSN 1900-6586, p. 198, 2016.

BELÉM, J. et al. Estudos Limnológicos Do Rio São Francisco Em Trecho Urbano Do Município De Petrolina-pe. Disponível em: <https://iwra.org/member/congress/resource/PAP00-4998.pdf>. Acesso em 16 de abril de 2020. p. 3, 2010.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988, p.11.

BRITO, A. P. M. et al. Espacialização da rede de efluentes despejada no rio Pacoti, trecho Redenção e análise da qualidade da água. REDE – Revista Eletrônica do PRODEMA Fortaleza, Brasil, v. 13, n. 1, p. 124 - 143. 2019. ISSN: 1982-5528, p. 133, 2019.

BRITO, I. C. G. Identificação de meios de Poluição Ambiental Em Área De Proteção Permanente Do Rio São Francisco Na Zona Urbana De Juazeiro-BA. IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Salvador/BA – 25 a 28/11/2013.

CÂMARA, R. H. Análise de conteúdo: da teoria à prática em pesquisas sociais aplicadas às organizações, Revista Interinstitucional de Psicologia, 6 (2), jul - dez, 179-191, p. 183, 2013.

CUNHA, G. M. et al. Saneamento básico e desigualdades de cor/ raça em domicílios urbanos com a presença de crianças menores de 5 anos, com foco na população indígena. Cad. Saúde Pública; 35 Sup 3:e00058518, p. 9, 2019.

DÉBORA, S.; RAQUEL, F. C. Saneamento Básico No Brasil: Um Importante Alicerce Na Qualidade De Vida. Cientec 23 Issn: 2447-3472 – V.2, N.1, P.23-43, p. 24, Ago./2018

FERREIRA, M. P.; GARCIA, M. S. D. Saneamento básico: meio ambiente e dignidade humana. Dignidade Revista, [S.l.], v. 2, n. 3, p. 12. ISSN 2525-698X. Disponível <<http://periodicos.puc-rio.br/index.php/dignidaderevista/article/view/393>>. Acesso em: 14 apr. 2020. p. 2, 2017.

FRANCISCO, W. C.; QUEIROZ, T. M. Biorremediação. Nucleus, v.15,n.1,abr. p.249, 2018.

GRANADA, C. E.; MULLER, T.; SPEROTTO, R. A. Qualidade da água de três locais com potenciais fontes de contaminação no Rio Taquari, RS. Rev. Ambient. Água vol. 11 n. 1 Taubaté – Jan. / Mar. p. 76, 2016.

GOVERNO MUNICIPAL DE PETROLINA. Disponível em: www.petrolina.pe.gov.br. In: Avaliação Da Qualidade Da Água Do Rio São Francisco Nos Municípios De Petrolina-pe E Juazeiro-ba. Dissertação (Universidade Federal De Pernambuco Centro De Tecnologia E Geociências Programa De Pós-graduação Em Engenharia Civil Área De Concentração Em Tecnologia Ambiental E Recursos Hídricos. p. 6, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Diagnóstico socioeconômico da Bacia do São Francisco. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/?id_noticia=1418&id_pagina=1. Acesso em: 25 de maio de 2010. In: Estudos Limnológicos Do Rio São Francisco Em Trecho Urbano Do Município De Petrolina-pe. Disponível em: <https://iwra.org/member/congress/resource/PAP00-4998.pdf>. Acesso em 16 de abril de 2020. p. 3, 2010.

LIMA, M. D. M. Influência do efluente tratado sobre o fitoplâncton em trecho urbanizado de rio em Juazeiro do Norte, Ceará, Revista Verde 15:1 (2020) 83-92.

LIMA, R. S. et al. Análise Da Qualidade Da Água Quanto Ao Despejo Industrial Têxtil No Rio Dos Índios. Trabalho apresentado na Uninter no Caderno de Meio Ambiente e Sustentabilidade, v. 9, n. 5, p. 16, 2016.

MANDAI, J. T. P.; SILVEIRA, L. R. Biorremediação: Considerações Gerais E Características Do Processo. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal, v. 13, n. 2, p. 32-47, jul./dez. p. 34, 2016.

MASSOCATO, T. F. Subsídios Para Biorremediação De Águas Contaminadas Por Drenagem Ácida De Minas Utilizando Ulothrix Sp. (Chlorophyta) Proveniente Da Região Carbonífera De Santa Catarina. Dissertação submetida ao programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos, Algas e Plantas da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Biologia de Fungos, Algas e Plantas. Florianópolis, 2017.

MATOS, W. R.; PIRES, M. P.; PIRES, M. A. P.; Saneamento Básico Como Instrumento Necessário Para Garantir O Direito Fundamental À Saúde Pública Nas Cidades: Necessidade De Ampliação. Revista Jurídica UNIGRAN. Dourados, MS | v. 20 | n. 39 | Jan./Jun. 2018

OLIVEIRA, S. M. M. C. Mortalidade infantil e saneamento básico – ainda uma velha questão. Trabalho apresentado no XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais, realizado em Caxambu - MG – Brasil, p. 2, de 29 de setembro a 03 de outubro de 2008.

PANORAMA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL. Empresas Associadas Abrelpe. 2016. Disponível em: https://apublica.org/wp-content/uploads/2018/05/small_PanoramaResiduosSolidos2016_ABRELPE.compressed.pdf.

PERES, J. M. Avaliação Da Qualidade Da Água Do Rio São Francisco Nos Municípios De Petrolina-pe E Juazeiro-ba. Dissertação (Universidade Federal De Pernambuco Centro De Tecnologia E Geociências Programa De Pós-graduação Em Engenharia Civil Área De Concentração Em Tecnologia Ambiental E Recursos Hídricos. p. 6, 2012.

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO DE JUAZEIRO, disponível em: www.juazeiro.ba.gov.br. In: Avaliação Da Qualidade Da Água Do Rio São Francisco Nos Municípios De Petrolina-PE E Juazeiro-BA. Dissertação (Universidade Federal De Pernambuco Centro De Tecnologia E Geociências Programa De Pós-graduação Em Engenharia Civil Área De Concentração Em Tecnologia Ambiental E Recursos Hídricos. p. 6, 2012.

REIS, J. L. B. Os Problemas Do Rio São Francisco Na Percepção De Moradores De Petrolina e Juazeiro: A Saúde Em Foco. Revista Saúde e Pesquisa, v. 10, n. 3, p. 473-484, setembro/dezembro - ISSN 1983-1870 - e-ISSN 2176-9206, p. 476, 2017.

SILVA, R. L. A. Biorremediação De Águas Fluviais Contaminadas Com Corantes Da Indústria Têxtil Por Fungos Filamentosos Isolados Do Bioma Caatinga. Universidade Federal de Pernambuco Centro de Ciências Biológicas Departamento de Antibióticos Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, 2017.

TRATA BRASIL, Esgoto. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/esgoto>. 2019. Acesso em: 04 de maio de 2020.