



Impacto da COVID-19 na geração e gestão dos resíduos de serviço da saúde: estudo de caso

Impact of COVID-19 on the generation and management of medical waste: case study

Débora da Silveira Siqueira¹, Valéria Louzada Leal¹, Schirley Tostes¹, Jéssica Leal Batista¹, Alexandre Rieger¹, Ênio Leandro Machado¹, Eduardo Alexis Lobo¹

1 - Universidade de Santa Cruz do Sul - UNISC, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil.

RESUMO

Introdução: o impacto da nova pandemia de Coronavírus na saúde pública e suas consequências no contexto econômico, social e ambiental é inegável, destacando-se, do ponto de vista ambiental, o aumento da geração de resíduos hospitalares pertencentes ao Grupo A. Tais resíduos, devido a sua natureza, características e indicações específicas de gerenciamento e disposição final, necessitam atenção especial, uma vez que práticas inadequadas de manejo e gestão podem levar a impactos negativos na sustentabilidade ambiental e ao agravamento da situação da saúde pública. **Objetivo:** analisar o impacto da pandemia da COVID-19 nas taxas de geração de resíduos hospitalares em um hospital localizado na região Sul do país. **Método:** estudo transversal descritivo com levantamento de dados sobre a geração de Resíduos de Serviço da Saúde potencialmente infectantes no período pré e durante a pandemia do novo Coronavírus. **Resultados:** a geração de resíduos hospitalares Grupo A aumentou 21% em relação ao período pré-pandêmico, destacando que no mês correspondente ao pico das internações (março/2021), somente os resíduos gerados pelo setor COVID-19 foram responsáveis por 36,7% do total de resíduos mensal gerados pelo hospital. **Considerações finais:** dados como esses corroboram com outros estudos que mostraram a influência da pandemia no aumento da geração desse tipo de resíduo, evidenciando ainda que a avaliação permanente da geração e gestão de resíduos hospitalares constitui um importante banco de dados para tomadas de decisão mais assertivas, tanto por gestores de instituições públicas como privadas, com o objetivo de mitigar os impactos ambientais e os riscos à saúde pública impostos pela pandemia.

valeria.louzadaleal@gmail.com

Palavras-chave:

Resíduos de Serviços de Saúde; COVID-19; Gerenciamento de resíduos; Meio Ambiente; Saúde Pública.

ABSTRACT

Introduction: the impact of the new Coronavirus pandemic on public health and its consequences in the economic, social and environmental context are undeniable, highlighting, from an environmental point of view, the increase in the generation of hospital waste belonging to Group A. Such waste, due to their nature, characteristics and specific indications for management and final disposal, needs special attention, since inadequate administration and management practices can lead to negative impacts on environmental sustainability and worsening of the public health situation. **Objective:** to analyze the impact of the COVID-19 pandemic on hospital waste generation rates in a hospital located in the southern region of the country. **Method:** descriptive cross-sectional study with data collection on the generation of potentially infectious health service waste in the period before and during the new Coronavirus pandemic. **Results:** the generation of Group A hospital waste increased 21% compared to the pre-pandemic period, noting that in the month corresponding to the peak in hospitalizations (March/2021), only the waste generated by the COVID-19 sector was responsible for 36.7 % of the total monthly waste generated by the hospital. **Final considerations:** data such as these corroborate other studies that showed the influence of the pandemic on the increase in the generation of this type of waste, also showing that the permanent assessment of the generation and management of hospital waste constitutes an important database for more assertive decision making, by managers of both public and private institutions, with the aim of mitigating the environmental impacts and risks to public health imposed by the pandemic.

Keywords:

Medical waste; COVID-19; Waste management; Environment; Public Health.



INTRODUÇÃO

Em dezembro de 2019, em Wuhan, na China, foi descrita uma doença respiratória aguda atribuída a uma infecção ocasionada por um tipo de coronavírus, denominado provisoriamente de 2019-nCoV.¹ Posteriormente, em fevereiro de 2020, o Comitê Internacional de Taxonomia de Vírus (ICTV, do inglês *International Committee on Taxonomy of Viruses*) nomeou esse agente etiológico como SARS-CoV-2 (Síndrome Respiratória Aguda Grave-Coronavírus-2), e a Organização Mundial da Saúde (OMS) nomeou a doença ocasionada pelo SARS-Cov-2 como COVID-19.¹ Devido à rápida disseminação geográfica do SARS-Cov-2 em todo o mundo, em 11 de março de 2020 a OMS declarou tratar-se de uma *pandemia global*, o que, desde então, vem implicando em graves impactos na saúde da população, com consequências no contexto econômico, cultural, social e ambiental devido, especialmente, ao tipo e quantidade de resíduos gerados.²⁻⁴

