

INOVAÇÃO INSTITUCIONAL NA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL: LIÇÕES E CAMINHOS POSSÍVEIS

MICHEL XOCAIRA PAES

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS - FGV/EAESP

JOSÉ ANTÔNIO PUPPIM DE OLIVEIRA

Introdução

No Brasil, mesmo após dez anos da publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o país ainda destina 24% dos seus Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) gerados para locais inapropriados (como lixões a céu aberto ou aterros dito controlados) e recupera apenas 2% destes resíduos pelas vias da reciclagem e compostagem (Paes et al., 2021). Os melhores indicadores da gestão dos RSU podem ser atribuídos aos avanços tecnológicos das últimas décadas, como também aos modelos de gestão utilizados (Puppim de Oliveira, 2017).

Problema de Pesquisa e Objetivo

Para que medidas de inovação institucional possam ser de fato implementadas, com base nos conceitos de gestão integrada e sustentabilidade, os principais fatores de influência devem ser identificados, avaliados e potencializados. Para isto, este trabalho tem como objetivo avaliar os principais aspectos que podem possibilitar a implementação de medidas de inovação institucional na Gestão dos RSU e que gerem benefícios econômicos e ambientais às municipalidades.

Fundamentação Teórica

Autores destacam que as principais barreiras para a inovação na gestão dos RSU, em especial nos países em desenvolvimento, se encontram na falta de recursos financeiros, necessidade de ganho de escala, baixa capacidade técnica, pouca articulação entre os níveis governamentais, ausência de participação social da população, investimento maciço em educação ambiental, além da participação de setores produtivos (i.e. Guerreiro et al., 2013). Porém, mesmo com dificuldades, municípios brasileiros apresentaram importantes medidas de inovação na gestão dos RSU.

Metodologia

Este trabalho foi desenvolvido por meio de trabalhos de campo, aplicação de entrevistas semiestruturadas (em 2019), atividades de revisão de literatura (sobre os temas níveis governamentais, inovação institucional, políticas públicas ambientais e gestão de RSU) e estabelecimento de critérios para análise da Gestão Integrada (aspectos ambientais, econômicos, institucionais e operacionais) dos RSU.

Análise dos Resultados

Os quatro municípios brasileiros estudados – Harmonia (RS), São Paulo (SP), Ibertioga (MG) e Rio Branco (AC) – apresentaram diversas iniciativas que podem ensinar outras localidades como superar barreiras e implementar ações de inovação institucional. Os principais eixos para inovação se deram através da capacidade técnica e política local, participação dos Estados e União na implementação de ações junto às municipalidades, educação ambiental e participação social efetiva, além do uso de tecnologias como compostagem, reciclagem e aproveitamento energético do metano dos aterros sanitários.

Conclusão

Este trabalho contribui para o avanço do conhecimento sobre capacidade para inovação na gestão pública municipal. Foi possível compreender que pequenos municípios têm grandes lições para ensinar e que o investimento em educação ambiental e capacidade técnica local podem gerar expressivos benefícios para as prefeituras. As cidades que menos empenharam recursos do total do orçamento, foram aquelas que apresentaram as menores emissões e custos por habitantes. Portanto, a chave para a inovação não está em apenas aumentar o volume de recursos públicos, mas sim em como geri-los de forma eficiente.

Referências Bibliográficas

Guerrero, L. A., Maas, G., Hogland, W., 2013. Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste Management*. 33, 220-232. Paes, M. X.; Bellezoni, R. A.; Puppim De Oliveira, J. A., 2021. Manual prático para inovação em gestão dos resíduos sólidos urbanos. São Paulo: FGV/ EAESP. Puppim de Oliveira, J. A., 2017. Breaking resilience in the urban system for improving resource efficiency: the case of the waste sector in Penang, Malaysia. *Int. J. Urban Sustain. Dev.* 9, 2, 170-183.

Palavras Chave

Resíduos Sólidos Urbanos, Inovação Institucional, Indicadores de Sustentabilidade

Agradecimento a órgão de fomento

Os autores agradecem ao apoio pela bolsa de pós-doutorado, através do processo nº 2018/16542-0, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

INOVAÇÃO INSTITUCIONAL NA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL: LIÇÕES E CAMINHOS POSSÍVEIS

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

O elevado crescimento populacional aliado aos intensos processos de urbanização e consumo das últimas décadas, têm gerado intensa busca por recursos naturais e geração de resíduos. Atualmente, mais da metade da população mundial vive em áreas urbanas e essa quantidade deve se elevar para 70% até 2050 (Nações Unidas, 2017).

No Brasil, mesmo após dez anos da publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), o país ainda destina 24% dos seus Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) gerados para locais inapropriados (como lixões a céu aberto ou aterros chamados de controlados) e recupera apenas 2% destes resíduos pelas vias da reciclagem e compostagem (Paes et al., 2021). Enquanto isso, algumas regiões da União Europeia (de países como Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Holanda e Suécia), chegam em taxas próximas a 90% de reaproveitamento dos RSU, por meio da combinação de ações de reutilização, reciclagem, compostagem e tratamento de resíduos com recuperação energética (i.e. incineração e/ou tratamento mecânico biológico) (Eurostat, 2019).

Os melhores indicadores da gestão dos RSU podem ser atribuídos aos avanços tecnológicos das últimas décadas, como também aos modelos de gestão utilizados, onde a efetividade das políticas públicas está ligada diretamente aos processos de planejamento, participação social e controle local da gestão dos resíduos, além de como as instituições atuam nas relações intergovernamentais, como nas políticas setoriais, políticas de outros níveis governamentais, sociedade civil, academia, iniciativa privada e dentro de si mesma (Guerrero, 2013; Paes et al., 2021a; Puppim de Oliveira, 2009, 2017a; Roppongi, Suwa e Puppim de Oliveira, 2016; United Nations, 2017).

Atualmente pode-se notar protagonismos dos governos locais liderando políticas ambientais antes mesmo dos governos nacionais (Bedsworth & Hanak, 2013), já que muitos deles atuam diretamente em políticas de habitação, transporte local, uso da terra, saneamento e gestão de resíduos (Sullivan et al, 2012). E dentro deste contexto, é importante destacar que o aspecto institucional para a implementação dessas políticas e ações, tem se apresentado com menor grau de complexidade, e assim deve ser estudado e potencializado, já que a maioria dos municípios é responsável pela gestão dos resíduos e que os maiores desafios se encontram no financiamento, articulação política e social e capacidade técnica e política local (Puppim de Oliveira, 2013, 2017a).

Além disso, a maioria dos países já possui leis que regulamentam a adequada gestão dos resíduos (muitas vezes não sendo cumpridas), havendo ainda a oportunidades de cooperação e apoio financeiro entre diferentes níveis de governos, sociedade civil, empresas e organizações internacionais, com vistas inclusive a implementação de projetos de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (MDL) (Puppim de Oliveira, 2013, 2017). Portanto, para que as medidas de inovação institucional possam ser de fato implementadas, com base nos conceitos de gestão integrada e sustentabilidade, os principais fatores de influência devem ser identificados, avaliados e potencializados e, para isto, estudos dessa natureza devem ser desenvolvidos, aplicados e analisados (i.e. Guerrero et al., 2013; United Nations, 2017).

