

Trabalho de Formatura

Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE NO CONTEXTO DA PANDEMIA
COVID-19: DESAFIOS E PRÁTICAS.

Nicholas Souza Woods

Prof. Dr. Marcus Cesar Avezum Alves de Castro

Rio Claro (SP)

2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

Nicholas Souza Woods

Geração de resíduos de serviço de saúde no contexto da pandemia
COVID-19: desafios e práticas

Trabalho de Formatura apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.

Rio Claro - SP
2023

W896g Woods, Nicholas Souza
Geração de resíduos de serviço de saúde no contexto da pandemia covid-19: desafios e práticas. / Nicholas Souza Woods. -- Rio Claro, 2023
33 p. : il., tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro
Orientador: Marcus Cesar Avezum Alves Castro

1. Resíduos de serviço de saúde. 2. Pandemia. 3. Geração. 4. Tratamento. 5. Manejo. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Nicholas Souza Woods

**GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE NO
CONTEXTO DA PANDEMIA COVID-19: DESAFIOS E
PRÁTICAS.**

Trabalho de Formatura apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências Exatas -
Câmpus de Rio Claro, da Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para
obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.

Comissão Examinadora

Marcus César Avezum Alves de Castro (orientador)

Marcelo Loureira Garcia

Pedro Augusto Grava da Silva

Rio Claro, 05 de dezembro de 2023

Assinatura do(a) aluno(a)



assinatura do(a) orientador(a)



RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo analisar os efeitos da pandemia do COVID-19 no manejo, na geração e no tratamento de resíduos de serviço de saúde (RSS) em 3 cidades, São Paulo, a capital, São Caetano do Sul, cidade próxima à capital e Rio Claro no interior do estado de São Paulo. Dessa maneira, realizou-se um levantamento da geração de RSS de 2018 a 2023, para verificar qual foi o impacto na taxa de geração de São Paulo e São Caetano do Sul, e as possíveis relações entre a geração de RSS com a evolução de novos casos infectados, óbitos, taxa de isolamento entre Rio Claro e São Caetano do Sul, assim como a evolução da taxa de vacinação. Com base nos resultados, pode-se afirmar que em ambos os municípios foi observada uma relação significativa entre o aumento na geração de RSS e o início da pandemia. Foi observada uma relação positiva entre o número de infectados e a geração de RSS, assim como a taxa de óbitos. Assim, pôde ser realizada a investigação acerca da geração de RSS, como isso foi afetado pela pandemia e como isso impactou a população brasileira. No primeiro ano da pandemia (2020), embora tenha sido registrado um aumento na geração de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) nos municípios pesquisados, esse crescimento foi relativamente discreto em comparação ao expressivo aumento observado no segundo ano da pandemia (2021). Este aumento pode estar associado ao aumento significativo do número de casos da doença em 2021, a geração de perfurocortantes decorrentes a campanha de imunização (vacinação) e ainda pelo retorno das cirurgias eletivas. Em contrapartida, no primeiro ano pós-pandemia (2022), houve uma redução significativa na produção de RSS, possivelmente resultado da elevada taxa de imunização da população (iniciada em 2021), que reduziu o número de casos de internação, responsáveis pela geração de RSS.

Palavras - Chave: Resíduos de serviço de saúde, pandemia, gestão, COVID 19.

ABSTRACT

The present research aims to analyze the effects of the COVID-19 pandemic on the management, generation, and treatment of Health Service Waste (HSW) in three cities—São Paulo, the capital; São Caetano do Sul, a city near the capital; and Rio Claro, located in the interior of the state of São Paulo. A survey of HSW generation from 2018 to 2023 was conducted to assess the impact on the generation rate in São Paulo and São Caetano do Sul, as well as the potential relationships between HSW generation and the evolution of new cases, deaths, isolation rates between Rio Claro and São Caetano do Sul, and the progress of the vaccination rate. The results revealed a significant relationship between the increase in HSW generation and the onset of the pandemic in both municipalities. Positive correlations were observed between the number of infected individuals and HSW generation, as well as the mortality rate. The investigation delved into how HSW generation was affected by the pandemic and its impact on the Brazilian population. In the first pandemic year (2020), there was a discreet increase in HSW generation, compared to the substantial surge observed in the second year (2021), potentially associated with a significant rise in disease cases, the generation of sharps due to the vaccination campaign, and the resumption of elective surgeries. Conversely, in the first post-pandemic year (2022), a significant reduction in HSW production occurred, likely resulting from the high population immunization rate initiated in 2021, which decreased hospitalization cases responsible for HSW generation.

Key - Words: Health service waste, pandemic, management, treatment.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. OBJETIVOS DA PESQUISA	8
2.1 Geral	8
2.2 Específicos	8
3. REVISÃO DE LITERATURA	9
3.1 A pandemia no Brasil	9
3.2 Definição e classificação dos RSS	10
3.3 Geração de RSS nos períodos de pandemia	11
4. METODOLOGIA	14
4.1 Revisão de dados da literatura	14
4.2 Elaboração do formulário e levantamento de dados de campo	15
4.3 Compilação e análise dos dados	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5.1 Análise do histórico de geração de RSS	18
5.2 Análise da geração de RSS por taxa de isolamento	22
5.3 Análise da geração de RSS relacionado com os dados de casos novos e óbitos	25
5.4 Comparação dos protocolos adotados no Brasil e em outros países em relação ao descarte de equipamento de proteção individual (máscaras, luvas e outros EPI) nas residências.	29
6. CONCLUSÕES	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1. INTRODUÇÃO

Em decorrência da crise sanitária instalada pela pandemia do COVID-19, é esperado um aumento da geração dos resíduos associados à prestação de assistência médica, acarretando uma preocupação com o potencial de impacto ambiental, caso não recebam um gerenciamento adequado.

De acordo com a resolução CONAMA Nº 358/2005, Art. 2º inciso X os resíduos sólidos de serviço de saúde (RSS) são definidos como: “todos aqueles resultantes de atividades exercidas nos serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal que, por suas características, necessitam de processos diferenciados em seu manejo, exigindo ou não tratamento prévio à sua disposição final”.

Os resíduos decorrentes dos equipamentos de proteção individual (EPI) como máscaras, protetores faciais, luvas, bem como outros resíduos descartados em residências com moradores que testaram positivo são descartados junto com os resíduos domiciliares. Estes se assemelham aos classificados como RSS, “Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção”.

Para evitar a dispersão do vírus, foram adotadas medidas de segurança como lavar as mãos frequentemente, o distanciamento social, o isolamento e, na tentativa de frear aglomerações, houve o fechamento de comércios, escolas, igrejas entre outros. Em conjunto com essas medidas, vieram as máscaras, os protetores faciais e o álcool em gel para serem utilizados em áreas públicas.

Nessa linha foi decretada a lei Nº 64.959, de 4 de maio de 2020 a qual “dispõe sobre o uso geral e obrigatório de máscaras de proteção facial no contexto da pandemia da COVID-19 e dá medidas correlatas.”

Como consequência destas medidas ocorreu um aumento significativo da produção e do descarte de máscaras. Segundo reportagem publicada na revista IstoÉ (2021) uma empresa do setor de fabricação de máscaras de proteção em 2020, triplicou a produção de máscaras PFF2, com 2 bilhões de unidades fabricadas.

Tendo em vista a periculosidade dos RSS, alguns países adotam medidas emergenciais de tratamento. Na Índia, desde o início da pandemia, o país criou diretrizes rigorosas para manuseio, tratamento e descarte dos resíduos gerados pelos

pacientes diagnosticados com o vírus, conforme as indicações da Central de Controle de Poluição da Índia (CPCB). Uma destas medidas tratou do acondicionamento dos resíduos em “sacos/embalagens” de cor diferenciada e pré rotuladas com “covid-19” para descarte dos resíduos contaminados (CAPOOR, 2021).

Além das medidas de proteção adotadas pelo estado de São Paulo, foi proposto também o decreto N° 64.994, de 28 de maio de 2020, que instituiu o “Plano São Paulo” com o objetivo de implementar e avaliar ações e medidas estratégicas de enfrentamento à pandemia decorrente da COVID-19. (LEI N° 16.287, DE 18 DE JULHO DE 2016).

Portanto, tendo em vista as fontes de geração de RSS, como hospitais, postos de saúde e de vacinação, além dos domicílios que passaram a descartar resíduos de proteção individual (máscaras), a preocupação com a segregação, acondicionamento e tratamento de disposição final, tornou-se uma realidade em todos os países.

Segundo o Departamento de Ecologia e Meio Ambiente da China, a produção de resíduos de serviço de saúde na cidade de Wuhan teve um aumento de 23%, passando de 4.902,8t/d para 6.022t/d (Tang, 2020).

De acordo com a Central de Controle de Poluição (CPCB), na Índia foram registradas 710 t/dia de RSS durante o período de pandemia, 101 toneladas a mais do que eram geradas no período pré-pandemia. O relatório ainda aponta que antes da pandemia, em um hospital, eram gerados de 500 a 750 g/leito/dia que passou para 2500 a 4500 g/leito/dia durante a pandemia (CAPOOR, 2021).

Segundo Ma, Y., et al. (2020), o aumento significativo dos RSS pode acarretar problemas no gerenciamento, desde a segregação e acondicionamento até na capacidade dos sistemas de tratamento. Na China, incineradores de Resíduos Sólidos Urbanos têm sido utilizados para o tratamento emergencial de RSS durante o período de pandemia.

Por outro lado, estudo realizado pela URBAN (2020) nos primeiros 2 meses da pandemia no Brasil apontou uma queda de 17% na coleta e tratamento destes resíduos de serviços de saúde.

Importante destacar também que com o início do processo de vacinação da população, acentuou ainda mais a geração dos resíduos de serviços de saúde com o descarte de seringas e agulhas nos postos de vacinação. Em São Caetano do Sul, segundo a Secretaria de Estado de Saúde, desde a primeira vacina aplicada no dia 17 de janeiro de 2021 até o dia 23 de setembro de 2022, foram aplicadas 473.197 doses de vacina contra o COVID-19 e no estado de São Paulo foram aplicadas 123.512.940.

Isso demonstra a gravidade no aumento da geração dos RSS, que apresentam tanto um risco de infecção como de acidente, agravando mais a sua periculosidade.