As medidas de contingência adotadas para desacelerar a propagação do vírus, como o distanciamento físico, os modelos de estudo e trabalho *home office* e as restrições de viagens, refletiram em alguns impactos positivos indiretos sob o meio ambiente, como a redução da poluição do ar e do ruído ambiental e a melhor manutenção da limpeza de praias e pontos turísticos; entretanto também se observaram alguns aspectos secundários negativos em relação ao meio ambiente, como o aumento da geração de lixo e redução da reciclagem, destacando-se o aumento na geração dos Resíduos de Serviço da Saúde (RSS), também chamados de resíduos hospitalares.^{2,4}

Surtos epidêmicos aumentam inevitável e drasticamente a demanda por equipamentos e insumos médicos e laboratoriais e, conseqüentemente, a taxa de geração dos RSS provenientes das mais diversas instalações relacionadas ao cenário, como hospitais, clínicas, laboratórios, centros temporários de quarentena e laboratórios de pesquisa.⁵ Na pandemia da COVID-19, o aumento na geração dos RSS foi muito influenciado pela exigência de equipamentos de proteção individual (EPI) descartáveis, como máscaras, luvas e aventais, além de outros componentes descartáveis utilizados em *kits* de testagem e em equipamentos de suporte à vida (como seringas, agulhas, *swabs*, respiradores etc.), somando-se ainda suas respectivas embalagens.⁶⁻⁹ Assim, devido à natureza e características dos resíduos

gerados, observa-se necessidade de especial atenção quanto ao seu gerenciamento e claros conhecimentos sobre sua classificação e legislação aplicável.²⁻⁴

De acordo com a publicação mais recente da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a Nota Técnica GVIMS/GGTES/ANVISA nº 04/2020,¹⁰ o novo Coronavírus pode ser enquadrado como agente biológico classe de risco 3, seguindo a Classificação de Risco dos Agentes Biológicos, da Comissão de Biossegurança em Saúde (CBS) do Ministério da Saúde.¹¹

Ainda, de acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada da ANVISA RDC nº 222/2018,¹² todo e qualquer resíduo com a presença ou possível presença de SARS-Cov-2, gerado a partir de atividades assistenciais prestadas aos pacientes confirmados ou com suspeita de infecção, bem como por aqueles que lhes tenha prestado assistência, devem ser classificados como Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) Grupo A, subgrupo A1, necessitando, devido à sua natureza e características, de processos diferenciados de manejo, tratamento e disposição final.

Em relação à pandemia, o gerenciamento dos RSS merece especial atenção, uma vez que esse cenário impacta diretamente no aumento da geração de resíduos perigosos, diminuição dos resíduos reciclados, necessidade de transporte diferenciado e de tratamento adequado antes da disposição final.¹³ Segundo Takayanagui *et al.*,¹⁴ o gerenciamento dos resíduos de serviços da saúde provenientes da assistência a pacientes considerados suspeitos, ou confirmados de infecção pelo novo coronavírus, deve ser entendido como a ação de gerenciar os resíduos desde a geração até a disposição final, devendo seguir as recomendações da RDC nº 222/2018,¹² bem como as orientações das demais normas pertinentes.

A partir de informações e dados estatísticos disponíveis sobre o número de infectados e a geração média de resíduos por leito, Sangkham¹⁵ realizou uma estimativa da geração de resíduos hospitalares relacionados à pandemia do COVID-19 em países asiáticos. Segundo esse autor, o total de resíduos médicos gerados na Ásia foi de cerca de 16.659,5 ton.dia⁻¹, destacando a Índia (6.491,5 ton.dia⁻¹), seguido por Irã (1.191 ton.dia⁻¹), Paquistão (1.099,3 ton.dia⁻¹), Arábia Saudita (1.083,2 ton.dia⁻¹), Bangladesh (927,8 ton.dia⁻¹) e Turquia (908,1 ton.dia⁻¹) como os países com a maior geração de lixo hospitalar. Wuhan, o epicentro COVID-19 da China, chegou a observar um aumento de aproximadamente 550% na sua geração

de resíduos hospitalares (passando de cerca de 45 ton. dia⁻¹, antes do surto da pandemia, chegando a 247 ton. dia⁻¹, em 1º de março de 2020), necessitando assim a construção de um depósito temporário, bem como a construção emergencial de uma estação de tratamento de maior capacidade.¹⁶

