

RESÍDUOS PLÁSTICOS E SUSTENTABILIDADE: REFLEXOS E IMPACTOS DA PANDEMIA DE COVID-19 NO CONTEXTO SOCIOCULTURAL E AMBIENTAL

Resumo: A preocupação com a COVID-19, uma questão de saúde global, resultou em diversas medidas protetivas, como a determinação do uso de EPIS e restrições de circulação nos centros urbanos, refletindo em várias esferas da vida social. Essas mudanças, também impactaram padrões de geração e gestão de resíduos sólidos, especialmente de resíduos plásticos, cujos reflexos negativos nos aspectos socioambientais podem emergir dado seu descarte inadequado. Portanto, o artigo objetiva analisar e evidenciar os impactos e reflexos da pandemia de COVID-19 na gestão dos resíduos plásticos. Para tanto, foi realizada uma revisão sistemática de literatura, nas bases de dados *Scopus*, *Science Direct*, *Sage* e *Web of Science*, com utilização do *Methodi Ordinatio*. Ao total, 22 estudos foram selecionados, compondo o portfólio de pesquisa. Os resultados demonstraram uma maior concentração de estudos que relacionam os resíduos plásticos nas regiões costeiras, especialmente provenientes de EPIs, e a poluição por microplásticos. Além disso, há uma preocupação com a geração de resíduos de embalagens pela alteração nos padrões de consumo no período pandêmico com o aumento da procura por serviços de *e-commerce* e *delivery*. Além de uma preocupação ambiental, pela maior geração de resíduos plásticos, destaca-se um problema de ordem social a longo prazo, no que concerne à quebra de padrões de comportamentos sustentáveis na utilização de plástico descartável. Soluções são propostas no sentido de utilização de plásticos biodegradáveis, reutilização de EPIs e novas tecnologias de tratamento de resíduos, além da mudança no comportamento social, de forma geral.

Palavras-chave: COVID-19; Polímeros; Resíduos sólidos; Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

Desde a década de 1950, os plásticos se constituem como um material de grande importância para a sociedade, com aplicação nos mais diversos setores e produtos, com vistas a proporcionar maior praticidade à vida cotidiana. No entanto, nos últimos anos, devido à sua biodegradação dificultada, há a busca por alternativas de substituição ao plástico que vem sendo amplamente discutidas, a fim de eliminar os passivos ambientais decorrentes do seu descarte.

A Pandemia de COVID-19, além dos problemas de saúde pública, alterou a dinâmica global de geração de resíduos e, portanto, agravou ainda mais o problema com a geração e gestão dos resíduos plásticos, com possíveis impactos à sustentabilidade (Öztürk, 2021). Com o surto do novo coronavírus, ao passo de ser considerado uma solução simples e barata para lidar com a crise sanitária, o consumo de plásticos descartáveis e de materiais hospitalares disparou (Stiftung, 2020).

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2021), houve um aumento de 25 a 30% na coleta de materiais recicláveis no período pandêmico em comparação ao ano anterior. Considerando os resíduos plásticos, no Brasil, foram destacados em 2020, 13,35 milhões de toneladas. Um agravante é que grande parte do volume coletado foi encaminhado diretamente a aterros sanitários, devido à paralização ou redução das atividades de cooperativas e unidades de triagem (Stiftung, 2020).

Devido às mudanças nos padrões de geração de resíduos plásticos e os problemas decorrentes, o aumento na utilização de EPIs e plásticos de uso único constituem uma emergência natural e de bem-estar social, especialmente nas nações em desenvolvimento (Öztürk, 2021). Torna-se, portanto, uma questão importante a ser discutida a fim de obter *insights* das condições atuais, possibilitando, futuramente, buscar um equilíbrio entre sociedade e natureza.

Com o intuito de ampliar a literatura sobre o tema e compreender os enfoques até então abordados sobre a problemática, este estudo tem como objetivo levantar os impactos e reflexos da pandemia de COVID-19 na geração e gestão dos resíduos plásticos no contexto sociocultural e ambiental.

Dessa forma, a partir de uma revisão sistemática, pretende-se demonstrar as direções das pesquisas realizadas, vinculadas à preocupação e destinação dos resíduos plásticos, ante seus impactos no meio ambiente e a influência na sociedade como um todo, buscando instigar o desenvolvimento de soluções e alternativas sustentáveis nesse contexto.

Teoricamente, este artigo discute a atual situação do uso e descarte de plásticos, no contexto da pandemia do COVID-19, categorizando essa discussão no contexto sociocultural e ambiental e evidenciando possíveis avanços e contribuições para a literatura pesquisada. A relevância prática deste estudo, está atrelada à discussão sobre a poluição dos resíduos plásticos, no período da pandemia, e os seus reflexos no meio ambiente e, conseqüentemente, no âmbito social. A reflexão sobre as políticas públicas direcionadas à gestão e tratamento desses resíduos é fundamental para conter os impactos ambientais e sociais ocasionados pelo descarte inadequado, seja por meio de políticas de conscientização da população, como medida preventiva ao descarte incorreto, ou por meio de alternativas sustentáveis de produção dos materiais de plásticos, tais como a utilização de material biodegradável ou da reciclagem.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Pandemia de COVID-19 e os resíduos sólidos

Em dezembro de 2019, na cidade de Wuhan, na China, foi detectado um vírus que chegou, posteriormente, à toda população mundial. Com características semelhantes de uma gripe, o Corona vírus (SARS CoV-2), rapidamente se espalhou em todos os países do mundo (Instituto Butantan, 2021). No dia 11 de março de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) reconheceu a gravidade da situação e foi determinado que o mundo estava vivendo em meio a uma pandemia (Una-Sus, 2020).

O COVID-19 refletiu em várias esferas da vida social, devido às medidas de restrição adotadas pelos governos de todas as nações, visando evitar a disseminação do vírus. Políticas de distanciamento social e restrições de bloqueio, são alguns exemplos (Khatib, 2020). Além disso, por ser altamente contagioso, o mundo inteiro tem adotado medidas preventivas para controlar a transmissão do COVID-19. Uma das medidas eficazes adotadas pela população em geral é o uso de máscaras faciais (Chowdhury, Chowdhury & Sait, 2021).

Durante a pandemia, o *Lockdown* foi instituído em centros urbanos do mundo todo e o trabalho, em muitos segmentos do mercado, tornou-se remoto. Nesse contexto os indivíduos passaram a permanecer por um maior tempo em suas residências. Com isso, a forma de consumo de muitas famílias, também obteve modificações significativas (Tripathi, Tyagi, Vivekanand, Bose & Suthaetr, 2020). As formas de adquirir produtos se modificaram de compras em lojas físicas para lojas online. Cresceu também o número de *deliverys*, com entregas diretas nas residências (Leal Filho *et al.*, 2021a; Liang *et al.*, 2021; Saleh, Al-Kahlidi, Abulridha, Banoon & Abdelzaher 2021).