Diante de uma situação sem precedentes e de repercussões inimagináveis, a pesquisa revelou-se de extrema importância para o contexto brasileiro. O aumento significativo na geração e o descarte inadequado de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) durante a pandemia acarretaram sérios problemas de saúde pública e causaram um impacto ambiental considerável. Foi crucial compreender que a gestão inadequada desses resíduos podia resultar na disseminação de patógenos, representando uma ameaça direta à saúde da população. Além disso, o impacto ambiental pode se estender para a contaminação do solo e da água, comprometendo ecossistemas e aumentando os riscos para a biodiversidade. Nesse contexto, uma abordagem eficaz para o manejo e tratamento dos RSS foi essencial não apenas para conter os riscos à saúde, mas também para preservar a integridade ambiental a longo prazo.

Nesse sentido, o presente trabalho objetivou avaliar o impacto da pandemia nos RSS gerados e, correlacionando dados de geração com a taxa de isolamento, casos novos e óbitos. Foram investigados os efeitos da pandemia do COVID-19 na geração e tratamento de resíduos de serviço de saúde em 3 cidades, localizadas na capital, próxima a capital e no interior do estado de São Paulo, tendo em vista a hipótese de que cidades mais próximas a capital tem uma melhor infraestrutura para a gestão de RSS, ressaltando a importância do manejo e destino correto para este tipo de resíduo, dado que estes necessitam de tratamento especial pela sua periculosidade.

2. OBJETIVOS DA PESQUISA

2.1 Geral

Esta pesquisa tem por objetivo geral analisar os impactos da pandemia do COVID-19 nas etapas de gerenciamento de resíduos de serviço de saúde (geração, segregação, acondicionamento, coleta e tratamento) nos municípios de São Caetano do Sul/SP e Rio Claro/SP, fazendo uma comparação nos períodos antes da pandemia, pandemia e pós pandemia.

2.2 Específicos

- Analisar as ações realizadas em relação ao manejo e tratamento frente ao aumento da geração dos RSS.
- Avaliar a geração de RSS nos períodos pré pandemia, pandemia e pós pandemia.
- Investigar a geração de RSS em relação às fases de restrição de circulação impostas pelo decreto estadual e municipal.
- Avaliar a relação entre a geração de RSS e o número de infectados notificados nos municípios.
- Avaliar a relação entre a geração de RSS e o número de óbitos por COVID-19 nos municípios.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A pandemia no Brasil

O Ministério da Saúde aponta que no dia 26 de fevereiro de 2020 foi diagnosticado o primeiro caso de COVID-19 no Brasil. Observa-se por meio de dados divulgados pelo Centro Universitário Johns Hopkins for Systems Science and Engineering (JHU CSSE) a rápida evolução do COVID-19 no Brasil e observa-se um pico no número de casos de 2020 em julho e agosto.

Segundo dados do Ministério da Saúde, no Brasil, a partir de 19 de agosto de 2020, foi registrado um total de 3.407.354 casos confirmados e 109.888 mortes devido ao COVID-19, caracterizando uma taxa de letalidade (CFR) de 3,2% e uma elevada taxa de avanço do vírus. Esses números não levam em conta os indivíduos assintomáticos ou pré-sintomáticos que não são testados ou internados.

De acordo com (PENG et al., 2020), no Brasil, o avanço no número de casos confirmados provocou o aumento significativo da quantidade de RSS relacionados ao COVID-19. Os EPI 's passaram a ser usados em ambiente doméstico para proteção da população, gerando maior número de resíduos infectados (ILYAS et al., 2020). Houve a elevação de dez a 20 vezes na geração de RSS em unidades de atendimento à saúde (ABRELPE, 2020).

De acordo com os dados fornecidos pela Prefeitura Municipal de São Paulo (2023), acerca da geração de Resíduos de Serviço de Saúde (RSS) de grandes geradores na cidade de São Paulo, a média de aumento nos anos que antecederam a pandemia (2017 a 2019), apresentaram uma tendência negativa, indicando uma diminuição na geração dos RSS nesse período. Em 2019, a quantidade de RSS coletada foi de 33.517 toneladas, e esse valor aumentou para 36.869 toneladas em 2020, isso representa um aumento de 10% na geração, 3.352 toneladas a mais. Durante a pandemia (2020 a 2021), evidencia-se um aumento de 17,4% na geração dos RSS, passando de 36.869 toneladas para 43.294 toneladas, 6.425 de toneladas a mais.

Essa significativa variação nos resíduos de serviço de saúde de 2019 para 2020 pode ser atribuída a diversos fatores, incluindo mudanças nas práticas de descarte, flutuações na demanda por serviços de saúde e possivelmente influências da pandemia que começou no início de 2020. Em 2021, o aumento significativo de 17,4% na geração RSS pode ter sido impulsionado pela retomada das cirurgias eletivas, anteriormente suspensas em 2020 devido às

restrições pandêmicas, e pelo início expressivo da vacinação contra a COVID-19, além das mudanças nas práticas de descarte e influências da pandemia.

No período pós-pandemia, representado pelos dados de 2022, observamos uma inversão na tendência, com a média de aumento voltando a ser negativa, indicando uma redução de 8,34% em comparação com o ano anterior (2021), 3.398 toneladas a menos. A diminuição sugere uma possível estabilização ou retorno aos padrões anteriores à pandemia.

3.2 Definição e classificação dos RSS

Segundo a Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 222, de 28 de março de 2018, da Anvisa, artigo 2:

- 1º Para efeito desta resolução, definem-se como geradores de RSS todos os serviços cujas atividades estejam relacionadas com a atenção à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamamento (tanatopraxia e somatoconservação); serviços de medicina legal; drogarias e farmácias, inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos, importadores, distribuidores de materiais e controles para diagnóstico in vitro; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de piercing e tatuagem, salões de beleza e estética, dentre outros afins.

De acordo com a Resolução de Diretoria RDC 222/2018 os RSS são classificados em cinco grupos, conforme a Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 - Descrição dos grupos de RSS em conformidade com a RDC 222/2018 da Anvisa.

Grupos	Descrição
Grupo A	Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características, podem apresentar risco de infecção. São divididos em 5 subgrupos, classificados de acordo com o material do sólido descartado
Grupo B	Resíduos contendo produtos químicos que apresentam periculosidade à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade, mutagenicidade e quantidade.
Grupo C	Qualquer material que contenha radionuclídeo em quantidade superior aos níveis de dispensa especificados em norma da CNEN e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista.
Grupo D	Resíduos que não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares.
Grupo E	Materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como: lâminas de barbear, agulhas e diversos outros.

Fonte: Agência Nacional de Vigilância Sanitária - RDC 222/2018.

Os RSS devem ser segregados no momento de sua geração, conforme classificação por Grupos constantes no Anexo I desta Resolução, em função do risco presente (Art. 11). Com base no Art. 13 os RSS no estado sólido, quando não houver orientação específica, devem ser acondicionados em saco constituído de material resistente a ruptura, vazamento e impermeável.

3.3 Geração de RSS nos períodos de pandemia

De acordo com Zuo (2020) a China no período pré-pandemia já apresentava sobrecarga nos sistemas de tratamento dos RSS, em 2018, por exemplo, a China gerou mais de 200 milhões de toneladas de RSS. Em Wuhan, com o avanço na pandemia, a geração de RSS aumentou seis vezes, chegando a 240 toneladas/dia. Segundo Jiangtao e Zheng (2020) 200 kg de máscaras faciais foram coletadas nas lixeiras da Zona de Desenvolvimento Econômico de Wuhan.

Na China, a produção de resíduos relacionados ao COVID-19, representou um aumento de 370% em sua produção (TANG, 2020). Na capital da Índia em Deli, são geradas 11 toneladas de RSS a cada dia, segundo dados do Conselho Central de Controle de Poluição (CPCB, 2020) do país. Já na Espanha, devido ao aumento de casos, o país gerou uma quantidade de resíduos, cujo tratamento se tornou uma tarefa desafiadora. Os resíduos incluem luvas cirúrgicas, máscaras faciais e aventais. Os EPI 's tiveram um aumento de 350%, conforme registrado pela Agência de Resíduos da Catalunha no início de março de 2020. A geração usual de RSS, de

275 toneladas/mês, passou para 1.200 toneladas/mês de resíduos relacionados ao COVID-19 (ACRPlus, 2020).

Como demonstrado, o aumento de RSS foi observado em diversos locais do mundo. Um hospital universitário na Jordânia evidenciou o aumento de 10 vezes na produção de resíduos associados à ocupação de 95 pacientes diagnosticados com COVID-19 (SILVA et al., 2020).

Em contrapartida em Regina, cidade localizada no interior do Canadá, a quantidade de RSS gerados em 2020 foi menor em comparação com os anos anteriores, em período pré-epidêmico (RICHTER, 2021, p. 49).

Algumas possíveis razões para a redução dos RSS podem estar relacionadas com pessoas que evitam hospitais por medo de infecção do COVID-19 (Kittleson, 2020), acesso limitado a hospitais (SILVA et al, 2021), e o cancelamento de diversas cirurgias eletivas (Søreide et al., 2020).

Na Índia, de acordo com a CPCB (2020) do Ministério do Meio Ambiente, Florestas e Mudanças Climáticas, divulgou diretrizes para o sistema de gestão dos RSS. Máscaras e luvas usadas por pessoas, para medidas preventivas, devem ser envolvidas por um período mínimo de 72h, antes do descarte como Resíduo Sólido Urbano (RSU). Os resíduos derivados do COVID-19 gerados em enfermarias isoladas devem ser armazenados em sacos amarelos de dupla camada para coleta e armazenamento separados. Este deverá ser marcado como “resíduo COVID-19” para tratamento prioritário.

Na Coreia do Sul os resíduos domésticos gerados por pessoas em quarentena, de acordo com as diretrizes de resíduos provenientes do COVID-19, devem ser tratados como RSS (ESCAP, 2020).

Na Espanha, devido à falta de diretrizes no surto inicial, a segregação de resíduos derivados do COVID-19 foi a etapa mais desafiadora na região e no ambiente doméstico, principalmente os resíduos gerados pelas pessoas em quarentena domiciliar. Foi observado que a coleta de resíduos de COVID-19 foi direcionada junto com a dos resíduos sólidos urbanos, no entanto, a instrução foi de selar os sacos contendo os resíduos e mantê-los distante de pessoas não infectadas (ACR Plus, 2020).

