



APLICAÇÕES DA BIOTECNOLOGIA AMBIENTAL PARA A REDUÇÃO DE PLÁSTICOS NOS OCEANOS

Tamily Roedel ¹
Felipe da Silva Valente ²

RESUMO

O plástico se tornou cada vez mais dominante no mercado consumidor desde seu desenvolvimento comercial nas décadas de 1930 e 1940 em decorrência de sua praticidade e versatilidade. O uso crescente e a destinação incorreta do mesmo pós-consumo, fez com que este polímero se acumulasse nos oceanos. Este artigo tem como objetivo descrever soluções para tentar reduzir o volume de resíduos plásticos nos oceanos, dando uma ênfase para medidas que envolvem a biotecnologia ambiental. Este trabalho tem uma pesquisa com abordagem qualitativa, método exploratório e descritivo, e tipo bibliográfica. As possíveis soluções para a redução da quantidade de plásticos nos oceanos não são simples e dependem de uma gama de ações que envolvem desde a conscientização das pessoas até medidas mais tecnológicas. Sendo assim, descreveram-se cinco possíveis soluções, como a conscientização ambiental da população, a produção de bioplásticos, a biodegradação de plásticos, a instalação de barreiras físicas e uso de mecanismos de limpeza. A tarefa não é fácil e exige o comprometimento de várias frentes internacionais de pesquisa e de proteção ambiental. Ressalta-se que os oceanos são ambientes com uma biodiversidade, em sua maioria, ainda desconhecida, que regulam o clima e o ciclo do nitrogênio, e são peças-chaves para a sobrevivência humana.

Palavras-chave: Biotecnologia ambiental, Plástico, Oceanos.

1 INTRODUÇÃO

O plástico se tornou cada vez mais dominante no mercado consumidor desde seu desenvolvimento comercial nas décadas de 1930 e 1940 (JAMBECK *et al.*, 2015). Em decorrência de sua praticidade e versatilidade, ele vem provocando mudanças no consumo e no estilo de vida das pessoas (PIATTI; RODRIGUES, 2005). Conseqüentemente isso contribuiu para que este material fosse produzido em larga escala, atingindo a marca de 381 milhões toneladas em 2015 (GAYER *et al.*, 2017). Além disso, há a expectativa de que o aumento da produção mundial de lixo plástico acompanhe o crescimento populacional, que

¹ Bacharel e Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Regional de Blumenau - FURB. Mestre e Doutoranda em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI, bio4tami@yahoo.com.br;

² Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI. Mestrando do Curso de Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI, fvalente@edu.univali.br



segundo estimativas, pode atingir o contingente de 9,2 bilhões de habitantes no ano de 2050 (HOORNWEG *et al.*, 2013; ROCHA; MACEDO, 2014).

O uso crescente e a destinação incorreta do mesmo pós-consumo fez com que este polímero se acumulasse nos oceanos (FIRME; OLIVEIRA, 2020). Ele é confundido pela fauna marinha com alimento, e alguns animais se enroscam nestes resíduos, o que pode ocasionar a morte dos indivíduos. Mais de 250 espécies marinhas são ameaçadas pelos resíduos plásticos, com destaque aos peixes, tartarugas, pinguins, cetáceos, dentre outros (MIZOGUCHI, 2019).

Este artigo tem como objetivo descrever soluções para tentar reduzir o volume de resíduos plásticos nos oceanos, dando uma ênfase para medidas que envolvem a biotecnologia ambiental.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 OS PLÁSTICOS COMO RESÍDUOS

O plástico é um dos principais polímeros mais usados do mundo, é produzido a partir do petróleo, matéria-prima bastante explorada (SHAH *et al.*, 2008). A utilização dos plásticos em substituição aos materiais tradicionais como o vidro, metais e madeiras, em alguns aspectos contribui para a qualidade de vida da sociedade, proporcionando diversos benefícios (SPINACÉ *et al.*, 2005). Como na área da saúde, por exemplo, onde a substituição da seringa de vidro, por materiais de plásticos descartáveis possibilitou a redução dos riscos de contaminação (GORNI, 2003). Contudo, o consumo desenfreado de plásticos, praticado pela sociedade atual, tem sido motivo de crescente preocupação ambiental devido a quantidade de resíduos que são gerados (DERRAIK, 2002).

