

---

## **Aplicação de técnicas de biorremediação em áreas de manguezal contaminadas por petróleo e seus derivados: uma revisão.**

**Mayara B. Andrade<sup>1</sup>, Michele C. C. Calhau<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Centro Universitário Senai Cimatec/E-mail: may\_andrade11@hotmail.com;

<sup>2</sup> Centro Universitário Senai/E-mail: mcalhau@fiel.org.br.

## **Aplicação de técnicas de biorremediação em áreas de manguezal contaminadas por petróleo e seus derivados: uma revisão.**

Este trabalho apresenta uma revisão sobre as técnicas de biorremediação utilizadas em manguezais contaminados por hidrocarbonetos visando avaliar a possibilidade de utilizá-las na Baía de Todos os Santos, devido à contaminação recorrente nesta área. Foi feita uma pesquisa na literatura através de consulta a artigos científicos selecionados por buscas em banco de dados como CAPES, Science Direct e Google Acadêmico. Dos artigos encontrados nesta pesquisa, 41% foram desenvolvidos no Brasil, demonstrando uma preocupação com a contaminação por petróleo em diversas regiões litorâneas. É evidente a eficiência do processo de utilização de micro-organismos nativos para a degradação de hidrocarbonetos.

**Palavras-Chaves:** *biorremediação; mangue; petróleo; contaminação.*

### **Abstract:**

This study aims to discuss and bring bioremediation techniques used in mangroves contaminated by hydrocarbons, and discusses the possibility of using them in the Baía de Todos os Santos, due to recurrent contamination in this area. This is a bibliographical review based on the literature through consultation of scientific articles selected by database searches such as CAPES, Science Direct and Google Acadêmico. Of the articles found, 41% were developed in Brazil, demonstrating a concern about oil contamination in several coastal regions. The efficiency of the process of using native microorganisms for the degradation of hydrocarbons is evident.

**Keywords:** *bioremediation; mangrove; oil; contamination.*

## 1. INTRODUÇÃO

Os manguezais são ecossistemas produtivos [1] que fornecem vários tipos de serviços de grande importância ecológica e econômica. Podem ser viveiros de peixes, crustáceos, moluscos, répteis e mamíferos, habitat de nidificação de aves, local de acúmulo de carbono e nutrientes, um local de renovação da biomassa marinha e também oferece proteção contra a erosão costeira. No entanto, consistem em um dos ambientes litorâneos mais vulneráveis a derrames de petróleo e outros poluentes. Diante disso, os manguezais estão dentre os biomas mais ameaçados (50% foi perdido em todo o globo), com diversas espécies em risco de extinção [2] [3].

Os sedimentos de mangue são ricos em matéria orgânica devido à sua alta biodiversidade e baixa hidrodinâmica. Esses ambientes são muito sensíveis à contaminação por hidrocarbonetos, sendo esses compostos absorvidos pelo sedimento [4].

Por serem sistemas costeiros, os manguezais tornam-se depósitos de petróleo. A circulação das marés favorece a deposição do óleo nos sistemas radiculares aéreos e no sedimento [5]. Entre os poluentes mais frequentes, o petróleo e seus derivados são os mais prejudiciais, tanto a fauna, quanto a flora e microbiota residente, os danos na maioria das vezes são imediatos, e sem estratégias eficientes podem ser irreversíveis. [6]; [7]. Portanto, são essenciais métodos que visem recuperar esses ambientes e nesse contexto a biorremediação torna-se um importante candidato.

De acordo com Nyer [8], o termo “biorremediação” se refere a toda reação bioquímica para atenuação natural. Esse método é considerado adequado porque oferece baixos riscos aos locais contaminados, e é uma alternativa com um ótimo custo benefício para tratamento [9]; [10].

Alguns microrganismos presentes nos manguezais fornecem uma ampla gama de serviços ecossistêmicos, pois possuem habilidades de modificar ou decompor certos poluentes, se tornando uma alternativa promissora para a recuperação de áreas impactadas [4].

