

Nuevos Modelos de Compostaje en las Ciudades:

Integrando reciclaje, agricultura y vivienda



[N.T.: título en español del original en portugués.]

InstitutoPólis

Nuevos modelos de compostaje en las ciudades:

Integrando reciclaje, agricultura y vivienda

AUTORES

Victor Hugo Argentino de Morais Vieira
Lais Ferreira dos Santos

COORDINACIÓN EDITORIAL

Victor Hugo Argentino de Morais Vieira

REVISIÓN TÉCNICA

André Ruoppolo Biazoti
Maria Elisabeth Grimberg

REVISIÓN ORTOGRÁFICA

Natália Pinheiro Soares

PORTADA E ILUSTRACIONES

Fabián Pérez Tencio

PROYECTO GRÁFICO

Renata Alves de Souza

Tipo gráfico Comunicación

DIRECCIÓN DEL INSTITUTO POLIS
Henrique Botelho Frota,
Margareth Matiko Uemura,
Danielle Klintowitz [in memoriam]

COORDINADORA DEL ÁREA DE RESIDUOS SÓLIDOS Y AGROECOLOGÍA

MARIA
ELISABETH GRIMBERG

COORD. EJECUTIVO DEL ÁREA DE RESIDUOS SÓLIDOS Y AGROECOLOGÍA

Victor Hugo Argentino de Morais Vieira

ASESORES

André Ruoppolo Biazoti
Clauber Barão Leite

ASISTENTE

Lais Ferreira dos Santos

Nuevos Modelos de Compostaje en las Ciudades:

Integrando reciclaje, agricultura y vivienda

Este estudio solo fue posible gracias a una amplia red que contribuyó a tal fin, de manera directa o indirecta, y a quien agradecemos inmensamente. Algunas contribuciones, aún en etapa de diseño del estudio e ideas, fueron de Carlos Henrique Andrade de Oliveira, Kellen Pasqualeto y Joice Pinho Maciel (Apoena Socioambiental), Lara Oberdá y Dione Manetti (Pragma), Tiago Villavoid, Alejandro Gómez (Asociación de Recicladores los Goleros en conjunto con la Asociación de Recicladores de Bogotá - ARB), Valquiria Candido da Silva y Davi Amorim (MNCR).

PARTICIPANTES DE LAS ENTREVISTAS

Wiviane Bueno da Maia (ACAMARTI); Luiz Vaz da Silva (COOMPAG); Osmar Vidal (CoperCicla); Edilene Luiza Oliveira Alves, Paulo Alves Trentin, Paulo Jorge y George Euzébio (CooperCicli); Mateus Rocha (SEAGRI/Põe no Balde); Cíntia Aldaci da Cruz (Revolução dos Baldinhos); Edinéa Rodrigues y Adelaide Silva (VerdeCoop); Andriele de Medeiros Martins (Pila Verde).

PARTICIPANTES DE LOS TALLERES

Luiza Maria Honorato (Cooper Viva Bem), Maria Divina de Freitas (Mulheres Assim Assim), Fernanda de Carvalho Tavares (Casa do Catador), Renato dos Prazeres y Maria Auxiliadora dos Prazeres (Cooper Cral), Elizabete Maria Rocha (Base Futura), Maria Dulcinea Silva Santos (MNCR), Maria Aparecida Rodrigues (COOP Rosas de Saron), Angiscléide Ferreira, Valquiria Candido da Silva (COOPERPAC/MNCR), Helena da Silva Novais (COOPERPAC), Marcelo Nogueiro da Silva (ASCARTI), Geralda Quirina dos Santos Silva, Gabriela de Aquino y Lucineia (COOPERPOBA).

Esta publicación puede ser reproducida en su totalidad o en parte, y de cualquier forma, para servicios educativos o sin fines de lucro sin permiso especial del titular de los derechos de autor, siempre que se haga referencia a la fuente. El Instituto Pólís desearía recibir una copia de cualquier publicación que utilice esta publicación como fuente. No se puede hacer uso de esta publicación para la reventa o cualquier otro propósito comercial sin el permiso previo del titular de los derechos de autor. Los pedidos de autorización, con una declaración del propósito y el alcance de la reproducción, deben dirigirse a contato@polis.org.br. Este estudio también tiene un resumen ejecutivo como apéndice.

San Pablo, septiembre de 2023.

Datos Internacionales de Catalogación en la Publicación (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Novos modelos de compostagem nas cidades [libro electrónico]: integrando reciclagem, agricultura e moradia / Victor Hugo Argentino de Morais Vieira, Lais Ferreira dos Santos. 1. ed. - São Paulo: Instituto Pólís, 2023.
PDF

Bibliografía.
ISBN 978-85-7561-099-2

1. Agricultura 2. Compostagem 3. Reciclagem (Resíduos, etc.) 4. Reciclagem do lixo I. Santos, Lais Ferreira dos. II. Título.
23-166126 CDD631.875

Índices para el catálogo sistemático:

1. Compostagem: Agricultura 631.875
Aline Grazielle Benitez - Bibliotecaria - CRB-1/3129

Apoyos:



InstitutoPólís

Índice

Un breve escenario de la gestión de residuos orgánicos compostables en Brasil y la necesaria aparición de nuevos modelos de gestión 6

Metodología 12

Estudios de caso 16

| | |
|--|----|
| CoperCicla (Santa Cecília do Sul/RS) | 18 |
| VerdeCoop (Entre Rios/BA) | 20 |
| Revolução dos Baldinhos (Florianópolis/SC) | 22 |
| ACAMARTI (Tibagi/PR) | 24 |
| CooperCicli (Caetité/BA) | 26 |
| COOMPAG (Paragominas/PA) | 28 |
| Põe no Balde (Marabá/PA) | 30 |
| Pila Verde (Santiago/RS) | 32 |

Un mismo problema, diferentes soluciones: ¿cómo funcionan los modelos innovadores de gestión de residuos orgánicos compostables en las ciudades? 34

| | |
|---|----|
| Sistema de gobernanza en la gestión de RSU ecológicos y compostaje | 35 |
| Perfil de género y raza | 41 |
| Escalas de operación de las organizaciones y del compostaje | 43 |
| Sistemas de separación y recolección de residuos orgánicos compostables | 45 |
| Caracterización del funcionamiento de la unidad de compostaje | 49 |
| Equipos | 52 |
| Impacto económico: generación de empleo e ingresos en los sistemas de compostaje con Recicladores(as) | 53 |
| Uso y gestión del compost orgánico producido | 57 |

Desafíos y potenciales para el fortalecimiento y expansión de nuevos modelos de gestión de residuos orgánicos y compostaje 62

Desafíos y oportunidades en etapa de implementación para las organizaciones de recicladores y recicladoras 63

Desafíos en la fase operativa de los nuevos modelos de gestión de residuos orgánicos y compostaje 67

Conclusiones y recomendaciones 70

Lista de acrónimos y abreviaturas 72

Glosario 73

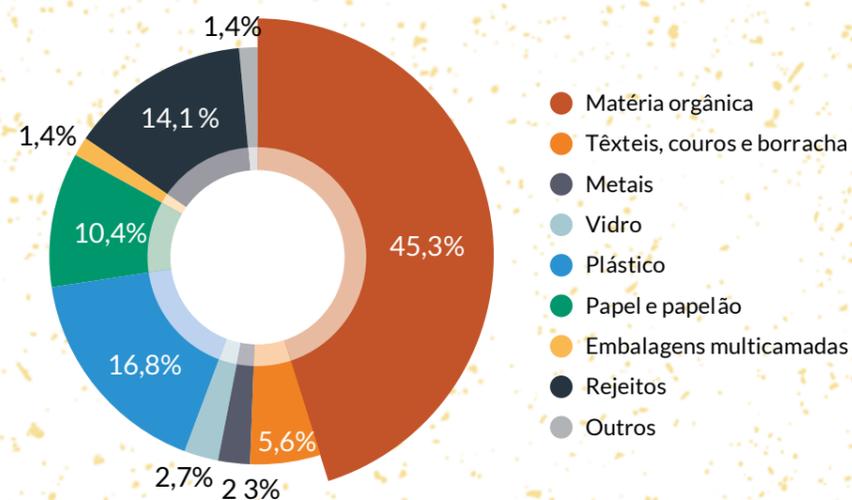
Referencias bibliográficas 75

Un breve escenario de la gestión de residuos orgánicos compostables en Brasil y la necesaria aparición de nuevos modelos de gestión

Los residuos sólidos urbanos (RSU) se definen como la suma de los residuos domésticos y los residuos de limpieza pública, tal como se definen en la Política Nacional de Residuos Sólidos (BRASIL, 2010). Una de las principales responsabilidades de los municipios es prestar los servicios públicos de limpieza urbana y gestión de RSU, **incluido el compostaje** (BRASIL, 2020a). Es responsabilidad del titular de los servicios implementar sistemas de compostaje y articular con los agentes económicos y sociales formas de uso del compost producido (BRASIL, 2010).

Pero, ¿por qué es tan importante hablar de compostaje? El reciclaje de residuos orgánicos se produce principalmente a través de dos tecnologías: el compostaje y la digestión anaeróbica. Los residuos orgánicos compostables representan casi el 50% de la masa total de RSU en Brasil (Figura 1), es decir, el compostaje es una de las principales soluciones para la mitad del problema de los RSU (Gráfico 1).

Figura 1: Estimación de la composición de los residuos sólidos urbanos en Brasil.



Fuente: ABRELPE (2020).

Vale la pena destacar que la principal diferencia entre estas tecnologías es que el compostaje ocurre en presencia de oxígeno, lo que deriva en la producción de compost orgánico, mientras que la digestión anaeróbica ocurre en ausencia de oxígeno y genera biogás y digestato (Figura 2). En este estudio nos centraremos en el compostaje, ya que la digestión anaeróbica es más compleja y no hay experiencias a gran escala que incluyan a recicladores(as), agricultores(as) y otros grupos.

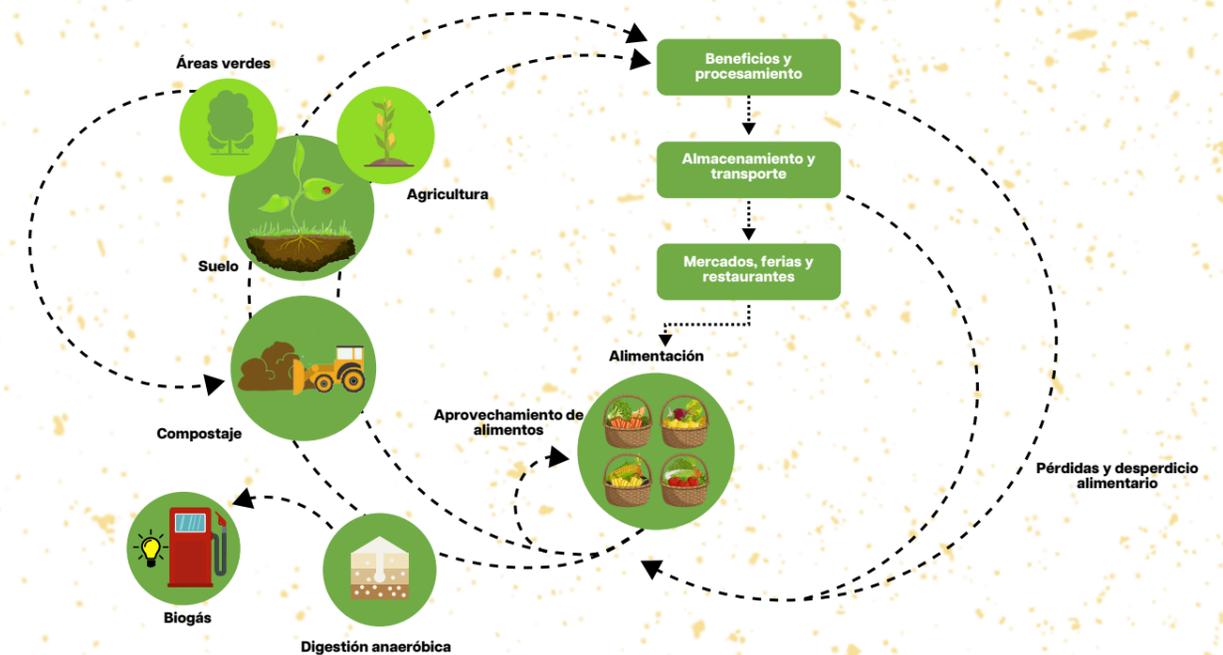
CUADRO 1
¿QUÉ ES EL COMPOSTAJE Y CÓMO SURGIÓ?

