

Impactos da covid-19 à gestão de resíduos sólidos domiciliares e recicláveis. Estudo de caso: município de Araraquara (SP)

Impacts of covid-19 on the management of household solid waste and recyclables. Case study: municipality of Araraquara (SP)

Impactos del covid-19 en la gestión de residuos sólidos domésticos y reciclables. Estudio de caso: municipio de Araraquara (SP)

Mariana Sedenho de Morais

Mestre, UFSCar/PPGEU Brasil
sedenhomariana@gmail.com

Katia Sakihama Ventura

Professora Doutora, UFSCar/PPGEU, Brasil
katiasv@ufscar.br

RESUMO

A Covid-19 desencadeou mudanças substanciais na vida da população mundial, afetando a gestão de resíduos sólidos em países desenvolvidos e subdesenvolvidos. No Brasil, confirmaram-se 37.778.122 pessoas infectadas até 16 de setembro de 2023 e a principal forma de transmissão do vírus SARS-CoV2 ocorreu por meio de gotículas de saliva. Em superfícies metálicas ou inoxidável, a sobrevivência do vírus pode atingir até 9 dias. O objetivo geral foi analisar o impacto da Covid-19 na coleta de resíduos sólidos domiciliares (RSD) e recicláveis (RSR) em Araraquara (SP) no período de março de 2020 a abril de 2022. A abordagem foi exploratório e por estudo de caso em três etapas: I) caracterização da área de estudo; II) monitoramento dos casos da doença e do isolamento social; e III) análise da interface entre a coleta de RSD e RSR com a Covid-19. Os principais resultados foram: I) a influência do isolamento social e da quantidade de casos Covid-19 na geração de resíduos do município; II) a diminuição da massa coletada de RSD e RSR em -5,1% e -9% nos meses iniciais da pandemia; III) a redução da quantidade média de RSD e RSR coletado nos anos de 2020, 2021 e 2022; e IV) o aumento do descarte de materiais plásticos, papel e papelão devido ao maior uso de embalagens e utensílios de uso único. A principal contribuição foi apontar recomendações às autoridades municipais para a gestão de resíduos sólidos, de forma preventiva, em casos pandêmicos.

PALAVRAS-CHAVE: Covid-19. Resíduos Sólidos Domiciliares. Resíduos Sólidos Recicláveis.

ABSTRACT

Covid-19 has triggered substantial changes in the lives of the world's population, affecting solid waste management in developed and underdeveloped countries. In Brazil, 37,778,122 people were confirmed to have been infected by September 16, 2023 and the main form of transmission of the SARS-CoV2 virus was via saliva droplets. On metal or stainless steel surfaces, the virus can survive for up to 9 days. The general objective was to analyze the impact of Covid-19 on the collection of household solid waste (HSW) and recyclable waste (RSW) in Araraquara (SP) from March 2020 to April 2022. The approach was exploratory and case study in three stages: I) characterization of the study area; II) monitoring of cases of the disease and social isolation; and III) analysis of the interface between the collection of HSW and RSW with Covid-19. The main results were: I) the influence of social isolation and the number of Covid-19 cases on the generation of waste in the municipality; II) a decrease in the mass of HSW and RSW collected by -5.1% and -9% in the initial months of the pandemic; III) a reduction in the average amount of HSW and RSW collected in the years 2020, 2021 and 2022; and IV) an increase in the disposal of plastic materials, paper and cardboard due to the greater use of single-use packaging and utensils. The main contribution was to point out recommendations to municipal authorities for preventive solid waste management in pandemic cases.

KEYWORDS: Covid-19. Household Solid Waste. Recyclable Solid Waste.

RESUMEN

El Covid-19 ha desencadenado cambios sustanciales en la vida de la población mundial, afectando la gestión de residuos sólidos en los países desarrollados y subdesarrollados. En Brasil, hasta el 16 de septiembre de 2023, se confirmó la infección de 37.778.122 personas y la principal forma de transmisión del virus SARS-CoV2 se produjo a través de gotitas de saliva. En superficies de metal o acero inoxidable, el virus puede sobrevivir hasta 9 días. El objetivo general fue analizar el impacto del Covid-19 en la recolección de residuos sólidos domiciliarios (RSD) y reciclables (RSR) en Araraquara (SP) de marzo de 2020 a abril de 2022. El enfoque fue exploratorio y por estudio de caso en tres etapas: I) caracterización del área de estudio; II) seguimiento de los casos de la enfermedad y aislamiento social; y III) análisis de la interfaz entre la recolección de RSD y RSR con Covid-19. Los principales resultados fueron: I) la influencia del aislamiento social y el número de casos de Covid-19 en la generación de residuos en el municipio; II) la disminución de la masa recaudada de RSD y RSR del -5,1% y del -9% en los primeros meses de la pandemia; III) la reducción del monto promedio de RSD y RSR recaudados en los años 2020, 2021 y 2022; y IV) el aumento en el desecho de materiales plásticos, papel y cartón debido al mayor uso de envases y utensilios de un solo uso. El principal aporte fue brindar recomendaciones a las autoridades municipales para el manejo de residuos sólidos, de manera preventiva, en casos de pandemia.

PALABRAS CLAVE: Covid-19. Residuos Sólidos Domésticos. Residuos Sólidos Reciclables.

1 INTRODUÇÃO

O vírus SARS-CoV-2 foi identificado em meados de dezembro de 2019 em Wuhan, na China, foi sendo responsável pelo surgimento da pandemia Covid-19. No Brasil, o primeiro caso foi confirmado em 26 de fevereiro de 2020, em São Paulo (BRASIL, 2020). Com rápida transmissão, em 16 de setembro de 2023, o país registrou 37.778.122 casos com o vírus e 705.645 óbitos, sendo XX% casos confirmados e YY% óbitos registrados no estado paulista (BRASIL, 2023).

Os sintomas da Covid-19 incluem febre, calafrios, dor de garganta, dor de cabeça, tosse, coriza, falta de ar, distúrbios olfativos ou distúrbios gustativos (SÃO PAULO, c2023). No entanto, essa característica se alterou ao longo de tempo rapidamente com o surgimento de , novas variantes. Circularam pelo mundo ao menos cinco variantes de preocupação, consideradas mais transmissíveis e com maior risco de levar a casos de gravidade: alfa, beta, gama, delta e ômicron (INSTITUTO BUTANTAN, 2021), as quais podem fornecer ao vírus uma vantagem seletiva, aumentando transmissibilidade ou a capacidade de evadir a resposta imune do hospedeiro (SALLAS *et al.*, 2021).

A doença pode ser transmitida de um indivíduo infectado para outra por meio do contato próximo, como o toque em mãos contaminadas, exposição a gotículas de saliva ou ainda por meio de objetos ou superfícies contaminadas (BRASIL, 2021). Com uma capacidade de permanência infecciosa em superfícies inanimadas por um período de 2 horas a 9 dias, o tempo de sobrevivência do vírus é influenciado por fatores como baixas temperaturas, umidade e tipo de superfície (KAMPF *et al.*, 2020).

