

Microplásticos no oceano: sob a perspectiva da economia azul

Os rejeitos plásticos liberados nos ecossistemas marinhos são um constante apelo à pesquisa. Os impactos socioeconômicos e ecológicos destes detritos vão do nível local para o internacional. Devido à complexidade do assunto, é necessária uma perspectiva holística para entender os processos de poluição por plásticos e encontrar soluções. Nesse cenário, a Economia Azul se apresenta como a dissociação de atividades socioeconômicas, o aumento da degradação ambiental e a otimização dos benefícios provenientes dos recursos costeiros e marinhos. Com amparo nessa inferência, este ensaio tem o objetivo de compreender o aumento de microplásticos no oceano sob os pilares da economia azul com vista a reprimir a poluição dos mares e oceano e a minimização de seus impactos malquistos. Para isso, como percurso metodológico, fez-se uma análise de tais sistemas em uma revisão de literatura, tomando por base livros organizados e artigos publicados em revistas científicas depositados em bases de dados reconhecidas e revisados por pares. Assim percebe-se que a transição para uma economia "azul" implica em ações mais sustentáveis das indústrias tradicionais, abordando a questão ambiental como um núcleo e reverberando as outras questões associadas, de modo que as iniciativas inovadoras sejam o principal esforço para responder a anos de negligência com o tema microplástico.

Palavras-chave: Microplásticos; Economia azul; Oceano.

Microplastics in the ocean: under the blue economy perspective

Plastic waste released into marine ecosystems is a constant call for research. The socioeconomic and ecological impacts of this waste go from the local to the international level. Due to the complexity of the subject, a holistic perspective is needed to understand plastic pollution processes and find solutions. In this scenario, the Blue Economy presents itself as the decoupling of socioeconomic activities, the increase in environmental degradation and the optimization of benefits from coastal and marine resources. Based on this inference, this essay aims to understand the increase in microplastics in the ocean under the pillars of the blue economy with a view to repressing the sources of the seas and ocean and minimizing their unwanted impacts. For this, as a methodological approach, an analysis of such systems was carried out in a literature review, based on organized books and articles published in scientific journals deposited in recognized databases and peer-reviewed. Thus, it is clear that a transition to a "blue" economy implies more sustainable actions by traditional industries, addressing the environmental issue as a core and reverberating with other associated issues, so that innovative initiatives are the main effort to respond to years of neglect of the microplastic theme.

Keywords: Microplastics; Blue economy; Ocean.

Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**

Received: **20/12/2021**

Approved: **21/01/2022**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Luisa Janáina Lopes Barroso Pinto 
Universidade Federal do Ceará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2215588877271937>
<https://orcid.org/0000-0003-1505-5461>
janainapesca@gmail.com

Fábio da Silva
fabiosoyme@hotmail.com

Francisco José Lopes Cajado
Universidade Federal do Ceará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7366500861439534>
lopesbio@yahoo.com.br

Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima
Universidade Federal do Ceará, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7172491133426747>
pvpsslima@gmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.001.0021

Referencing this:

PINTO, L. J. L. B.; SILVA, F.; CAJADO, F. J. L.; LIMA, P. V. P. S..
Microplásticos no oceano: sob a perspectiva da economia azul.
Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.13, n.1, p.263-
275, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.001.0021>

INTRODUÇÃO

O oceano e seus recursos sempre foram objeto de estudos e, principalmente, como fonte de sobrevivência para as populações em todo o globo, mas algumas perspectivas estão mudando para atender à constante mudança de hábitos da sociedade. Ao considerar essas mudanças no comportamento social, rejeitos na forma de lixo ou até detritos plásticos que foram jogados nos ecossistemas marinhos consolidaram um apelo constante à pesquisa. Sabe-se que a produção de plástico aumentou devido à conveniência e ao seu multiuso. Concomitantemente, a quantidade de detritos provenientes deste tipo de material aumentou exponencialmente, assim como seu efeito nocivo à vida marinha (ERIKSEN et al.; 2014; LUSHER, 2015; SAAVEDRA et al., 2019) e à saúde humana (GALLOWAY, 2015; BESSA et al.; 2018, ZHANG et al., 2021).

Evidências crescentes de microplásticos no mar levaram à necessidade de entender seus impactos como uma forma de poluição marinha. Uma revisão recente da pesquisa de detritos marinhos constatou que apenas 10% das publicações se concentram em microplásticos, a maioria das quais ocorreu na última década. Embora o plástico seja o principal constituinte de detritos marinhos, os “microplásticos” (μ Ps), material sintético inferior a 5 mm, são considerados pouco pesquisados devido a dificuldades na avaliação de sua distribuição e abundância. Somente nos últimos anos foram feitos esforços internacionais, nacionais e regionais para quantificar microplásticos no mar (DOYLE et al., 2011; ZARFL et al., 2011). Esse tipo de resíduo é considerado crítico por seu fácil transporte através de cadeias, exposição biológica/humana e efeitos prejudiciais (GESAMP, 2015; ANBUMANI et al., 2018).

Estima-se que o número de partículas de MP no oceano e mares varie de 15 a 51 trilhões (BAZTAN et al., 2017; BERGMANN et al., 2015; ERIKSEN et al., 2014; JAMBECK et al., 2015; JANG et al., 2014). Foi relatado que 15% dos MPs estão localizados na coluna de água, até 70% se estabeleceram no fundo do mar e o restante é lavado em terra. Outro estudo recente sugeriu que mais de 90% dos MPs marinhos se acumularam em sedimentos (BOOTH et al., 2018).

Os níveis de poluição dos MPs nos compartimentos ambientais dos principais países costeiros, incluindo água do mar, sal marinho e organismos marinhos, estão fortemente inter-relacionados e tendem a aumentar proporcionalmente à quantidade de resíduos plásticos mal gerenciados. Veja, assim, o forte apelo do uso de estratégias para entender os impactos dos lançamentos desses detritos no oceano, como as indústrias de pesca, transporte, turismo e seguros sofridas junto a governos e comunidades.

