

# Impacto da pandemia de COVID-19 na geração de resíduos sólidos urbanos no município de Limeira (SP)

*Impact of the COVID-19 pandemic on the generation of urban solid waste in the municipality of Limeira, São Paulo*

Silvana Barros da Silva<sup>1\*</sup> , Aline Chitero Bueno<sup>1,2</sup> ,  
Margarita Maria Dueñas Orozco<sup>1,3</sup> , Érica Pugliesi<sup>1</sup> , Luciano Elsinor Lopes<sup>1</sup> 

## RESUMO

As medidas de distanciamento social derivadas da pandemia de COVID-19 alteraram os hábitos de consumo dos cidadãos e, conseqüentemente, a quantidade e composição dos resíduos sólidos urbanos, com novos desafios para os municípios brasileiros. Diante desse contexto, a presente pesquisa visou realizar uma análise comparativa, antes e ao longo da pandemia de COVID-19, da geração de resíduos sólidos domiciliares, de serviços de saúde, de coleta seletiva e de volumosos de Limeira (SP), considerando uma série temporal de janeiro de 2016 a dezembro de 2020. Para a análise da mudança na quantidade de resíduos sólidos coletados no município em função da pandemia de COVID-19, foram ajustados modelos lineares mistos generalizados e realizou-se análise estatística descritiva para o exame de tendência da série. Ficou evidente o aumento da coleta dos resíduos de serviços de saúde a partir de abril de 2020, com relação positiva entre o número de casos notificados de COVID-19 e a geração desse resíduo. Verificou-se redução dos resíduos da coleta seletiva durante todos os meses de 2020 em comparação aos anos anteriores. Os resíduos domiciliares não apresentaram diferença de geração nos meses com e sem COVID-19, enquanto os resíduos de coleta seletiva e os resíduos volumosos apresentaram redução na geração nos meses com COVID-19. Os resultados da pesquisa são relevantes como suporte para o plano de contingência de gestão de resíduos sólidos em situações de pandemia em Limeira e para municípios com características similares.

**Palavras-chave:** resíduos domiciliares; resíduos de serviços de saúde; resíduos da coleta seletiva; resíduos volumosos; Sars-CoV-2.

## ABSTRACT

Social distancing measures derived from the COVID-19 pandemic have changed the consumption habits of citizens and, consequently, the quantity and composition of urban solid waste, with new challenges for Brazilian municipalities. In this context, the present research aimed to carry out a comparative analysis, before and during the COVID-19 pandemic, of the generation of solid household waste, health services, selective collection, and bulky waste in Limeira, São Paulo, considering a time series from January 2016 to December 2020. To analyze the change in the amount of solid waste collected in the municipality due to the COVID-19 pandemic, Generalized Mixed Linear Models were adjusted, and descriptive statistical analysis was performed to examine the trend of the series. The increase in the collection of waste from health services from April 2020 was evident, with a positive relationship between the number of reported cases of COVID-19 and the generation of this waste. There was a reduction in waste from selective collection during all months of 2020 compared to previous years. Household waste showed no difference in generation in the months with and without COVID-19, while selective collection waste and bulky waste showed a reduction in generation in the months with COVID-19. The survey results are relevant as support for the contingency plan for solid waste management in pandemic situations in Limeira and for municipalities with similar characteristics.

**Keywords:** household waste; health care waste; waste from selective collection; bulky waste; Sars-CoV-2.

<sup>1</sup>Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Ciências Ambientais - São Carlos (SP), Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Paulista - São José do Rio Preto (SP), Brasil.

<sup>3</sup>Universidade Federal de Rondônia, Departamento de Engenharia Ambiental - Ji-Paraná (RO), Brasil.

\***Autora correspondente:** silvana.barros@estudante.ufscar.br

**Conflitos de interesse:** os autores declaram não haver conflitos de interesse.

**Financiamento:** nenhum.

**Recebido:** 22/11/2021 - **Aceito:** 21/09/2022 - **Reg. ABES:** 20210303

## INTRODUÇÃO

A gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil vem sendo um denso problema a ser equacionado. Considerando a pandemia que o mundo atravessa, os municípios brasileiros enfrentarão, além das atuais dificuldades, novos desafios, tendo de lidar com a variação repentina dos resíduos, com tendência de aumento (ABRELPE, 2020; PENTEADO; CASTRO, 2021). Assim, faz-se hoje ainda mais evidente a importância do sistema de RSU como serviço público essencial, em momentos subestimada (NZEADIBE; EJIKE-ALIEJI, 2020).

No Brasil, em 2018, foram geradas 79 milhões de toneladas de RSU — 1,66% a mais que em 2017. Desse montante, 59,5% foi disposto em aterros sanitários e 40,5% em aterros controlados ou lixões (ABRELPE, 2019). Em 2017, foi estimada em 496.789 toneladas a geração de resíduos de serviços de saúde (RSS) (BRASIL, 2020d), sendo 40,2% encaminhadas para incineração, 36,2% sem tratamento prévio e dispostas em aterros, valas sépticas ou lixões, e o restante tratado por autoclave e micro-ondas (ABRELPE, 2019).

No âmbito da coleta seletiva (CS), em 2018, esta acontecia em 38,1% dos municípios brasileiros (SNIS, 2018). Em 2020, a taxa de recuperação de recicláveis era de 1,4%, considerando-se 26 das 27 capitais do país (BRASIL, 2020d), porcentagem ínfima visto que o processo poderia incentivar a economia circular, mas que carece de instrumentos econômicos de suporte (diferenciação tributária e taxas) e de cooperação institucional e políticas eficientes para seu adequado desenvolvimento (SÃO PAULO, 2020b).

No estado de São Paulo, em 2020, foram geradas aproximadamente 40 mil toneladas de resíduos diários, das quais 97,8% tiveram destinação adequada (CETESB, 2020c; SNIS, 2020). Considerando 2018, a taxa de cobertura do serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares (RSD) em relação à população urbana foi de 99,8% (SNIS, 2018). Nesse mesmo ano, foram coletadas 101.825 toneladas de RSS (ABRELPE, 2019), e, dos 644 municípios paulistas, exceto a capital, 67% realizaram CS (SÃO PAULO, 2020b). Em abril de 2020, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) recomendou que a CS manual fosse interrompida no estado (CETESB, 2020a) e eximiu as cooperativas do atendimento à meta quantitativa de logística reversa (CETESB, 2020b), dada a vulnerabilidade dos catadores na situação de calamidade pública em que o país se encontrava (CETESB, 2020a).

Nesse contexto, a pandemia de COVID-19, causada pelo vírus Sars-CoV-2, é um fator atípico que, além dos impactos biomédicos e epidemiológicos, também reflete em âmbito social, econômico, político, cultural e histórico em escala global (FIOCRUZ, 2020). Medidas de distanciamento social (quarentenas, *lockdown* etc.) somadas aos protocolos de higiene têm alterado as rotinas e os hábitos de consumo das pessoas, afetando a quantidade, composição, frequência de descarte e distribuição dos RSU (KLEMEŠ *et al.*, 2020; FAN *et al.*, 2021; ZAND; HEIR, 2021). Assim, modificações no comportamento dos cidadãos demandam estudo continuado das características dos resíduos de forma a garantir gerenciamento adequado dos serviços de limpeza urbana (MONTEIRO, 2001; BARROS, 2012), evitando riscos potenciais à sociedade e, na atual situação, aumento da transmissão do vírus por meio dos resíduos (KULKARNI; ANANTHARAMA, 2020).

Klemeš *et al.* (2020), Hantoko *et al.* (2021) e Sarkodie e Owusu (2021) apontam como efeito adverso da pandemia o aumento repentino no volume de resíduos, principalmente dos oriundos de produtos para proteção pessoal e fins de saúde, e de materiais descartáveis (plásticos de uso único). Assim, os RSS aumentam exponencialmente em curto período de tempo (YU *et al.*,

2020), com maior descarte de equipamentos de proteção individual, que deverão ser gerenciados como resíduos perigosos (RUPANI *et al.*, 2020). Esse panorama poderá gerar um colapso nas cadeias de gestão de resíduos (YOU; SONNE; OK, 2020).

No entanto, dado que as características dos RSU variam em função de aspectos econômicos, sociais, culturais, geográficos e climáticos, cidades turísticas como as Ilhas Baleares e a Região Metropolitana de Barcelona, na Espanha, registraram reduções consideráveis na geração de resíduos em razão do fechamento dos setores de turismo e alimentação (CATALUNHA, 2020; GOIB, 2020), situação também verificada na cidade de Lisboa, Portugal, onde se observou ainda que a magnitude do declínio da produção de resíduos difere dependendo do tipo de resíduo e da localização na cidade (SARMENTO *et al.*, 2022).