Considerando os resíduos sólidos como um meio de transmissão da Covid-19, estes apresentam um risco potencial tanto para a população em geral quanto para os profissionais que trabalham nos sistemas de coleta, tratamento e disposição final. Esses riscos são mais significativos em regiões onde o saneamento básico é deficiente ou escasso, resultando em limitações na coleta seletiva e no descarte inadequado de materiais em canais e terrenos a céu aberto (ARAÚJO E SILVA, 2020).

O enfrentamento da Covid-19 se associa à desafios preexistentes relacionados ao saneamento básico, como garantir a universalidade dos serviços, coleta e tratamento de resíduos, além da disposição adequada de rejeitos (PUGLIESI *et al.*, 2020). Nesse sentido, a limpeza urbana e a coleta de resíduos sólidos compõem os serviços essenciais que asseguram a qualidade do espaço público e reduzem a propagação de vetores e disseminação de doenças, favorecendo a salubridade do ambiente (VENTURA *et al.*, 2021).

Dentre os desafios observados durante a pandemia, destaca-se o aumento significativo repentino de resíduos infecciosos e seu risco de transmissão, e a mudança na geração e composição de resíduos sólidos urbanos (RSU) (HANTOKO *et al.*, 2021), considerando que crises econômicas e/ou de saúde podem influenciar a mudança de hábitos (Ouh sine *et al.*, 2020).

O aumento de casos de Covid-19 gerou preocupações em escala global a respeito dos perigos de contaminação associados à gestão de resíduos sólidos, não podendo desconsiderar o risco destes de ampliar a propagação do vírus. Os sistemas municipais de coleta de resíduos podem não estar preparados para lidar com o aumento repentino de resíduos potencialmente infecciosos (PENTEADO E CASTRO, 2020). Embora a proporção de resíduos que podem conter SARS CoV-2 seja menor em RSU do que em resíduos de serviços de saúde (RSS), seu risco infeccioso não pode ser ignorado (LIANG *et al.*, 2021)

No contexto brasileiro, as principais diretrizes para a gestão de resíduos sólidos na pandemia incluíram a manutenção e o aumento da frequência do serviço de coleta regular, orientações à população sobre o descarte adequado de resíduos, a implementação de medidas de saúde e segurança aos profissionais envolvidos na coleta, a adoção de um período de quarentena aos materiais recicláveis e a elaboração de um Plano de Contingência (ABES, 2020).

Neste cenário, alguns pesquisadores como Tripathi *et al.* (2020), Ventura *et al.* (2020), Abrelpe (2020) e Brasil (2020) esclarecem que a gestão de resíduos sólidos é responsabilidade do catador e dos cidadãos que geram tais materiais, e portanto, que devem estar atentos à segurança dos funcionários da linha de frente. Assim, houve a recomendação da realização de quarentena aos resíduos por pelo menos 72 horas antes do destino final e da desinfecção do saco de descarte com desinfetantes comuns, como etanol a 70% ou hipoclorito de sódio a 0,1% (WHO, 2020).

Apesar da prestação dos serviços públicos de saneamento básico visar o princípio da continuidade e de regularidade, a decisão a respeito da continuidade ou não dos serviços de coleta seletiva deve considerar a possibilidade de implementação de medidas de prevenção, as condições dos ambientes de trabalho, os riscos à saúde e à segurança dos trabalhadores e os prejuízos ambientais (BRASIL, 2020). Ainda, a forma como cada município enfrentou eventos pandêmicos varia de um local para outro, pois essas decisões dependem de restrições locais, políticas públicas já existentes e da disponibilidade de recursos (CASTRO *et al.*, 2020).

Diante da escassez de informações sobre o manejo e gestão de resíduos sólidos na pandemia à Covid-19, seguem os questionamentos que nortearam o estudo: I) A quantidade de casos da doença e o isolamento social influenciam na geração e composição dos resíduos sólidos domiciliares e recicláveis?; II) Os maiores desafios concentram-se na parte operacional, como a coleta e segregação de materiais na fonte geradora?; e III) A coleta de resíduos sólidos domiciliares e recicláveis ocorreu normalmente?

As hipóteses assumidas para este artigo foram: I) após o início da pandemia e consequente concentração das pessoas em suas residências, houve maior geração de resíduos no local de estudo; II) o aumento dos casos confirmados promovem o isolamento domiciliar e a maior geração de resíduos domiciliares e recicláveis nos domicílios e estabelecimentos da coleta regular; III) houve maior coleta de resíduos de papel e papelão pela alteração de consumo na pandemia (compras online e isolamento social).

Desta forma, a principal contribuição deste estudo consistiu em fornecer diretrizes e recomendações às autoridades municipais para a gestão preventiva de resíduos sólidos em casos pandêmicos.

2 OBJETIVOS

O objetivo foi analisar o impacto da Covid-19 na coleta de resíduos sólidos domiciliares e recicláveis no município de Araraquara (SP), entre março de 2020 a abril de 2022.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa abrange um estudo de caso, que é definido como uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo em profundidade e em seu

contexto do mundo real (Yin, R., 2015). O foco da pesquisa contempla os Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) e os Resíduos Sólidos Recicláveis (RSR), como se apresenta no **Quadro 1**.

Quadro 1- Etapas metodológicas da pesquisa

Etapa	Objetivo
1. Caracterização da Área de Estudo	Compreender a estrutura urbana de Araraquara (SP) e seu manejo de RSD e RSR.
2. Monitoramento dos casos da doença e isolamento social	Correlacionar os dados obtidos com a situação da coleta de RSD e RSR do município na etapa posterior.
3. Análise da interface da coleta de RSD e RSR com a Covid-19	Analisar a relação da pandemia à coleta desses resíduos e propor recomendações futuras.

Fonte: Adaptado de Moraes (2022).

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A primeira fase da pesquisa consistiu na caracterização da área de estudo, com o objetivo de compreender a estrutura urbana da cidade de Araraquara (SP) e seu manejo de resíduos sólidos domiciliares e recicláveis. Para atingir esse objetivo, foram consultados documentos como o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), o diagnóstico anual de resíduos sólidos de 2021 (referente ao ano de 2020), disponibilizado por meio da plataforma do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), além de informações disponíveis nos sites da prefeitura e na plataforma virtual do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) Cidades.

3.2 MONITORAMENTO DE CASOS COVID-19 E ISOLAMENTO SOCIAL EM ARARAQUARA (SP)

A segunda etapa da pesquisa contemplou a coleta e atualização de dados municipais sobre o número de casos de Covid-19 e o nível de adesão ao isolamento social. Esse levantamento visou estabelecer uma relação entre o isolamento social e a variação no número de casos de Covid-19 do município, para posteriormente relacioná-los à quantidade de resíduos sólidos gerados em cada mês.

Para registrar os casos de Covid-19 em Araraquara (SP), utilizou-se o portal do Ministério da Saúde e os Boletins Diários do Comitê de Contingência do Coronavírus do município. Para a análise, considerou-se a data do primeiro caso em 2 de abril de 2020. Para obter informações sobre o índice de adesão ao isolamento social, foi utilizado o Sistema de Monitoramento Inteligente (SIMI-SP), gerenciado pelo Governo do Estado de São Paulo. A atualização do índice de adesão ao isolamento social só foi possível até dezembro/2021, uma vez que os dados disponíveis no site usados para essa finalidade deixaram de ser atualizados.