Expandindo a experiência de Wuhan para os Estados Unidos, o país poderia gerar o equivalente a um ano inteiro de lixo hospitalar em apenas dois meses devido ao impacto do COVID-19, chegando a um volume mensal de 2,5 milhões de toneladas de resíduos hospitalares.¹⁷ No Brasil, apesar da escassez dos dados, estima-se que a geração de lixo hospitalar aumentou 20% no mês de junho de 2020, em comparação ao mesmo período do ano anterior. Esses dados são da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), e mostraram-se como resposta à retomada de alguns serviços de saúde e atendimentos hospitalares, antes afetados pela quarentena, assim como ao aumento no número de pacientes acometidos pela doença.

Dados como esses confirmam o aumento na geração dos RSS, o que sobrecarrega os sistemas de gestão de resíduos existentes, representando assim uma crise ambiental e de saúde pública que vai muito além do escopo da pandemia.⁷⁻⁹ Por exemplo, práticas indevidas de manejo de resíduos, como o armazenamento e a disposição final em locais mal administrados (muitas vezes misturados com resíduos urbanos e assim dispostos nos chamados 'lixões'), substituem as medidas mais adequadas e sustentáveis, levando a efeitos ambientais adversos como a contaminação das águas e solo e, conseqüentemente, podendo levar a distúrbios no meio biótico.⁷ Além disso, a incineração, um dos métodos recomendados para o tratamento de resíduos infecciosos, contribui para a emissão de gases de efeito estufa e demais gases nocivos, como dioxinas e furanos.^{8,17} Ainda, o alto custo financeiro relacionado ao transporte e disposição final desses resíduos pode levar a um descarte inseguro dos mesmos, que além de poluir o meio ambiente leva à disseminação de outras doenças infecciosas, como hepatite, HIV/AIDS, cólera e febre tifoide, entre outras doenças.⁵

Takayanaqui *et al.*¹⁴ salientam que questões relacionadas à proteção da saúde por si só constituem motivos suficientes para que todas as ações quanto ao correto manejo e gestão dos RSS sejam tomadas, encontrando ainda mais reforço ao se considerar as conseqüências ambientais a curto e a longo prazo.

Assim, para que seja possível avançar e encontrar soluções sanitárias e ambientais mais adequadas, é fundamental a realização de estudos. Nesse sentido o levantamento de informações sobre a quantidade de RSS mostra-se como importante ferramenta para uma melhor compreensão da realidade local, uma vez que esses dados fornecem evidências para um melhor planejamento e desenvolvimento de estratégias políticas e de gestão mais assertivas, que além de contribuir para o controle de uma doença contagiosa, possibilita a mitigação dos impactos ambientais que envolvem o cenário de uma pandemia.¹⁸⁻²⁰

Neste contexto, a pesquisa teve como objetivo realizar um levantamento de dados relacionados à geração de Resíduos de Serviços da Saúde (RSS) pertencentes ao Grupo A, em período pré e durante a pandemia do novo Coronavírus, em um hospital localizado na região Sul do país, bem como, discutir estratégias de gerenciamento capazes de atender os desafios impostos e assim mitigar impactos presentes e futuros.

MÉTODO

Foi realizado um estudo de caráter transversal descritivo, de âmbito local, construído através de levantamento de dados sobre a geração de Resíduos de Serviço da Saúde (RSS) potencialmente infectantes, Grupo A, no período pré e durante a pandemia do novo Coronavírus. O estudo foi realizado em um hospital pertencente à 13ª Coordenadoria Regional de Saúde do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, considerado referência oncológica, entre outras especialidades, para as localidades do sul do Estado. Vale destacar que foi somente a partir de março de 2020 que o hospital passou a atender a demanda COVID-19, disponibilizando leitos para internações e cuidados intensivos.

Após aprovação da instituição de saúde, através da carta de aceite, e aprovação em Comitê de Ética e Pesquisa (CAAE nº 37316620.1.0000.5343), o levantamento de dados se deu através da realização da análise de planilhas e tabelas do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde (PGRSS) da instituição objeto do estudo. O período analisado foi de janeiro de 2019 a fevereiro de 2020 (período pré-pandemia) e março de 2020 a julho de 2021 (período durante a pandemia). Os dados foram planilhados e analisados quanto a geração mensal dos RSS Grupo A dos setores não vinculados aos

atendimentos COVID-19, bem como, a geração mensal somente do setor COVID-19.