Cabe ressaltar que, em 21 anos transcorridos do século XXI, duas pandemias têm assolado o mundo: a da *influenza* A (H1N1), ou gripe aviária, em 2009 (INSTITUTE OF MEDICINE, 2010), e a da COVID-19, declarada pela Organização Mundial da Saúde em 11 de março de 2020 (OPAS, 2020) e que até 31 de dezembro de 2020 registrou 7.675.973 casos e 194.949 óbitos no Brasil (BRASIL, 2021). Espera-se o surgimento, cada vez mais frequente, de surtos como esses (SIMAS, 2015). Portanto, planos de contingência contendo medidas preventivas e alternativas para o adequado manejo dos resíduos em situações de pandemia são necessários, para tornar os sistemas de gerenciamento de resíduos mais dinâmicos e responsivos (KLEMEŠ *et al.*, 2020).

Diante desse cenário, o presente estudo teve como objetivo realizar uma análise comparativa da geração de resíduos sólidos do município de Limeira, antes e ao longo da pandemia da COVID-19, com base em uma série temporal de dados mensais dos anos de 2016 a 2020.

## METODOLOGIA

### Caracterização do município de estudo e do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos

O estudo foi realizado em Limeira, que ocupa área de 580 km<sup>2</sup>, sendo 190 km<sup>2</sup> de macrozona urbana, com 327 bairros/lotamentos, e 390 km<sup>2</sup> de macrozona rural, com 26 bairros (PREFEITURA DE LIMEIRA, 2020d) e população estimada em 308.482 habitantes (IBGE, 2020b).

Referente à gestão de RSU, Limeira possui o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) como componente do Plano Municipal de Saneamento Básico, inserido como volume 5 — limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (PREFEITURA DE LIMEIRA, 2014). Dos resíduos abordados no plano, os de interesse para o artigo são: RSD, RSS, resíduo de coleta seletiva (RCS) e os volumosos.

Considerando os RSD, a coleta atende a 100% da área urbana, em frequência diária na zona central; nas demais regiões, ocorre três vezes por semana. Nas áreas rurais a coleta é realizada uma vez por semana, cabendo à população dispor os resíduos em locais predefinidos, à margem das estradas rurais municipais. A coleta, o transporte, a destinação final e a operação do aterro sanitário de Limeira são geridos por empresa terceirizada.

Conforme a Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos (SMOSP), os RSS de estabelecimentos públicos e privados são coletados pela prefeitura e armazenados em contêiner específico no aterro sanitário do município, para devida verificação e pesagem. Posteriormente, destinam-se à incineração e

disposição final em aterro sanitário classe IIA, de responsabilidade da Silcon Ambiental, localizada em Paulínia (SP).

No tocante à CS, há duas iniciativas no município, conforme o PMGIRS. Uma delas é de responsabilidade da mesma terceirizada que gerencia os RSD, que atende a 47% dos bairros, de porta a porta, de segunda a sábado (PREFEITURA DE LIMEIRA, 2020a). Os RCS são destinados à Cooperativa de Reciclagem de Limeira. A outra iniciativa é o Projeto Reciclar Solidário, que funciona desde 2007, de responsabilidade da prefeitura. A CS tem frequência mensal, ocorrendo por meio de mutirão socioambiental e atendendo a cerca de 40 bairros. Os resíduos são triados e posteriormente comercializados, e o valor arrecadado é dividido entre os ecocoletores (PREFEITURA DE LIMEIRA, 2014). Os dados para análise pertencem unicamente à primeira iniciativa.

Os resíduos volumosos não são definidos no PMGIRS, e seu gerenciamento ocorre por meio do Programa Só Cacareco, que funciona desde 1998 e abrange 100% dos bairros do município. Esses resíduos são destinados ao aterro sanitário, onde são segregados e vendidos pelos ecocoletores, que também gerem alguns ecopontos, realizando a manutenção do local, orientando a população na segregação dos materiais e comercializando-os (PREFEITURA DE LIMEIRA, 2014). São 11 ecopontos distribuídos pela cidade, que recebem materiais de construção, podas de árvores e recicláveis (PREFEITURA DE LIMEIRA, 2020c). Serão considerados resíduos volumosos aqueles constantes da norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) Norma Brasileira (NBR) 15112, de 2004, com exceção dos resíduos de poda, que possuem dinâmica própria.

## Levantamento e análise dos dados

O estudo é de natureza descritiva (GERHARDT; SILVEIRA, 2009) e visa por menorizar e analisar a geração de resíduos sólidos, considerando os dados mensais de coleta da Prefeitura de Limeira, fornecidos pela SMOSP, relacionando-os com os impactos de COVID-19.

Para a descrição da série temporal, foram utilizados dados de coleta mensal de RSD, RSS, RCS e volumosos, de janeiro de 2016 a dezembro de 2020. Para o cálculo da geração *per capita* de resíduos, utilizou-se a massa total mensal coletada dividida pelo total de habitantes do município (kg/habitante/mês) constante do Sistema do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de Recuperação Automática (SIDRA) (IBGE, 2020a).

Para analisar a possível mudança na quantidade de resíduos sólidos coletados no município (variável resposta) em função da pandemia de COVID-19, foram ajustados modelos lineares mistos generalizados (MLMG) com distribuição gama e função de ligação inversa, indicada para dados contínuos nos quais a variância aumenta com o valor da variável (ZUUR *et al.*, 2009). Cada variável foi dividida pela média de seus valores (normalizada) para evitar falhas de convergência dos algoritmos de estimação dos parâmetros. As premissas de normalidade e homogeneidade de variância dos resíduos foram avaliadas por inspeção visual (ZUUR *et al.*, 2009). Para cada uma das quatro variáveis resposta (RSD, RSS, RCS e volumosos), foi ajustado um modelo com a variável explicativa fixa COVID considerando dois níveis: COVID presente e COVID ausente. Os meses de janeiro de 2016 a fevereiro de 2020 foram considerados como COVID ausente, e os meses de março a dezembro de 2020, COVID presente. Como existe uma variação mensal nos valores de resíduos coletados em função da época do ano, com maior produção de resíduos sólidos, por exemplo nos meses de dezembro e janeiro (por causa das férias e festas), o mês do ano foi

modelado como uma variável aleatória. Os valores de  $\chi^2$  e  $p$  foram obtidos pela comparação da variação explicada pelo modelo com a variável explicativa em comparação com um modelo nulo sem a variável explicativa, mantendo apenas a porção aleatória do modelo. O modelo ajustado para a variável resíduos volumosos foi próximo à singularidade com a variância atribuída aos meses estimada como 0. Para conferir o ajuste, aplicou-se um modelo linear generalizado com a interação entre as variáveis fixas COVID e MÊS, obtendo-se resultados similares que confirmaram a adequação do modelo misto. A análise foi realizada no ambiente R (R CORE TEAM, 2020), pacote lme4.

Para o exame de tendência da série, foi realizada análise estatística descritiva, por ano e tipologia de resíduos, e elaboraram-se histogramas e gráficos de tendência. Já para o estudo dos impactos da COVID-19 na geração de resíduos, foi comparada a geração *per capita* mensal (kg/habitante/mês), por tipologia de resíduo, com a evolução da COVID-19, ambos em 2020, considerando a quantidade de pacientes notificados obtida no *site* da Prefeitura de Limeira. Adicionalmente, foram feitos gráficos de dispersão que associaram a geração *per capita* de resíduos aos casos notificados durante a COVID-19. Ressalta-se que na análise foram considerados os notificados, os quais podem ou não ter sido confirmados, pois, segundo o Ministério da Saúde, os pacientes suspeitos de estarem com COVID-19 precisam adotar medidas de isolamento por 14 dias mesmo sem a confirmação da contaminação (BRASIL, 2020b).

A relação entre o número de casos notificados de COVID-19 e a coleta de resíduos sólidos de cada tipo (RSD, RSS, RCS, volumosos) foi verificada por meio da correlação de Pearson. A distribuição dos dados foi examinada com o teste de Shapiro-Wilk.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de geração da série temporal estudada encontram-se no Apêndice 1, e os resultados obtidos são apresentados por tipologia de resíduos. Realizou-se inspeção visual para avaliação premissas de normalidade e homogeneidade de variância dos resíduos (Apêndice 2), não havendo desvios importantes. Adicionalmente, foram elaborados gráficos de comparação da geração mensal/anual e de análise de tendência (Figura 1); gráficos da geração em 2020 e da evolução da COVID-19 em Limeira; e gráficos de dispersão que associam a geração *per capita* ao período com COVID-19 (Figura 2).