Essa mudança no comportamento de compra e consumo durante a pandemia do COVID-19, também reflete diretamente na geração de resíduos sólidos. Os resíduos sólidos são definidos como qualquer material ou substância descartada intencionalmente sem valor atual até sua gestão adequada, apresentando grande potencial para afetar a vida humana e o meio ambiente (Okwesili, Ndukwe & Nwuzor, 2016). Estudos apontam que a geração de resíduos sólidos na pandemia

aumentou, não somente em relação ao lixo gerado nas residências, mas também no âmbito comercial, devido à ampliação do uso dos plásticos e embalagens (Leal Filho *et al.*, 2021; Chowdhury *et al.*, 2021).

Alguns estudos também focam na geração de resíduos sólidos de serviços de saúde, representados por EPIs como luvas, máscaras e protetores faciais, tubos e outros materiais utilizados no tratamento de pacientes infectados ou na realização de testes em casos suspeitos (Tsai, 2021). Também há uma discussão associada às mudanças nos serviços de coleta seletiva com preocupação relacionada à disseminação do vírus a partir de resíduos sólidos infectados, apesar de estudos já denotarem que são raros os casos decorrentes de transmissão indireta (Lewis, 2021).

Devido à ampliação na geração de resíduos durante a pandemia, especialmente, resíduos infectantes, formas e alternativas de tratamento e destinação de resíduos sólidos devem ser consideradas. Sobre a questão Albuquerque *et al.*, (2021) ressaltam que, embora a prioridade crucial nos dias de hoje seja proteger o público, a saúde e a economia, esta é uma oportunidade para melhorar as práticas de gestão de resíduos e construir uma infraestrutura a partir dos desafios e lições aprendidas em meio a esse contexto.

2.2 Resíduos plásticos

O plástico é um material amplamente utilizado na sociedade contemporânea devido sua usabilidade e facilidade. No entanto, sua grande durabilidade pós-uso e consequente resistência à biodegradação em um curto espaço de tempo constitui em um problema que afeta a natureza e a humanidade (Stiftung, 2020).

Estima-se que desde a década de 1950 até o ano de 2017 tenha sido produzido um total de 9,2 bilhões de toneladas de plástico, sendo a maior parte composta por produtos e embalagens de uso único. Desse total, menos de 10% foi reciclado (Stiftung, 2020). Além disso, Borrelle *et al.*, (2020), sobre a questão, destacam que cerca de 11% dos resíduos plásticos gerados tem seu destino nos oceanos, prejudicando a biodiversidade do ecossistema.

Conforme previsões, de acordo com o ritmo atual de crescimento, avalia-se ainda que a produção de plásticos dobrará nos próximos 20 anos, o que resultará, consequentemente, num aumento simultâneo de resíduos plásticos pós-consumo. Nesse sentido, torna-se necessária uma transformação para uma economia circular, onde os resíduos plásticos sejam valorizados e tenham seu retorno na economia (Lebreton & Andrady, 2019).

Diversas ações mundiais foram evidenciadas visando reduzir a produção e consumo de materiais plásticos, especialmente de uso único, em países como Estados Unidos, Reino Unido, Canadá e África do Sul. Desde 1991 nações vem adotando políticas para reduzir as sacolas plásticas descartáveis, proibindo a venda, cobrando dos clientes pelas sacolas ou aplicando impostos em lojas que as vendem. Após 2014, estratégias visando reduzir a poluição por microplásticos também começaram a ser desenvolvidas (Xanthos & Walker, 2017).

Toda essa mobilização é devido aos impactos ambientais, sociais e econômicos decorrentes da geração e descarte inadequado de uma grande quantidade de resíduos plásticos. Além de causar alterações ecossistêmicas como poluição do ar, da água e do solo, observa-se problemas de saúde e segurança, emissões de Gases Efeito Estufa (GEE) e elevados custos com a remediação dos problemas, sem considerar o valor não retornado à economia em decorrência do descarte inadequado (Okwesili *et al.*, 2016). Devido aos impactos, o gerenciamento de resíduos torna-se uma questão fundamental de sustentabilidade, especialmente considerando o contexto atual

pandêmico do novo Coronavírus que alterou os padrões de geração e sistemas de gestão de resíduos plásticos no mundo todo.

A pandemia do COVID-19 aumentou o uso de plástico pela população, principalmente considerando os itens de proteção individual, tais como as máscaras faciais. Esse problema ainda é mais evidente nos países de baixa renda, devido à dificuldade de gestão e infraestrutura para os resíduos sólidos, acarretando problemas ambientais (Chowdhury *et al.*, 2021; Haddad *et al.*, 2021). As máscaras faciais descartáveis geram poluição por plásticos quando depositadas nas ruas, mares e na natureza, necessitando que os governos formulem estratégias para gerir os resíduos sólidos, pois estima-se que a pandemia ainda vai perdurar por alguns anos (Akarsu, Madenli & Deveci, 2021).

Durante a pandemia do COVID-19, o comércio em geral passou a utilizar um volume maior de embalagens, seja para entregar os produtos aos consumidores, seja na substituição de utensílios de uso pessoal na alimentação, por utensílios descartáveis, como copos, talheres, pratos, entre outros (Filimonau, 2020). Outro ponto é a geração de resíduos sólidos relacionados com os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) utilizados pela população para evitar a propagação do vírus, como protetores faciais, toucas e luvas (Chowdhury *et al.*, 2021).

Também cabe a discussão quanto à forma de gestão de resíduos sólidos plásticos que os governos estão adotando durante a pandemia do COVID-19. Sem sombra de dúvidas, esse é um ponto muito delicado, devido às condições multifacetadas atreladas aos resíduos sólidos gerados neste momento tão peculiar que a sociedade enfrenta. No caso das máscaras faciais, descartá-las em lixeiras junto com outros resíduos não recicláveis, se tornaram uma prática comum (Tripathi *et al.*, 2020; Albuquerque *et al.*, 2021).

Depender de bioplásticos em vez de plástico à base de combustível fóssil pode ser uma mudança sustentável, embora acarrete custos adicionais. Como as condições prevaletentes influenciaram a coleta e eliminação de resíduos, políticas de eliminação de resíduos rígidas e flexíveis também foram adotadas por nações para prevenir a transmissão de vírus, por meio, de resíduos sólidos produzidos em domicílios, pacientes auto-isolados com COVID-19 e hospitais (Tripathi *et al.*, 2020). A conscientização da população neste momento também é um fator fundamental. Seguir um protocolo de descarte de resíduos sólidos, sobretudo por quem encontra-se infectado e a disposição adequada de EPIs para descarte é uma forma de assegurar o compromisso socioambiental de cada indivíduo (Tripathi *et al.*, 2020).

Embora tenha havido um progresso significativo em relação ao desenvolvimento da vacina para a COVID-19, as máscaras faciais ainda serão utilizadas (Albuquerque *et al.*, 2020; Akarsu *et al.*, 2021). Esta é, portanto, uma oportunidade para desenvolver tecnologias inovadoras e soluções para a gestão sustentável de resíduos plásticos.