No século XXI, os principais países costeiros reavaliaram o valor das indústrias marinhas e costeiras, estabeleceram estratégias de desenvolvimento e conservação dos recursos marinhos e costeiros. Esta nova visão, tem os mares, costas e oceano como fonte de inovação e vantagem competitiva tanto para empresas como para os países que desenvolverem suas políticas estratégicas no âmbito da sustentabilidade (APEC, 2009; MULAZZANI et al., 2017; KIM et al., 2018; BENNETT et al., 2019).

Nesse sentido, cabe destacar que o lixo descartado no oceano tem impactos econômicos, sociais e ecológicos do nível local para o internacional. A presença desse tipo de detrito no meio ambiente marinho pode afetar a economia local e nacional (perdas de receita para a pesca, o turismo, a indústria naval etc.), a

sociedade (afetando a saúde e o bem-estar dos moradores e visitantes) e o ambiente marinho (ecossistemas interiores, costeiros e de mar aberto degradantes). Esses impactos podem ser onerosos e muitas vezes não são suportados pelos próprios poluidores, mas por outros atores, incluindo a população residente no entorno dos ecossistemas poluídos (WATKINS et al., 2017). Devido à complexidade do problema, é necessária uma perspectiva holística para entender os processos de contaminação, especialmente por detritos plásticos e encontrar soluções. Nessa direção surgiu a nova “economia do mar” ou “economia azul”, cujo objetivo é alcançar a prosperidade em longo prazo para um país ou região que esteja de acordo com o bem-estar de todos aqueles que preservam o meio ambiente, especialmente o mar (SPALDING, 2016; MULAZZANI et al., 2010).

Respondendo a modelos emergentes, a nova “economia do mar” que no Brasil foi definida por Carvalho (2018) como: Atividades econômicas que apresentam influência direta do mar, incluindo as atividades econômicas que não tem o mar como matéria-prima, mas, que são realizadas nas suas proximidades. É impulsionada por uma combinação de crescimento populacional, aumento da renda, diminuição da exploração dos recursos naturais associados à necessidade de respostas às alterações climáticas e geração de tecnologias pioneiras. Atualmente, as ideias preconizadas por essa nova economia permeiam várias políticas nacionais, especialmente na União Europeia (APEC, 2009; GESAMP, 2015; OECD, 2016). A Economia Azul se apresenta como a dissociação das atividades socioeconômicas, do crescimento da degradação ambiental e da otimização dos benefícios que podem ser derivados dos recursos costeiros e marinhos (BARI, 2017).

'Década da Ciência dos Oceanos para o Desenvolvimento Sustentável (2021 a 2030)' que tem como imperativo apoiar a saúde dos oceanos e reunir as partes interessadas do oceano em todo o mundo para desenvolver uma estrutura comum para a economia azul (LEE et al., 2021), para que amadureçam oportunidades e interconexões de vários ambientes para enfrentar os desafios globais do oceano e da sustentabilidade, visto que explorar as conexões e interações entre a economia azul se promove uma coexistência de elementos e motivações no enfoque da economia azul, pois a proposta tem sido amplamente defendida para salvaguardar os oceanos e os recursos hídricos do mundo (INSTITUTE, 2018; LEE et al., 2021).

Diante do cenário coletivo de degradação ambiental de mares e oceano, são colocados questionamentos para solucionar tais problemas que se agravaram no decorrer de décadas e que necessitam de uma reflexão urgente dos atores sociopolíticos (BENNETT et al., 2019). Desse modo, questionam-se (1) quais são os reais impactos do aumento dos microplásticos no oceano para os governos? (2) Para as populações? (3) E para a economia desses lugares?

Assim, o objetivo deste ensaio é analisar a evolução dos microplásticos no oceano e seus impactos, sob os pilares da economia azul. Dessa forma, pretende-se subsidiar atitudes que reprimam a poluição dos mares e oceano e minimizem seus impactos malquistos. Estudos com essa abordagem são relevantes sob vários âmbitos: na academia há um interesse crescente por estudos nessa temática, no setor privado a introdução da abordagem da economia azul nas discussões pode trazer um novo olhar para a construção

de soluções sobre o assunto e a para a sociedade civil é importante que haja a difusão da problemática ambiental para uma maior conscientização dos danos aos ecossistemas oceânicos.

METODOLOGIA

Como percurso metodológico foi empregado uma revisão teórica, descrita como um método de pesquisa tenta reunir as evidências empíricas que se enquadram nos critérios de elegibilidade pré-especificados para responder a uma questão ou propósito de pesquisa específico (HIGGINS et al., 2008). A literatura relevante foi identificada por meio de uma pesquisa complexa. Isso foi realizado mediante procura em bases de dados com os termos de busca (palavras-chave). A fim de fazer uma identificação abrangente da literatura, utilizaram-se as bases de dados *Scopus* e *Web of Science* para pesquisar e extrair publicações científicas e acadêmicas. Embora houvesse outras bases de dados de literatura científica, as utilizadas foram reconhecidas por ser útil para neste tipo de análise, pois contém um grande volume de artigos revisados por pares de vários campos científicos (NASCIMENTO et al., 2015).

DISCUSSÃO TEÓRICA

A produção de plástico está aumentando a uma taxa exponencial desde o início de 1950 e um relatório sugeriu que a fabricação global deste material alcançou 335 milhões de toneladas em 2016 e deve chegar a 600 milhões em 2025 (UNEP, 2016; JAMBECK et al., 2015). De acordo com Geyer et al. (2017) só em 2015, foram produzidos 6,3 milhões de toneladas métricas de resíduos plásticos, dos quais 79% foram acumulados em aterros sanitários ou no ambiente natural.