O primeiro caso da COVID-19 no Brasil ocorreu em 25 fevereiro de 2020 na cidade de São Paulo (SP) (SÃO PAULO, 2020a), e, em 31 de março, Limeira confirmou três casos da doença (PREFEITURA DE LIMEIRA, 2020e). Examinando o ano de 2020, o município publicou 58 decretos relacionados à COVID-19, sendo um suspenso por medida liminar, no entanto nenhum dos decretos faz menção à gestão de RSU, e não foi elaborado plano de contingência ou emergência para seu gerenciamento ou informes que abordassem a questão no *site* da Prefeitura de Limeira. Ressalta-se que em Limeira houve restrição de atividades em âmbito público e privado, estabelecidas no Decreto Municipal nº 108, de 16 de março de 2020, seguindo o Decreto Estadual nº 64.862, de 13 de março de 2020. Em 9 de outubro de 2020, o Decreto Municipal nº 356 colocou o município em fase 4, de menor restrição quanto às medidas de quarentena, situação mantida até o Decreto Municipal nº 443, de 14 de dezembro de 2020, com maiores restrições, alterando para fase 3.

Com respeito aos resíduos analisados, inicialmente, avaliou-se a distribuição dos dados, que não apresentaram diferença da distribuição normal no caso

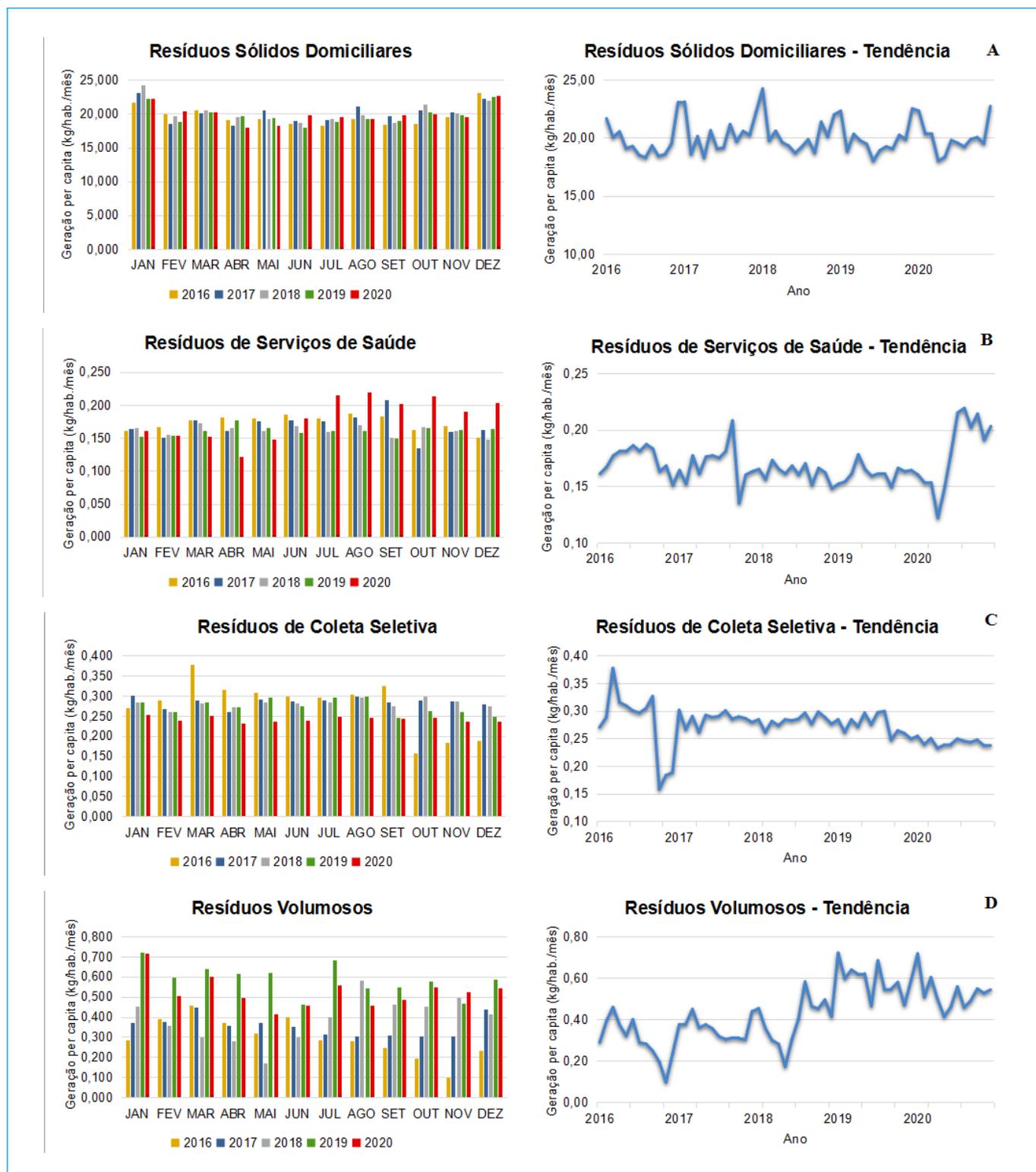


Figura 1 - Geração e análise de tendência (2016-2020), por tipologia de resíduos, Limeira (SP).

dos RSD ( $W = 0,90$ ;  $p = 0,17$ ), dos RSS ( $W = 0,92$ ;  $p = 0,29$ ), dos RCS ( $W = 0,92$ ;  $p = 0,87$ ), dos volumosos ( $W = 0,92$ ;  $p = 0,34$ ) nem no número de casos notificados ( $W = 0,93$ ;  $p = 0,49$ ).

Em análise da série temporal para RSD (Figura 1A), verificaram-se a menor geração média em 2016 (236,299 kg/habitante/ano) e a maior em 2018

(243,455 kg/habitante/ano). São diversos os fatores que influenciam a geração de resíduos: cultura, hábitos de consumo, classe social, fatores climáticos, sexo e idade dos consumidores, além da economia do país, que aumenta ou diminui o consumo (BIDONE; POVINELLI, 1999). Com a pandemia de COVID-19, outros fatores foram relevantes na geração de resíduos, como as medidas



Figura 2 - Geração de resíduos por tipologia (2020) e evolução da COVID-19; dispersão com COVID-19, Limeira (SP).

restritivas adotadas que causaram impacto no consumo, nos serviços e nas atividades industriais (BRASIL, 2020b), alterando a perspectiva de crescimento econômico (BRASIL, 2020c) e, portanto, a geração de resíduos.

Todavia, não se verificou diferença na geração de RSD entre os meses com presença e ausência da pandemia de COVID 19 nos anos de 2016 a 2020 (MLMG  $\chi^2 = 0,15$ ;  $df = 1$ ;  $p = 0,69$ ; Figura 1A), ocorrendo, para esses anos, oscilação em torno da média de 20,018 kg/habitante/ano, com picos de aumento de geração concentrados nos meses de dezembro e janeiro. Os picos podem estar relacionados a épocas especiais como natal e *réveillon*, bem como férias escolares, em que o consumo de produtos, o desperdício de alimentos e a geração de embalagens aumentam (MONTEIRO, 2001). Considerando a geração mensal da série temporal, a maior ocorreu em janeiro de 2018 (24,235 kg/habitante/mês) e as menores em junho de 2019 (18,003 kg/habitante/mês) e abril de 2020 (18,013 kg/habitante/mês).

Analisando o ano de 2020, a geração de RSD manteve-se praticamente constante nos meses de fevereiro e março, enquanto nos demais anos há visível aumento no mesmo período. De abril para junho de 2020 se vê aumento da geração, e, considerando a série, a coleta de abril é a menor para o mês, e a de junho, a maior (19,795 kg/habitante/mês). A redução na coleta de RSD em abril e maio de 2020 também foi verificada em 22 capitais brasileiras (PROTÁSIO; MORAIS; VENTURA, 2021). A geração de julho de 2020 permanece a maior da série temporal para o mês, apesar da redução da geração *per capita* em relação ao mês de junho do mesmo ano. A redução da geração persiste em agosto de 2020, atingindo valores próximos de 2016 e 2019, tendo um comportamento distinto da série em setembro, quando nos demais anos há redução e, em 2020, aumento de geração. Em outubro, novembro e dezembro de 2020, verificou-se a mesma tendência de aumento dos outros anos, tendo dezembro a maior geração do ano (22,727 kg/habitante/mês).