Com base no exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar os principais aspectos que podem possibilitar a implementação de medidas de inovação institucional na Gestão dos RSU e que gerem benefícios econômicos e ambientais às municipalidades. Para isso, foram

realizados 4 estudos de casos em cidades brasileiras que apresentaram elevados índices de reaproveitamento de RSU e/ou iniciativas inovadoras, além de análises dos aspectos ambientais (emissões de gases de efeito estufa), econômicos e operacionais dos Sistemas de Gerenciamento dos RSU (SGRSU).

2. ASPECTOS INSTITUCIONAIS PARA INOVAÇÃO NA GESTÃO DOS RSU

Os avanços referentes às políticas ambientais no Brasil se intensificaram após a sua redemocratização e promulgação da Constituição Federal (CF) de 1988, que já estabelecia diversas e importantes diretrizes para a gestão ambiental e urbana (Puppim de Oliveira, 2017b). Dentro da CF destaca-se o capítulo específico sobre meio ambiente, além da definição das atribuições dos três entes federativos, com reflexos diretos sobre os temas e assuntos ambientais (Brasil, 1988).

Após a CF, destaca-se ainda a construção e promulgação dos seguintes instrumentos legais: Política Nacional de Meio Ambiente, Política Nacional Mudança do Clima; Política Nacional de Recursos Hídricos; Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Federal de Consórcios Públicos; Lei Nacional de Saneamento; além do Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida; Plano Nacional para Produção e Consumo Sustentáveis; Plano Nacional de Energia; Política Nacional de Saúde; entre outras políticas de desenvolvimento urbano e planejamento territorial, como o Estatuto das Cidades (Paes, 2018).

Sobre o aspecto institucional, a nível federal, até o ano de 2018, os principais responsáveis pela aplicação de recursos, gestão e elaboração de políticas públicas voltadas aos RSU eram: Ministério das Cidades, por meio da Secretaria Nacional de Saneamento; Ministério da Saúde, via Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), para os municípios com até 50 mil habitantes e; Ministério do Meio Ambiente, que também disponibiliza editais para os Estados e Município através da Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (Paes, 2018).

Dentro desse arcabouço jurídico e institucional, autores destacam que os Estados brasileiros têm pouca autonomia de gestão (Couto & Bellon, 2018). Porém quando o tema é meio ambiente, alguns estados têm mostrado importante atuação frente as ações de fiscalização, regulação e licenciamento de atividades poluidoras (como são os casos das unidades de tratamento e disposição de resíduos), além da gestão de recursos hídricos, saneamento (água e esgoto) e unidades de conservação (Paes, 2018).

Com a criação da Lei Nacional do Saneamento básico, fica atribuída aos municípios a competência por realizar o planejamento (através dos planos de saneamento), gestão e regulação dessas atividades. Esta lei define saneamento básico como o conjunto de atividades de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem de águas pluviais e manejo de resíduos. E o manejo de resíduos é definido como o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas (Brasil, 2007).

A PNRS vem a modernizar e complementar a lei de saneamento, onde pode-se destacar os conceitos de gestão integrada, responsabilidade compartilhada, necessidades de elaboração dos planos municipais, estaduais e federal e prazos para elaboração dos planos e encerramento dos lixões (Brasil, 2010).

Contudo, mesmo com importantes avanços legais, o Brasil pouco avançou em ações fundamentais para a gestão dos RSU. Segundo dados oficiais recentes do Brasil, mesmo após dez anos da publicação da PNRS, a redução das formas de disposição final inadequada (lixões

e aterros controlados) foi de apenas 16 pontos percentuais sobre o total de resíduos gerados, passando de 40% (em 2008) para 24% (em 2018). Assim, a disposição final adequada (em aterros sanitários) passou de 58% (2008) para 74% (2018). Contrário também ao esperado, após uma década do início da implementação da PNRS, o reaproveitamento dos resíduos secos e úmidos, pelas vias tecnológicas da triagem/reciclagem e compostagem permaneceu estável em cerca de 2% do total gerado (Brasil, 2011; SNIS, 2019).

No Brasil, a sobreposição de poderes, tanto entre municípios, estados e união, como por meio da atuação do poder legislativo, judiciário, agências reguladoras e órgãos de licenciamento ambiental, são comumente destacadas como barreiras e campos de conflitos para a implementação de projetos de infraestruturas no país, como observado em diversos empreendimentos nas áreas de energia e transportes (Comide e Pereira, 2018). Estes conflitos de interesses se dão, na maioria dos casos, devido às competências comuns, concorrentes e/ou fiscalizatórias destas instituições, o que é atenuado na área dos RSU, já que compete exclusivamente aos municípios a prestação dos serviços e aos estados o licenciamento ambiental das unidades de tratamento e disposição final (Paes, 2018).

Autores destacam que as principais barreiras para a inovação na gestão dos RSU, em especial nos países em desenvolvimento, se encontram na falta de recursos financeiros, necessidade de ganho de escala de pequenas cidades (o Brasil possui 3.808 cidades - 68% - com menos de 20 mil habitantes), baixa capacidade técnica, pouca articulação política, ausência de participação social da população, necessidade de conhecimento e desenvolvimento tecnológico, investimento maciço em educação ambiental, além da participação de setores produtivos (Guerreiro et al., 2013; Paes et al., 2020a).

Porém, mesmo com dificuldades e diversidades na condução do gerenciamento dos RSU, alguns municípios conseguiram superar essas barreiras e transformar os desafios em oportunidades, através da capacidade técnica local, boa gestão dos recursos existentes, participação da população nas decisões e ações, investimento em educação ambiental (há décadas) e participação do Estado e/ou União no apoio as ações de locais.

3. METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido por meio de trabalhos de campo, aplicação de entrevistas semiestruturadas (em 2019), atividades de revisão de literatura (sobre os temas níveis governamentais, inovação institucional, políticas públicas ambientais e gestão de RSU) e estabelecimento de critérios para análise da Gestão Integrada (aspectos ambientais, econômicos, institucionais e operacionais) dos RSU.

3.1. Critérios para Análise da Gestão Integrada dos RSU

Para compreender e avaliar a Gestão Integrada dos RSU (GIRSU), este trabalho fez o uso de ferramentas que possibilitam a análise do envolvimento das partes interessadas (usuários dos serviços, organizações não governamentais, iniciativa privada - formal e informal, governos municipais e demais esferas governamentais) e dos princípios funcionais (dimensões ambientais, econômicas, políticas, sociais e institucionais), como pode-se visualizar pela Figura 1.