No Brasil, mesmo com o alto investimento e faturamento bilionário na indústria do plástico, estima-se que somente 1% do material plástico pós-consumo é destinado à reciclagem, o que representa apenas 615 mil toneladas de material reciclado dos 6,24 milhões de toneladas de material produzido (ABIPLAST, 2015). Materiais poliméricos reciclados podem ser reutilizados, economizando energia para a produção de novos materiais e impedindo o despejo de mais plásticos no ambiente (SPINACÉ; DE PAOLI, 2005).

A coleta de lixo é realizada em quase 90% dos municípios brasileiros, os que contribuem com a coleta seletiva não atinge 15% (ABIPLAST, 2015). Além disso, as



empresas de reciclagem encontram dificuldade para discriminar a identidade do polímero, devido a mistura de materiais poliméricos empregados na composição de um só produto (HAMMER *et al.*, 2012). Fatores como a ausência de coleta seletiva por parte dos consumidores e a falta de padronização no uso dos polímeros para determinadas embalagens por parte da indústria dificultam a realização da reciclagem em grande massa, não só no Brasil como em todo o mundo. (HAMMER *et al.*, 2012; ABIPLAST, 2015).

Os resíduos plásticos que não são reciclados no Brasil, acabam em lixões ou aterros sanitários, onde levarão anos para se decomporem. Quando estes resíduos são descartados inadequadamente no ambiente, causam o entupimento dos bueiros, favorecendo os eventos de enchentes e atingindo os cursos hídricos, impactando negativamente em suas condições estéticas, ecológicas e ambientais. (PEREIRA, 2014).

2.2 IMPACTOS DOS PLÁSTICOS NOS OCEANOS

Ao chegar aos oceanos, a diversidade desse material forma um lixão de plástico, conhecido como “sopa de polímeros sintéticos”. Dessa forma, a cadeia alimentar aquática é totalmente alterada a partir da ingestão desses polímeros, podendo ter um efeito direto com a morte de organismos, e indireto, afetando toda a cadeia alimentar em função da ingestão de organismos contaminados (ARAGÃO; VELOSO, 2014).

Já foram identificadas fibras plásticas no conteúdo estomacal de pequenos peixes (FIRME; OLIVEIRA, 2020). Miranda e Carvalho-Souza (2011) analisaram o conteúdo estomacal de 32 espécimes de peixes pertencentes a 11 espécies, e encontraram resíduos plásticos em 7 exemplares. Eles estavam com *pellets* e microplásticos.

No litoral do Rio Grande do Sul, Tourinho, Ivar do Sul e Fillmann (2008) analisaram o trato intestinal de 29 tartarugas verde e 100% estavam com resíduos sólidos. Os plásticos foram os itens mais abundantes (73,7%) seguidos de itens relacionados à atividade pesqueira (21,5%). Entre os plásticos foram encontrados, plástico mole, rígido, esférula, balão e canudos. Melo *et al.* (2010) relataram a presença de diversos tipos de plásticos, como rede de pesca, pedaços de cano de PVC, ráfia, pedaços de saco plástico em um exemplar de *Chelonia mydas* (tartaruga verde) em Recife - PE.

Além dos resíduos plásticos maiores, atualmente há uma crescente preocupação ambiental em relação a partículas inferiores a 5 mm, denominadas microplásticos (HARTMANN *et al.*, 2017). A presença de microplásticos no meio ambiente representa uma



ameaça para a biota, pois, devido ao seu tamanho reduzido, estas partículas possuem maior distribuição, podendo atingir até áreas remotas, e se tornam disponíveis para uma grande variedade de organismos desde os níveis tróficos inferiores (COLLIGNON *et al.*, 2012; BARNES *et al.*, 2009).

A saúde humana também é afetada pela disseminação de microplásticos nos oceanos, pois muitos desses retornam através da água. Inger-se de 81 a 123 mil pedaços de microplásticos por ano, e o consumo de água engarrafada pode aumentar 22 vezes essa quantidade (MIZOGUCHI, 2019).

3 METODOLOGIA

Este trabalho segue uma pesquisa com abordagem qualitativa, método exploratório e descritivo, e tipo bibliográfica. Conforme Raupp e Beuren (2009, p. 91) a pesquisa qualitativa é aquela que contribui para o “processo de mudança de determinado grupo [...]”. Ela “[...] visa destacar características não observadas por meio de um estudo quantitativo [...]”.