3. METODOLOGIA

A fim de levantar os possíveis impactos ambientais e reflexos socioculturais da pandemia de COVID-19 na gestão de resíduos plásticos foi realizada uma revisão sistemática integrando as percepções e evidências já apontadas sobre a temática. A revisão de literatura corresponde a um método que busca sintetizar, por meio de regras bem definidas e procedimentos sistemáticos, as visões gerais de um campo de conhecimento a partir da bibliografia publicada, geralmente artigos de relevância (Aromataris & Pearson, 2014). Para esse estudo foi adotado o *Methodi Ordinatio* que tem por intuito selecionar e avaliar a qualidade da literatura abrangida a partir da equação

InOrdinatio que considera o fator de impacto da revista, o número de citações e o ano de publicação do artigo (Pagani, Kovaleski & Resende, 2015; 2017).

Para a realização das buscas foram determinados os seguintes descritores: *plastic*, *polymers*, *COVID-19*, *pandemic* e *solid waste* combinados a partir dos operadores booleanos OR e AND. As bases de dados selecionadas foram *Scopus*, *Science Direct*, *Sage* e *Web of Science* considerando seu conteúdo de relevância e abrangência sobre o assunto investigado. Foram ainda determinados como critérios a seleção de apenas artigos, o filtro por título, resumo e palavras-chaves, e a delimitação temporal correspondendo a artigos publicados a partir do ano de 2020.

A busca foi realizada em 16 de agosto de 2021, retornando em um total de 72 resultados distribuídos conforme exposto na Tabela a seguir:

Tabela 1

Resultados das buscas de artigos por base de dados

Base de dados	Sintaxe de pesquisa	Artigos encontrados
Scopus	TITLE-ABS-KEY ((plástico OU polímeros) E (COVID-19 OU pandemia) E sólido E resíduos) E (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2021) OU LIMIT-TO (PUBYEAR , 2020)) E (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar"))	35
Science Direct	Title, abstract, keywords: (Plastic OR polymers) AND (COVID-19 OR pandemic) AND solid waste	17
Sage	[[Abstract plastic] OR [Abstract polymers]] AND [[Abstract COVID-19] OR [Abstract pandemic]] AND [Abstract solid] AND [Abstract waste]	2
Web of Science	(Plastic OR polymers) AND (COVID-19 OR pandemic) AND solid waste (Abstract)	18
Total		72

Fonte: Elaboração própria.

As informações dos artigos selecionados foram baixadas e migradas para o gerenciador de referências Zotero, sendo possível a remoção dos documentos duplicados. Ao total foram eliminados 32 estudos, restando 40 artigos para análise posterior dos títulos, resumo e palavras-chave considerando os seguintes critérios eletivos e de exclusão:

- Critérios de eleição: a) artigos que abordam o problema dos resíduos plásticos no contexto da pandemia de COVID-19 e suas implicações; b) estudos completos publicados em revistas científicas.

- Critérios de exclusão: a) artigos publicados em eventos científicos; b) artigos direcionados à experimentos químicos; c) estudos que focalizam os resíduos sólidos de maneira geral, sem menção ou foco específico em resíduos plásticos; d) trabalhos cuja ênfase reside na consideração do potencial dos resíduos sólidos na disseminação do novo coronavírus; e) artigos com foco exclusivo em resíduos médicos perigosos; e f) estudos que não abordam a temática sobre a perspectiva da sustentabilidade e suas demandas ambientais, econômicas e/ou sociais.

Após operacionalização, 22 estudos foram selecionados a submetidos a análise da relevância a partir da equação *InOrdinatio* (Pagani *et al.*, 2015; 2017):

$$\text{Fator de impacto} = (Fi / 1000) + (\alpha * (10 - (\text{AnoPesq} - \text{AnoPub}))) + (\sum Ci)$$

Para aplicação da fórmula, foi utilizado como fator de impacto (Fi) o *Journal Citation Reports* (JCR) referente ao ano de 2020, e incluído o total de citações ($\sum Ci$) a partir dos resultados obtidos no *Google Scholar*. Além disso, cabe destacar que (α) se refere ao fator de ponderação

atribuído à significância do ano de publicação podendo variar de 1 a 10. Dada a existência de artigos publicados sobre a temática apenas a partir de 2020, esse fator foi abordado como não relevante para o cálculo, sendo então atribuído o valor de 1. Após o cálculo, todos os estudos apresentaram índice superior a zero (> 0) e, devido a isso, foram incluídos no portfólio final para análise.

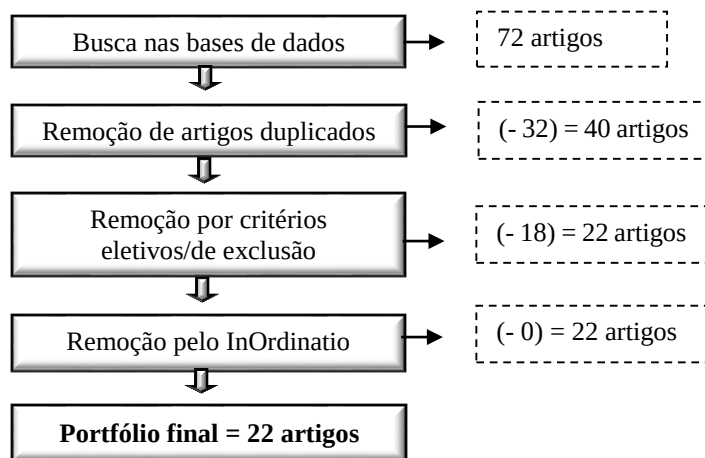


Figura 1. Síntese do percurso metodológico

Fonte: Elaboração própria.

Na sequência, os resultados da pesquisa estão apresentados a partir da síntese e discussão dos estudos selecionados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Caracterização dos estudos

Na Tabela a seguir estão discriminados os artigos avaliados nesse estudo, conforme ordem de relevância obtida pelo InOrdinatio.

Quadro 1.

Caracterização dos artigos selecionados conforme ordem de relevância (InOrdinatio)

	Autor(es)/ano	Título	Objetivo
1	Sharma <i>et al.</i> (2020)	Challenges, opportunities, and innovations for effective solid waste management during and post COVID-19 pandemic	Discutir as fontes potenciais, o destino e os efeitos do plástico PPE no ambiente marinho.
2	Aragaw (2020)	Surgical face masks as a potential source for microplastic pollution in the COVID-19 scenario	Avaliar se a máscara cirúrgica facial é uma potencial fonte de contaminação por microplásticos.
3	Arduso, Forero-López, Buzzi, Spetter & Fernández-Severini (2021)	COVID-19 pandemic repercussions on plastic and antiviral polymeric textile causing pollution on beaches and coasts of South America	Oferecer reflexões e perspectivas de como a pandemia COVID-19 pode agravar a poluição por plásticos em praias e ambientes costeiros.