El compostaje es un proceso controlado de descomposición biológica de residuos orgánicos por medio de microorganismos que ocurre en condiciones aeróbicas y termofílicas (en presencia de oxígeno y a altas temperaturas), cuyo resultado es un material estabilizado con propiedades de fertilizante orgánico compuesto (BRASIL, 2017b, Art. 2º, punto III). El compostaje se puede dividir en dos etapas: (1) compostaje activo o etapa de oxidación/estabilización y (2) maduración o etapa de humificación. El proceso completo de compostaje puede variar de cuarenta y cinco días a algunos meses, dependiendo del método de compostaje elegido (BRASIL, 2017a).

El compostaje tiene diversas metodologías, desde sistemas domésticos hasta reactores automatizados capaces de procesar cientos de toneladas por día. La práctica del compostaje probablemente surgió en la misma época que la de la agricultura, teniendo referencias escritas de sistemas de compostaje cercanos a 2.300 años antes de Cristo (RODALE, 1960 apud FITZPACK; WORDEN; VENDRAME, 2005). Los primeros métodos científicos para apoyar el proceso de compostaje fueron sistematizados por Howard y Ward (1931) y Howard (1943), después de estudios realizados en la India, entre 1905-1924.

Figura 2: Compostaje en el ciclo biológico de residuos orgánicos compostables.

Ciclo biológico de los residuos orgánicos urbanos



Fuente: Instituto Pólis (2021).

A pesar de todos sus beneficios, las tasas de reciclaje y compostaje en Brasil todavía son muy bajas. Según datos del Sistema Nacional de Informaciones sobre Saneamiento - Residuos Sólidos (SNIS-RS), la recolección selectiva de materiales reciclables representó 1,7 millones de toneladas de residuos en 2021 (MDR, 2022). Sin embargo, solo se recuperó el 64% de lo recolectado selectivamente, lo que resultó en que solo el 1,7% del total recolectado (65.6 millones de toneladas) se destinó al reciclaje. En cuanto a los residuos orgánicos compostables, solo se compostaron 0,4 millones de toneladas, lo que representa alrededor del 0,6% de la masa total recolectada. Esto significa que, sumando el reciclaje y el compostaje, solo el 2,3% de todos los residuos recolectados fueron efectivamente reciclados, mientras que alrededor del 97,7% se enviaron para su disposición final en rellenos sanitarios y vertederos de basura en Brasil. Estas cifras, si se comparan con las tasas combinadas de reciclaje y compostaje de los países de referencia en Europa, como Alemania (69,6%), Austria (62,3%), Eslovenia (59,3%) e Italia (51,4%) (EEE, 2022), son inexpresivas. Incluso si se compara con otros países de América Latina y el Caribe, como Perú y Colombia, cerca del 15%, y Cuba y Chile, cerca del 10%, Brasil todavía está muy por debajo del promedio, que hoy ronda el 10% (UNEP, 2018; KAZA et al., 2018).

Además de la importancia del cambio en el patrón lineal de la economía y también de la gestión de residuos, con el aumento del reciclaje, la atención a los residuos orgánicos compostables ha aumentado, principalmente debido a la mayor preocupación por el cambio climático. Actualmente, el sector de los desechos es la tercera fuente de metano del mundo (UNEP; CCAC, 2021), y Brasil es responsable del 16% del metano generado, colocando la disposición final de residuos sólidos en rellenos sanitarios y vertederos como la segunda fuente más grande (SEEG, 2022). La emisión de gas metano a la atmósfera es consecuencia de la descomposición de residuos orgánicos compostables en ausencia de oxígeno, en un ambiente anaeróbico creado cuando enterramos los residuos en rellenos sanitarios, por ejemplo. El compostaje se indica como la principal solución para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el sector de residuos y se considera una prioridad en la acción climática (GAIA, 2022), especialmente a nivel municipal, dada la relevancia de las emisiones de este sector en las ciudades brasileñas y la responsabilidad de las municipalidades en la gestión de residuos sólidos..

De manera complementaria, tan importante como aumentar el reciclaje y combatir el cambio climático es el cierre de los casi 2.500 vertederos que aún existen en el país. Este es un problema que se ha prolongado durante décadas sin solución en el escenario nacional, incluso con la promulgación de varias leyes que revisan el plazo para el cierre y tratan de prohibir y responsabilizar a los gestores públicos (BRASIL, 2010; BRASIL, 2020a). La eliminación inadecuada de basura está prohibida, en Brasil, desde 1954, por Ley n° 2.312, del 3 de septiembre, por el Código Nacional de Salud, prohibición que fue reforzada en 1981 por la Política Nacional del Medio Ambiente y en 2010 por la Política Nacional de Residuos Sólidos. En parte, el problema no se resuelve por la falta de financiación adecuada para el sector y por el intento de reemplazar los rellenos sanitarios y/o vertederos, lo que termina siendo económicamente inviable para los pequeños municipios donde los vertederos siguen funcionando.

En este contexto, el compostaje se presenta como la solución técnica y económicamente más viable, debido a su flexibilidad, escalabilidad y bajo costo de implementación. El compostaje se puede replicar desde una escala doméstica a sistemas automatizados a escalas metropolitanas, lo que lo convierte en una opción más asequible en términos de implementación y operación y, en muchos casos, más barata que los propios rellenos sanitarios (KAZA et al., 2018). Además del abaratamiento del servicio, es importante tener en cuenta que el compostaje y otras formas de tratamiento de residuos, como la reparación, la remanufactura y el mismo reciclaje en sí (manual y semi-mecanizado), también ofrecen ventajas significativas en términos de creación de empleo, en comparación con los vertederos. Según datos recogidos por Ribeiro-Broomhead y Tangri (2021), por cada 10.000 toneladas de residuos, estas formas de tratamiento son capaces de generar 404 (reparación), 321 (reciclaje manual), 51 (remanufactura), 17 (reciclaje semi-mecanizado) y 6,6 (compostaje) empleos, en promedio. Por lo tanto, además de ser una alternativa viable y económica en relación a los rellenos sanitarios, estas formas de tratamiento de residuos también juegan un papel clave en el desarrollo socioeconómico y la creación

de empleo para las comunidades involucradas. Este factor es extremadamente importante en el contexto brasileño, ya que el 69% de los municipios tienen menos de 20 mil habitantes, y el 88% menos de 50 mil (IBGE, 2022), lo que hace inviable en términos económicos utilizar tecnologías que dependen de un gran flujo de residuos para tener sostenibilidad operacional-económica.

Es importante destacar que el compostaje es la tercera opción dentro de la jerarquía en la gestión de residuos orgánicos compostables (Figura 3); por lo tanto, antes del compostaje debemos priorizar la reducción del desperdicio alimentario, el aprovechamiento completo y el rescate de alimentos aptos para el consumo, que no deben ir a compostaje. Esta jerarquía es adoptada en la legislación brasileña como una prioridad, descrita en el artículo noveno de la PNRS, Ley Federal N° 12.305/2010 (BRASIL, 2010), y que debe ser cumplida por los municipios y gestores en la elaboración de políticas públicas de residuos sólidos en el país.

Figura 3: Jerarquía en la gestión de residuos orgánicos compostables.



Fuente: GAIA (2022) com base em Institute for Local Self Reliance.

1. El levantamiento de la ABETRE (<https://atlas.abetre.org.br/public/atla>) calcula 2.448 vertederos y rellenos sanitarios controlados, en operación, un número próximo a los 2.162 observados por el SNIS (<https://www.gov.br/mdr/pt-br/asuntos/saneamento/snis/productos-do-snis/diagnosticos/residuos-solidos>) que alcanzó el 82,4% de los 5.570 municipios brasileños, con año base 2020.

A pesar de la baja tasa de compostaje actual en Brasil, en el pasado, la masa compostada era mayor, debido a la amplia presencia de unidades centralizadas, como las Unidades de Clasificación y Compostaje (UTCs). La mayor parte de estas unidades, sin embargo, se cerraron con el tiempo debido a numerosos problemas, como los altos costos de mantenimiento, los olores y la contaminación del compost producido. Como ejemplo, es posible mencionar el Estado de San Pablo: entre 1997 y 2013, el 82% de las unidades fueron cerradas, principalmente debido al alto costo de operación y muy baja calidad del compost orgánico, resultante de una operación sin recolección selectiva, es decir, los residuos orgánicos compostables llegaban mezclados con materiales reciclables y desechos (SIQUEIRA; ASSAD, 2015). Esta misma situación fue identificada en estudios previos (BARREIRA; PHILIPPI JUNIOR; RODRIGUES, 2006).

La baja calidad de operación de estos viejos modelos que operan en la recolección mezclada y compostaje ultra-centralizado y la cuestión con los olores han llevado a una resistencia generalizada de los organismos ambientales brasileños y de los municipios para implementar nuevos proyectos de compostaje. Solo en la última década ese escenario empezó a cambiar, con la aparición y diseminación de modelos de compostaje municipal descentralizada, con separación en la fuente y recolección selectiva de residuos orgánicos (Gráfico 2).

CUADRO 2

LAS EXPERIENCIAS DE COMPOSTAJE, DE FLORIANÓPOLIS Y SAN PABLO, QUE REVOLUCIONARON BRASIL.

Es posible destacar las experiencias en Florianópolis/SC, con la Revolução dos Baldinhos, y San Pablo/SP, con el Programa Ferias y Jardines Sostenibles [Feiras e Jardins Sustentáveis] (BRASIL, 2018), que cambiaron esta visión sobre el compostaje y catalizaron una serie de cambios y revisiones en el marco legal brasileño asociado al compostaje.

Actualmente, San Pablo tiene la capacidad de compostar alrededor de 50 toneladas por día, lo que, aunque es un número significativo en términos de escala de operación, atiende solo el 0,3% de los residuos orgánicos generados en el municipio (INSTITUTO PÓLIS, 2021). Florianópolis, reconocida a nivel nacional por sus avances en la gestión de residuos orgánicos, también es responsable de una de las primeras leyes de Basura Cero en Brasil, la Ley Municipal N° 10.501/2019 (FLORIANÓPOLIS, 2019), que busca desviar todos los residuos orgánicos compostables de los rellenos sanitarios para 2030.

A pesar de los avances en el marco legal del país (Gráfico 3), aún es necesario avanzar en las políticas públicas del sector, a fin de atender las más variadas características y escenarios municipales, así como las diferentes acciones de los actores en el sistema de gestión de RSU. Es importante destacar los sistemas que funcionan de manera descentralizada e integran grupos sociales que aún son vulnerables y marginados, ya que los RSU, incluidos los orgánicos compostables, son bienes económicos y de valor social, generadores de trabajo, ingresos y promotores de ciudadanía (Art. 6º, punto III del PNRS). Un ejemplo de esta relevancia es la inclusión del compostaje dentro del programa “Pró-Catador” como una práctica, cuando es realizada por recicladores, en la tecnología social del reciclaje popular (BRASIL, 2023a).

CUADRO 3

BREVE MARCO LEGAL DEL COMPOSTAJE DE RSU ORGÁNICOS Y EL USO DE COMPOST EN BRASIL.

Las experiencias de los municipios brasileños han estimulado y subsidiado la revisión de la estructura legal asociada al compostaje de RSU orgánicos compostables. Algunos ejemplos de regulaciones recientemente revisadas son:

1. La Resolución Conama N° 481, del 3 de octubre de 2017, que estableció criterios y procedimientos para garantizar el control y la calidad ambiental del proceso de compostaje de residuos orgánicos (BRASIL, 2017b);
2. La Instrucción Normativa N° 61, del 8 de julio de 2020, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento, que estableció las normas sobre fertilizantes orgánicos y comenzó a diferenciarlos del compostaje de residuos orgánicos urbanos provenientes de la recolección selectiva en, al menos, tres fracciones, de aquellos que llegan de la recolección convencional mezclada (BRASIL, 2020b). La IN SDA n° 27/2006 modificada por la IN SDA n° 07/2016 establece límites de contaminantes en el compost orgánico;
3. La Ordenanza n° 52, del 15 de marzo de 2021, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento, que estableció el Reglamento Técnico para los Sistemas Orgánicos de Producción y comenzó a permitir el uso de compost orgánico a partir de residuos orgánicos urbanos procedentes de la recolección selectiva.

En este escenario, el objetivo de este estudio es identificar y analizar los sistemas de compostaje en las ciudades, más allá de los modelos convencionales estatales y/o privados, y dar visibilidad a las experiencias para que puedan ser replicadas por otras ciudades. Con estas iniciativas, será posible pensar en nuevas políticas públicas que promuevan modelos innovadores de contratación y operación de sistemas de compostaje en las ciudades brasileñas, ampliando la gama de soluciones para permitir el reciclaje y el desvío de residuos orgánicos de los rellenos sanitarios, promoviendo una transición justa con generación de ingresos a los grupos sociales que más lo necesitan.

