

GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DURANTE A PANDEMIA DE COVID-19: Uma Revisão da Situação Mundial

<http://dx.doi.org/10.21527/2237-6453.2022.58.11816>

Recebido em: 3/12/2020

Aceito em: 20/1/2022

Flavia Massuga,¹ Simone Soares Mangoni,² Sérgio Luis Dias Doliveira,³ Edson Luis Kuzma⁴

RESUMO

Dadas as mudanças estruturais e comportamentais evidenciadas em diversos setores decorrentes da pandemia do novo coronavírus, este estudo busca identificar os impactos da pandemia de Covid-19 na gestão dos resíduos sólidos, bem como alternativas relacionadas. Para isso foi realizada uma revisão sistemática nas bases de dados *ScienceDirect*, *Scopus* e Portal de Periódicos Capes com a utilização da metodologia *Methodi Ordinatio*. Ao total, 27 estudos compuseram o portfólio final e foram avaliados. Os resultados denotam os impactos da pandemia na gestão de resíduos associados à geração de EPs, a resíduos de serviços de saúde e resíduos plásticos, à alteração nos padrões de consumo e geração de resíduos domiciliares e alimentares, à coleta seletiva, bem como a diferenças evidenciadas em países desenvolvidos e em desenvolvimento. Por fim, as recomendações associadas aos pontos em destaque são apresentadas.

Palavras-chave: resíduos sólidos urbanos; resíduos de serviços de saúde; coronavírus; pandemia; gerenciamento de resíduos; políticas públicas.

SOLID WASTE MANAGEMENT DURING THE COVID-19 PANDEMIC: A WORLDWIDE SITUATION REVIEW

ABSTRACT

Due to the structural and behavioral changes evidenced in several sectors resulting from the new coronavirus pandemic, this study seeks to identify the impacts of the Covid-19 pandemic on solid waste management, as well as related alternatives. For this, a systematic review was carried out in the ScienceDirect, Scopus and Portal de Periódicos Capes databases using the *Methodi Ordinatio* methodology. In total, 27 studies included the final portfolio and were evaluated. The results denote the impacts of the pandemic on waste management associated with the generation of PPE, healthcare waste and plastic waste, the change in consumption patterns and the generation of household and food waste, selective collection, as well as differences evident in developed countries and in development. Finally, the recommendations associated with the highlighted points are presented.

Keywords: urban solid waste; healthcare waste; coronavirus; Pandemic; waste management; public policies.

¹ Autora correspondente: Doutoranda em Desenvolvimento Comunitário - Universidade Estadual do Centro-Oeste (PPGDC-Unicentro). Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Desenvolvimento Comunitário. Bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Capes, Brasil. Rua Professora Maria Rosa Zanon de Almeida, Engenheiro Gutierrez, Irati/PR, Brasil. CEP 84505-677. <http://lattes.cnpq.br/0985578089719837>. <https://orcid.org/0000-0003-2490-6678>. flavia.massuga@gmail.com

² Doutoranda em Desenvolvimento Comunitário - Universidade Estadual do Centro-Oeste (PPGDC-Unicentro). Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Desenvolvimento Comunitário. Bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Capes, Brasil. Rua Professora Maria Rosa Zanon de Almeida, Engenheiro Gutierrez, Irati/PR, Brasil. CEP 84505-677. <http://lattes.cnpq.br/9016865851113699>. <https://orcid.org/0000-0002-0282-2599>.

³ Doutor em Administração (UFPR). Docente efetivo da Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro). Departamento de Administração. Rua Professora Maria Rosa Zanon de Almeida, Engenheiro Gutierrez, Irati/PR, Brasil. CEP 84505-677. <http://lattes.cnpq.br/6877990196326427>. <https://orcid.org/0000-0001-9957-225X>.

⁴ Doutor em Administração (UNOESC). Docente colaborador da Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro). Departamento de Administração. Rua Professora Maria Rosa Zanon de Almeida, Engenheiro Gutierrez, Irati/PR, Brasil. CEP 84505-677. <http://lattes.cnpq.br/3541870715752296>. <https://orcid.org/0000-0001-7784-1287>.

INTRODUÇÃO

Em dezembro de 2019 surgiu em Wuhan, capital da província de Hubei, na China, uma doença respiratória causada por um novo coronavírus, denominado Sars-CoV-2, atualmente conhecida como Covid-19 (HOSEINZADEH *et al.*, 2020; PENG *et al.*, 2020). Devido a sua elevada transmissibilidade, a doença rapidamente se espalhou globalmente, sendo declarada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como uma emergência de saúde pública de interesse internacional em 30 de janeiro de 2020 e anunciada como pandemia em 11 de março de 2020, alterando a dinâmica global em diversos aspectos (HALLAL *et al.*, 2020; MIHAI, 2020; OUHSINE *et al.* (2020).

A transmissão ocorre pelo contato próximo entre indivíduos devido a gotículas liberadas durante a respiração ou espirros e tosses provocados pela pessoa infectada e, até mesmo, a partir de superfícies e objetos contaminados (ILYAS; SRIVASTAVA; KIM, 2020). Dada a facilidade de disseminação, foram relatadas mundialmente mais de 30,6 milhões de casos do novo coronavírus e 950 mil mortes até a data de 21 de setembro de 2020, apresentando um aumento de incidência em todas as regiões da OMS, com exceção apenas da região africana (OMS, 2020).

Os números crescentes desde o início da pandemia, aliados à inexistência e não distribuição de vacinas contra a Covid-19 até dezembro de 2020, levaram à adoção de medidas extremas visando à não superlotação dos sistemas de saúde mundiais. Entre essas medidas destacam-se o distanciamento social, amostragem em massa com testes rápidos e isolamento de casos confirmados e suspeitos (ILYAS; SRIVASTAVA; KIM, 2020). Práticas de distanciamento supracitadas, por vezes, resultaram em bloqueios de cidades inteiras e diversas restrições de transporte e circulação de mercadorias (ABU-QDAIS; AL-GHAZO; AL-GHAZO, 2020; SOMANI *et al.*, 2020). Além disso, diretrizes como lavagem frequente das mãos, utilização de álcool em gel 70%, práticas adequadas ao tossir ou espirrar e uso de equipamentos de proteção individual (EPIs), principalmente do setor de saúde, foram determinadas (NZEDIEGWU; CHANG, 2020). Devido ao fato de ser considerado um método eficaz de prevenção, o uso de máscaras faciais individuais também foi instituído para toda a população (RHEE, 2020).

Apesar da preocupação mundial em relação aos sistemas de saúde, no entanto, as implicações do novo coronavírus vão além de uma emergência médica (CESARO; PIROZZI, 2020). Os impactos permeiam questões econômicas e ambientais que também demandam reflexão e ação orientada. Segundo Abu-Qdais, Al-Ghazo e Al-Ghazo (2020), as restrições de mobilidade impostas afetaram negativamente o comércio mundial e diversos setores, incluindo o setor de turismo, o que impactou, conseqüentemente, a economia global.

Considerando questões ambientais, dadas às mesmas noções de bloqueios, estima-se um resultado positivo na redução da poluição e de emissões de gases de efeito estufa, o que refletiu em um aumento da qualidade do ar e da água em muitas regiões (RAGAZZI; RADA; SCHIAVON, 2020; SOMANI *et al.*, 2020). No mesmo aspecto ambiental, contudo, a pandemia colocou em evidência um problema já recorrente e amplamente discutido: a gestão dos resíduos sólidos. A temática, dada sua relevância, encontra-se presente nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), especificamente no objetivo 12.5, o qual pressupõe, até 2030, a redução substancial da geração líquida de resíduos globais por meio da prevenção, redução, reciclagem e reutilização (ONU, 2020).

Os resíduos sólidos correspondem a qualquer material ou substância que é descartada intencionalmente, sem valor atual até seu gerenciamento adequado, com grande potencial para afetar a vida e o meio ambiente (OKWESILI; NDUKWE; NWUZOR, 2016). O gerenciamento de resíduos vem sendo constantemente revisto, priorizando-se uma abordagem integrada e a máxima recuperação de materiais e energias e a redução da disposição final em aterros, o que demanda uma adequada caracterização e classificação quanto a sua composição, a fim de determinar o tratamento mais recomendado (CESARO; PIROZZI, 2020).

Com a pandemia do novo coronavírus, milhões de EPIs são fabricados e utilizados diariamente e, conseqüentemente, ocorre uma geração em larga escala de resíduos potencialmente infecciosos (ILYAS; SRIVASTAVA; KIM, 2020; NZEDIEGWU; CHANG, 2020; SOMANI *et al.*, 2020). Além disso, dados os cuidados hospitalares com as pessoas infectadas, a pandemia tende a apresentar grandes desafios relacionados à gestão de resíduos biomédicos perigosos (KULKARNI; ANANTHARAMA, 2020).

No Brasil, resíduos de serviços de saúde são regulamentados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), por meio da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 222 de 2018. A partir dessa resolução os resíduos são classificados em cinco grupos: Grupo A: resíduos com possível presença de agentes biológicos que podem incorrer em riscos de infecção; Grupo B: resíduos contendo produtos químicos; Grupo C: materiais com potencial radioativo; Grupo D: resíduos que não apresentam risco biológico, químico ou radiológico, podendo se equiparar aos resíduos domiciliares e Grupo E: materiais perfurocortantes ou escarificantes (ANVISA, 2018). Especificadamente considerando os resíduos do grupo A, se descartados incorretamente, sem uma desinfecção apropriada, além dos danos ambientais, evidenciam-se riscos de propagação da doença, expondo ao vírus pessoas comuns e profissionais da coleta de resíduos (ILYAS; SRIVASTAVA; KIM, 2020; XU, 2020).

Considerando as medidas de isolamento social, também podem ser observadas mudanças em relação à composição e à quantidade de resíduos sólidos em virtude das modificações temporárias nos padrões de consumo (SHARMA *et al.*, 2020), bem como um colapso das cadeias de gerenciamento de resíduos (YOU; SONNE; OK, 2020).

