



## Análise dos efeitos da COVID-19 nos resíduos sólidos domiciliares coletados em 22 capitais brasileiras

Júlia Ramos Protasio<sup>1</sup> Mariana Sedenho de Moraes<sup>2</sup> Katia Sakihama Ventura<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Master degree student in Urban Engineering. Federal University of São Carlos (UFSCar), Urban Engineering Post-graduation Program (PPGEU). São Carlos, São Paulo – Brazil. [julia.ramos.protasio@gmail.com](mailto:julia.ramos.protasio@gmail.com)

<sup>2</sup> Master degree student in Urban Engineering. Federal University of São Carlos (UFSCar), Urban Engineering Post-graduation Program (PPGEU). São Carlos, São Paulo – Brazil. [sedehomariana@gmail.com](mailto:sedehomariana@gmail.com)

<sup>3</sup> PhD (doctor) in Hydraulic and Sanitation. Federal University of São Carlos (UFSCar), Urban Engineering Post-graduation Program (PPGEU). São Carlos, São Paulo – Brazil. [katiasv@ufscar.br](mailto:katiasv@ufscar.br)

### Cite como

American Psychological Association (APA)

Protasio, J. R., Moraes, M. S., & Ventura, K. S. (2021). Análise dos efeitos da COVID-19 nos resíduos sólidos domiciliares coletados em 22 capitais brasileiras. *Rev. Gest. Ambient. e Sust. - GeAS.*, 10(1), 1-23, e19698. <https://doi.org/10.5585/geas.v10i1.19698>.

### Resumo

**Objetivo:** O objetivo principal foi analisar os efeitos da COVID-19 nos resíduos sólidos domiciliares coletados em 22 capitais brasileiras.

**Metodologia:** Abordagem descritiva, incluindo a seleção de capitais brasileiras e análise de dados de resíduos sólidos domiciliares (RSD) por revisão bibliográfica e consulta a plataformas institucionais em meio digital, no início da pandemia.

**Relevância:** A pandemia exigiu adaptações dos administradores locais e o estabelecimento de protocolos norteadores à prevenção do vírus, o que desencadeou adaptações emergenciais nas operações diárias da coleta de RSD, especialmente nas capitais brasileiras.

**Resultados:** No período analisado, as capitais com o maior número de casos acumulados de COVID-19 foram São Paulo, Brasília e Rio de Janeiro. Considerando as 22 capitais analisadas, três possuem planos de contingência à COVID-19 para resíduos sólidos e, 16 delas apresentam diretrizes complementares à gestão de resíduos sólidos. Houve redução dos resíduos sólidos domiciliares coletados em abril e maio de 2020, logo após a disseminação do vírus no país.

**Contribuições:** As principais contribuições foram a descrição quantitativa de RSD coletados em capitais brasileiras, a identificação de procedimentos adotados no período analisado e, um conjunto de iniciativas preliminares para melhoria da gestão pública no setor.

**Conclusão:** O surto pandêmico à COVID-19 gerou adaptações emergenciais na coleta de resíduos sólidos domiciliares e ausência de divulgação de dados, mesmo após um ano de pandemia nas capitais brasileiras. Neste campo, as iniciativas propostas têm a capacidade de mobilizar os municípios à sustentabilidade e resiliência no pós-pandemia.

**Palavras-chave:** Resíduos sólidos domiciliares. Covid-19. Cidades resilientes.

### Analysis of the effects of COVID-19 on the household solid waste collected in 22 Brazilian capitals

#### Abstract

**Objective:** The principal aim was to analyze the effects of COVID-19 on the household solid waste collected in 22 Brazilian capitals.

**Methodology:** Descriptive approach, including the selection of Brazilian capitals and data analysis of household solid waste (RSD, acronym in Portuguese) by literature review and consultation of institutional platforms in digital media, at the beginning of the pandemic.

**Relevance:** The pandemic required adaptations by local managers and the establishment of guiding protocols for the prevention of the virus, which triggered emergency adaptations in the daily operations of RSD collection, especially in Brazilian capitals.





**Results:** In the analyzed period, the capitals with the highest number of accumulated cases of COVID-19 were São Paulo, Brasília and Rio de Janeiro. Regarding 22 capitals analyzed, three have COVID-19 contingency plans for solid waste and, 16 of them has showed complementary guidelines for solid waste management. There was a reduction of household solid waste collected in April and May 2020, soon after the virus spread in the country.

**Contributions:** The main contributions were a quantitative description of RSD collected in Brazilian capitals, an identification of procedures adopted in the analyzed period and, a set of preliminary initiatives to improve management in the sector.

**Conclusion:** The pandemic outbreak to COVID-19 generated emergency adaptations in the collection of household solid waste and lack of data disclosure, even after a year of pandemic in Brazilian capitals. In this field, the proposed initiatives have the capacity to mobilize municipalities towards sustainability and resilience in the post-pandemic.

**Keywords:** Household solid waste. Covid-19. Resilient cities.

## Análisis de los efectos del COVID-19 en los residuos sólidos domésticos recogidos en 22 capitales brasileñas

### Resumen

**Objetivo:** El objetivo principal fue analizar los efectos del COVID-19 sobre los residuos sólidos domiciliarios recolectados en 22 capitales brasileñas.

**Metodología:** enfoque descriptivo, incluyendo la selección de capitales brasileñas y análisis de datos de residuos sólidos domiciliarios (RSD) por la revisión de literatura y consulta de plataformas institucionales en medios digitales, al comienzo de la pandemia.

**Relevancia:** la pandemia requirió adaptaciones por parte de los administradores locales y el establecimiento de protocolos de dirección para la prevención del virus, lo que desencadenó adaptaciones de emergencia en las operaciones diarias de recolección de residuos sólidos domiciliarios (RSD), especialmente en las capitales brasileñas.

**Resultados:** en el período analizado, las capitales con mayor número de casos acumulados de COVID-19 fueron São Paulo, Brasília y Río de Janeiro. Considerando las 22 capitales analizadas, tres cuentan con planes de contingencia COVID-19 para residuos sólidos y, 16 de ellas cuentan con lineamientos complementarios a la gestión de residuos sólidos. Hubo una reducción en los residuos sólidos domésticos recolectados en abril y mayo de 2020, poco después de la propagación del virus en el país.

**Contribuciones:** Los principales aportes fueron la descripción cuantitativa de las RSD recolectadas en las capitales brasileñas, la identificación de los procedimientos adoptados en el período analizado y un conjunto de iniciativas preliminares para mejorar la gestión pública en el sector.

**Conclusión:** El brote pandémico de COVID-19 generó adaptaciones de emergencia en la recolección de residuos sólidos domiciliarios y falta de divulgación de datos, incluso después de un año de pandemia en las capitales brasileñas. En este campo, las iniciativas propuestas tienen la capacidad de movilizar a los municipios a la sostenibilidad y la resiliencia en la pos-pandémica.

**Palabras clave:** Residuos sólidos domésticos. COVID-19. Ciudades resilientes.

### 1 Introdução

O início da pandemia em território nacional foi registrado em 26 de fevereiro de 2020 no estado de São Paulo e se dissipou em todo território nacional, especialmente após a identificação das novas variantes no país. A vacinação foi uma iniciativa, entre outras, que contribuiu para a redução do número de casos, sendo garantida à 73,58% da população brasileira com a 1ª dose e, praticamente, à 58,87% da população imunizada com duas doses ou dose única até novembro 2021 (BRASIL, 2021).

No início do surto, as informações sobre a capacidade de contaminação do SARS-CoV2 em seres humanos eram incipientes e, após um ano de permanência do vírus, há o



reconhecimento da importância da vacinação em larga escala para redução do número de casos no mundo (WHO, 2021).

Os sintomas mais comuns da COVID-19 são febre, cansaço e tosse seca, podendo ocasionar dores no corpo, congestão nasal, dor de cabeça, conjuntivite, dor de garganta, diarreia, perda de paladar ou olfato, erupção cutânea na pele ou descoloração dos dedos das mãos ou dos pés (OMS, 2020).