De acordo com Gil (2010) a pesquisa exploratória é aquela que tem como objetivo ter uma maior familiaridade com o problema, que neste artigo, foi verificar na literatura as soluções para a redução dos resíduos de plástico dos oceanos. O método também é descritivo, pois aqui se descrevem sucintamente as possíveis soluções por meio da biotecnologia ambiental. “Elas podem ser elaboradas também com a finalidade de identificar as possíveis relações entre variáveis” (GIL, 2010, p. 27).

Para Marconi e Lakatos (2001, p. 44) “a pesquisa bibliográfica, pode, portanto, ser considerada também como primeiro passo de toda pesquisa científica”. Neste artigo, o campo de pesquisa bibliográfica foi a biotecnologia ambiental e a questão dos resíduos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As possíveis soluções para a redução da quantidade de plásticos nos oceanos não são simples e dependem de uma gama de ações que envolvem desde a conscientização das pessoas até medidas mais tecnológicas.

4.1 CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL DAS POPULAÇÕES



A sociedade precisa caminhar na busca por uma cidadania planetária, no respeito ao espaço do outro, com seus direitos e deveres. Neste sentido, “a educação ambiental assume cada vez mais uma função transformadora, na qual a co-responsabilização dos indivíduos torna-se um objetivo essencial” (JACOBI, 2003, p. 197).

Ressalta-se que a Lei nº 12.305/2010, que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos, existe o termo responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, e isso inclui um “conjunto de atribuições individualizadas [...] para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental” (BRASIL, 2010, Art. 3º).

4.2 PRODUÇÃO DE BIOPLÁSTICOS

Os bioplásticos são fabricados a partir de materiais de base biológica. Em 2004, com o aumento do valor do petróleo, e com o desenvolvimento de tecnologia, este material conseguiu ser competitivo com o plástico tradicional. (AMORIM, 2019). É necessário que se amplie a produção de bioplásticos e que estes substituam os petroplásticos.

Os bioplásticos são polímeros da família polihidroxialcanoatos - PHA's, que são produzidos por bactérias, em biorreatores, a partir de açúcares, com a vantagem que podem ser degradados por microrganismos presentes no ambiente, após o descarte. O principal representante dos PHA's é o poli-beta-hidroxi-butarato - PHB. (TELLES; SARAN; UNÊDA-TREVISOLLI, 2011).

Entre as várias etapas que compõem o processo de produção do PHB, destacam-se a etapa de fermentação, que determina a massa molar final do polímero obtido, e a etapa de extração, da qual dependem muitas propriedades do produto final, como, por exemplo, sua flexibilidade. A última etapa é muito importante, pois é responsável pelo grau de pureza do polímero. (TELLES; SARAN; UNÊDA-TREVISOLLI, 2011, p. 56).

Bactérias da espécie *Ralstonia eutropha* têm sido usadas na produção industrial deste polímero, além de *Burkholderia sacchari*. No Brasil, a *R. eutropha* é modificada geneticamente para o consumo de sacarose. (TELLES; SARAN; UNÊDA-TREVISOLLI, 2011).

4.3 BIODEGRADAÇÃO DE PLÁSTICOS



Para lidar com o gerenciamento de plásticos, vários métodos têm sido usados para a degradação de resíduos plásticos, como fotodegradação, degradação termo-oxidativa e biodegradação por biorremediação (SHAHNAWAZ; SANGALE; ADE, 2019).

A fotodegradação requer o uso de luz ultravioleta ou radiação de alta energia para degradar o plástico. Sua taxa de iniciação é muito lenta, e é um método muito caro. A oxifotodegradação é um método que requer oxigênio e calor (75 a 200°C), mas em altas temperaturas, vários gases tóxicos são liberados no ambiente. Este método é mais rápido, mas não é muito aceito. (SHAHNAWAZ; SANGALE; ADE, 2019).

A biorremediação é um dos métodos mais aceitos no momento, pois utiliza microrganismos para a degradação do plástico, e envolve 4 estágios (Quadro 1).

Quadro 1 - Estágios de degradação do plástico por biorremediação.