**“EL COMPOSTAJE GENERA RELACIONES,
no solo con el vecino
que separa correctamente,
SINO CON EL PROPIO MEDIO AMBIENTE”.**

Cíntia Aldaci da Cruz (Revolução dos Baldinhos)

Metodología

El presente estudio tuvo como objetivo realizar una investigación de carácter exploratoria y no exhaustiva para identificar los sistemas de compostaje en las comunidades brasileñas que operan fuera de la lógica convencional pública y/o privada. Específicamente, el enfoque del estudio está en los sistemas de compostaje donde el RSU orgánico es un bien generador de valor social para grupos marginalizados, como recicladoras y recicladores, agricultoras y agricultores, y otras formas de organización de la sociedad civil.

Los proyectos identificados fueron sometidos a entrevistas semiestructuradas para la recolección de datos, seguidas de un análisis. Después de esta etapa, se presentaron los resultados preliminares a un grupo de líderes de recicladores de la ciudad de San Pablo para evaluación y discusión, con el objeto de co-construir el conocimiento a partir de las informaciones reunidas. Esta etapa fue fundamental para dar formato al presente contenido.

Los detalles metodológicos y la totalidad de la información recopilada se puede consultar de manera digital en la página del estudio, en el sitio web (<https://polis.org.br/estudos/novos-modelos-compostagem/>). La Figura 4 ilustra el flujo metodológico adoptado en este estudio y, luego, presentamos con más detalle los procedimientos metodológicos llevados a cabo en cada etapa.

Figura 4: Flujo esquemático de la metodología.



1. Relevamiento de los sistemas de gestión de residuos orgánicos y compostaje en Brasil

El relevamiento y el mapeo de los proyectos se llevaron a cabo a través de búsquedas directas en Internet, utilizando la herramienta de búsqueda de Google y utilizando palabras claves relevantes como "compostaje", "recicladores", "agricultores" y "residuos orgánicos". Además, el equipo también entró en contacto y entrevistó a redes e instituciones asociadas, como Aliança Resíduo Zero Brasil (ARZB) y el Movimento Nacional de Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR), para mapear iniciativas que no se encontraron durante la búsqueda en línea. Es importante destacar que esta investigación no es exhaustiva, por lo tanto, inevitablemente, algunas experiencias no fueron contempladas en el análisis.



2. Selección de experiencias para la etapa de análisis detallado: contacto y selección de experiencias

Después de la etapa de relevamiento y prospección, se establecieron contactos con las instituciones identificadas por correo electrónico y/o teléfono, cuando dichas informaciones estaban disponibles en redes asociadas o plataformas digitales como sitios web, páginas de Facebook e Instagram. Entre diecinueve experiencias identificadas en la primera etapa, sólo ocho proyectos avanzaron a la etapa de entrevistas semiestructuradas y recolección de datos. La reducción en el número de proyectos entrevistados se debió principalmente a la falta de respuesta de los contactos, la discontinuidad del proyecto mapeado y/o la característica experimental (piloto) del proyecto.



3. Entrevistas semiestructuradas y recolección de datos

Las experiencias que demostraron su disposición e interés en participar en la investigación avanzaron a la etapa de entrevista semiestructurada y recolección de datos, por medio de un cuestionario con información que sería recolectada antes de las entrevistas. Se puede acceder al cuestionario en formato digital aquí junto con las notas metodológicas. Las conversaciones se realizaron de acuerdo con la disponibilidad y estructura de cada institución, por teléfono, videollamada, mensajes de audio, entre otros, y fueron grabadas con autorización. Los datos proporcionados fueron totalmente auto declaratorios y posteriormente utilizados para un análisis más profundo del tema.

Debido al compromiso de los colaboradores, cooperativistas y/o asociados, que dedicaron horas para participar en el estudio, se suministró una ayuda a cada organización por un monto de R\$ 300,00.



4. Taller presencial con un grupo de recicladores

Como la mayoría de las experiencias mapeadas contaron con la participación de organizaciones de recicladores y recicladoras, en diciembre de 2022 se organizó un taller presencial de compostaje con la participación de cooperativas líderes de recicladores de la ciudad de San Pablo que duró dos días. El objetivo fue presentar los resultados parciales del estudio, promover discusiones y plantear los desafíos y oportunidades de los sistemas de compostaje con las organizaciones de recicladores y recicladoras.

En la primera actividad, los proyectos mapeados que fueron gestionados por organizaciones de recicladores y recicladoras o similares (CooperCicli, VerdeCoop, CoperCicla y Revolução dos Baldinhos) compartieron sus experiencias en un evento en línea. Después de esta etapa, se promovió un taller de compostaje con el objeto de ejemplificar lo que sería la implementación, paso a paso, de una unidad de compostaje y un sistema de recolección selectiva de residuos orgánicos.

Durante todas las actividades, los mediadores(as) fomentaron el debate para identificar las oportunidades y los desafíos que enfrentan las cooperativas, así como el intercambio de información y conocimientos. Todos los desafíos identificados por los líderes, así como las oportunidades, fueron registrados y sistematizados durante los dos días para que, al final de la reunión, pudieran ser organizados por los presentes en orden de importancia. Con este fin, cada participante tenía derecho a elegir tres desafíos y tres oportunidades que consideraran más relevantes para su contexto, generando así una escala de importancia.



TALLER CON RECICLADORAS Y RECICLADORES EN SP.



5. Análisis y tratamiento de datos

Para una mejor visualización, los datos auto declaratorios brindados en los cuestionarios y entrevistas fueron compilados en tablas y están presentados a lo largo del texto. Los datos faltantes en las entrevistas fueron complementados por la investigación bibliográfica, y en el anexo metodológico se pueden observar los cálculos para la preparación de los indicadores presentados. Los desafíos y oportunidades identificados y clasificados por los participantes del taller se presentan en el capítulo 5.



VISITA A LA UNIDAD DE COMPOSTAJE, REALIZADA CON RECICLADORAS Y RECICLADORES EN SP.

Estudios de caso

En busca de soluciones más eficientes para la gestión de residuos orgánicos, varios municipios y organizaciones sociales han adoptado modelos innovadores de compostaje que se adaptan a la realidad local (Figura 5). Esto ha estado ocurriendo principalmente porque los modelos convencionales, como la recolección con camiones compactadores y el compostaje centralizado, han tenido poco éxito y viabilidad, como ya se discutió. En este contexto, las intendencias municipales, a menudo con el apoyo del Gobierno Central, junto con cooperativas, asociaciones y organizaciones de recicladores(as), agricultores(as) y de barrios, se han destacado por implementar modelos innovadores de compostaje en las ciudades. Estos modelos van mucho más allá de la simple gestión de los RSU, promoviendo también la inclusión social, el desarrollo local y la adopción de prácticas agroecológicas.

En este capítulo se presentarán algunos estudios de caso que ejemplifican estos modelos, destacando sus prácticas innovadoras, los resultados positivos y el impacto generado en sus respectivos municipios. Mediante el análisis de esas experiencias, será posible comprender la integración existente entre los diferentes actores sociales involucrados en la gestión adecuada de los residuos orgánicos, que permiten la sostenibilidad ambiental, la inclusión social y el fortalecimiento de las economías locales.

**“NOSOTROS CAMBIAMOS LA LÓGICA.
Vimos la necesidad de poner
al ser humano adelante,
PORQUE ÉL ES EL QUE GENERA LOS RESIDUOS”.**

Cíntia Aldaci da Cruz (Revolução dos Baldinhos)

Es importante destacar que este estudio no es exhaustivo, por lo tanto, algunas experiencias no fueron contempladas y/o analizadas, porque no fueron identificadas, y/o por la inviabilidad de llevar el proyecto a la etapa de entrevistas y recolección de datos a través de formularios. Entre ellas, se destacan Recicla Jacobina (Jacobina/BA) y ACLIMAR (Marialva/PR): ambas son organizaciones de recicladores y recicladoras que trabajan con compostaje en sus ciudades, pero no fueron analizadas porque no fue factible realizar la entrevista y llenar el cuestionario a tiempo.

Recicla Jacobina es pionera en la recolección selectiva de residuos orgánicos llevada a cabo por los propios recicladores. El municipio ha recuperado residuos secos y orgánicos compostables, ahorrando recursos públicos con la puesta a tierra. Esta experiencia es muy similar a la de CooperCicli, que ya se estudió aquí. ACLIMAR, a través de la contratación de la Municipalidad, realiza la gestión integral de RSU en el municipio, utilizando un sistema de compostaje innovador con composteras con mezclador semiautomático por láminas helicoidales. El compost producido se vende a la Municipalidad de Marialva. Se estima que la cooperativa es responsable de un manejo mensual de 270 toneladas de residuos, siendo casi el 50% de residuos orgánicos (PGP, 2016).

A través de los estudios de caso que se muestran en la secuencia, se espera identificar los estándares, los desafíos potenciales y las oportunidades para el futuro. Los modelos de compostaje presentados indican que Brasil tiene un inmenso potencial para transformar la gestión de residuos orgánicos compostables, siempre que se superen los desafíos presentados a lo largo del estudio.

Figura 5: Localización de los estudios de caso en el territorio brasileño.





COPERCICLA

Cooperativa de Trabajo de los Recicladores de Residuos Orgánicos e Inorgánicos de Santa Cecilia do Sul Ltda.

Naturaleza jurídica: Cooperativa.

Ubicación: La casa matriz está en Santa Cecilia do Sul, Rio Grande do Sul / RS.

Público atendido: 21 municipios con una población entre 120 y 130 mil habitantes, por casa matriz y filial. El compostaje está en la casa matriz, que atiende solo a 14 municipios con una población de 60 a 70 mil personas.

Tamaño de la organización: 160 personas.

Cantidad de residuos enviados a compostaje: 250 toneladas por mes.

Personas dedicadas exclusivamente al compostaje: 4 personas.

CoperCicla es una cooperativa fundada en 2003 que desempeña un papel importante en la gestión de residuos en su región. Actualmente, la cooperativa presta servicios de recolección, transporte, clasificación, venta de materiales reciclables, compostaje de orgánicos y disposición de desechos en su propio relleno sanitario. Con dos unidades, la matriz es responsable de atender a 14 municipios y la filial atiende a 7.



Crédito de la imagen: Facebook cooperativo

El compostaje se realiza únicamente en la matriz, a partir de los residuos provenientes de la recolección mezclada, que pasan por un proceso de separación mecánica para clasificar los reciclables secos. Al utilizar un sistema de remoción automatizado en forma de bucles / zanjas, alimentados por una pala cargadora, la cooperativa transforma estos residuos en compost orgánico. La inversión fue posible gracias a fondos no reembolsables del Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES). Después del período de compostaje activo, el material se somete a un tamiz para remover partículas gruesas y contaminantes. Además, semestralmente se lleva a cabo una evaluación de laboratorio del compost orgánico.

Hoy en día, la cooperativa aún no tiene registro de fertilizante orgánico, y el compost producido se dona a los agricultores locales para que lo usen en la recuperación de áreas degradadas. Parte del compost también se devuelve a las municipalidades, para ser aplicado en la jardinería de los municipios, contribuyendo a la reutilización de residuos y la promoción de la sostenibilidad ambiental.

El compostaje realizado por CoperCicla es responsable de desviar el 28% de toda la masa de RSU que llega a la unidad matriz, mientras que el reciclaje de residuos reciclables “secos” representa el 24%, y en conjunto, el compostaje y el reciclaje, desvían el 52% de todos los residuos recibidos del vertedero. Debido a la ausencia de recolección selectiva de residuos orgánicos compostables, el compost producido aún contiene contaminantes, como vidrio y plásticos, lo que genera una entrega de aproximadamente el 48% de la masa total recibida para el vertedero.

Además de su importante papel en la gestión de residuos, CoperCicla es un importante generador de puestos de trabajo. En 2021, la cooperativa se destacó como la mayor generadora de empleos en el municipio y también como la mayor responsable de la generación de ISS en el municipio (SUPTITZ, 2021).



CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS QUE LLEGAN A LA COOPERATIVA.

Crédito de la imagen: Facebook cooperativo



VERDECOOP

Naturaleza jurídica: Cooperativa.

Ubicación: Entre Rios, Bahia/BA.

Público atendido: Sector privado, mayoritariamente hotelero e industrial, en cuatro municipios de la región.

Cantidad de residuos enviados para compostaje: 180 toneladas por mes.

Tamaño de la organización: 26 personas.

Personas dedicadas exclusivamente al compostaje: 6 personas.

VerdeCoop es una cooperativa de recicladores que se destaca como pionera en el compostaje de residuos orgánicos. Desde la constitución de su unidad de compostaje, en 2003, con fondos no reembolsables del Banco do Brasil, la cooperativa ha trabajado arduamente para promover el reciclaje y la valorización de los residuos orgánicos compostables y seco, incluso asumiendo algunos desafíos. Actualmente, VerdeCoop dirige sus actividades principalmente a atender a clientes privados, ya que no cuenta con alianzas ni apoyo de gobiernos locales, los que continúan enviando residuos a los vertederos.