Além disso, a fim de estimar a quantidade diária de RSS Grupo A gerada por paciente internado em unidade COVID-19, aplicou-se a equação proposta por Liang *et al.*³ (Equação 1).

Equação 1 - Equação para estimar a geração diária por paciente de RSS (resíduos/paciente/dia)

$$R_{Dia} = C_A \times R_{Média}$$

Onde, R_{Dia} se refere à quantidade de resíduo gerado em um dia específico, o C_A se refere ao número de casos ativos naquele dia e o $R_{Média}$ à média de geração de resíduo por paciente por dia. Para aplicar esta equação foi selecionado um dia aleatório do mês de março de 2021, mês este que apresentou o maior número de casos confirmados de COVID-19 em todo Brasil. Vale destacar que a equação somente foi aplicada para o período de Março/2020 a Julho/2021, uma vez que a mesma considera o número de casos ativos (positivos) de COVID-19, estimando assim quantidade diária que cada paciente internado por COVID-19 gera de RSS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados brutos relacionados aos volumes mensais de RSS Grupo A descartados em período pré e durante a pandemia da COVID-19 apresentam-se na Tabela 1. Através da análise anual dos dados, no período correspondente ao ano de 2019, o descarte de RSS Grupo A atingiu um volume de 14.429 Kg, enquanto o ano de 2020 apresentou volume de 13.725 Kg. Já o ano de 2021, com dados coletados até julho, alcançou um volume de 13.787 Kg, o que representa 95,6% e 100,4% dos volumes alcançados nos doze meses dos anos de 2019 e 2020, respectivamente (Tabela 1).

Embora pequena, a diminuição de 4,9% na geração total dos RSS no ano de 2020, em comparação com o ano de 2019, ainda encontra justificativa no cancelamento ou adiamento, por exemplo, de cirurgias e demais procedimentos eletivos. Segundo Bosco *et al.*²¹, medidas como essa foram adotadas no mundo todo, principalmente nos meses de maio a julho de 2020, com vistas a diminuir o risco de infecção cruzada entre profissionais de saúde, além de racionar o uso dos recursos disponíveis.

Tabela 1 - Taxas de descarte mensal e anual dos RSS Grupo A.

Ano	2019			2020			2021		
Mês	RSS Grupo A demais setores	RSS Grupo A setor Covid-19	RSS Grupo A Total	RSS Grupo A demais setores	RSS Grupo A setor Covid-19	RSS Grupo A Total	RSS Grupo A demais setores	RSS Grupo A setor Covid-19	RSS Grupo A Total
JAN	953,9	-	953,9	852,8	-	852,9	1.037,3	226,0	1.263,3
FEV	1.678,5	-	1.678,5	1.191,3	-	1.191,3	1.149,4	325,1	1.474,5
MAR	698,3	-	698,3	993,8	-	993,8	1.918,8	1.110,2	3.029,0
ABR	1.429,8	-	1.429,8	742,1	51,0	793,1	1.649,5	843,9	2.493,4
MAI	1.577,3	-	1.577,3	766,0	101,2	867,2	1.829,3	566,1	2.395,4
JUN	1.089,2	-	1.089,2	738,0	88,3	826,2	1.436,1	487,0	1.923,1
JUL	1.688,6	-	1.688,6	828,4	106,5	934,9	936,7	271,8	1.208,4
AGO	1.851,4	-	1.851,4	1.110,0	198,9	1.308,9			
SET	1.549,7	-	1.549,7	1.237,0	226,2	1.463,2			
OUT	465,9	-	465,9	1.164,1	184,6	1.348,7			
NOV	785,1	-	785,1	1.263,9	225,9	1.489,8			
DEZ	661,7	-	661,7	1.368,3	287,4	1.655,7			
TOTAL	14.429,4	-	14.429,4	12.255,8	1.469,9	13.725,7	9.957,0	3.830,0	13.787,1

A figura 1 apresenta as taxas de geração mensal dos RSS Grupo A no hospital, onde podemos observar que o aumento na geração de resíduos do setor COVID-19 acompanha o aumento no número de internações; e o aumento na geração total de resíduos, observada principalmente a partir de agosto de 2020, encontra justificativa no retorno gradual das demais atividades da instituição de saúde. Ainda, a figura 3 apresenta a contribuição dos resíduos gerados no setor COVID-19 no total mensal, onde, por exemplo, no

mês de março de 2021 (pico de internações), somente os resíduos gerados nesse setor foram responsáveis por 36,7% da taxa de geração total mensal do hospital.