Para Ragazzi, Rada e Schiavon (2020), o caráter emergencial da pandemia não permitiu uma preparação do setor de resíduos sólidos para atendimento às demandas, sendo esse fato até mesmo evidenciado em países com uma longa tradição no gerenciamento sustentável de resíduos. Nesse sentido, soluções são necessárias para combater os resíduos sólidos da Covid-19 envolvendo, por exemplo, novos sistemas e tecnologias para seu adequado tratamento e disposição final (XU, 2020).

De acordo com Zand e Heir (2020), são poucas as pesquisas que tratam sobre os efeitos da pandemia de Covid-19 nos sistemas de gestão de resíduos, sejam eles urbanos, de serviços de saúde, industriais e/ou comerciais, centrando-se principalmente em questões de saúde associadas. Desse modo, a partir de dados secundários, este estudo apresenta como objetivo principal identificar os impactos mundiais da pandemia de Covid-19 na gestão dos resíduos sólidos, por meio de uma revisão sistemática utilizando o *Methodi Ordinatio*. Objetiva-se ainda apresentar alternativas propostas e adotadas visando a um correto gerenciamento de resíduos no contexto evidenciado.

METODOLOGIA

Este estudo refere-se a uma revisão sistemática de literatura, metodologia que compreende a localização, avaliação e síntese das evidências disponíveis sobre uma determinada questão de pesquisa. Percebe-se que é uma das formas que melhor sintetiza resultados de diversos estudos centrados em um assunto, devendo seguir etapas bem definidas e transparentes a fim de permitir sua replicação (BOLAND; CHERRY; DICKSON, 2017). Para a realização desta revisão sistemática fundamentada em artigos foi utilizado o *Methodi Ordinatio*, que dispõe da equação *InOrdinatio* para avaliação da qualidade da literatura selecionada, sendo estruturado a partir dos seguintes passos: 1 – Estabelecimento do objetivo da pesquisa; 2 – Pesquisa preliminar com as palavras-chave nas bases de dados; 3 – Escolha definitiva da combinação das palavras-chave e bases de dados; 4 – Busca efetiva nas bases de dados; 5 – Aplicação de procedimentos de filtragem; 6 – Identificação do fator de impacto, ano de publicação e número de citações; 7 – Classificação dos artigos utilizando o *InOrdinatio*; 8 – Localização dos estudos em formato integral e 9 – Leitura sistemática e análise dos trabalhos (PAGANI; KOVALESKI; RESENDE, 2015).

A fim de elucidar os impactos da pandemia de Covid-19 e alternativas sobre o gerenciamento de resíduos sólidos, foram selecionadas as bases de dados *ScienceDirect*, *Scopus* e Portal de Periódicos Capes para efetuar as buscas. A escolha das bases de dados *Scopus* e *ScienceDirect* justifica-se dada a abrangência de conteúdo multidisciplinar e sua maior eficácia para a realização de pesquisas a partir de descritores previamente selecionados. Da mesma forma, o Portal de Periódicos Capes foi escolhido estabelecendo-se como critério a grande proporção de artigos relevantes (FIGUEIREDO *et al.*, 2017).

Para este estudo foram utilizadas as seguintes palavras-chave: “coronavírus”, “Covid-19”, “solid waste” e “waste management”. A fim de aumentar a sensibilidade da pesquisa foram ainda utilizados filtros para título, resumo, assunto e palavras-chave, conforme sugerido por Figueiredo *et al.* (2017) visando a delimitar de modo mais adequado os artigos de interesse, bem como evitar na contagem a inclusão de artigos desnecessários. Foram ainda considerados apenas artigos de pesquisa ou revisão publicados em periódicos, não sendo delimitado espaço temporal para a realização da busca. A sintaxe de pesquisa em cada base de dados pode ser mais bem evidenciada na Tabela a seguir:

Tabela 1 – Sintaxe de pesquisa conforme bases de dados

BASE DE DADOS	SINTAXE DE PESQUISA
ScienceDirect	Title, abstract, keywords: (coronavírus OR COVID-19) AND (solid waste OR waste management). Limite to Article Types: Review Articles and Research Articles.
Scopus	TITLE-ABS-KEY ((coronavírus OR covid-19) AND (solid AND waste OR waste AND management)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, “ar”) OR LIMIT-TO (DOCTYPE , “re”))
Portal de Periódicos Capes	Title / subject (coronavírus OR COVID-19) AND (solid waste OR waste management). Limite to: Review Articles and Research Articles.

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

As buscas foram realizadas no dia 25 de agosto de 2020, retornando um total de 84 artigos, assim distribuídos: *ScienceDirect* (31); *Scopus* (16) e Portal de Periódicos Capes (37). Com o auxílio do programa Zotero, 29 itens foram removidos por duplicata, restando 55 estudos, posteriormente submetidos à análise dos títulos, resumos e palavras-chave, considerando os seguintes critérios eletivos:

- Critérios de exclusão: 1 – qualquer documento que não corresponda à forma e estrutura de artigo científico; 2 – artigos que abordam a pandemia de Covid-19 sem remeter-se à temática dos resíduos sólidos; 3 – estudos que tratam o novo coronavírus ou a gestão de resíduos sólidos como uma temática secundária de interesse; 4 – artigos que avaliam o manejo seguro de resíduos restritamente a excrementos humanos.
- Critérios de inclusão: 1 – artigos relacionados à discussão da Covid-19 e os impactos e alternativas à gestão de resíduos sólidos; 2 – estudos completos publicados em periódicos indexados.

Após essa etapa, 28 artigos foram selecionados, os quais foram submetidos à análise da qualidade com a aplicação do índice *InOrdinatio*. Segundo Pagani, Kovaleski e Resende (2015), o índice busca classificar os estudos de acordo com o ano de publicação, o número de citações e o fator de impacto da revista, obedecendo à seguinte fórmula:

$$InOrdinatio = (Fi / 1000) + \alpha * [10 - (AnoPesq - AnoPub)] + (\sum Ci).$$

Sendo que:

Fi: fator de impacto periódico, sendo considerado neste caso o *Journal Citation Reports (JCR) 2020* (ano base – 2019);

α : Coeficiente atribuído pelo pesquisador em relação à importância determinada à atualidade do artigo, podendo variar de 1 a 10, sendo neste caso considerada a relevância máxima (10);

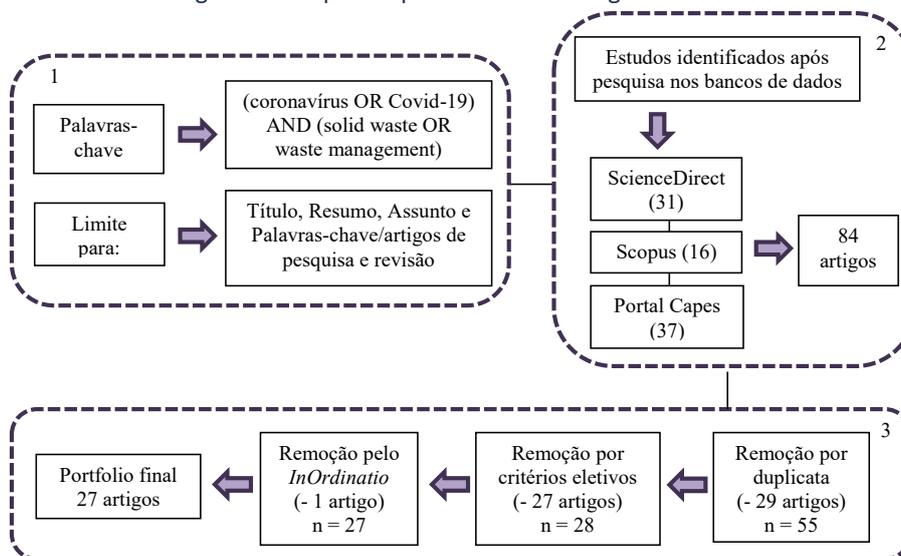
AnoPesq: ano da pesquisa;

AnoPub: Ano de publicação do artigo;

Ci: Número de citações do artigo, sendo utilizado como parâmetro, para fins deste estudo, o número de citações evidenciada na plataforma *Google Scholar*.

Considerando os escores obtidos, foram excluídos estudos que obtiveram um valor igual ou inferior a 100 (= ou < 100), ou seja, que não apresentaram JCR e nenhuma citação vinculada. Neste caso, um estudo foi excluído, restando 27 ao portfólio final, os quais foram localizados e analisados de maneira sistemática. O resumo das etapas do percurso metodológico pode ser mais bem visualizado na Figura 1.

Figura 1 – Etapas do percurso metodológico adotado



Fonte: Os autores (2020).

Nos resultados foi promovida uma discussão sobre a gestão dos resíduos sólidos e a pandemia de Covid-19 organizada em categorias de análise, a partir da segregação dos temas abordados nos artigos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção inicia-se com a apresentação dos estudos selecionados, com indicação do *InOrdinatio*, autores e título e evidenciação dos países de origem dos estudos. Na sequência, dá-se ênfase à descrição dos impactos da Covid-19 na gestão dos resíduos sólidos, além de alternativas evidenciadas quanto a esse gerenciamento.

ESTUDOS SELECIONADOS

No Quadro a seguir os 27 artigos selecionados são apresentados, estando organizados de acordo com o índice de ordenação *InOrdinario*.