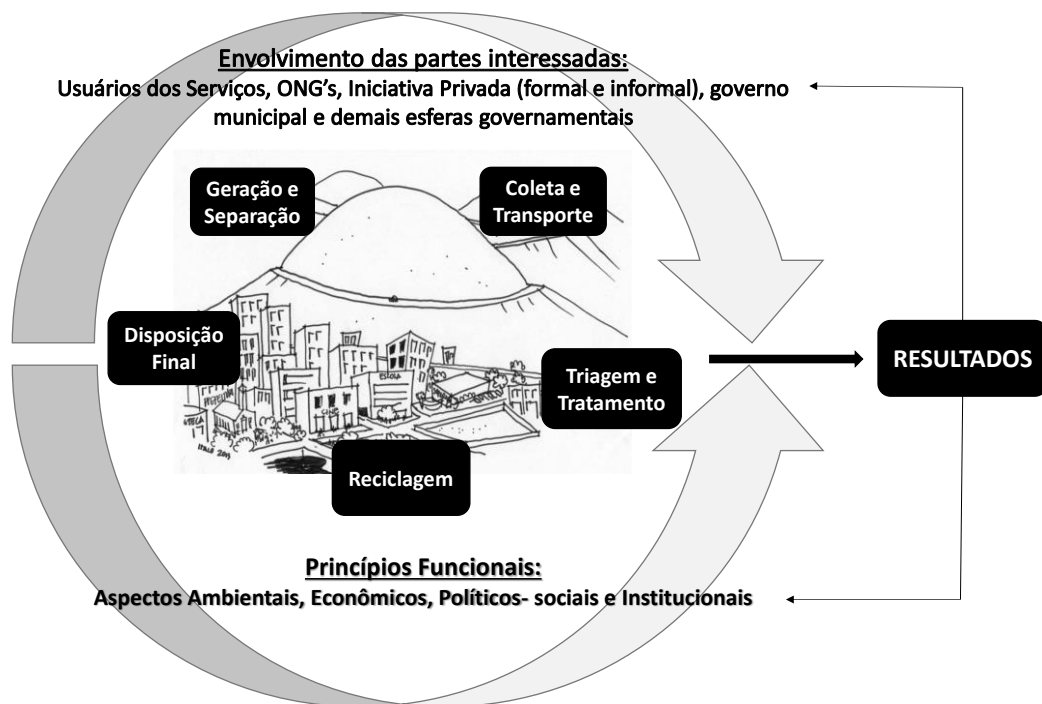


Figura 1: Modelo de Gestão Integrada. Fonte: Paes et al., 2021b.

Para a dimensão ambiental e análise dos impactos de mudanças climáticas, foi utilizada a ferramenta “CO2ZW(R)” – desenvolvida pelo Instituto de Ciências e Tecnologias Ambientais (ICTA) da Universidade Autônoma de Barcelona (UAB) e pela empresa de pesquisas *Inèdit* (Sevigne Itoiz et al., 2013) – já adaptada para a realidade brasileira (Paes et al., 2017, 2020a). Esta ferramenta foi concebida através dos conceitos de ACV e considera, portanto, as emissões diretas (provenientes das instalações de tratamento e disposição de resíduos) e indiretas (advindas dos consumos de energia elétrica e diesel), além das emissões evitadas pela recuperação e reciclagem de resíduos (Paes et al., 2020a; Sevigne Itoiz et al., 2013).

Na dimensão econômica, também com base em estudos complexos e amplos sobre os temas (i.e. Petit-Boix et al., 2017; Paes et al., 2019 e 2020b), foram considerados os custos operacionais e de investimentos praticados pelos SGRSU das locais avaliados e, na ausência destes, os valores atualizados de publicações oficiais do governo brasileiro (i.e. SNIS, 2019).

Para análise do envolvimento das partes interessadas e das dimensões políticas, sociais e institucionais, foram feitos usos de itens e aspectos, sugeridos por diversos autores e que podem ser consultados por meio do Apêndice A do “Manual Prático para a Inovação na Gestão dos RSU” – ver Paes et al., 2021b.

Para análise e aferição dos resultados e eficiências dos sistemas, poderão ser utilizados dados ambientais (t.CO₂eq./ hab.), econômicos (R\$/ hab.) e/ou ainda os aspectos operacionais, como a taxa de cobertura da coleta comum e seletiva em relação à população total e urbana (%) e, principalmente, a taxa de recuperação dos RSU (secos e úmidos) em relação à quantidade total gerada (%), que podem ser vistos por meio da Tabela 2 do Capítulo 4 (Resultados).

3.2. Seleção das Localidades de Estudo

Após a seleção das ferramentas e métodos de análise da GIRSU, a pesquisa passou então a selecionar os estudos de caso. Como primeiro critério de seleção, foram escolhidas localidades que apresentassem índices de reaproveitamento de RSU superior a 20%. Porém, o estudo

precisava de demais critérios para seleção das localidades, a fim de aumentar a representatividade da pesquisa. A partir disso, foram estabelecidos os outros três critérios, sendo:

- a) diferenças geográficas, uso dos territórios e número de habitantes;
- b) modalidades de gestão (administração pública direta, autarquias, empresas privadas, cooperativas, associações, sistemas mistos e outros tipos de parcerias);
- c) vocação econômica das cidades (agrícola, industrial, serviços, comércio, florestais e agroextrativistas).

Assim, além dos dois municípios que apresentaram elevados índices de reaproveitamento (Harmonia/RS e Ibertioga/MG), foram selecionados também: uma metrópole, com mais de 12 milhões de habitantes (São Paulo /SP) e uma capital de estado da região norte, com 407.319 habitantes (Rio Branco/AC), conforme Figura 2.



Figura 2: Localização dos municípios selecionados e estudados.

Para se ter uma ideia, apenas 15% da população brasileira vive em cidades com menos de 20.000 habitantes, porém estes municípios representam 68,4% (3.808) dos 5.570 existentes no país. Cerca de 69% da população do Brasil vive em cidades com mais de 50.000 habitantes, o que representa 12% (649) dos municípios, enquanto 22% nas 17 cidades com mais de 1.000.000 habitantes (IBGE, 2018). Desta forma, acredita-se que por meio dos municípios e regiões selecionadas, as informações aqui presentes apresentas aos leitores uma ampla variabilidade geográfica, populacional, econômica, social e ambiental (como pode ser visto pelos dados da Tabela 1), além de diferentes SGRSU.

Tabela 1: Indicadores geográficos, socioeconômicos e ambientais dos municípios integrantes deste trabalho.

Aspectos	Indicador	Unidade	Harmonia	São Paulo	Ibertioga
Geográficos	Latitude	----	29°32'52"S	23°33'01"S	21°25'48"S
	Longitude	----	51°25'33"O	46°38'02"W	43°57'46"O
	Altitude	m	126	760	1.045
	Região	----	S	SE	SE
População	População ⁽¹⁾	Habitantes	4.866	12.252.023	5.021
	Dens. Pop. ⁽¹⁾	hab/km ²	101,0	8.055,2	14,5
Ambiente	Temperatura ⁽²⁾	°C	19,4	20,1	19,1
	Precipitação ⁽²⁾	Mm/ano	1.454	1.616	1.512
	Área (km ²) ⁽¹⁾	km ²	48,2	1.521,00	346,24
	Bioma ⁽¹⁾		MA	MA	MA
	Esgoto ⁽¹⁾	%	42,1	92,6	70,7
	Vias urban. ⁽¹⁾	%	20,0	50,3	7,4
	Arb. Urbana ⁽¹⁾	%	63,7	74,8	78,5
Econômico	Salário Médio ⁽¹⁾	Salário mínimo	2,4	4,2	1,5
	PIB per capita ⁽¹⁾	R\$	34.308,46	57.759,39	12.659,93
	Receita Total ⁽¹⁾	Milhões R\$	72,295	54.010,996	15,681
	Despesa com RSU ⁽³⁾	%	2,65	4,91	3,15
	Perfil ⁽¹⁾	----	A	I, C, S	A
Social	IDH-M ⁽¹⁾	----	0,833	0,805	0,657

Nota: Região: Região do Brasil (S: Sul; SE: Sudeste, CO: N: Norte); Habitantes: número de habitante segundo estimativa; Pop.: densidade populacional; Temp.: temperatura média anual; Área: área do município; Bioma: Biomas brasileiros; Média Salarial: salário médio dos trabalhadores formais, com base em 2017; PIB per capita: produto interno bruto per capita; Receita Total: dinheiro total arrecadado pelo município através de impostos e transferências do governo estadual e federal, com base em 2017; Despesas com RSU: despesas com gestão de RSU do total arrecado pelo município; Perfil: perfil das atividades do município (I: indústria, A: agricultura, FE: florestal e extrativismo); IDH-M: índice de desenvolvimento humano municipal, baseado em 2017 (quanto maior for o número, maior será o desenvolvimento humano medido em um determinado local); Esgoto: casas com saneamento básico com base em 2010; Vias urban.: vias públicas com urbanização adequada (drenagem, pavimentação), com base em 2010; arborização, com base em 2010. ⁽¹⁾ IBGE (2019); ⁽²⁾ INMET (2018); ⁽³⁾ SNIS (2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados serão apresentados a seguir por meio das informações dos SGRSU e análise dos indicadores e aspectos (Tabela 2) da GIRSU, de cada uma das localidades.