4	De-la-Torre & Aragaw (2021)	What we need to know about PPE associated with the COVID-19 pandemic in the marine environment	Discutir as fontes potenciais, o destino e os efeitos do plástico PPE no ambiente marinho.
5	De-la-Torre, Rakib, Pizarro-Ortega & Dioses-Salinas (2021)	Occurrence of personal protective equipment (PPE) associated with the COVID-19 pandemic along the coast of Lima, Peru	Relatar a ocorrência e distribuição de EPIs associados a COVID-19 ao longo da costa da cidade de Lima, Peru.
6	Hantoko, Li, Pariatamby, Yoshikawa, Horttanainen & Yan (2021)	Challenges and practices on waste management and disposal during COVID-19 pandemic	Denotar os desafios do aumento da eliminação de resíduos (incluindo resíduos plásticos) durante a crise COVID-19 e suas práticas de resposta.
7	Leal Filho <i>et al.</i> (2021a)	COVID-19 and waste production in households: A trend analysis	Realizar um levantamento internacional sobre o aumento do consumo e as alterações subsequentes nas quantidades de resíduos produzidos desde a pandemia COVID-19.
8	Torres & De-la-Torre (2021)	Face mask waste generation and management during the COVID-19 pandemic: An overview and the Peruvian case	Discutir alternativas sustentáveis de máscaras faciais e rotas de reciclagem e reaproveitamento no contexto da pandemia COVID-19 e realizar estimativas da geração diária de resíduos de máscaras faciais no Peru.
9	Silva, Prata, Duarte, Barcelò & Rocha-Santos (2021)	An urgent call to think globally and act locally on landfill disposable plastics under and after COVID-19 pandemic: Pollution prevention and technological (Bio) remediation solutions	Analisar os desafios levantados no cenário de pandemia em aterros sanitários e discutir as potenciais implicações ambientais e de saúde que podem nos afastar dos objetivos sustentáveis da ONU para 2030
10	Rakib, De-la - Torre, Pizarro-Ortega, Dioses-Salinas & Al-Nahian (2021)	Personal protective equipment (PPE) pollution driven by the COVID-19 pandemic in Cox's Bazar, the longest natural beach in the world	Determinar a abundância, características e distribuição de EPI, que poluem a maior praia natural do mundo, Cox's Bazar, Bangladesh.
11	Filimonau (2020)	The prospects of waste management in the hospitality sector post COVID-19	Propor estratégias potenciais para auxiliar na gestão de resíduos alimentares e plásticos no setor de hospitalidade em um mundo pós-pandêmico.
12	Chowdhury, Chowdhury & Sait (2021)	Estimating marine plastic pollution from COVID-19 face masks in coastal regions	Estimar a utilização anual de máscara facial e poluição de plástico por gerenciamento incorreto em regiões costeiras de 46 países.
13	Haddad, De-la - Torre, Abelouah, Hajji & Alla (2021)	Personal protective equipment (PPE) pollution associated with the COVID-19 pandemic along the coastline of Agadir, Morocco	Monitorar a poluição por EPI, associada ao COVID-19, ao longo da costa de Agadir, Marrocos.
14	Leal Filho, Salvia, Minhas, Paço & Dias-Ferreira (2021b)	The COVID-19 pandemic and single-use plastic waste in households: a preliminary study	Explorar os impactos da pandemia do Coronavírus em relação ao uso de resíduos plásticos em domicílios.
15	Albuquerque <i>et al.</i> , (2021)	Fate of disposable face masks in high-solids anaerobic digestion: Experimental observations and review of potential environmental implications	Relatar os resultados preliminares de um experimento de laboratório realizado com a fração orgânica de resíduos sólidos urbanos corrigida com máscaras faciais descartáveis.
16	Akarsu, Madenli & Deveci (2021)	Characterization of littered face masks in the southeastern part of Turkey	Estimar a quantidade de uso de máscara facial durante a pandemia COVID-19 em três cidades na Turquia

17	Al-Salem, El-Eskandarani & Constantinou (2020)	Can plastic waste management be a novel solution in combating the novel Coronavirus (COVID-19)? A short research note	Apresentar a possibilidade de usar resíduos sólidos de plástico como substrato para empregar cobre e ligas de cobre e seus nanocompósitos nanopós para serem usados como revestimento protetores de superfície.
18	Xiang <i>et al.</i> , (2021)	Polymer composites completely derived from waste: the crystalline structure and the mechanical enhancement effect	Busca trazer uma solução ao problema de utilização e geração de uma grande quantidade de máscaras descartáveis devido a pandemia de COVID-19.
19	Liang <i>et al.</i> , (2021)	Repercussions of COVID-19 pandemic on solid waste generation and management strategies	Analisar as influências da pandemia de COVID-19 sobre os resíduos sólidos, incluindo os resíduos plásticos.
20	Tsai (2021)	Analysis of plastic waste reduction and recycling in Taiwan	Analisar as mudanças nas quantidades recicladas de embalagens de plástico regulamentadas e o impacto da COVID-19 no aumento de resíduos plásticos no Taiwan.
21	Dissanayake, Torres-Quiroz, Mahato & Park (2021)	Facemasks: a looming microplastic crisis	Investigar quantas fibras microplásticas foram liberadas na água por máscaras faciais e cirúrgicas na Coreia do Sul.
22	Saleh <i>et al.</i> , (2021)	Current situation and future prospects for plastic waste in Maysan governorate: effects and treatment during the COVID-19 pandemic	Fornecer uma visão futurista sobre a perturbação causada pelo COVID-19 na gestão dos resíduos plásticos em Maysan, no Iraque.

Fonte: Dados da pesquisa.

De um modo geral, observa-se que 18,2% dos estudos foram publicados no ano de 2020, enquanto que 81,8% foram publicados em 2021, o que denota uma preocupação crescente associada ao gerenciamento de resíduos plásticos em decorrência da pandemia de COVID-19. Países como Estados Unidos, Argentina, Peru, China, Alemanha, Índia, Turquia, Taiwan, Coreia do Sul e Iraque, constituem o lócus das pesquisas empíricas realizadas.

Observa-se ainda a concentração de publicações no periódico *Science of the Total Environment*, com 6 estudos, seguida por *Marine Pollution Bulletin*, *Resources, Conservation and Recycling* e *Waste Management & Research*, com 4, 2 e 2 publicações respectivamente. As demais revistas (8 no total), contam com apenas uma publicação. Também se denota uma pequena concentração autoral, sendo que De-la-Torre colaborou em 5 investigações. Outros autores como Aragaw, Rakib, Pizarro-Ortega, Dioses-Salinas, Leal Filho, Paço, Minhas, Ferreira e Salvia participaram de duas produções.

Considerando a tratativa dos resíduos plásticos, os estudos têm como objetos de investigação diversos materiais, tais como EPIS de plástico (máscaras faciais, luvas, bonés bufantes, protetores faciais, trajes de proteção, calçados de segurança), embalagens plásticas e resíduos plásticos domésticos. Além disso, outros artigos tratam dos resíduos plásticos descartáveis em geral, sem especificar.