Quadro 1 – Evidenciação dos artigos selecionados

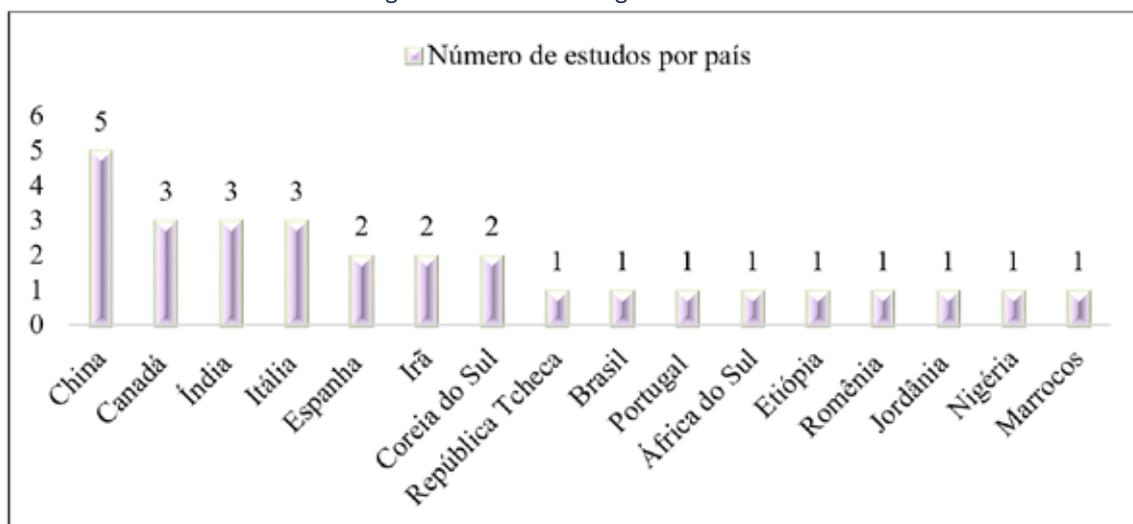
<i>InOrdinatio</i>	Autor(es)	Título
138,575	Klemeš <i>et al.</i> (2020)	Minimising the present and future plastic waste, energy and environmental footprints related to Covid-19
135,792	Wang <i>et al.</i> (2020)	Disinfection technology of hospital wastes and wastewater: suggestions for disinfection strategy during coronavirus disease 2019 (covid-19) pandemic in China
128,849	Yu <i>et al.</i> (2020)	Reverse logistics network design for effective management of medical waste in epidemic outbreaks: insights from the coronavirus disease 2019 (covid-19) outbreak in Wuhan (China)
118,086	Nzediegwu e Chang (2020)	Improper solid waste management increases potential for Covid-19 spread in developing countries
118,086	Yang <i>et al.</i> (2021)	Emergency response to the explosive growth of health care wastes during Covid-19 pandemic in Wuhan, China
116,551	Vanapalli <i>et al.</i> (2021)	Challenges and strategies for effective plastic waste management during and post Covid-19 pandemic
109,771	Mol e Caldas (2020)	Can the human coronavirus epidemic also spread through solid waste?
109,551	Silva <i>et al.</i> (2020)	Rethinking and optimising plastic waste management under Covid-19 pandemic: policy solutions based on redesign and reduction of single-use plastics and personal protective equipment
109,448	Kalina e Tilley (2020)	“This is our next problem”: cleaning up from the covid-19 response
109,086	Sharma <i>et al.</i> (2020)	Challenges, opportunities, and innovations for effective solid waste management during and post Covid-19 pandemic
109,086	Zand e Heir (2020)	Emerging challenges in urban waste management in Tehran, Iran during the Covid-19 pandemic
108,551	Aldaco <i>et al.</i> (2020)	Food waste management during the Covid-19 outbreak: a holistic climate, economic and nutritional approach
108,086	Ikiz <i>et al.</i> (2020)	Impact of Covid-19 on household waste flows, diversion and reuse: the case of multi-residential buildings in Toronto, Canada
108,086	Singh <i>et al.</i> (2020)	Covid-19 waste management: effective and successful measures in Wuhan, China
107,551	Kulkarni e Anantharama (2020)	Repercussions of Covid-19 pandemic on municipal solid waste management: challenges and opportunities
107,551	Di Maria <i>et al.</i> (2020)	Minimization of spreading of Sars-CoV-2 via household waste produced by subjects affected by Covid-19 or in quarantine

106,551	Ilyas Srivastava e Kim (2020)	Disinfection technology and strategies for Covid-19 hospital and bio-medical waste management
106,551	Kargar, Pourmehdi e Paydar (2020)	Reverse logistics network design for medical waste management in the epidemic outbreak of the novel coronavirus (Covid-19)
106,551	Ragazzi, Rada e Schiavon (2020)	Municipal solid waste management during the Sars-COV-2 outbreak and lockdown ease: lessons from Italy
106,049	Aragaw (2020)	Surgical face masks as a potential source for microplastic pollution in the Covid-19 scenario
104,849	Mihai (2020)	Assessment of Covid-19 waste flows during the emergency state in Romania and related public health and environmental concerns
104,42	Abu-Qdais, Al-Ghazo e Al-Ghazo (2020)	Statistical analysis and characteristics of hospital medical waste under novel Coronavirus outbreak
104,294	Peng <i>et al.</i> (2020)	Medical waste management practice during the 2019-2020 novel coronavirus pandemic: experience in a general hospital
103,856	Nzeadibe e Ejike-Alieji (2020)	Solid waste management during Covid-19 pandemic: policy gaps and prospects for inclusive waste governance in Nigeria
103,771	Rhee (2020)	Management of used personal protective equipment and wastes related to Covid-19 in South Korea
102,42	Ouhsine <i>et al.</i> (2020)	Impact of Covid-19 on the qualitative and quantitative aspect of household solid waste
101	Cesaro e Pirozzi (2020)	About the effects of Covid-19 on solid waste management.

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Considerando os países de origem dos artigos, observa-se na Figura 2 que a questão da gestão de resíduos sólidos durante a pandemia do novo coronavírus corresponde a um tema de preocupação mundial, sendo evidenciados estudos em quatro continentes: americano, asiático, europeu e africano. O país com maior número de pesquisas é a China, o que pode ser justificado por corresponder ao local em que foram constatados os primeiros casos de Covid-19, cujas consequências também puderam ser inicialmente visualizadas. Cabe ainda ressaltar que um dos estudos abrange pesquisadores de três países simultaneamente (Portugal, Canadá e Espanha) ao tratar de modo generalista da gestão dos resíduos plásticos na pandemia (SILVA *et al.*, 2020).

Figura 2 – Países de origem dos estudos



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A partir da análise dos conteúdos dos artigos incluídos na investigação, a fim de evidenciar as alterações na gestão de resíduos sólidos com o surto do novo coronavírus, as temáticas foram segregadas em sete categorias, a saber: geração de resíduos de EPIs; geração de resíduos de serviços de saúde; gestão de resíduos plásticos; mudanças na geração de resíduos domiciliares com ênfase em resíduos alimentares; coleta seletiva; evidências em países desenvolvidos e em desenvolvimento e soluções e alternativas à gestão de resíduos sólidos na pandemia do novo coronavírus. Estas categorias são apresentadas e discutidas na sequência.

A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E A PANDEMIA DE COVID-19

A pandemia de Covid-19 modificou mundialmente a configuração dos estilos de vida e de diversas atividades nos mais variados setores da sociedade, correspondendo a novas medidas de contenção à propagação do contágio do novo coronavírus. Esses impactos foram evidenciados, inclusive, no que respeita à geração e gestão dos resíduos sólidos (CESARO; PIROZZI, 2020). Segundo Kalina e Tilley (2020), além do impacto humano, o surto de Covid-19 tende a produzir uma imensa quantidade de resíduos. Para mais de uma questão de quantidade, denotam-se ainda alterações na composição dos resíduos, o que leva a uma modificação estrutural nos sistemas de gerenciamento (KLEMEŠ *et al.*, 2020).

Esse contexto engloba, portanto, novos desafios consideráveis e práticas seguras de gestão de resíduos devem ser adotadas durante o período de emergência a fim de mitigar, principalmente, riscos para a saúde e meio ambiente (ILYAS; SRIVASTAVA; KIM, 2020; SHARMA *et al.*, 2020).

A seguir encontram-se discriminadas as principais questões vinculadas à gestão dos resíduos sólidos globalmente evidenciadas durante a pandemia do novo coronavírus, bem como possíveis soluções e alternativas propostas a partir dos estudos avaliados.

Geração de resíduos de EPIs

Considerando as formas de transmissão e contágio do novo coronavírus, dados a partir de contato com pessoas com o vírus, gotículas suspensas ou superfícies contaminadas, medidas de recomendações e da obrigatoriedade do uso de EPIs, como máscaras e luvas, foram adotadas mundialmente, sendo validadas tanto para profissionais de saúde como para a população em geral.

Devido a isso, milhões de EPIs são fabricados e usados diariamente, resultando em um aumento significativo na geração desses resíduos durante o surto de Covid-19 (CESARO; PIROZZI, 2020; IKIZ *et al.*, 2020; YANG *et al.*, 2021). Segundo Nzediegwu e Chang (2020), estima-se na África uma utilização diária de cerca de 700 milhões de EPIs, devido à obrigatoriedade do uso de máscara facial imposta em muitos países africanos.

Considerando a geração desses resíduos, dois grandes problemas são denotados dado o seu mau gerenciamento. O primeiro deles consiste em impactos ambientais devido ao descarte inadequado dos EPIs, que tiveram sua utilização ampliada com a pandemia de Covid-19. Ragazzi, Rada e Schiavon (2020) sobre a questão, observaram em seu estudo que, apesar das máscaras e luvas descartáveis representarem menos de 1% dos resíduos sólidos recolhidos anualmente na Itália, sua dispersão por ambientes externos está criando problemas ambientais como poluição

do solo e da água. Os EPIs foram detectados principalmente em estacionamentos de supermercados, locais em que internamente é obrigatório o uso de luvas e máscaras. Esses materiais possuem pouca massa e podem ser dissipados facilmente pela ação dos ventos, ampliando a sua capacidade de poluição.