4.1. Os Sistemas de Gestão de RSU analisados

Educação Ambiental e Participação Social: o caso de Harmonia

O SGRSU de Harmonia, é composto pelas atividades de coleta, transporte, triagem e disposição final em aterro sanitário, conforme pode ser observado pela Figura 3. Quem realiza as operações de coleta, transporte e triagem dos resíduos secos e úmidos é uma empresa privada, terceirizada e contratada pela Prefeitura Municipal de Harmonia (PMH). A coleta dos resíduos secos/recicláveis ocorre uma vez por semana, enquanto os úmidos/orgânicos duas vezes por semana. Os resíduos volumosos têm a coleta uma vez por mês. O centro de triagem fica localizado na cidade vizinha de Tupandi, a apenas 12 km de Harmonia. A empresa contratada também tem como obrigação destinar os rejeitos e resíduos úmidos que não foram reaproveitados, e para isso faz o uso de um Aterro Particular na cidade de São Leopoldo, que está localizada a 40km de Harmonia e 50 km de Tupandi.

A geração per capita de resíduos na cidade é de apenas 0,405 kg/hab/dia (em 2019), bem abaixo da média nacional de 1 kg/hab/dia (SNIS, 2019). Através dos trabalhos de campo e dados fornecidos pela PMH, pode-se obter informações sobre a composição, geração e gerenciamento dos RSU, onde pode-se observar que apenas 22% do total dos RSU gerenciados pelo município de Harmonia são compostos por matéria orgânica (MO) – abaixo dos 50% da média nacional (Paes et al., 2021b). Através dos trabalhos de campo, foi possível conhecer as (home) compostagens em escolas, restaurantes e residências na área urbana e rural, fato que se deve principalmente as ações de educação ambiental, participação social e cultura local sobre o reaproveitamento da MO para hortas locais para a produção de alimentos. Portanto, pode-se compreender que mais da metade da MO estava sendo desviada dos SGRSU, por meio das home compostagens, além do índice de 55,6% de reciclagem.

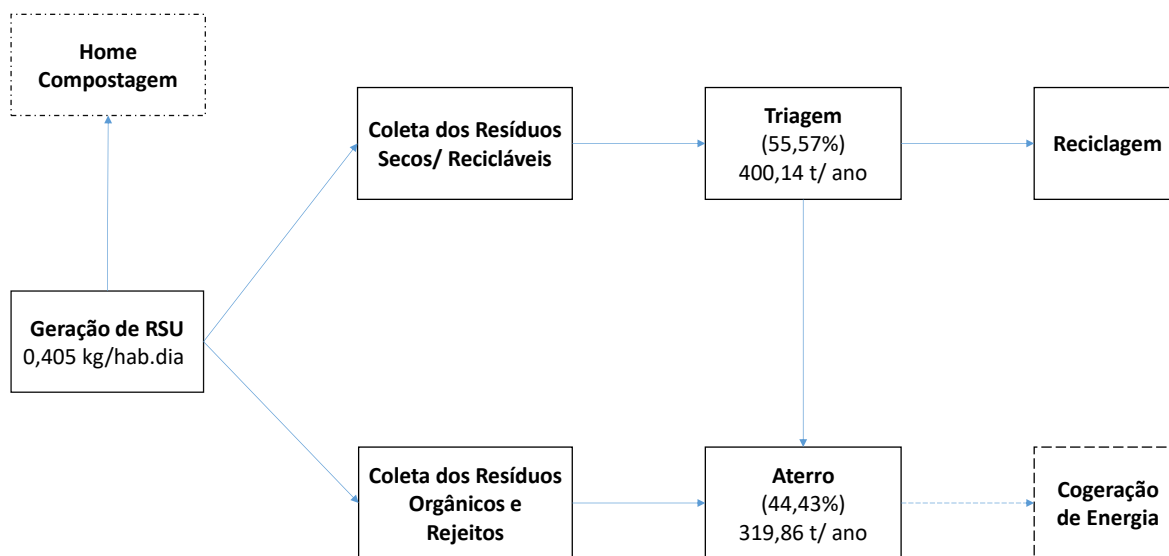


Figura 3: Gestão dos RSU na cidade de Harmonia (RS) no ano de 2019.

Legenda: Home Compostagem (prevenção) e cogeração de energia não entraram nos cálculos econômicos e ambientais, por serem considerados medidas de prevenção e por ainda não estar em funcionamento, respectivamente.

Inovação Tecnológica e Integração das Cooperativas de Catadores: caso de São Paulo

O SGRSU do município de São Paulo, é dividido basicamente em dois modelos contratuais e de gestão junto a iniciativa privada. Primeiro, através de Contrato de Concessão de Serviços Públicos, duas empresas prestam os serviços de coleta comum, transbordo e disposição final em Aterro Sanitário, além da coleta seletiva dos Resíduos Domiciliares (RDO). Aqui, as concessionárias têm por obrigação o envio dos materiais recicláveis às duas Centrais Mecanizadas de Triagem (CMT) e às centrais de triagem manual, ambas operadas pelas cooperativas. A cidade de São Paulo contava, em 2019, com 24 cooperativas (com aproximadamente 900 catadores) e mais 1.400 catadores autônomos cadastrados na Autoridade Municipal de Limpeza Urbana (AMLURB). Havia ainda, mais 30 cooperativas não habilitadas junto ao poder público municipal e uma estimativa de 10 a 12 mil catadores na informalidade (Stella et al., 2020).

Segundo, através dos Contratos de Prestação de Serviços, mais seis empresas eram responsáveis pelos Resíduos da Limpeza Pública (RLP), constituído pelos serviços de coleta seletiva dos resíduos orgânicos da feira livre e envio para 5 unidades de compostagem; poda e capina, além da coleta e disposição em aterro de entulhos, resíduos da varrição e de bocas de lobo; remoção de resíduos descartados em locais inadequado, animais mortos e alimentos vencidos.

A Figura 4 apresenta as principais atividades do SGRSU – composto pela geração, coleta, transporte, triagem, tratamento, destinação e geração de coprodutos – além das quantidades geradas e gerenciadas pelo município de São Paulo. Com base no exposto, é possível observar ainda a grande quantidade de resíduos secos (recicláveis) e úmidos (orgânicos) que poderiam ser reaproveitados pelo sistema de coleta seletiva, triagem e compostagem. Apenas 0.4% dos resíduos orgânicos foi reaproveitado em 2019, enquanto mais de 40% foi enviado para os aterros. Com relação aos resíduos secos e recicláveis, apenas 1,7% foi reaproveitado pelo sistema formal de coleta seletiva e triagem, enquanto mais de 25% de papéis, plásticos, vidros e metais também foram enterrados.