Apesar das medidas de restrição e distanciamento adotadas no município, a geração de RSD não acompanhou a tendência de pessoas notificadas (Pearson  $R = 0,43$ ;  $t = 1,35$ ;  $df = 8$ ;  $p = 0,21$ ; Figura 2A). Constataram-se, em julho, um pico de notificados de COVID-19 e redução de coleta em relação ao mês anterior. De agosto para outubro, houve redução de notificados e aumento de coleta. Já em novembro houve aumento de notificados e redução na coleta, enquanto em dezembro houve aumento de notificados e de coleta de RSD, mas essa tendência já era verificada na série temporal. Estudo realizado no Brasil aponta que não houve mudança substancial no comportamento de compra das famílias brasileiras no contexto da pandemia (SCHMITT *et al.*, 2021), fator que pode indicar pouca variação nos RSD.

Levantamento realizado pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), em 10 das 27 capitais brasileiras, entre março e abril de 2020, apontou redução de 10 a 22% na geração de RSD (ABES, 2020a). Igualmente, balanço realizado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) e pela Associação Internacional de Resíduos Sólidos (ISWA) mostrou queda de 7,25% desses resíduos em abril com relação a 2019. Nas Ilhas Baleares (Espanha), a geração de RSU diminuiu por causa do confinamento: até 20 de abril de 2020, foram gerados 14% menos resíduos do que na mesma data de 2019 (GOIB, 2020). Em Araraquara (SP), Ventura *et al.* (2021) concluíram que os RSD apresentaram redução de 8% de janeiro a julho de 2020 em relação a 2019.

Em Limeira, entre março e abril de 2020, registrou-se redução de 11,2% dos RSD, seguindo o comportamento da série, sendo a geração de abril de 2020 a

menor para o período estudado, com redução de 8,9% em comparação a 2019. Comparada ao mesmo período de Araraquara, Limeira registrou comportamento diferente, pois houve aumento de 0,76%.

No tocante aos RSS (Figura 1B), de 2016 a 2019, verificaram-se quedas sequenciais da geração média (0,174, 0,169, 0,162 e 0,161 kg/habitante/ano, respectivamente). A menor média ocorreu em 2019, e a tendência de queda estendeu-se nos primeiros meses de 2020, de janeiro a abril, este com a menor geração *per capita* (0,122 kg/habitante/mês) da série temporal. No entanto, em 2020, atingiu-se a maior média de RSS, com 0,180 kg/habitante/ano, o que pode ser associado à COVID-19, dado que os meses com presença da pandemia apresentaram maior coleta de RSS do que os sem a pandemia (MLMG  $\chi^2 = 7,98$ ;  $df = 1$ ;  $p = 0,0005$ ).

A geração de RSS em 2020 teve comportamento distinto à dos demais anos. No Brasil, identificou-se redução de 15,6% em abril de 2020 comparado a 2019 (AGÊNCIA BRASIL, 2020), e a Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes (ABETRE) e outras instituições apontaram redução média de 17% dos RSS na primeira quinzena de abril (ABETRE, 2020). Em Limeira, verificou-se queda de 31,5% em abril de 2020 em relação a 2019. De maio a agosto de 2020, notou-se crescimento acelerado até se atingir o pico de geração *per capita* de RSS da série (0,219 kg/habitante/mês). De agosto a dezembro, a geração *per capita* oscilou, fechando o ano com geração de 0,203 kg/habitante/mês. De julho a dezembro de 2020, a geração *per capita* mensal sobressaiu em relação aos demais anos da série, com exceção de setembro de 2017, que apresentou geração maior que a do mesmo mês em 2020.

Notou-se também relação positiva entre o número de casos notificados de COVID-19 e a coleta de RSS (Pearson  $R = 0,87$ ;  $t = 5,05$ ;  $df = 8$ ;  $p = 0,001$ ; Figura 2B). De abril a julho de 2020, houve aumento progressivo de notificados de COVID-19 até chegar ao pico em julho, com 11.603 notificados e 4.150 confirmados, comportamento similar ao de geração de RSS. Os meses subsequentes apresentaram oscilação, fechando dezembro com 8.479 notificados e 1.576 confirmados (PREFEITURA DE LIMEIRA, 2020e). A mesma relação positiva foi verificada na Índia, onde, com o aumento dos números de COVID-19 ativos, houve aumento de geração de resíduos biomédicos e vice-versa (DEHAL; VAIDYA; KUMAR, 2022).

Em Limeira, foram adotadas medidas de prevenção e controle de COVID-19, como alteração no atendimento ambulatorial de quatro unidades básicas de saúde (UBSs), que passaram a ser exclusivas para atendimento aos pacientes com suspeita da doença. As demais unidades mantiveram atendimento de vacinação, farmácia e consultas médicas e odontológicas de urgência (PREFEITURA DE LIMEIRA, 2020e). Além disso, em abril se iniciou o atendimento na Unidade de Referência Coronavírus (URC), e, em 6 de maio de 2020, foi publicado o Decreto Municipal nº 170, que tornou a utilização de máscara facial obrigatória. Já em julho, começou o atendimento no Ambulatório Referência de Combate ao Coronavírus (ARC), estrutura montada para atendimento ambulatorial, exames e entrega de medicamentos para COVID-19 (PREFEITURA DE LIMEIRA, 2020e).

As medidas adotadas contra a COVID-19 refletiram no aumento de materiais de proteção individual usados nas unidades de saúde e suplementos para atendimento aos pacientes, aumentando, consequentemente, a geração de RSS. Em julho de 2020, mês em que houve a maior quantidade de notificados em Limeira, a Federação dos Hospitais, Clínicas, Casas de Saúde, Laboratórios de Pesquisas e Análises Clínicas e demais Estabelecimentos de Serviços de Saúde do

Estado de São Paulo (FEHOESP) encaminhou um ofício ao ministro de Estado interino da Saúde informando que 95% dos hospitais (maioria com atendimento a pacientes com COVID-19) careciam de medicamentos. Foram relatadas ainda a dificuldade dos fabricantes de encontrar matéria-prima e a alta abusiva dos preços dos medicamentos e materiais hospitalares (FEHOESP, 2020). Os dados de RSS e a quantidade de notificações da COVID-19 em Limeira corroboram a estimativa da ABRELPE (2020), que previa seu aumento durante a pandemia. Com o declínio de casos em agosto, as UBSs retomaram suas rotinas até se normalizarem em setembro, sendo mantida apenas a URC para atendimento de casos suspeitos de COVID-19 (GAZETA DE LIMEIRA, 2020), no entanto os notificados voltaram a aumentar em novembro, resultando em alteração da fase 4, menos restritiva, para a fase 3, mais restritiva.

Ainda assim, é possível que a geração de RSS tenha sido maior do que a registrada, se considerar-se que não foi realizada análise dos RSS gerados em domicílio por casos notificados, mas somente os RSS gerados por pacientes e profissionais em estabelecimentos de saúde de Limeira. Tal possibilidade baseia-se em estudos como o realizado em Bangladesh (CHOWDHURY *et al.*, 2022) em que os resultados mostraram que os resíduos médicos relativos à COVID-19 de pacientes infectados, em unidades de terapia intensiva (UTI), falecidos, isolados e em quarentena subiram de 658,08 toneladas em março de 2020 para 16.164,74 toneladas em abril de 2021, sendo a maior parte gerada por pacientes em quarentena. Assim mesmo, pesquisa em Wuhan calculou, por modelo de regressão linear múltipla (MLR), a taxa de resíduos infectados gerados e concluiu que as taxas de geração desses resíduos por casos confirmados e casos suspeitos de COVID-19 são quatro e duas vezes maiores, respectivamente, que a taxa gerada pelos profissionais de saúde de rotina na China urbana (WANG *et al.*, 2021).

Considerando os RCS, verificou-se geração média de 0,276 kg/habitante/ano em 2016; aumento em 2017, para 0,285 kg/habitante/ano, e queda na média nos anos de 2018 a 2020 (0,282; 0,274 e 0,242 kg/habitante/ano, respectivamente). Assim, identificaram-se tendência de queda anual de geração de RCS e comportamento atípico nos meses de 2016 em relação à série temporal, ocorrendo as maiores gerações em março (0,290 kg/habitante/mês) e setembro (0,285 kg/habitante/mês), enquanto em outubro se registrou a menor (0,158 kg/habitante/mês), seguida de leves aumentos em novembro (0,183 kg/habitante/mês) e dezembro (0,188 kg/habitante/mês), com números que correspondem aos menores da série temporal. Houve menor coleta de RCS nos meses com COVID-19 do que nos meses sem COVID-19 (MLMG  $\chi^2 = 12,37$ ;  $df = 1$ ;  $p = 0,0004$ ; Figura 1C). As variações identificadas na CS podem ser reflexo de outras iniciativas, como o Projeto Reciclar Solidário e os ecopontos, que não são contabilizados nessa análise.