4.2 A Pandemia de COVID-19, resíduos plásticos e a sustentabilidade

Muito se vem discutindo sobre os desafios e impactos da pandemia de COVID-19 nos resíduos sólidos, em especial nos resíduos plásticos, material que há muito tempo é considerado um enorme fardo para o meio ambiente devido à sua resistência a biodegradação que pode ultrapassar a 800 anos (Saleh *et al.*, 2021). Nesse sentido, alterações nos hábitos de consumo,

mudanças socioculturais em relação à utilização de plásticos descartáveis e a necessidade de utilização de EPIs durante a pandemia amplificam as preocupações de sustentabilidade já existentes, no que concerne à gestão de resíduos plásticos.

Autores como Sharma *et al.* (2020), Hantoko *et al.* (2021), Leal Filho *et al.* (2021a; 2021b), Liang *et al.* (2021), Saleh *et al.* (2021), e Tsai (2021) abordam, de uma maneira geral, a influência da pandemia sobre os resíduos plásticos. Observa-se um aumento, por parte dos consumidores, do uso de plástico descartável, como sacolas, devido à preocupação com a sobrevivência do vírus, deixando os impactos ambientais como uma questão de segundo plano. Além disso, no início do surto, a demanda por embalagens para mantimentos, produtos de saúde e bens de consumo embalados aumentou, assim como, as compras online e serviços de entrega de alimentos, que também tendem a gerar grandes quantidades de resíduos plásticos, como filmes finos, espuma e plástico multicamadas (Sharma *et al.*, 2020; Liang *et al.*, 2021; Saleh *et al.*, 2021). Sobre esta questão, Leal Filho *et al.* (2021a) aponta um aumento de 53% na geração de embalagens plásticas durante o bloqueio, motivado pelo maior tempo que as pessoas ficaram em casa. Da mesma forma, o aumento no uso de medicamento e automedicação pode ter contribuído com a ampliação da geração de resíduos de embalagens, principalmente blisters (Saleh *et al.*, 2021).

Espera-se, ainda impactos de longo prazo, motivados pela estagnação de políticas vinculadas à redução de produtos plásticos de uso único, minando os esforços globais de sustentabilidade para reduzir a poluição por plástico (Sharma *et al.*, 2020; Liang *et al.*, 2021). Saleh *et al.* (2021) e Liang *et al.* (2021), destacam, por exemplo, o relaxamento temporário da proibição de sacolas plásticas descartáveis no Iraque, Estados Unidos e Canadá, o que pode, a longo prazo, alterar o comportamento do consumidor, retrocedendo medidas e a conscientização que já estavam em andamento. Sharma *et al.* (2020) complementam que esse relaxamento temporário da proibição do plástico descartável pode quebrar os padrões de comportamento sustentáveis, propagando um intenso passivo ambiental. Tsai (2021), da mesma forma, evidencia esse problema considerando a realidade do Taiwan que, ao longo dos anos, vem obtendo resultados positivos na reciclagem de plásticos regulamentados em virtude das políticas de economia circular e que, em decorrência da pandemia, pode ter um impacto negativo, reduzindo as taxas de reciclagem e de recipientes ou produtos de plástico, regulamentados no país.

O aumento na utilização de EPIs para proteção ao contágio de COVID-19 também é uma preocupação. Sharma *et al.* (2020) e Hantoko *et al.* (2021), denotam a utilização excessiva dos EPIs plásticos como luvas, protetores faciais, máscaras e outros resíduos biomédicos com potencial de contaminação do meio ambiente. Nesse contexto, as máscaras faciais, que passaram a ser utilizadas pela população mundial, ganham destaque e são objetos de preocupações de trabalhos como Aragaw (2020), Akarsu *et al.* (2021), Albuquerque (2021), Dissanayake *et al.*, (2021) e Torres e De-la-Torre (2021). Sobre o assunto, grande atenção é dispensada à poluição por microplásticos provenientes das máscaras faciais. Dissanayake *et al.* (2021), em seu estudo, demonstraram que uma única máscara facial de polipropileno pode liberar pelo menos 47 microplásticos por dia, o que representa cerca de 1.381 milhões de fibras microplásticas, ao dia, na Coreia do Sul, considerando a utilização de uma máscara, diariamente, por 70% da população urbana. Com o passar do tempo, observa-se ainda um aumento significativo na liberação das fibras o que amplifica seu potencial de afetar rios, lagos, fauna e flora. Resultado similar é encontrado no estudo de Aragaw (2020), que observou a máscara cirúrgica como uma potencial fonte de contaminação por microplásticos nos sistemas de resíduos e da água. Outros estudos, estimaram a geração de máscaras faciais para compreender a extensão da possibilidade de poluição. Akarsu *et al.*, (2021), por exemplo, realizaram um levantamento da quantidade de uso de máscara facial em

três cidades na Turquia (Merson, Adana e Niğde). Os resultados apontaram uma média de 182 máscaras descartadas por Km² e uma produção, em média, de 10 toneladas de máscaras faciais, por dia, nas três cidades, o que amplia a preocupação da poluição por microplásticos. Em um cenário de uso único, no Peru, Torres e De-la-Torre (2021) estimam uma geração diária de 14.983.383 máscaras no país, ou seja, cerca de 74,9 toneladas de resíduos plásticos por dia. Albuquerque *et al.* (2021), por sua vez, apresentam ainda outro problema associado aos resíduos provenientes de máscaras. Em seu estudo, a partir de um experimento laboratorial, revelaram que as máscaras faciais descartáveis quando misturadas aos resíduos sólidos urbanos afetam negativamente a produção de metano nos digestores (diminuição de até 18%), além de não se degradarem no prazo de 40 dias, o que afetam as práticas de gerenciamento de digestão, tais como compostagem, aplicação no solo e aterro e podem provocar poluição de microplásticos.

Também se evidencia nos artigos selecionados um foco na poluição por plásticos provenientes de EPIs em ambientes marinhos e costeiros (Aduzzo *et al.*, 2021; Chowdhury *et al.*, 2021; De-la-Torre e Aragaw, 2021; De-la-Torre *et al.*, 2021; Haddad *et al.*, 2021; Rakib *et al.*, 2021). Aduzzo *et al.* (2021) e De-la-Torre e Aragaw (2021) trazem reflexões de como a pandemia de COVID-19 pode agravar a poluição por plásticos em praias e ambientes costeiros, aumentando, consequentemente, os danos às espécies marinhas. A partir de um estudo empírico, De-la-Torre *et al.* (2021) apontam terem sido encontrados 138 itens de EPI descartados incorretamente em 11 praias da cidade de Lima no Peru, em 12 semanas de amostragem, o que evidencia a preocupação com a liberação de microplásticos, colonização de espécies invasoras e emaranhamento ou ingestão por predadores. De modo similar, Rakib *et al.* (2021), identificaram a presença de grande quantidade de EPIs na praia Cox's Bazar, em Bangladesh, sendo a maior proporção de máscaras faciais (97,9%). Constatou-se que a presença de lixo ilegal próximo à praia, práticas de gestão de resíduos sólidos inadequados e a atividade pesqueira, embora este último em menor proporção, contribui com a poluição marinha por EPI. Na costa de Agadir no Marrocos, observou-se um aumento significativo da densidade de EPIs após as medidas de bloqueio. A maioria eram máscaras faciais (96,81%), dos quais 98,4% eram máscaras cirúrgicas sendo identificadas em maior proporção nos locais de lazer, o que demonstra a falta de conscientização ambiental por parte da população (Haddad *et al.*, 2021). Ainda, de modo mais amplo, Chowdhury *et al.* (2021) estimam que cerca de 0,15 a 0,39 milhão de toneladas de detritos de plástico podem acabar nos oceanos globais, dentro de um ano, devido à má gestão dos resíduos sólidos nas regiões costeiras. Identificou-se, também, que a geração desse tipo de resíduo foi maior nos países asiáticos do que na Europa e que, nos países de baixa renda, a poluição marinha é maior, devido às poucas instalações de gestão de resíduos.