Contudo, destacam-se as importantes iniciativas sobre inovação na cidade: i) 2 CMT, com capacidade de processamento de até 250 t/dia cada, que estavam operando com apenas um quarto da capacidade; ii) projetos de compostagem, que através da coleta seletiva dos resíduos orgânicos da feira livre e processamento em 5 pátios de compostagem, produziram 3,7 mil toneladas de composto no ano de 2019 e; iii) cogeração de energia elétrica a partir do metano gerado pela decomposição da matéria orgânica em 2 aterros que a cidade enviava seus resíduos, com capacidades instaladas de 8MW e 29MW. Os projetos de aproveitamento do metano também geram créditos de CO₂ para a cidade. O terceiro aterro, que recebe apenas os RLP, possuía central de queima do metano e estava em processo de licenciamento ambiental da usina de biogás para aproveitamento energético com capacidade instalada prevista de 2,5MW.

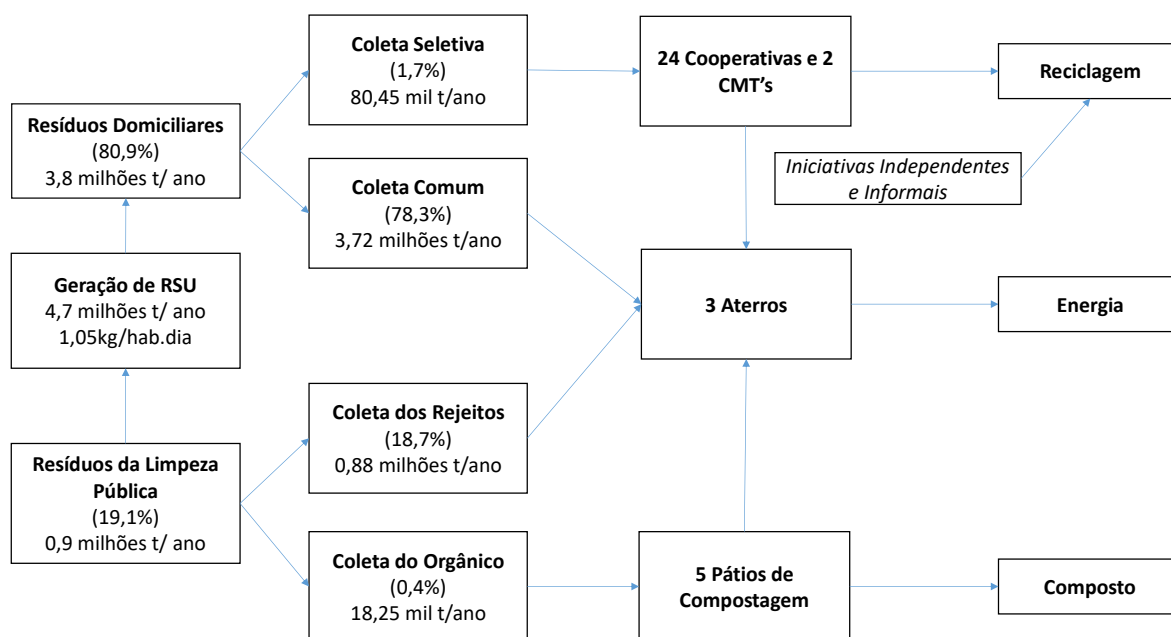


Figura 4: Sistema de Gestão dos RSU da cidade de São Paulo (e as quantidades geradas e gerenciadas) para o ano de 2019.

Capacidade Técnica da Gestão Local e Participação do Estado: o caso de Ibertioga

O Sistema de Gerenciamento de RSU de Ibertioga é composto pelas atividades de coleta, transporte e destinação para a Unidade de Triagem e Compostagem (UTC) que conta com as instalações das usinas de triagem, compostagem e aterro, conforme apresentado na Figura 5. Toda a operação do SGRSU é realizada pela própria Prefeitura Municipal de Ibertioga. A coleta dos resíduos secos e recicláveis ocorre uma vez por semana (sextas-feiras), assim como dos resíduos úmidos (segundas-feiras) e rejeitos (quartas-feiras).

A operação da UTC também é realizada por funcionários da própria prefeitura. Em 2019, as unidades de triagem, compostagem e aterro, receberam um volume aproximado de 27,6%, 39,8% e 32,6%, respectivamente, atingindo 67,4% de reaproveitamento.

No estado de Minas Gerais, é possível diagnosticar e entender a importante atuação do governo do estado, que vem apoiando e trabalhando em colaboração com os municípios, através de apoio técnico e financeiro. Por meio do apoio financeiro, destacam-se os recursos destinados para a construção das Unidades de Triagem e Compostagem UTC, a remuneração (através do ICMS ecológico) dos municípios que apresentem bons indicadores de gestão de RSU, além do projeto conhecido como “bolsa reciclagem”, que remunera diretamente associações e cooperativas de catadores de recicláveis. Por meio do apoio técnico, destaca-se a parceria da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) com o Instituto Gestão de Políticas Sociais (Gesois), que vem capacitando os municípios para instalação e operação das UTC, criação de consórcios públicos e gestão de cooperativas e associação de catadores. Há ainda um termo de parceria entre a SEMAD e o Ministério Público para orientação às prefeituras sobre a correta gestão dos RSU.

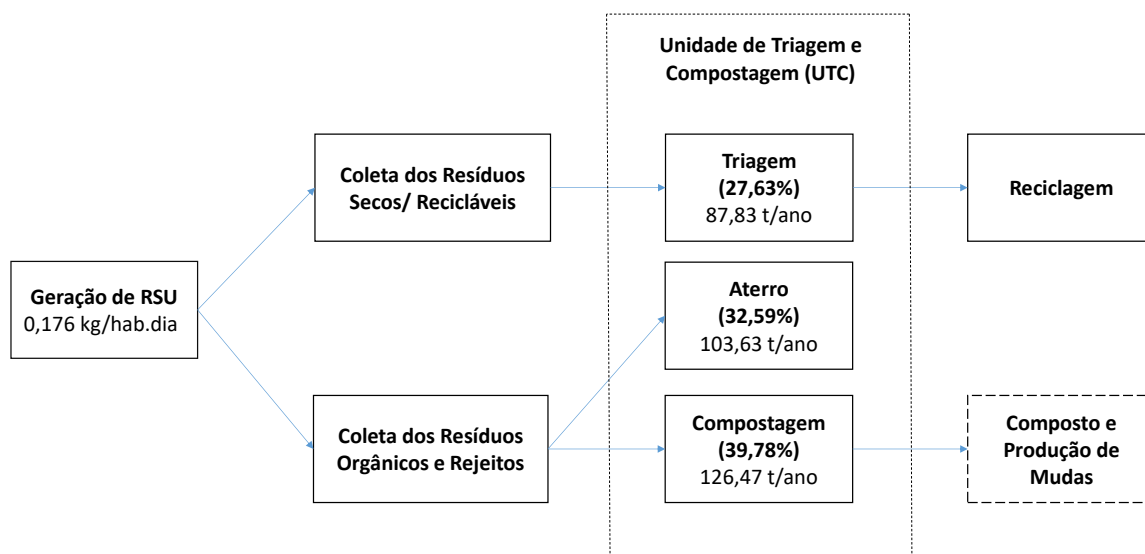


Figura 5: Sistema de Gestão dos RSU do Município de Ibertioga (MG) em 2019.