No estudo de Ouh sine *et al.* (2020), realizado no Marrocos, foi constatado, por exemplo, que os cidadãos não gerenciam adequadamente os resíduos dos EPIs, misturando-os, em 87% dos casos, com o resíduo domiciliar. Nesse contexto, aumenta a possibilidade de contaminação com o novo coronavírus, principalmente considerando os trabalhadores que atuam na coleta seletiva (PENG *et al.*, 2020; RHEE, 2020). Cabe ressaltar que, apesar de evidências terem demonstrado que as contaminações ocorrem, em sua maioria, por via direta na exposição a gotículas respiratórias que contêm o vírus infeccioso, mesmo considerado baixo, o risco de contaminação indireta pode ocorrer (CDC, 2021). Isso resulta na necessidade de cuidados com a separação dos resíduos, especialmente em residências em que há cidadãos infectados.

Reconhece-se, portanto, que o manejo dos EPIs utilizados, sobretudo os contaminados, é essencial para reduzir impactos ambientais e prevenir a disseminação do novo coronavírus (CESARO; PIROZZI, 2020; RHEE, 2020).

Resíduos de serviços de saúde

Com o surto de Covid-19 aumentou a parcela de resíduos infectantes, constituída de materiais de descarte provenientes das unidades de saúde, locais de isolamento e de áreas residenciais contaminadas com o coronavírus no contexto pandêmico (ILYAS; SRIVASTAVA; KIM, 2020; YANG *et al.*, 2021).

O aumento da demanda por EPIs como máscaras, luvas e roupas de proteção e a elevação das taxas de internamento devido à contaminação com o vírus ampliou drasticamente as taxas de geração de resíduos associados ao cuidado de pacientes, sobretudo os infectantes (CESARO; PIROZZI, 2020; PENG *et al.*, 2020; RAGAZZI; RADA; SCHIAVON, 2020; RHEE, 2020; SHARMA *et al.*, 2020; YU *et al.*, 2020). Esse aumento pode corresponder a mais de 10 vezes a taxa média de geração evidenciada anteriormente à pandemia (ABU-QDAIS; AL-GHAZO; AL-GHAZO, 2020). Além disso, demais resíduos de serviços de saúde são gerados no diagnóstico em clínicas médicas designadas para realização de exames ambulatoriais de casos suspeitos (KARGAR; POURMEHDI; PAYDAR, 2020). Águas residuais dos hospitais que tratam pacientes contaminados também se incluem nessa categoria (WANG *et al.*, 2020).

Na Coreia do Sul, entre fevereiro e março de 2020, foi evidenciada uma geração de cerca de 295 toneladas de resíduos de serviços de saúde relacionadas à Covid-19 (RHEE, 2020). Em 5 cidades asiáticas (Manila, Jacarta, Kuala Lumpur, Bangkok e Hanói) foram geradas 864 toneladas de resíduos de serviços de saúde ao dia durante o surto do novo coronavírus (KULKARNI; ANATHARAMA, 2020). Na China houve um aumento de 50 t/d desses resíduos, chegando a 247t/d durante o pico pandêmico (SINGH *et al.* 2020). Especificamente em Wuhan, a produção média de resíduos de serviços de saúde por 1000 pessoas aumentou de 3,64kg/d para 27,32kg/d (YANG *et al.*, 2021). Na Romênia observou-se uma maior geração de resíduos no estado de emergência, com um aumento de 10 vezes no fluxo de resíduos potencialmente infecciosos. Da mesma forma, resíduos de serviços de saúde obtiveram uma proporção de 10,86% no fluxo total de resíduos e destes, 6% foram gerados por pacientes da Unidade de

Terapia Intensiva (UTI) (MIHAI, 2020). Especificamente, no *King Abdullah University Hospital*, na Jordânia, durante 25 dias foi evidenciada uma geração de resíduos de 14,16kg/paciente/dia e 3,95kg/leito/dia como resultado do tratamento do novo coronavírus, o que corresponde a mais de 10 vezes a taxa média de geração durante seu funcionamento regular (ABU-QDAIS; AL-GHAZO; AL-GHAZO, 2020).

Esse crescimento na geração de resíduos infectantes excede em larga escala a capacidade disponível para tratamento, visto que os sistemas existentes geralmente comportam quantidades de resíduos produzidos em condições normais (KLEMEŠ *et al.*, 2020). Isto aumenta as preocupações, dado que resíduos hospitalares são problemáticos no sentido de ser necessária a destruição dos patógenos residuais a fim de evitar a disseminação da infecção (RAGAZZI; RADA; SCHIAVON, 2020; YANG *et al.*, 2021).

Para Ilyas, Srivastava e Kim (2020), a exposição a resíduos de serviços de saúde tais como agulhas, seringas, máscaras cirúrgicas, EPIs e demais resíduos que contêm cargas virais de saliva e urina podem causar a contaminação indireta da Covid-19. Cabe ressaltar que, além dos danos à saúde pública dada a possibilidade de transmissão, o descarte inadequado dos resíduos médicos infecciosos, incluindo a descarga de águas residuais sem tratamento pode provocar contaminação ao meio ambiente (WANG *et al.*, 2020).

Desse modo, a gestão e tratamento adequado dos resíduos de serviços de saúde relacionados à Covid-19 corresponde a uma importante forma de prevenção à propagação do vírus, além de ser essencial à preservação ambiental (ILYAS; SRIVASTAVA; KIM, 2020; PENG *et al.*, 2020).

Geração de resíduos plásticos

O aumento na utilização de plástico, especialmente de uso único, consiste em mais uma consequência da pandemia de Covid-19 na dinâmica de geração e gestão de resíduos sólidos (KALINA; TILLEY, 2020; KLEMEŠ *et al.*, 2020; SILVA *et al.*, 2020).

A elevada demanda por equipamentos de proteção individual por médicos e demais profissionais da saúde, como luvas de vinil, máscaras, protetor facial, batas, respiradores e suprimentos de plástico em geral, como seringas e tubos, impulsionaram a geração de resíduos plásticos durante a pandemia (KLEMEŠ *et al.*, 2020; SINGH *et al.*, 2020; VANAPALLI *et al.*, 2021).

A alta utilização de plástico também é evidenciada na área não médica, dado que a descartabilidade passa a ser vista como uma vantagem pelos consumidores que priorizam a higiene e a conveniência (KALINA; TILLEY, 2020; KLEMEŠ *et al.*, 2020). Esse aumento pode ser visualizado nos próprios EPIs, nas embalagens de alimentos e outros mantimentos obtidos por serviços de entrega *on-line*, na maior utilização de sacolas plásticas e demais utensílios descartáveis (KLEMEŠ *et al.*, 2020; SHARMA *et al.*, 2020; SINGH *et al.*, 2020; VANAPALLI *et al.*, 2021).

Nesse contexto, a grande utilização de máscaras faciais por profissionais da área da saúde e população em geral recebe atenção no que refere à poluição por microplásticos. As máscaras faciais são fabricadas, em geral, a partir de polímeros plásticos que, quando descartados incorretamente, acabam por poluir recursos hídricos a partir da lixiviação, inundação ou pelo vento, podendo chegar aos oceanos como uma nova fonte de fibras microplásticas (ARAGAW, 2020).

Observa-se ainda maior geração de resíduos biomédicos referentes a estudos e testes laboratoriais e resíduos de embalagens farmacêuticas, tais como blisters e frascos, devido ao

aumento da procura por medicamentos que reforçam a imunidade, o que também tem influenciado na proporção da produção de resíduos plásticos (VANAPALLI *et al.*, 2021).

Embora se constate uma redução temporária da demanda de plástico em outros setores, como o automobilístico, de construção e de aviação, devido à crise econômica global (KLEMEŠ *et al.*, 2020; VANAPALLI *et al.*, 2021), nas indústrias e setor empresarial em geral também pode ser evidenciada maior utilização de plástico em virtude dos cuidados com a saúde e segurança no retorno das atividades. Esses resíduos incluem, por exemplo, toalhas de microfibra para limpeza, proteção descartável para os pés, toucas, filmes plásticos de proteção e protetores de cadeiras, de máquinas de pagamento e de demais objetos/móveis compartilhados (SILVA *et al.*, 2020).

O incentivo a uma maior produção e utilização de plásticos descartáveis durante o surto de Covid-19 também pode ser justificado pela queda do preço do petróleo que estimulou a indústria do plástico e comprimiu a demanda por polímeros pós-consumo (SHARMA *et al.*, 2020; SILVA *et al.*, 2020). Além disso, políticas que visavam à redução da utilização do plástico descartável foram interrompidas devido à priorização da saúde humana em relação à saúde ambiental diante da pandemia, trazendo à tona oportunidades para a indústria a partir da restauração da legitimidade dos produtos plásticos de uso único (KALINA; TILLEY, 2020; SILVA *et al.*, 2020).

Embora o relaxamento das proibições seja temporário, estima-se uma possível implicação negativa de longo prazo (KALINA; TILLEY, 2020). A percepção do consumidor a partir desse novo contexto pode, por exemplo, refletir em suas ações futuras de consumo, prejudicando objetivos de transição para uma economia circular sustentável (SHARMA *et al.*, 2020; VANAPALLI *et al.*, 2021). O mesmo é defendido por Naughton (2020), que avalia uma possível futura aversão dos consumidores à utilização de itens reutilizáveis devido ao medo de impactos negativos à saúde.

Todas essas mudanças tendem a aumentar os impactos ambientais referentes ao descarte de resíduos plásticos que já eram denotados antes da pandemia (KLEMEŠ, 2020; VANAPALLI *et al.*, 2021). O aumento da geração de resíduos plásticos tende a sobrecarregar os sistemas de gestão antes já deficientes no que respeita ao tratamento e disposição final (KLEMEŠ, 2020). Entre as técnicas mais utilizadas para a gestão dos resíduos plásticos no mundo estão a reciclagem, incineração e aterro sanitário (VANAPALLI *et al.*, 2021). Entre essas estratégias observa-se um aumento, durante a pandemia, nas opções de tratamento por incineração e descarte final em aterro sanitário, no entanto também é constatado o aumento do descarte de EPIs e plásticos de uso único leves a céu aberto com grande potencial de contaminação das águas e do solo (SILVA *et al.*, 2020).