ESTÁGIOS	DESCRIÇÃO
1 - Adesão de micróbios à superfície do polímero superficialmente	Incorporação de grupos aquafílicos, tornando o polímero mais hidrofílico.
2 - Exploração do polímero como alimento para os micróbios (fonte de carbono)	Diminuição da energia superficial de forma que o carbono do polímero possa ser utilizado para o crescimento e desenvolvimento microbiano.
3 - Degradação primária do polímero	Clivagem da cadeia principal de carbono e formação de pedaços de baixo peso molecular - oligômeros, dímeros e monômeros.
4 - Degradação final do polímero	Micróbios de elite que degradam plásticos secretam enzimas que desempenham papel significativo no processo de degradação do plástico. Sob condições aeróbicas, a biodegradação do plástico resulta na geração de CO ₂ , H ₂ O e biomassa como produto final. Em condições anaeróbicas, os produtos gerados eram da mesma natureza, exceto pela geração de CH ₄ , enquanto que na condição sulfidogênica, houve a formação de H ₂ S, CO ₂ e água.

Fonte: Adaptado de Shahnawaz, Sangale e Ade (2019).

Shahnawaz, Sangale e Ade (2019) discutiram também sobre a biorremediação do plástico *in situ*, onde apresentaram alguns estudos sobre o tema. O primeiro se tratava de uma pesquisa realizada em uma área de manguezal com duas espécies *Rhizophora* e *Avicennia*, onde haviam sido enterrados diferentes tipos de plásticos. Os micróbios associados aos itens degradados foram isolados pelo método de diluição em série e cultivados no meio de agar de Zobell (bactérias) e no meio de Martin Rose Bengal (fungos). Ele também descreveu bactérias degradadoras de plástico como *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Moraxella* e *Pseudomonas* e fungos *Aspergillus glaucus* e *Aspergillus niger*. E o segundo e



mais eficiente foi um ensaio de biodegradação *in situ* de filmes de polietileno de baixa densidade - LDPE usando consórcios microbianos baseados em nanopartículas.

4.4 BARREIRAS FÍSICAS E MECANISMOS DE LIMPEZA DOS OCEANOS

Neste tópico, procurou-se apresentar algumas barreiras físicas para evitar que os resíduos plásticos cheguem aos oceanos e mecanismos que vêm sendo utilizados para a sua limpeza (Quadro 2).

Quadro 2 - Barreiras físicas e mecanismos de limpeza dos oceanos.

TIPO	MÉTODO	DESCRIÇÃO
Barreira física	Ecobarreiras	São estruturas flutuantes, como garrafas PET e bombonas plásticas, instaladas transversalmente nas calhas de corpos d'água, em trechos próximos à foz, para retenção e coleta dos resíduos flutuantes. O lixo retido é recolhido, e trabalhadores separam o material que pode ser reciclado para ser vendido, sendo a outra parte retirada por equipamentos como dragas e retroescavadeiras sobre balsas. (FRANZ, 2011; FORGIARINI, 2018).
Barreira física	<i>Netting trash trap</i> - redes nas saídas de canos pluviais	São redes instaladas nas saídas de canos, para diminuir as descargas de lixo em sistemas de drenagem. Retêm resíduos brutos a partir de 5 mm, incluindo materiais orgânicos, como folhas. Essa é uma solução econômica para a sujeira no escoamento das águas pluviais. (FAWCETT, 1988; DE BRUIJN SR, 2015).
Mecanismo de limpeza	Barcos Coletores de Detritos - Ecoboats	São embarcações que contam com uma pá na proa, que ajuda a recolher os resíduos sólidos da água, com capacidade de até quatro toneladas de detritos. Após a lotação do contêiner, todo o material recolhido é descarregado em um caminhão, passando por um centro de triagem para reciclagem dos resíduos, sendo essa segunda parte feita por empresas devidamente licenciadas pelos órgãos ambientais competentes. Esse método visa o encaminhamento de todo material reciclável de volta às cadeias produtivas de reciclagem e, desta forma, diminuir o volume de resíduos enviados aos aterros. (ECOBOARD AMBIENTAL, 2012).
Mecanismo de limpeza	Aspirador de plástico e microplástico da areia e água das praias	Desenvolvido por estudantes da Universidade Sherbrooke, no Canadá, este aspirador gigante remove os microplásticos da água ou da areia da praia, sugando a areia e armazenando em um tanque de água. A areia afunda e separa-se do microplástico, que flutua no compartimento. Depois da separação, a areia volta para a praia e o plástico é coletado para a reciclagem (HOOLA ONE, 2017).