Articulação Política Local e Participação do Governo Federal: o caso de Rio Branco

O SGRSU de Rio Branco é diversificado, composto pelas atividades de coleta comum e envio dos resíduos e rejeitos para aterro, além de mais dois sistemas diferenciados de coleta, transporte, triagem e compostagem dos resíduos separados na fonte. Havia ainda mais 11 escolas com Locais de Entrega Voluntária (LEV's) - para o recebimento dos resíduos secos (recicláveis) - e projetos de compostagem para tratamento dos resíduos orgânicos e produção de hortas nos locais.

A coleta comum e a operação do aterro eram realizadas por empresas terceirizadas, contratadas pela prefeitura. A cooperativa era responsável pela coleta, transporte e triagem dos resíduos recicláveis advindos de um Ecoponto e dos LEV's (localizados nas 11 escolas e mais 1 no Horto Florestal).

A Unidade de Tratamento de Resíduos Sólidos (UTRE), é composta pelas instalações de triagem, compostagem e aterro. A cooperativa também opera a unidade de triagem da UTRE e é responsável pela comercialização dos resíduos e materiais recicláveis, enquanto a própria prefeitura é a responsável pela operação do pátio de compostagem.

Alguns geradores (supermercados) da cidade eram responsáveis por levarem seus resíduos (orgânicos e recicláveis) para as unidades de triagem e compostagem. A unidade de compostagem também recebe resíduos advindos das atividades de poda e capina e o composto produzido é utilizado pela própria prefeitura, para uso em canteiros, praças, parques e escolas, além de doação à produtores rurais.

Por meio da Figura 6, é possível compreender as atividades do SGRSU do município de Rio Branco, com base nos trabalhos de campo de 2019 e dados, relatórios e informações internas da Prefeitura Municipal de Rio Branco para o ano de 2018. Em Rio Branco, nota-se importante participação do governo federal, através do financiamento de ações e projetos na área de meio ambiente e resíduos sólidos. Entre os anos de 2012 a 2018, foram destinados aproximadamente R\$4,7 milhões, por meio de 9 convênios. Anteriormente, havia sido destinado também, aproximadamente R\$13 milhões, para o financiamento da construção da UTRE, que iniciou sua operação em 2009. Com base também nos trabalhos de campo, foi

possível compreender que grande parte dos resíduos recicláveis acabam percorrendo longas distancias atrás de mercado para compra, migrando da região Norte até as regiões Centro Oeste e Sudeste do país.

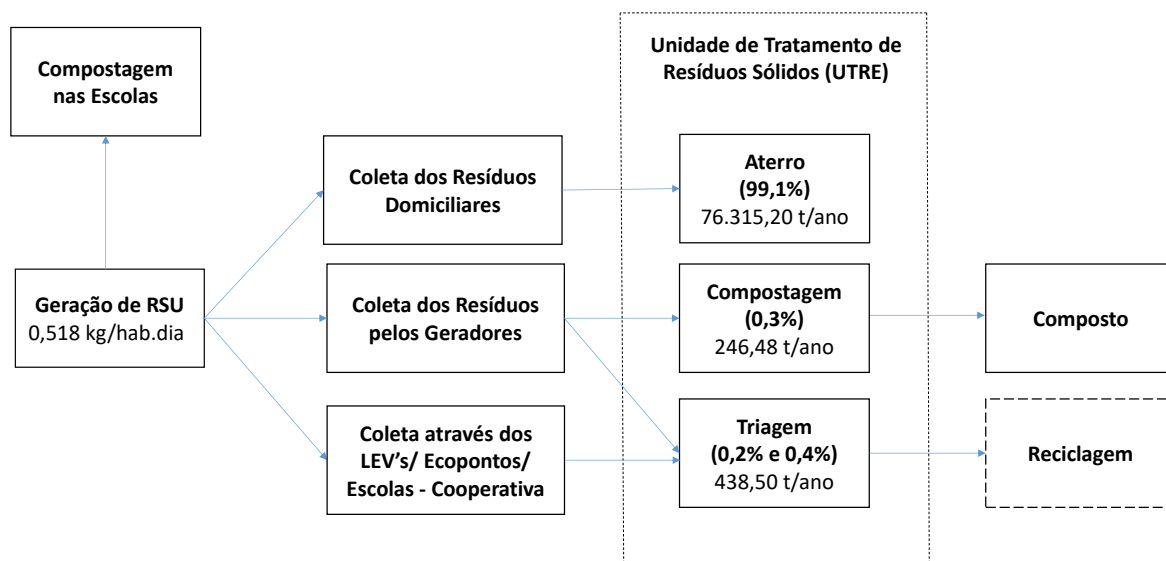


Figura 6: Sistema de Gestão dos RSU no município de Rio Branco (AC) no ano de 2018.

4.2. Análise dos Indicadores da Gestão Integrada dos RSU

A ideia desta publicação não é estabelecer comparações entre as distintas realidades dos municípios, mas sim apresentar indicadores que podem ser utilizados com o objetivo de monitoramento, acompanhamento e avaliação das ações implementadas. Alguns indicadores que foram construídos e utilizados nesta iniciativa, quando analisados em conjunto, podem trazer importantes reflexões sobre as diferentes perspectivas para gestão de resíduos em diferentes localidades, com diferentes características.

Primeiro, quando se estabelece a análise de custo ou de emissões por tonelada de resíduos, pode-se induzir elevadas pontuações àqueles municípios que geram menos resíduos per capita. Portanto, tanto para a análise ambiental como econômica, optou-se e sugere-se que as análises sejam realizadas por meio dos custos ou emissões por habitante.

Sobre os aspectos operacionais, foram selecionados dois importantes indicadores de desempenho a serem correlacionados entre si e também com a incidência de despesa com gestão de RSU (em relação ao total do orçamento anual do município), sendo: 1) Taxa de cobertura da coleta seletiva em relação a população urbana e; 2) Índice de reaproveitamento dos RSU sobre o total gerenciado pelo município.

A seguir, são apresentados os principais resultados e indicadores econômicos, ambientais e operacionais, desenvolvidos por esta publicação, para as quatro localidades estudadas (Tabela 2). Na Tabela 2 também são apresentados aspectos institucionais inerentes à gestão dos RSU, como as fases de planejamento e controle, as etapas de gerenciamento dos RSU (coleta e transporte, triagem, tratamento e disposição final), além da possibilidade de apoio dos outros entes federativos (i.e. Estados e Governo Federal).

Tabela 2: Resultados ambientais, econômicos, operacionais e institucionais dos casos estudados.