3.3 ANÁLISE DA INTERFACE DA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS COM A COVID-19

A última fase da pesquisa teve como objetivo analisar a relação entre a Covid-19 e a coleta de Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) e Recicláveis (RSR), com o propósito de associar a quantidade de resíduos de cada categoria ao número de casos da doença e à adesão ao isolamento social no período examinado.

Os dados necessários para essa análise foram fornecidos pelo Departamento Autônomo de Água e Esgoto (Daae) de Araraquara, e abrangeu os anos de 2019, 2020, 2021 e

início de 2022 em relação aos Resíduos Domiciliares (RSD) e Resíduos Recicláveis (RSR). Também foram fornecidos detalhes sobre o número de cooperados e faltas na única cooperativa existente no município, bem como a quantidade de cada categoria de material reciclável vendido. Conjuntamente, foram consultadas informações públicas disponíveis no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) referentes aos anos de 2019 e 2020.

Esses dados fornecidos pelo Daae Araraquara foram processados e analisados usando o software Excel®, e foram transformados em porcentagens quando necessário. Os resultados dessa etapa incluem: I) a diferença percentual da coleta de RSD e RSR nos anos de 2020/2019; II) panorama geral da coleta de RSD, RSR e venda de materiais recicláveis (plástico, papel e papelão) de janeiro de 2020 a abril de 2022; e III) comparação da massa per capita coletada de RSD e RSR no período analisado em relação à média registrada no PMGIRS.

Parte dos dados fornecidos pelo Daae para esta etapa foram utilizados na elaboração do artigo intitulado "Análise dos impactos da Covid-19 à coleta de resíduos sólidos domiciliares, recicláveis e de serviços de saúde no município de Araraquara (SP), Brasil", realizado por Ventura *et al.* (2021). Assim, este estudo apresenta-se como uma análise complementar.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Araraquara, situado na região Central do Estado de São Paulo, possui uma área total de 1.003.625 km², sendo cerca de 80 km² correspondentes à área urbana. A população estimada no ano de 2020 era de 238.339 habitantes, com densidade demográfica de 207,90 hab/km² (2010), IDHM de 0,815 (2010) e PIB per capita de R\$ 40.253,93 (2018) (IBGE, 2020). Sua gestão de resíduos sólidos é de responsabilidade do Daae, o qual compete o gerenciamento da cooperativa de catadores, coleta seletiva e regular, transporte e operação do aterro sanitário, incinerador, bolsões de entulho e serviço de limpeza urbana (ARARAQUARA, 2013).

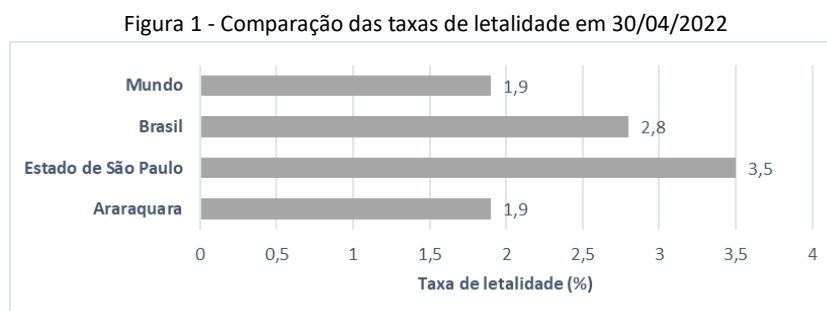
Araraquara possui 100% de cobertura da coleta regular e seletiva em relação à área urbana (BRASIL, 2020b), possuindo como disposição final o aterro do Centro de Gerenciamento de Resíduos (CGR), situado em Guatapar (SP), distante em cerca de 50 km do município (ARARAQUARA, 2013).

Diante do crescente número de casos durante a pandemia em Araraquara (SP) no ano de 2021, a prefeitura estabeleceu dois critérios para o lockdown no município: se 20% dos testes de Covid-19 fossem positivos por três dias seguidos ou cinco intercalados; ou se 30% das pessoas com sintomas de gripe fossem diagnosticadas com o vírus. Apesar dos efeitos positivos observados após o primeiro *lockdown*, onde houve um grande engajamento da população, cerca de quatro meses depois, a cidade observou novamente o crescimento do número de casos, sendo decretado um novo *lockdown* em 17 de junho 2021 (CNN, 2021).

4.2 MONITORAMENTO DE CASOS COVID-19 E ISOLAMENTO SOCIAL EM ARARAQUARA (SP)

4.2.1 Evolução dos casos Covid-19

Em continuidade a pesquisa supracitada, comparou-se o enfrentamento da doença no município de Araraquara (SP) em relação ao contexto global, nacional (Brasil) e estadual (Estado de São Paulo). Isto é, a **Figura 1** ilustra a taxa de letalidade (%), obtida pelos casos confirmados na última data de referência (30/04/2022).



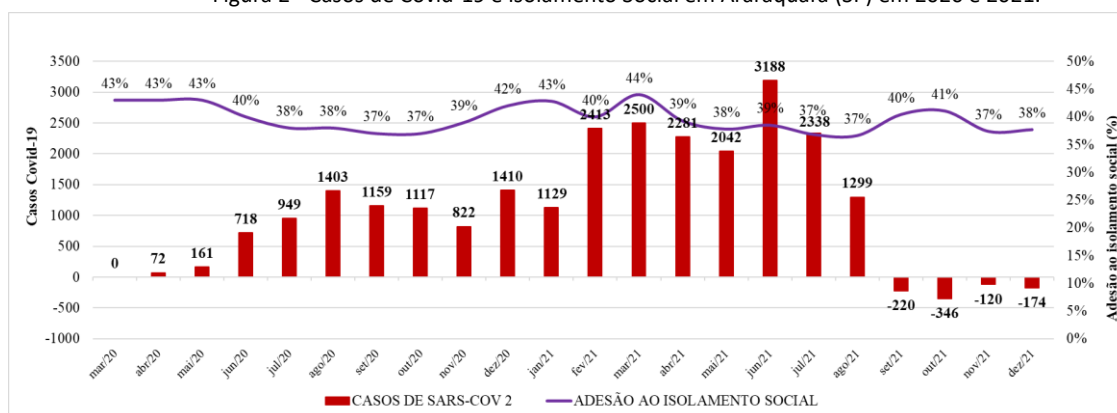
Fonte: Elaboração própria (2022), com base em São Paulo (2022); CONASS (2022) e Araraquara (2022).

Araraquara (SP) apresentou menores taxas de letalidade (1,9%) em comparação ao cenário nacional (2,8%) e do Estado de São Paulo (3,5%), se igualando à taxa mundial (1,90%), como observa-se pela Figura 2. Esses dados demonstram que as ações estabelecidas no município, como a implantação de dois *lockdowns*, trouxeram efeitos positivos, especialmente o primeiro, quando o desconhecimento sobre a contaminação e as adequações de gestão dos RSU estavam em discussão no país, e poucas alternativas preventivas encontravam-se esclarecidas no contexto estadual e nacional.

4.2.2 Adesão da população ao isolamento social no início da pandemia à Covid-19

A **Figura 2** ilustra a variação no número de casos e do índice de adesão ao isolamento social nos anos de 2020 e 2021. No ano de 2020, foram considerados apenas os meses a partir de março, considerando o início do número de casos Covid-19 no município.