Percebe-se, porém, que a extensão dos impactos dos resíduos plásticos, assim como dos demais resíduos gerados durante a pandemia, ainda não está totalmente definida, o que demanda a ampliação do monitoramento e o aprimoramento dos sistemas de gestão existentes (SILVA *et al.*, 2020; VANAPALLI *et al.*, 2021).

Geração de resíduos domiciliares e alimentares

Com a pandemia do novo coronavírus os hábitos de consumo dos indivíduos tiveram alterações, refletindo na quantidade e diversidade da geração de resíduos domiciliares e alimentares.

No que se refere aos resíduos dos domicílios observou-se que, devido à incerteza e às restrições de circulação, houve uma elevação do consumo visando ao estoque de suprimentos. Além disso, mudanças mais sutis como utilização de produtos descartáveis de higiene e conveniência também foram observadas (KALINA; TILLEY, 2020). Ouh sine *et al.* (2020) ao avaliarem essa questão em dois municípios do Marrocos, investigando uma amostra de 300 famílias, concluíram que, devido ao *lockdown*, ocorreu um aumento na compra de desinfetantes, ocasionando uma elevação na geração de resíduos associados a produtos de limpeza.

O aumento na geração de embalagens também é identificado (SHARMA *et al.*, 2020). Devido à redução das atividades fora do lar, inclusive atividades laborais, houve um aumento nas compras *on-line* e na demanda por serviços de entrega de alimentos, induzindo a esse padrão de maior geração de resíduos de embalagem e descartáveis (IKIZ *et al.* 2020; KULKARNI; ANANTHARAMA, 2020; NZEADIBE; EJIKE-ALIEJI, 2020; RAGAZZI; RADA; SCHIAVON, 2020; RHEE, 2020). Cesaro e Pirozzi (2020) ao avaliarem essa questão da composição dos resíduos gerados durante a pandemia na cidade de Torino, Itália, observaram um aumento na quantidade de resíduos de embalagem, sendo os acréscimos mais significativos na geração de resíduos plásticos (+4,5%) e vidro (+6,5%). Cabe, porém, ressaltar que, dados os impactos econômicos da Covid-19 refletidos principalmente no desemprego em massa e na consequente dificuldade de gastos, é provável uma redução na geração de resíduos entre os desempregados (NAUGHTON, 2020).

Considerando resíduos alimentares, observa-se que mudanças de curto prazo nos hábitos influenciaram os padrões de desperdícios de alimentos (ALDACO *et al.*, 2020). O pânico associado à pandemia levou à compra e estoque de alimentos o que, em muitos casos, resultou em desperdícios, dada sua perecibilidade. Além disso, medidas de restrições à circulação provocaram geração de resíduos alimentares relacionados à quebra nas cadeias de abastecimento (SHARMA *et al.*, 2020). Essas quebras são resultantes do não escoamento da produção dos trabalhadores do setor primário, cujo efeito refletiu no descarte de grandes quantidades de alimentos e na consequente dificuldade dos consumidores de acesso a alimentos frescos (ALDACO *et al.*, 2020).

De acordo com Aldaco *et al.*, (2020), na Espanha, taxas de geração de resíduos alimentares nos domicílios foram mais altas no início do surto, apresentando um aumento de 12%. O mesmo é observado por Kulkarni e Anantharama (2020), quando afirmam que uma quantidade significativa de resíduos alimentares foi gerada durante o início das medidas de bloqueio. Além disso, foi constatado um aumento no impacto econômico de 11%, devido às quebras nas cadeias de abastecimento, e aumento dos impactos ambientais de 10% pela maior emissão de gases de efeito estufa. Já a qualidade nutricional reduziu em 8% afetada, em grande parte por estresse e demais fatores psicológicos que induzem ao maior consumo de alimentos indulgentes e “reconfortantes” (ALDACO *et al.*, 2020).

Apesar desses padrões, contudo, também pode-se visualizar em alguns casos redução na geração de resíduos sólidos alimentares influenciada pelas compras de alimentos mais espaçadas ao longo do tempo, o que pode levar a um suposto maior uso dos alimentos para evitar compras recorrentes (ALDACO *et al.*, 2020). A pesquisa realizada por Ikiz *et al.* (2020) em edifícios em Toronto encontrou esse padrão de maior consciência consumidora ao evidenciar que não houve mudanças nos fluxos de resíduos orgânicos em relação à quantidade coletada antes da pandemia. Isso pode ser também possivelmente justificado por uma maior consciência

ambiental, identificada a partir da utilização de compostagem e não descarte desses resíduos, bem como devido às dificuldades econômicas durante a pandemia que pressionam a redução no consumo e desperdícios. O mesmo é destacado no estudo de Ouhsine *et al.* (2020), que mostrou uma redução no consumo de carne e enlatados em dois municípios do Marrocos, levando a uma menor geração de resíduos sólidos orgânicos.

Esses resultados revelam, portanto, as alterações na geração de resíduos domiciliares e alimentares considerando os efeitos da pandemia de Covid-19. Pressupõe-se que, em virtude do maior tempo dos indivíduos em seus domicílios, ocorre uma adaptação a novos hábitos de consumo de alimentos, bem como de mais itens e produtos de limpeza, o que reflete em comportamentos distintos dos usuais, afetando diretamente na geração de resíduos sólidos.

Coleta seletiva e a pandemia

A coleta seletiva em tempos de pandemia é envolta por inúmeros desafios que se relacionam às mudanças na geração de resíduos sólidos e à consequente gestão, especialmente considerando os cuidados com os resíduos contaminados e a saúde dos coletores.

Conforme já destacado, durante o surto de Covid-19 observou-se um aumento na geração dos resíduos domiciliares, especialmente considerando resíduos recicláveis e EPIs (SHARMA *et al.*, 2020). Cabe, porém, ressaltar que o volume geral de resíduos produzidos manteve-se praticamente inalterado dadas as restrições de funcionamento dos serviços não essenciais durante o surto (NAUGHTON, 2020). Inclusive, é possível perceber queda na geração geral de resíduos em alguns locais. Por exemplo, nos municípios de Khenifra e Tighassaline, no Marrocos, constatou-se uma queda significativa em relação à taxa mensal de produção de resíduos em fevereiro e março de 2020, se comparado com o mesmo período em 2019 (OUHSINE *et al.*, 2020). O mesmo é visualizado na Itália; por exemplo, em Torino, a produção total de resíduos sólidos caiu 11,5 % em março de 2020 em relação a março de 2019 (CESARO; PIROZZI, 2020). Na Índia isso também é evidenciado com a redução de resíduos secos devido ao fechamento de lojas, shoppings, restaurantes, escritórios e outros estabelecimentos (SOMANI *et al.*, 2020).

Apesar da pouca oscilação quantitativa de um modo geral, a composição na geração de resíduos durante a pandemia demanda atenção. Pacientes infectados com poucos sintomas geram resíduos sólidos contaminados e a gestão requer mudanças estruturais que alteram formas de triagem, coleta, tratamento e, inclusive, as noções de segurança referentes aos coletores de resíduos (KLEMEŠ, 2020).

Devido a existência de resíduos Covid-19 no lixo domiciliar, práticas de coleta inadequadas podem disseminar a doença (DI MARIA *et al.*, 2020; KULKARNI; ANANTHARAMA, 2020; MOL; CALDAS, 2020; RAGAZZI; RADA; SCHIAVON, 2020; SHARMA *et al.*, 2020). Conforme exposto por Di Maria *et al.*, (2020) e Mol e Caldas (2020), resíduos domiciliares contaminados, sem os devidos cuidados, representam riscos aos catadores formais e informais. Esses riscos podem ser observados tanto no transporte, ao considerar que a existência do sistema de compactação no veículo pode disseminar o ar contido, quanto em demais processos de manuseio, dada a possibilidade de disseminação de aerossóis e da sobrevivência do vírus em superfícies em diferentes condições.

A informação sobre o tempo de sobrevivência do vírus em diferentes materiais é essencial para delimitar as medidas de precaução para evitar a contaminação dos coletores de resíduos

(KULKARNI; ANANTHARAMA, 2020). Estudos, no entanto, ainda não estabelecem um consenso quanto a essa questão. Por exemplo, a investigação de Van Doremalen *et al.* (2020) identificou que a Sars-CoV-2 pode permanecer em superfícies como papelão, aço, plástico e cobre entre 15 e 72 horas. Já Kampf *et al.* (2020) avaliaram que o vírus pode permanecer infeccioso em superfícies inanimadas como plástico, metal ou vidro por até 9 dias. Estudos mais recentes também indicam diferenças na permanência do vírus quanto ao tipo de superfície, sendo observados vírus viáveis por mais tempo em superfícies não porosas. Além disso, há apontamentos de que os riscos de transmissão por contato com locais e objetos contaminados pode ser considerado baixo em comparação ao contato direto (CDC, 2021).

Cabe ainda ressaltar a precarização dos trabalhadores informais nesse contexto. Segundo Kulkarni e Anantharama (2020), geralmente catadores informais residem próximos aos depósitos de lixo, com escassas condições de higiene e saneamento. Ademais, a falta de equipamentos de proteção e de requisitos mínimos de segurança amplifica o potencial de contaminação para esses grupos (DI MARIA *et al.*, 2020). Na Nigéria, essa situação é revelada pela ausência de estratégia de uma gestão inclusiva de resíduos que proteja os coletores informais durante a pandemia (NZEADIBE; EJUKE-ALIEJI, 2020). Torna-se, portanto, essencial refletir a gestão de resíduos infecciosos no cenário de desastres considerando os impactos sobre esses trabalhadores informais (KALINA; TILLEY, 2020).