O sucesso da biodegradação de contaminantes de petróleo depende da presença de microrganismos específicos e adequados para as condições do ambiente. Diferentes perfis microbianos indicam padrões diversos de impactos e podem ser usados como indicadores de alterações nesses ecossistemas [3]. Algumas bactérias nativas de sedimentos cronicamente contaminados podem produzir biosurfactantes. Essas substâncias são capazes de emulsificar o petróleo, tornando assim acessíveis as cadeias mais pesadas ao ataque microbiano. Além disso, certas bactérias são capazes de crescer na emulsão formada pela água, os surfactantes e o óleo. Essas propriedades de emulsificação também demonstraram aumentar a degradação de hidrocarbonetos no ambiente, tornando-as ferramentas potenciais para o

controle da poluição por derramamento de óleo [11]. Desde a última década, tem sido dada uma atenção crescente ao desenvolvimento e implementação da biotecnologia para remediar esse tipo de contaminação.

Desta forma, este trabalho tem por objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre os avanços e técnicas de biorremediação em áreas de manguezal contaminadas por petróleo, abordando a aplicabilidade na Baía de Todos os Santos.

Ao longo de sua história, a Baía de Todos os Santos passou por diversos ciclos econômicos: desde o ciclo do pau-brasil e cana-de-açúcar, até chegar ao ciclo do petróleo e da indústria petroquímica, sendo estes últimos os considerados mais agressivos ao meio ambiente [12]. Desde a implantação da Refinaria Landulpho Alves – Mataripe (RLAM) em 1950, derrames e vazamentos de óleo têm comprometido a qualidade de vida da população, principalmente no setor norte da baía, deixando um passivo ambiental que se reflete na contaminação dos elementos naturais, incluindo a biota comestível [13]. Essa contaminação é um fator negativo, considerando que as áreas de manguezal são de extrema importância para a população humana, uma vez que delas provém boa parte das proteínas (mariscos e peixes), tão essenciais para sua subsistência [14].

Suas características são claramente marinhas, pois o volume de água doce oriunda dos diversos cursos fluviais que nela deságuam são duas ordens de grandeza inferior ao aporte de água salgada que entra pela abertura da baía [15]. Trata-se de uma baía fortemente influenciada pelas massas oceânicas, com salinidade variando entre 28 e 36 [2].

O objetivo do trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica sobre os avanços e estratégias de biorremediação em áreas de manguezal contaminadas por petróleo, abordando a aplicabilidade na Baía de Todos os Santos.

## 2. METODOLOGIA

Este estudo constitui-se de uma revisão de literatura especializada, com consultas a periódicos e artigos científicos selecionados através de busca no banco de dados da CAPES, PubMed e Google Acadêmico. A pesquisa dos artigos foi realizada nos meses de maio e junho de 2018. As palavras-chave utilizadas na busca foram biorremediação, manguezal e óleo (em inglês). O período abrangido foi de aproximadamente 20 anos e o critério de inclusão para os estudos encontrados foi a utilização de alguma técnica de biorremediação em manguezais contaminados, principalmente por petróleo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 02 periódicos na busca avançada do portal CAPES, com as palavras-chaves bioremediation e mangrove, sendo apenas 01 incluso nesta pesquisa por estar diretamente ligado ao tema. Com as palavras-chave bioremediation e oil, 20 artigos foram encontrados. Sem considerar repetições, nenhum periódico foi adicionado, pois a maioria destes estavam relacionados com contaminação de solos em geral por petróleo, e não especificamente áreas de manguezais.

Na base PubMed, com as palavras-chave bioremediation, mangrove e oil, foram encontrados 27 artigos científicos, e 08 estavam diretamente ligados ao tema; portanto, foram incluídos.

A busca no Google Acadêmico, por ser menos específica, encontrou aproximadamente 4.000 resultados. As primeiras 6 páginas foram revisadas cautelosamente por serem mais fiéis às palavras-chave, portanto, 60 artigos. Destes, foram selecionados 31 que se enquadravam nos critérios de inclusão estabelecidos. Em anexo, uma tabela consta todos os periódicos incluídos, seus autores e a localidade (Anexo 1); a tabela 1, um compilado destes por autor e localidade (Tabela 1); e a tabela 2, um resumo da busca realizada por palavras-chave em cada base de dados (Tabela 2). A revista que mais foi publicada com artigos ligados a esse tema e nesse período proposto foi a Elsevier.

Tabela 1. Resultados da pesquisa de periódicos.