Indicador	Unidade	Harmonia	São Paulo	Ibertioga	Rio Branco
	ano	2019	2019	2019	2018-19
Ambiental	Kg CO ₂ eq/hab.	37,02	144,46	43,98	223,31
Econômico	R\$/ hab.	89,17	169,48	94,95	93,54
	% ¹	2,65	4,91	3,15	5,18
Operacional	% ²	100,00	70,00	100,00	19,94
	% ³	55,57	2,10	67,41	0,90
Institucional	Planejamento e Controle	GM	GM	GM	GM
	Coleta Comum	EP	EP	GM	EP
	Coleta Seletiva	EP	EP e CI	GM	CCMR e LEVs
	Triagem	EP	CCMR e CI	GM	CCMR
	Compostagem	CR	Misto	GM	GM
	Aterro	EP	EP	GM	EP
	Apoio de Níveis Governamentais	Não	GF	GE	GF

¹Incidência de Despesa com RSU do Total do Orçamento Anual do Município

²Taxa de cobertura da col. Seletiva porta-a-porta em relação a pop. Urbana

³Índice de Reaproveitamento dos Resíduos sobre o total gerenciado pelo município

*Até o fechamento deste trabalho ainda não haviam publicações oficiais sobre este dado

**Em 2019 só havia sistema de entrega voluntária dos RSU

EP: Empresa Privada

GM: Governo Municipal

CCMR: Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis

CI: Catadores Informais

CR: Compostagem Residencial, em Escolas e Pequenos Estabelecimentos Comerciais

Misto: investimento e operação realizados pelas empresas terceirizadas, porém, as áreas são públicas cedidas pela PMSP

LEV's: Locais para Entrega Voluntária dos Resíduos

IAC: Iniciativas Autônomas e Comunitárias sem Apoio ou Controle Governamental

Quando analisados os aspectos econômicos, observa-se que, dois municípios que menos empenharam recursos do total do orçamento (Harmonia e Ibertioga), foram aqueles que apresentaram os melhores indicadores econômicos, ambientais e de recuperação de resíduos. Já aqueles que tiveram maior incidência de despesas com RSU, do total orçado, foram também os que apresentaram elevados custos e emissões por habitantes, além de baixos indicadores de reaproveitamento dos resíduos, como o caso de São Paulo e Rio Branco.

Sobre as análises ambientais, destaca-se que os municípios com melhores resultados são aqueles que possuem menor geração de emissões – por meio da baixa geração per capita de RSU e tratamento da matéria orgânica via (home) compostagem (como os casos de Harmonia e Ibertioga) e/ou reaproveitamento do metano do aterro para geração de energia (como São Paulo) – aliadas às emissões evitadas, através do reaproveitamento dos resíduos secos pela via da triagem e reciclagem (que também puderam ser observadas em Harmonia e Ibertioga).

Por meio da análise dos aspectos e indicadores operacionais, a exemplo de São Paulo e Rio Branco, observa-se que mesmo com os índices de cobertura da coleta seletiva (da população

urbana) de 70% e 20%, os índices de recuperação dos materiais recicláveis ficaram entre 2,1% e 0,90%, respectivamente.

Portanto, pode-se compreender que mesmo com maiores investimentos relativos às despesas com gestão de RSU ou mesmo com a elevada cobertura da coleta seletiva, a efetividade dos bons resultados econômicos (R\$/habitante), ambientais (kg CO_{2eq}/habitante) e operacionais (% de reaproveitamento dos RSU, sobre o total gerado), dependem também de outros fatores, como aspectos políticos, sociais e institucionais, como i) capacidade técnica e política local, ii) apoio dos Estados e União, iii) projetos efetivos de educação ambiental, participação social e dos atores envolvidos na gestão dos RSU e iv) uso de tecnologias com base nas realidades locais (i.e. compostagem, reciclagem e aproveitamento energéticos do CH₄ dos aterros).

5. CONCLUSÕES

Mesmo com barreiras impostas aos recursos tecnológicos, financeiros, humanos e de infraestrutura, alguns municípios demonstraram que é possível encarar os desafios e transformá-los em oportunidades, baseados na conscientização da população, capacidade técnica da gestão municipal, capacidade de articulação política local ou mesmo por meio de parcerias com os Estados e União. Estes municípios demonstraram ainda que, através de investimentos em ações para os RSU e meio ambiente, é possível gerar benefícios sociais, reduzir custos e mitigar impactos ambientais.

Adicionalmente às lições aprendidas e apresentadas nos capítulos anteriores, é necessário também algumas reflexões que podem ser efetivadas. Primeiro, faz-se importante e necessário, que tanto os Estados como o Governo Federal definam seus papéis e participem efetivamente da gestão dos RSU. Essas ações poderiam ser realizadas, por exemplo, por meio de iniciativas de capacitação do corpo técnico e político da administração pública municipal, destinação de recursos e convênios para projetos e programas de gestão de resíduos, além de incentivos à cadeia produtiva da reciclagem e produção de composto para a agricultura e paisagismo. Uma possibilidade seria a criação de um Sistema Nacional de Gestão de Resíduos com a participação de representantes e definição das responsabilidades das esferas federal, estadual e municipal.

Urgente e necessário também, é a inserção do tema resíduos nas grades curriculares das escolas, como aspecto central para mudanças comportamentais, de hábitos e de consumo. É fundamental ainda que, além de priorização política, os governos locais de fato mobilizem a sociedade para participar destas questões, sejam nos debates e construção dessas políticas ou em ações práticas para o correto manejo dos RSU.

Muito se pensava que a escala poderia ser uma barreira aos processos de inovação na gestão pública municipal. Contudo, algumas pequenas cidades (como é o caso de Harmonia e Ibertioga) demonstraram que pode haver eficiência na gestão dos RSU sem grandes volumes de resíduos e recursos financeiros, por meio da priorização e vontade política, mobilização e participação da população, educação ambiental e capacidade técnica local.

Algumas localidades evidenciaram ainda, que o setor informal também tem efetiva participação na coleta, separação e comercialização dos resíduos e materiais recicláveis. Porém, mesmo sabendo da necessidade de apoio e políticas públicas, devido às condições de trabalho destes trabalhadores, pouco se conhece da sua real efetividade sobre as quantidades de resíduos que desviam dos SGRSU. Portanto, o setor informal deve ser melhor compreendido e integrado, quando possível, às políticas públicas de gestão de RSU em diversas cidades do país.

Atividades de reparo, conserto e reuso de produtos, bens e materiais (como móveis, eletroeletrônicos, vestuários, brinquedos, entre outros) também poderiam ser integradas às

políticas públicas de gestão de resíduos, com vista a se obter diagnósticos sobre os fluxos de materiais que estes setores desviam dos SGRSU e que, portanto, poderiam integrar iniciativas de prevenção, não geração e economia circular no país.

Como considerações e reflexões finais, pode-se destacar:

✓ Em 10 anos da PNRS ocorreram poucos avanços no Brasil. De 2008 até 2018, o país permaneceu com apenas 2% de reaproveitamento dos RSU e, em 2018, 24% dos RSU gerados ainda eram dispostos no solo de maneira inadequada, como em lixões a céu aberto;

✓ Apenas leis não garantem a efetividade das políticas públicas e os principais fatores que induziram os processos de inovação institucional foram: i) prioridade e capacidade política local; ii) capacidade técnica das prefeituras; iii) educação ambiental, mobilização e participação social; iv) colaboração e atuação dos Estados e Governo Federal; v) sintonia entre os interesses da sociedade, poder público e iniciativa privada; vi) foco em ações descentralizadas e de prevenção; vii) uso de tecnologias adaptadas para cada realidade local;

✓ Pequenos municípios podem ensinar grandes lições. Cidades mineiras apresentaram bons indicadores, que se devem também a participação efetiva do Governo do Estado de Minas Gerais;

✓ Há uma grande disparidade regional no Brasil, como pode ser visto nos diferentes desafios enfrentados em cada região estudada, como na Amazônia brasileira;