Fonte: Os autores (2020).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todas as propostas sugeridas neste trabalho têm como principal objetivo tornar os oceanos ambientes melhores e com um menor volume de plásticos para que os seres que os



habitam possam realizar seus processos naturais e se manterem. A tarefa não é fácil e exige o comprometimento de várias frentes internacionais de pesquisa e de proteção ambiental. É necessário ressaltar também que a Organização das Nações Unidas (ONU) declarou no dia 08/06/20, o dia oficial para o início da Década dos Oceanos.

Os oceanos são ambientes com uma biodiversidade, em sua maioria, ainda desconhecida, que regulam o clima e o ciclo do nitrogênio. Eles são peças-chaves para a sobrevivência humana, devido a produção e regulação de gás oxigênio, além de serem fonte de proteína para a população (GONÇALVES, 2013).

Segundo Cruz (2010), com a ampliação de possibilidades no uso de microrganismos para criar novas substâncias, ou utilizá-los para a degradação de resíduos, a biotecnologia ambiental é uma área que ainda permitirá o desenvolvimento de novas tecnologias, com medidas para evitar a contaminação e poluição do meio ambiente.

6 AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos Professores Dr. André Oliveira de Souza Lima e Dr. Marcos Adonai Castro da Silva pelo desenvolvimento deste trabalho na disciplina de Biotecnologia Ambiental. E à concessão das Bolsas de estudo do Programa de Suporte à Pós-Graduação de Instituições Comunitárias de Educação Superior (PROSUC) da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI.

REFERÊNCIAS

ABIPLAST - Associação Brasileira da Indústria do Plástico. 2015. Disponível em: <http://www.abiplast.org.br>. Acesso em: 24 jun. 2020.

AMORIM, D. P. L. Bioplásticos: benefícios sustentáveis e ascensão da produção. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade - RMS**, v. 9, n. 1, p. 98-112, jan./abr., 2019.

ARAGÃO, V. R.; VELOSO, V. H. S. Produção e reciclagem do lixo com foco em resíduos plásticos. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 2, p. 3075-3081, 2014.

BARNES, D. K.; GALGANI, F.; THOMPSON, R. C.; BARLAZ, M. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364, n. 1526, p. 1985-1998, 2009.



BRASIL. **Lei nº 12.305**, dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, de 02 de agosto de 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 12 jun. 2020.

COLLIGNON, A. *et al.* Neustonic microplastic and zooplankton in the North Western Mediterranean Sea. **Marine pollution bulletin**, v. 64, n. 4, p. 861-864, 2012.

CRUZ, L. E. Biotecnologia: o Brasil e a importância em converter pesquisa em produtos comercialmente viáveis. **Parc. Estrat.**, v. 15, n. 31, p. 205-216, jul./dez. 2010.

DERRAIK, J. G. B. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. **Marine pollution bulletin**, v. 44, n. 9, p. 842-852, 2002.

DE BRUIJN SR, H. Beyond the Green Infrastructure: What do you do with the trash and debris?. In: **Low Impact Development Technology: Implementation and Economics: LID: Implementation and Economics**. 2015. p. 46-53

ECOBOAT AMBIENTAL. **O projeto Ecoboat**. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://ecoboatambiental.com.br/o-projeto>. Acesso em: 25 jun. 2020.

FAWCETT, W. L. Pool brush trash trap and collector. U.S. **Patent and Trademark Office** n. 4, p. 724 -566, 1988.

FIRME; I. C. T.; OLIVEIRA, M. M. Microplásticos e impactos no meio ambiente: análise de ocorrências no ambiente marinho. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, v. 14, n. 1, p. 4-17, jan./jun. 2020.

FORGIARINI, G. M. **Classificação dos resíduos sólidos urbanos coletados com o uso de ecobarreira em cursos de água no município de Caçapava do Sul, RS**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal do Pampa, Caçapava do Sul, 2018.