Localização dos grupos de pesquisas	Nº de artigos publicados	Autor mais citado
Brasil	17	Alexandre S. Rosado (5) e Raquel S. Peixoto (4)
Nigéria	6	Frank Anayo Orji + Abiye Anthony Ibiene (3) Ekaette Nduka Dike (2)
Austrália	5	Richard P. J. Swannell (3) e Norman C. Duke (5)
Estados Unidos	5	Qianxin Lin (2)
China	4	Y.S. Wong (3) e N.F.Y. Tam (2)
Portugal	1	
Indonésia	1	
Singapura	1	
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	

Tabela 2. Resultados da pesquisa de periódicos detalhados por palavras-chave e base de dados.

KeyWords	Base de dados	Artigos	Utilizados/relevantes
Bioremediation + mangrove	CAPES	2	1
Bioremediation + oil	CAPES	20	0
Bioremediation + mangrove + oil	PubMed	27	8
Bioremediation + mangrove + oil	Google Acadêmico	60	31
<b>TOTAL</b>	<b>CAPES, PubMed e Google Acadêmico</b>	<b>109</b>	<b>40</b>

O processo de biorremediação envolve um conjunto de estratégias que podem ser aplicadas para auxiliar na recuperação do ambiente contaminado. Os fenômenos biológicos podem ser empregados para favorecer e acelerar a diminuição dos danos causados a região. Diante disso, duas metodologias podem ser aplicadas, a bioestimulação e a bioaumentação. A bioestimulação é a adição de nutrientes limitantes para apoiar o crescimento microbiano e a bioaumentação é a adição de células vivas capazes de degradação. A combinação de ambas as abordagens de biorremediação é igualmente viável, mas não explicitamente mais benéfica. A seleção de uma tecnologia depende de requisitos específicos do local, como disponibilidade de microrganismos capazes de degradação em quantidades suficientes, disponibilidade de nutrientes para apoiar o crescimento e a proliferação microbiana, bem como parâmetros ambientais, como temperatura em combinação com a duração da exposição [16].

Com a combinação de abordagens de bioestimulação e bioaumentação, Okoro demonstrou que uma mistura de glicoproteína e biossurfactantes glicolipídicos podem ser usados para aumentar significativamente a taxa de biodegradação. Este utilizou dois isolados bacterianos de um manguezal, produtores de biossurfactante, para melhorar o processo de biodegradação no respectivo ambiente poluído por hidrocarbonetos [17]. Similarmente, Krepsky isolou e avaliou consórcios bacterianos que foram capazes de emulsificar derivados de petróleo testados também pela produção de biossurfactantes [4].

Rocha et al [18] avaliou o potencial de isolados bacterianos de sedimentos de manguezais para degradar o hexadecano. Através de uma técnica de enriquecimento, a linhagem utilizada foi capaz degradar completamente o hexadecano a 1% (v/v) em 48 horas sem liberar biossurfactantes. Isso provavelmente é justificado pela sua superfície hidrofóbica. Assim, os sedimentos do manguezal nessa região do Ceará, abrigam comunidades bacterianas capazes de utilizar o petróleo como fonte de carbono. Portanto, essa espécie se torna promissora para aplicações em biorremediação de sedimentos de mangue contaminados.

Ao contrário, Brito et al avaliou bactérias hidrocarbonoclasticas (HBC) e estas não estimularam significativamente a degradação do óleo durante o período experimental utilizado (03 meses), na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro; sugerindo que esse período seja prolongado, entre 01 e 02 anos, nas condições especificadas [7].

Orji et al avaliou a biorremediação em escala laboratorial. Utilizaram o esterco de vaca como fonte limitante de nutrientes. Através de análises cromatográficas gasosas, foi possível determinar uma redução de 69,85% dos hidrocarbonetos totais de petróleo (TPH) em 70 dias. A utilização desse fertilizante pode desenvolver uma abordagem ecologicamente correta e de

baixo custo para um desenvolvimento sustentável no Delta do Níger, na Nigéria, região extremamente vulnerável à poluição por óleo bruto [19].

De acordo com Queiroz e Celino, a salinidade da Baía de Todos os Santos varia entre 28 e 36 [2]. Estudos similares ao desenvolvido por Krepsky, seriam inviabilizados devido a tolerância a salinidade da cepa usada [4]. Diante disso, se faz cada vez mais necessário a bioprospecção de cepas endógenas dos ambientes contaminados, a aplicação desses microrganismos é essencial para o sucesso das estratégias de biorremediação. Além disso, o Brasil se mostra com um forte cenário para novas pesquisas sobre processos de biorremediação.