De acordo com ILYAS et al (2020) o Ministério da Coreia do Sul determinou que os resíduos gerados pelos pacientes em quarentena domiciliar seriam armazenados em sacos e recipientes específicos após o uso de um desinfetante. Na Espanha três fábricas foram adaptadas para tratamento de resíduos sólidos urbanos via incineração, visando aumentar a capacidade de

processamento com a utilização das instalações dos incineradores dos resíduos sólidos urbanos. Em Wuhan, o sistema de tratamento dos RSS também não foi suficiente, e os RSS tiveram que ser levados a cidades próximas, como Xianyang, para tratamento (ILYAS et al., 2020).

No Brasil, segundo Ministério de Saúde no Brasil, os resíduos gerados a partir do atendimento de pessoas suspeitas ou infectadas por COVID-19, tanto em hospitais quanto em isolamento domiciliar, devem ser considerados como RSS da categoria A (subgrupo A1) (ANVISA, 2018), dado o patógeno classificado como um agente biológico de Classe 3 – alto risco de transmissão individual e risco moderado de transmissão para a comunidade (ABES, 2020). Baseando-se nesta classificação, a gestão de resíduos da Covid-19, inclui recomendações semelhantes às que foram adotadas internacionalmente.

Segundo orientação da ABES (2020) todos os resíduos produzidos por indivíduos infectados no isolamento domiciliar (recicláveis, restos de alimentos, resíduos infecciosos, líquidos e materiais perfurocortantes) deveriam ser separados dos resíduos produzidos por outros membros da casa, e os materiais recicláveis de pessoas contaminadas não poderiam ser encaminhados para coleta seletiva ou reciclagem.

Os resíduos deveriam ser acondicionados duas vezes, preferencialmente utilizando sacos plásticos brancos, ou na ausência deste tipo, sacos plásticos resistentes, identificados com etiqueta indicando a presença de resíduos perigosos (“Resíduos Covid-19”). O serviço de limpeza pública municipal deveria determinar os procedimentos de coleta e destinação dos resíduos da COVID-19 produzidos nas residências e os resíduos infectados não deveriam ser descartados em aterros sanitários sem tratamento prévio (ABES, 2020).

4. METODOLOGIA

Neste item são descritos os caminhos percorridos para a investigação dos objetivos propostos. A metodologia da pesquisa foi dividida em quatro etapas: (1) Revisão de dados da literatura; (2) Elaboração do formulário e levantamento de dados de campo; (3) Compilação e análise dos dados; (4) Análise comparativa dos protocolos de saúde adotados no Brasil e em outros países.

Figura 1 - Fluxograma das etapas da metodologia



Fonte: Autor

4.1 Revisão de dados da literatura

Em relação a essa pesquisa, primeiramente foi realizado o levantamento de dados para entendimento do impacto da pandemia na geração de resíduos de serviço de saúde, e os impactos destes resíduos para os municípios no Brasil e em outros países. A pesquisa bibliográfica foi realizada pela consulta a revistas e artigos de periódicos, fornecendo dados técnicos para a revisão da literatura, desse modo foram levantados uma base de dados sobre o impacto da pandemia na geração, no tratamento e na gestão dos RSS.

Foram consultados 32 artigos e sites para a obtenção de dados e informações, incluindo referências bibliográficas como ACR Plus, ABES, ABRELPE, ANVISA, Basel Convention, CPCB, CONAMA, DATASUS, ESCAP-United Nation Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, European Commission, entre outros. Também foram consultados sites governamentais, como o da Anvisa, o do Governo do Estado de São Paulo, os sites das prefeituras de ambos os municípios e o site da prefeitura da cidade de São Paulo.

- Motores de busca:(ASCE, EBSCO, Google Acadêmico, Science Direct, SciELO e Scopus).
- Palavras-chave: “RESÍDUOS” (WASTE), “PANDEMIA (PANDEMIC).”, “RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE” (HEALTH SERVICES WASTE), “GESTÃO” (MANAGEMENT), “TRATAMENTO” (TREATMENT)

4.2 Elaboração do formulário e levantamento de dados de campo

Para o desenvolvimento da pesquisa foram selecionados os municípios de São Paulo, São Caetano do Sul/SP e Rio Claro/SP. Por hipótese, cidades localizadas próximas à capital podem apresentar melhor infraestrutura tanto de assistência à saúde como de tratamento dos RSS do que cidades localizadas no interior, além do maior número de estabelecimentos prestadores de assistência médica, o que pode acarretar a maior geração de RSS.

A primeira fase da pesquisa de campo foi o contato com as prefeituras com a finalidade de expor a pesquisa e solicitar a colaboração no fornecimento de dados referentes aos procedimentos adotados na gestão dos RSS pelas administrações públicas.

Para levantamento de dados, foram elaboradas questões que tiveram por princípio avaliar as condições de manejo e tratamento dos resíduos de serviço de saúde frente ao período na pandemia.

Em seguida foi levantada a coleta de dados quantitativos e qualitativos para traçar um diagnóstico do gerenciamento dos RSS adotados nos municípios. Para isso foi realizada entrevista estruturada, com formulário composto por questões abertas e fechadas. Para realizar a entrevista, foi enviado o formulário e posteriormente realizada uma entrevista por telefone, tendo em vista o processo de isolamento social que inviabilizou a entrevista presencial.

Foram levantadas informações a respeito da geração, acondicionamento, coleta, transporte e tratamento dos RSS, bem como as ações de caráter emergenciais adotadas. Nesse sentido, buscou-se a quantidade de estabelecimentos geradores destes resíduos, frequência de coleta dos resíduos, capacidade da estação de transbordo, tratamento adotado e capacidade de processamento.

Em um segundo momento buscou-se o histórico mensal da geração de RSS obtido junto ao Departamento de Resíduos Sólidos vinculado à Secretaria Municipal

de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do município de Rio Claro. Porém, em função da perda de dados durante a troca da administração do local, este apenas conseguiu nos informar da geração de RSS nos anos de 2020 e 2021.

Em São Caetano do Sul, o histórico mensal da geração de Resíduos Sólidos de Saúde (RSS) foi obtido em colaboração com a SAESA, Secretaria de Água e Esgoto, responsável pelos resíduos sólidos, assim como em Rio Claro, os dados foram coletados em dois períodos: inicialmente em 2022 e posteriormente atualizados em novembro de 2023.

Concomitantemente, foram coletados os dados da geração de RSS da cidade de São Paulo, conforme informações disponíveis no site oficial da Prefeitura Municipal de São Paulo (Prefeitura de São Paulo, Secretaria Municipal de Meio Ambiente, SP Regula).

Além dos dados referentes aos RSS dos municípios, foram pesquisados no site do Governo do Estado de São Paulo os dados diários do número de casos confirmados e o número de óbitos por COVID-19. Os dados de casos de infectados e de óbitos por COVID-19 divulgados no site do Governo. Os dados disponíveis eram referentes ao número total de casos (acumulados desde o início da pandemia), sendo, portanto, necessário a elaboração de uma planilha para calcular os novos casos diários.

Em paralelo, foram levantados os dados de isolamento social adotados em cada município, obtidos no site do governo Estado de São Paulo com a finalidade de confrontá-los com a geração de RSS: “Os dados foram disponibilizados diariamente (expressos em porcentagem da população isolada). Considerando que os dados de geração de RSS foram apontados mensalmente, foi necessário calcular a taxa de isolamento mensal, a qual foi obtida com o cálculo da média aritmética dos dados diários de cada mês. Por último, foram obtidos os dados da vacinação, na Secretaria de Meio Ambiente, na parte da Vigilância Epidemiológica de Rio Claro, visando confrontá-los com a geração de RSS para a análise do impacto da vacinação neste.

4.3 Compilação e análise dos dados

A análise foi realizada com os dados da geração de RSS e com o cruzamento dos dados de geração de RSS com as seguintes variáveis: porcentagem de isolamento; número de casos de infectados e de mortes. A finalidade inicial foi verificar possíveis relações entre estas variáveis, buscando-se o melhor coeficiente de correlação entre elas, utilizando a planilha

Excel. A análise da geração de RSS (Resíduos de Serviço de Saúde) abrangeu o período de 2018 a 2023, com o objetivo de avaliar o comportamento durante os períodos pré-pandemia (2018 e 2019), pandemia (2020 e 2021) e pós-pandemia (2022 em diante). Devido à perda de dados em Rio Claro nos anos de 2018 e 2019, e à falta de disponibilidade de informações para 2022 e 2023, foram utilizados os dados de geração de RSS da cidade de São Paulo como substitutos. Essa escolha permitiu a comparação com São Caetano do Sul, buscando dados relevantes para a pesquisa. Já a análise do cruzamento dos dados de geração de RSS com as variáveis mencionadas acima, incluiu os anos de 2020 a 2022 (período pandêmico), para avaliar a relação entre as variáveis.