FRANZ, B. **O lixo flutuante em regiões metropolitanas costeiras no âmbito de políticas públicas: o caso da cidade do Rio de Janeiro**. 2011. 162f. Tese de Doutorado (Pós-graduação em Planejamento Energético), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science advances**, v. 3, n. 7, p. e1700782, 2017.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GONÇALVES, Leandra Regina. Limitações do multilateralismo para a governança global dos oceanos. In: ENCONTRO NACIONAL ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS - ABRI, 4, Belo Horizonte, 2013.

GORNI, A. A. Introdução aos plásticos. **Revista plástico industrial**, v. 10, n. 09, 2003.

HAMMER, J.; KRAAK, M. H. S; PARSONS, J. R. Plastics in the marine environment: the dark side of a modern gift. In: Reviews of environmental contamination and toxicology. **Springer**, New York, NY, 2012. p. 1-44.



HARTMANN, N. B. *et al.* Microplastics as vectors for environmental contaminants: Exploring sorption, desorption, and transfer to biota. **Integrated environmental assessment and management**, v. 13, n. 3, p. 488-493, 2017.

HOOLA ONE. **We hand the beaches back to nature.** 2017. Disponível em: <http://hoolaone.com>. Acesso em: 24 jun. 2020.

HOORNWEG, D.; BHADA-TATA, P.; KENNEDY, C. Environment: Waste production must peak this century. **Nature News**, v. 502, n. 7473, p. 615, 2013.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 118, p. 189-205, 2003.

JAMBECK, J. R. *et al.* Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science**, v. 347, n. 6223, p. 768-771, 2015.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do trabalho científico.** 6.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MELO, C. M. F.; SANTOS, R. M. B.; AMORA, T. D.; OLIVEIRA, R. A. S. Estudo do impacto fisiológico do lixo na tartaruga verde através da análise do aparelho digestivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 3, Rio Grande, 2010. **Anais [...]**. Rio Grande, 2010. p. 3399-3401.

MIRANDA, D. A.; CARVALHO-SOUZA, G. F. Presença de pellets plásticos em conteúdos estomacais de peixes desembarcados na costa de Salvador, Bahia, Brasil. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS DO MAR, 14, Balneário Camboriú, 2011. **Anais [...]**. Balneário Camboriú, 2011. p. 1-4.

MIZOGUCHI, I. H. Os desafios do plástico e cenários para o futuro. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Econômicas). UFRGS, Porto Alegre, 66 p. 2019

PEREIRA, F. C. **Microplásticos no ambiente marinho: mapeamento de fontes e identificação de mecanismos de gestão para minimização da perda de pellets plásticos.** 2014. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

PIATTI, T. M.; RODRIGUES, R. A. F. **Plásticos:** características, usos, produção e impactos ambientais. *E-book*. Maceió: Ed. UFAL, 2005.

RAUPP, Fabiano Maury; BEUREN, Ilse Maria. Metodologia da pesquisa aplicável às Ciências Sociais. In: BEUREN, Ilse Maria. (Org.) **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade:** teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2009. p. 76-97.

ROCHA, G. C.; MACEDO, J. A. B. **Contaminação de solos características e impactos.** Juiz de Fora: UFJF, 2014.

SHAH, A.; HASAN, F.; HAMEED, A.; AHMED, S. Biological degradation of plastics: a comprehensive review. **Biotechnology advances**, v. 26, n. 3, p. 246-265, 2008.



SHAHNAWAZ, M.; SANGALE, M. K.; ADE, A. B. **Bioremediation technology for plastic waste**. Singapore: Springer Nature, 2019. 139p.

SPINACÉ, M. A. S.; DE PAOLI, M. A. A tecnologia da reciclagem de polímeros. **Química nova**, v. 28, n. 1, p. 65-72, 2005.

TELLES, M. R.; SARAN, L. M.; UNÊDA-TREVISOLLI, S. H. Produção, propriedades e aplicações de bioplástico obtido a partir de cana-de-açúcar. **Ciência e Tecnologia: FATEC-JB**, v. 2, n. 1, p. 52-63, 2011.

TOURINHO, P. S.; IVAR DO SUL, J. A.; FILLMANN, G. Frequência de ingestão e tipos de resíduos sólidos em tartarugas-verdes na costa do Rio Grande do Sul, Brasil: distribuição e fragmentação no trato gastrointestinal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, 3, Fortaleza, 2008. **Anais** [...]. Fortaleza, 2008. p. 1-3.