#### 4. CONCLUSÃO

Nessa pesquisa, dos 40 artigos encontrados, que estavam diretamente ligados ao tema proposto, 42,5% foram desenvolvidos no Brasil, o que mostra que há uma preocupação com a contaminação por hidrocarbonetos em regiões de mangue em alguns Estados litorâneos, como Rio de Janeiro, Bahia e Ceará. Além disso, mostra como o Brasil está à frente nos estudos sobre biorremediação como método de degradação sustentável e eficaz. No Rio de Janeiro, dois pesquisadores e seus respectivos grupos de pesquisa se destacaram no número de publicações referentes a este tema, Raquel Peixoto e Alexandre Rosado (Tabela 1).

Dentre os trabalhos trazidos, fica clara a eficiência do processo de utilização de micro-organismos nativos para a degradação de hidrocarbonetos, porém, os estudos devem ser feitos especificamente para cada área. A utilização de técnicas em regiões com características semelhantes pode ser útil, mas muitos fatores físicos e químicos podem alterar os resultados, portanto, os testes devem ser feitos *in loco* para obter resultados mais confiáveis e iniciar a aplicação. Também não é possível afirmar qual a melhor técnica de biorremediação (ou a combinação delas), pois cada consórcio ou espécie possui afinidade com diferentes compostos, e alguns ainda produzem substâncias como biossurfactantes.

---

## 5. REFERÊNCIAS

- <sup>1</sup>KATHIRESAN, K., BINGHAN, B. L. **Biology of mangroves and mangrove ecosystems**. Adv Mar Biol 40:81–251, 2001.
- <sup>2</sup>QUEIROZ, A. F. S.; CELINO, J. J. **Impacto ambiental da indústria petrolífera em manguezais da região norte da baía de todos os santos (Bahia, Brasil)**. Boletim Paranaense de Geociências, n. 62-63, p. 23-34. Editora UFPR, 2008.
- <sup>3</sup>PEIXOTO, R., CHAER, G. M., CARMO, F. L., ARAÚJO, F. V., PAES, J. E., VOLPON, A., SANTIAGO, G. A., ROSADO, A. S. **Bacterial communities reflect the spatial variation in pollutant levels in Brazilian mangrove sediment** 99:341–354, 2011.
- <sup>4</sup>KREPSKY, N. et al. **Alternative methodology for isolation of biosurfactant-producing bacteria**. Braz. J. Biol., 67(1): 117-124, 2007.
- <sup>5</sup>ZHU, X., VENOSA, A. D., SUIDAN, M. T., LEE, K. **Guidelines for the bioremediation of marine shorelines and freshwater wetlands**. Report under a contract with office of Research and Development, US Environmental Protection Agency. Pp 201, 2001.
- <sup>6</sup>NANSINGH, P., JURAWAN, S. **Environmental sensitivity of a tropical coastline (Trinidad, West Indies) to oil spills**. Spill Science & Technology Bulletin, 5, 161–172, 1999.
- <sup>7</sup>BRITO, E. M., DURAN, R., GUYONEAUD, R., GONI-URRIZA, M., GARCIA DE OTEYZA, T., CRAPEZ, M. A. **A case study of in situ oil contamination in a mangrove swamp (Rio De Janeiro, Brazil)**. Marine Pollution Bulletin, 58, 418–423, 2009.
- <sup>8</sup>NYER, E. K. **Groundwater and soil remediation: Practical methods and strategies**. Michigan: Ann Arbor Press, 1998.
- <sup>9</sup>KORDA, A., SANTAS, P., TENENTE, A., SANTAS, R. **Petroleum hydrocarbon bioremediation: sampling and analytical techniques, in situ treatments and commercial microorganisms currently used**. Applied Microbiology and Biotechnology, 48, 677–686, 1997.