Construir plataformas para o enfrentamento para um problema incessante como o contínuo depósito de plástico no oceano e por conseguinte os seus derivados (micro, nanoplásticos) é demanda urgente das nações por isso, um movimento emergente na sociedade denominado a Década dos Oceanos da Ciência dos Oceanos para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, que teve seu início em 1º de janeiro de 2021. Apoiado nessa contribuição também se ratifica o conceito de “Economia Azul” originado da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável em 2012 (UNCTAD, 2014), cientistas, governos, organizações internacionais e ONGs usaram esse conceito de maneiras diferentes e de forma intercambiável com economia oceânica ou economia marinha, para o suporte de diretivas (LEE et al., 2021).

Microplásticos no mar

As projeções atuais acerca da produção de plásticos e seus derivados, bem como o gerenciamento de resíduos gerados estimam que cerca de 12 milhões de toneladas métricas de resíduos plásticos estarão em aterros sanitários ou no ambiente natural até 2050 (GEYER et al., 2017). À medida que cresce a produção, aumenta também a preocupação com o descarte adequado do lixo plástico. Essa preocupação é proveniente de estudos científicos de 1970 em que foram encontrados pequenos pedaços de plástico flutuando na superfície do oceano (CARPENTER et al., 1972). A principal fonte de poluição marinha é a

acumulação de plástico e detritos os quais são relatados como poluentes importantes nos ambientes marinho e de água doce (THOMPSON et al., 2004; COLE et al., 2011; RUZ et al., 2012; FREE et al., 2014; AVIO et al., 2017).

Todos os anos, grandes quantidades de detritos plásticos entram no oceano, onde lentamente se fragmentam e se acumulam em áreas de convergência. Essas partículas minúsculas recebem o nome de microplástico (GALLOWAY et al., 2017). Alguns microplásticos são produzidos por processos industriais, enquanto outros se originam do rompimento de itens maiores por meio de ligas UV e abrasão física. O termo 'microplástico' surgiu em 2004 e pode ser usado para descrever frações de plástico registradas. Contudo, ainda não há um conceito definitivo e universalmente aceito - inclusive que englobe com precisão todos os critérios que poderiam descrever o que é microplástico (FRIAS et al., 2019).

O Grupo Conjunto de Especialistas em Aspectos Científicos da Proteção Ambiental Marinha (GESAMP, 2015; MOORE, 2008) definem microplásticos como partículas plásticas com menos de 5 mm de diâmetro, que incluem fragmentos na faixa de nano-partículas (1 nm). Nesta perspectiva, os microplásticos são particularmente preocupantes em ambientes marinhos (JAMBECK et al., 2015), pois podem ser similares ou menores em tamanho às presas ou partículas selecionadas para ingestão por organismos marinhos. O tamanho dos microplásticos os torna biodisponíveis, o que tende a facilitar a entrada na cadeia alimentar em vários níveis tróficos e bioacumulação (FENDALL et al., 2009; FARRELL et al., 2013; SETAËLA et al., 2014; TOSETTO et al., 2017; WELDEN et al., 2017).

Segundo estimativa de Lebreton et al. (2017) a entrada de plástico no oceano através dos rios poderia atingir 1,15-2,41 MMT/ano. Lusher (2015) ressalta que além desses impactos negativos, existe uma preocupação crescente com os microplásticos, pois eles aumentam o risco de o plástico entrar nas redes alimentares, uma vez que MPs ingeridos têm o potencial de transferir substâncias tóxicas para toda a cadeia alimentar (THOMPSON et al., 2004; KRELLING et al., 2019; ZHANG et al., 2021). Microplásticos (MP) são hidrocarbonetos polimerizados sintéticos particulados estranhos aos ciclos naturais e atuam como poluentes persistentes, se presentes no ambiente. Espera-se que o aumento global do volume de produção induza os níveis de enxágüe desse poluente ambiental se o desenvolvimento de sistemas de gerenciamento de resíduos não acompanhar o ritmo e as práticas econômicas não circulares persistirem. Ao contrário de muitos outros poluentes ambientais (por exemplo, metais pesados, pesticidas), os MP atuam como partículas sólidas dispersas ou suspensas e seu número e tamanho determinam padrões de distribuição e possíveis taxas de encontro e interação com a biota (ENDERS et al., 2020)

Consoante com Eriksen et al. (2014), o oceano têm cerca de 5,35 trilhões de partículas de plástico nas quais os microplásticos compreendem cerca de 92,4%. A maioria dos microplásticos ingeridos pelos organismos está presente no intestino do organismo que o ingeriu e, conseqüentemente, disponível para consumo humano. No entanto, se o intestino é removido há menos chances de exposição dos microplásticos pelos seres humanos. Não obstante, outros estudos mostram que, em média, os seres humanos consomem microplásticos por meio dos alimentos (GALLOWAY, 2015; BESSA et al., 2018; ZHANG et al., 2021), enquanto os estudos sugerem que o método de embalagem afeta a contaminação da fonte

microplástica.

A presença de microplásticos é documentada em todo o mundo em amostras de colunas de água e sedimentos, e sua presença também foi relatada em diferentes taxas, incluindo espécies planctônicas, invertebrados, peixes e cetáceos (BESSA et al., 2018). O potencial impacto da liberação de compostos tóxicos e bioacumuláveis persistentes (PBTs) de detritos plásticos implica custos econômicos para cidades costeiras (BALANCE et al., 2000; JANG et al., 2014; NEWMAN et al., 2015), entendendo-se que o gerenciamento aprimorado de resíduos é a chave para impedir a entrada de plástico e outros tipos de lixo no oceano.

Considerando que a atividade econômica no oceano também é caracterizada por uma variedade complexa de riscos que precisam ser abordados. Isso inclui a saúde do oceano, a exploração excessiva de recursos costeiros e marinhos, a poluição, o aumento do nível e da temperatura do mar, a acidificação dos oceanos e a perda de biodiversidade (PAULI, 2010; SPALDING, 2016; BARI, 2017). O efeito de microplásticos sobre setores importantes da economia pode ser visto, além de influenciar o tecido social e de subsistência das pessoas envolvidas.