Além da menor média anual de geração de RCS, 2020 também registrou as menores médias mensais de geração *per capita* em todos os meses, variando de 0,188 kg/habitante/mês, em janeiro, até 0,279 kg/habitante/mês, em fevereiro. Tampouco foi identificada relação entre o número de casos notificados de COVID-19 e a coleta de RCS (Pearson  $R = 0,27$ ;  $t = 0,79$ ;  $df = 8$ ;  $p = 0,45$ ; Figura 2C). Os resultados verificados podem ser reflexo da tendência de queda de geração anual identificada na série, bem como de recomendações de interrupção da CS por entidades ligadas à área ambiental (CETESB, 2020a) e associações de classe (ABES, 2020b), por causa da vulnerabilidade dos catadores em relação à COVID-19. A ABRELPE recomendou o fechamento temporário de ecopontos e centrais de triagem (ABETRE, 2020; ABRELPE, 2020). Cabe ressaltar que em Limeira não foi promulgado nenhum decreto relacionado a RSU.

Em balanço da ABRELPE e da ISWA, constatou-se incremento de 25 a 30% dos resíduos potencialmente recicláveis em abril de 2020, se comparado com 2019, resultante de aumento nas compras *on-line* e respectiva geração de embalagens (AGÊNCIA BRASIL, 2020), o que não ocorreu em Limeira, que registrou queda de 14,4% na geração de RCS no mesmo período. Considerando 2019 e 2020, houve queda de 25,9%, enquanto no primeiro quadrimestre de 2020 a redução foi de 11,3% em relação ao ano anterior, situação semelhante à ocorrida nas Ilhas Baleares (Espanha), que, até 20 de abril de 2020, apresentou redução de 11% em relação a 2019. Nesta última, houve queda de papel e papelão (19%), seguida de resíduos orgânicos (12%) e embalagens de vidro (11%), no entanto houve aumento de 2% na coleta de embalagens leves. O declínio ocorreu por causa do fechamento dos setores de turismo e alimentação (GOIB, 2020). Na Catalunha, a CS ordinária diminuiu 20% em um mês de confinamento (CATALUNHA, 2020). Em Brno (República Checa), a reciclagem de resíduos foi altamente impactada em razão da paralisação da operação da linha de triagem de papel e plástico e potencial infecção (FAN *et al.*, 2021). Nesse contexto, trabalhadores do setor informal da reciclagem enfrentaram problemas de saúde e de subsistência, derivados da pandemia (HANTOKO *et al.*, 2021).

Referente aos resíduos volumosos (Figura 1D), verificou-se tendência de aumento de geração de 2016 até 2019, com crescimento de geração média de 0,297 para 0,588 kg/habitante/ano. Apesar da queda na média anual em 2020 em relação a 2019, ocorreu para aquele ano a segunda maior média (0,526 kg/habitante/ano). Foi identificada diferença marginalmente significativa quando se compararam os meses com e sem COVID-19 (MLMG  $\chi^2 = 2,95$ ;  $df = 1$ ;  $p = 0,09$ ; Figura 1D). Quando comparados apenas os meses de março a dezembro de 2019 (COVID-19 ausente) com os meses de março a dezembro de 2020 (COVID-19 presente), a diferença ficou mais evidente (MLMG  $\chi^2 = 8,93$ ;  $df = 1$ ;  $p = 0,003$ ), indicando que a coleta de volumosos foi menor nos meses com COVID-19. Constataram-se as menores coletas em novembro de 2016 (0,097 kg/habitante/mês) e maio de 2018 (0,172 kg/habitante/mês) e as maiores em janeiro de 2019 (0,720 kg/habitante/mês) e janeiro de 2020 (0,716 kg/habitante/mês).

Em 2020, identificou-se oscilação da geração mensal dos volumosos, com médias mensais inferiores apenas em 2019, com exceção dos meses de agosto, em que a maior média ocorreu em 2018, 2019 e 2020, e de novembro, com média de 2020 superior (0,526 kg/hab./mês) a 2019.

Quanto às notificações de COVID-19, houve aumento gradual de março até julho, não havendo indícios de relação entre a coleta de resíduos volumosos e o número de casos notificados de COVID-19 (Pearson  $R = 0,12$ ;  $t = 0,36$ ;  $df = 8$ ;  $p = 0,73$ ; Figura 2D). De maio a agosto de 2020, a curva da geração de volumosos segue a tendência dos notificados, com comportamento divergente de setembro a novembro, ocorrendo pequeno aumento dos volumosos em dezembro e aumento significativo de notificados. Apesar da tendência de aumento verificada na série, de 2016 a 2019 (16,3, 8,7, 33,8%, respectivamente), e de 2020 ter registrado a segunda maior média de geração, não foi possível estabelecer se a redução de 11,8% resultou da pandemia ou se 2019 teve comportamento atípico, com aumento acentuado.

## CONCLUSÃO

Por meio deste estudo, que considerou os anos de 2016 a 2020, concluiu-se que os RSD não apresentaram diferença de geração nos meses com e sem

COVID-19, enquanto os RCS e os resíduos volumosos apresentaram redução na geração nos meses com COVID-19. Verificou-se também que a geração de RSD, RCS e resíduos volumosos não acompanhou a tendência de pessoas notificadas pela doença.

Por outro lado, os RSS apresentaram alterações que acompanharam os números de notificados pelo Sars-CoV-2. Nos meses com presença de COVID-19, gerou-se maior volume de resíduos dessa tipologia, se comparado aos meses sem a pandemia. Os valores de geração de julho a dezembro de 2020 foram superiores aos anos anteriores analisados. Verificou-se aumento da média anual de geração de RSS em 2020, enquanto a tendência da série temporal era de redução. Assim, fica evidente a influência da pandemia na geração dos RSS.

Importante ressaltar que Limeira foi uma das cidades paulistas que tiveram menor adesão ao isolamento social se comparada a cidades próximas, a exemplo do período de 8 a 11 de abril de 2020, com adesão média de 45,3% da população (SÃO PAULO, 2021). Tal contexto, de alta taxa de circulação da população, reproduzindo o comportamento pré-pandemia, pode ter impactado no aumento da geração de RSS e na continuidade das variações verificadas na série temporal no tocante à geração dos demais resíduos.

No entanto, como poucos municípios, Limeira possui dados atualizados e sistematizados de RSU diversos, assim como informações relativas à COVID-19 com fácil acesso ao público, as quais foram de suma importância para consolidar este estudo e possibilitaram a construção da série temporal analisada. Destaca-se que, na análise estatística descritiva, a média e a mediana da série

dos RSU se apresentaram muito próximas, indicando pouca variabilidade nos dados. Assim, pode-se dizer que os dados analisados são confiáveis.

Os resultados podem ser importantes insumos para compor planos de contingência de gestão de resíduos sólidos em situação de pandemia, objetivando sistemas de gerenciamento mais dinâmicos e responsivos às necessidades de Limeira. Nesse contexto, conhecer a dinâmica de variação da geração dos resíduos sólidos auxilia no seu adequado gerenciamento, bem como na tomada de decisões dos gestores.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Prefeitura de Limeira por ter disponibilizado os dados necessários para a realização da pesquisa.

## CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Silva, S.B.: Conceituação, Curadoria de Dados, Análise Formal, Investigação, Escrita — Primeira Redação Escrita — Revisão e Edição. Bueno, A.C.: Conceituação, Curadoria de Dados, Análise Formal, Investigação, Escrita — Primeira Redação Escrita — Revisão e Edição. Orozco, M.M.D.: Conceituação, Curadoria de Dados, Análise Formal, Investigação, Escrita — Primeira Redação Escrita — Revisão e Edição. Pugliesi, E.: Conceituação, Metodologia, Supervisão, Escrita — Primeira Redação, Escrita — Revisão e Edição. Lopes, L.E.: Curadoria de Dados, Análise Formal, Metodologia.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. Balanço mostra queda em produção de lixo domiciliar durante pandemia. *Agência Brasil*, 2020. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-05/balanco-mostra-queda-em-producao-de-lixo-domiciliar-durante-pandemia>. Acesso em: 5 nov. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019*. São Paulo: ABRELPE, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). *Recomendações para a gestão de resíduos sólidos durante a Pandemia de coronavírus (COVID-19)*. São Paulo: ABRELPE, 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/recomendacoes-para-a-gestao-de-residuos-solidos-durante-a-pandemia-de-coronavirus-covid-19/>. Acesso em: 15 mar. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS E EFLUENTES (ABETRE). *Posicionamento das entidades representativas do setor de resíduos sólidos no Brasil para gestão de resíduos contra a COVID-19 (COVID-19)*. Brasília: ABETRE, 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/abrelpe-no-combate-a-covid-19/>. Acesso em: 15 mar. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (ABES). *Pesquisa da ABES aponta redução da geração de resíduos domiciliares em capitais brasileiras no período de isolamento pela pandemia da Covid-19*. Brasília: ABES, 2020a. Disponível em: <https://www.saneamentobasico.com.br/abes-reducao-residuos-domiciliares/>. Acesso em: 5 nov. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (ABES). *Recomendações para a gestão de resíduos em situação de pandemia por Coronavírus (COVID-19)*. Brasília: ABES, 2020b. Disponível em: <http://abes-dn.org.br/wp-content/uploads/2020/03/RECOMENDAÇÕES-PARA-A-GESTÃO-DE-RESÍDUOS-EM-SITUAÇÃO-DE-PANDEMIA-POR-CORONAVÍRUS-COVID-19-4.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *Resíduos da construção civil e resíduos volumosos: Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação*. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BARROS, R.T.V. *Elementos de gestão de resíduos sólidos*. Belo Horizonte: Tessitura, 2012.