Do início da pandemia até novembro de 2021, as medidas preventivas se mantêm como lavar as mãos com água e sabão e aplicar álcool com concentração superior a 70%, usar máscaras em ambientes coletivos, manter distanciamento físico entre as pessoas, bem como evitar o toque na face, narinas e olhos (WHO, 2021).

No Brasil, os desafios da COVID-19 tornam-se presentes pelas características de transmissão quando se retrata um contexto de elevada desigualdade social, com populações em condições precárias de habitação e saneamento, sem acesso à água potável e em situação de aglomeração urbana (Werneck & Carvalho, 2020)

Por outro lado, alguns pesquisadores identificaram a necessidade de observar a permanência do vírus em superfícies, o que gera a preocupação com os resíduos sólidos coletados nas cidades. Pesquisas sobre a persistência do vírus em superfícies, objetos contaminados e em efluentes indicam que os resíduos sólidos podem ser um veículo de transmissão do SARS-CoV2 para a população e os operadores da coleta, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos, conforme aponta Araújo & Silva (2020).

Neste contexto, as principais contribuições da presente pesquisa foram, a partir do contexto pandêmico, a descrição do cenário dos resíduos sólidos coletados em capitais brasileiras, a identificação de procedimentos adotados no período de análise e a proposição de medidas para melhoria da coleta de resíduos sólidos, visando a resiliência das cidades.

## 2 Revisão de literatura

A COVID-19 é transmitida por secreções ou gotículas provenientes de indivíduos contaminados por olhos, nariz e boca (OPAS, 2020; WHO, 2020).

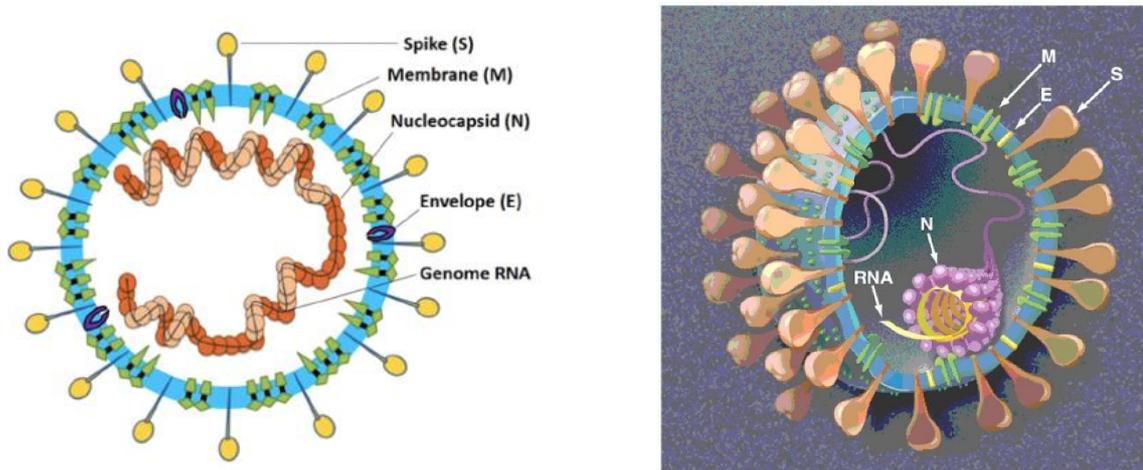
O vírus apresenta formato esférico e sua estrutura é composta por dupla camada de lipídeos que envelopam o vírus (Figura 1). As propriedades de infecção do vírus provêm das proteínas deste envelope, as quais apresentam em sua extremidade uma coroa (*“corona”* em latim), configurando o nome da família deste vírus (Fehr & Perlman, 2015; Weiss & Navas-Martin, 2020).





**Figura 1**

*Estrutura do SARS-CoV2*



**Nota:** M: membrana lipídica; S: espícula de contato do vírus com receptores celulares; E: envoltório glicoproteico; RNA+: material genético viral; N: capsídeo proteico.

**Fonte:** Li *et al.* (2020); Uzunian (2020).

A sobrevivência do vírus nos materiais depende do tipo de superfície, da temperatura do ambiente, da umidade relativa do ar e da característica inerente a eles (Kamph *et al.*, 2020; WHO, 2020a; Nghiem *et al.*, 2020). Segundo estes autores, a persistência do SARS-CoV2 é de até 9 dias, com destaque para papelão (24h), aço inoxidável (72h), alumínio (5d), papel (5d) e plástico (9d).

A pandemia exigiu a participação de diferentes níveis do Sistema Único de Saúde (SUS) para melhor gerir os obstáculos impostos pelo vírus, bem como contou com a participação da sociedade e de empresas privadas para minimizar o risco do SARS-CoV2 no contexto urbano (Fiocruz, 2020a). Assim, um elemento fundamental da gestão pública foi a resiliência dos municípios em se adaptar às novas demandas de infraestrutura urbana e sanitária, culminando na necessidade de revisão de políticas públicas para mobilidade ativa, eficiência energética e serviços ecossistêmicos urbanos para prosperar no pós-pandemia, segundo WRI (2021).

Neste contexto, a coleta de resíduos sólidos urbanos (RSU) torna-se relevante na pandemia, devido às alterações e/ou manutenção de operações diárias em algumas capitais brasileiras, pois ocorreram adaptações à rota, frequência e recursos para higienização e segurança dos funcionários e caminhões (Fan *et al.*, 2020).

Para o enfrentamento da COVID-19, protocolos de ação ao manejo seguro da coleta regular ou redução da coleta seletiva foram realizados, considerando as informações preliminares por autoridades nacionais e internacionais (Ventura *et al.*, 2021). A prioridade dos planos emergenciais foi garantir a proteção dos trabalhadores da coleta, transporte e



centrais de triagem e de reciclagem de RSU e de materiais recicláveis (Araújo & Silva, 2020).

Para o manejo seguro de resíduos sólidos, autoridades nacionais e internacionais propuseram medidas de controle (Quadro 1). As principais orientações à segregação e à coleta de RSU foram a segregação individualizada do material contaminado com SARs-CoV2, uso de sacos duplos ou triplos com substância sanitizantes e a identificação da COVID-19 no material coletado.

### Quadro 1

#### Diretrizes para gerenciamento de resíduos sólidos com o SARS-CoV2

Etapas de gerenciamento dos resíduos sólidos	Instituições
<b>Segregação</b> 1- Orientar os funcionários quanto à coleta diferenciada (forma de manuseio, uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) por tipo de coleta); 2- Intensificar a higienização de EPIs, vestiários, refeitórios e demais dependências de trabalho, bem como dos veículos e contentores, sempre que possível com utilização de desinfetantes; 3- Estabelecer protocolos específicos ou revisão daqueles em vigência para proteção à saúde dos trabalhadores, especialmente durante o contato com resíduos; 4- Orientar a população sobre as recomendações para separação de resíduos sólidos (contaminados ou com suspeita) dos materiais comuns.	ABES CEMPRE  ISWA WHO
<b>Acondicionamento</b> 1- Nos casos confirmados de COVID-19 ou com suspeita da doença, orientar a população sobre o protocolo recomendado de acondicionamento dos resíduos sólidos (sacos duplos ou triplos resistentes, lacrados e identificados, com encaminhamento à coleta convencional); 2- Os resíduos do item anterior incluem lenços, roupas, tecidos, máscaras, luvas e outros itens contaminados; 3- Segregar os resíduos das atividades assistenciais de saúde em sacos vermelhos duplos com lacre e identificação.	ABES ABRELPE ANVISA SS-DF BMJ ISWA WHO
<b>Armazenamento</b> 1- Todo resíduo sólido com o SARS-CoV2 deve ser armazenado separadamente nos domicílios, em locais ventilados, até seu descarte para coleta convencional/regular; 2- Armazenar materiais recicláveis em sacos de papel abertos ou em recipientes plásticos rígidos (lixeiras ou cestos) por pelo menos três dias (72 horas) antes de descarte em contentores, durante a quarentena, antes do manuseio por catadores; 3- Observar a persistência do coronavírus em superfícies para resíduos recicláveis	ABES CEMPRE  BMJ WHO
<b>Coleta e destinação final</b> 1- Aumentar a frequência do serviço de coleta regular de resíduos sólidos, especialmente nas regiões mais precárias e periféricas; 2- Estruturar novo roteiro de coleta para os domicílios com resíduos identificados com o rótulo "COVID-19"; 3- Não interromper coleta regular e a limpeza urbana por serem serviços essenciais; 4- Interromper a coleta seletiva e fornecer auxílio social temporário aos catadores pelo governo local; 5- Realizar a coleta seletiva somente em residências sem confirmação do COVID-19; 6- Aumentar a frequência de cobertura dos resíduos depositados em aterros sanitários; 7- Aumentar o número de equipes de trabalho para limpeza e remoção de resíduos descartados em locais inadequados; 8- Proibir descarte de resíduos com COVID-19 na coleta seletiva ou de forma abandonada nas vias públicas.	ABES ABRELPE CEMPRE CETESB MNCR ACR+ ISWA ONU