Los principales clientes de la cooperativa se concentran en la región del complejo hotelero e industrial de Costa do Sauipe, distribuidos en los municipios de Entre Rios, Alagoinhas, Camaçari, Mata do São João, Ipojuca y Algo Magra. El enfoque principal de VerdeCoop es el reciclaje de residuos orgánicos compostables y secos, por lo que no recibe residuos de la recolección mezclada y tampoco realiza el servicio de recolección y transporte, que generalmente es tercerizado. De esta manera, el índice de desechos en la cooperativa es de aproximadamente 10%, y estos re-

siduos son destinados al relleno sanitario de Camaçari/BA. Además de los residuos de alimentos, la cooperativa también recibe podas de árboles y residuos de las actividades de jardinería.

El proceso de compostaje en VerdeCoop está mecanizado y se produce por medio de una máquina mini-cargadora, en pilas, que se transportan cada cinco días a un patio de 1.200 m². La cooperativa también cuenta con una trituradora-



Crédito de la imagen: VerdeCoop

ra de ramas y residuos vegetales, así como un tamiz para compost orgánico, que se almacena en un galpón de 720 m² destinado a la producción de adobo. Actualmente, el promedio mensual de compostaje varía entre 6 y 8 toneladas, con alta estacionalidad debido a la fluctuación del sector turístico. Sin embargo, vale la pena destacar que la unidad de compostaje tiene la capacidad de recibir una masa de hasta 12 toneladas por día, un número que ya ha recibido en el pasado.

El compost orgánico producido por la cooperativa se comercializa íntegramente en diversos sectores, como alimentos para animales, jardinería, campos de golf y fútbol, pequeños agricultores, entre otros.

La mayor parte del compost es colocado en bolsas de rafia de 25 kg para la venta en comercios, por un precio promedio de R\$ 27,00, sin embargo, también hay ventas directas en mayores volúmenes. Además de su importante papel en la prestación de servicios ambientales, VerdeCoop busca promover la inclusión social de personas en situación de vulnerabilidad, generando ingresos para los adultos mayores y las personas que enfrentan problemas con la dependencia química. Hoy en día, los cooperativistas entienden cada vez más la importancia de su trabajo y se dedican a concientizar y sensibilizar a la población y a los grandes generadores de residuos.



MONTAJE DE PILAS EN EL PATIO DE COMPOSTAJE.

Crédito de la imagen: VerdeCoop



REVOLUÇÃO DOS BALDINHOS

Naturaleza jurídica: Asociación.

Ubicación: Florianópolis, Santa Catarina/SC.

Público atendido: 2400 personas.

Cantidad de residuos enviados para compostaje: 15 toneladas por mes.

Tamaño de la organización: 8 personas.

Personas dedicadas exclusivamente al compostaje: 4 personas.

Revolução dos Baldinhos comenzó en 2008, y es un proyecto socioambiental de agricultura urbana que se dedica a la gestión de residuos orgánicos en dos comunidades del Complejo Monte Cristo, ubicado en la parte continental de Florianópolis. El proyecto, una iniciativa comunitaria, se creó en respuesta a una infestación de ratas en las comunidades, como resultado de la mala recolección de basura, que provocó la muerte de dos personas por leptospirosis (PEIXOTO, 2018). Para resolver esta falta de servicio público, la población local, con la asistencia técnica de la ONG “Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo” (CEPAGRO), desarrolló un sistema de recolección selectiva de residuos orgánicos y compostaje.



Crédito de la imagen: Fernando Angeoletto/CEPAGRO/
Acervo Revolução dos Baldinhos

La recolección selectiva comenzó con la distribución de baldes para los hogares y la instalación de bombonas de plástico en las calles del barrio, junto con un fuerte trabajo de concientización y monitoreo puerta a puerta sobre la correcta separación de los residuos. En un primer momento, la recolección de bombonas se hacía en carros, sin embargo, actualmente, la Municipalidad realiza la recolección dos veces por semana en los 22 puntos de entrega voluntaria (PEV) instalados. Además, el proyecto también recibe residuos orgánicos de dos condominios fuera del área de la comunidad Chico Mendes, y realiza la recolección independiente de residuos en tres guarderías, una escuela y un proyecto. Revolução dos Baldinhos atiende a 2.400 personas, cerca del 39% de las dos

comunidades del Complejo Monte Cristo, y el compost orgánico producido se vende en bolsas reutilizables, con un valor aproximado de R\$ 350,00 por m³ (1.000 L).

En 2019, el World Future Council (WFC), de Alemania, reconoció a la asociación como una de las “15 prácticas agroecológicas de excelencia en el mundo” por usar una “tecnología social replicable”. La experiencia también forma parte del banco de tecnologías sociales de la Fundación Banco do Brasil (CEPAGRO, 2011) y ha servido de inspiración a varios proyectos en el país, como COOMPAG y Põe no Balde, que fueron mapeados en este estudio.



TRABAJO COLECTIVO DE COMPOSTAJE Y PLANTACIÓN DE PLÁNTULAS EN HUERTOS ESCOLARES

Crédito de la imagen: Fernando Angeoletto/CEPAGRO/Acervo Revolução dos Baldinhos



ACAMARTI

Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Tibagi

Naturaleza jurídica: Asociación.

Ubicación: Tibagi, Paraná/PR.

Público atendido: 18.612 personas

Cantidad de residuos enviados para compostaje: 12 toneladas por mes.

Tamaño de la organización: 80 personas.

Personas dedicadas exclusivamente al compostaje: 2 personas (como mínimo).

ACAMARTI, en asociación con el Municipio de Tibagi, desde 2009 desempeña un papel clave en la sensibilización de los vecinos del municipio sobre la importancia de la separación adecuada de los residuos reciclables “secos”, los residuos orgánicos compostables y/o desperdicios. A pesar de los esfuerzos, la ciudad aún no cuenta con servicios de recolección selectiva de residuos orgánicos, por lo tanto, los orgánicos que llegan a la asociación provienen en su mayoría de grandes generadores y/o fueron separados manualmente del flujo de recolección selectiva de reciclables “secos”, de la recolección convencional y la poda municipal. Estos residuos son sometidos al proceso de compostaje y transformados en compost orgánico.



Crédito de la imagen: Municipalidad de Tibagi

La asociación también presta servicios al propio municipio, ampliando así el uso y los beneficios del compost orgánico, que es el principal producto del compostaje. El compost se utiliza en la plantación de plántulas y en la producción de flores ornamentales en invernaderos. Actualmente, ACAMARTI es capaz de aprovechar cerca del 30% de todos los residuos que llegan a la asociación, lo que es un valor muy significativo, teniendo en cuenta que el proceso de separación es completamente manual y sólo cuenta con la ayuda de tamices y trituradoras.



MONITOREO DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD DE LA LÍNEA DE COMPOSTAJE.

Crédito de la imagen: Oficina de Comunicación de la Municipalidad de Tibagi



COOPERCICLI

Cooperativa de Trabalho de Coleta Seletiva dos Catadores de Caetité

Naturaleza jurídica: Cooperativa.

Ubicación: Caetité, Bahia/BA.

Público atendido: No hay datos disponibles.

Tamaño de la organización: 30 personas.

Cantidad de residuos enviados para compostaje: 6,7 toneladas por mes.

Personas dedicadas exclusivamente al compostaje: 4 personas.

CooperCicli ya actuaba en el trabajo de recolección selectiva y comercialización de materiales reciclables, pero en 2009, inspirada por la experiencia de VerdeCoop, también inició el compostaje de residuos orgánicos. La construcción de la unidad de compostaje contó con el apoyo del sector privado, a través de Bahia Mineração (BaMin), como parte del proyecto Circuito do Lixo.

La recolección selectiva de residuos orgánicos se realiza tres veces por semana, con la ayuda de una motocicleta con remolque y bombonas de plástico, en unos 30 establecimientos comerciales de Caetité, como restaurantes, hospitales, supermercados y comercios de frutas y verduras. El proyecto de recolección selectiva de residuos orgánicos compostables en domicilios se encuentra todavía en etapa piloto, debido a la falta de apoyo de la municipalidad, que sigue enviando a un vertedero controlado todos los residuos orgánicos, dispuestos de manera inadecuada. Actualmente, la cooperativa consigue aprovechar el 95% de todos los materiales recolectados, entre orgánicos compostables y reciclables "secos", dejando solo el 5% de residuos.



Crédito de la imagen: Coopercicli

El compost orgánico producido se comercializa de diversas maneras, tanto para el público hogareño, como en las ferias de la ciudad, donde el fertilizante se embolsa en tamaños pequeños (1 a 5 kg), como también para industrias y empresas en lotes más grandes (6 toneladas), para la reforestación. Además de la venta, los miembros de la cooperativa también juegan un papel importante como agentes ambientales y sensibilizadores, prestando servicios de educación ambiental en escuelas, eventos temáticos y redes sociales. De esta manera, la cooperativa contribuye a la concientización de la población sobre la importancia de la separación de residuos y el cuidado del medio ambiente.

Hoy en día, la cooperativa también cuenta con un criadero de lombrices en sus instalaciones, cuyo humus producido es un óptimo fertilizante. CooperCicli también mantiene una huerta orgánica fertilizada con su propio compost, lo que demuestra el ciclo sostenible y completo que proporciona el compostaje.



MONTAJE DE UNA PILA.

Crédito de la imagen: Cooperative Facebook



COOMPAG

Cooperativa de Trabalho de Compostagem de Paragominas

Naturaleza jurídica: Cooperativa.

Ubicación: Paragominas, Pará/PA.

Público atendido: 256 personas.

Tamaño de la organización: 16 personas.

Cantidad de residuos enviados para compostaje: 4,5 toneladas por mes.

Personas dedicadas exclusivamente al compostaje: 16 personas.

COOMPAG, ubicada en el predio residencial Morada dos Ventos, nació en 2016 como una herramienta de emprendimiento social y seguridad alimentaria para los vecinos de la propia comunidad. Inspirada por la exitosa experiencia de Revolução dos Baldinhos, la cooperativa fue posible gracias al apoyo del Fondo Socioambiental de la Caixa Econômica Federal (FSA), a través de la Secretaría de Asistencia Social, con el objeto de generar ingresos para las mujeres del condominio recién construido.

Inicialmente, la cooperativa tenía como finalidad atender a dos complejos habitacionales, Morada dos Ventos y Morada do Sol, que en conjunto albergaban más de 2.000 hogares. Sin embargo, debido a la capacidad limitada de las máquinas, COOMPAG actualmente atiende a unas 256 personas. En el pasado, la recolección de residuos orgánicos se producía a través de una carretilla, sin embargo, debido al aumento del volumen y al crecimiento de la cooperativa, sus miembros sintieron la necesidad de invertir en una motocicleta con un remolque enganchado, capaz de transportar hasta cuatro bombonas para ayudar en la recolección semanal.



Crédito de la imagen: Coompag

El compostaje de residuos orgánicos se realiza con la ayuda de una máquina (Topema), que acelera el proceso clásico de compostaje. La calidad de la separación es extremadamente alta, conteniendo menos del 1% de masa descartable. A pesar de esto, la cooperativa no ha podido sostenerse solo con la venta de este producto, dado los altos costos de mantenimiento y consumo de energía eléctrica de la máquina de procesamiento de residuos orgánicos (alrededor de R\$ 2.800 por mes). Para mantenerse en funcionamiento, el proyecto ha buscado el apoyo de programas de financiación, como el Itaú EcoMudanças, y ha buscado reinventar su modelo de negocio, ya que el fertilizante orgánico generado aún no se comercializa.

Actualmente, el compost orgánico producido se utiliza en huertas comunitarias, en las propias residencias y en las escuelas, estimulando el manejo comunitario de residuos, la educación ambiental y la práctica de la agricultura urbana familiar.



HUERTA COMUNITARIA ABASTECIDA CON ABONO ORGÁNICO GENERADO POR COOMPAG.

Crédito de la imagen: Facebook de la Cooperativa



PÔE NO BALDE

Naturaleza jurídica: Asociación.

Ubicación: Marabá, Pará/PA.

Público atendido: 1.200 hogares.

Cantidad de residuos enviados para compostaje: 20 toneladas por mes.

Tamaño de la organización: 120 personas.

Agricultores involucrados en el proyecto (operación de compostaje y uso de compost): 60 personas.