Atividades econômicas, tais como transporte, pesca, aquicultura, turismo e recreação são diretamente afetadas pela poluição do plástico e o impacto total negativo sobre o oceano foi estimado em, pelo menos, US\$ 8 bilhões por ano (UNEP, 2016). Além disso, existe uma preocupação crescente com os riscos e possíveis efeitos adversos dos (micro) plásticos para os organismos (GALL et al., 2015; WRIGHT et al., 2013) e com a saúde humana (GALLOWAY, 2015; BESSA et al., 2018).

Entende-se assim a necessidade latente e urgente de ações que intervenham no comportamento social diante de uma questão tão complexa, e que afeta grande parte da população mundial, principalmente aquelas que vivem e dependem dos recursos oceânicos. A governança do uso dos recursos costeiros e marinhos é cada vez mais facilitada em torno de um termo e conceito recentemente introduzido, a "Economia Azul" que se enquadra nessa perspectiva.

O toque de 'azul'

A Economia Azul é um modelo de crescimento econômico baseado no oceano que emergiu em todo o mundo (CHAYM et al., 2019; VOYER et al., 2019), às vezes também chamado de 'Crescimento Azul', é um conceito contestado, mas cada vez mais influente, que está ganhando considerável tração nas narrativas de desenvolvimento sustentável baseadas no oceano bem como as oportunidades potenciais para resolver os conflitos requerem um melhor entendimento dos impactos e / ou interações no meio ambiente total. (CHAYM et al., 2019; GARLAND et al., 2019; MULAZZANI et al., 2017; LEE et al., 2021).

O termo "Economia Azul" surgiu da Convenção das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (UNCSD) de 2012, também conhecida como RIO+20. Associada à sustentabilidade, está a necessidade de equalizar o empoderamento dos setores da sociedade com o intuito de que o equilíbrio e a sintonia entre os atores envolvidos, resultem no estabelecimento e na obediência de premissas sustentáveis nos ambientes público e privado (PINTO et al., 2017).

O conceito tem origem no movimento verde mais amplo e na conscientização crescente dos pesados danos causados aos ecossistemas oceânicos pelas atividades humanas, como pesca excessiva, destruição de *habitat*, poluição e impacto das mudanças climáticas. Um tom de “azul” pode ser encontrado na maioria das novas estratégias e políticas oceânicas nacionais, de maneira mais explícita do que em outras, pois os governos sinalizam a intenção de promover um equilíbrio mais sustentável entre crescimento econômico e saúde oceânica. Grande parte do discurso oceânico mais amplo também ficou “azul”, mesmo que haja muitas visões diferentes do conceito e não haja uma definição amplamente aceita ou consistente (MULAZZANI et al., 2017).

O Banco Mundial definiu a “Economia Azul” como “o uso sustentável dos recursos oceânicos para o crescimento econômico, melhores meios de subsistência e empregos, preservando a saúde do ecossistema oceânico (WORD BANK, 2017).” A definição do Banco Mundial é um conceito abrangente que incorpora vários aspectos da sustentabilidade oceânica, que vão desde pescarias sustentáveis até a saúde do ecossistema e prevenir a poluição. É importante ressaltar que a própria definição requer colaboração entre fronteiras e setores por meio de várias parcerias e partes interessadas.

A Economia Azul se apresenta como um conceito integrador (como apresentado na Fig. 1), sujeito à remodelagem e debate sobre o seu significado. Uma perspectiva refere-se simplesmente ao crescimento de indústrias marítimas tradicionais e novas e à integração de setores através de processos como o planejamento espacial marinho (MSP) (CHAYM et al., 2019). O que é novo no conceito, e sujeito a um debate considerável, é até que ponto as preocupações ecológicas e climáticas influenciam a trajetória da economia azul.

Seus pilares são: o social, o ambiental, o econômico e o de regulação. Na perspectiva dos impactos dos MPs esses pilares atingem diretamente as famílias, a saúde do oceano, as inovações tecnológicas e as políticas marinhas (conforme Fig2).

Assim, refere-se ao desenvolvimento econômico sustentável baseado nos mares e oceano, que leva à melhoria do bem-estar humano e da equidade social, reduzindo significativamente os riscos ambientais e os desafios ecológicos (HADJIMICHAEL, 2018; PINTO et al., 2022). A economia azul é considerada não apenas como um capital natural que acelera o crescimento econômico no mundo, mas também um meio para reduzir o desemprego e a pobreza em nível global.

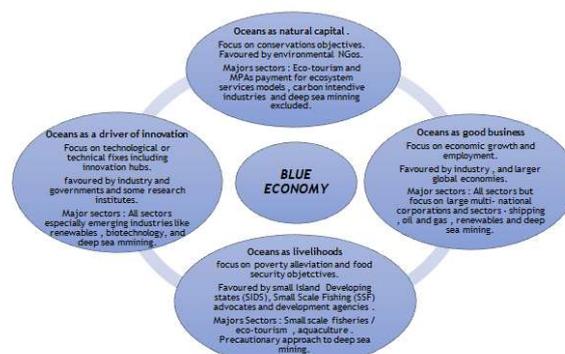


Figura 1: Expressões da economia azul. Fonte: Voyer et al. (2018).

O conceito foi defendido por instituições em todo o mundo, assim como o Banco Mundial, União Europeia, União Africana, OCDE e as Nações Unidas, enquanto os estados costeiros exploram as oportunidades econômicas que existem dentro e fora de suas jurisdições oceânicas (VOYER et al., 2018). Com base nos trabalhos anteriores de Silver et al. (2015), Voyer et al. (2018) confirmaram quatro núcleos teóricos da Fig. 1. 'lentes' da economia azul (VOYER et al., 2018).

Existem processos públicos de análise e alocação da distribuição espacial e temporal das atividades humanas em áreas marinhas para alcançar objetivos ecológicos, econômicos e sociais que geralmente são especificados por um processo político (MONTEMAYOR et al., 2019). O planejamento espacial (zoneamento) também é necessário para atrair investidores (KATHIJOTES, 2013). As iniciativas de "economia azul" que se desenvolvem entre os países continuam a mostrar a contribuição substancial que nossos mares podem dar ao bem-estar social e econômico. No entanto, segundo Montemayor et al. (2019) é vital que essas abordagens políticas tenham a sustentabilidade dos ambientes marinhos e costeiros, recursos e comunidades em seu centro.