**Nota:** Instituições: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental(ABES); Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE); Association of Cities and Regions for Sustainable Resource Management(ACR+); British Medical Journal (BMJ); Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE); Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB); International Solid Waste Association (ISWA); Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR); Organização das Nações Unidas(ONU); Secretaria de Saúde do Distrito Federal(SS/DF); British Medical Journal (BMJ); World Health Organization.

**Fonte:** Ventura *et al.* (2021).





Outro ponto que merece atenção é a vulnerabilidade social, tanto da população quanto dos profissionais da coleta de resíduos sólidos. Mishra, Gayen & Haque (2020) estudaram as subunidades de quatro principais metrópoles indianas por um índice de vulnerabilidade sobre a COVID-19 e destacaram que a vulnerabilidade, o distanciamento social e o Lockdown tiveram falhas nas zonas estudadas, principalmente pelo não cumprimento de medidas preventivas e pelas péssimas condições de infraestrutura das áreas mais carentes. Ventura *et. al* (2021) identificaram a importância de pesquisas associadas ao mapeamento da vulnerabilidade social e à coleta de resíduos sólidos como um dos recursos para estudo da doença e das condições de vida no município.

Os catadores informais trabalham individualmente ou em cooperativas não associadas aos municípios e não possuem auxílio financeiro emergencial à pandemia, tornando-os vulneráveis ao risco de contaminação pela necessidade de realização deste serviço (Penteado & Castro, 2020).

Com a pandemia, tornou-se evidente a fragilidade do SUS pela falta de recursos apropriados nos municípios e pelas disparidades regionais. Os investimentos no sistema de saúde aumentam a resiliência do SUS e permitem a absorção gradual dos efeitos adversos pelos impactos econômicos e políticos (Massuda *et al.*, 2020).

O plano de contingência para COVID-19 promove recomendações ao gerenciamento de RSU, entre os quais destaca-se os resíduos sólidos domiciliares, os quais, em sua maioria, pertencem à classe IIA – não perigosos e não inertes (ABNT, 2004). Neste sentido, a massa coletada de resíduos domiciliares nas capitais brasileiras é significativamente superior aos municípios de médio e pequeno porte em função do número populacional, pela diversidade de serviços oferecidos, classe de resíduos sólidos coletados e tipo de gerador, além de outros fatores.

Cabe observar que o tipo de RSU inseridos nesta pesquisa foram os resíduos sólidos domiciliares. Assim, o objetivo geral da presente pesquisa foi analisar os efeitos da COVID-19 nos Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) coletados em 22 capitais brasileiras.

### 3 Metodologia

A metodologia foi desenvolvida a partir de uma abordagem descritiva, considerando i) a seleção de capitais brasileiras com planos e orientações de resíduos sólidos em tempos de pandemia, conjuntamente com o número de casos registrados nas capitais brasileiras e, ii) análise de dados de resíduos sólidos domiciliares coletados nestas localidades com uso de planilha eletrônica e revisão bibliográfica para estruturação de banco de dados.

Como hipótese desta pesquisa, tem-se que o surto pandêmico à COVID-19 exigiu rápidas intervenções do poder administrativo local, a fim de replanejar a coleta de resíduos



sólidos domiciliares e disponibilizar tais adaptações para população em meio digital. Mediante estes ajustes, a coleta de resíduos sólidos nos municípios apresentou queda (ABES, 2020d).

### 3.1 Seleção de capitais brasileiras

As operações diárias da coleta de resíduos sólidos foram alteradas pelo surto da COVID-19, tendo como diretrizes o plano de manejo de resíduos sólidos. Para isto, as bases de dados foram *Web of Science*, *Scopus*, Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), *World Health Organization* (WHO), Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), Sistema Único de Saúde (SUS) e Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) com as *strings* COVID-19, SARS-CoV2, pandemia, gestão de resíduos sólidos, coleta de resíduos domiciliares, protocolos de segurança e gestão de risco.

A existência de informações sobre a coleta de resíduos sólidos, plano de contingência na pandemia e os casos de COVID-19 não foram observadas igualmente em todo objeto de estudo, devido à ausência de banco de dados unificado na escala nacional e estadual. Esta etapa exigiu elevado tempo de investigação para consulta em distintas instituições e autoridades das capitais, especialmente para a atualização de dados.

Assim, foram selecionadas 22 capitais brasileiras (Aracaju, Belém, Belo Horizonte, Brasília, Campo Grande, Cuiabá, Curitiba, Fortaleza, Florianópolis, Goiânia, João Pessoa, Macapá, Maceió, Natal, Palmas, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, Salvador, São Luís, São Paulo e Teresina) com dados comuns, entre fevereiro e outubro de 2020.

Algumas informações puderam ser apresentadas até junho de 2021. Algumas capitais não apresentaram dados após o período supracitado, o que inviabilizou a atualização destes.

### 3.2. Análise de dados de resíduos sólidos coletados nas capitais selecionadas

A massa de RSD coletada foi obtida pelas pesquisas ABES (2020a; 2020b). Para o levantamento da adesão ao isolamento social nas capitais, a obtenção de dados foi em documentos municipais e/ou do governo do estado. O registro de casos e óbitos da COVID-19 foi obtido pelo Ministério da Saúde, em plataforma nacional.

Para a coleta de resíduos sólidos antes da pandemia, consultou-se o Sistema Nacional de Informações para o Saneamento (SNIS), elaborado anualmente pelo Ministério do Desenvolvimento Regional, de 2013 a 2018. Assim, a análise foi desenvolvida a partir da consolidação destes dados em planilha eletrônica, concomitantemente à revisão bibliográfica.



## 4 Resultado e discussões

### 4.1 Diretrizes para resíduos sólidos no plano de contingência à COVID-19

Dentre as 26 capitais brasileiras, o estudo contemplou a análise de 22 delas, sendo 3 no Norte, 9 no Nordeste, 4 no Centro-Oeste, 3 no Sudeste e 3 no Sul. Das 22 capitais, observou-se que 13 (59%) delas apresentaram o plano de contingência para Covid-19 com respaldo pelo poder público municipal (Tabela 1).

Observa-se que a maioria das capitais brasileiras (86,4%) estudadas nesta pesquisa (Tabela 1), não apresentou plano de contingência para RSD, mesmo havendo um plano específico para a prevenção da COVID-19.

Observou-se que a maioria das capitais (72,7%) elaborou documento com outra nomenclatura para o gerenciamento de RSD durante a pandemia. Entre as 22 capitais analisadas (Tabela 1), o maior número de casos acumulados de COVID-19 até junho de 2021, foi São Paulo (857.318), Brasília (431.151) e Rio de Janeiro (368. 354).

Assim, observa-se que a maioria não possui plano específico para resíduos sólidos durante a pandemia, embora o assunto tenha sido tratado/apresentado por meio de diretrizes ou coletânea de orientações.