BIDONE, F.R.A.; POVINELLI, J. *Conceitos básicos de resíduos sólidos*. São Carlos: EESC/USP, 1999.

BRASIL. *Covid-19 no Brasil*. 2020a. Disponível em: [https://infoms.saude.gov.br/extensions/covid-19\\_html/covid-19\\_html.html](https://infoms.saude.gov.br/extensions/covid-19_html/covid-19_html.html). Acesso em: 13 mar. 2021.

BRASIL. *Covid-19 no Brasil: casos e óbitos*. 2021. Disponível em: [https://infoms.saude.gov.br/extensions/covid-19\\_html/covid-19\\_html.html](https://infoms.saude.gov.br/extensions/covid-19_html/covid-19_html.html). Acesso em: 2 maio 2022.

- BRASIL. *Impactos da pandemia de Covid-19 no mercado brasileiro de combustíveis*. Brasília: Empresa de Pesquisa Energética, 2020b. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-485/NT-DPG-SDB-2020-02\\_Impactos\\_da\\_COVID-19\\_no\\_mercado\\_brasileiro\\_de\\_combustiveis.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-485/NT-DPG-SDB-2020-02_Impactos_da_COVID-19_no_mercado_brasileiro_de_combustiveis.pdf). Acesso em: 2 dez. 2020.
- BRASIL. *Orientações para manejo de pacientes com COVID-19*. Brasília, 2020c. Disponível em: <https://portaldeboaspraticas.iff.fiocruz.br/wp-content/uploads/2020/06/Covid19-Orientas-ManejoPacientes.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2020.
- BRASIL. *Plano Nacional de Resíduos Sólidos*. Brasil: Ministério do Meio Ambiente, 2020d. Disponível em: <http://consultaspublicas.mma.gov.br/planares/wp-content/uploads/2020/07/Plano-Nacional-de-Residuos-Solidos-Consulta-Publica.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2020.
- CATALUNHA. *La generació de residus municipals a Catalunya ha caigut un 17% durant el mes de confinament per la COVID-19*. Catalunha: Governo da Catalunha, 2020. Disponível em: <https://govern.cat/salaprensa/notes-premsa/384304/generacio-residus-municipals-catalunya-ha-caigut-17-percent-durant-mes-confinament-covid-19>. Acesso em: 1º nov. 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, 152295, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152295>
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). *CETESB recomenda interrupção da coleta seletiva manual durante a pandemia*. São Paulo: CETESB, 2020a. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/blog/2020/04/09/cetesb-recomenda-interruptao-da-coleta-seletiva-manual-durante-a-pandemia/>. Acesso em: 28 nov. 2020.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). *Decisão de Diretoria nº 035/2020/P, de 6 de abril de 2020*. São Paulo: CETESB, 2020b. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2020/04/DD-035-2020-P-Procedure-para-analise-de-Relatorios-de-2020-de-sistemas-de-logistica-reversa.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2020.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). *Inventário estadual de resíduos sólidos urbanos 2019*. São Paulo: CETESB, 2020c. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/residuosolidos/wp-content/uploads/sites/26/2020/10/Inventario-Estadual-de-Residuos-Solidos-Urbanos-2019.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2021.
- DEHAL, A.; VAIDYA, A.N.; KUMAR, A.R. Biomedical waste generation and management during COVID-19 pandemic in India: challenges and possible management strategies. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 29, n. 10, p. 14830-14845, 2022. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16736-8>
- FAN, Y.V.; JIANG, P.; HEMZAL, M.; KLEMES, J.J. An update of COVID-19 influence on waste management. *Science of the Total Environment*, v. 754, 142014, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142014>
- FEDERAÇÃO DOS HOSPITAIS, CLÍNICAS, CASAS DE SAÚDE, LABORATÓRIOS DE PESQUISAS E DE ANÁLISES CLÍNICAS E DEMAIS ESTABELECIMENTOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE (FEHOESP). *Ofício FEHOESP Presidência nº 025/2020*. FEHOESP, 2020. Disponível em: <https://fehoesp360.org.br/>. Acesso em: 30 nov. 2020.
- FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (FIOCRUZ). *Impactos sociais, econômicos, culturais e políticos da pandemia*. FIOCRUZ, 2020. Disponível em: [portal.fiocruz.br/impactos-sociais-economicos-culturais-e-politicos-da-pandemia](https://portal.fiocruz.br/impactos-sociais-economicos-culturais-e-politicos-da-pandemia). Acesso em: 15 nov. 2020.
- GAZETA DE LIMEIRA. UBSs de referência retomam atendimento básico em Limeira. *Gazeta de Limeira*, 2020. Disponível em: <https://www.gazetadelimeira.com.br/local/ubss-de-referencia-retomam-atendimento-basico-em-limeira>. Acesso em: 30 nov. 2020.
- GERHARDT, T.E.; SILVEIRA, D.T. *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- GOVERN ILLES BALEARS (GOIB). *COVID-19: La generació de residus municipals a les Illes Balears disminueix un 14% des de la declaració de l'estat d'alarma*. GOIB, 2020. Disponível em: <http://www.caib.es/pidip2front/jsp/ca/fitxa-convocatoria/strongspan-stylecolor1c697dcovid-19nbspspanla-generacioacute-de-residus-municipals-a-les-illes-balears-disminueix-un-14-des-de-la-declaracioacute-de-lrsquoestat-drsquoalarmstrong>. Acesso em: 1º nov. 2020.
- HANTOKO, D.; LI, X.; PARIATAMBY, A.; YOSHIKAWA, K.; HORTTANAINEN, M.; YAN, M. Challenges and practices on waste management and disposal during COVID-19 pandemic. *Journal of Environmental Management*, v. 286, 112140, maio 2021. <https://doi.org/10.1016%2Fj.jenvman.2021.112140>
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Estimativas de população*. IBGE. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6579>. Acesso em: 14 nov. 2020a.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Panorama: população - Limeira*. IBGE. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/limeira/panorama>. Acesso em: 14 nov. 2020b.
- INSTITUTE OF MEDICINE. *The Domestic and International Impacts of the 2009-H1N1 Influenza A Pandemic: Global Challenges, Global Solutions: Workshop Summary, Forum on Microbial Threats*. *Anais...* Washington, D.C.: National Academies Press, 2010. <https://doi.org/10.17226/12799>
- KLEMEŠ, J.J.; FAN, Y.V.; TAN, R.R.; JIANG, P. Minimising the present and future plastic waste, energy and environmental footprints related to COVID-19. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 127, 109883, 2020. <https://doi.org/10.1016%2Fj.rser.2020.109883>
- KULKARNI, B.N.; ANANTHARAMA, V. Repercussions of COVID-19 pandemic on municipal solid waste management: Challenges and opportunities. *Science of the Total Environment*, v. 743, 140693, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140693>
- MONTEIRO, J.H.P. *Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.
- NZEADIBE, T.C.; EJIKE-ALIEJI, A.U.P. Solid waste management during Covid-19 pandemic: policy gaps and prospects for inclusive waste governance in Nigeria. *Local Environment*, v. 25, n. 7, p. 527-535, 2020. <https://doi.org/10.1080/13549839.2020.1782357>
- ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). *OMS afirma que COVID-19 é agora caracterizada como pandemia*. OPAS. Disponível em: [https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=6120:oms-afirma-que-covid-19-e-agora-caracterizada-como-pandemia&Itemid=812](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6120:oms-afirma-que-covid-19-e-agora-caracterizada-como-pandemia&Itemid=812). Acesso em: 1º nov. 2020.
- PENTEADO, C.S.G.; CASTRO, M.A.S. Covid-19 effects on municipal solid waste management: What can effectively be done in the Brazilian scenario? *Resources, Conservation and Recycling*, v. 164, 105152, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105152>