Contribuições da Economia Azul na redução dos impactos dos MPs

Embora a economia azul ou oceânica tenha sido pesquisada por mais de sessenta anos e em vários países do mundo, o mar tem sido tradicionalmente o motor da economia, e as pesquisas sobre sua ligação com o meio ambiente mais amplo (ou meio ambiente total) têm sido limitadas (KATILA et al., 2019). As áreas costeiras são uma fonte de indústrias geradoras de receita, como navegação, pesca, ecoturismo, mineração e exploração de petróleo e gás (CHAYM et al., 2019; MONTEMAYOR et al., 2019), resultando em interesses conflitantes no uso de seus recursos e resíduos. Contudo, ao existir paradoxos entre o desenvolvimento econômico e a preservação das áreas costeiras, mares e oceano, uma vez que paralelamente à geração de riqueza, a exploração destes ainda recursos provoca a poluição e o desequilíbrio do meio ambiente marinho.

Nesse sentido Cózar et al. (2015), asseveram que a abundância e distribuição de detritos plásticos no oceano aberto ainda são desconhecidas, contudo seus impactos são evidentes. O aumento de detritos no oceano que ao longo dos anos se tornou uma ameaça. Contudo ao abordar essas questões exigirá iniciativas mais criativas dos empreendedores (THE ECONOMIST, 2015). É nesse contexto que a Economia Azul pode trazer um novo enfoque para a gestão das áreas costeiras afetadas.

Os pilares da economia azul podem contribuir para neutralizar a ascensão dos microplásticos no oceano, enfrentando a transição para práticas mais ambientalmente sustentáveis e incentivar os investimentos em produtos, processos e serviços inovadores. Onde tecnologias, novos modelos de negócios e inovações devem ser direcionados para promover ou restaurar a saúde dos oceanos (REINERTSEN et al., 2019).

No que se refere ao pilar econômico, ante o cenário inóspito, uma economia oceânica sustentável emergirá quando a atividade econômica estiver em equilíbrio com a capacidade de longo prazo dos ecossistemas de apoiar tal atividade e permanecer resiliente e saudável (PAULI, 2010; SILVER et al., 2015).

De fato, com múltiplas pressões nos ecossistemas costeiros e aumento da atividade nas Zonas Econômicas Exclusivas (ZEE) em muitos países, uma política eficaz de governança costeira deve considerar a proteção ambiental e os ativos sociais dela decorrentes, respeitando as práticas comerciais (KANDZIORA et al., 2019).

Quanto aos aspectos sociais, os sujeitos o reconhecem como resultado da integração entre os meios de subsistência na comunidade e na natureza, dando à paisagem um caráter de espaço vital, reprodução social. A paisagem como sistema econômico-social: concebida como uma área onde vive uma sociedade humana, caracterizando um ambiente de relações espaciais de importância existencial para a sociedade (RODRIGUEZ, 2010).

Assim é imperativo minimizar a questão global da poluição por microplásticos, adotando medidas e estratégias totalizantes que abranjam toda a cadeia de valor industrial baseada em plásticos. Por exemplo, as principais partes interessadas e atores sociais, como setores industriais, autoridades governamentais, membros da sociedade civil e acadêmicos, devem avançar para obter uma participação efetiva para abordar esta questão (CRIPPA et al., 2019; VINCE et al., 2017).

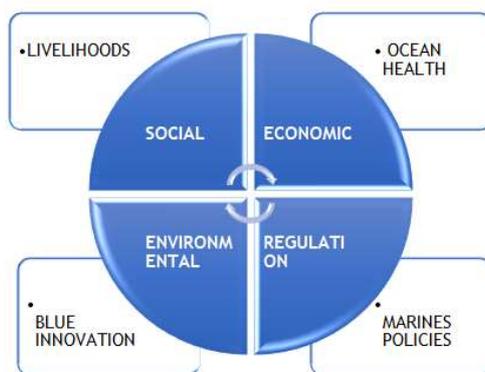


Figura 2: Os quatro pilares da Economia Azul e suas implicações possíveis no aumento de microplásticos.

Para que isso seja bem-sucedido e para que uma “economia azul” ativa seja realizada, será necessário forte interesse dos gestores públicos e privados juntamente com a sociedade civil (BENNETT et al., 2019; CHAYM et al., 2019), bem como iniciativas orientadas por políticas para apoiar o crescimento de um setor relativamente subdesenvolvido, e demasiadamente diversificado (MCKINLEY et al., 2018). Desta maneira, percebe-se que o ambiente institucional, onde se incluem as estratégias como a inovação ambiental, serão constituídos elementos fomentadores de conhecimento, competências e inovações a serem desenvolvidas e adquiridas (PINTO et al., 2022).

Consoante ao pilar regulação, Chaym et al., (2019) e Popova et al. (2019), concordam que a percepção de desenvolvimento com critérios hoje começa com políticas marinhas, uma estrutura legal que subsidia e apoia as iniciativas, que traduzem em medidas eficientes as diretrizes de crescimento econômico comprometidas com a exploração sustentável dos recursos costeiros e marinhos. Assim, políticas regulatórias devem ser implementadas para facilitar a mitigação da poluição microplástica para todas as matrizes de água. As gerações futuras promover a mineração dos aterros sanitários à medida que os recursos se tornam pouco frequentes e as máquinas de detecção avançam com o tempo (BILAL et al., 2020).

Na dimensão ambiental, como a maioria dos plásticos marinhos leva décadas, senão séculos, para se degradar completamente (ANDRADY, 2015) e recebe aumentos anuais na produção e descarte de plástico no meio ambiente entre 2011 e 2017, estima-se que entre 28 e 71 milhões de toneladas adicionais de plásticos foram adicionadas ao ambiente marinho a partir de fontes terrestres (JAMBECK et al., 2015). As oportunidades de política e regulamentação se cruzam com o perfil etário das plantas e equipamentos que caminham na necessária demanda por alternativas de traço inovador.