Tabela 1

Diretrizes para plano de contingência à Covid-19 e ao gerenciamento de RSD

Região	Capitais	População (habitantes)	Data 1º caso	Origem do PC para Covid-19	Existe PC para RSD	Existe orientação RSD/ Covid-19	Casos acumulados de Covid-19 (jun.2021)
Norte	Belém	1.514.765	18/03/2020	PM	Não	Sim	162.622
	Macapá	503.327	20/03/2020	PE	Não	Não	56.905
	Palmas	350.113	18/03/2020	PM	Não	Sim	52.313
Nordeste	Aracaju	657.013	14/03/2020	PM	Não	Não	120.810
	Fortaleza	2.669.342	15/03/2020	PM	Sim	Sim	249.953
	João Pessoa	809.015	18/03/2020	PE	Não	Não	99.212
	Maceió	1.018.948	03/03/2020	PE	Não	Sim	82.860
	Natal	884.122	12/03/2020	PM	Não	Sim	94.198
	Recife	1.645.727	12/03/2020	PM	Não	Sim	135.212
	Salvador	2.872.347	25/03/2020	PE	Não	Não	224.988
	São Luís	1.101.884	19/03/2020	PE	Não	Sim	42.709
	Teresina	846.845	19/03/2020	PM	Não	Sim	100.323
	Centro-Oeste	Brasília	3.015.268	05/03/2020	Distrito	Não	Sim
Campo Grande		905.540	14/03/2020	PM	Não	Sim	120.402
Cuiabá		612.547	19/03/2020	PE	Não	Não	93.427
Goiânia		1.516.113	12/03/2020	PE	Não	Sim	163.154
Sudeste	Belo Horizonte	2.512.070	16/03/2020	PE	Não	Sim	236.958
	Rio de Janeiro	6.718.903	05/03/2020	PM	Sim	Sim	<b>368.354</b>
	São Paulo	12.252.023	26/02/2020	PM	Sim	Sim	<b>857.318</b>
Sul	Curitiba	1.933.105	12/03/2020	PM	Não	Sim	171.593
	Florianópolis	500.973	12/03/2020	PM	Não	Não	77.190
	Porto Alegre	1.483.771	11/03/2020	PM	Não	Sim	135.629

Nota: PC: Plano de contingência; RSU: Resíduos Sólidos Urbanos; PM: Plano Municipal; PE: Plano Estadual.

Fonte: Elaboração própria, com base no SUS (Brasil, 2020).

#### 4.2 Resíduos sólidos domiciliares coletados nas capitais selecionadas

A partir da média da coleta diária RSD entre março a maio 2020 (coluna 3), observou-se variação significativa entre os RSD coletados entre as capitais (Tabela 2). A coluna 2 ilustra a média dos valores obtidos nas capitais por região, observando que a região Norte apresentou menor coleta (1,73 kg/hab.d) de RSD, distintamente da região Nordeste com o maior índice (2,58 kg/hab.d).

Em geral, a coleta de RSD entre março e abril foi superior a 200 gramas per capita ao dia (coluna 3), enquanto que, entre abril e maio de 2020, houve redução na coleta deste material em relação ao período em 2020 (Tabela 2).

Pelas colunas 5 e 6, houve redução de valores em relação ao mês anterior, a partir da média coletada de RSD diariamente. Ao analisar a coleta de RSD por região (coluna 6),



observou-se que houve redução na maioria das capitais analisadas (Tabela 2) entre abril e maio de 2020, inversamente aos dados de março e abril de 2020.

**Tabela 2**

*Média da coleta de RSD (kg/hab.d) para capitais brasileiras nos meses de março a maio de 2020*

1-Região	2-Capitais	3-Média da coleta diária RSD CAPITAL	4-Média da coleta diária RSD REGIÃO-março	5-Média da coleta diária RSD REGIÃO-abril	6-Média da coleta diária RSD REGIÃO-maio
<b>Norte</b>	Belém	1,78			
	Macapá	1,29	1,73	0,190	-0,005
	Palmas	2,13			
<b>Nordeste</b>	Aracaju	2,56			
	Fortaleza	2,05			
	João Pessoa	2,59			
	Maceió	4,24			
	Natal	2,06	2,58	0,222	-0,511
	Recife	2,50			
	Salvador	2,58			
	São Luís	2,65			
Teresina	1,96				
<b>Centro-Oeste</b>	Brasília	2,13			
	Campo Grande	2,50			
	Cuiabá	2,30	2,25	0,200	0,014
	Goiânia	2,24			
<b>Sudeste</b>	Belo Horizonte	2,25			
	Rio de Janeiro	1,97	2,20	0,200	-0,009
	São Paulo	2,39			
<b>Sul</b>	Curitiba	1,97			
	Florianópolis	2,66	2,14	0,333	-0,291
	Porto Alegre	1,80			
<b>Média entre as capitais estudadas</b>		<b>2,30</b>	<b>2,18</b>	<b>0,229</b>	<b>-0,160</b>

**Fonte:** Elaboração própria, com base em ABES (2020a, 2020b).

No período de maior flexibilização social, a coleta de RSD sofreu retração em relação ao observado pelas colunas 5 e 6. Isto é, a média dos RSD foi menor que no mês anterior. Não foram obtidos dados de RSU coletados em Campo Grande e Cuiabá no mês de maio de 2020 pela ABES (2020b). Assim, a média considerou os meses de março e abril de 2020 para ambas capitais.

A média da coleta de RSD per capita (kg/hab.d), entre 2013 e 2018, considera os dados de cada uma das capitais brasileiras estudadas, segundo o SNIS. Neste documento,





as capitais são as maiores geradoras de RSD em suas respectivas regiões. Foram calculadas as médias do RSD coletado nas 22 capitais do estudo (Figura 2).

Assim, ao comparar os valores médios anuais de RSD coletados nas 22 capitais brasileiras, observa-se que houve aumento entre 2018 para 2020. Em 2020, a média de RSD coletada, considerando as 22 capitais, foi de, aproximadamente, 2.30 kg/hab.d, superando mais de 115%, em relação ao coletado em 2018 (1,07 kg/hab.d). Em 2015, não se identificou o valor de RSD coletado para São Luis, sendo atribuído o valor de 2014 (Figura 2).

**Figura 2**

*Média anual da massa de RSD coletada (kg/hab.d) nas capitais selecionadas, no período de 2013 a 2020*



**Fonte:** Elaboração própria a partir de Brasil (2018; 2017, 2016, 2015, 2014, 2013); ABES (2020a, 2020b).



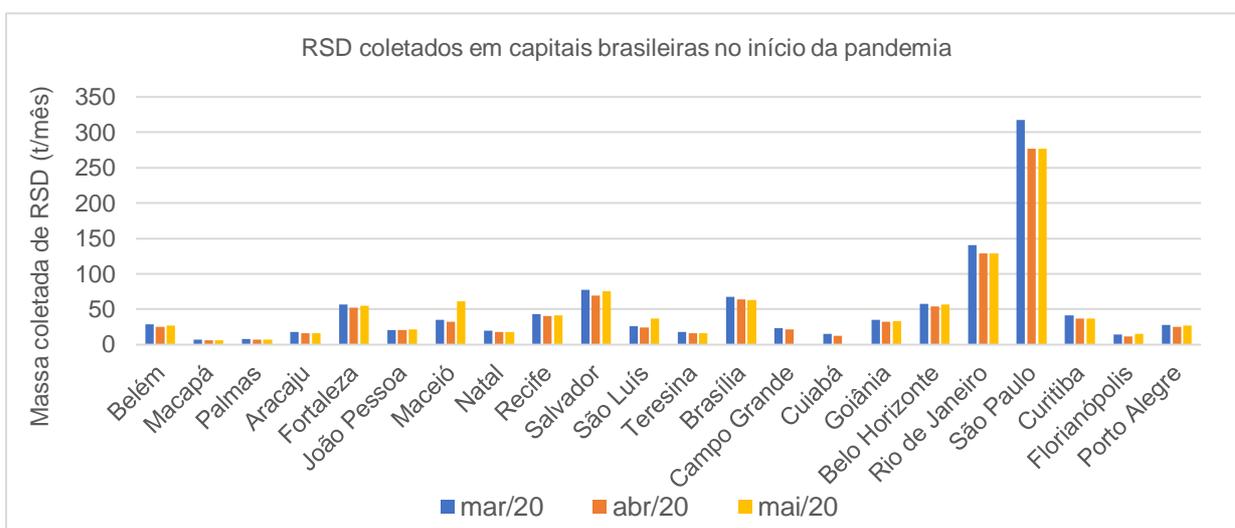


No início da pandemia em 2020, observou-se que as cinco capitais com maior média anual de RSD coletada foram Palmas (Norte), Goiânia (Centro Oeste), São Paulo (Sudeste) e Porto Alegre (Sul) e Maceió (Nordeste), como se observa pela Figura 2.