Figura 2 - Casos de Covid-19 e Isolamento Social em Araraquara (SP) em 2020 e 2021.



Fonte: Moraes (2022), com base São Paulo (2021) e Brasil (2022).

No ano de 2020, observa-se que o maior índice de adesão ao isolamento social (Figura 2) ocorreu no início da pandemia, nos meses de março, abril e maio (43%), decaindo a partir de junho (40%). Os menores índices foram registrados em setembro e outubro, com média de 37%. Em relação a quantidade de casos, estes foram maiores em agosto (1403) e dezembro (1410).

Para o ano de 2021, é possível observar variações na taxa de adesão ao isolamento social. Em janeiro, a taxa era de 43%, decaindo para 40% em fevereiro. Em março, essa taxa atingiu seu valor mais alto, alcançando 44%, antes de declinar nos meses subsequentes. Quanto aos casos de Covid-19, estes mantiveram números superiores a 2000 de fevereiro a julho, atingindo o pico em junho, com 3188 casos. Após setembro, ocorreram alterações no sistema de contagem dos casos, sendo contabilizados números negativos.

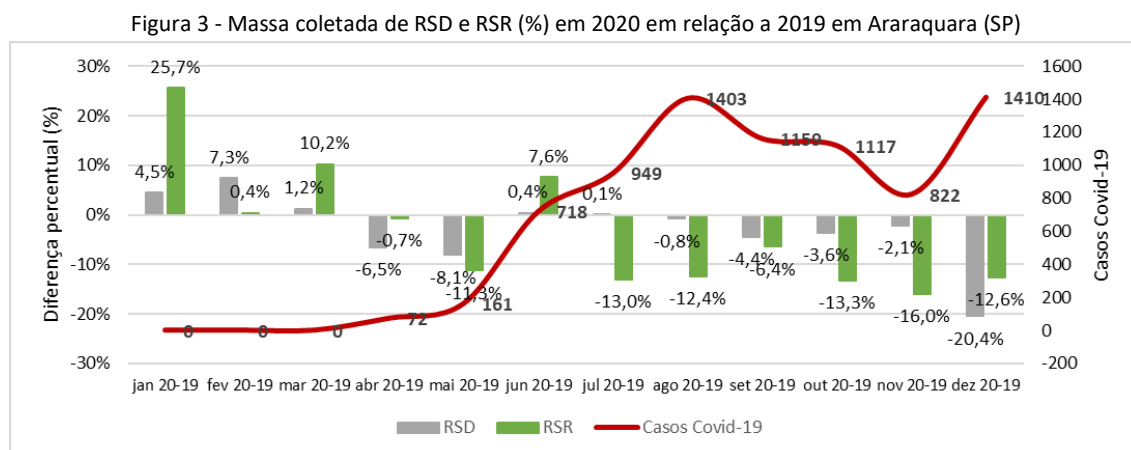
Portanto, constatou-se que a diminuição no índice de isolamento social pode ter influenciado no aumento dos casos de Covid-19 no município nos anos de 2020 e 2021, quando houve um aumento significativo de 161 casos em mai/20 para 718 casos em jun/20 e 1129 casos em jan/21 para 2413 em fev/21.

4.3 INTERFACE DA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS COM A COVID-19

4.3.1 Comparação da coleta de RSD e RSR e venda de materiais recicláveis em Araraquara (SP) no ano de 2020 em relação ao ano de 2019

4.3.1.1 Coleta de RSD e RSR (2020/2019) de acordo com os dados fornecidos pelo Daae

Devido à falta de compreensão sobre a transmissão e os efeitos do vírus nos meses iniciais da pandemia, muitas cidades modificaram temporariamente a gestão de resíduos sólidos (CASTRO *et al.*, 2020; LIANG *et al.*, 2021; ZAMBRANO-MONSERRATE *et al.*, 2020; NAUGHTON, 2020;). Nesse sentido, essa análise foi conduzida para examinar as variações na quantidade de RSD e RSR coletada, bem como as vendas de materiais recicláveis (plástico, papel e papelão) nos anos de 2019 e 2020 (período pré e pós-pandêmico). Esses dados foram organizados com os casos de Covid-19 registrados no município (**Figura 3**), na busca por possíveis conexões.



Fonte: Elaboração própria, adaptado de Moraes (2022) e Ventura *et al.* (2021), com base em Daae (2020).

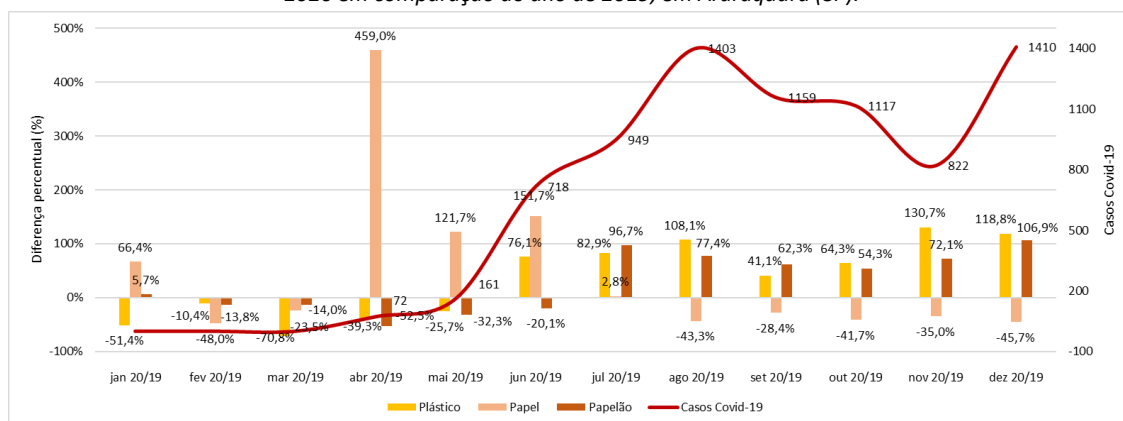
A partir do mês de abril (20/19), houve uma diminuição significativa na coleta de **RSD** (-6,5%), coincidindo com o início de casos Covid-19 no município (Figura 3). A queda persistiu nos meses subsequentes, atingindo seu maior valor em dezembro (-20,4%), mês o qual também apresentou a maior quantidade de casos (1410). Quando consideradas as médias de abril a dezembro (20/19), houve um déficit de -5,1%. Essa redução pode ser atribuída à retração econômica ocorrida durante o período, que pode ter influenciado na diminuição de desperdícios

pelos habitantes, sobretudo em meses com maior número de casos da doença.

Em relação aos **RSR** (Figura 3), a partir do mês em que foi registrado o primeiro caso Covid-19 no município (abr/20), observou-se um comportamento de redução na quantidade de massa coletada destes em todos os meses, com exceção de junho. Essa tendência sugere que o aumento de casos da doença teve um impacto na utilização de insumos com potencial de reciclagem pela população, acarretando em um déficit de -9% de abril a dezembro (20/19).

Considerando que não houve redução das atividades da coleta seletiva em Araraquara (SP), havendo apenas a adoção das medidas de segurança, a **Figura 4** apresenta a diferença da média percentual (2020/2019) da venda média dos materiais plástico, papel e papelão.