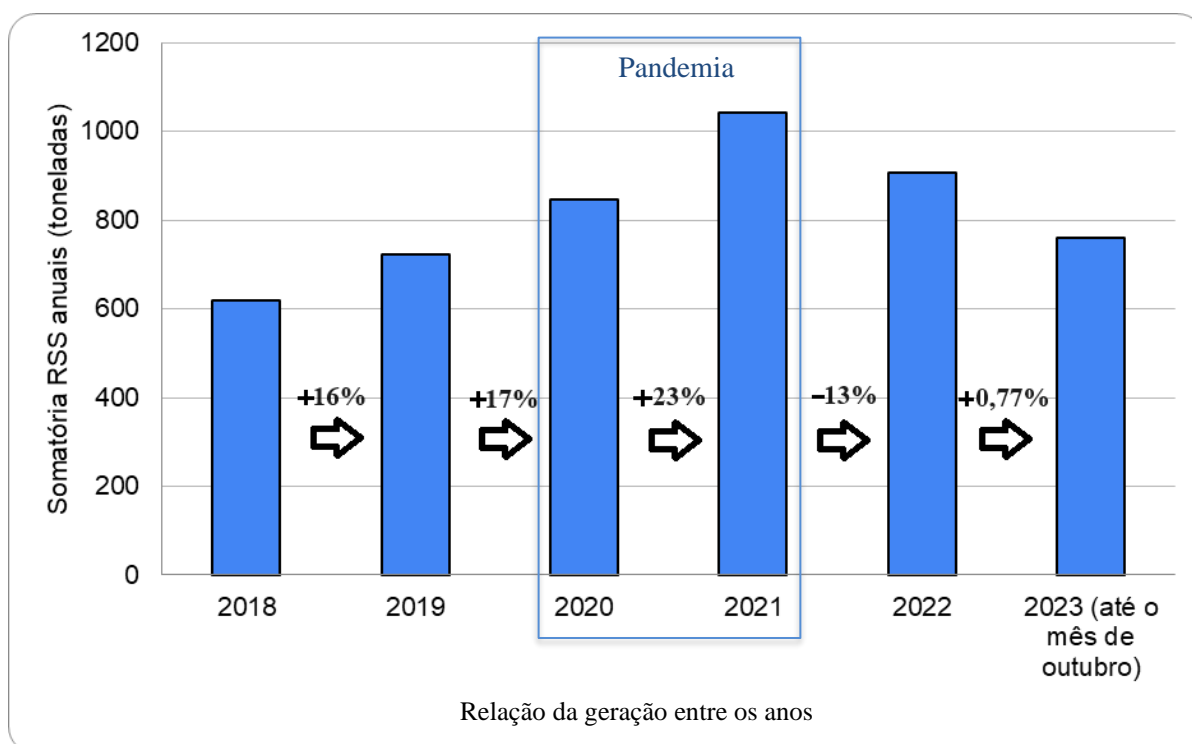
A análise temporal foi realizada por meio de gráficos que comparam a quantidade de resíduos gerados, e o mesmo em relação à média mensal de isolamento, número de infectados e óbitos mensais.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise do histórico de geração de RSS

A seguir a Figura 2 e a Tabela 2 apresentam a geração anual de RSS para o município de São Caetano do Sul.

Figura 2 - Geração anual de RSS no município de São Caetano do Sul/SP



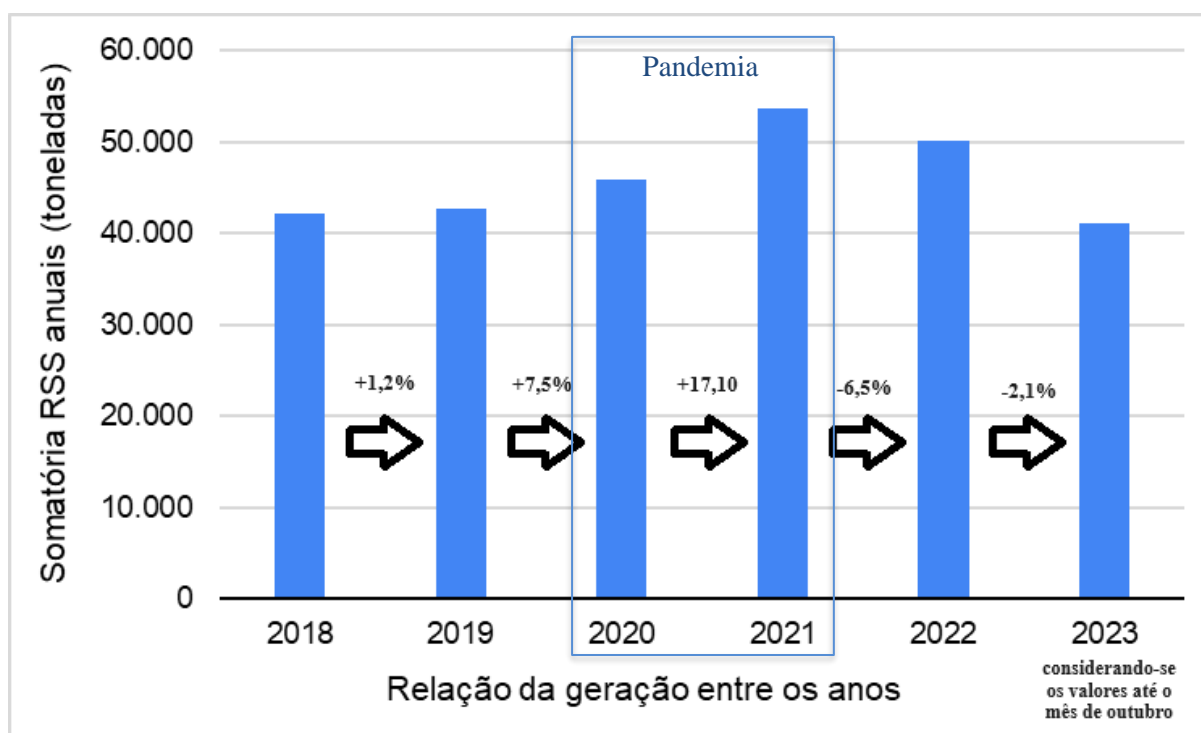
Fonte: Autor (2023)

Observa-se na Tabela 2, no município de São Caetano do Sul, que no período pré pandemia (2018 para 2019) ocorreu um aumento de 16% na geração de RSS. Já no período de 2019 para 2020, compreendendo o primeiro ano de pandemia, o aumento da geração foi de 17%. Portanto, observa-se que para o primeiro ano de pandemia (2020) não ocorreu alteração significativa na geração de resíduos de serviços de saúde (RSS), sendo esta geração (aumento de 1% de um ano para o próximo) considerada “natural” e podendo estar relacionada com o crescimento populacional, quando comparado ao aumento do ano anterior, fora da pandemia. Entretanto, no segundo ano de pandemia (2020 para 2021), ocorreu um aumento de 23%, o que demonstra um aumento significativo consequente da geração de resíduos associados ao tratamento da COVID-19, o qual pode estar associado ao aumento do número de postos de

saúde de atendimento e ao aumento da geração de RSS do grupo E – “perfurocortantes” decorrente do início do período de vacinação. Entretanto, em 2022, período pós pandemia, observa-se uma redução de aproximadamente 13% na geração de RSS, isso pode estar associado a redução do número de casos graves, que necessitam de internação, possivelmente decorrente do avanço da imunização da população (vacinação).

Observa-se na Figura 3, segundo dados da PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO (2023), de maneira semelhante, na cidade de São Paulo, um padrão de variação na geração de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) ao longo dos anos. No período pré-pandemia (2018 para 2019), apresentou aumento de 1,20%. Durante o primeiro ano de pandemia (2019 para 2020), aumento de 7,50% na geração de RSS. Notavelmente, o segundo ano de pandemia (2020 para 2021) testemunhou um aumento significativo em ambas as localidades, com São Paulo registrando 17,10%. Entretanto, a resposta pós-pandemia revela uma redução na geração de RSS, com uma queda de 6,50% na geração. Esses resultados sugerem que a dinâmica de geração de RSS está alinhada entre as duas localidades, com variações similares nos mesmos períodos, indicando uma possível influência de fatores regionais, como avanço da vacinação e políticas de saúde, sobre a gestão de resíduos em âmbito municipal.

Figura 3 - Geração anual de RSS no município de São Paulo/SP

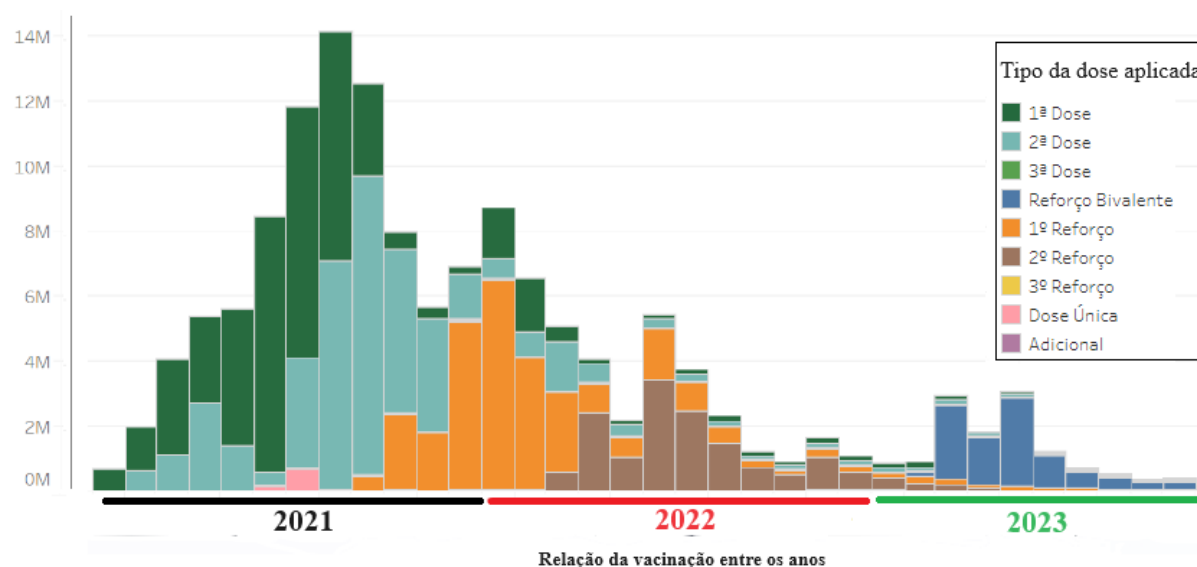


Fonte: Autor (2023)

Apesar dessa redução, o ano de 2022 apresenta uma maior geração de RSS que o ano

de 2020 (ano pandêmico) O aumento na geração de Resíduos de Serviço de Saúde (RSS) em 2022, comparado a 2020, pode estar relacionado a vários fatores, incluindo o crescimento populacional e a retomada de atividades médicas e cirúrgicas que foram adiadas ou suspensas durante o período pandêmico. Em 2023 (até o mês de outubro), é observado um leve aumento de 0,77% na geração de RSS se comparado com 2022(até o mês de outubro), esse aumento pode estar relacionado ao aumento populacional. Isso sugere que o ano de 2021, foi o mais afetado pela pandemia principalmente pela volta de cirurgias eletivas e o início em larga escala da vacinação, principalmente da segunda dose, gerando também RSS (perfurocortantes), segue abaixo gráfico com o processo de vacinação no Estado de São Paulo.