El proyecto Pôe no Balde es una asociación desarrollada entre la Secretaría Municipal de Agricultura (Seagri) y pequeños productores agrícolas de huertas urbanas de Residenciais Tiradentes y Jardim do Éden en Marabá/PA, que presentó una nueva perspectiva para resolver un problema socioambiental que enfrentaba el municipio: la gestión de residuos orgánicos. El proyecto nació en 2019 con el objeto de combinar dos programas, agricultura urbana y compostaje, para que los horticultores se involucraran en todo el ciclo de los residuos orgánicos compostables, desde su generación y recolección hasta su reutilización como adobo orgánico en las huertas. Además de promover la conciencia ambiental, este proceso cíclico también genera ingresos para los miembros a través de la comercialización del adobo.



Crédito de la imagen: Aline Nascimento/Seagri

La recolección de residuos orgánicos reciclables secos se lleva a cabo en los hogares utilizando baldes de 5 L, que se entregan a los vecinos y se recogen tres veces por semana en un triciclo. Ambas unidades de compostaje tienen 600 m² y están ubicadas en el espacio adyacente a la huerta. Cada patio tiene dos empleados de la Municipalidad responsables de administrar el lugar y recolectar los desechos, mientras que el compostaje en sí es llevado a cabo por los propios agricultores, que se turnan en tres equipos, uno para cada día de la semana. En promedio, en el primer año del proyecto, el patio de Jardim do Éden recibió alrededor de 7 toneladas por mes, y el de Tiradentes recibió 13 toneladas. Al final del proceso, el compost orgánico se divide entre los agricultores en proporción a los días trabajados en el compostaje.

Todo el compost orgánico es utilizado por los agricultores, quienes cuentan con el apoyo del SEBRAE para explorar la comercialización como una alternativa adicional en el futuro. Actualmente, el proyecto estableció una asociación con las ferias municipales para la recolección de material orgánico, lo que tiende a ampliar aún más el impacto positivo en el municipio, ya que, en general, hay un excedente significativo de frutas y verduras.



PATIO DE COMPOSTAJE DE LA ASOCIACIÓN.

Crédito de la imagen: Aline Nascimento/Seagri



PILA VERDE

Ubicación: Santiago, Rio Grande do Sul/RS.

Población/ público atendido: 200 municipios.

Agricultores y agricultoras involucrados en el proyecto: 70.

Cantidad de residuos enviados para compostaje: 38 toneladas por mes.

Personas dedicadas exclusivamente al compostaje: 1 conductor, 4 aprendices ambientales, 1 operador de compostaje (personas en situación de privación de libertad) y 1 operador de máquina.

El Proyecto Pila Verde implementó el uso de una moneda socioambiental en la comuna de Santiago/RS, en 2020, con el objeto de estimular la separación de residuos orgánicos compostables por parte de los ciudadanos y la práctica del compostaje municipal. La población es recompensada por separar adecuadamente los

residuos orgánicos y entregarlos en uno de los 15 puntos PEVs repartidos por toda la ciudad, generalmente uno cada dos barrios. Todos los residuos recolectados se envían a una unidad municipal de compostaje, que también recibe residuos de las podas (ramas y hojas de árboles) que hace el municipio.



PILA VERDE UTILIZANDO EN LAS FERIAS, PARA LA COMPRA DE PRODUCTOS Y FERTILIZANTES.

Crédito de la imagen: Sitio web de la Municipalidad de Santiago.

Figura 6: Figura 6: Infografía esquemática del sistema Pila Verde.



El funcionamiento del sistema es simple: cada 5 kilos de residuos orgánicos, los vecinos reciben una moneda llamada “pila” (equivalente a R \$ 1,00). Las “pilas” acumuladas se pueden utilizar como moneda de cambio en las ferias municipales, con los agricultores registrados en el proyecto. Los agricultores también se ven beneficiados en este sistema, ya que pueden cambiar las “pilas” recibidas por la venta de alimentos en las ferias, por plántulas, semillas y el compost orgánico producido por el proyecto, a un precio más bajo que el de mercado, lo que genera ahorros para el agricultor en la compra de insumos. Por ejemplo, cada tonelada de compost orgánico puede ser comprada a “30 pilas” (Figura 6). Actualmente, más de 200 personas participan en el proyecto y están registrados más de 70 agricultores.

Pila Verde está regulado por la Ley Municipal N° 241/2020 (SANTIAGO, 2020), lo que garantiza su continuidad a lo largo de los años. La viabilidad del proyecto se debe principalmente a los altos gastos existentes con el transporte y el pago de rellenos sanitarios, que cuestan alrededor de R\$ 500,00 por tonelada. Por lo tanto, todo el residuo compostado en la ciudad evita estos costos y genera ahorros en los costos de transbordo, transporte y puesta en tierra. El éxito alcanzado en el municipio fue tan significativo que, recientemente, la ciudad instituyó la “pila azul”, la moneda social que fomenta la recolección y separación de residuos reciclables “secos” (BRASIL, 2023b)..

Un mismo problema, diferentes soluciones:

¿Cómo funcionan los modelos innovadores de gestión de residuos orgánicos compostables en las ciudades?

Los nuevos modelos de gestión de residuos orgánicos compostables representan un enfoque complejo para enfrentar el desafío de gestionar los residuos orgánicos, frente al fracaso de los modelos convencionales obsoletos o inadecuados a la realidad de algunas ciudades brasileñas. Como se presentó anteriormente, estos modelos se muestran innovadores porque no operan exclusivamente en la lógica convencional y lineal de la gestión de residuos sólidos y la limpieza pública, en las que las actividades son realizadas exclusivamente por el poder público municipal y/o el sector privado sin la participación efectiva de otros actores. Los modelos innovadores estudiados entienden que es necesario integrar a los actores sociales importantes en el modelo de gestión para garantizar también su eficacia y viabilidad.

En el capítulo anterior, se presentaron algunos estudios de caso, en los que ciertas organizaciones implementaron nuevos sistemas para el manejo de residuos sólidos orgánicos compostables en sus municipios, integrando tres grupos sociales diferentes: recicladores(as), pequeños agricultores(as) y/o organizaciones de vecinos. A través de la colaboración entre las autoridades públicas y las organizaciones sociales, estos nuevos modelos lograron promover la participación activa de la población para resolver los problemas de gestión de los residuos orgánicos, a diferencia de otras ciudades que aún están estancadas, sin avanzar en el reciclaje de los residuos orgánicos urbanos. Con soluciones adaptadas a las necesidades locales, los estudios de caso han demostrado que es posible avanzar hacia el reciclaje de residuos orgánicos compostables con generación de empleo, ingresos y movilidad social adecuada a la realidad local.

En este escenario, el análisis de los siguientes datos busca mejorar esta discusión a través de la evaluación de los modelos presentados, sus impactos y las formas de funcionamiento del sistema de gobernanza y operación, considerando escala, eficiencia y modelos de recolección y compostaje adoptados por las experiencias. .

Sistema de gobernanza en la gestión de los RSU ecológicos y compostaje.

Actores claves involucrados en el funcionamiento del sistema.

En todas las experiencias estudiadas, los actores estatales se destacaron como piezas fundamentales para el desarrollo de los sistemas, especialmente en las etapas de implementación. La única excepción fue CooperCicli, cuyo proyecto se desarrolló principalmente a través de inversiones del sector privado, aunque recibió apoyos estatales puntuales durante la operación. En general, entre los actores se encuentran principalmente los Municipios, que actúan directamente con apoyo, financiación, contratación y/o gestión de la operación, y el Gobierno Central, por parte de los bancos públicos y de los programas que financian experiencias, especialmente durante la compra de equipos y con inversión en infraestructura. El desempeño de estos actores estatales a nivel nacional ocurrió exclusivamente a través de la promoción y la financiación, y se describe con mayor detalle en la siguiente sección.

“¡Los recicladores HACEN QUE SUCEDA!”

Edinéia Rodrigues dos Santos (VerdeCoop)

Sin embargo, para garantizar la sostenibilidad operativa y la eficiencia de los sistemas, se necesitaron más actores. Cada sistema fue desarrollado en base a sus especificidades y realidad local, con la participación central de uno o más actores además del Estado que, en la etapa de operación, eran exclusivamente las Municipalidades. Entre los sistemas mapeados, los principales actores involucrados en los sistemas de gestión de residuos orgánicos urbanos y el compostaje fueron las organizaciones de agricultores y recicladores, así como las asociaciones/organizaciones de vecinos en diferentes roles (Figura 7). La población siempre funciona como un actor clave en cualquier sistema de gestión de RSU, y su compromiso es esencial. Por esta premisa básica, ella no se destaca en el conjunto de actores.

Figura 7: Actores sociales involucrados en la gestión de residuos orgánicos compostables en los modelos estudiados.



A pesar de su centralidad como actores sociales en el sistema para garantizar su funcionamiento, es importante destacar que los agricultores(as), recicladores(as) y asociaciones de vecinos siempre están involucrados en la gestión de residuos debido a sus roles intrínsecos en las relaciones entre los seres humanos y la naturaleza, ya sea produciendo alimentos (en el caso de los agricultores), reinsertando materiales en la cadena de reciclaje (en el caso de los recicladores) o consumiendo alimentos y separando los residuos (en el caso de las asociaciones de vecinos). Además, estos mismos actores pueden desempeñar diferentes roles en el sistema, dependiendo del contexto local y del sistema de gobernanza desarrollado con la municipalidad. Sus actividades van desde la operación de recolección de RSU, pasando por el compostaje, hasta llegar a la posición de beneficiarios directos del sistema (Tabla 1). Además de los otros tipos de apoyo ofrecidos por las Municipalidades, mencionados en la Tabla 1, todas las organizaciones operan en áreas públicas a través de concesiones de uso, con la excepción de VerdeCoop, que se encuentra exclusivamente en su propio espacio.

Tabla 1: Actores involucrados y sus papeles en el sistema de gestión de los RSU orgánicos y compostaje.

| ORGANIZACIÓN | MUNICIPALIDAD(ES) | RECICLADOR(ES) | AGRICULTORES(AS) | ORGANIZACIONES DE VECINOS | OTROS ACTORES |
|--------------|---|---|-----------------------------|--|--|
| ACAMARTI | Financiación, contratación para operación, infraestructura y gestión | Operación de todo el sistema de gestión de RSU orgánico: recolección, clasificación, compostaje, uso de compost orgánico en la producción de flores y mantenimiento de áreas verdes | No identificado | No identificado | No identificado |
| COOMPAG | Tuvo un rol de gestión en sus inicios, hoy apoya con gastos básicos (energía, agua, etc.) | No identificado | No identificado | Operación de todo el sistema de gestión de RSU orgánico: gestión, recolección, clasificación, compostaje y uso de compost orgánico en su propia huerta | La financiación del FNMA permitió la implementación (infraestructura y equipos) |
| CoperCicla | Contratación para la prestación de servicios | Operación de todo el sistema de gestión de RSU orgánico: recolección, transporte, clasificación, compostaje, eliminación y destino | Recibe donación del compost | No identificado | La financiación del BNDES permitió la implementación (infraestructura y equipamiento) |
| CooperCicli | Suministro de poda | Operación de todo el sistema de gestión de RSU orgánico: recolección, transporte, clasificación, compostaje, eliminación y destino | No identificado | No identificado | Inversión del sector privado (BaMin) a través de proyectos socioambientales que implementaron y estructuraron el sistema |

| ORGANIZACIÓN | MUNICIPALIDAD(ES) | RECICLADOR(ES) | AGRICULTORES(AS) | ORGANIZACIONES DE VECINOS | OTROS ACTORES |
|-------------------------|-------------------|----------------|---|--|--|
| Pila Verde | | | Como beneficiarios del proyecto, los agricultores registrados pueden comercializar sus productos orgánicos en las ferias municipales y cambiar la moneda social recaudada por plántulas, semillas y compost orgánico. | Como beneficiarios del programa, intercambian los residuos orgánicos debidamente separados por la moneda social. | No identificado |
| Põe no Balde | | | Gestión, operación de recolección de residuos orgánicos, mantenimiento del espacio y cesión de las áreas a los agricultores. | No identificado | Operación de parte del sistema de gestión de RSU orgánico: clasificación, compostaje y uso del compost orgánico en su propia huerta. |
| Revolução dos Baldinhos | | | Al inicio del proyecto no hubo ningún apoyo, hoy se encargan de la recolección de residuos orgánicos en los PEVs y del pago del compostaje. | No identificado | No identificado |
| | | | | Operación de todo el sistema de gestión de RSU orgánico: clasificación, compostaje, uso de compost orgánico en plantíos y plántulas propias. También promueven la educación ambiental (comunicación, formación y prevención de la generación de residuos en la cocina) y entregan alimentos tres veces por semana. | La financiación del FNMA apoyó la continuidad y estructuración del sistema con recursos de la Municipalidad. |
| VerdeCoop | No identificado | | Operación de todo el sistema de gestión de RSU orgánico: gestión, recolección, clasificación, compostaje y comercialización del Compost orgánico Producido. | No identificado | No identificado |
| | | | | | La financiación del Banco do Brasil permitió la implementación (infraestructura y equipamiento). |

Modelos de financiación y operación del sistema de gestión de residuos orgánicos y compostaje.