Ao analisar os dados correspondentes aos quatorze meses do período pré-pandemia (de janeiro de 2019 a fevereiro de 2020), com igual período de tempo correspondente a fase durante as internações (março de 2020 a maio de 2021), observa-se um aumento de 21% na geração dos RSS Grupo A durante os períodos de internações por COVID-19,

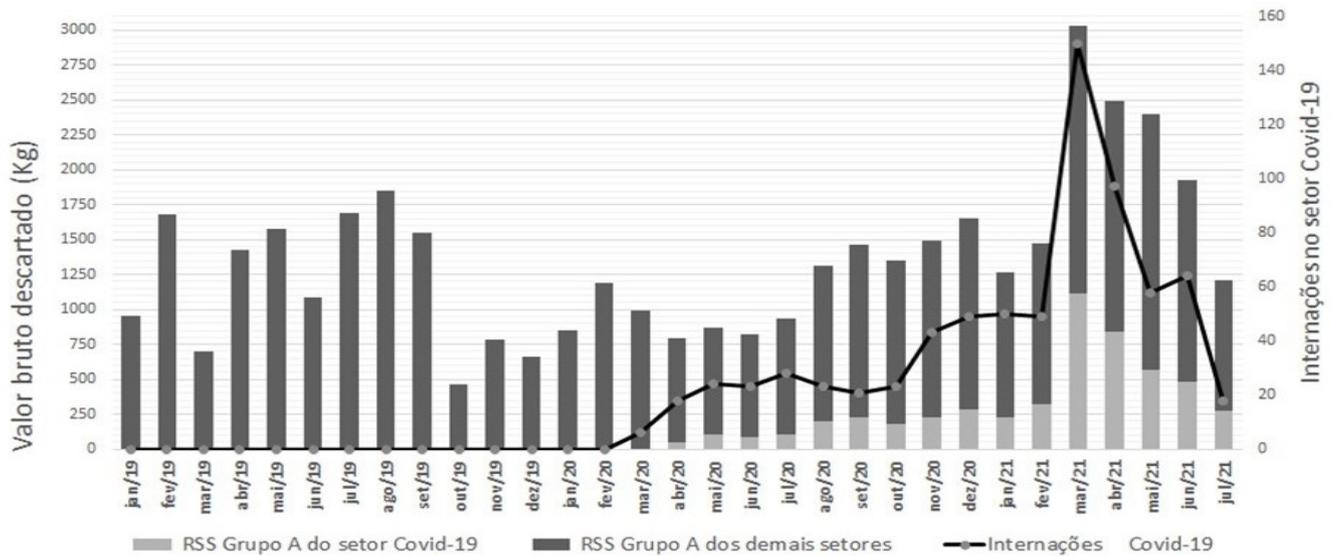


Figura 1 - Perfil da geração dos RSS Grupo A em período pré-pandemia (jan/2019 a fev/2020) e durante a pandemia da COVID-19 (mar/ 2020 a jul/2021) no hospital objeto do estudo.