Figura 4 – Evolução de aplicação Segundo Tipo de dose por mês, no estado de São Paulo.



Fonte: Autor baseado no gráfico do Estado do Governo de São Paulo (2023).

Na Figura 4, o gráfico apresenta a quantidade de doses de vacina aplicadas. Observa-se que no ano de 2021 houve a maior aplicação de doses de vacina da COVID-19, bem maior em comparação com 2022 e 2023, e conseqüentemente trazendo uma maior geração de RSS, principalmente a do grupo E (perfurocortantes). Segundo dados do site do Governo Do Estado de São Paulo (2023), as maiores aplicações de vacina no estado ocorreram entre junho a dezembro de 2021, como comparação, o pico de vacinas aplicadas em um mesmo dia em 2022 foi pouco mais de 400 mil e em 2021 foram mais de 800 mil de vacinas aplicadas em um mesmo dia. O início da vacinação no Brasil foi no dia 17 de janeiro de 2021, observa-se, portanto, um aumento na geração de RSS, mas futuramente uma menor taxa de interações dada a aplicação da vacina (BITAR, 2022).

Tabela 2 - Geração anual de RSS no município de Rio Claro/SP, São Caetano do Sul/SP e São Paulo/SP.

Ano	2018	2019	2020	2021	2022	2023(até o mês de outubro)
Geração de RSS em Rio Claro/SP	-----	-----	291,1	358	-----	-----
Varição em relação ao ano anterior (%)	-----	-----	-----	23%	-----	-----
Geração per capita (kg/hab.ano) Rio Claro	-----	-----	1,4	1,7	-----	-----
Geração de RSS em São Caetano do Sul/SP	619,8	722,7	845,9	1041,1	905,71	760,21
Varição em relação ao ano anterior (%)	-----	16,56%	17,04%	23,09%	-12,98%	0,77%
Geração per capita (kg/hab.ano) São Caetano do Sul	3,9	4,5	5,2	6,4	5,5	--
Geração de RSS em São Paulo/SP	42.131	42.645	45.820	53.624	50.131	41.151
Varição em relação ao ano anterior (%)		1,20%	7,50%	17,10%	-6,50%	-2%
Geração per capita (kg/hab.ano) São Paulo	3,68	3,48	3,71	4,68	4,08	3,34

Fonte: Autor (2023)

Em função da impossibilidade da obtenção de dados de geração no período pré e pós-pandêmico de Rio Claro, o que foi possível observar é, o aumento também da geração de RSS decorrente do segundo ano de pandemia, assim como ocorreu em São Caetano do Sul e em São Paulo.

De acordo com Rhee (2020) a Coreia do Sul gerou uma média diária de RSS de 10,17 t/dia, nos meses iniciais da pandemia (fevereiro e março). Já em abril, foram gerados aproximadamente 20 t/dia demonstrando o aumento da geração de RSS diários, devido a pandemia e ao agravamento do COVID-19, portanto houve aumento de 96% aproximadamente logo no início da pandemia, o que não foi observado no município de São Caetano do Sul.

Considerando que São Caetano do Sul localiza-se em uma área conurbada, possivelmente no início da pandemia, a assistência de saúde foi realizada no município de São Paulo, que desde o início da pandemia já criou centros de atendimento para COVID, ocasionando a geração de RSS em outro município. Com o avanço da pandemia, novas instalações foram criadas em São Caetano do Sul para atendimento de COVID-19 refletindo no aumento da geração.

Segundo dados do Departamento Brasileiro de Informática do Sistema Único de Saúde

(DATASUS), que inclui apenas dados da população brasileira sistema de saúde, coletados na aba de informações de saúde pública - TABNET, houve diminuição de aproximadamente 20%, no ano de 2019 para 2020, na realização de procedimentos cirúrgicos. Portanto, a redução de cirurgias eletivas que podem ter ocorrido em São Caetano do Sul possivelmente gerou uma menor geração de RSS, sendo um dos elementos que contribuiu para o não aumento da geração.

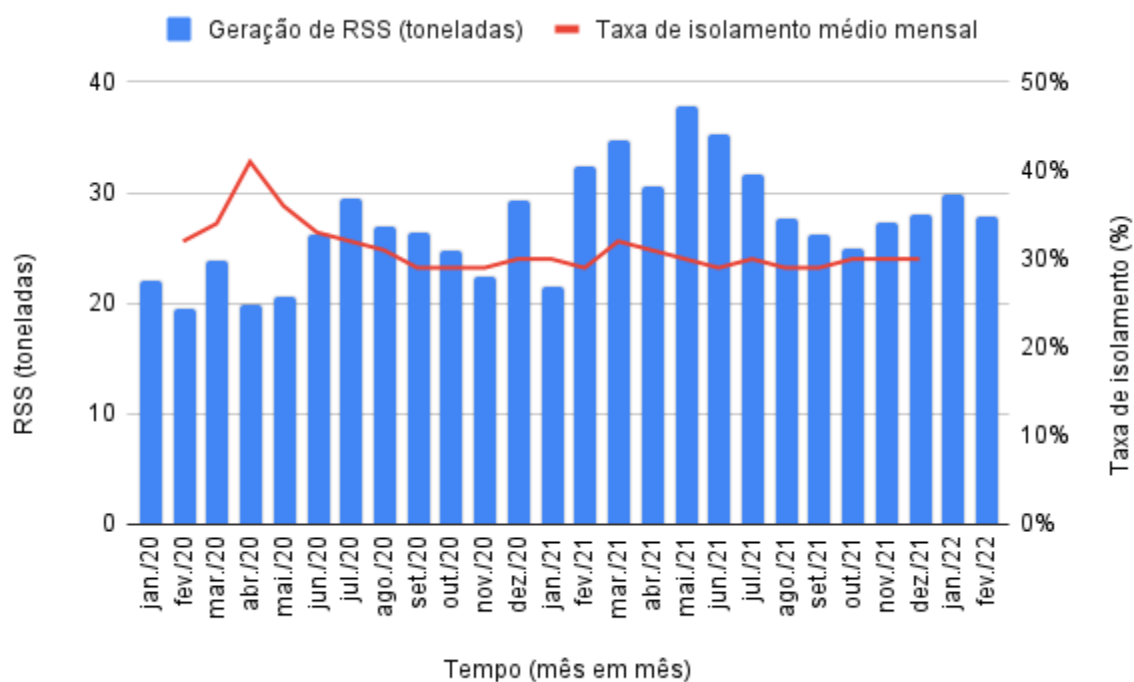
Já o aumento na geração de RSS em 2021 está associado ao aumento no número de casos, ao início da vacinação e a volta da realização de cirurgias eletivas com um aumento de 36,6% no ano de 2020 para 2021 (DATASUS, 2023).

Observa-se na Tabela 2 que a geração per capita (kg/hab.ano) de RSS do município de São Caetano do Sul é maior que a de Rio Claro, em função possivelmente do maior número de hospitais e uma maior infraestrutura de assistência médica em São Caetano do Sul quando comparado com Rio Claro, o que possivelmente atrai pessoas de cidades menores, localizadas no entorno. Sendo assim o município de São Caetano do Sul acaba gerando mais resíduo, pois este resíduo é contabilizado para o próprio município. Isso gera um aumento na prestação de serviço e conseqüente aumento na geração de resíduo, que muitas vezes é decorrente de uma população não residente do município.

5.2 Análise da geração de RSS por taxa de isolamento

A seguir as Figuras 5 e 6 apresentam a geração de RSS em relação ao isolamento médio mensal nos municípios de Rio Claro e São Caetano do Sul respectivamente

Figura 5 – Comportamento da taxa de geração mensal de RSS em relação a média mensal de isolamento social em Rio Claro/SP

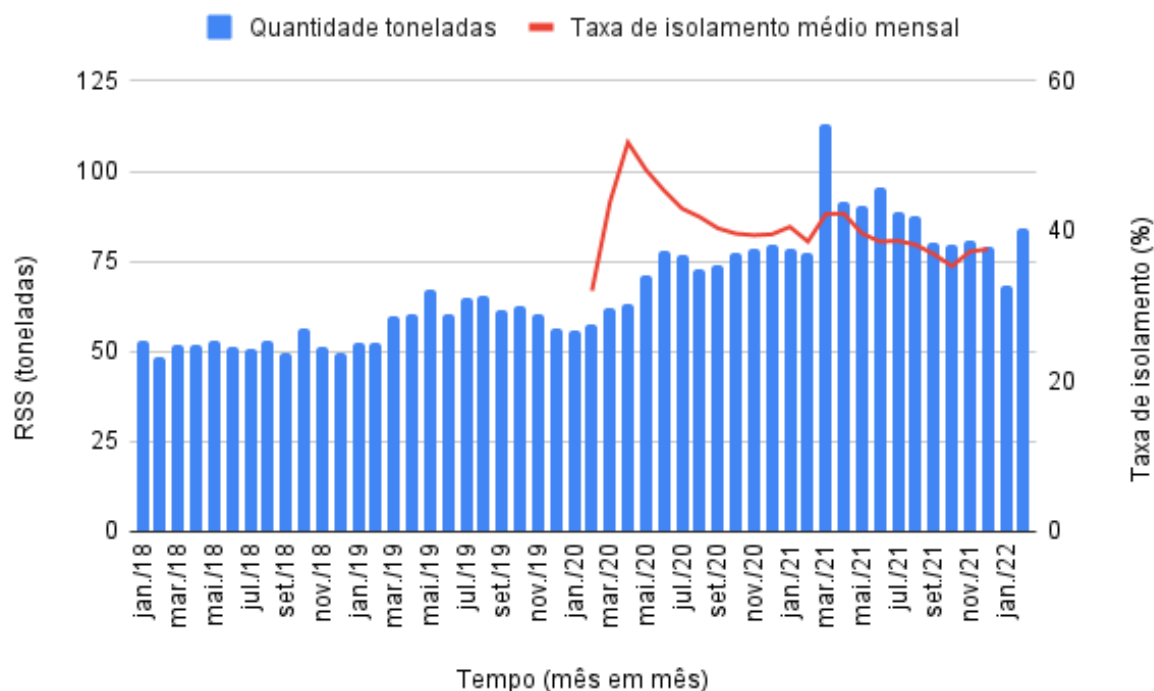


Fonte: Autor (2022)

Observa-se na Figura 5 um aumento da taxa de isolamento médio mensal no começo da pandemia (fevereiro a abril de 2020) e um pico na taxa de isolamento (41%) em abril de 2020 no município de Rio Claro, que refletiu na diminuição de casos e internações, e consequente redução na geração de RSS. Entretanto o afrouxamento da taxa de isolamento para próximo de 30%, não trouxe reflexos significativos na geração de RSS. Importante destacar que no ano de 2021 o aumento de casos de infectados não apresenta relação com o aumento da geração de resíduos, possivelmente devido ao início da vacinação que reduziu o número de casos graves da doença e consequentemente diminuição do número de internações, que em última análise reduziu a geração de RSS.