La financiación es un punto fundamental para posibilitar los sistemas de recolección selectiva de residuos orgánicos y compostaje, ya que el fraccionamiento orgánico del RSU es responsabilidad del titular de los servicios públicos de limpieza urbana y gestión de residuos sólidos del municipio. Sin embargo, el acuerdo económico para asegurar estos sistemas es a veces complejo e involucra a múltiples actores.

Esto puede estar relacionado con el hecho de que el titular de los servicios de limpieza urbana y gestión de RSU es principalmente la Municipalidad o la autoridad municipal (administración pública directa), una realidad del 96,6% de los municipios de Brasil. Estos municipios representan el 74% de la población urbana y se encuentran en una situación de insostenibilidad financiera para invertir en el manejo adecuado de los residuos sólidos. Según los datos del SNIS, el 42% de los municipios (de 4.900 analizados) cobran por el servicio de gestión de RSU y limpieza urbana, y dentro de ellos, la recaudación cubre el 55% de los gastos con el órgano gestor de RSU, en promedio. Esta situación es aún más crítica en los municipios pequeños (hasta 30 mil habitantes) y en las regiones Norte, Noreste y Centro Oeste, con solo el 30% de autosuficiencia financiera. Solo el 6,3% de los órganos de gestión de RSU recaudan lo suficiente para pagar los gastos totales de gestión, y casi la mitad de los municipios recaudan menos del 25% de los gastos (MDR, 2023). Es decir, las reparticiones dependen de recursos de otras fuentes y áreas de las municipalidades para mantener el funcionamiento de los sistemas de gestión de RSU, haciendo inviables las inversiones en mejoras como el compostaje y la recolección selectiva de residuos orgánicos compostables.

**“Vale mucho más la pena
INVERTIR EN PROYECTOS
QUE BENEFICIEN A LA POBLACIÓN
que enterrar dinero en los vertederos”.**

Andriele de Medeiros Martins (Pila Verde)

Por lo tanto, es necesario establecer un acuerdo económico que involucre a otros actores más allá de la Municipalidad, con el fin de viabilizar dichos sistemas, especialmente en la inversión inicial necesaria para su implementación. La operación, en algunos casos, puede ser mantenida por la propia administración (Tabla 2).

Tabla 2: Modalidades de financiación para la implementación y operación de las organizaciones en cada estudio de caso.

| ORGANIZACIÓN | RECURSOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN | RECURSOS PARA LA OPERACIÓN/FORMA DE PAGO |
|-------------------------|--|--|
| ACAMARTI | Municipalidad (recursos propios). | La Municipalidad realiza pagos por cada tonelada de residuos recibida. |
| COOMPAG | Concurso del Gobierno Central Concursos privados Municipalidad. | No se hacen pagos por la operación. |
| CoperCicla | Recursos propios de la cooperativa Gobierno Central (BNDES) | Pago por los servicios prestados a los municipios, mediante transferencia mensual y/o por tonelada de residuos gestionados, dependiendo del contrato con cada Municipalidad. |
| CooperCicli | Recursos propios de la cooperativa Empresa privada. | Transferencia mensual fija por parte de la Municipalidad, sólo para la recolección selectiva de reciclables “secos”. |
| Pila Verde | Municipalidad (recurso propio). | Los recursos ahorrados con el transporte y colocación en tierra se revierten en una moneda social. Los ciudadanos cambian desechos orgánicos por la moneda y la usan en los mercados de la ciudad para comprar hortalizas, mientras que los agricultores la usan para cambiar por compost orgánico, plántulas y semillas con la Municipalidad. |
| Põe no Balde | Gobierno Central (FNMA) Municipalidad (recursos propios). | La Municipalidad asume directamente los gastos y los equipos para recolectar los residuos orgánicos y los agricultores hacen el compostaje, obteniendo cuotas del compost orgánico producido como forma de pago. |
| Revolução dos Baldinhos | Concurso FAPESC | Beca para actividades del proyecto. Transferencia mensual fija por parte de la Municipalidad. |
| VerdeCoop | Recursos del Banco do Brasil | – |

NOTA: Las informaciones presentadas no son exclusivas del compostaje. Algunas organizaciones todavía tienen este servicio en etapa piloto, por lo tanto, la inversión ha llegado a la organización como un todo, considerando todos los servicios prestados, como se describe en la siguiente sección.

Servicios prestados por las organizaciones y diversidad de ingresos para la sostenibilidad.

Con el fin de aumentar y diversificar sus fuentes de ingresos, fortaleciendo la sostenibilidad económica y financiera de los sistemas, todas las organizaciones mapeadas brindan diferentes servicios además de la gestión de los residuos orgánicos compostables. Es importante diferenciar que la gestión incluye todas las actividades de recolección, transbordo, transporte, clasificación, compostaje y disposición final adecuada de los residuos, actividades que van más allá del compostaje. La Tabla 3 presenta los servicios ofrecidos por las organizaciones, excluyendo la gestión de residuos orgánicos y el compostaje.

Tabla 3: Servicios prestados por las organizaciones mapeadas, distintos del compostaje.

| ORGANIZACIÓN | ¿ATENCIÓN A ESTABLECIMIENTOS PRIVADOS? | SERVICIOS PRESTADOS DISTINTOS AL COMPOSTAJE |
|-------------------------|--|--|
| ACAMARTI | No | Recolección mixta de RSU; Recolección selectiva de materiales reciclables "secos"; Transporte; Clasificación y venta de materiales reciclables; Producción de flores; Plantación/mantenimiento de áreas verdes. |
| COOMPAG | No | Recolección selectiva de residuos orgánicos. |
| CoperCicla | Sí | Recolección mezclada de RSU; Recolección selectiva de materiales reciclables "secos"; Transporte; Clasificación y venta de materiales reciclables; Operación de rellenos sanitarios de pequeño porte y eliminación de RSU. |
| CooperCicli | Sí | Recolección selectiva de residuos orgánicos y reciclables "secos"; Clasificación y venta de materiales reciclables. |
| Põe no Balde | No, todavía están evaluando la posibilidad | Recolección selectiva de residuos orgánicos y reciclables "secos". |
| Revolução dos Baldinhos | Sí, recolección de residuos en dos condominios | Recolección selectiva de residuos orgánicos; Comunicación y educación ambiental; Cursos y capacitación; Consultoría externa para el compostaje; Preparación de alimentos saludables. |
| VerdeCoop | Sí | Clasificación y venta de materiales reciclables; Venta de compost orgánico. |

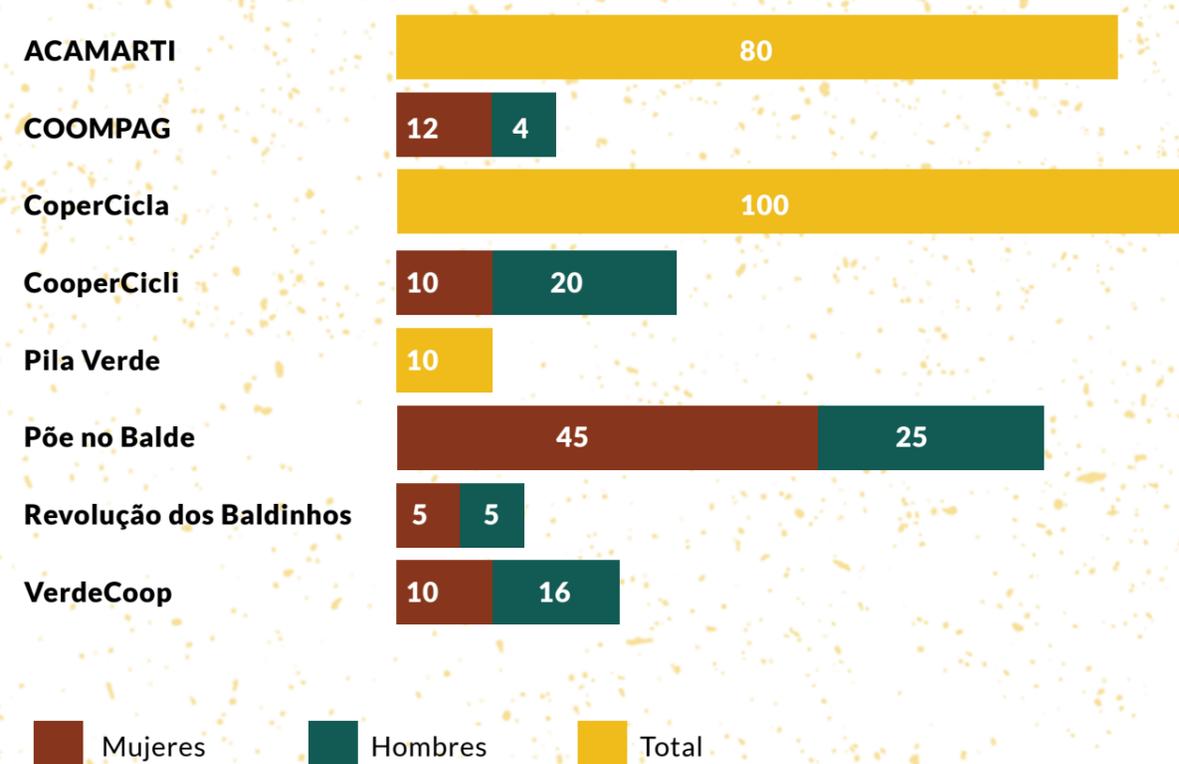
La oferta de esta diversidad de servicios distintos al compostaje es extremadamente importante, ya que indica el potencial de armonización e integración de este subsistema de gestión de residuos orgánicos dentro del sistema de gestión de RSU en su conjunto, con el fin de aumentar la eficiencia operativa y económica, y los impactos positivos. Especialmente en los municipios donde ya existen organizaciones de recicladores y recicladoras con áreas disponibles y/o capacidad operativa ociosa, es posible promover beneficios mutuos al apoyarlas para el desarrollo del compostaje. Aprovechar estas potencialidades permitiría maximizar el uso de los recursos y contribuir a la mejora del sistema, a través del desarrollo socioeconómico local, el fortalecimiento de la inclusión social y la valorización de la categoría de recolectores(as) de materiales reciclables y agricultores(as).

Perfil de género y raza.

Las organizaciones que operan en los sistemas estudiados varían en tamaño, desde pequeños equipos hasta grandes organizaciones con filiales presentes en más de un municipio (Figura 8). Los equipos no siempre son exclusivos para la gestión de residuos orgánicos y el compostaje y a veces trabajan por turnos, como en el proyecto Põe no Balde, por ejemplo, en el que unos 60 agricultores se turnan en la operación de compostaje en dos huertas, tres veces por semana. Los datos presentados se basan únicamente en las organizaciones que respondieron las encuestas, ya que algunos proyectos no tenían información sobre raza y género de sus asociados, cooperativistas y trabajadores.

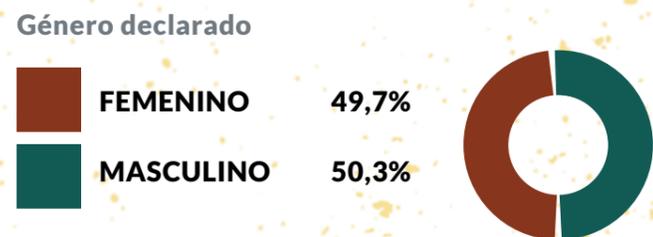
Figura 8: Tamaño de las organizaciones y distribución por género, en número de asociados/cooperativas.

Tamaño de la organización y distribución por género



Otro dato relevante es la representatividad de género en las organizaciones estudiadas (Figura 9). Sobre la base de los datos obtenidos, se puede observar que las organizaciones tienen una distribución bastante equilibrada entre hombres (50,3%) y mujeres (49,7%). Esta paridad de género es bastante significativa, porque demuestra que las organizaciones de compostaje, de alguna manera, se presentan como oportunidades para la emancipación y el empoderamiento de las mujeres en el lugar de trabajo, fomentando su autonomía financiera y ampliando las posibilidades de perspectiva sobre el manejo de los residuos orgánicos compostables.