A coleta seletiva também foi restringida temporariamente em alguns locais, especialmente em municípios menores, ou teve suas opções de descarte reduzidas, como no caso de alguns países europeus (SHARMA *et al.*, 2020). Na Itália, por exemplo, houve uma redução em 15% na taxa geral de coleta seletiva (RAGAZZI; RADA; SCHIAVON, 2020), o que impactou na indústria da reciclagem, devido à dificuldade na coleta e entrega dos resíduos (CESARO; PIROZZI, 2020). Além disso, observou-se diminuição na varredura de ruas e a suspensão de atividades de limpeza em áreas verdes em 40%, com intensificação em áreas próximas aos hospitais e áreas passíveis de contágio (CESARO; PIROZZI, 2020). Quanto à questão, no estudo de Ikiz *et al.* (2020), que pesquisou o comportamento em dez edifícios residenciais em Toronto, Canadá, foi observado que lixos eletrônicos e móveis que antes eram reciclados, podem ter sido descartados devido à ausência da coleta. Além disso, a suspensão de serviços relacionados à devolução de latas e garrafas também pode ter estimulado a utilização de embalagens descartáveis. Nesses casos, a não compreensão da coleta seletiva como um serviço essencial, especialmente no início do surto, prejudicou a gestão de resíduos (SHARMA *et al.*, 2020).

Disparidades evidenciadas conforme níveis de desenvolvimento dos países

Enquanto alguns países conseguem gerenciar os resíduos sólidos decorrentes da pandemia de Covid-19 de modo adequado, outros, principalmente com menos recursos, estão demonstrando uma gestão ineficiente com aplicação de estratégias inadequadas, como a disposição em aterros ou lixões ou queima de resíduos (SILVA *et al.*, 2020).

Considerando a classificação proposta pela ONU, os países podem ser enquadrados em três grupos tendo em conta fatores econômicos, produtivos e sociais, sendo: nações desenvolvidas, em transição e em desenvolvimento (ONU, 2019). Evidencia-se em países em desenvolvimento uma precariedade muito maior em relação ao gerenciamento dos resíduos sólidos, especificamente considerando o período da pandemia. Em muitos países ainda não desenvol-

vidos, resíduos sólidos são depositados a céu aberto ou em aterros mal administrados, nos quais catadores sem a utilização de EPIs tendem a recuperar materiais recicláveis (NZEDIEGWU; CHANG, 2020).

Apesar da adoção de medidas para conter a propagação da Covid-19, estratégias são escassas para gerenciar os resíduos sólidos nos países em desenvolvimento, com o aterro sendo ainda uma das opções mais comuns de gerenciamento (KULKARNI; ANANTHARAMA, 2020; SINGH *et al.*, 2020). Isso amplifica a crise ambiental e de saúde, especialmente nessas economias em desenvolvimento ou em transição, que não seguem rigorosamente um protocolo de tratamento de resíduos (HOSEINZADEH *et al.*, 2020; NZEDIEGWU; CHANG, 2020).

Em Teerã, capital do Irã, por exemplo, mais de 5,5 milhões de EPIs são descartados diariamente e os resíduos hospitalares têm seu descarte efetuado sem nenhum tratamento, sendo enterrados em valas designadas. Além disso, a disposição em aterro aumentou em 34,7% após a surto de Covid-19 devido à suspensão de atividades de separação e reciclagem (ZAND; HEIR, 2020).

Esses problemas podem ser reduzidos em países desenvolvidos, nos quais estratégias de gestão de resíduos eficientes já são praticadas (NZEDIEGWU; CHANG, 2020). Por exemplo, na Áustria cidadãos são motivados a reduzir a geração de resíduos e realizar a separação adequada; no Reino Unido houve priorização em relação às categorias de resíduos definindo fluxos de alta, média e baixa prioridade; e no Japão sistemas de tratamento e eliminação de resíduos já estavam disponíveis antes mesmo do surto, apresentando a seguinte distribuição em relação à destinação: 74% dos resíduos gerados são incinerados, 17% reciclados e apenas 3% dispostos em aterros (KULKARNI; ANANTHARAMA, 2020). Ainda na Coreia do Sul, princípios de gerenciamento de EPIs, incluindo máscaras usadas, foram introduzidos considerando lições anteriores de infecções por vírus (RHEE, 2020).

Devido à imprevisibilidade da nova doença, entretanto, desafios também são evidenciados nas nações já desenvolvidas. Na Romênia, por exemplo, apesar de declarar os resíduos domésticos gerados na quarentena como resíduos infecciosos e estabelecer diretrizes para prevenção e controle de infecção, como utilização de saco de lixo duplo, práticas de má gestão com fraca eficiência dos sistemas de recolhimento dos resíduos, a prevalência de aterros, atrasos na instituição de sistemas regionais integrados de gestão e a ausência de uma base de dados estatísticos são observadas (MIHAI, 2020).

De modo semelhante a Itália, que apresenta uma longa tradição na reciclagem e recuperação de resíduos, desenvolveu medidas de segurança para profissionais de saúde, trabalhadores e cidadãos durante a pandemia. O tempo mínimo de armazenamento de resíduos contaminados anterior ao manuseio, no entanto, não foi estabelecido e a falta de protocolos detalhados já no início do surto impactou a segurança dos operadores de resíduos (RAGAZZI; RADA; SCHIAVON, 2020).

Deste modo, considera-se necessário maior apoio e estabelecimento conjunto de medidas eficientes e viáveis para gerenciamento dos resíduos gerados na pandemia de Covid-19, especialmente nos países em desenvolvimento, que geralmente carecem de recursos orientados a essa atividade.

Soluções e alternativas a gestão dos resíduos sólidos na pandemia de Covid-19

Considerando o contexto da geração e gestão de resíduos durante a epidemia do novo coronavírus, diversas alternativas e estratégias são evidenciadas. Dado o aumento da geração de EPIs e a possibilidade de contaminação por patógenos, recomenda-se seu armazenamento em sacos lacrados de dupla face com símbolo para identificação (SHARMA *et al.*, 2020).

O manejo adequado desses itens é também importante para minimizar os riscos de infecção indireta por Covid-19, podendo seguir quatro estágios: descarte em um recipiente para resíduos médicos, separado dos resíduos recicláveis; armazenamento em instalação designada, transporte em veículo especial e tratamento por incineração ou deposição em aterro sanitário sem práticas de reciclagem (RHEE, 2020). Para o descarte separado, podem ser providenciados baldes de coleta de lixo especiais para deposição de EPIs em residências, hospitais e locais públicos com coleta e limpeza diária por profissionais treinados que realizam a descontaminação ou descarte desses itens (NZEDIEGWU; CHANG, 2020).

Resíduos de serviços de saúde em geral, gerados durante a pandemia de Covid-19, devem ser segregados, identificados, armazenados, coletados, transportados e tratados de forma rápida e segura. Entre os tratamentos possíveis para desinfecção destacam-se a incineração, autoclave, esterilização, desinfecção química e física, irradiação, inativação térmica e tratamento mecânico biológico (DI MARIA *et al.*, 2020; ILYAS; SRIVASTAVA; KIM, 2020; KLEMEŠ *et al.*, 2020; SHARMA *et al.*, 2020; WANG *et al.*, 2020). Especialmente, a incineração, a partir da instalação de incineradores temporários, aparece como alternativa de tratamento e destinação eficaz desses resíduos, sobretudo para grandes quantidades. Nesse caso, cabe ressaltar que, por se constituir em uma tecnologia complexa e que requer licenciamento e um longo período para execução, governos priorizaram a instalação temporária de incineradores com vistas ao atendimento das demandas específicas do contexto (DI MARIA *et al.*, 2020; ILYAS; SRIVASTAVA; KIM, 2020; KLEMEŠ *et al.*, 2020; KULKARNI; ANANTHARAMA, 2020; YU *et al.*, 2020). Além disso, apesar de parte das unidades de serviços de saúde não possuírem fluxos separados, cloro líquido, hipoclorito de sódio, dióxido de cloro, ozônio e desinfecção por irradiação ultravioleta e aquecimento são meios que podem ser comumente usados para desinfecção de águas residuais hospitalares (WANG *et al.*, 2020).

A fim de possibilitar a gestão segura desses resíduos propõe-se também um projeto de rede logística reversa que determine melhores localizações para instalações temporárias de incineradores levando em conta fatores como riscos na fonte, riscos de transporte e o custo total para gerir eficazmente o elevado aumento de resíduos de serviços de saúde gerados durante surtos epidêmicos (YU *et al.*, 2020). De modo semelhante um modelo de uma rede de logística reversa proposta por Kargar, Pourmehdi e Paydar (2020), composta por geração, tratamento e destinação de resíduos de serviços de saúde, também pode ser adotado como uma forma de controlar a propagação do vírus. Neste caso o modelo visa a reduzir os custos totais, o risco associado ao transporte e tratamento de resíduos médicos, bem como determinar a quantidade de resíduos gerados e não coletados a fim de minimizar os danos.

Quanto à questão, a China também apresenta práticas passíveis de serem tomadas como modelos positivos. Especificamente em Wuhan, a partir do início do surto, instalações estacionárias, móveis e de coprocessamento de resíduos e a disposição não local foram adotadas para aumentar a capacidade de tratamento e destinação de resíduos, que passou de 50 t/d para

280,1 t/d. Nesse processo, a participação social também foi importante, visto que parte das instalações móveis foram doadas por empresas que atuam orientadas para a responsabilidade social corporativa (WANG *et al.*, 2020). Outras medidas envolvem o reforço de regulamentações e punições para o descarte incorreto dos resíduos; utilização de demais tecnologias como autoclave, vapor seco e desinfecção química ou por micro-ondas; uso da Internet das coisas para descarte seguro dos resíduos de serviços de saúde envolvendo rastreamento e controle em tempo real, além da automatização, que reduz o número de trabalhadores nas funções de manuseio de resíduos infecciosos (SINGH *et al.*, 2020).