- 
- <sup>10</sup>CRÁPEZ, M. A. C., BORGES, A. L. N., BISPO, M. G. S., PREREIRA, D. C. **Tratamento para derrames de petróleo.** *Ciência Hoje*, 30(179), 32–37, 2002.
- <sup>11</sup>BANAT, I. M. **Biosurfactants production and possible uses in microbial enhanced oil recovery and oil pollution remediation: a review.** *Biores Technol.*, vol. 51, no. 1, p. 1-12, 1995.
- <sup>12</sup>GERMEN. **Baía de Todos os Santos: diagnóstico sócioambiental e subsídios para a gestão.** Salvador, 244p. 1997.
- <sup>13</sup>PESO-AGUIAR, M. C., SMITH, D. H., ASSIS, R. C. F., SANTA-ISABEL, L. M., PEIXINHO, S., GOUVEIA, E. P., ALMEIDA, T. C. A., ANDRADE, W. S., CARQUEIJA, C. R. G., KELMO, F., CARROZZO, G., RODRIGUES, C. V., CARVALHO, G. C., JESUS, A. C. S. **Effects of petroleum and its derivatives in benthic communities at Baía de Todos os Santos, Bahia, Brazil.** *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 3: 459-470. 2000.
- <sup>14</sup>ONOFRE, C. R. E., CELINO, J. J., NANO, R. M. W., QUEIROZ, A. F. S. **Biodisponibilidade de metais traços nos sedimentos de manguezais da porção norte da Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil.** *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, volume 7 – Número 2. 2007.
- <sup>15</sup>LEÃO, Z. M. A. N., DOMINGUEZ, J. M. L. **Tropical coast of Brazil.** *Marine Pollution Bulletin*, 41: 112-122. 2000.
- <sup>16</sup>ADAMS, G. O., FUFYIN, P. T., OKORO, S. E., Ehinomen, I. **Bioremediation, Biostimulation and Bioaugmentation: A Review.** *International Journal of Environmental Bioremediation & Biodegradation*, vol. 3, no. 1 28-39. 2005.
- <sup>17</sup>OKORO, C. C. **Enhanced Bioremediation of Hydrocarbon Contaminated Mangrove Swamp in the Nigerian Oil Rich Niger Delta using Seawater Microbial Inocula amended with Crude Biosurfactants and Micronutrients.** *Nature and Science*; 8(8). 2010.
- <sup>18</sup>ROCHA, L. L., COLARES, G. B., ANGELIM, A. L., GRANGEIRO, T. B., MELO, V. M. **Culturable populations of Acinetobacter can promptly respond to contamination by alkanes in mangrove sediments.** *Marine Pollution Bulletin*, 214–219. 2013.

<sup>19</sup>ORJI, F. A., IBIENE, A. A., DIKEL, E. N. **Laboratory Scale Bioremediation of Petroleum Hydrocarbon – Polluted Mangrove Swamps in the Niger Delta Using Cow Dung.** Malaysian Journal of Microbiology, Vol 8(4) pp. 226-235. 2012.

ANEXO 1 – Tabela de artigos encontrados nas bases de dados.