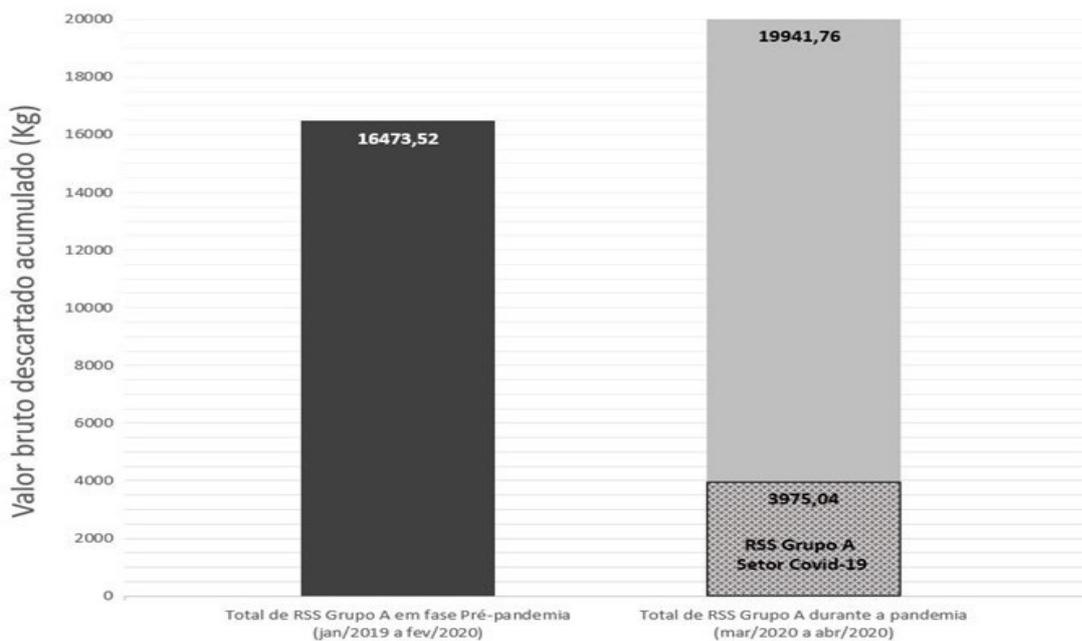


Figura 2 - Comparação das taxas de descarte entre os meses correspondentes às fases pré-pandemia e durante a pandemia da COVID-19.

sendo os RSS-COVID responsáveis por 19,9% do total dos resíduos do hospital durante esse período (Figura 2), demonstrando assim o impacto da pandemia da COVID-19 no aumento dos RSS Grupo A. Estes resultados corroboram com estudos globais, que apontam um aumento de 30 a 50% na geração global de resíduos de saúde durante a pandemia da COVID-19, segundo a Associação Internacional de Resíduos Sólidos.²²

Ainda, foi possível estimar a quantidade diária de resíduos gerados por paciente internado por COVID-19 no hospital estudado, através da equação proposta por Liang *et al.*,³ chegando a uma média de 3,3kg/paciente/dia (pico das internações). A exemplo do observado no presente estudo, um hospital chinês verificou uma geração média de 6 Kg/leito/dia de resíduos relacionados a COVID-19,¹³ enquanto em Delhi, na Índia, instituições privadas verificaram uma geração de 2,5-4,0 Kg/leito/dia de RSS durante a pandemia.²³ Ainda, com base em estudos desenvolvidos sobre vários países do mundo, Liang *et al.*³ sugeriram uma geração média de RSS de 4 Kg/paciente/dia durante o período pandêmico.

O aumento nas taxas de geração de resíduos médicos e hospitalares nos mais diversos países vem sendo cada vez mais elucidado e comprovado, demonstrando assim a necessidade da aplicação de uma gestão de resíduos eficaz como importante parte da batalha contra a pandemia, além de mitigar os riscos ao meio ambiente.²⁴ A demanda por EPIs (máscaras faciais e cirúrgicas luvas) não deve diminuir no pós-pandemia, estimando-se um aumento de 20% até 2025³, impondo assim desafios a mais longo prazo quanto ao manejo e gestão dos Resíduos de Serviços de Saúde. A partir disso, pode-se dizer que o cenário da pandemia impõe a necessidade de estratégias e ferramentas alternativas e de caráter mais sustentável para lidar com esse grande influxo global de resíduos, onde alguns pesquisadores, empresas e governanças, vislumbrando as consequências ambientais a médio e longo prazo, já apontam sugestões.

Como a origem do lixo hospitalar relacionada à COVID-19 é complexa, Maalaouf e Maalaouf⁵ apontam a importância do adequado manejo e gerenciamento nas etapas iniciais do processo, enfatizando a importância da redução do volume de resíduos médicos a partir da devida classificação e segregação diretamente na fonte, uma vez que a classificação inadequada pode levar a um aumento da quantidade de resíduos médicos infecciosos, além

de custos mais elevados de descarte. Desta forma, segundo esses autores, as instituições de saúde devem aprimorar ainda mais seu sistema de monitoramento de gestão de resíduos.