Figura 4 - Diferença percentual da venda de resíduos plásticos, papel e papelão nos meses de janeiro a dezembro de 2020 em comparação ao ano de 2019, em Araraquara (SP).



Fonte: Moraes (2022), adaptado de Ventura *et al.* (2021) e Daae (2020).

A venda de **plástico** (Figura 4) apresentou retração nos primeiros cinco meses, apresentando aumento de 76,1% a partir de junho (20/19). Esse aumento coincide com a evolução dos casos Covid-19, quando o município saltou de 161 casos em maio para 718 casos em junho. O uso desse tipo de material atingiu seu pico em novembro, com um aumento de aproximadamente 131%. Esse aumento provavelmente foi ocasionado pela demanda repentina de produtos para proteger trabalhadores e o público em geral, como equipamento de proteção individual (EPIs) e suprimentos descartáveis, além do aumento de compras de artigos e mantimentos *online* (Sharma *et al.*, 2020; Klemes *et al.*, 2020; Chowdhury *et al.*, 2022)

A comercialização de **papel** (Figura 4) atingiu seu pico em abril (20/19), concomitantemente ao início dos casos da doença no município, registrando um aumento extraordinário de 450%. Esse aumento expressivo pode ser atribuído a uma situação atípica relacionada à faxinas em residências, escolas e escritórios. À medida que as pessoas passaram a ter mais tempo ocioso, é possível que tenham descartado materiais como livros e outros impressos não utilizados. Nos meses seguintes, observa-se queda, apresentando valores negativos a partir de agosto (-43,3%), e atingindo o seu menor valor em dezembro (-45,7%).

A venda de **papelão** (Figura 4) apontou um ligeiro aumento em janeiro (5,7%), seguido de queda nos cinco meses subsequentes, com o menor percentual de massa coletada no mês de maio (-52,5%). A partir de julho, houve expansão significativa da quantidade coletada (96,7%), atingindo o pico no mês de dezembro (106,9%).

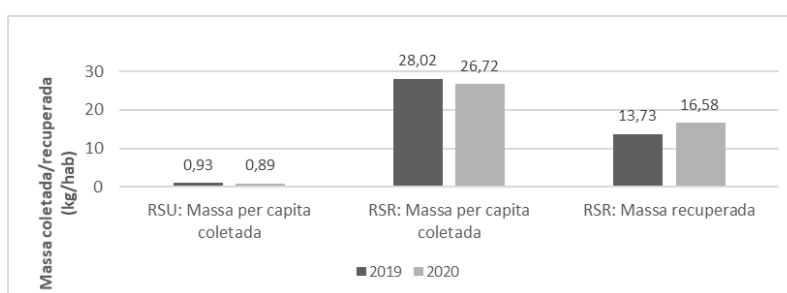
Houve um aumento significativo na demanda por serviços de entrega de alimentos e produtos de consumo *online*, especialmente durante o período de *lockdown*, o que

provavelmente contribuiu para o aumento do descarte de embalagens nos primeiros meses da pandemia (HANTOKO *et al.*, 2021). Essas embalagens geralmente são volumosas, projetadas para garantir a proteção durante o transporte, e resultam em uma quantidade significativa de plástico, papel e papelão em relação ao volume dos produtos contidos nelas.

4.3.1.2 Coleta de RSU e RSR de acordo com o SNIS (2020/2019)

No ano de 2020 a coleta per capita de RSU correspondeu a um total de 0,89 kg/hab.dia frente a 0,93 kg/hab.dia registrado no ano anterior (**Figura 5**) (BRASIL, 2020b; BRASIL 2021). Houve, portanto, um declínio em cerca de 4,7%. Em relação aos RSR, foram registrados 26,72 kg/hab.ano em 2020 e 28,02 kg/hab.ano em 2019 (-4,6%).

Figura 5 - Massa de RSU e RSR coletada em Araraquara (SP) em kg/hab.dia e kg/hab.ano, nos anos de 2019 e 2020.



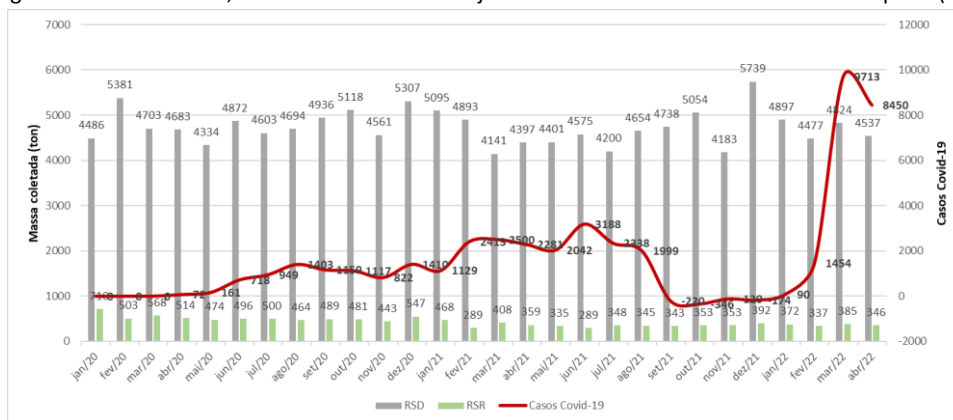
Fonte: Elaboração própria, com base em Moraes (2022), Brasil (2020b) e Brasil (2021).

Apesar da quantidade de massa per capita coletada de RSR ter sido menor no ano de 2020, sua quantidade recuperada foi superior em 2,85 kg/hab.ano à registrada em 2019 (Figura 5). Esse aumento pode estar relacionado ao aumento da conscientização da população sobre a importância da separação adequada de materiais, especialmente durante o período de pandemia, o que necessita de investigação complementar ao presente artigo para confirmar tal suposição. Além disso, os catadores podem ter tido um maior empenho na separação de materiais devido à necessidade de aumentar sua renda em meio a uma crise econômica.

4.3.2 Análise da coleta de RSD e RSR e venda de materiais recicláveis de janeiro de 2020 a abril de 2022 em Araraquara (SP)

A **Figura 6** apresenta os números relativos à coleta de RSD e RSR e casos da doença nos anos 2020, 2021 e início de 2022.

Figura 6 - Coleta de RSD, RSR e casos Covid-19 de janeiro de 2020 a abril de 2022 em Araraquara (SP).