Ao ilustrar a prática de descarte de resíduos médicos durante a pandemia de Covid-19 em um hospital geral, o estudo de Peng *et al.* (2020) apresenta algumas estratégias que também obtêm destaque. Entre elas destacam-se a formação de uma equipe multissetorial especial treinada para gestão dos resíduos de serviços de saúde; a classificação dos resíduos e redução do tempo de armazenamento (< 24 horas); criação uma área de armazenamento temporário para os resíduos de serviços de saúde; baldes identificados para coleta de máscaras faciais; utilização de sacos de camada dupla devidamente identificados e esterilizados para acondicionar os resíduos; estabelecimento de uma rota de transporte para reduzir os riscos de vazamento e o tempo de transbordo; adoção de medidas de desinfecção e a substituição do descarte em aterro sanitário pela incineração. Além disso, o registro detalhado das informações relacionadas à gestão dos resíduos e à realização do transbordo em horários que evitem aglomerações também é destacado.

Demais recomendações associadas aos resíduos de serviços de saúde estão vinculadas ao acondicionamento adequado de resíduos contaminados até a transferência para uma instalação de descontaminação (MOL; CALDAS, 2020); esterilização dos resíduos antes do descarte, a adoção de enterramento profundo dos resíduos infecciosos na ausência de locais para desinfecção e tratamento adequados; treinamento para pessoas envolvidas com o manuseio dos resíduos biomédicos de risco (SHARMA *et al.*, 2020) e análise e registro dos fluxos de resíduos Covid-19 obtidos por meio de estatísticas espaciais e cartografia temática a fim de possibilitar maior transparência a essas informações (MIHAI, 2020).

Quanto à geração de resíduos plásticos pressupõe-se a recuperação da energia incorporada, se efetuada a reciclagem primária e mecânica e a reciclagem química (KLEMEŠ *et al.*, 2020). Resíduos plásticos contaminados devem ter seu descarte seguro com o uso de sacos lacrados, diminuindo os riscos de contaminação dos coletores. Além disso, investimento em tecnologias circulares e sustentáveis, melhor infraestrutura, utilização de materiais ecológicos como bioplásticos, e políticas para incluir mudanças comportamentais, instituir responsabilidade individual e de incentivo a práticas sustentáveis são alternativas à gestão de resíduos plásticos, especialmente no que refere-se ao combate a futuras pandemias (VANAPALLI *et al.*, 2021). Políticas de redução de plástico, especialmente de uso único, então suprimidas durante a pandemia, também devem ser reforçadas sem atrasos a fim de estimular a inovação visando a soluções sustentáveis, desintegrando a produção de plástico dos recursos à base de combustíveis, e estimulando a responsabilidade de partes interessadas e governos (SILVA *et al.*, 2020).

Dadas as mudanças na geração de resíduos domiciliares e alimentares são recomendados o manuseio e o descarte com cuidado dos resíduos devido à possibilidade de infecção (SHARMA *et al.*, 2020). Orientações da saúde na Itália relativas a esses resíduos incluem a instituição de instruções à população de como embalar o lixo; instruções para adoção de EPIs aos operadores

e uso e higienização de veículos; espera de recolhimento dos resíduos por cerca de 72 horas a fim de reduzir o risco de contaminação; realização do transporte direto dos resíduos para a instalação de descarte; preferência por veículos sem sistemas de compactação e adoção da incineração, esterilização, tratamento mecânico biológico e aterros sanitários como formas de tratamento e destinação final de resíduos (DI MARIA *et al.*, 2020). Além disso, recomenda-se a equiparação dos resíduos domiciliares provenientes de casos confirmados de Covid-19 a resíduos de serviços de saúde (CESARO; PIROZZI, 2020; KLEMEŠ *et al.*, 2020).

No que diz respeito aos resíduos alimentares, a produção e o consumo local podem contribuir com a resolução de problemas associados a cadeias de suprimentos que levam à escassez e ao desperdício de alimentos em um cenário pandêmico com restrições de circulação (ALDACO *et al.*, 2020; SHARMA *et al.*, 2020). Além disso, para atender às condições de isolamento social a tecnologia de drones é tida como uma alternativa para a manutenção do abastecimento alimentar (SHARMA *et al.*, 2020).

Em relação à coleta seletiva, Sharma *et al.* (2020) recomendam para os resíduos biodegradáveis o ajuste conforme a dinâmica de geração em cada localidade e para os resíduos recicláveis a redução da frequência na coleta conforme disponibilidade de caminhões e coletores, visando a manter os resíduos armazenados por mais tempo em sacos lacrados, proporcionando sua descontaminação. Além disso, apontam para a importância de tecnologias de tratamento de resíduos automatizadas com baixo envolvimento dos trabalhadores a fim de reduzir o risco de transmissão. Questões sociais e econômicas, no entanto, não devem ser desconsideradas no que diz respeito aos trabalhadores coletores de resíduos e coletores informais devem ser reconhecidos nas políticas de gestão estabelecidas (NZEADIBE; EJIKE-ALIEJI, 2020). Ouhine *et al.* (2020) sugerem ainda a distribuição de sacos plásticos para as residências depositarem resíduos especiais e a realização de treinamentos e fornecimentos de kits de EPIs aos coletores de resíduos sólidos, enquanto que Kulkarni e Anantharama (2020) colocam ênfase na gestão e coleta descentralizada de resíduos.

Para países em desenvolvimento estratégias proativas devem ser tomadas visando à eliminação dos riscos de transmissão e contágio, envolvendo, por exemplo, a restrição do acesso de catadores em aterros e lixões, o fornecimento de baldes de coleta de resíduos especiais e a utilização de álcool 70% (NZEDIEGWU; CHANG, 2020). Entre outras alternativas, estão a deposição dos resíduos médicos em fosso fechado, dada a ausência de outras formas de tratamento (SHARMA *et al.* 2020), a elaboração e o fornecimento de planos executáveis de gestão para esses contextos (ZAND; HEIR, 2020); e o registro das informações de forma confiável a fim de possibilitar tomadas de decisão acertadas (MIHAI, 2020).

De um modo geral, e em uma perspectiva positivista, deficiências e desafios atuais, em maior evidência durante o surto de Covid-19, são vistos como importantes para o planejamento futuro de uma gestão sustentável dos resíduos (CESARO; PIROZZI, 2020; KULKARNI; ANANTHARAMA, 2020). Este contexto, permite ver ainda a necessidade de incorporar a gestão de resíduos no planejamento de gestão de desastres (KALINA; TILLEY, 2020; KULKARNI; ANANTHARAMA, 2020; SHARMA *et al.*, 2020), além da adoção de soluções baseadas na economia circular, tendo os governos um importante papel nessas questões (SHARMA *et al.*, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo principal identificar e discorrer sobre os impactos da pandemia de Covid-19 à gestão dos resíduos sólidos, bem como alternativas relacionadas. Para tanto, foi realizada uma revisão sistemática baseada no *Methodi Ordinatio* abrangendo 27 estudos para análise.

Os resultados evidenciam as mudanças relativas ao gerenciamento de resíduos sólidos devido ao surto do novo coronavírus considerando temáticas definidas. Observa-se inicialmente um aumento expressivo na geração de EPIs, resultando em preocupações ambientais e de saúde. Resíduos de serviços de saúde, da mesma forma, tiveram sua geração ampliada, demandando soluções e extensão nas formas de tratamento e destinação final.

O aumento da utilização de resíduos plásticos associado especialmente ao uso de EPIs, produtos de uso único e geração de resíduos biomédicos, e a interrupção nas políticas que visam à redução da utilização de produtos plásticos também são evidenciados, cujas consequências tendem a refletir num espaço temporal de longo prazo.

Nas residências, a elevação do consumo, o estoque de suprimentos, maior uso de produtos descartáveis, realização de compras *on-line* e a maior demanda por serviços de entrega durante a pandemia ampliaram a geração de resíduos, especialmente de embalagens. Mudanças nos padrões de desperdício de alimentos são também observadas. Embora a consciência consumidora e a redução na geração de resíduos orgânicos sejam evidenciadas em alguns contextos, percebe-se um aumento no descarte de alimentos, especialmente no início do surto devido à estocagem de produtos e ao rompimento das cadeias de abastecimento.

Embora não seja visualizada alteração significativa no volume geral da produção de resíduos devido às restrições de circulação, maior consciência consumidora/ambiental e dificuldades econômicas, desafios à coleta seletiva são observados considerando a maior geração de resíduos domiciliares e de serviços de saúde infecciosos que podem propagar a doença. Novas rotas, condições de manuseio, transporte, armazenagem, tratamento e disposição final foram redefinidos, assim como ocorreu com a frequência de coleta sendo, inclusive, interrompida em alguns casos no início do surto. Nesse contexto, precauções quanto aos coletores de resíduos também são consideradas, embora ainda seja identificada precariedade, especialmente levando em consideração coletores informais.

Também percebe-se que países em desenvolvimento apresentam maiores dificuldades em gerenciar corretamente os resíduos gerados durante a pandemia de Covid-19, com predominância do descarte em aterros e a céu aberto e limitações quanto às opções de tratamento, no entanto, devido à rápida e inesperada disseminação da doença, países desenvolvidos também enfrentam desafios.

Soluções e alternativas são apresentadas considerando os pontos discutidos, orientando-se principalmente à determinação de práticas adequadas de segregação, coleta, armazenagem, transporte e destinação dos resíduos sólidos a fim de garantir a proteção ambiental e a saúde no que diz respeito à disseminação do vírus. Ênfase é atribuída à conscientização, bem como ao acesso a informações claras e objetivas, tendo o governo um papel fundamental.

Apesar de ser possível a visualização de avanços em relação ao combate à pandemia que refletem, por exemplo, no retorno de atividades não essenciais e reabertura de fronteiras,

efeitos relacionados à geração e à gestão de resíduos sólidos devem se estender por um período mais longo. Desse modo, espera-se que os resultados aqui apresentados contribuam com formuladores de políticas, a fim de que possam analisar corretamente a situação e tomar medidas eficazes para o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos gerados durante e após a pandemia de Covid-19. Além disso, os aprendizados então obtidos poderão servir de aporte à preparação para possíveis futuras catástrofes de saúde pública.