TÍTULO DO ARTIGO	AUTORES	PAÍS
The combined effects of phytoremediation and biostimulation in enhancing habitat restoration and oil degradation of petroleum contaminated wetlands	Qianxin Lin e Irving A. Mendelsohn	EUA
Literature review on the use of commercial bioremediation agents for cleanup of oil-contaminated estuarine environments	Xueqing Zhu, Albert D. Venosa e Makram T. Suidan	EUA
Bioremediation: an overview of its development and use for oil spill cleanup	Rebecca Z.Hoff	EUA
Petroleum Spill Bioremediation in Marine Environments	Roger C. Prince	EUA
Effects of Bioremediation Agents on Oil Degradation in Mineral and Sandy Salt Marsh Sediments	Q. Lin,I. A. Mendelsohn,C. B. Henry,P. O. Roberts,M. M. Walsh,E. B. Overton e R. J. Portier	EUA
Effect of Bioremediation on the Microbial Community in Oiled Mangrove Sediments	Michelle A. Ramsay, Richard P.JSwannell, Warren AShipton, Norman CDuke, Russell THill	AUSTRALIA
Dispersant Use and a Bioremediation Strategy as Alternate Means of Reducing Impacts of Large Oil Spills on Mangroves: The Gladstone Field Trials	Norman C. Duke, Kathryn A. Burns, Richard P. JSwannell, Otto Dalhaus, Roland JRupp	AUSTRALIA
Gladstone, Australia Field Studies: Weathering and Degradation of Hydrocarbons in Oiled Mangrove and Salt Marsh Sediments With and Without the Application of an Experimental Bioremediation Protocol	K.ABurns, SCodi, N.CDuke	AUSTRALIA
Research into the bioremediation of oil spills in tropical Australia: with particular emphasis on oiled mangrove and salt marsh habitat	Duke, N. C., Burns, K. A. and Swannell, R. P. J.	AUSTRALIA
Oil spill impacts on mangroves: Recommendations for operational planning and action based on a global review	Norman C. Duke	AUSTRALIA
Bioremediation of a Crude Oil Polluted Tropical Mangrove Environment	L. O. Odokuma, A. A. Dickson	NIGÉRIA
Laboratory Scale Bioremediation of Petroleum Hydrocarbon – Polluted Mangrove Swamps in the Niger Delta Using Cow Dung	Frank Anayo Orji, Abiye Anthony Ibiene e Ekaette Nduka Dike	NIGÉRIA
Bioremediation, Biostimulation and Bioaugmentation: A Review	Godleads Omokhagbor Adams, Prekeyi Tawari Fufeyin, Samson Eruke Okoro, Igelenyah Ehinomen	NIGÉRIA
Enhanced Bioremediation of Hydrocarbon Contaminated Mangrove Swamp in the Nigerian Oil Rich Niger Delta using Seawater Microbial Inocula amended with Crude	Chuma C. Okoro	NIGÉRIA

Biosurfactants and Micronutrients		
Laboratory Scale Bioremediation of Petroleum Hydrocarbon – Polluted Mangrove Swamps in the Niger Delta Using Cow Dung	Frank Anayo Orji, Abiye Anthony Ibiene e Ekaette Nduka Dike	NIGÉRIA
Bioremediation of petroleum hydrocarbon-polluted mangrove swamps using nutrient formula produced from water hyacinth ( <i>eichornia crassipes</i> )	Frank Anayo Orji, Abiye Anthony Ibiene e Phillip O. Okerentugba	NIGÉRIA
Bioaugmentation and biostimulation strategies to improve the effectiveness of bioremediation processes	Meenu Tyagi, M. Manuela R. da Fonseca, Carla C. C. R. de Carvalho	PORTUGAL
A case study on fuel oil contamination in a mangrove swamp in Hong Kong	Nora F.Y.Tam, Teresa W.Y.Wong, Y.S.Wong	CHINA
Effectiveness of bacterial inoculum and mangrove plants on remediation of sediment contaminated with polycyclic aromatic hydrocarbons	N.F.Y.Tam, Y.S.Wong	CHINA
Study on Fungi-Bacteria Consortium Bioremediation of Petroleum Contaminated Mangrove Sediments Amended with Mixed Biosurfactants	Yu Ying Li, Bing Li	CHINA
Natural attenuation, biostimulation and bioaugmentation on biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in mangrove sediments	K.S.H.Yu, A.H.Y. Wong, K.W.Y.Yau, Y.S.Wong, N.F.Y.Tam	CHINA
The Bioremediation Potential of Hydrocarbonoclastic Bacteria Isolated From a Mangrove Contaminated by Petroleum Hydrocarbons on the Cilacap Coast, Indonesia	Agung Dhamar Syakti, Mohamad Yani, Nuning Vita Hidayati, Asrul Sahri Siregar, Pierre Doumenq e I. M. Made Sudiana	INDONESIA
Application of a Slow-Release Fertilizer for Oil Bioremediation in Beach Sediment	R. Xu, N. L. A. Lau, K. L. Ng e J. P. Obbard	SINGAPURA
Culturable populations of <i>Acinetobacter</i> can promptly respond to contamination by alkanes in mangrove sediments	Lidianne L. Rocha, Geórgia B. Colares, Alysson L. Angelim, Thalles B. Grangeiro e Vânia M. M. Melo	BRASIL
Phytoremediation using <i>Rizophora mangle</i> L. in mangrove sediments contaminated by persistent total petroleum hydrocarbons (TPH's)	Icaro T.A. Moreira, Olivia M.C. Oliveira, Jorge A. Triguís, Ana M.P. dos Santos, Antonio F.S. Queiroz, Cintia M.S. Martins, Carine S. Silva, Rosaide S. Jesus	BRASIL
Bioremediation of Mangroves Impacted by Petroleum	Henrique F. Santos, Flávia L. Carmo, Jorge E. S. Paes, Alexandre S. Rosado, Raquel S. Peixoto	BRASIL
A case study of <i>in situ</i> oil contamination in a mangrove swamp (Rio De Janeiro, Brazil)	Elcia M.S. Brito, Robert Duran, Rémy Guyoneaud, Marisol Goñi-Urriza, T. García de Oteyza, Miriam A.C. Crapez, Irene Aleluia, Julio C.A. Wasserman	BRASIL
Microbial diversity in Brazilian mangrove sediments - a mini review	Angela Michelato Ghizelini; Leda Cristina Santana Mendonça-Hagler; Andrew Macrae	BRASIL
Caracterização química e microbiológica de sedimentos de manguezal após um grande derramamento de óleo na Baía de Guanabara, RJ, Brasil	Maria do Carmo Maciel-Souza; Andrew Macrae; Antonia Garcia Torres Volpon; Patrícia Silva Ferreira; Leda Cristina Mendonça-Hagler	BRASIL