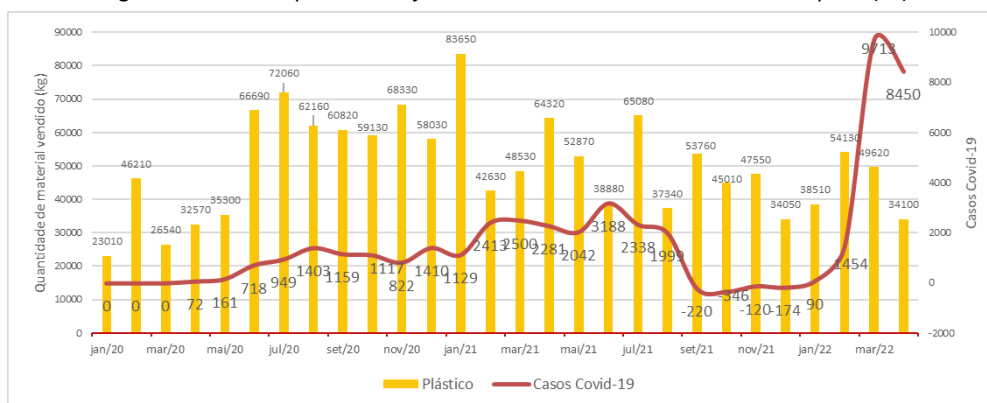
Fonte: Adaptado de Moraes (2022), com base em Daae (2022)

A maior quantidade coletada de **RSD** (5739 toneladas) foi registrada em dez/21, período o qual não foram contabilizados novos casos da doença. A menor quantidade (4141 toneladas), foi registrada em mar/21, quando a população somava 2413 casos Covid-19. No início de 2022, quando os casos da doença voltaram a aumentar significativamente, atingindo o pico em mar/22 (9.713 casos), também se verifica redução na quantidade coletada, indicando uma possível relação.

Em relação à coleta de **RSR** (Figura 6), é possível observar que a maior quantidade de materiais recicláveis coletados durante todo o período foi registrada em jan/20, com cerca de 710 toneladas, quando a pandemia ainda não afetava o município. Também se infere que o aumento de casos da doença o início do ano de 2021 refletiu no consumo de materiais recicláveis, que passou de 468 toneladas em jan/21 para 289 toneladas em fev/21, sendo a menor quantidade registrada em todo o período analisado. O decréscimo na coleta de RSR se estendeu até o final do período analisado. Nos anos de 2021 e 2022, verifica-se que somente os meses de jan/21 e mar/21 a quantidade coletada ultrapassou 400 toneladas.

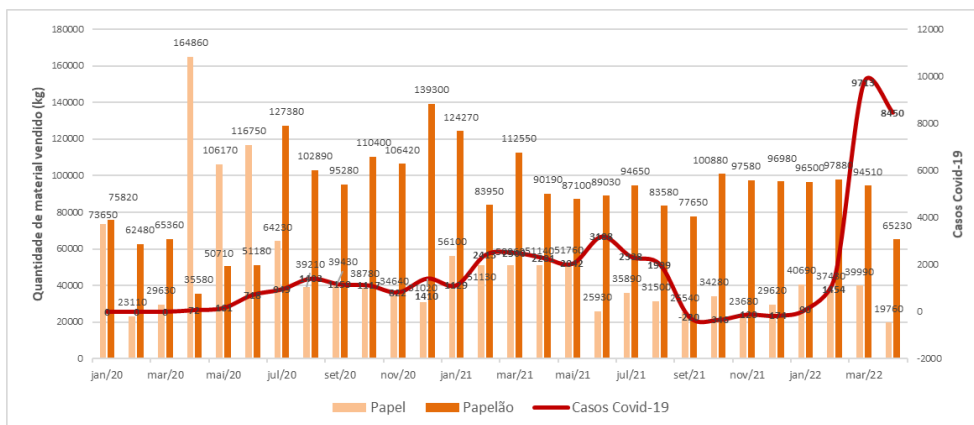
As **Figura 7 e 8** apresentam os valores relativos à venda dos materiais plásticos, papel e papelão no período entre janeiro de 2020 a abril de 2022 em Araraquara (SP).

Figura 7 - Venda de plásticos de janeiro de 2020 a abril de 2022 em Araraquara (SP)



Fonte: Moraes (2022), com base em Daae (2022).

Figura 8 - Venda de papel e papelão de janeiro de 2020 a abril de 2022 em Araraquara (SP)



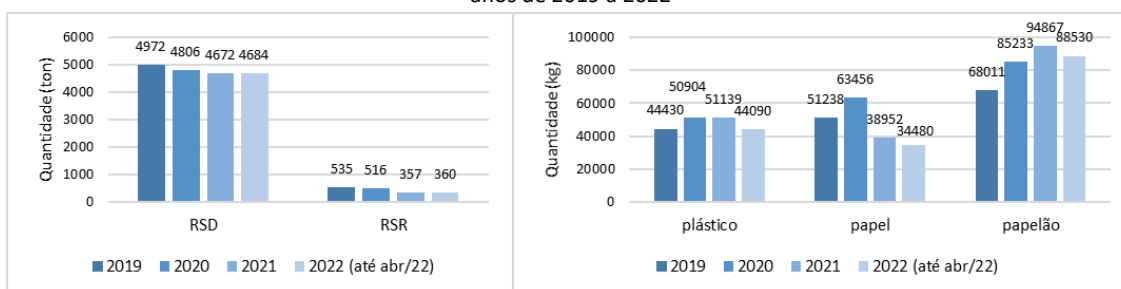
Fonte: Adaptado de Morais (2022), com base em Daae (2022).

Houve o aumento da venda de **plásticos** (Figura 8) a partir de jun/20, se estendendo até o mês de jan/21, mês o qual apresentou a maior quantidade do material vendido (83650 kg). Posteriormente, observa-se queda ao longo do período analisado. O aumento deste tipo de material no início da pandemia se justifica pelo aumento de cuidados da população através de materiais de uso único/descartáveis. No entanto, à medida que as restrições foram flexibilizadas, a cautela da população em relação à medidas preventivas diminuiu.

Em relação à venda de **papel** e **papelão** (Figura 8), o primeiro atingindo seu maior valor em abr/20, com 164860 kg, e o segundo, em dez/20, com 139300 kg.

As médias apresentadas ao longo dos anos de 2020, 2021 e 2022 (abr/22) para os RSD, RSR e materiais recicláveis (plástico, papel e papelão) foram resumidas pela **Figura 9**. Os valores obtidos no ano de 2019 também foram resumidos para a análise.

Figura 9 – Média anual da coleta, em toneladas, de RSD, RSR e dos materiais plástico, papel e papelão vendidos nos anos de 2019 a 2022

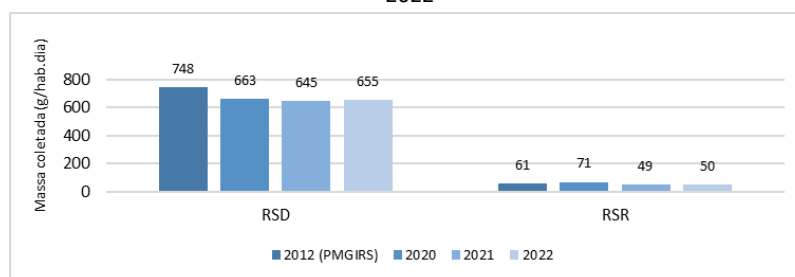


Fonte: Adaptado de Morais (2022), com base em Daae (2022).

Observa-se redução na quantidade coletada tanto de RSD quanto de RSR (Figura 9), quando comparados com o cenário pré pandêmico. No entanto, a venda dos materiais recicláveis aumentou, sobretudo para os materiais plástico e papelão.

A **Figura 10** ilustra comparação entre a massa per capita coletada de RSD e RSR em comparação com os valores apresentados no PMGIRS (2012).