Em relação ao armazenamento, Singh *et al.*⁹ sugerem a observação do correto dimensionamento das instalações, bem como de suas condições, evitando possíveis vazamentos e contaminação ambiental (observação essa muito importante especialmente para os países em desenvolvimento, onde as instalações de eliminação de resíduos hospitalares são limitadas e muitas vezes não estão de acordo com as recomendações legais). Além do aumento nas capacidades das instalações de gerenciamento convencionais, também é sugerida a instalação de unidades de armazenamento e tratamento móveis, sendo essas não apenas convenientes para emergências, mas também podendo ser usadas como uma capacidade de *backup* estratégica para um estado no futuro.^{9,17}

Em relação ao tratamento e disposição final, embora seja aceito provisoriamente a disposição dos resíduos hospitalares em aterros, a Organização Mundial da Saúde²⁵ recomenda que esta prática seja substituída urgentemente por práticas alternativas e de menor impacto, como por exemplo o uso da incineração e autoclavagem com altas temperaturas. Mesmo recomendada pela OMS, e sendo um dos métodos mais utilizados devido a sua eficiência de descontaminação e redução significativa do volume e peso dos resíduos, a incineração leva à emissão de substâncias tóxicas e potencialmente cancerígenas, como furanos e dioxinas, sendo então sugerida sua substituição por métodos mais sustentáveis, como a autoclavagem, sendo esse método mais utilizado em países da Europa e América do Norte.¹⁷ Pirólise e combustão são outros métodos de tratamento sugeridos através dos quais ainda se poderia realizar aproveitamento do poder calorífico dos processos para a geração de vapor e energia.^{7,26} Ainda, Mazzonetto *et al.*²⁶ sugerem a aplicação da gaseificação como alternativa mais sustentável ao tratamento dos RSS (tecnologia já utilizada em países como a Grã-Bretanha, China, Índia, Japão e EUA no processamento de resíduos urbanos, perigosos e lodo de esgoto), uma vez que esse método, além de oferecer o tratamento térmico necessário ao resíduo, apresenta eficiência térmica superior ao processo de incineração, cumprindo assim as diretrizes da legislação aliada a um excelente aproveitamento

energético.

Práticas mais sustentáveis na gestão dos RSS já vêm sendo testadas e observadas em alguns países desenvolvidos. Entretanto, segundo a UNEPE,²⁰ os países em desenvolvimento ainda necessitam de maiores investimentos para aquisição das tecnologias e profissionais para atender as demandas da pandemia, enfatizando ainda a importância da cooperação e participação da população, governanças e setor privado para a criação de políticas nacionais e o desenvolvimento e implantação de programas de gestão de resíduos mais eficientes.

CONCLUSÃO

Os resultados encontrados demonstraram um aumento de 21% na geração dos RSS Grupo A em comparação ao período pré-pandemia, destacando que no mês correspondente ao pico das internações (março/2021), somente os resíduos gerados pelo setor COVID-19 foram responsáveis por 36,7% do total de resíduos mensal gerados pelo hospital.

Tais resultados corroboram com demais estudos que também elucidam o impacto da pandemia no aumento da geração dos resíduos hospitalares, servindo como importante base de dados para uma melhor compreensão do cenário atual e assim melhores planejamentos e tomadas de decisão mais assertivas quanto ao manejo e gestão desses resíduos, consequentemente contribuindo para a mitigação dos impactos ambientais e dos riscos à saúde pública impostos pela pandemia.