No entanto, quando se analisou a massa de RSD coletada (t/mês) no período de março a maio de 2020, observa-se os seguintes destaques: Belém (Norte), Brasília (Centro Oeste); São Paulo (Sudeste), Curitiba (Sul) e, Salvador (Nordeste), conforme Figura 3.

**Figura 3**

*Massa de RSD coletada (t/mês) em capitais brasileiras de março a maio de 2020*



**Fonte:** Elaboração própria com base na ABES (2020a; 2020b).

Cabe observar que para a maioria das capitais, no período de maior adesão ao isolamento social, os meses de abril e maio de 2020 foram aqueles com menor coleta de RSD, o que foi observado por Albuquerque (2020) que estimou a redução de RSD em 7,25% para o mês de abril de 2020. Os valores de coleta de RSD, no mês de maio de 2020, para Campo Grande e Cuiabá não foram obtidos e estão ausentes na Figura 3.

A pesquisa da ABES (2020c) ilustrou que no período de maior isolamento social, a coleta de RSD foi menor, em especial atenção para os meses de março e outubro de 2020 na capital de Belém e, entre março e agosto de 2020 em Curitiba.

Com base no cenário apresentado de forma associado à COVID-19, a preocupação estendeu-se à permanência do vírus em distintas superfícies, como os diferentes materiais coletados na coleta convencional/regular e seletiva. A probabilidade de sobrevivência do SARS-CoV2 é maior em ambientes com temperaturas e umidade relativa mais baixas. Assim, o número de casos aumenta nas regiões com clima frio e seco, como nas zonas temperadas, segundo Aboubakr *et al.* (2020).

A gestão dos resíduos sólidos municipais é considerada serviço essencial e





indispensável por contribuir com a mitigação da transmissão de doenças infecciosas, segundo Nghiem *et al.* (2020) e Penteado & Castro (2020). Assim, Kulkarni & Anantharama (2020) afirmam que a presença de qualquer fonte potencial de contaminação em resíduos sólidos coletados em instalações de saúde e residenciais com casos positivos de Covid-19 externaliza o risco à saúde dos profissionais e daqueles manuseiam tais resíduos.

A gestão inadequada dos resíduos sólidos, pelo insuficiente tratamento ou pelo descarte incorreto, eleva o risco à saúde humano e do meio natural, segundo Klemes *et al.* (2020). No entanto, não foram observados estudos que estabeleçam correlação entre o aumento dos casos de COVID-19 com a geração de resíduos sólidos e, principalmente existência de evidências científicas sobre a efetiva contaminação por esta fonte.

#### *4.3 Experiências identificadas com a coleta resíduos sólidos no Brasil*

Há poucos estudos com dados municipais sobre a coleta de RSD ou resíduos sólidos recicláveis.

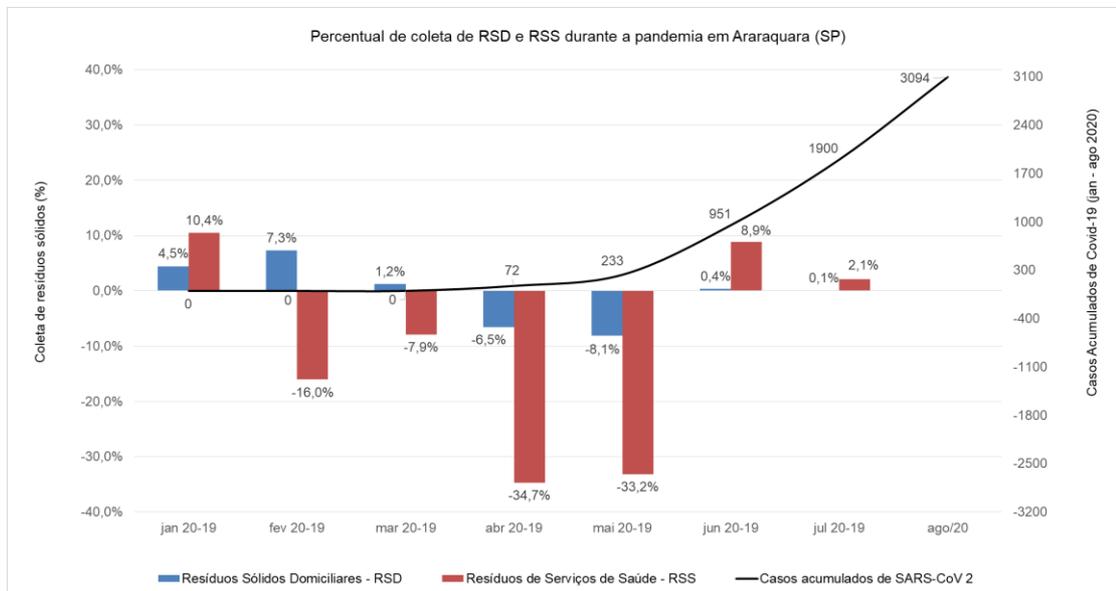
Entre as capitais selecionadas, identificou-se a prefeitura de Belo Horizonte implementou a higienização prévia dos resíduos recicláveis. A recomendação é a aplicação da solução de hipoclorito de sódio nos resíduos recicláveis após sua segregação nos domicílios e no caminhão da coleta ao receber estes materiais. Os catadores e operadores da coleta de recicláveis recebem equipamentos de proteção individual. Quando estes materiais chegam no galpão, recebem outra aplicação de solução sanitizante, sendo estocados em quarentena por até 7 dias, antes do manuseio pelos trabalhadores. Uma lona cobre os materiais para completar a descontaminação, segundo a Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (2020).

Ventura *et al.* (2021) avaliaram os resíduos sólidos no município de Araraquara (Figura 3) e observaram redução dos RSD e de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) no início da pandemia, quando comparados ao mesmo período de 2019. Observaram que a maior parte dos RSD e RSS coletados sofreu retração no período com maior isolamento social, quando comparados ao ano de 2019 (Figura 4).



**Figura 4**

Coleta de RSD e RSS (%) e casos de Covid-19, entre janeiro a julho de 2020 e 2019 para Araraquara (SP)

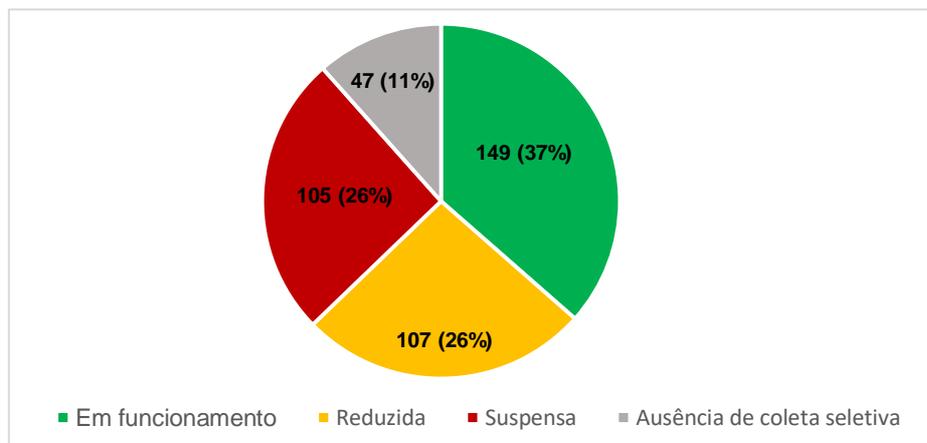


Fonte: VENTURA *et al.* (2021).

Quanto à coleta seletiva, o estudo do Compromisso Corporativo com a Reciclagem (CEMPRE) abrangeu 408 municípios brasileiros, organizados por região (SE: 228; Sul: 78; NE: 67; CO: 28 e Norte: 7), como se observa pela Figura 5.

**Figura 5**

Nível de operação da coleta seletiva em 408 municípios brasileiros na pandemia



Fonte: CEMPRE (2020).