Foi percebido ainda, uma preocupação dos resíduos plásticos depositados em aterros. Segundo Silva *et al.* (2021), a maior parte dos resíduos plásticos da COVID-19 é encaminhada para aterros, principalmente em países em desenvolvimento. De acordo com os autores, 3,5 bilhões de toneladas de máscaras podem ter sido depositadas em aterros no primeiro ano da pandemia e o biogás, incêndios e lixiviados gerados, tem potencial para aumentar a poluição do ar e da água, bem como, a perda de integridade ecológica do solo.

A questão dos resíduos plásticos como produtos potencialmente infectantes, também é discutida e demandam ações para o correto gerenciamento (Hantoko, 2021). Estudos evidenciam que a estabilidade do vírus em superfície plástica, principalmente lisas, pode chegar a 7 dias (Chin *et al.*, 2020; Corpet, 2021). Apesar disso, as superfícies apresentam um risco relativamente pequeno de transmissão e propagação do vírus, em comparação às fontes de transmissão por contato direto com pessoas infectadas (Lewis, 2021).

Por fim, possíveis soluções e caminhos são evidenciados a fim de melhor gerir os resíduos plásticos gerados em maior intensidade no contexto pandêmico. Al-Salem *et al.* (2020) buscaram apresentar a possibilidade de utilização de resíduos sólidos de plástico como substrato para empregar cobre e ligas de cobre para serem utilizados como revestimento protetores antivirais de superfície. Essa solução, ao mesmo tempo que contribui na questão ambiental a partir do gerenciamento dos resíduos plásticos, seria uma alternativa versátil antiviral aplicável em superfícies de comuns contatos cotidianos. Filimonau (2021) busca soluções para a gestão de resíduos plásticos no setor da hospitalidade no mundo pós-pandêmico, apontando como resultados o investimento em produtos mais ecológicos, com ênfase na inovação verde, como talheres de base vegetal ou reutilizáveis, em vez de plásticos descartáveis. Leal Filho *et al.* (2021b) destacam como solução a compra de alimentos sem embalagens, embalagens biodegradáveis e reutilização de embalagens. Torres e De-la-Torre (2021) recomendam o pré-tratamento das máscaras faciais antes de sua reciclagem (desinfecção e segregação dos materiais plásticos) e Alguquerque *et al.*, (2021), destacam a necessidade do pré-processamento ou pós-processamento das máscaras para melhor eficiência do processo nos digestores. Alternativas para os plásticos convencionais como os bioplásticos, máscaras biodegradáveis, reutilização de EPIs, novas tecnologias de tratamento, e mudança no comportamento pessoal, social e institucional também são apontadas como necessárias (Haddad *et al.*, 2021; Saleh *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2021; Torres e De-la-Torre, 2021). A síntese das discussões pode ser melhor visualizada na Figura 1.

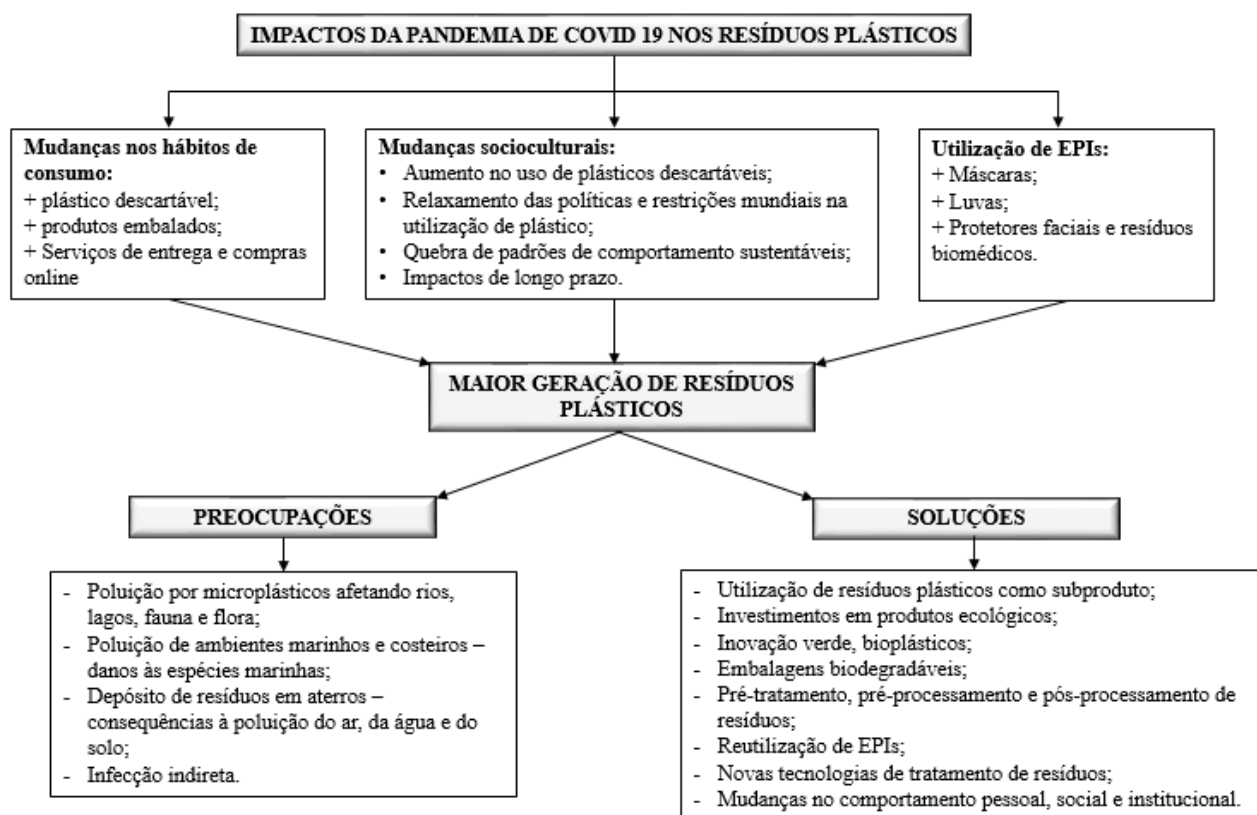


Figura 2. Síntese das discussões
Fonte: Elaboração própria.