Entre as limitações do estudo, destacam-se a não possibilidade de generalizar as informações e a carência de dados quantitativos para comprovar algumas afirmações dos autores. Vale ainda mencionar a limitação quanto à realidade brasileira, pela não localização de publicações no tema. Sugere-se para pesquisas futuras a análise de contextos específicos tomando como base diferenças socioespaciais e econômicas quanto à gestão dos resíduos sólidos gerados na pandemia do novo coronavírus, bem como estudos que avaliem os efeitos a longo prazo do atual contexto vivenciado.

REFERÊNCIAS

- ABU-QDAIS, H. A.; AL-GHAZO, M. A.; AL-GHAZO, E. M. Statistical analysis and characteristics of hospital medical waste under novel Coronavirus outbreak. *Global Journal of Environmental Science and Management*, v. 6, n. 19, p. 21-30, ago. 2020.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *RDC nº 222 de 28 de março de 2018*. Regulamenta as boas práticas de gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde e dá outras providências. Brasília, 2018.
- ALDACO, R. *et al.* Food waste management during the COVID-19 outbreak: a holistic climate, economic and nutritional approach. *Science of the Total Environment*, v. 742, p. 140.524-140.536, nov. 2020.
- ARAGAW, T. A. Surgical face masks as a potential source for microplastic pollution in the COVID-19 scenario. *Marine Pollution Bulletin*, v. 159, p. 111.517-111.523, out. 2020.
- BOLAND, A.; CHERRY, M. G.; DICKSON, R. *Doing a systematic review: a student's guide*. 2. ed. London: Sage Publications, 2017.
- CESARO, A.; PIROZZI, F. About the effects of Covid-19 on solid waste management. *Tema – Journal of Land Use, Mobility and Environment*, special issue: Covid-19 vs City-20, p. 59-66, 2020.
- CDC. Centers for Disease Control and Prevention. *Science Brief: SARS-CoV-2 and surface (fomite) transmission for indoor community environments*. 2021. Disponível em: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/more/science-and-research/surface-transmission.html>. Acesso em: 2 ago. 2021.
- DI MARIA, F. *et al.* Minimization of spreading of SARS-CoV-2 via household waste produced by subjects affected by COVID-19 or in quarantine. *Science of The Total Environment*, v. 743, p. 140.803-140.808, nov. 2020.
- FIGUEIREDO, A. R. *et al.* Estudo da eficiência dos portais Science Direct, Scopus, Lilacs e Periódicos CAPES, evidenciando seus aspectos positivos e negativos. *Scientia Amazonia*, v. 6, n. 2, p. 1-10, 2017.
- HALLAL, P. C. *et al.* Evolução da prevalência de infecção por COVID-19 no Rio Grande do Sul: inquéritos sorológicos seriados. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 25, p. 2.395-2.401, abr. 2020.
- HOSEINZADEH, E. *et al.* An updated min-review on environmental route of the SARS-CoV-2 transmission. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 202, p. 111.015-111.022, out. 2020.
- IKIZ, E. *et al.* Impact of COVID-19 on household waste flows, diversion and reuse: the case of multi-residential buildings in Toronto, Canada. *Resources, Conservation and Recycling*, p. 105.111-105.143, ago. 2020.
- ILYAS, S.; SRIVASTAVA, R. R.; KIM, H. Disinfection technology and strategies for COVID-19 hospital and bio-medical waste management. *Science of the Total Environment*, v. 749, p. 141.652-141.662, dez. 2020.
- KALINA, M.; TILLEY, E. "This is our next problem": cleaning up from the covid-19 response. *Waste Management*, v. 108, p. 202-205, maio 2020.
- KAMPF, G. *et al.* Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *Journal of Hospital Infection*, v. 104, n. 3, p. 246-251, mar. 2020.

KARGAR, S.; POURMEHDI, M.; PAYDAR, M. M. Reverse logistics network design for medical waste management in the epidemic outbreak of the novel coronavirus (COVID-19). *Science of the Total Environment*, v. 746, p. 141.183-141.193, dez. 2020.

KLEMEŠ, J. J. *et al.* Minimising the present and future plastic waste, energy and environmental footprints related to COVID-19. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 127, p. 109.883-109.889, jul. 2020.

KULKARNI, B. N.; ANANTHARAMA, V. Repercussions of COVID-19 pandemic on municipal solid waste management: challenges and opportunities. *Science of the Total Environment*, v. 743, p. 140.693-140.700, nov. 2020.

MIHAI, F. Assessment of COVID-19 waste flows during the emergency state in Romania and related public health and environmental concerns. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, n. 15, p. 5.439-5.456, jul. 2020.

MOL, M. P. G.; CALDAS, S. Can the human coronavirus epidemic also spread through solid waste? *Waste Management & Research*, v. 38, n. 5, p. 485-486, 17 abr. 2020.

NAUGHTON, C. C. Will the COVID-19 pandemic change waste generation and composition? The need for more real-time waste management data and systems thinking. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 162, p. 105.050-105.051, nov. 2020.

NZEADIBE, T. C.; EJIKE-ALIEJI, A. U. P. Solid waste management during Covid-19 pandemic: policy gaps and prospects for inclusive waste governance in Nigeria. *Local Environment*, v. 25, n. 7, p. 527-535, jun. 2020.

NZEDIEGWU, C.; CHANG, S. X. Improper solid waste management increases potential for COVID-19 spread in developing countries. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 161, p. 104.947-104.948, out. 2020.

OKWESILI, J.; NDUKWE, C.; NWUZOR, C. I. Urban solid waste management and environmental sustainability in Abakaliki Urban, Nigeria. *European Scientific Journal*, v. 12, n. 23, p. 155-183, ago. 2016.

ONU. Organização das Nações Unidas. *World economic situation prospects*. 2019, p. 164-206. Disponível em: https://www.un.org/development/desa/dpad/wp-content/uploads/sites/45/WESP2019_BOOK-ANNEX-en.pdf. Acesso em: 5 out. 2020.

ONU. Organização das Nações Unidas. *Sustainable Development Goals: about the sustainable development goals*. 2020. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>. Acesso em: 23 set. 2020.

OMS. Organização Mundial da Saúde. *Coronavirus disease 2019 (COVID-19): Global epidemiological situation*. 2020. Disponível em: https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200921-weekly-epi-update-6.pdf?sfvrsn=d9cf9496_6. Acesso em: 23 set. 2020.

OUHSE, O. *et al.* Impact of COVID-19 on the qualitative and quantitative aspect of household solid waste. *Global Journal of Environmental Science and Management*, v. 6, n. 19, p. 41-52, ago. 2020.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. *Scientometrics*, v. 105, n. 3, p. 2.109-2.135, 2015.

PENG, J. *et al.* Medical waste management practice during the 2019-2020 novel coronavirus pandemic: experience in a general hospital. *American Journal of Infection Control*, v. 48, n. 8, p. 918-921, ago. 2020.

RAGAZZI, M.; RADA, E. C.; SCHIAVON, M. Municipal solid waste management during the SARS-COV-2 outbreak and lockdown ease: lessons from Italy. *Science of the Total Environment*, v. 745, p. 141.159-141.164, nov. 2020.

RHEE, S. Management of used personal protective equipment and wastes related to COVID-19 in South Korea. *Waste Management & Research*, v. 38, n. 8, p. 820-824, jun. 2020.

SHARMA, H. B. *et al.* Challenges, opportunities, and innovations for effective solid waste management during and post COVID-19 pandemic. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 162, p. 105.052-105.063, nov. 2020.

SILVA, A. L. P. *et al.* Rethinking and optimising plastic waste management under COVID-19 pandemic: policy solutions based on redesign and reduction of single-use plastics and personal protective equipment. *Science of the Total Environment*, v. 742, p. 140.565-140.572, nov. 2020.

SINGH, N. *et al.* COVID-19 waste management: effective and successful measures in Wuhan, China. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 163, p. 105.071-105.072, dez. 2020.

SOMANI, M. *et al.* Indirect implications of COVID-19 towards sustainable environment: an investigation in indian context. *Bioresource Technology Reports*, v. 11, p. 100.491-100.500, set. 2020.

VANAPALLI, K. R. *et al.* Challenges and strategies for effective plastic waste management during and post COVID-19 pandemic. *Science of the Total Environment*, v. 750, p. 141.514-141.523, jan. 2021.

VAN DOREMALEN, N. *et al.* Aerosol and surface stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. *New England Journal of Medicine*, v. 382, n. 16, p. 1.564-1.567, 2020.

XU, M. Resources and waste management in COVID-19 and pandemics. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 161, p. 104.895-104.896, out. 2020.

WANG, J. *et al.* Disinfection technology of hospital wastes and wastewater: suggestions for disinfection strategy during coronavirus disease 2019 (Covid-19) pandemic in China. *Environmental Pollution*, v. 262, p. 114.665-114.674, jul. 2020.

YANG, L. *et al.* Emergency response to the explosive growth of health care wastes during COVID-19 pandemic in Wuhan, China. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 164, p. 105.074-10.5081, jan. 2021.

YOU, S.; SONNE, C.; OK, Y. S. COVID-19's unsustainable waste management. *Science*, v. 368, n. 6.498, p. 1.438, jun. 2020.

YU, H. *et al.* Reverse logistics network design for effective management of medical waste in epidemic outbreaks: insights from the coronavirus disease 2019 (covid-19) outbreak in Wuhan (China). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, n. 5, p. 1.770-1.795, mar. 2020.

ZAND, A. D.; HEIR, A. V. Emerging challenges in urban waste management in Tehran, Iran during the COVID-19 pandemic. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 162, p. 105.051-105.052, nov. 2020.

Todo conteúdo da Revista Desenvolvimento em Questão está
sob Licença Creative Commons CC – By 4.0