Segundo CEMPRE (2020), 149 (37%) dos municípios mantiveram a coleta seletiva, 105 (26%) suspenderam a iniciativa e 107 (26%) deles reduziram o serviço (Figura 4). O



levantamento apontou que, nas regiões Sudeste e Sul, boa parte dos municípios mantiveram a operação do serviço, representando, respectivamente, 42,4% e 58,9%.

A situação dos catadores e a cadeia de reciclagem é relevante e cabe apresentar o estudo de Dias *et. al* (2020). As capitais estudadas foram Belo Horizonte, Brasília, Fortaleza, Manaus e Porto Alegre, entre março a maio de 2020. Observaram a falta de capacitação apropriada para uso de equipamento de proteção individual, bem como constataram a insalubridade dos galpões de triagem. Isto torna os catadores suscetíveis ao risco de contaminação do vírus, potencializando a vulnerabilidade do serviço realizado pela coleta seletiva.

Evidências apontam que o isolamento social e as medidas de proteção, mudança de comportamento da população nas residências, necessidade de fazer os alimentos e recorrer aos serviços de entrega domiciliar (*delivery*) influenciaram a coleta de resíduos sólidos (Aligleri, 2020; Ventura *et al.*, 2021). No entanto, até o presente momento, não há estudo científico desenvolvido sobre a correlação entre essas evidências.

#### 4.4 Análise da adesão ao isolamento social à COVID -19 nas capitais brasileiras

A adesão ao isolamento social, na maior parte capitais estudadas, não apresenta dados atualizados. Nestes casos, adotou-se os índices do respectivo estado. Em análise à média das 22 capitais estudadas, observou-se uma retração média de 1,23% no isolamento social, entre abril e maio de 2020 (Tabela 3).

Entre março e abril, houve aumento adesão ao isolamento social em praticamente todos os municípios estudados. Entretanto, no mês de maio, o isolamento social em 12 das 22 capitais reduziu em relação ao mês anterior, como observado na Tabela 4 (Inloco, 2020).

O Lockdown compreende uma medida restritiva, impedindo a circulação total de pessoas nas vias públicas para conter de forma mais rápida e eficaz a disseminação do vírus (Fiocruz, 2020b).



**Tabela 3**

*Isolamento Social (%) por capital brasileira entre março a abril de 2020*

Região	Capitais	Março	Abril	Maio	Março para abril 2020	Abril para maio 2020
Norte	Belém	39,56 *	47,25*	48,68*	7,69	1,43
	Macapá	42,09*	48,66*	51,58*	6,57	2,92
	Palmas	37,86*	40,02*	39,43*	2,16	-0,59
Nordeste	Aracaju	38,33*	42,87*	42,19*	4,65	-0,21
	Fortaleza	42,85*	49,18*	49,18*	6,33	0,00
	João Pessoa	39,04*	44,93*	44,61*	5,89	-0,32
	Maceió	39,1*	44,92*	45,27*	5,82	0,35
	Natal	39,54	47	44,9	7,46	-2,10
	Recife	38,04	42,21	43,1	4,17	0,89
	Salvador	38,91*	45,15*	43,44*	6,24	-1,71
	São Luís	39,24*	45,58*	46,39*	6,34	0,81
	Teresina	39,29*	45,91*	44,77*	6,62	-1,14
	Centro-Oeste	Brasília	42,02*	46,84*	43,45*	4,82
Campo Grande		44,5	47,08	41,7	2,58	-5,38
Cuiabá		39,28*	42,91*	40*	3,63	-2,91
Goiânia		39,02*	43,07*	38,61*	4,05	-4,46
Sudeste	Belo Horizonte	49,02	47,94	42,82	-1,08	-5,12
	Rio de Janeiro	42,65*	50,4*	47,45*	7,75	-2,95
	São Paulo	46,79	52,33	50,71	5,54	-1,62
Sul	Curitiba	40,76*	45,88*	40,93*	5,12	-4,95
	Florianópolis	44,46*	46,88*	41,28*	2,42	-5,60
	Porto Alegre	43,15	52,74	46,57	9,59	9,00

**Nota:** \*Dados obtidos na própria capital. Fonte de consulta: Natal- Coronavirus RN (2020); Recife – MMPE (2020); Campo Grande - Jones (2020); Belo Horizonte - (SESMG, 2020); São Paulo - GESP (2020); Porto Alegre - PPA (2020); INLOCO (2020).

**Fonte:** Elaboração própria das autoras.

**Tabela 4**

*Capitais com Lockdown, adesão ao isolamento social e RSU coletados, em relação ao mês de abril de 2020*

Capital	Período do Lockdown	Evolução em relação ao mês anterior	
		Adesão ao Isolamento Social (%)	Volume dos RSU gerados de maio para abril de 2020 (%)
Belém	07/05 até 25/05	1,43	4,59
Macapá	19/05 até 02/06	2,92	5,08
Palmas	16/05 até 25/05	-0,59	-5,94
Fortaleza	08/05 até 31/05	0	2,18
Recife	12/05 até 31/05	0,89	4,71
São Luís	06/05 até 18/05	0,81	52,00

**Fonte:** Elaboração própria, com base em Souza (2020), ABES (2020a) e ABES (2020b).





Observou-se que, em maio de 2020, foi realizado *Lockdown* em 6 das 22 capitais (Tabela 4). Entre elas, destacam-se Belém, Macapá e Palmas na região Norte, além de São Luís, Fortaleza e Recife na região Nordeste, segundo Souza (2020).

Somente Palmas apresentou redução da média ao isolamento social no mês de maio em relação ao mês de abril de 2020, inversamente às demais capitais com *Lockdown*. Neste período, todas as capitais, exceto Palmas, apresentaram aumento da coleta de RSU, em relação à média mensal de abril de 2020 (Tabela 4).

De acordo com os estudos realizados por Ragazzi *et. al* (2020), na Itália, alguns dos efeitos resultantes do *Lockdown* relacionados a RSU foram i) aumento na produção de embalagens leves, devido às compras on-line e à entrega em domicílio, ii) produção adicional de resíduos sólidos domiciliares e, iii) menor produção de RSU.

Das 22 capitais brasileiras selecionadas, observou-se que 13 (59%) delas apresentam o plano de contingência para COVID-19 com respaldo pelo poder público municipal, mesmo com o aumento da adesão ao isolamento social.

#### 4.5 Proposição de medidas para melhoria da coleta de resíduos sólidos

As Nações Unidas estabeleceram 17 Objetivos Desenvolvimento Sustentável (ODS) que tem o intuito de subsidiar os gestores públicos e a população em geral à extinção da pobreza, proteção do ambiente, promoção da saúde e bem-estar, da equidade e da prosperidade, entre outros até o ano 2030 (Nações Unidas, 2021). Em adição a isso, fatores que podem tornar as cidades mais criativas e sustentáveis conduzem a Cidades Inteligentes (CI) e promovem polos urbanos voltados à conectividade, transparência de informações à sociedade, eficiência energética, equidade e inclusão (WRI Brasil, 2020).

Neste contexto, é possível estabelecer associação destes conceitos às iniciativas que podem ser elaboradas pelo gestor público local para tornar os municípios resilientes, como se observa pelas proposições do Quadro 2.

O Quadro 2 aponta algumas iniciativas preliminares para atingir os ODS e os princípios de CI. Estas iniciativas foram estruturadas a partir da análise qualitativa das informações desse estudo e da experiência técnico-profissional das pesquisadoras em gestão pública.

As iniciativas propostas para melhoria da coleta de resíduos sólidos indicam as oportunidades existentes às prefeituras e autarquias, sociedade civil e demais órgãos participativos.

Desta forma, os municípios podem viabilizar meios e implantar estas e outras iniciativas, tendo como referência preliminar as cidades e os eixos temáticos melhor avaliados em 2020 (Urban Systems, 2020), tendo como destaques as cidades de Barueri - SP (economia), São Caetano do Sul – SP (educação), Rio de Janeiro – SP (empreendedorismo), Balneário Camboriú – SC (governança), Santos – SP (meio ambiente), São Paulo – SP



(mobilidade e tecnologia), Vitória – ES (saúde), Ipojuca – PE (segurança) e Curitiba – PR (urbanismo).