Ao passo de ainda não haver previsões para o término da pandemia de COVID-19, e consequentemente, das medidas preventivas contra a doença, a geração de resíduos plásticos, principalmente de uso único e máscaras descartáveis, tende a continuar sendo uma preocupação. Além disso, impactos decorrentes podem trazer consequências ao longo prazo, exigindo reflexão e a busca de alternativas para transições a ações mais sustentáveis quanto geração e gestão dos resíduos sólidos plásticos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve por objetivo analisar e evidenciar os impactos e reflexos da pandemia de COVID-19 na gestão dos resíduos plásticos, no contexto sociocultural e ambiental. Foi realizada uma revisão sistemática de literatura, nas bases de dados *Scopus*, *Science Direct*, *Sage* e *Web of Science*, com utilização do *Methodi Ordinatio*.

Os resultados apontaram para a nocividade dos efeitos da pandemia do COVID-19, sejam à vida humana, ou no que concerne à sua influência no meio ambiente devido à gestão dos resíduos sólidos. Observa-se um aumento na geração de resíduos plásticos, em decorrência da elevação do consumo de produtos embalados, compras on-line, *delivery*, maior utilização de plástico de uso único e EPIs.

Os estudos analisados demonstraram a preocupação de todos os possíveis impactos ambientais e reflexos socioculturais da pandemia de COVID-19 na gestão de resíduos plásticos. Ações de descartes incorretos, como apontados nas pesquisas, degradam o ecossistema, por meio, da poluição do ar, da água e do solo, e especificamente, prejudicam os oceanos e espécies marinhas pela poluição por microplásticos. A longo prazo, estima-se um impacto sociocultural devido ao relaxamento de políticas que vinham, há algum tempo, buscando restringir mundialmente a utilização de materiais plásticos. Nesse contexto, a busca de soluções a uma gestão e destinação sustentável de todo este material deve ser priorizada, com destaque ao desenvolvimento de tecnologias de reaproveitamento e tratamento de resíduos, inovação verde e conscientização. De um modo geral, várias são as proposições levantadas nas pesquisas, as quais não apresentaram somente questões isoladas, mas sim recorrentes em todos os cantos do mundo.

Portanto, a presente revisão sistêmica serve de alerta para a efetiva operacionalização das ideias apontadas, nos diversos artigos estudados, e que precisam resultar em uma imediata e efetiva solução, para evitar o agravamento ambiental destes poluentes.

Como limitações do estudo, destaca-se a consideração apenas dos impactos do COVID-19 na geração e gestão de resíduos plásticos. Dessa forma, sugere-se que futuras pesquisas abordem a problemática para outros tipos de resíduos, que tiveram a sua geração ampliada e ou modificada pela pandemia do novo coronavírus. Além disso, estudos podem ser realizados com foco em transições de sustentabilidade, a fim de compreender, em nível de regime, os esforços de transição, os esforços de transição para plásticos biodegradáveis ou outras soluções substitutas.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE. (2021). *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil: 2020*. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>

- Akarsu, C., Madenli, Ö., & Deveci, E. Ü. (2021). Characterization of littered face masks in the southeastern part of Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(34), 47517-47527. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14099-8>
- Albuquerque, F. P., Dhadwal, M., Dastyar, W., Mirsoleimani Azizi, S. M., Karidio, I., Zaman, H., & Dhar, B. R. (2021). Fate of disposable face masks in high-solids anaerobic digestion: Experimental observations and review of potential environmental implications. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 3, 100082. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2021.100082>
- Al-Salem, S. M., El-Eskandarani, M. S., & Constantinou, A. (2020). Can plastic waste management be a novel solution in combating the novel Coronavirus (COVID-19)? A short research note. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 39(7), 910-913. <https://doi.org/10.1177/0734242X20978444>
- Aragaw, T. A. (2020). Surgical face masks as a potential source for microplastic pollution in the COVID-19 scenario, *Marine Pollution Bulletin*, 159, 111517-111523. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111517>
- Ardusso, M., Forero-López, A. D., Buzzi, N. S., Spetter, C. V. & Fernández-Severini, M. D. (2021). COVID-19 pandemic repercussions on plastic and antiviral polymeric textile causing pollution on beaches and coasts of South America. *Science of The Total Environment*, 763, 144365-144376. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144365>
- Aromataris, E., & Pearson, A. (2014). The systematic review: an overview. *American Journal of Nursing*: 114(3), 53-58. <https://doi.org/10.1097/01.NAJ.0000444496.24228.2c>
- Aromataris, E., & Pearson, A. (2014). The systematic review: an overview. *American Journal of Nursing*: 114(3), 53-58. <https://doi.org/10.1097/01.NAJ.0000444496.24228.2c>
- Borrelle, S. B., Ringma, J., Law, K. L., Monnahan, C. C., Lebreton, L., McGivern, A., & Rochman, C. M. (2020). Projected growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution. *Science*, 369 (6510), 1515–1518. <https://doi.org/10.1126/science.aba3656>
- Cecchi, T. (2021). Analysis of volatiles organic compounds in Venice lagoon water reveals COVID 19 lockdown impact on microplastics and mass tourism related pollutants. *Science of the Total Environmen*, 783, 146951. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146951>
- Chin, A. W. H., Chu, J. T. S., Perera, M. R., Hui, K. P. Y., Yen, H., Chan, M. C. W., Peiris, M., & Poon, L. L. M. (2020). Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. *The Lancet Microbe*, 1(1), 10. [http://dx.doi.org/10.1016/s2666-5247\(20\)30003-3](http://dx.doi.org/10.1016/s2666-5247(20)30003-3)
- Chowdhury, H., Chowdhury, T., & Sait, S. M. (2021). Estimating marine plastic pollution from COVID-19 face masks in coastal regions. *Marine Pollution Bulletin*, 168, 112419. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.1124>
- Corpet, D. E. (2021). Why does SARS-CoV-2 survive longer on plastic than on paper? *Medical Hypotheses*. 146, 110429. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2020.110429>
- De-la-Torre, G. E. & Aragaw, T. A. (2021). What we need to know about PPE associated with the COVID-19 pandemic in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 163, 111879-111884. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111879>