✓ Há diversas possibilidades e caminhos para serem percorridos sobre a prestação dos serviços. Exemplo disso são as diferentes formas de gestão de cada localidade, onde: Ibertioga (MG) tem todos os serviços públicos no gerenciamento dos resíduos; Harmonia (RS) conta com serviços terceirizados à iniciativa privada e; São Paulo (SP) e Rio Branco (AC), apresentam um sistema misto, com participação pública, privada e de cooperativas/associações de catadores;

✓ O melhor desempenho dos indicadores de gestão de RSU não está relacionado a maiores gastos e investimentos em relação ao total das despesas do orçamento municipal, mas sim à boa gestão, existência de parcerias e capacidade para inovação;

✓ Onde há efetividade e bons indicadores das políticas de gestão de RSU, pode-se obter ganhos ambientais (através de créditos de CO₂ ou redução da poluição), econômicos (por meio da redução de RSU enviados aos sistemas de coleta e aterros sanitários) e sociais (como a geração de emprego e renda via materiais recicláveis e compostagem).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bedsworth, L. W., Hanak, E., 2013. Climate policy at the local level: Insights from California. *Global Environ Chang.* 23, 664–677.

Brasil, 1988. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 1988. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em 23.06.2016.

Brasil, 2007. Lei nº 11 445 de 05 de janeiro de 2007. Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 2007. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm. Acesso 23.06.2016.

Brasil, 2010. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Brasília, DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm (acessado em 11.07.2020).

Brasil, 2011. Estudos para Elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, Brasília, DF. Brasília, Ministério do Meio Ambiente. Disponível em:

http://www.mma.gov.br/estruturas/253/publicacao/253_publicacao02022012041757.pdf (acessado em 11.07.2020).

Comide, A. A. & Pereira, A. K., 2018. Governança da Política de Infraestrutura: condicionantes institucionais ao investimento. IPEA, Rio de Janeiro, 2018.

https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/180705_livro_gover_politic_a_infra_condic_inst_invest.pdf

Couto, C. G., & Bellon, G. L. A. (2018). Imitação ou coerção? Constituições estaduais e centralização federativa no Brasil. *Revista De Administração Pública*, 52(2), 321-344.

Eurostat, 2019. Waste Generated and Treated in Europe. Office for Official Publications of the European Communities - Environment Statistics, Luxembourg. Disponível em: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=4Municipal_waste_statistics (acesso em 20.03.2020).

Guerrero, L. A., Maas, G., Hogland, W., 2013. Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste Management*. 33, 220-232.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas, 2019. Cidades. Brasília. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br> (acesso em 05.03.2020).

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia, 2018. Normas climatológicas do Brasil. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas> (acesso em 05.03.2020).

Nações Unidas, 2017. New Urban Agenda. Disponível em: <http://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-English.pdf>. (acesso em 08.07.2020)

Paes, M. X. Municipal solid waste management: environmental and economic indicators integration through life cycle assessment. 2018. 183 f. Thesis (Doctoral Degree in Environmental Sciences) - Science and Technology Institute, UNESP - Univ Estadual Paulista, Sorocaba, 2018.

Paes, M. X., Medeiros, G. A., Mancini, S. D., Ribeiro, F. M., Puppim De Oliveira, J.A., 2019. Transition to circular economy in Brazil: A look at the municipal solid waste management in the state of São Paulo. *Manag. Decis.* <https://doi.org/10.1108/MD-09-2018-1053>

Paes, M. X., Medeiros, G. A., Mancini, S. D., Gasol, C., Pons, J. R., Durany, X. G., 2020a. Transition towards eco-efficiency in municipal solid waste management to reduce GHG emissions: the case of Brazil. *J. Clean. Prod.* 263, 1 August 2020 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121370>

Paes, M.X., Medeiros, G.A., Mancini, S.D., Bortoleto, A.P., Puppim De Oliveira, J. A., Kulay, L.A., 2020b. Municipal solid waste management: Integrated analysis of environmental and economic indicators based on life cycle assessment *J. Clean. Prod.* 254, 1 May 2020 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119848>

Paes, M. X., Campos-Silva, J. V., Puppim de Oliveira, J. A., 2021a. Integrating circular economy in urban Amazon. *Nature Urban Sustain* 1, 29 <https://doi.org/10.1038/s42949-021-00031-z>

Paes, M. X.; Bellezoni, R. A.; Puppim De Oliveira, J. A., 2021b. Manual prático para inovação em gestão dos resíduos sólidos urbanos. São Paulo: FGV/ EAESP. https://eaesp.fgv.br/sites/eaesp.fgv.br/files/eventos/content/arquivos/jun/21/manual_pratico_p_ara_inovacao_em_gestao_dos_rsu_fgv-eaesp_junho_2021.pdf

Petit-Boix, A., Llorach-Massan, P., Sanjuan-Delmas, D., Sierra-Perez, J., Vinyes, E., Gabarrell, X., Rieradevall, J., Sanye-Mengual, E., 2017. Application of life cycle thinking towards sustainable cities: a review. *J. Clean. Prod.* 166, 939-951.

Puppim de Oliveira, J. A., 2009. The implementation of climate change related policies at the subnational level: An analysis of three countries. *Habitat Int.* 33, 253-259.

Puppim de Oliveira, J. A., 2013. Learning how to align climate, environmental and development objectives in cities: lessons from the implementation of climate co-benefits initiatives in urban Asia. *J. Clean. Prod.* 58, 7-14.

Puppim de Oliveira, J. A., 2017a. Breaking resilience in the urban system for improving resource efficiency: the case of the waste sector in Penang, Malaysia. *Int. J. Urban Sustain. Dev.* 9, 2, 170-183.

Puppim de Oliveira, J. A., 2017b. Brazilian Public Administration: Shaping and Being Shaped by Governance and Development. *Chin. Polit. Sci. Rev.* (2017) 2:7–21 DOI: 10.1007/s41111-017-0052-4

Roppongi, H., Suwa, A., Puppim de Oliveira, J.A., 2016. Innovating in sub-national climate policy: the mandatory emissions reduction scheme in Tokyo. *Clim. Pol.* <https://doi.org/10.1080/14693062.2015.1124749>

Sevigne Itoiz, E., Gasol, C.M., Farreny, R., Rieradevall, J., Gabarrell, X., 2013. CO2ZW: carbon foot print tool for municipal solid waste management for policy options in Europe. Inventory of Mediterranean countries. *Energy Pol.* 56, 623-632. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.01.027>

SNIS - Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico, 2019. Diagnostico do manejo de resíduos sólidos. Brasília, MDR. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos> (acesso em 23.03.2020).

Stella, E. A., Aragão, I., Silveira, M. C., Mundano, Rosa, T. B., Candido, V., Souza, V., 2020. Catadores e Varredores: trabalhadores invisíveis e essenciais em meio à pandemia. O Estado de S. Paulo. Disponível em: <https://politica.estadao.com.br/blogs/gestao-politica-e-sociedade/catadores-e-varredores-trabalhadores-invisiveis-e-essenciais-em-meio-a-pandemia/> (acessado em 30.07.2020)

Sullivan, R., Gouldson, A., Webber, P., 2012. Funding low carbon cities: Local perspectives on opportunities and risks. *Clim. Pol.* 13, 514-529

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio pela bolsa de pós-doutorado, através do processo nº 2018/16542-0, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).