Desta forma, ressalta-se a necessidade urgente dos governos estaduais e municipais implantarem sistemas de informações sanitárias e ambientais, tanto para a própria administração local quanto para futuras pesquisas. Entre os temas possíveis que podem ser desenvolvidos estão a correlação entre parâmetros qualitativos e quantitativos que interferem na coleta de RSD a partir dos casos de COVID-19 por setor urbano (bairros ou setores de coleta) e, a aplicação do geoprocessamento para mapear esta ocorrência.

Neste contexto, o gestor público local pode viabilizar projetos de melhoria em gestão de resíduos sólidos e limpeza urbana por linhas de financiamento do governo federal que estão disponíveis nos endereços eletrônicos dos Ministérios do Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional. Além disto, a busca por parcerias com instituições de pesquisa e estudos colaborativos pode potencializar os mecanismos de participação da sociedade.

## Quadro 2

*Proposições para Cidades Resilientes sob a ótica da sustentabilidade e dos princípios de cidades inteligentes*

Iniciativa	ODS	Princípios de CI
Revisão de procedimentos de segurança e saúde ambiental, a longo prazo, tanto na coleta de resíduos sólidos quanto na segregação prévia de resíduos sólidos, garantindo seu aproveitamento energético e a destinação adequada	Saúde e bem-estar (ODS 3) Cidades e comunidades sustentáveis (ODS 11) Consumo e produção sustentável (ODS 12)	Eficiência energética Desenvolvimento urbano sustentável
Melhoria dos canais de comunicação com a sociedade, visando a ampliação da participação da sociedade civil, e articulação político-administrativo para gestão compartilhada em casos emergenciais (não somente sobre a pandemia, mas com temas correlatos à saúde pública e saneamento ambiental como enchentes, impactos ambientais de incêndios florestais, contaminação de recursos hídricos pelo descarte irregular dos resíduos sólidos no meio rural, entre outros)	Cidades e comunidades sustentáveis (ODS 11) Parcerias e meios de implementação (ODS 17)	Equidade Inclusão Participação social
Uniformização e disponibilização de dados na escala municipal e regional (bacia hidrográfica ou setor censitário)	Cidades e comunidades sustentáveis (ODS 11)	Tecnologia e inovação (transformação das cidades) Transparência
Criação de comitês locais e regionais juntamente com mecanismos de participação social para o planejamento integrado de ações que visem a saúde ambiental, saneamento e a resiliência das cidades	Parcerias e meios de implementação (ODS 17)	Equidade Inclusão Participação social
Compartilhamento de recursos e estruturas físicas para minimizar os custos operacionais da gestão de resíduos sólidos, como por exemplo, por consórcios intermunicipais	Cidades e comunidades sustentáveis (ODS 11)	Eficiência energética Desenvolvimento urbano sustentável Parceria institucional

Fonte: Autoria própria, 2021.





## 5 Conclusão

A coleta de resíduos sólidos domiciliares foi reduzida em 22 capitais brasileiros nos meses de março a maio de 2020 ao passo em que as evidências científicas sobre a capacidade de contaminação viral nos materiais e superfícies estavam em progresso. Neste campo, as principais adaptações foram a elaboração do plano de contingência ao vírus, os ajustes operacionais na coleta de resíduos sólidos pela aspersão de substância sanitizantes, o uso de EPI, a vacinação de trabalhadores para serviços essenciais à saúde, os novos protocolos para gestão de RSU.

No entanto, a pandemia tornou evidente a ausência de dados recentes padronizados de resíduos sólidos domiciliares e sua precária divulgação em mídia digital, o que dificultou o aprimoramento da análise dos dados em período mais longo, concentrando-se ao início da pandemia.

As proposições a serem implementadas representam as iniciativas preliminares para o setor de resíduos sólidos, com o intuito de elevar a qualidade de vida e intensificar o planejamento urbano sob a ótica da transformação das cidades em municípios sustentáveis e resilientes, principalmente no pós-pandemia.

Enfim, o combate à COVID-19 trouxe algumas oportunidades para a revisão e adequação da coleta de resíduos sólidos domiciliares que podem ser aprimoradas a longo prazo, a caminho da equidade, governança e resiliência das cidades.

## Agradecimentos

As autoras agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## Referências

- Aboubakr, H. A., Sharafeldin, T. A., & Goyal, S. M. (2020). Stability of SARS-CoV-2 and other coronaviruses in the environment and on common touch surfaces and the influence of climatic conditions: A review. *Transboundary and emerging diseases*. Doi: <https://doi.org/10.1111/tbed.13707>
- Albuquerque, F. (2020, 19 May). Balanço mostra queda em produção de lixo domiciliar durante pandemia. *Agência Brasil*. Recuperado de: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-05/balanco-mostra-queda-em-producao-de-lixo-domiciliar-durante-pandemia>
- Aligleri, L. (2020). Pesquisa aponta aumento de resíduos e alerta para situação dos trabalhadores das cooperativas. Agência UEL de Notícias. Recuperado de: [http://www.uel.br/com/agenciaueldenoticias/index.php?arq=ARQ\\_not&id=30645](http://www.uel.br/com/agenciaueldenoticias/index.php?arq=ARQ_not&id=30645)



- Araújo, E. C. D. S. & Silva, V. F. (2020). A gestão de resíduos sólidos em época de pandemia do COVID-19. *GeoGraphos: Revista Digital para Estudantes de Geografia y Ciencias Sociales*, 11(129), 192-215. Doi: 10.14198/GEOGRA2020.11.129
- Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES (2020a). Re: Pesquisa Impacto da covid-19 na gestão de resíduos: conheça a situação das capitais brasileiras. [Video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=pWEpJyhTOow&t=5718s>
- Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES (2020b) Re: Roda de Conversa: a ABES e os 10 anos da Política Nacional de Resíduos Sólidos. [Video file]. Recuperado de: [https://www.youtube.com/watch?v=kkN-jzcyj\\_g&t=4209s](https://www.youtube.com/watch?v=kkN-jzcyj_g&t=4209s)
- Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES (2020c). Gestão dos resíduos na pandemia da covid-19: lições aprendidas e desafios para o setor de resíduos. [Video file]. Recuperado de: [https://www.youtube.com/watch?v=hLApo\\_CtWrc&t=26s](https://www.youtube.com/watch?v=hLApo_CtWrc&t=26s)
- Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES (2020d). O impacto da pandemia pela COVID-19 na gestão dos resíduos sólidos urbanos situação das capitais brasileiras. Recuperado de: <https://www.abes-dn.org.br/wp-content/uploads/2020/08/Pesquisa-ABES-2.1-Pandemia-COVID-19-RSU-Capitais-26.8.2020-2.pdf>
- Brasil (2019). Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. *Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos: 2018*. Recuperado de: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-residuos-solidos/diagnostico-do-manejo-de-residuos-solidos-urbanos-2018>
- Brasil (2020). Ministério da Saúde. COVID-19: painel Coronavírus 2020. Recuperado de: <https://covid.saude.gov.br>
- Brasil (2021). Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. COVID-19 Vacinação Doses Aplicadas. Recuperado de: <https://www.gov.br/saude/pt-br/vacinacao>
- Compromisso Corporativo com a Reciclagem CEMPRE (2020). Pesquisa aponta aumento de resíduos e alerta para situação dos trabalhadores das cooperativas. *CEMPRE Compromisso Corporativo com a Reciclagem*. Recuperado de: <http://cempre.org.br/cempre-informa/id/%20119%20%20comunicado-funcionamento-da-coleta-seletiva-no-periodo-de-isolamento>
- Dias, S., Abussafy, R., Gonçalves, J., & Martins, J. P. (2020). Impactos da pandemia de COVID-19 sobre reciclagem inclusiva no Brasil. Recuperado de: [https://www.wiego.org/sites/default/files/publications/file/Impacts%20of%20the%20COVID-19%20Pandemic%20on%20Inclusive%20Recycling%20in%20Brazil%20Portuguese%20for%20web\\_1.pdf](https://www.wiego.org/sites/default/files/publications/file/Impacts%20of%20the%20COVID-19%20Pandemic%20on%20Inclusive%20Recycling%20in%20Brazil%20Portuguese%20for%20web_1.pdf)
- Fehr, A. R., & Perlman, S. (2015). Coronaviruses: an overview of their replication and pathogenesis. In *Coronaviruses* (pp. 1-23). Humana Press, New York, NY.
- Fiocruz (2020a). A gestão de riscos e governança na pandemia por COVID-19 no Brasil. Recuperado de:



<https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/relatoriocepedes-isolamento-social-outras-medidas.pdf>

Fiocruz (2020b). Covid-19: Quais as diferenças entre isolamento vertical, horizontal e lockdown? Recuperado de: <https://portal.fiocruz.br/pergunta/covid-19-quais-diferencas-entre-isolamento-vertical-horizontal-e-lockdown>

Gonçalves, C. (2017). Regiões, cidades e comunidades resilientes: novos princípios de desenvolvimento. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 9(2), 371-385.