- PREFEITURA DE LIMEIRA. *Ecopontos*. Limeira: Prefeitura de Limeira. Disponível em: <https://www.limeira.sp.gov.br/sitenovo/downloads/cd840acdc153c558917a7a2254c221f6.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2020a.
- PREFEITURA DE LIMEIRA. *Histórico de Planilhas Covid-19 - 2020*. Limeira: Prefeitura de Limeira, 2020b. Disponível em: [https://www.limeira.sp.gov.br/sitenovo/simple\\_hotsite.php?id=69&simple=547](https://www.limeira.sp.gov.br/sitenovo/simple_hotsite.php?id=69&simple=547). Acesso em: 13 mar. 2021.
- PREFEITURA DE LIMEIRA. *Limeira tem três casos confirmados de coronavírus; morte suspeita é descartada*. Limeira: Prefeitura de Limeira, 2020c. Disponível em: [https://www.limeira.sp.gov.br/sitenovo/news\\_hotsite.php?id=69&news=9849](https://www.limeira.sp.gov.br/sitenovo/news_hotsite.php?id=69&news=9849). Acesso em: 31 out. 2020.
- PREFEITURA DE LIMEIRA. *Macrozonas rural e urbana e bairros de Limeira*. Limeira: Secretaria de Urbanismo, 2020d.
- PREFEITURA DE LIMEIRA. *Plano Municipal de Saneamento Básico*. Limeira: Prefeitura de Limeira, 2014. v. 5. Disponível em: <https://www.limeira.sp.gov.br/sitenovo/downloads/57ae1edcc3234a2c843fae933b80cd9b.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2020.
- PREFEITURA DE LIMEIRA. *Unidades de Pronto Atendimento funcionam 24h para casos suspeitos de coronavírus no fim de semana*. Limeira: Prefeitura de Limeira, 2020e. Disponível em: [https://www.limeira.sp.gov.br/sitenovo/news\\_hotsite.php?id=69&news=10567](https://www.limeira.sp.gov.br/sitenovo/news_hotsite.php?id=69&news=10567). Acesso em: 30 nov. 2020.
- PROTÁSIO, J.R.; MORAIS, M.S.; VENTURA, K.S. Análise dos efeitos da COVID-19 nos resíduos sólidos domiciliares coletados em 22 capitais brasileiras. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 10, n. 1, e19698, 2021. <https://doi.org/10.5585/geas.v10i1.19698>
- R CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. Viena: R Foundation for Statistical Computing, 2020. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 15 abr. 2022.
- RUPANI, P.F.; NILASHI, M.; ABUMALLOH, R.A.; ASADI, S.; SAMAD, S.; WANG, S. Coronavirus pandemic (COVID-19) and its natural environmental impacts. *International Journal of Environmental Science and Technology*, v. 17, n. 11, p. 4655-4666, 2020. <https://doi.org/10.1007%2Fs13762-020-02910-x>
- SÃO PAULO. *Adesão ao isolamento social em SP*. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/coronavirus/isolamento/>. Acesso em: 5 jan. 2021.
- SÃO PAULO. *Coletiva de imprensa sobre corona vírus em São Paulo 26 de fevereiro de 2020*. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, 2020a. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/podcasts/coletiva-de-imprensa-sobre-corona-virus-em-sao-paulo-26-de-fevereiro-de-2020/>. Acesso em: 31 out. 2020.
- SÃO PAULO. *Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo*. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, 2020b. Disponível em: [https://smastr20.blob.core.windows.net/download/Plano-de-Residuos-Solidos\\_CONSULTA-PUBLICA.pdf](https://smastr20.blob.core.windows.net/download/Plano-de-Residuos-Solidos_CONSULTA-PUBLICA.pdf). Acesso em: 31 out. 2020.
- SARKODIE, S.A.; OWUSU, P.A. Impact of COVID-19 pandemic on waste management. *Environment, Development and Sustainability*, v. 23, n. 5, p. 7951-7960, 2021. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00956-y>
- SARMENTO, P.; MOTTA, M.; SCOTT, I.J.; PINHEIRO, F.L.; CASTRO NETO, M. Impact of COVID-19 lockdown measures on waste production behavior in Lisbon. *Waste Management*, v. 138, p. 189-198, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.12.002>
- SCHMITT, V.G.H.; CEQUEA, M.M.; VÁSQUEZ NEYRA, J.M.; FERASSO, M. Consumption behavior and residential food waste during the COVID-19 pandemic outbreak in Brazil. *Sustainability*, v. 13, n. 7, 3702, 2021. <https://doi.org/10.3390/su13073702>
- SIMAS, P.V.M. *Metaviroma de morcegos Tadarida brasiliensis*. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.
- SNIS. *Manejo dos resíduos sólidos urbanos no Brasil - 2018*. Brasil: SNIS, 2018. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-residuos-solidos>. Acesso em: 19 nov. 2020a.
- SNIS. *Taxa de cobertura do serviço de coleta de RDO em relação à população urbana em São Paulo*. Brasil: SNIS, 2020. Disponível em: [http://appsniis.mdr.gov.br/indicadores/web/residuos\\_solidos/mapa-indicadores](http://appsniis.mdr.gov.br/indicadores/web/residuos_solidos/mapa-indicadores). Acesso em: 21 nov. 2020.
- VENTURA, K.S.; MORAIS, M.S.; VAZ FILHO, P.; AGAMEMNON JÚNIOR, B. Análise dos impactos da COVID-19 à coleta de resíduos sólidos domiciliares, recicláveis e de serviços de saúde no município de Araraquara (SP), Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 26, n. 4, p. 775-784, 2021. <https://doi.org/10.1590/S1413-415220200309>
- WANG, J.; CHEN, Z.; LANG, X.; WANG, S.; YANG, L.; WU, X.; ZHOU, X.; CHEN, Z. Quantitative evaluation of infectious health care wastes from numbers of confirmed, suspected and out-patients during COVID-19 pandemic: A case study of Wuhan. *Waste Management*, v. 126, p. 323-330, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.03.026>
- YOU, S.; SONNE, C.; OK, Y.S. COVID-19's unsustainable waste management. *Science*, v. 368, n. 6498, p. 1438, 26 jun. 2020. <https://doi.org/10.1126/science.abc7778>
- YU, H.; SUN, X.; SOLVANG, W.D.; ZHAO, X. Reverse logistics network design for effective management of medical waste in epidemic outbreaks: insights from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in Wuhan (China). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, n. 5, p. 1770, 2020. <https://doi.org/10.3390%2Fijerph17051770>
- ZAND, A.D.; HEIR, A.V. Environmental impacts of new coronavirus outbreak in Iran with an emphasis on waste management sector. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, v. 23, n. 1, p. 240-247, 2021. <https://doi.org/10.1007%2Fs10163-020-01123-1>
- ZUUR, A.F.; IENO, E.N.; WALKER, N.; SAVELIEV, A.A.; SMITH, G.M. *Mixed effects models and extensions in ecology with R*. Nova York: Springer, 2009.