Phytoremediation in mangrove sediments impacted by persistent total petroleum hydrocarbons (TPH's) using <i>Avicennia schaueriana</i>	Icaro T.A. Moreira, Olivia M.C. Oliveira, Jorge A. Triguís, Antonio F.S. Queiroz, Sergio L.C. Ferreira, Cintia M.S. Martins, Ana C.M. Silva, Brunno A. Falcão	BRASIL
Origin and degradation of hydrocarbons in mangrove sediments (Rio de Janeiro, Brazil) contaminated by an oil spill	Cassia O.Farias, Claudia Hamacher Angela de L.R.WagenerArthur de L.Scofield	BRASIL
Alternative methodology for isolation of biosurfactant-producing bacteria	Krepisky, N.a,b, Da Silva, FS.a,b, Fontana, LF.a,b and Crapez, MAC.a	BRASIL
Impacto ambiental da indústria petrolífera em manguezais da região norte da baía de todos os santos (Bahia, Brasil)	Antônio Fernando de Souza Queiroz e Joil José Celino	BRASIL
Bioremediation of Mangroves Impacted by Petroleum	Henrique F. Santos, Flávia L. Carmo, Jorge E. S. Paes, Alexandre S. Rosado, Raquel S. Peixoto	BRASIL
Bacterial interactions and implications for oil biodegradation process in mangrove sediments	Adriana Daudt Grativol, Albany AMarchetti a, Rita MWetler-Tonini, Thiago M Venancio, Carlos EN Gatts, Fabiano L Thompson, Carlos E Rezende	BRASIL
Characterisation of the effect of a simulated hydrocarbon spill on diazotrophs in mangrove sediment mesocosm	Rodrigo Gouvêa Taketani, Henrique Frago dos Santos, Jan Dirk van Elsas, Alexandre Soares Rosado	BRASIL
Bacterial communities reflect the spatial variation in pollutant levels in Brazilian mangrove sediment	R. Peixoto, G. M. Chaer, F. L. Carmo, F. V. Arau´ Jô, J. E. Paes, A. Volpon, G. A. Santiago, A. S. Rosado	BRASIL
Evaluation of the biodegradability of petroleum in microcosm systems by using mangrove sediments from Camamu Bay, Bahia, Brazil	A.C.F. Santos, R.P. Rezende, M. Brendel, S.S. Souza, A.C.S. Gonçalves e J.C.T. Dias.	BRASIL
A case study of in situ oil contamination in a mangrove swamp (Rio De Janeiro, Brazil)	Elcia M.S. Brito, Robert Duran, Rémy Guyoneaud, Marisol Goñi-Urriza, T. García de Oteyza, Miriam A.C. Crapez, Irene Aleluia, Julio C.A. Wasserman	BRASIL
Physiological aspects of mangrove ( <i>Laguncularia racemosa</i> ) grown in microcosms with oil-degrading bacteria and oil contaminated sediment	Vanessa Sodr�, Vanessa S. Caetano, Renata M. Rocha, Flávia L. Carmo, Leonardo O. Medici, Raquel S. Peixoto, Alexandre S. Rosado, Fernanda Reinert	BRASIL