Figura 10 - Massa per capita coletada, em gramas por dia, de RSD e RSR nos anos de 2012 (PMGIRS), 2020, 2021 e 2022



Fonte: Adaptado de Moraes (2022), com base em Daae (2022) e Araraquara (2013)

Calcula-se que para uma população de 238.339 habitantes (IBGE, 2020), a média de RSD e RSR per capita gerada nos anos de 2020, 2021 e 2022 (até abril/22) foi de, respectivamente, 663, 645 e 655 g/hab.dia e 71, 49 e 50 g/hab.dia (Figura 10). Conforme o PMGIRS do município, a última média adotada para a coleta de RSD foi de 748 g/hab.dia e de 61 g/hab.dia para os RSR (ARARAQUARA, 2013). Observa-se, portanto, uma redução na massa coletada em cerca de -11,36%, -13,77% e -12,43% para os RSD e +16,39%, -19,67% e -18,03% para os RSR nos anos de 2020, 2021 e 2022, respectivamente, em relação ao indicado no plano.

4.3.3 Recomendações para o manejo de RSD e RSR frente a eventos pandêmicos

A pesquisa evidenciou a utilidade de um banco de dados contínuo sobre a geração e gestão de resíduos. Essas informações são úteis para prever a geração de resíduos e preparar uma gestão eficaz e resiliente para qualquer futuro surto (ROY *et al.*, 2021). A complexidade na aquisição de informações relativas aos resíduos destaca que os obstáculos não são restritos apenas às questões operacionais, sendo necessária a implementação de sistemas de monitoramento eficazes para rastrear a geração, coleta e disposição final de resíduos em resíduos em nível local e regional. Também recomenda-se a implantação de regulamentos que exijam que empresas e instituições públicas divulguem informações sobre a gestão de resíduos, incluindo relatórios anuais sobre a quantidade e o destino final destes.

O estudo alerta para o aumento do uso de plásticos e outros materiais de uso único durante pandemias, ressaltando a necessidade de rever estratégias de modo a optar por soluções como por exemplo, substâncias sanitizantes. A reutilização de materiais pode ser viável por meio da implementação de medidas de higienização e desinfecção, evitando o descarte de materiais que aumentam o volume de resíduos e podem contribuir para a propagação do vírus. Os investimentos em gestão de resíduos, incluindo o fornecimento de produtos ecologicamente corretos e a regulamentação sobre o descarte inadequado podem ajudar a reduzir os impactos gerados pela má gestão durante a pandemia Covid-19 (Sarkar *et al.*, 2023).

Em futuros eventos pandêmicos, também é recomendada maior divulgação de informações à população pelas prefeituras municipais em relação a separação adequada de materiais na fonte em eventos pandêmicos, bem como a disponibilização de lixeiras especiais em locais públicos para descarte de EPIs.

5 CONCLUSÃO

O estudo alcançou o objetivo principal, de modo a evidenciar o impacto global da Covid-19 na gestão dos resíduos sólidos, o que provocou adaptações no estilo de vida da população. Isto modificou a composição e geração de resíduos sólidos domiciliares e recicláveis, conforme verificado no município de Araraquara (SP).

Foi constatada a diminuição da massa coletada de resíduos sólidos domiciliares e recicláveis quando comparados o ano de 2020 em relação ao ano de 2019 (pré-pandêmico) e ao longo do período avaliado, sobretudo em meses com maior quantidade de casos Covid-19. Estes resultados corroboram com os dados fornecidos pelo Sistema de Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) do Ministério das Cidades.

Também verificou-se que o aumento dos casos da doença promoveu o isolamento domiciliar e a redução de desperdícios, contrariando as hipóteses I e II. A média anual da quantidade coletada, em toneladas, de RSD e RSR nos anos de 2020 a abril de 2022 fornecidos pelo Daae se mostraram inferiores à média registrada em 2019. Quando comparados os valores per capita, em gramas, do mesmo período em relação ao PMGIRS do município, somente o ano de 2020 apresentou valor superior ao apontado em 2012.

Em relação à venda de materiais recicláveis, observou-se aumento principalmente dos materiais plástico e papelão, sendo consequência de compras realizadas através do mercado *online* (*sites* e aplicativos), que levam ao maior descarte de embalagens, confirmando a hipótese III. Esse aumento também pode ser consequência de uma maior conscientização da população em relação à correta separação dos materiais após o cenário pandêmico, bem como maiores esforços na separação pelos catadores pela necessidade de complementação de renda.

A pandemia à Covid-19, mesmo que drasticamente e de forma avassaladora, interferiu precisamente na segregação dos RSD e RSR diretamente na fonte de origem e, conseqüentemente, na coleta dos mesmos, em escala global. Foi um desafio imediato para os municípios que não possuíam orientação nacional ou estadual, pela discussão em curso na época. Desta forma, os gestores públicos que replanejaram as ações de gestão de resíduos sólidos e incluíram medidas preventivas a possíveis eventos de contaminação viral relacionado com resíduos sólidos, aproveitaram esse evento para estabelecer políticas públicas focadas na saúde do trabalhador e revisão e prevenção de práticas operacionais com gestão de risco à contaminação em casos pandêmicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE. **Recomendações para a gestão de resíduos sólidos durante a pandemia de coronavírus (COVID-19)**. 2020. Disponível em https://www.cnm.org.br/cms/images/stories/comunicacao_novo/links/RecomendacoesABRELPE_COVID19_23mar.pdf Acesso em: 4/05/2020

ARARAQUARA. **Boletim Diário do Comitê de Contingência do Coronavírus - nº 776 - de 30 de abril de 2022**. 2022. Disponível em: <https://www.araraquara.sp.gov.br/noticias/2022/abril/30/boletim-diario-do-comite-de-contingencia-do-coronavirus-no-776-2013-de-30-de-abril-de-2022> Acesso em: 01/05/2022.

ARARAQUARA. Prefeitura Municipal de Araraquara. Departamento Autônomo de Água e Esgotos. **Plano municipal de saneamento básico**. Araraquara (SP): Prefeitura Municipal de Araraquara, 2013. 371p. Disponível em <http://arquivo.ambiente.sp.gov.br/cpla/2017/05/araraquara.pdf> Acesso em: 01/08/2020

ARAÚJO, E. C. D. S.; SILVA, V. F. A gestão de resíduos sólidos em época de pandemia do Covid-19. 2020. **GeoGraphos: Revista Digital para Estudantes de Geografia y Ciencias Sociales**, v. 11, n. 129, p. 192-215.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MINISTÉRIO PÚBLICO - CNMP. **Diretrizes técnicas e jurídicas para a coleta seletiva e triagem de materiais recicláveis durante a pandemia de Covid-19**. Disponível em: https://www.cnmp.mp.br/portal/images/noticias/2020/maio/26-05_DIRETRIZES_COLETA_SELETIVA_E_COVID_FINAL_1.pdf Acesso em: mai. 2022.

BRASIL. **Coronavírus: Brasil confirma primeiro caso da doença**. 2020. Disponível em: <https://www.unasus.gov.br/noticia/coronavirus-brasil-confirma-primeiro-caso-da-doenca> Acesso em: 03/10/2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Coronavírus: Como é transmitido?** 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/coronavirus/como-e-transmitido> Acesso em: 03/10/2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Covid-19 no Brasil. 2022. Disponível em: https://infoms.saude.gov.br/extensions/covid-19_html/covid-19_html.html Acesso em: 01/02/2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Covid-19: situação epidemiológica do Brasil até a SE 37 de 2023**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/coronavirus/informes-semanais-covid-19/covid-19-situacao-epidemiologica-do-brasil-ate-a-se-37-de-2023> Acesso em: 03/10/2023.