Estima-se que aproximadamente 30% de todo o plástico já produzido ainda esteja em uso, mas a durabilidade dos produtos de plástico não está mais sendo usada, o que significa que eles continuam a existir de alguma forma (geralmente como lixo), alguns dos quais chegam aos mares e oceanos. MPs deliberadamente fabricados e usados para fabricar outros produtos são considerados MPs primários. Aqueles que resultam da quebra de itens de plástico maiores são considerados MPs secundários (FREEMAN et al., 2020). Como existem diferentes caminhos pelos quais os resíduos de MP de diferentes fontes chegam aos mares e oceano, reduzir o fluxo dessas pequenas partículas de plástico requer uma abordagem multifacetada, e alicerçada em inovação no sentido de detectar e dirimir a ação dos MPs, em um estágio prévio a sua rota oceânica. Nessa trajetória, os vários elementos constituintes (instituições, organizações públicas e privadas, mercado, educação e infraestrutura) interagem e se desenvolvem em movimentos sistêmicos (PINTO et al., 2022).

A transição para uma economia "azul" impõe que as indústrias oceânicas tradicionais devem tornar-se mais sustentáveis, abordando a questão ambiental como um núcleo e reverberando as outras questões associadas para que iniciativas inovadoras sejam o principal esforço para as economias em resposta aos anos de negligência com o tema microplásticos e que existem oportunidades para indústrias existentes voltados para a transição, ou para investimentos novos e inovadores, onde tecnologias e modelos de negócios e inovações estão focados em promover ou restaurar a saúde do oceano.

CONCLUSÕES

O aumento de microplásticos no oceano vem sendo observado em uma escala global atingindo as mais diferentes regiões da terra. Os impactos observados afetam as esferas econômica, social e ambiental e interferem no bem-estar tanto da população que reside próximo ao oceano quanto daquela que usufrui indiretamente dos serviços ecossistêmicos oferecidos por esses corpos.

A elaboração de estratégias para a redução de tais impactos requer uma mudança de comportamento que perpassa pela construção de uma consciência voltada para o uso sustentável e preservação dos recursos oceânicos, o que é consistente com o que a economia azul apregoa. Nesse sentido entende-se que essa "nova economia" é um instrumento cujos princípios podem nortear as políticas de redução da emissão e dos impactos dos microplásticos.

Contudo, ressalta-se a necessidade de avanços operacionais e teóricos que permitam maiores avanços na incorporação da Economia Azul na gestão dos ambientes costeiros e marinhos, entendendo que o único oceano intercalado pelos continentes, que por um véu econômico podem ser distintos em

atribuições neste processo mas o potencial poluidor e as consequências são logradas por todo um planeta.

Assim ao consolidar o conceito de economia azul em bases mais sólidas, torna-se imprescindível responder alguns questionamentos acerca dessa temática que vem, cada vez mais, tornando-se uma agenda nas políticas de desenvolvimento socioeconômico e ambiental de diversos países ao redor do globo: a economia azul pode ser mais do que uma aspiração? E o aumento de detritos no oceano poderia transferir essa aspiração para um valor agregado? Quais são os desafios de "tornar azul" a economia oceânica? É possível regular o progresso dos microplásticos nos ecossistemas costeiros? Considerando os esforços para alcançar este nível de entendimento, é necessário o uso de uma abordagem que é capaz não só de considerar os fatores que compõem uma visão holística deste cenário global, isto é, a ambiental, social, econômica, também, entre outros, mas como esses fatores se inter-relacionam e interferem entre si.