**Apêndice 1 – Geração mensal de resíduos sólidos (ton/mês para RSD, RSS e volumosos, e kg/mês para RCS), geração *per capita* mensal (kg/habitante/mês) e geração *per capita* diária (kg/habitante/dia), janeiro de 2016 a dezembro de 2020.**

Resíduos Sólidos Domiciliares															
mês	2016			2017			2018			2019			2020		
	ton/mês	kg/hab./mês	kg/hab./dia												
JAN	6.471,50	21.665	0,699	6.953,33	23.108	0,745	7.359,69	24.235	0,782	6.830,16	22.312	0,720	6.888,89	22.332	0,720
FEV	5.987,72	20.046	0,691	5.591,03	18.580	0,664	5.996,97	19.748	0,705	5.765,29	18.834	0,673	6.278,78	20.354	0,702
MAR	6.134,66	20.538	0,663	6.055,28	20.123	0,649	6.253,15	20.591	0,664	6.221,90	20.325	0,656	6.257,10	20.284	0,654
ABR	5.702,43	19.091	0,636	5.501,67	18.283	0,609	5.955,29	19.610	0,654	6.050,41	19.765	0,659	5.556,83	18.013	0,600
MAI	5.757,02	19.274	0,622	6.206,75	20.627	0,665	5.863,00	19.306	0,623	5.956,43	19.458	0,628	5.655,85	18.334	0,591
JUN	5.531,18	18.517	0,617	5.733,05	19.052	0,635	5.674,92	18.687	0,623	5.510,93	18.003	0,600	6.106,29	19.795	0,660
JUL	5.463,12	18.290	0,590	5.759,90	19.142	0,617	5.834,98	19.214	0,620	5.788,02	18.908	0,610	6.028,79	19.543	0,630
AGO	5.773,33	19.328	0,623	6.369,76	21.168	0,683	6.030,74	19.859	0,641	5.890,87	19.244	0,621	5.930,67	19.225	0,620
SET	5.501,79	18.419	0,614	5.921,13	19.677	0,656	5.679,75	18.703	0,623	5.832,26	19.053	0,635	6.132,37	19.879	0,663
OUT	5.550,02	18.581	0,599	6.189,10	20.568	0,663	6.491,40	21.376	0,690	6.196,47	20.242	0,653	6.181,93	20.040	0,646
NOV	5.823,78	19.497	0,650	6.087,90	20.232	0,674	6.109,74	20.119	0,671	6.081,25	19.866	0,662	6.017,18	19.506	0,650
DEZ	6.886,06	23.053	0,744	6.691,67	22.238	0,717	6.683,19	22.007	0,710	6.892,22	22.515	0,726	7.011,01	22.727	0,733
TOTAL	70.582,61	236.299	7,877	73.060,57	242.798	8,093	73.932,82	243.455	8,115	73.016,21	238.526	7,951	74.045,69	240.032	7,871

Resíduos de Serviços de Saúde															
mês	2016			2017			2018			2019			2020		
	ton/mês	kg/hab./mês	kg/hab./dia												
JAN	48,09	0,161	0,005	49,46	0,164	0,005	50,11	0,165	0,005	46,66	0,152	0,005	49,47	0,160	0,005
FEV	49,79	0,167	0,006	45,59	0,152	0,005	47,33	0,156	0,006	47,08	0,154	0,005	47,25	0,153	0,005
MAR	52,95	0,177	0,006	53,34	0,177	0,006	52,67	0,173	0,006	49,14	0,161	0,005	47,06	0,153	0,005
ABR	54,13	0,181	0,006	48,31	0,161	0,005	50,05	0,165	0,005	54,43	0,178	0,006	37,50	0,122	0,004
MAI	53,93	0,181	0,006	52,99	0,176	0,006	48,82	0,161	0,005	50,47	0,165	0,005	45,71	0,148	0,005
JUN	55,54	0,186	0,006	53,26	0,177	0,006	50,97	0,168	0,006	48,52	0,159	0,005	55,64	0,180	0,006
JUL	53,94	0,181	0,006	52,65	0,175	0,006	48,55	0,160	0,005	49,20	0,161	0,005	66,42	0,215	0,007
AGO	55,99	0,187	0,006	54,45	0,181	0,006	51,51	0,170	0,005	49,34	0,161	0,005	67,60	0,219	0,007
SET	54,63	0,183	0,006	62,65	0,208	0,007	45,90	0,151	0,005	45,69	0,149	0,005	62,35	0,202	0,007
OUT	48,67	0,163	0,005	40,60	0,135	0,004	50,50	0,166	0,005	50,80	0,166	0,005	66,03	0,214	0,007
NOV	50,29	0,168	0,006	48,20	0,160	0,005	49,09	0,162	0,005	49,77	0,163	0,005	58,90	0,191	0,006
DEZ	45,02	0,151	0,005	48,96	0,163	0,005	44,82	0,148	0,005	50,14	0,164	0,005	62,74	0,203	0,007
TOTAL	622,97	2,086	0,070	610,46	2,029	0,068	590,32	1,944	0,065	591,24	1,931	0,064	666,67	2,161	0,071

Continua...

## Apêndice 1 - Continuação.

Resíduos de Coleta Seletiva															
	2016			2017			2018			2019			2020		
mês	kg/mês	kg/hab./mês	kg/hab./dia	kg/mês	kg/hab./mês	kg/hab./dia	kg/mês	kg/hab./mês	kg/hab./dia	kg/mês	kg/hab./mês	kg/hab./dia	kg/mês	kg/hab./mês	kg/hab./dia
JAN	80680	0,270	0,009	90620	0,301	0,010	86250	0,284	0,009	86840	0,284	0,009	78410	0,254	0,008
FEV	86050	0,288	0,010	80180	0,266	0,010	79210	0,261	0,009	80000	0,261	0,009	73790	0,239	0,008
MAR	112690	0,377	0,012	87120	0,290	0,009	85440	0,281	0,009	86980	0,284	0,009	77240	0,250	0,008
ABR	94240	0,315	0,011	78400	0,261	0,009	82880	0,273	0,009	83080	0,271	0,009	71570	0,232	0,008
MAI	92240	0,309	0,010	87960	0,292	0,009	86320	0,284	0,009	90660	0,296	0,010	73310	0,238	0,008
JUN	89480	0,300	0,010	86520	0,288	0,010	85570	0,282	0,009	84090	0,275	0,009	73680	0,239	0,008
JUL	88290	0,296	0,010	87166	0,290	0,009	86400	0,285	0,009	90950	0,297	0,010	76710	0,249	0,008
AGO	90800	0,304	0,010	90240	0,300	0,010	89930	0,296	0,010	91460	0,299	0,010	75690	0,245	0,008
SET	97250	0,326	0,011	85730	0,285	0,009	83720	0,276	0,009	75620	0,247	0,008	75050	0,243	0,008
OUT	47210	0,158	0,005	86920	0,289	0,009	90510	0,298	0,010	80810	0,264	0,009	76090	0,247	0,008
NOV	54600	0,183	0,006	85970	0,286	0,010	87370	0,288	0,010	79430	0,259	0,009	73160	0,237	0,008
DEZ	56080	0,188	0,006	83950	0,279	0,009	83670	0,276	0,009	76110	0,249	0,008	72700	0,236	0,008
TOTAL	989610	3,313	0,110	1030776	3,426	0,114	1027270	3,383	0,113	1006030	3,286	0,110	897400	2,909	0,095

Resíduos Volumosos															
	2016			2017			2018			2019			2020		
mês	ton/mês	kg/hab./mês	kg/hab./dia												
JAN	85,92	0,288	0,009	112,50	0,374	0,012	137,21	0,452	0,015	220,36	0,720	0,023	220,89	0,716	0,023
FEV	116,59	0,390	0,013	113,80	0,378	0,014	108,34	0,357	0,013	182,52	0,596	0,021	156,28	0,507	0,017
MAR	136,76	0,458	0,015	134,89	0,448	0,014	90,82	0,299	0,010	195,25	0,638	0,021	185,85	0,602	0,019
ABR	111,50	0,373	0,012	107,92	0,359	0,012	85,09	0,280	0,009	188,87	0,617	0,021	153,34	0,497	0,017
MAI	95,49	0,320	0,010	112,46	0,374	0,012	52,33	0,172	0,006	189,76	0,620	0,020	127,25	0,413	0,013
JUN	119,24	0,399	0,013	106,77	0,355	0,012	91,78	0,302	0,010	141,99	0,464	0,015	141,49	0,459	0,015
JUL	85,77	0,287	0,009	95,27	0,317	0,010	121,37	0,400	0,013	209,07	0,683	0,022	171,78	0,557	0,018
AGO	83,90	0,281	0,009	91,27	0,303	0,010	176,58	0,581	0,019	166,23	0,543	0,018	140,94	0,457	0,015
SET	73,78	0,247	0,008	93,38	0,310	0,010	140,32	0,462	0,015	167,29	0,546	0,018	150,82	0,489	0,016
OUT	58,09	0,194	0,006	92,24	0,307	0,010	137,02	0,451	0,015	176,83	0,578	0,019	168,88	0,547	0,018
NOV	29,07	0,097	0,003	91,01	0,302	0,010	150,12	0,494	0,016	143,21	0,468	0,016	162,25	0,526	0,018
DEZ	69,63	0,233	0,008	131,43	0,437	0,014	125,57	0,413	0,013	179,68	0,587	0,019	62,74	0,542	0,017
TOTAL	1065,74	3,568	0,119	1282,94	4,264	0,142	1416,55	4,665	0,155	2161,06	7,060	0,235	1842,51	6,311	0,207

RSD: resíduos sólidos domiciliares; RSS: resíduos de serviços de saúde; RCS: resíduos de coleta seletiva.

Fonte: Prefeitura de Limeira (2020b).

**Apêndice 2 - Inspeção visual de resíduos.**