BRASIL. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS. **Diagnóstico do manejo de Resíduos Sólidos Urbanos - 2019**. 2020b. Disponível em: [http://antigo.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos-solidos/diagnostico-do-manejo-de-residuos-solidos-urbanos-2019](http://antigo.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos/diagnostico-do-manejo-de-residuos-solidos-urbanos-2019) Acesso em: 04/10/2023.

BRASIL. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS. **Diagnóstico anual de resíduos sólidos 2021 (ano de referência 2020)**. 2021. Disponível em: <http://antigo.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos> Acesso em: 04/10/2023.

CASTRO, A. M. R. C.; GONÇALVES, A. P.; SCHALCH, V. **GESTÃO DE RESÍDUOS EM PAÍSES COM REPRESENTAÇÃO NA ISWA DURANTE A PANDEMIA DO COVID-19**. In: Fórum Internacional de Resíduos Sólidos-Anais. 2020.

CHOWDHURY, T.; CHOWDHURY, H.; RAHMAN, M. S.; HOSSAIN, N.; AHMED, A.; SAIT, S. M. Estimation of the healthcare waste generation during COVID-19 pandemic in Bangladesh. **Science of The Total Environment**, v. 811, p. 152295, 2022.

CNN BRASIL. **Novo lockdown em Araraquara começa neste domingo; veja o que abre e o que fecha**. 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/novo-lockdownem-araraquara-comeca-neste-domingo-veja-o-que-abre-e-o-que-fecha/> Acesso em: 20 jun. 2021.

Conselho Nacional de Secretaria de Saúde - CONASS. **Painel Conass Covid-19**. 2022. Disponível em: <https://www.conass.org.br/painelconasscovid19/> Acesso em: 22 mai. 2022.

HANTOKO, D.; LI, X.; PARIATAMBY, A.; YOSHIKAWA, K.; HORTTANAINEN, M.; YAN, M. Challenges and practices on waste management and disposal during COVID-19 pandemic. 2021. **Journal of Environmental Management**, v. 286, p. 112140.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades IBGE: Araraquara**. 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/araraquara/panorama> Acesso em: 12 jan. 2020.

INSTITUTO BUTANTAN. **Conheça os sintomas mais comuns da ômicron e de outras variantes da Covid-19**. Disponível em: <https://butantan.gov.br/noticias/conheca-os-sintomas-mais-comuns-da-omicron-e-de-outras-variantes-da-covid-19> Acesso em: 10 mar. 2022.

KAMPF, G.; TODT, D.; PFAENDER, S.; STEINMANN, E. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. 2020. **Journal of hospital infection**, v. 104, n. 3, p. 246-251.

KLEMES, J. J.; VAN FAN, Y.; TAN, R. R.; JIANG, P. Minimising the present and future plastic waste, energy and environmental footprints related to COVID-19. 2020. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 127, 109883.

LIANG, Y.; SONG, Q.; WU, N.; LI, J.; ZHONG, Y.; ZENG, W. 2021. Repercussions of COVID-19 pandemic on solid waste generation and management strategies. 2021. **Frontiers of Environmental Science & Engineering**, 15 (6), 1-18.

MORAIS, M. S. **Análise da interface da coleta de resíduos sólidos domiciliares e recicláveis com a pandemia da Covid-19 no município de Araraquara (SP)**. 2022. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar): São Carlos, 2022.

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. 2020. **Resources, Conservation, and Recycling**, v. 162, p. 105050.

OUHSINE, O.; OUIGMANE, A.; LAYATI, E.; ABA, B.; ISAIFAN, R.; BERKANI, M. Impact of COVID-19 on the qualitative and quantitative aspect of household solid waste. 2020. **Global Journal of Environmental Science and Management**, v. 6, n. Special Issue (Covid-19), p. 41-52.

PENTEADO, C. S. G.; DE CASTRO, M. A. S. Efeitos da Covid-19 na gestão de resíduos sólidos urbanos: o que efetivamente pode ser feito no cenário brasileiro?. 2021. **Recursos, Conservação e Reciclagem**, v. 164, p. 105152.

PUGLIESI, E.; SANTIAGO, C. D.; LEITE, W. C. A. Gestão de resíduos sólidos e a pandemia Covid-19: (des)preparo para enfrentamento da crise. 2020. p. 135-150 In: VALENCIO, N.; OLIVEIRA, C.M. (org.). **COVID-19: crises entremeadas no contexto de pandemia (antecedentes, cenários e recomendações)** - São Carlos: UFSCar/CPOI. 447p.

SALLAS, J.; ELIDIO, G. A.; ROHLFS, D. B.; MEDEIROS, A. C.; GUILHEM, D. B. A vigilância genômica do SARS-CoV-2 no Brasil na resposta à pandemia da COVID-19. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 45, p. e75, 2021.

SÃO PAULO. **Adesão ao isolamento social em SP**. 2020. Disponível em <https://www.saopaulo.sp.gov.br/coronavirus/isolamento/>. Acesso em: 31 mar. 2021.

SÃO PAULO. **PRINCIPAIS SINTOMAS CAUSADOS PELA COVID-19**. c2023. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.leg.br/coronavirus/covid-19/>. Acesso em: 03/10/2023.

SARKAR, D.; MUKHOPADHYAY, P.; SARKAR, S.; KUNWAR, B. K. Resonance of Covid-19 pandemic on municipal solid waste management: an empirical assessment from west Bengal, Índia. **Journal of the Maharaja Sayajirao University of Baroda**, v. 25, p. 0422.

SHARMA, H. B.; VANAPALLI, K. R.; CHEELA, V. S.; RANJAN, V. P.; JAGLAN, A. K.; DUBEY, B.; BHATTACHARYA, J. Challenges, opportunities, and innovations for effective solid waste management during and post COVID-19 pandemic. 2020. **Resources, conservation and recycling**, 162, 105052.

TRIPATHI, A.; TYAGI, V. K.; VIVEKANAND, V.; BOSE, P.; SUTHAR, S. Challenges, opportunities and progress in solid waste management during COVID-19 pandemic. **Case Studies in Chemical and Environmental Engineering**, v. 2, p. 100060, 2020.

VENTURA, K. S.; MORAIS, M. S.; VAZ FILHO, P.; BRUNETTI JUNIOR, A. Análise dos impactos da COVID-19 à coleta de resíduos sólidos domiciliares, recicláveis e de serviços de saúde no município de Araraquara (SP), Brasil. 2021. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 26, p. 775-784.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Water, sanitation, hygiene, and waste management for the COVID-19 virus: interim guidance**. Genebra: WHO, 2020. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/water-sanitation-hygiene-and-waste-management-for-covid-19>. Acesso em: 10 mai. 2020.

YIN, ROBERT K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. Bookman editora, 2015.

ZAMBRANO-MONSERRATE, M.A.; RUANO, M. A., & SANCHEZ-ALCADE, L. Indirect effects of COVID-19 on the environment. **Science of the total environment**, v. 728, p. 138813, 2020.