Já no município de São Caetano do Sul, como evidenciado na Figura 6 demonstrada a seguir, houve aumento do isolamento social no início da pandemia (fevereiro a abril de 2020), com 52%). Esse isolamento, entretanto, não representou uma redução na geração de RSS, observando-se um aumento crescente dos RSS, mesmo durante o período do aumento da taxa de isolamento social.

Figura 6 - Geração mensal de RSS nos períodos pré pandêmico e pandêmico por taxa de isolamento médio mensal em São Caetano do Sul/SP



Fonte: Autor (2022)

A restrição de pessoas teoricamente induz na redução de casos de infecção por conta do menor fluxo de pessoas, ocasionando a redução no número de casos e principalmente de internações, que por sua vez impactam na redução da geração de RSS.

Portanto, Rio Claro e São Caetano do Sul apresentam comportamentos distintos, em relação a taxa de isolamento social relacionado com a geração de RSS, quando comparados. Em Rio Claro a diminuição dos RSS, em função do aumento do isolamento social, ocorre nos meses de março a maio de 2020, começo da pandemia. Em São Caetano do Sul não foi observado nenhum impacto significativo.

Conclui-se que no segundo ano de pandemia (2021) com a redução do isolamento, o retorno das cirurgias eletivas, o início do processo da vacinação e o aumento de casos, é observado um aumento na geração de RSS (23% maior em relação a 2020 em Rio Claro e São Caetano do Sul), no final do ano de 2021 há a diminuição da geração de RSS, isso se deve ao fato do efeito da vacinação, onde há a diminuição dos casos de internação e conseqüentemente uma diminuição da geração de RSS, mesmo com os resíduos provindos da vacinação.

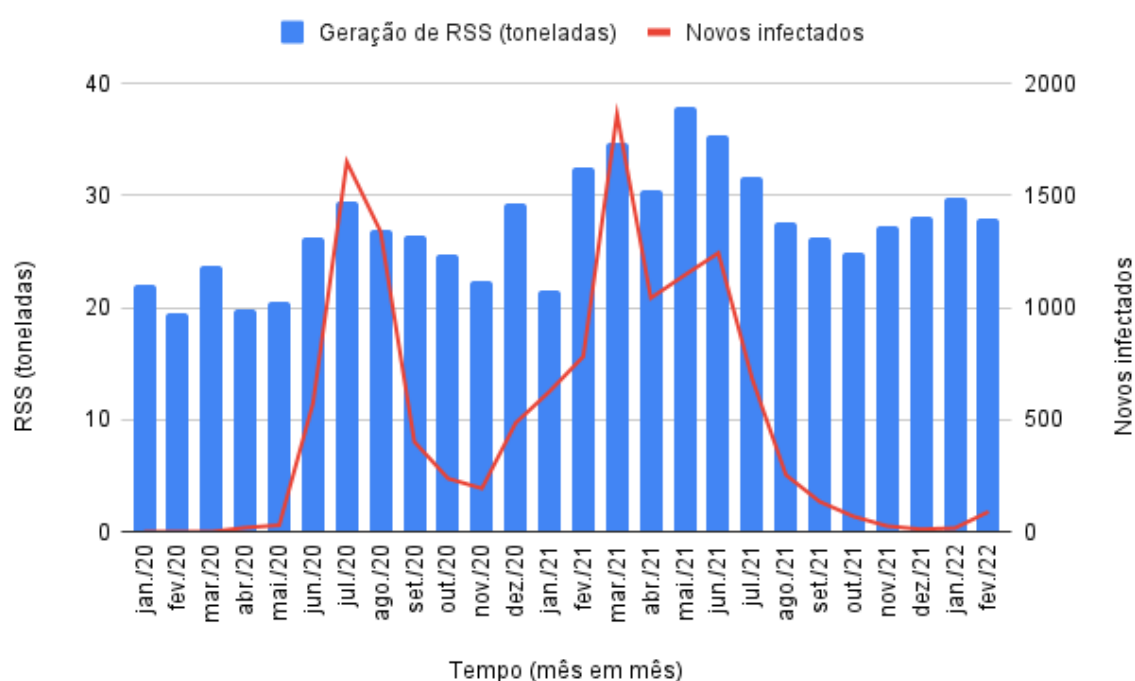
O coeficiente de Pearson é utilizado para medir a força e a direção da relação linear entre duas variáveis. Ele fornece um valor que varia de -1 a 1, onde -1 indica uma correlação negativa

perfeita, 1 indica uma correlação positiva perfeita, e 0 indica ausência de correlação linear. Em resumo, o propósito do coeficiente de Pearson é quantificar o grau de associação linear entre duas variáveis. Em Rio Claro o coeficiente de Pearson entre geração de resíduos e a taxa de isolamento foi de 0,195 e em São Caetano do Sul foi de 0,145, pouco ou nada significativo.

5.3 Análise da geração de RSS relacionado com os dados de casos novos e óbitos

A seguir as Figuras 7 e 8 correlacionam a escala temporal da pandemia com a geração mensal de RSS e com o número de novos infectados no mês.

Figura 7 - Geração mensal de RSS por número de novos infectados em Rio Claro/SP



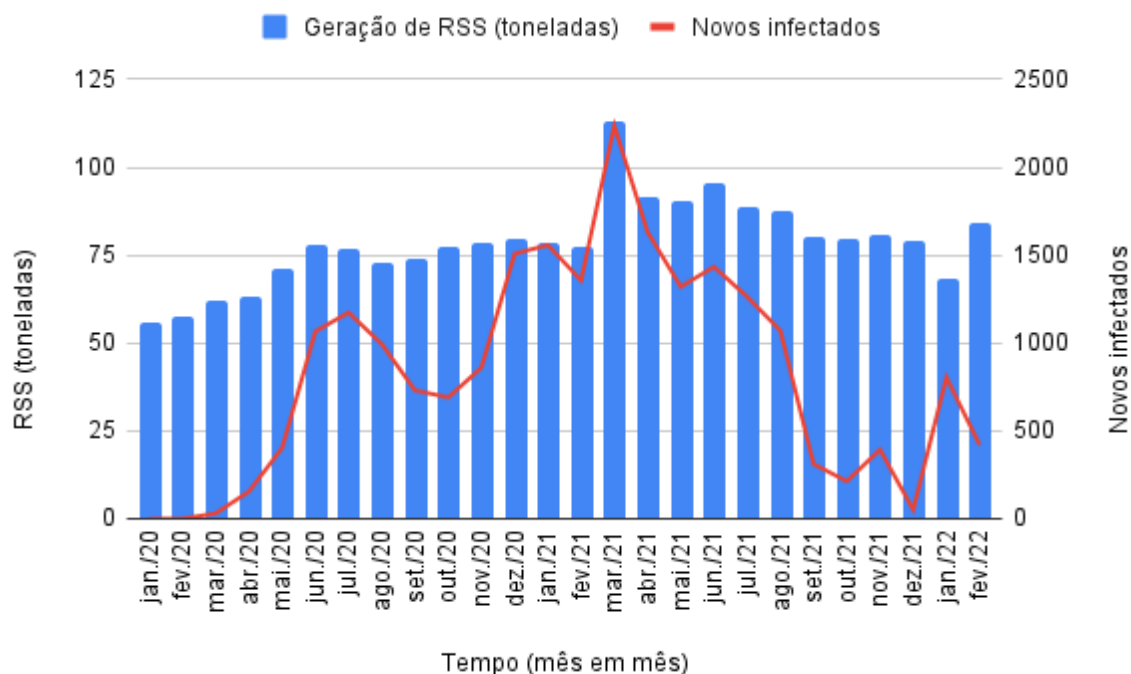
Fonte: Autor (2022)

Observa-se na Figura 7 que o aumento do número de infectados reflete no aumento de internações e conseqüentemente numa maior geração de RSS. No município de Rio Claro nos períodos de maio a julho de 2020, há um aumento no número de infectados e na geração de RSS e logo após, de julho a novembro de 2020, vem a diminuição do número de infectados e conseqüente diminuição na geração de RSS. Esse mesmo padrão se repete de fevereiro a abril de 2021, onde a variação do número de novos infectados e da geração de RSS são diretamente proporcionais, evidenciando essa ligação direta entre as variáveis.

No final do ano de 2021 observa-se o efeito da vacinação no número de novos casos

sem necessidade de internação e conseqüentemente na menor geração de RSS, pois estes são produzidos quando o indivíduo está internado.