REFERÊNCIAS

- ANBUMANI, S.; KAKKAR, P.. Ecotoxicological effects of microplastics on biota: a review. **Environment Science Pollution**, v.25, n.15, p.14373-14396, 2018.
- ANDRADY, A. L.. Persistence of Plastic Litter in the Oceans. In: BERGMANN, M.; GUTOW, L.; 7 KLAGES, M.. **Marine Anthropogenic Litter**. Springer Open, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3>
- APEC. Asia Pacific Economic Cooperation. **Understanding the Economic Benefits of Costs of Controlling Marine Debris in the APEC Region**. APEC, 2015.
- AVIO, C. G.; GORBI, S.; REGOLI, F.. Plastics and microplastics in the oceans: from emerging pollutants to emerged threat. **Marine Environmental Research**, v.128, p.2-11, 2017.
- BARI, A.. Our Oceans and the Blue Economy: opportunities and challenges. **Procedia Engineering**, v.194, p.5-11, 2017.
- BENNETT, N. J.; MONTEMAYOR, A. M. C.; BLYTHE, J.; SILVER, J. J.; SINGH, G.; ANDREWS, N.; CALÒ, A.; CHRISTIE, P.; FRANCO, A. D.; FINKBEINER, E. M.; GELCICH, S.; GUIDETTI, P.; HARPER, S.; HOTTE, N.; KITTINGER, N. J.; BILLON, P. L.; LISTER, J.; LAMA, R. L.; MCKINLEY, E.; SCHOLTENS, J.; SOLÁS, A. M.; SOWMAN, M.; ÁLVAREZ, N. T.; TEH, L. C. L.; VOYER, M.; SUMAILA, U. R.. Towards a sustainable and equitable blue economy. **Nature Sustainability**, 2019. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0404-1>
- BESSA, F.; BARRÍA, P.; MAGALHÃES NETO, N.; FRIAS, P. G. L.; OTERO, V.; SOBRAL, P.; MARQUES, J. C.. Occurrence of microplastics in commercial fish from a natural estuarine environment. **Marine Pollution Bulletin**, v.128, p.575-584, 2018.
- CARPENTER, E. J.; ANDERSON, S. J.; HARVEY, G. R.; MIKLAS, H. P.; PECK, B. B.. Polystyrene spherules in coastal Waters. **Science**, v.178, n.4062, p.749-750, 1972.
- CARVALHO, A. B.. **Economia do mar: conceito, valor e importância para o Brasil**. Tese (Doutorado em Economia) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2018.
- CHAYM, C. D.; CÂMARA, S. F.. Blue Economy and sustainable economic development: towards a Blue Innovation. CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA, 28. **Anais**. Medelín, 2019.
- MONTEMAYOR, A. M. C.; BAEZ, M. M.; VOYER, M.; ALLISON, E. H.; CHEUNG, W. W. L.; LEWIS, M. H.; OYINLOLA, M. A.; SINGH, G. G.; SWARTZ, W.; OTA, Y.. **Social equity and benefits as the nexus of a transformative Blue Economy: a sectoral review of implications**. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.103702>
- COLE, M.; LINDEQUE, P.; HALSBAND, C.; GALLOWAY, T. S.. Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. **Marine Pollution Bulletin**, v.62, p.2588-2597, 2011.
- CÓZAR, A.; MARTÍN, M. S. S.; MARTÍ, E.; GORDILLO, J. I. G.; UBEDA, B.; GÁLVEZ, J. A.; IRIGOIEN, X.; DUARTE, C. M.. Plastic accumulation in the Mediterranean Sea. **Plos One**, v.10, n.4, 2015.
- CRIPPA, B.; WILDE, R.; KOOPMANS, J.; LEYSSENS, J.; MUNCKE, A. C.; RITSCHKOFF, K.; DOORSSELAER, C.; VELIS, M. W.. **A circular economy for plastics: insights from research and innovation to inform policy and funding decisions**. 2019.
- NASCIMENTO, F. A.; RODRIGUES, F. M.. Growth trend of scientific literature on genetic improvement through the database Scopus. **Scientometrics**, v.105, n.2, p.805-816, 2015.
- DOYLE, M. J.; WATSON, W.; BOWLIN, N. M.; SHEAVLY, S. B.. Plastic particles in coastal pelagic ecosystems of the Northeast Pacific Ocean. **Marine Environmental Research**, v.71, n.1, p.41-52, 2011.
- ENDERS, K.; LENZ, R.; SUL, J. A. I.; TAGG, A. S.; LABRENZ, M.. **When every particle matters: a quechers approach to extract microplastics from environmental samples**. 2020.
- ERIKSEN, M.; LEBRETON, L. C. M.; CARSON, H. S.; THIEL, M.; MOORE, C. J.; BORERRO, J. C.; GALGANI, F.; RYAN, P. G.; REISSER, J.. Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. **Plos One**, v.9, p.1-15, 2014.
- FARRELL, P.; NELSON, K.. Trophic level transfer of microplastic: *mytilus edulis* (L.) to *carcinus maenas* (L.). **Environment Pollution**, v.177, p.1-3, 2013.