REFERÊNCIAS

1. Malik YS, Sircar S, Bhat S, Vinodhkumar OR, Tiwari R, Sah R, Rabaan A, Rodriguez-Morales A, Dhama K. Emerging coronavirus disease (COVID-19), a pandemic public health emergency with animal linkages: current status update. Preprints, 2020. doi: <https://doi.org/10.20944/preprints202003.0343.v1>
2. Hantoko D, Li X, Pariatamby A, Yoshikawa K, Horttanainen M, Yan M. Challenges and practices on waste management and disposal during COVID-19 pandemic. *J Environ Manage* 2021;286:112140. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112140>
3. Liang Y, Song Q, Wu N, Li J, Zhong Y, Zeng W. Repercussions of COVID-19 pandemic on solid waste generation and management strategies. *Front Environ Sci Eng* 2021;15(6):1-18. doi: <https://doi.org/10.1007/s11783-021-1407-5>
4. Zambrano-Monserrate MA, Ruano MA, Sanchez-Alcalde L. Indirect effects of COVID-19 on the environment. *Sci Total Environ* 2020;728:138813. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138813>
5. Maalouf A, Maalouf H. Impact of COVID-19 pandemic on medical waste management in Lebanon. *Waste Manag Res*, 2021;39(1): 45-55. doi: <https://doi.org/10.1177/0734242X211003970>
6. Barndollar H. The COVID pandemic has produced a 'staggering' amount of waste. Where is it all going? In: *The Providence Journal*, EUA, 2021.
7. Das AK, Islam N, Billah M, Sarker A. COVID-19 pandemic and healthcare solid waste management strategy—A mini-review. *Sci Total Environ* 2021;778:146220. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146220>
8. Klemeš JJ, Fan YV, Tan RR, Jiang P. Minimising the present and future plastic waste, energy and environmental footprints related to COVID-19. *Renew Sustain Energy Rev* 2020;127:109883. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109883>
9. Singh N, Tang Y, Zhang Z, Zheng C. COVID-19 waste management: Effective and successful measures in Wuhan, China. *Resour Conserv Recycl* 2020;163:105071. doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105071>
10. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Nota Técnica GVIMS/GGTES/ANVISA nº 04/2020: orientações para serviços de saúde: medidas de prevenção e controle que devem ser adotadas durante a assistência aos casos suspeitos ou confirmados de infecção pelo novo coronavírus (Sars-Cov-2), Brasília, DF, 2021.
11. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.349, de 14 de setembro de 2017: Classificação de Risco dos Agentes Biológicos. Brasília, DF, 2017.
12. Brasil. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução- RDC nº 222, de 28 de março de 2018. Brasília, DF, 2018.
13. Peng J, Wu X, Wang R, Li C, Zhang Q, Wei D. Medical waste management practice during the 2019-2020 novel coronavirus pandemic: Experience in a general hospital. *Am J Infect Control* 2020; 48(8):918–21. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2020.05.035>
14. Takayanagui AM, Santos CV, Souza RM. Gerenciamento dos resíduos gerados nos cuidados com a COVID-19 nos domicílios. São Paulo: ABES-SP, 2020.
15. Sangkham S. Face mask and medical waste disposal during the novel COVID-19 pandemic in Asia. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering* 2020;2:100052. doi: <https://doi.org/10.1016/j.csee.2020.100052>
16. Wei G. Medical waste management experience and lessons in COVID-19 outbreak in Wuhan. 2020.
17. Cutler S. Mounting medical waste from COVID-19 emphasizes the need for a sustainable waste management strategy. *Frost & Sullivan Sustainability and Circular Resource Economy*, 2020. Disponível em: <https://www.frost.com/frost-perspectives/managing-the-growing-threat-of-covid-19-generated-medical-waste>
18. Abu-qdais HA, Al-ghazo MA, Al-ghazo EM. Statistical analysis and characteristics of hospital medical waste under novel Coronavirus outbreak. *Global J Environ Sci Manage* 2020;6(SI):21-30. doi: <https://doi.org/10.22034/GJESM.2019.06.SI.03>
19. Sarkodie SA, Owusu PA. Impact of COVID-19 pandemic on waste management. *Environ Dev Sustain* 2021;23(5):7951-60.

doi: <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00956-y>

20. UNEPE, 2020. Waste management during the COVID-19 Pandemic from response to recovery.

21. Bosco PS, Moreira DS, Romero LB, Gomes LP, Almeida LS, Costa GRM, Coutinho VL, Nunes AS. Construção de Instrumento pré-operatório ambulatorial via telemonitoramento na pandemia da COVID-19. In: 12º simpósio internacional de esterilização e controle de infecção relacionada a assistência à saúde (SOBECC). 2020.

22. El-ramady H, Brevik EC, Elbasiouny H, Elbasiouny H, Elbehiry F, Amer M, Elsakhawy T, Omara AE, Mosa AA, Elghamry AM, Abdalla N, Rezes S, Elboraey M, Ezzat A, Eid Y. Planning for disposal of COVID-19 pandemic wastes in developing countries: a review of current challenges. *Environ Monit Assess* 2021;193(9):592. doi: <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09350-1>

23. Ramteke S, Sahu BL. Novel coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic: considerations for the biomedical waste sector in India. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering* 2020;2:100029. doi: <https://doi.org/10.1016/j.csee.2020.100029>

24. Zand AD, Heir AV. Emerging challenges in urban waste management in Tehran, Iran during the COVID-19 pandemic. *Resour Conserv Recycl*. 2020.

25. OMS, Organização Mundial da Saúde. Water, sanitation, hygiene, and waste management for SARS-CoV-2, the virus that causes COVID-19. Interim Guidance, 2020.

26. Mazzone AW, Da Cunha JR, Vicentini M. Potencial energético dos resíduos dos serviços de saúde (RSS): perspectivas e propostas. *Bioenergia em revista: diálogos* 2016;6(1):85-110.

Recebido em: 28/10/2021

Aceito em: 13/01/2022