- De-la-Torre, G. E., Rakib, R. J., Pizarro-Ortega, C. I., & Dioses-Salinas, D. C. (2021). Occurrence of personal protective equipment (PPE) associated with the COVID-19 pandemic along the coast of Lima, Peru. *Science of The Total Environment*, 774, 145774-145780. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145774>
- Dissanayake J, Torres-Quiroz C, Mahato J, & Park J. (2021). Facemasks: a looming microplastic crisis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 18(13), 7068-7076. <https://doi.org/10.3390/ijerph18137068>
- Filimonau, V. (2020). The prospects of waste management in the hospitality sector post COVID-19. *Resources, Conservation and Recycling*, 168, 105272. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.1052>
- Haddad, M. B., De-la -Torre, G. E., Abelouah, M. R., Hajji, S., & Alla, A. A. (2021). Personal protective equipment (PPE) pollution associated with the COVID-19 pandemic along the coastline of Agadir, Morocco. *Science of The Total Environment*, 798, 149282. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.1492>
- Hantoko, D, Li, X., Pariatamby, A., Yoshikawa, K., Horttanainen, M., & Yan, M. (2021). Challenges and practices on waste management and disposal during COVID-19 pandemic, *Journal of Environmental Management*, 286, 112140112148. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112140>
- Instituto Butantan. (2021). *Como surgiu o novo coronavírus? Conheça as teorias mais aceitas sobre sua origem*. Recuperado de: <https://butantan.gov.br/covid/butantan-tira-duvida/tira-duvida-noticias/como-surgiu-o-novo-coronavirus-conheca-as-teorias-mais-aceitas-sobre-sua-origem>.
- Leal Filho, W., et al., (2021a). COVID-19 and waste production in households: a trend analysis. *Science of The Total Environment*, 777, 145997-146003. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145997>
- Leal Filho, W., Salvia, A. L., Minhas, A., Paço, A., & Dias-Ferreira, C. (2021b). The COVID-19 pandemic and single-use plastic waste in households: a preliminary study. *Science of The Total Environment*, 793, 148571. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.1485>
- Lebreton, L., & Andrady, A. (2019). Future scenarios of global plastic waste generation and disposal. *Palgrave Commun* 5, 6-11. <https://doi.org/10.1057/s41599-018-0212-7>
- Lewis, D. (2021). *COVID-19 rarely spreads through surfaces. So why are we still deep cleaning?* Nature. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/d41586-021-00251-4?utm_source=Nature+Briefing&utm_campaign=65657f8ef0-briefing-dy-20210201&utm_medium> Acesso em: 09 set., 2021.
- Liang, Y., Song, Q., Wu, N., Li, J., Zhong, Y., & Zeng, W. (2021). Repercussions of COVID-19 pandemic on solid waste generation and management strategies. *Frontiers of Environmental Science and Engineering*. 15(6), 115-132. <https://doi.org/10.1007/s11783-021-1407-5>
- Okwesili, J., Ndukwe, C., & Nwuzor, C. I. (2016). Urban solid waste management and environmental sustainability in Abakaliki Urban, Nigeria. *European Scientific Journal*. 12(23), 155-183. <https://doi.org/10.19044/esj.2016.v12n23p155>

- Osra, F., Morsy, E. A., & Abd El-Rahim, I. H. (2021). Guidance plans for solid waste management during COVID-19 in Makkah, Saudi Arabia. *Arabian Journal of Geosciences*, 14, 1466-1478. <https://doi.org/10.1007/s12517-021-07990-8>
- Öztürk, İ. (2021). The COVID-19 Pandemic and Waste Management. *Düzce Tıp Fakültesi Dergisi*, 23, 27-29. <http://dx.doi.org/10.18678/dtfd.896445>
- Pagani, R. N., Kovaleski, J. L., & Resende, L. M. M. de. (2015). Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. *Scientometrics*, 105 (3), 2109-2135. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1744-x>
- Pagani, R. N., Kovaleski, J. L., & Resende, L. M. M. de. (2017). Avanços na composição da Methodi Ordinatio para revisão sistemática de literatura. *Ciência da Informação*, 46 (2), 161-187.
- Rakib, M. R. J., De-la -Torre, G. E., Pizarro-Ortega, C. I., Dioses-Salinas, D. C., & Al-Nahian, S. (2021). Personal protective equipment (PPE) pollution driven by the COVID-19 pandemic in Cox's Bazar, the longest natural beach in the world. *Marine Pollution Bulletin*, 169, 112497. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.1124>
- Saleh, H., Al-Kahlidi, M., Abulridha, H., Banoon, S., & Abdelzaher, M. (2021). Current situation and future prospects for plastic waste in Maysan Governorate: effects and treatment during the COVID-19 pandemic. *Egyptian Journal of Chemistry*, 64(8), 4449-4460. <https://doi.org/10.21608/ejchem.2021.79255.3895>
- Sameer El Khatib, A. S. (2020). Economía versus epidemiología: un análisis del comercio entre mercados y vidas en tiempos de COVID-19. *Contabilidad Y Negocios*, 15(30), 62-80. <https://doi.org/10.18800/contabilidad.202002.004>.
- Sharma, H. B. *et al.*, (2020). Challenges, opportunities, and innovations for effective solid waste management during and post COVID-19 pandemic. *Resources, Conservation and Recycling*, 162, 105052-105061. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105052>
- Silva, A. L. P., Prata, J. C., Duarte, A. C., Barcelò, D., & Rocha-Santos, T. (2021). An urgent call to think globally and act locally on landfill disposable plastics under and after COVID-19 pandemic: pollution prevention and technological (Bio) remediation solutions. *Chemical Engineering Journal*, 426, 131201-131212. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.131201>
- Stiftung, H. B. (2020). *Atlas do plástico: fatos e números sobre o mundo dos polímeros sintéticos*. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll.
- Torres, F. G., & De-la-Torre, G. E. (2021). Face mask waste generation and management during the COVID-19 pandemic: an overview and the Peruvian case. *Science of The Total Environment*, 786, 147628-147638. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147628>
- Tripathi, A., Tyagi, V. K., Vivekanand, V., Bose, P., & Suthar, S. (2020). Challenges, opportunities and progress in solid waste management during COVID-19 pandemic. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 2, 100060. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2020.100060>
- Tsai W. T. (2021) Analysis of plastic waste reduction and recycling in Taiwan. *Waste Management and Research*. 39 (5), 713-719. <https://doi.org/10.1177/0734242X21996821>

Una-Sus. (2020). *Organização Mundial de Saúde declara pandemia do novo Coronavírus*. Recuperado de: <https://www.unasus.gov.br/noticia/organizacao-mundial-de-saude-declara-pandemia-de-coronavirus>.

Xanthos, D., & Walker, T. R. (2017). International policies to reduce plastic marine pollution from single-use plastics (plastic bags and microbeads): a review. *Marine Pollution Bulletin*, 118, 17-26. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.02.048>

Xiang, M., Yang, Z., Zhou, S., Lu, T., Zhang, S., Sun, L., & Dong, S. (2021). Polymer Composites completely derived from waste: the crystalline structure and the mechanical enhancement effect. *ACS Applied Polymer Materials*, 3(7), 3679-3684. <https://doi.org/10.1021/acsapm.1c00696>

Zand, A. D., & Heir, A. V. (2020). Emanating challenges in urban and healthcare waste management in Isfahan, Iran after the outbreak of COVID-19. *Environmental Technology*, 42(2), 329-336. <http://dx.doi.org/10.1080/09593330.2020.1866082>