- FENDALL, L. S.; SEWELL, M. A.. Contributing to marine pollution by washing your face: microplastics in facial cleansers. **Marine Pollution Bulletin**, v.58, p.1225-1228, 2009.
- FREE, C. M.; JESEN, O. P.; MASON, S. A.; WILLIAMSON, N. J.; BOLDGIV, B.. High-levels of microplastic pollution in a large, remote, mountain lake. **Marine Pollution Bulletin**, v.85, p.156-163, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.06.001.0025-326X/>. 2014
- FREEMAN, S.; BOOTH, A. M.; SABBAH, I.; TILLER, R.; DIERKING, J.; KLUN, K.; ROTTER, A.; DAVID, E. B.; JAVIDPOUR, J.; ANGEL, D. L.. Between source and sea: the role of wastewater treatment in reducing marine microplastics. **Journal of Environmental Management**, v.266, 2020.
- FRIAS, J. P. G. L.; NASH, R.. Microplastics: finding a consensus on the definition. **Marine Pollution Bulletin**, v.138, p.145-147, 2019.
- GALL, S. C.; THOMPSON, R. C.. The impact of debris on marine life. **Marine Pollution Bulletin**, v.92, p.170-179, 2015.
- GALLOWAY, T. S.. Micro- and Nano-plastics and Human Health. In: BERGMANN, M.; GUTOW, L.; KLAGES, M.. **Marine Anthropogenic Litter**. 2015.
- GALLOWAY, T. S.; COLE, M.; LEWIS, C.. Interactions of microplastic debris throughout the marine ecosystem. **Nature Ecology Evol.**, v.1, n.8, 2017.
- GARLAND, M.; AXON, S.; GRAZIANO, M.; MORRISSEY, J.; HEIDKAMP, C. P.. The blue economy: identifying geographic concepts and sensitivities. **Geography Compass**, v.13, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/gec3.12445>. 2019
- GESAMP. **Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment**. GESAMP, 2015.
- GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L.. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science Advance**, v.3, n.7, 2017.
- HADJIMICHAEL, M.. A call for a blue degrowth: unravelling the European Union's fisheries and maritime policies. **Marine Policy**, v.94, p.158-164, 2018.
- RUZ, V. H.; GUTOW, L.; THOMPSON, R. C.; THIEL, M.. Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. **Environmental Science and Technology**, v.46, p.3060-3075, 2012.
- HIGGINS, J.. **Cochrane handbook for systematic reviews of interventions**. John Wiley & Sons, 2019.
- BAZTAN, M. J.; BERGMANN, A.; BOOTH, E.; BROGLIO, A.; CARRASCO, O.; CHOUINARD, M.; GODT, M. C.; CORDIER, A.; COZAR, L.; DEVRIESES, H.; ENEVOLDSEN, R.; ERNSTEINS, M.; COSTA, M. C. F.; FOSSI, J.; GAGO, F.; GALGANI, J.; GARRABOU, G.; GERDTS, M.; GOMEZ, A.; PARRA, L. G.; GUTOW, A.; HERRERA, C.; HERRING, T.; HUCK, A.; HUVET, J. A.; JORGENSEN, A.; KRZAN, F.; LAGARDE, A.; LIRIA, A.; LUSHER, A.; MIGUELEZ, T.; PACKARD, S.; PAHL, I.; PONT, D. P.; PEETERS, J.; ROBBENS, A. C.; FERNÁNDEZ, J. R.; RUNGE, A. ARCILLA, P.; SOUDANT, C.; SURETTE, R. C.; THOMPSON, L.; VALDÉS, J. P.; VANDERLINDEN, N.; WALLACE, L.. In: BERGMANN, M.; GUTOW, L.; KLAGES, M.. **Marine Anthropogenic Litter**, p.367-394, 2017.
- JAMBECK, J. R.; GEYER, R.; WILCOX, C.; SIEGLER, T. R.; PERRYMAN, M.; ANDRADY, A.; NARAYAN, R.; LAW, K. L.. Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science**, v.347, p.768-771, 2015.
- KATILA, J.. Defining and quantifying the sea-based economy to support regional blue growth strategies: case Gulf of Bothnia. **Marine Policy**, v.100, p.215-225, 2019.
- LEE, K. H.. Blue economy and the total environment: Mapping the interface. **Environment International**, v.157, p.106796, 2021.
- PAULI, G.. Blue Economy: 10 Years, 100 Innovations, 100 Million Jobs. **Paradigm Publications**, 2010.
- PINTO, L. J. L. B.; SILVA, F.; PINTO, F. R.; PINTO, C. F. J. L.. Sustentabilidade dos recursos hídricos: a perspectiva da política de gestão em uma universidade pública no Estado do Ceará. **Revista de Administração, Ciências Contábeis e Sustentabilidade**, v.7, n.1, p.34-48, 2017.
- PINTO, L. J. L. B.; SILVA, F.. Inovação evolucionária. **Revista Espaço Acadêmico**, v.21, n.232, p.1-9, 2022.
- POPOVA, E.; VOUSDEN, D.; SAUER, H. H.; MOHAMED, E. Y.; ALLAIN, V.; BREEDT, N.; FLETCHER, R.; GJERDE, K. M.; HALPIN, P. N.; KELLY, A.; OBURA, D.; PECL, G.; ROBERTS, M.; RAITOS, D. E.; ROGERS, A.; SAMOILYS, M.; SUMAILA, U. R.; TRACEY, S.; YOOL, A.. **Ecological connectivity between the areas beyond national jurisdiction and coastal waters: Safeguarding interests of coastal communities in developing countries**. 2019.
- REINERTSEN, H.; ASDAL, K.. Calculating the blue economy: producing trust in numbers with business tools and reflexive objectivity. **Journal of Cultural Economy**, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/17530350.2019.1639066>
- RODRIGUEZ, J. M. M.. **Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza, 2010.
- SAAVEDRA, C.; BARAN, K.. Microplastic ingestion: are seabirds more affected than other marine species? **Revista De Iniciación Científica**, v.4, n.2, p.61-64, 2019.
- SETAËLA, O.; LEHTINEN, V. F.; LEHTINIEMI, M.. Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web. **Environ. Pollut.**, v.185, p.77-83, 2014.
- SILVER, J. J.; GRAY, N. J.; CAMPBELL, L. M.; FAIRBANKS, L. W.; GRUBY, R. L.. Blue economy and competing discourses in international oceans governance. **The Journal of Environment & Development**, v.24, n.2, p.135-160, 2015.
- SPALDING, M. J.. The New Blue Economy: the future of sustainability. **Journal of Ocean and Coastal Economics**, v.2, n.8, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.15351/2373-8456.1052>
- THOMPSON, R. C.; OLSEN, Y.; MITCHELL, R. P. M.; DAVIS, A.; ROWLAND, S. J.; JOHN, A. W. G.; MCGONIGLE, D.; RUSSELL, A. E.. Lost at sea: where is all the plastic? **Science**, v.304, n.838, 2004.
- TOSETTO, L.; WILLIAMSON, J. E.; BROWN, C.. Trophic

transfer of microplastics does not affect fish personality. **Anim. Behavior**, v.123, p.159-167, 2017.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Un Declares War on Ocean Plastic**. 2017.

VINCE, B. D. H.. Plastic pollution challenges in marine and coastal environments: from local to global governance. **Restor. Ecol.** v.25, p.123-8, 2017.

VOYER, D. M.; LEEUWEN, D. J.. 'Social license to operate' in the Blue Economy. **Resources Policy**, v.62, p.102-103, 2019.

VOYER, M.; QUIRK, G.; MCILGORM, A.; AZMI, K.. Shades of blue: what do competing interpretations of the Blue Economy mean for oceans governance? **Journal of Environmental Policy & Planning**, 2018.

WATKINS E.; BRINK, P. T.; WITHANA, S.; MUTAFOGLU, K.; SCHWEITZER, J. P.; RUSSI, D.; KETTUNEN, M.. **Marine litter: socio-economic study. Scoping report**, 2015.

WELDEN, N. A.; COWIE, P. R.. Degradation of common polymer ropes in a sublittoral marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, v.118, p.248-253, 2017.

WORLD BANK UN DESA. The Potential of the Blue Economy: Increasing Long-term Benefits of the Sustainable Use of Marine Resources for Small Island Developing States and Coastal Least Developed Countries. **World Bank**, Washington, 2017.

WRIGHT, S. L.; THOMPSON, R. C.; GALLOWAY, T. S.. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. **Environmental Pollution**, v.178, p.483-492, 2013.

ZARFL, C.; MATTHIES, M.. Are marine plastic particles transport vectors for organic pollutants to the Arctic? **Marine Pollution Bulletin**, v.60, n.10, p.1810-1814, 2011.

ZHANG, J.. Occurrence of Polyethylene Terephthalate and Polycarbonate Microplastics in Infant and Adult Feces. **Environmental Science & Technology Letters**, v.8, n.11, p.989-994, 2021.

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea (https://opensea.io/HUB_CBPC), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum). *The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).*



<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749ce646f68ac8c248420045cb7b5e/4495187680044091584990248054507007864667408696135652067956115727883675267585/>