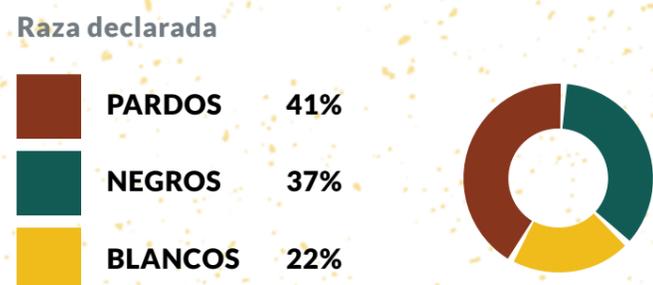
Figura 9: Composición promedio por género de los trabajadores y trabajadoras en los sistemas analizados.



Cuando hacemos el corte de la composición de género, considerando solo las organizaciones de recicladores(as) de este estudio (CooperCicli y VerdeCoop), los hombres son mayoría, con casi el 64%, corroborando los datos encontrados en el estudio Cataki (2022), en el que el 70% de los recicladores ocasionales/individuales también son hombres. A pesar de esto, según el relevamiento de Pragma (2022), que analizó alrededor de 306 organizaciones, el reciclaje en Brasil es realizado predominantemente por mujeres, con alrededor del 56% del total de recicladores y recicladoras. Aunque hay una presencia significativa de mujeres en estos ambientes de trabajo, es esencial reconocer que la distribución de tareas aún refleja ciertos estereotipos de género, ya que las mujeres tienden a ocupar las actividades menos “manuales”, como la selección y/o separación. Según los datos recopilados por Martins et al. (2016), el trabajo de los hombres dentro de ciertas cooperativas también consiste en funciones categóricamente etiquetadas como individualistas y masculinas, como la de cargar peso, sosteniendo la lógica hegemónica. En estudios futuros, sería interesante explorar los posibles paralelismos entre los géneros predominantes en las organizaciones y la división del trabajo dentro de ellas.

En el análisis racial de las organizaciones (Figura 10), es posible observar que el 41% de los trabajadores se auto-declararon de tez parda, 37% negros y 22% blancos. Vale la pena mencionar que en ninguna de las organizaciones estudiadas la proporción de personas negras fue inferior a 2/3 (66%), lo que corrobora la alta presencia de personas de color en las organizaciones que operan en el sistema de gestión de RSU, especialmente en las actividades relacionadas con residuos orgánicos compostables. Esta proporción es superior al promedio nacional de la población brasileña del 56% (IBGE, 2023) y está más cerca del promedio nacional de recicladores(as) ocasionales/individuales, que es del 69,4% de las personas pardas y negras (CEMPRE, 2023). Es importante tener en cuenta que estos datos pueden estar sesgados por una muestra más grande de organizaciones del Norte y Noreste (4 de 5), regiones donde la población residente tiene un mayor porcentaje de personas negras. En la región Sur, con la menor presencia de personas negras, las tres organizaciones estudiadas no tenían información sobre la raza y el género de las personas.

Figura 10: Composición racial promedio de los trabajadores y trabajadoras en los sistemas analizados.

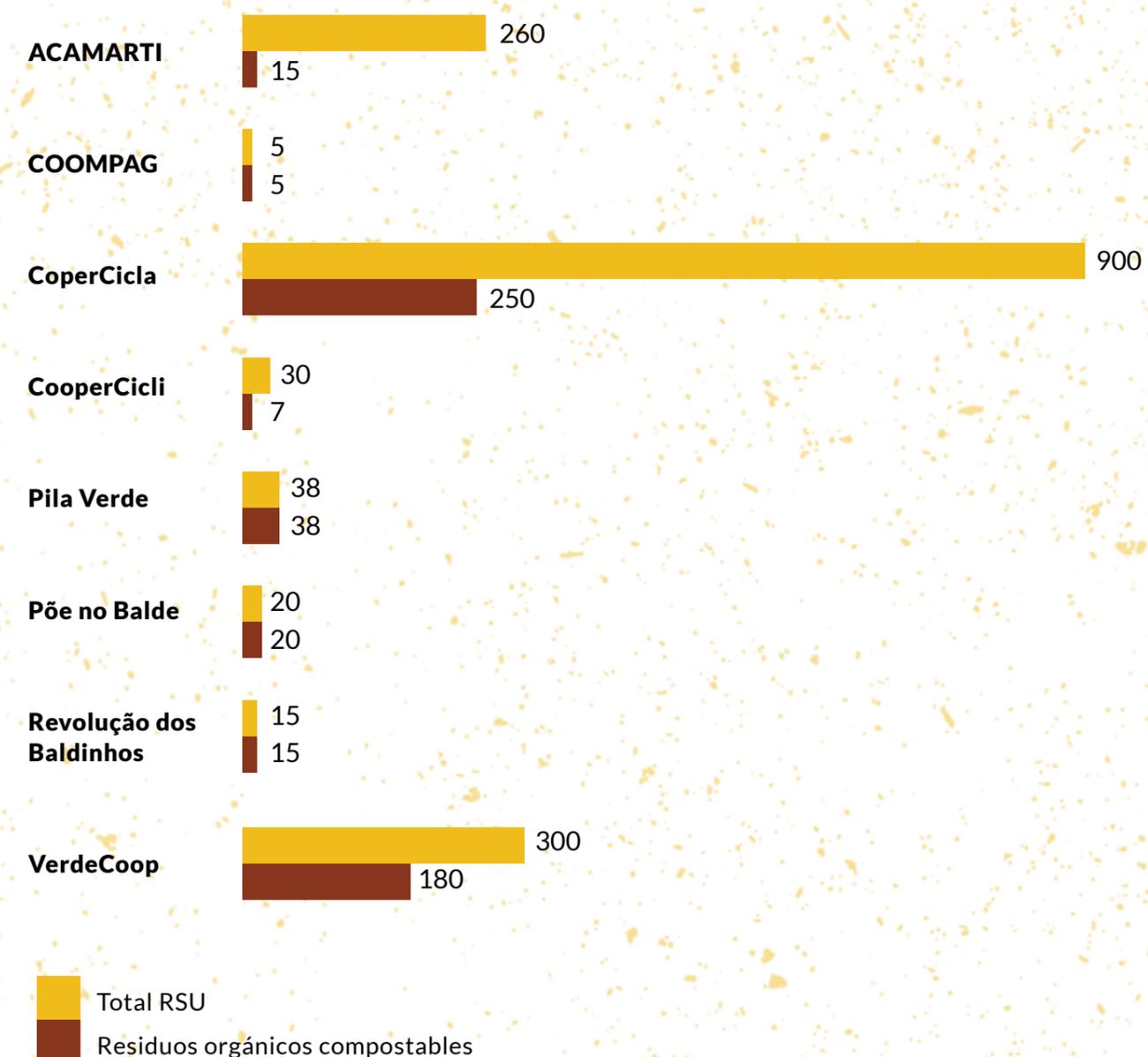


Escalas de operación de las organizaciones y del compostaje

Las escalas de operación de las organizaciones pueden variar mucho en función de diferentes factores, como el espacio físico disponible, la demanda local, la capacidad operativa del personal y el equipo, y los recursos disponibles. La amplitud de la operación es un gran indicador de la versatilidad de las organizaciones y de los sistemas de compostaje utilizados que permiten la operación a diferentes escalas, manuales, mecanizadas e incluso automatizadas. Esto permite a las organizaciones complejizar gradualmente su operación a medida que escalan.

Las organizaciones estudiadas varían su escala de operación de 5 toneladas a 900 toneladas por mes de RSU y de 5 toneladas a 250 toneladas por mes de residuos orgánicos compostables (Figura 11).

Figura 11: Masa de residuos totales y residuos orgánicos manejados por organización [toneladas por mes].





El análisis de los datos recopilados también revela que, en la mayoría de las organizaciones estudiadas, la masa total de residuos manejada suele ser directamente proporcional a la masa de orgánicos. Es importante aclarar, sin embargo, que esa correlación ocurre, principalmente, porque la mayoría de las organizaciones analizadas trabaja exclusivamente en la gestión de residuos orgánicos y en el proceso de compostaje de los mismos, con excepción de CooperCicli, Põe no Balde y VerdeCoop, que también realizan la recolección y separación de los residuos secos.



Considerando también las diferentes escalas adoptadas, el intercambio de información y la colaboración entre estas organizaciones puede ser un aliado importante para el fortalecimiento del sector del compostaje en Brasil, ya que cada una de ellas ha pasado por diferentes experiencias a lo largo del establecimiento del proyecto, permitiendo la construcción de estrategias y redes de apoyo que van desde ofrecer asesoramiento técnico sobre la prestación de servicios hasta la inspiración para la mejora/expansión de la escala de operación.

Dos experiencias estudiadas, CoperCicla y VerdeCoop, han demostrado que es completamente posible que las organizaciones de recicladores y recicladoras presten servicios a escala para los municipios brasileños. Incluso en el caso de VerdeCoop, la operación, hoy, no atiende a las municipalidades, centrándose en el sector privado, industrial y hotelero. Ambas organizaciones compostan 250 y 180 toneladas por mes de residuos orgánicos compostables, una escala suficiente para atender a la amplia mayoría de los municipios brasileños en su totalidad de residuos orgánicos compostables generados. A nivel nacional, alrededor del 79% de los municipios brasileños tienen hasta 30.000 habitantes y no generan más de 250 toneladas por mes de residuos orgánicos compostables. En el caso de municipios más grandes, también sería posible celebrar acuerdos con la estructura de más de una cooperativa y con otros sistemas, dividiendo por regiones y reduciendo la necesidad de transporte, por ejemplo.

También vale la pena mencionar que la escala no es el único indicador de eficiencia de una organización de compostaje; la calidad del proceso, la valoración del producto final y la gestión adecuada de los residuos son otros aspectos fundamentales a considerar para este análisis, y se discutirán en las siguientes secciones.

2. Esto, considerando que cada habitante genera un máximo de 0,320 gramos de residuos orgánicos compostables por día, que la tasa de recolección per cápita en el rango poblacional de hasta 30 mil habitantes es de 0.7 kg por habitante por día (MDR, 2022) y que alrededor del 45% son orgánicos (ABRELPE, 2020). Además, a corto-mediano plazo la recolección selectiva de orgánicos compostables debe alcanzar el 80% de la masa total generada de residuos orgánicos compostables.

Sistemas de separación y recolección de residuos orgánicos compostables.

La caracterización de los sistemas de separación, almacenamiento y recolección de residuos orgánicos compostables revela diferentes enfoques y prácticas adoptadas por cada organización. En general, fue posible observar que existe un esfuerzo por parte de las organizaciones para implementar sistemas más eficientes de separación y recolección de residuos, de acuerdo con la realidad del municipio y la participación de la población, con el objeto de maximizar la eficiencia operativa mediante la reducción del índice de desechos (Tabla 4).

Tabla 4: Caracterización de los sistemas de recolección de residuos orgánicos compostables en las experiencias estudiadas.

| ORGANIZACIÓN | ORIGEN Y TIPO DE RESIDUOS RECIBIDOS | SEPARACIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN EL ORIGEN | ALMACENAMIENTO / ACONDICIONAMIENTO PARA EL TRANSPORTE | FORMA DE RECOLECCIÓN | EQUIPO DE RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS ORGÁNICOS |
|-------------------------|---|---|---|--|--|
| ACAMARTI | Domicilios (30%) Comercios (70%) | No hay | Bolsas de plástico convencionales | Puerta a puerta | Camión compactador, baúl y/o remolque |
| COOMPAG | Domicilios | Baldes domiciliarios y bolsas convencionales | Bombona de plástico | Puerta a puerta | Triciclo |
| CoperCicla | Residuos orgánicos domiciliarios, con recolección mezclada | No hay | Bolsas de plástico convencionales | Puerta a puerta | Camión compactador y/o baúl |
| CooperCicli | Comercio e industria | Baldes y bombonas de plástico (depende del volumen del generador) | Bombona de plástico | Puerta a puerta | Motocicleta con remolque |
| Pila Verde | Domicilios y residuos públicos (poda y viruta) | Bolsa de plástico convencional en contenedor con ruedas | Bolsas de plástico convencionales | PEVs | Camioneta/carro Común |
| Põe no Balde | Domicilios (23%) Residuos de poda y deshierbe municipal (76%) | Baldes domésticos | Bombona de plástico | Puerta a puerta | Triciclo y camión |
| Revolução dos Baldinhos | Domicilios Residuos de poda | A granel o en una bolsa compostable en bombonas de plástico | Bombona de plástico | Puerta a puerta y PEVs | Camioneta (VUC Kia con carrocería) |
| VerdeCoop | Domicilios (4%), Comercio privado (85%) Industria privada (11%) | Bolsas de plástico convencionales | Bolsas de plástico convencionales | Puerta a puerta (comercial e industrial) | No informado |

La mayoría de las organizaciones promueven la separación de los desechos orgánicos en la fuente a granel con la ayuda de baldes/bombonas domésticas, que se distribuyen previamente a la población. Muchas de estas experiencias fueron inspiradas por el éxito del servicio realizado por Revolução dos Baldinhos en Florianópolis (SC). Otro método de almacenamiento para la recolección fue usar bolsas de plástico convencionales (no compostables), justificadas por el bajo costo en comparación con las compostables. En estos sistemas, las bolsas convencionales se rasgan al llegar a la unidad de compostaje para no convertirse en desechos y contaminantes en el compost orgánico. Las bolsas compostables se usan solo en Revolução dos Baldinhos, pero esto no ocurre en todos los PEV.