Figura 8 - Geração mensal de RSS por número de novos infectados em São Caetano do Sul/SP



Fonte: Autor (2022)

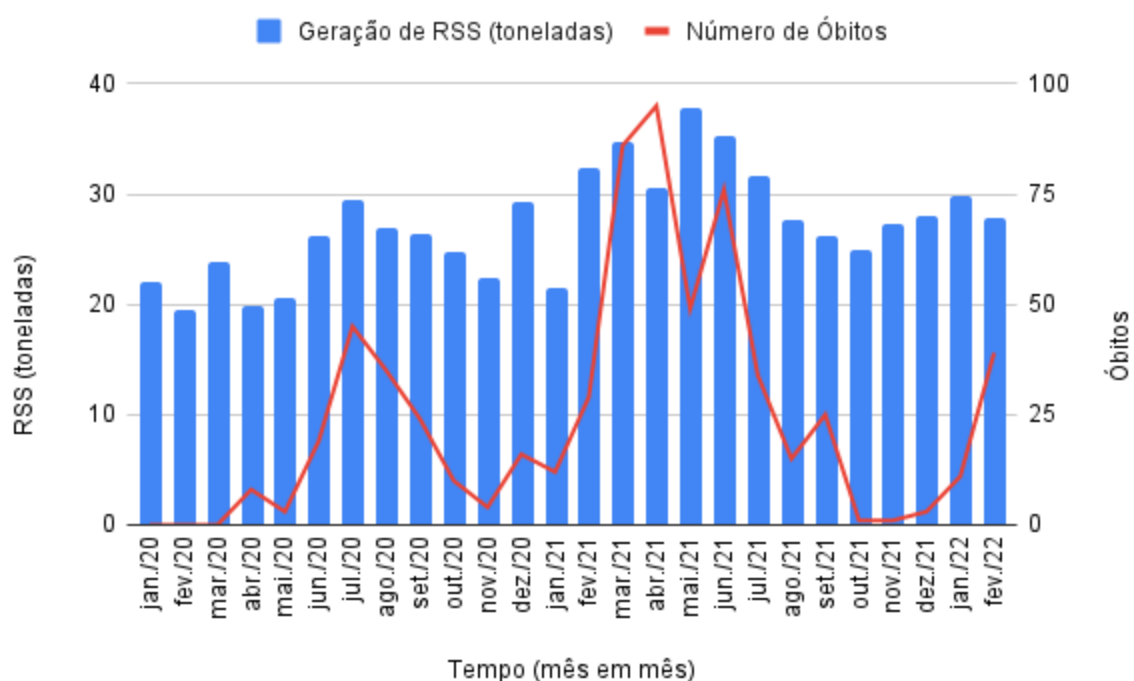
Com base na Figura 8, no município de São Caetano do Sul, nos períodos de fevereiro a março de 2021, há o pico no aumento do número de infectados e na geração de RSS e logo depois, de março a maio, vem a diminuição do número de infectados e conseqüente diminuição na geração de RSS. As variáveis apresentam relação direta assim como os dados de São Caetano do Sul. No final do ano de 2021 observa-se o mesmo efeito da vacinação com a diminuição no número de casos com internações e conseqüente diminuição na geração de RSS.

ZAND (2020) observou a existência de correlação direta entre o número de casos de pacientes hospitalizados devido à COVID-19 e a quantidade de resíduos de serviço de saúde produzidos em Isfahan no Irã. Como demonstrado em ambos os municípios, observa-se que o número de novos infectados, assim como em Isfahan no Irã, está diretamente relacionado com a geração de RSS, quando há o aumento do número de casos, a geração de RSS aumenta também.

Nas Figuras 7 e 8 os gráficos apresentam um Coeficiente de Pearson de 0,442 e 0,562 respectivamente, demonstrando um maior Coeficiente de Pearson em relação às Figuras 5 e 6 que representam a variação da geração de RSS e do isolamento social.

A seguir as Figuras 9 e 10 correlacionam a escala temporal da pandemia com a geração mensal de RSS e número de óbitos no mês.

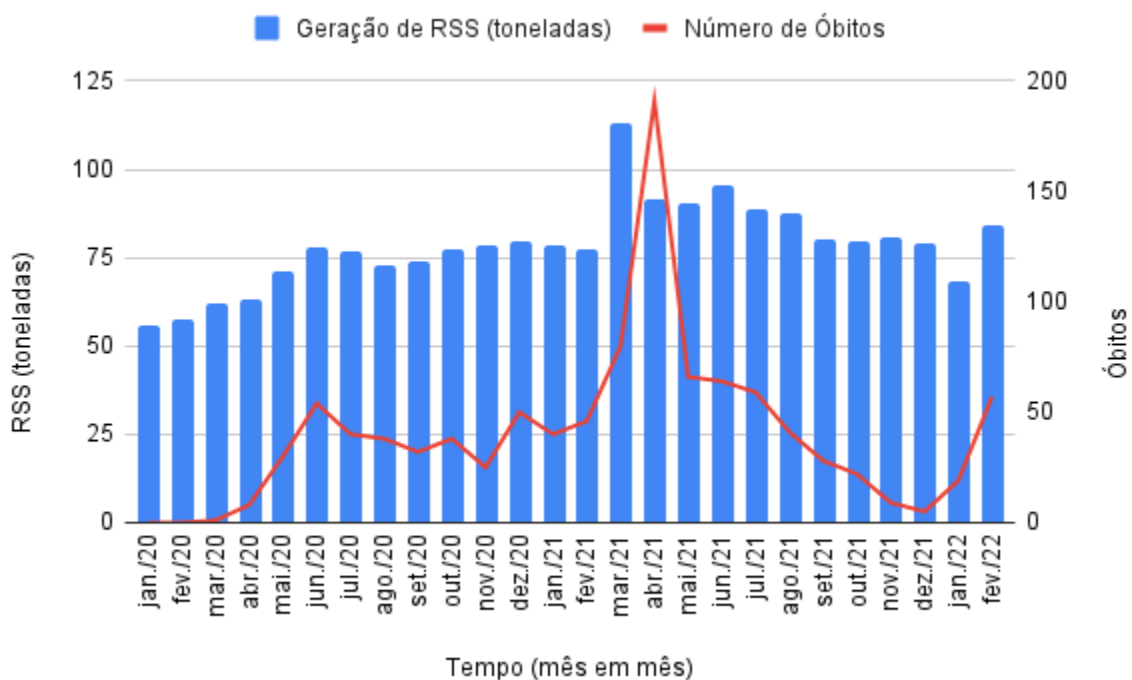
Figura 9 - Geração mensal de RSS e número de óbitos no mês em Rio Claro/SP



Fonte: Autor (2022)

De acordo com a Figura 9, no município de Rio Claro, observam-se os picos de geração de RSS nos meses de fevereiro e março de 2021 e os picos do número de óbitos em março e abril de 2021, ou seja, logo após o pico da geração de RSS.

Figura 10 - Geração mensal de RSS por número de óbitos no mês em São Caetano do Sul/SP



Fonte: Autor (2022)

Segundo a Figura 10, no município de São Caetano do Sul, observa-se o pico de geração de RSS no mês de março de 2021 e o pico do número de óbitos em abril de 2021, logo após o pico da geração de RSS, apresentando um comportamento semelhante ao de Rio Claro.

Observa-se uma pequena diferença do número de infectados na geração de RSS em relação ao número de óbitos em relação a geração de resíduo. O aumento da geração de RSS ocorre logo após o período de aumento de indivíduos infectados. No caso de óbitos o aumento da geração de RSS se deu em um período anterior, tendo em vista que antes do óbito, o indivíduo permaneceu um tempo internado, ocasionando a geração do RSS.

Como demonstrado nas Figuras 9 e 10, o número de óbitos mensal está diretamente relacionado com a geração de RSS. O Coeficiente de Pearson foi de 0,525 e 0,417 para Rio Claro e São Caetano do Sul respectivamente.

Infere-se que o aumento da geração de RSS acontece logo após o período de aumento de pessoas infectadas, tendo em vista que o aumento do número de infectados implica no aumento de internações e conseqüentemente um aumento na geração de RSS. Sendo assim, é possível afirmar que os municípios em questão, também apresentam uma correlação direta entre as variáveis.

Conclui-se que o caso de óbitos tem um comportamento semelhante com o caso de infectados, com a diferença apenas no período da geração RSS, que se dá em um período anterior ao número de óbitos. Isso devido ao aumento do número de óbitos, que implica no aumento do número de internações e de ocupações no leito de UTI. O aumento no número de óbitos tem uma relação direta com o aumento da geração de RSS.

5.4 Comparação dos protocolos adotados no Brasil e em outros países em relação ao descarte de equipamento de proteção individual (máscaras, luvas e outros EPI) nas residências.

Tabela 3 - Etapas da gestão de RSS nos municípios de Rio Claro/SP e São Caetano do Sul/SP.

Etapas de gerenciamento de RSS	Rio Claro	São Caetano do Sul
Geração	Pré Pandemia, existiam 890 estabelecimentos geradores de RSS , que aumentou durante a pandemia, mas não foi especificado o quanto.	Pré Pandemia, existiam 433 estabelecimentos geradores de RSS , que aumentou para 548 durante a pandemia
Acondicionamento	Nenhum tipo de dificuldade para aquisição de materiais para acondicionamento de RSS	Nenhum tipo de dificuldade para aquisição de materiais para acondicionamento de RSS
Coleta	Empresa Terceirizada, com coleta de 2 a 3 vezes por semana, com 2 veículos, não mudou durante a pandemia	Empresa Terceirizada, cada gerador combina coleta com empresa, são utilizados 2 veículos, o que não mudou durante a pandemia
Tratamento	Processo com Autoclave. Não foi necessária alteração no tratamento durante a pandemia.	Incineração ou Autoclave. Não foi necessária alteração no tratamento durante a pandemia.
Destinação	Não foi necessário o desenvolvimento de outras forma de destinação final	Não foi necessário o desenvolvimento de outras forma de destinação final

Fonte: Autor (2022).

Conforme relatado nas entrevistas houve aumento na geração de RSS. Segundo a ABRELPE (2020) é recomendado o desenvolvimento de um plano de contingência para atender qualquer aumento na geração de resíduos sólidos e principalmente os RSS.

De acordo com a ABES (2020), como apontado na revisão bibliográfica, todos os resíduos produzidos por indivíduos infectados no isolamento domiciliar devem ser segregados. Os resíduos devem ser ensacados duplamente utilizando-se sacos plásticos adequados e com etiqueta para identificação. Separar e acondicionar adequadamente os resíduos perfurocortantes. Antes da coleta, guarde os resíduos ensacados dentro do próprio imóvel, em local reservado. Em ambos os municípios não foi relatado nas entrevistas nenhum tipo de dificuldade em relação à aquisição de materiais para o acondicionamento dos RSS.

A Basel Convention (2020) e a European Commission (2020) recomendam a separação na coleta e no descarte de resíduos domiciliares gerados por cidadãos com Covid-19. Estando assim de acordo com as recomendações feitas no Brasil, porém apesar das recomendações feitas e com base na entrevista realizada, observa-se que em ambos os municípios pesquisados, não foram realizadas as recomendações, talvez por falta de estrutura técnica, por falta de orientação ou desconhecimento sobre o assunto.

Mesmo com o aumento na geração de RSS não houve necessidade do aumento no número de veículos e funcionários contratados pela empresa para a coleta.