Inloco (2020). Dados de Isolamento Social das Capitais Brasileiras. Recuperado de: <https://www.inloco.com.br/covid-19>

Jones, M. (2020). Campo Grande atinge pior isolamento em um fim de semana desde 1º caso confirmado. *Campo Grande News*. Recuperado de: <https://www.campograndenews.com.br/cidades/capital/campo-grande-atinge-pior-isolamento-em-um-fim-de-semana-desde-1o-caso-confirmado>

Kampf, G., Todt, D., Pfaender, S., & Steinmann, E. (2020). Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *Journal of Hospital Infection*, 104(3), 246-251. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.01.022>

Klemes, J. J., Van Fan, Y., Tan, R. R., & Jiang, P. (2020). Minimising the present and future plastic waste, energy and environmental footprints related to COVID-19. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 127, 109883. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109883>

Kulkarni, B. N., & Anantharama, V. (2020). Repercussions of COVID-19 pandemic on municipal solid waste management: Challenges and opportunities. *Science of The Total Environment*, 743, 140693. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140693>

Li, G., Fan, Y., Lai, Y., Han, T., Li, Z., Zhou, P., Wang, W., Hu, D., Liu, X., Zhang, W. & Wu, J. *Coronavirus infections and immune responses*. *J Med Virol*. 2020; 92: 424– 432. <https://doi.org/10.1002/jmv.25685>

Massuda, A., Hone, T., Leles, F. A. G., de Castro, M. C., & Atun, R. (2018). The Brazilian health system at crossroads: progress, crisis and resilience. *BMJ global health*, 3(4).

Mishra, S. V., Gayen, A., & Haque, S. M. (2020). COVID-19 and urban vulnerability in India. *Habitat international*, 103, 102230. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2020.102230>

Morais, M.S., Protásio, J.R., & Ventura, K.S. (2020). Análise dos efeitos da covid-19 aos resíduos sólidos domiciliares coletados em 22 capitais brasileiras. IV Simpósio Brasileiro Online de Gestão Urbana. Recuperado de: <https://www.eventoanap.org.br/eventos/paginas/evento/21/pagina/anais>

Nações Unidas (2021). Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Recuperado de: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

Organização Mundial de Saúde (2020). Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS). Folha Informativa - COVID 19. Recuperado de: <https://www.paho.org/pt/covid19>

Pastorelli Junior, J. H. (2018). Estudo da sustentabilidade e resiliência urbana no contexto da redução de risco de desastres.





- Penteado, C. S. G. & Castro, M. A. S. (2020). Covid-19 effects on municipal solid waste management: What can effectively be done in the Brazilian scenario? *Resources, Conservation and Recycling*, 164, 105152. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105152>
- Prefeitura de Belo Horizonte (2020). Superintendência de Limpeza Urbana (SLU). O Retorno da Coleta Seletiva em Belo Horizonte: Trabalho de treinamento, protocolo e adequações para o retorno Seguro. In: GESTÃO DOS RESÍDUOS NA PANDEMIA DA COVID-19: lições aprendidas e desafios para o setor de resíduos. 2020. (4h43m24s). Recuperado em: <https://www.youtube.com/watch?v=hLApoCtWrc>
- Ragazzi, M., Rada, E. C., & Schiavon, M. (2020). Municipal solid waste management during the SARS-COV-2 outbreak and lockdown ease: Lessons from Italy. *Science of the Total Environment*, 745, 141159. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141159>
- Souza, M. D. (2020, 20 May). Coronavírus: 11 estados brasileiros registram lockdown em pelo menos uma cidade. *Brasil de Fato*. Recuperado de: <https://www.brasildefato.com.br/2020/05/20/coronavirus-11-estados-brasileiros-registram-lockdown-em-pelo-menos-uma-cidade>
- Uzunian, A. (2020). Coronavirus SARS-CoV-2 and Covid-19. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, 56. Doi: <https://doi.org/10.5935/1676-2444.20200053>
- Van Fan, Y., Jiang, P., Hemzal, M., & Klemeš, J. J. (2020). An update of COVID-19 influence on waste management. *Science of the Total Environment*, 754, 142014. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142014>
- Ventura, K.S., Morais, M.S., Vaz Filho, P. & Brunetti Junior, A. (2021). 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 Ambiental e Sanitária* (edição especial). Recuperado de: <https://doi.org/10.1590/S1413-415220200309>
- Urban Systems (2020). Ranking Connected Smart Cities 2020. Recuperado de: <https://ranking.connectedsmartcities.com.br/sobre-o-ranking.php>. Nghiem, L. D., Morgan, B., Donner, E., & Short, M. D. (2020). The COVID-19 pandemic: considerations for the waste and wastewater services sector. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 100006. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2020.100006>
- Weiss, S. R., & Navas-Martin, S. (2005). Coronavirus pathogenesis and the emerging pathogen severe acute respiratory syndrome coronavirus. *Microbiology and molecular biology reviews*, 69(4), 635-664. Doi: <https://doi.org/10.1128/MMBR.69.4.635-664.2005>
- Werneck, G. L., & Carvalho, M. S. (2020). A pandemia de COVID-19 no Brasil: crônica de uma crise sanitária anunciada. *Cad. Saúde Pública* 36 (5). Doi: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00068820>
- World Health Organization. (2020a). *Water, sanitation, hygiene, and waste management for the COVID-19 virus: interim guidance, 23 April 2020* (No. WHO/2019-nCoV/IPC\_WASH/2020.3). World Health Organization.
- World Health Organization. (2020b). Coronavirus disease 2019 (COVID-19): situation report, 66. Recuperado de: [https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200326-sitrep-66-covid-19.pdf?sfvrsn=9e5b8b48\\_2](https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200326-sitrep-66-covid-19.pdf?sfvrsn=9e5b8b48_2)



World Health Organization. (2020c). COVID-19 strategy update - 14 April 2020. Recuperado de: <https://www.who.int/publications/i/item/covid-19-strategy-update---14-april-2020>

World Health Organization. (2021). Coronavirus disease (COVID-19) pandemic. Recuperado de: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>

WRI – World Research Institute (2021). Seizing the Urban Opportunity: How can national governments recover from COVID-19, tackle the climate crisis and secure shared prosperity through cities? Recuperado de: <https://urbantransitions.global/urban-opportunity/seizing-the-urban-opportunity/>

WRI Brasil (2020). O que são cidades inteligentes no Brasil e como elas podem promover o desenvolvimento sustentável. Recuperado de: [https://wribrasil.org.br/pt/blog/2020/02/o-que-sao-cidades-inteligentes-no-brasil-e-como-elas-podem-promover-o-desenvolvimento-sustentavel?gclid=EAlalQobChMImP\\_m58mj8gIVySitBh0ZpgRsEAAAYBCAAEgLEOPD\\_BwE](https://wribrasil.org.br/pt/blog/2020/02/o-que-sao-cidades-inteligentes-no-brasil-e-como-elas-podem-promover-o-desenvolvimento-sustentavel?gclid=EAlalQobChMImP_m58mj8gIVySitBh0ZpgRsEAAAYBCAAEgLEOPD_BwE)