Em ambos os municípios o tratamento dos RSS é realizado com o processo de desinfecção por autoclave, em São Caetano do Sul também ocorreu a incineração. Mesmo com o aumento da geração de RSS não foi necessário a mudança no tipo de tratamento, sendo que estes conseguiram suprir a necessidade, diferente do que aconteceu na China, no começo da pandemia, como citado na revisão bibliográfica. Tendo em vista o aumento de RSS, também não foi necessário o desenvolvimento de outras formas de destinação final.

Tabela 4 -: Comparação dos procedimentos e recomendações adotados no Brasil e em outros países;

ABRELPE (2020a, 2020b)	Recomendado um plano de contingência para atender aumento na geração Resíduos Sólidos e RSS
ABES (2020)	<p>Recomendam que os resíduos produzidos por infectados no isolamento domiciliar devem ser segregados. Devem ser ensacados duplamente com sacos plásticos adequados e com etiqueta.</p> <p>Separar e acondicionar os resíduos perfurocortantes. Antes da coleta, guarde os resíduos ensacados dentro do próprio imóvel, em local reservado.</p>
A Basel Convention (2020) e a European Commission (2020)	Recomendam a separação na coleta e no descarte de resíduos domiciliares gerados por cidadãos com Covid-19
ISWA (2020c)	<p>Respeito do distanciamento social e uso de EPI's.</p> <p>Higienização e limpeza de objetos e superfícies regularmente. Fornecimento de EPI adequado e garantir padrões elevados de higiene pessoal. Interrupção imediata da triagem manual de resíduos misturados. Segregação adequada de resíduos recicláveis.</p> <p>Armazenamento a longo prazo de recicláveis. Coleta e descarte separado de lixo doméstico gerado por infectados.</p>

Fonte: Autor (2022).

6. CONCLUSÕES

Com base nos resultados da pesquisa pode-se concluir que:

- Os procedimentos adotados para o gerenciamento dos RSS não foram alterados durante a pandemia. A infraestrutura existente nos municípios pesquisados foi suficiente para a coleta, tratamento e destinação adequados dos RSS gerados na pandemia;
- No primeiro ano da pandemia (2020), embora tenha sido registrado um aumento na geração de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) nos municípios pesquisados, esse crescimento foi relativamente discreto em comparação ao expressivo aumento observado no segundo ano da pandemia (2021). Este aumento pode estar associado ao aumento significativo do número de casos da doença em 2021, a geração de perfurocortantes decorrentes a campanha de imunização (vacinação) e ainda pelo retorno das cirurgias eletivas. Em contrapartida, no primeiro ano pós-pandemia (2022), houve uma redução significativa na produção de RSS, possivelmente resultado da elevada taxa de imunização da população (iniciada em 2021), que reduziu o número de casos de internação, responsáveis pela geração de RSS.
- A relação entre a geração de RSS e a taxa de isolamento social não apresentou relação, possivelmente pela baixa taxa de isolamento ocorrida nos municípios pesquisados. A relação entre número de infectados e geração de RSS foi positiva, no primeiro ano de pandemia (2020). Já para o segundo ano de pandemia (2021) esta relação não se confirmou, possivelmente ao início da vacinação, que diminuiu o número de casos graves da doença, que necessitavam de internação. Assim, apesar do aumento do número de casos em 2021, estes não se refletiram na mesma proporção de geração de RSS. Já em relação ao número de óbitos nos municípios, é possível afirmar que este se comportou de forma semelhante ao número de novos casos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACR Plus. *Association of Cities and Regions for Sustainable Resource Management*. 2020. Acessado em 22 de agosto de 2022.

ABES. 2020. *Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - Gerenciamento dos Resíduos Gerados nos Cuidados com a COVID-19 nos Domicílios*.

ABRELPE. 2020. *Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil*. São Paulo: ABRELPE, 2020. 52 p. Acessado em 22 de fevereiro de 2022.

ANVISA. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC N° 306, de 7 de dezembro de 2004. Estabelece os procedimentos e critérios para o licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao tratamento e disposição final de resíduos dos serviços de saúde. Disponível em: <saudelegis/anvisa/2004/res0306_07_12_2004.html>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2022.

Basel Convention. 2020. Waste management as an essential public service in the fight against COVID-19. Disponível em: <http://www.basel.int/Implementation/PublicAwareness/PressReleases/-WastemanagementandCOVID19/tabid/8376/Default.aspx>. Acesso em 20 de maio de 2020.

BITAR, Renata. Há um ano, SP vacinava 1ª pessoa contra Covid no Brasil; veja o que mudou e projeções para o futuro. G1, 17 jan. 2022. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2022/01/17/ha-um-ano-sp-vacinava-1a-pessoa-contr-covid-no-brasil-veja-o-que-mudou-e-projecoes-para-o-futuro.ghtml>>. Acesso em 02 nov. 23.

CAPOOR, M. R.; PARIDA, A. 2021. Current perspectives of biomedical waste management in context of COVID-19. *Indian Journal of Medical Microbiology*, v. 39, p. 171-178.

CPCB. 2020. Re Scientific Disposal of Bio-Medical Waste arising out of COVID-19 treatment-Compliance of BMW Rules, 2016). National Green Tribunal, 2020.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). 2005. Resolução N° 358 de 29 de abril de 2005. Estabelece os procedimentos e critérios para o licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao tratamento e disposição final de resíduos dos serviços de saúde. Brasília: Diário Oficial da União.

CUTLER, S. 2020. Mounting medical waste from COVID-19 emphasizes the need for a sustainable waste management strategy.

DATASUS. Departamento Brasileiro de Informática do Sistema Único de Saúde. Informações de Saúde Pública - TABNET. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/qiuf.def>. Acesso em: 24 de outubro de 2023.

ESCAP-United Nation Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. 2020. The safe waste treatment for COVID-19, lessons from the Republic of Korea.

European Commission. 2020. Waste management in the context of the coronavirus crisis. Disponível

em: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/waste_management_guidance_dg-env.pdf. Acesso em 25 de maio de 2020.

HANTOKO, D. et al. 2021. Challenges and practices on waste management and disposal during COVID-19 pandemic. *Journal of Environmental Management*, v. 286, p. 112140.

ILYAS, S.; SRIVASTAVA, R. R.; KIM, H. 2020. Disinfection technology and strategies for COVID-19 hospital and bio-medical waste management. *Science of The Total Environment*, v. 749, p. 141652. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141652>.

JIANGTAO, S.; ZHENG, W. 2020. Coronavirus: China struggling to deal with mountain of medical waste created by epidemic. Acesso em 14 de agosto de 2022.

KITTLESON, Michelle M. The Invisible Hand — Medical Care during the Pandemic. *New England Journal of Medicine*, v. 382, n. 17, p. 1586-1587, 23 abr. 2020. Massachusetts Medical Society.

LEI Nº 64.959, de 4 de maio de 2020. Dispõe sobre o uso geral e obrigatório de máscaras de proteção facial no contexto da pandemia da COVID-19 e dá medidas correlatas. Brasília: Diário Oficial da União.

LEI Nº 16.287, DE 18 DE JULHO DE 2016, Decreto nº 64.959, de 04 de maio de 2020. Dispõe sobre o uso geral e obrigatório de máscaras de proteção facial no contexto da pandemia da COVID-19 e dá medidas correlatas.

LUIZETI, Bárbara Okabaiasse et al. IMPACT OF THE COVID-19 PANDEMIC ON SURGICAL PROCEDURES IN BRAZIL: A DESCRIPTIVE STUDY. *Impact Of The Covid-19 Pandemic On Surgical Procedures In Brazil: A Descriptive Study*, v. 2, p. 139-147, 30 nov. 2021.

MA, Y., et al. 2020. Suggested guidelines for emergency treatment of medical waste during COVID-19: Chinese experience. *Journal of Environmental Management*, v. 271, p. 110998. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42768-020-00039-8>.

MOE-ROK. 2020a. Ministry of Environment (March 2, 2020). The extraordinary measures for safe waste management against COVID-19 (the 3rd version).

MOE-ROCK. 2020b. Ministry of Environment. The guideline of safe waste management for COVID-19 (English version).

MONTEIRO DE OLIVEIRA, M. et al. Controlling the COVID-19 pandemic in Brazil: a challenge of continental proportions. *Nat Med*, v. 26, p. 1505–1506, 2020.

NOGUEIRA, Danielly Negrão Guassú; ALIGLERI, Lilian; SAMPAIO, Cláudio Pereira. Resíduos de Serviços de Saúde: implicações no cenário da pandemia do novo coronavírus. *Advances in Nursing and Health*, v. 2, 2020.

PENG, Jie 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, 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, Secretaria Municipal de Meio Ambiente, SP Regula. Acesso em 23 de novembro de 2023.

RHEE, Seung-Whee. 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, 2020.

RICHTER, A. et al. Waste disposal characteristics and data variability in a mid-sized Canadian city during COVID-19. *Waste Management*, v. 122, p. 49-54, mar. 2021. Elsevier BV.

SÃO PAULO (Estado). Decreto nº 64.994, de 28 de maio de 2020. Dispõe sobre a medida de quarentena de que trata o Decreto nº 64.881, de 22 de março de 2020, institui o Plano São Paulo e dá providências complementares.

SILVA, Ana L. Patrício et al. Increased plastic pollution due to COVID-19 pandemic: Challenges and recommendations. *Chemical Engineering Journal*, p. 126683, 2020.

SØREIDE, K. et al. 2020. Immediate and long-term impact of the COVID-19 pandemic on delivery of surgical services. *British J. Surg.*

TANG, W. 2020. The Medical Waste Related to COVID-19 Is Cleaned up Every Day-The Medical Waste Treatment Market Needs to Be Standardised. *21st Century Business Herald*.

URBAN, R. C.; NAKADA, L. Y. K. 2021. COVID-19 pandemic: Solid waste and environmental impacts in Brazil. *Science of The Total Environment*, v. 755, p. 142471.

ZAND, Ali Daryabeigi; HEIR, Azar Vaezi. Emanating challenges in urban and healthcare waste management in Isfahan, Iran after the outbreak of COVID-19. *Environmental Technology*, p. 1-26, 2020.

ZUO, M. 2020. Coronavirus leaves China with mountains of medical waste. Acesso em 14 de agosto de 2022.