La mayoría de los sistemas realizan la recolección selectiva de residuos orgánicos con el sistema puerta a puerta. Solo dos experiencias implementaron PEVs en todo el municipio, un sistema en el que la población puede depositar sus residuos orgánicos en lugares específicos. Sin embargo, con las entrevistas, fue posible identificar que el uso de PEVs no ha permitido aumentar la masa recolectada tan rápidamente, ya que la recolección puerta a puerta genera un impacto mucho más positivo y significativo, dada la comodidad, el contacto directo y la sensibilidad directa con el vecino, aumentando el número de personas comprometidas. Esto también es corroborado por un estudio realizado en las capitales europeas, donde los sistemas de recolección selectiva de residuos puerta a puerta tuvieron una mayor tasa de captura de residuos con una menor tasa de desechos contaminantes (BIPRO; CRI, 2015).

Los equipos de recolección de residuos orgánicos compostables varían según la escala de operación: en general, se usan los camiones troncales o compactadores para grandes volúmenes, y los sistemas no motorizados y de uso descentralizado, como triciclos y motocicletas con remolques, en experiencias de menor escala. Dado el costo de adquisición, los sistemas como triciclos y motocicletas con remolque permitieron la operación a escala piloto, pero, con el desarrollo del proyecto, se convirtieron en un cuello de botella para escalar a un mayor número de domicilios, y fue necesario invertir en un vehículo mayor (Figura 12).

Figura 12: Equipos para la recolección selectiva de residuos orgánicos compostables.

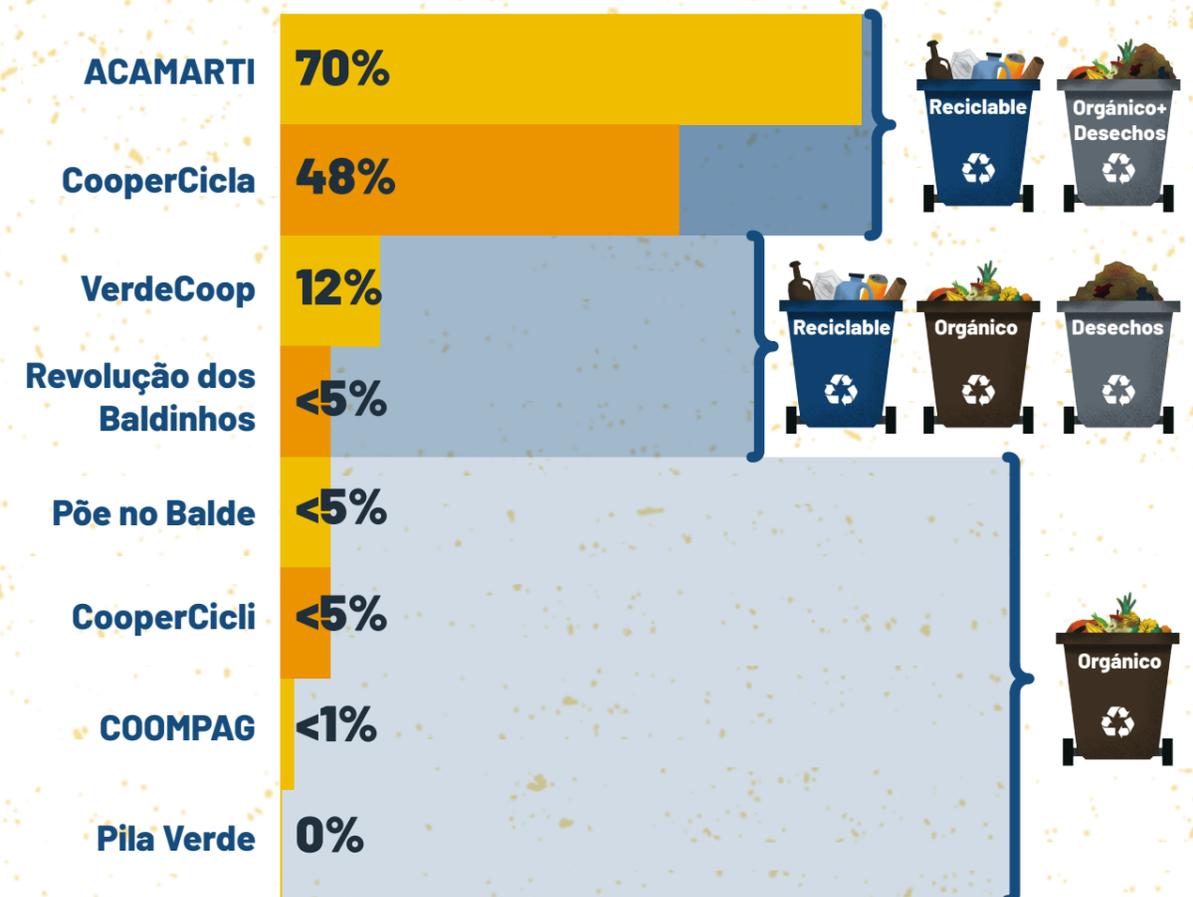


Índice de desecho en los sistemas de recolección de residuos orgánicos compostables.

El índice de desechos en los sistemas de recolección, incluso en la recolección selectiva, es siempre uno de los principales desafíos a enfrentar en los sistemas de reciclaje. Este índice indica la masa de RSU que ingresa a la organización y no se recicla, teniendo como destino el relleno sanitario y también generando contaminación, el aumento de costos con la clasificación y una caída en la calidad y precio del producto final. Para hacer frente a este desafío, las organizaciones han desarrollado una serie de alternativas y sistemas para el máximo aprovechamiento de los RSU, tanto orgánicos como reciclables “secos”, como se explicó en la sección anterior.

La tasa de desechos en las organizaciones estudiadas varía de 0 a 70% (Figura 13). Categorizándolo por la forma de recolección de los residuos orgánicos, tenemos que, en las organizaciones que realizan la recolección mezclada, el índice varía entre 48% y 70%, mientras que en las organizaciones con recolección selectiva de residuos orgánicos este varía entre 0 y 12%. Es evidente la discrepancia entre los resultados alcanzados por las experiencias hasta la fecha, principalmente debido al importante papel de la recolección selectiva de orgánicos para la reducción de los desechos en el sistema de gestión de RSU.z

Figura 13: Índice de desechos.



NOTA: El índice de desechos se refiere a la masa total de residuos sólidos que recibe la organización, no solo los residuos orgánicos, es decir, representa la fracción de residuos sólidos que se reciben en la organización y no son reciclados, teniendo como destino el relleno sanitario.

Además de la existencia de los sistemas de recolección selectiva, existen otras razones que pueden influir en las tasas de desechos de cada organización. Una de ellas es la falta de compromiso y sensibilización de la población y de los generadores en relación con la separación adecuada de los residuos, lo que puede terminar resultando en el descarte incorrecto de materiales no compostables. Esto ocurre, principalmente, en sistemas que amplían la escala e incluyen la recolección selectiva de un mayor número de habitantes, como en el caso de VerdeCoop, que recibe entre 20 y 30 veces más RSU que las otras organizaciones con recolección selectiva y tiene una tasa de desechos del 12%, mientras que en las iniciativas con una escala menor de operación el índice varía entre 0 y 5%. Aun así, estos índices están dentro de la buena práctica de los sistemas de recolección selectiva de residuos orgánicos a escala, evaluados en ciudades europeas entre el 4% y el 13%, dependiendo de la forma de recolección (ZWE, 2022).



Sensibilizar a la población es una tarea que requiere el esfuerzo continuo de diferentes actores sociales, incluyendo el poder público, las organizaciones y la sociedad, y no solo campañas puntuales. La inversión en educación ambiental, para concientizar a la población sobre la importancia de la correcta separación, debe ser continua y acompañada de una infraestructura de recolección y clasificación, para la remoción de materiales no compostables y no reciclables, y la adopción de políticas públicas que supervisen y fomenten la reducción de la generación de residuos en la fuente y la prohibición de producir y usar materiales no reciclables.

Caracterización del funcionamiento de la unidad de compostaje.

El funcionamiento de las unidades de compostaje en cada organización tiende a variar de acuerdo con el espacio disponible, la masa de residuos orgánicos recibida, el equipo y otras variables. Idealmente, la dimensión de las superficies debe calcularse con base en las estimaciones de generación de residuos orgánicos compostables de la localidad a ser atendida por el sistema, teniendo en cuenta también el volumen de materiales que se utilizará en el proceso de compostaje, como aserrín, hojas, poda y paja (BRASIL, 2017a).

Este proceso de estudio de viabilidad e implementación del proyecto es muy importante en la planificación a largo plazo de la ciudad y la organización. La Tabla 5 describe el funcionamiento y las características técnicas de las unidades de compostaje mapeadas, que pueden servir de referencia para otros proyectos. Como se puede observar, los mayores volúmenes de residuos orgánicos al mes demandan mayores superficies para el compostaje, como es el caso de CoperCicla, con 1.120 m² de superficie de patio de compostaje, y VerdeCoop, con 1.200 m² más 720 m² de existencias de compost. Por lo tanto, es imperativo que se tenga en cuenta la demanda a largo plazo, en caso de que la organización pase a recibir la totalidad de los residuos orgánicos compostables generados en la localidad. En el caso de COOMPAG, por ejemplo, el método y sistema de compostaje adoptado hoy es el principal factor limitante para el crecimiento de la cantidad de residuos orgánicos compostados.

**“El compostaje
no es difícil
y ni siquiera caro,
el mayor desafío
es el espacio”.**

Andriele de Medeiros Martins (Pila Verde)

La demanda de superficie para compostaje, además de la cantidad de residuos a gestionar, varía según el método de compostaje elegido (véase la Tabla 4 para una mejor explicación de los métodos de compostaje). En las organizaciones analizadas, considerando sólo aquellas que operan cerca de la capacidad máxima, la demanda de superficie por tonelada por día varió entre 135 m² para el sistema de compostaje con mezclado automatizado, 200 m² para el mezclado mecanizado y 500 m² para el método UFSC en pequeña escala, sin considerar las áreas de existencias de compost. Así, la organización adopta el método de compostaje más adecuado a su realidad; los más utilizados en las organizaciones mapeadas son los métodos de pilas e hileras con mezclado e hileras estáticas de aireación pasiva (método UFSC), por la practicidad y simplicidad de aplicación con costo reducido de implementación.



USO DE TRITURADORA DE RAMAS/RESÍDUOS EN LA GESTIÓN DE LOS DESECHOS ORGÁNICOS, EN LA COOPERCICLI.

Crédito de la imagen: Facebook de la Cooperativa.

Tabla 5: Caracterización de la unidad de compostaje y su funcionamiento.

| ORGANIZACIÓN | ÁREA DE LA UNIDAD DE COMPOSTAJE (M ²) | MÉTODO DE COMPOSTAJE | FORMA DE GESTIÓN DE PILAS/HILERAS | MAQUINARIA UTILIZADA |
|-------------------------|---|--|--|---|
| ACAMARTI | No informado | Pilas con sistema de remoción | Manual | Tamiz manual; trituradora de residuos orgánicos |
| COOMPAG | 361 | Compostaje mecanizado con la ayuda de una máquina de procesamiento de residuos orgánicos | Manual y mecanizado | Máquina de procesamiento de residuos orgánicos (trituradora y deshidratadora) |
| CoperCicla | 1.120 | Hileras con sistema de remoción | 100% mecanizado sistema de remoción automático | Tamiz; cargador; reactor de compostaje |
| CooperCicli | 480 | Pilas con sistema de remoción | Manual | Tamiz; trituradora; trituradora de fertilizantes |
| Pila Verde | No informado | Hileras con sistema de remoción | Semi-mecanizado | Retroexcavadora; camión para fertilizante; camioneta para plántulas |
| Põe no Balde | 600 cada patio, total de 1.200 | Hileras estáticas de aireación pasiva (UFSC) | Manual | Triciclo; camión; minicargador (limpieza) |
| Revolução dos Baldinhos | 250 | Hileras estáticas de aireación pasiva (UFSC) | Manual | Tamices; bombonas; selladora; desbrozadora, etc. |
| VerdeCoop | 1.920 | Hileras con sistema de remoción | Mecanizado | Tamiz; triturador; cargador (mini o pala) |

Considerar las características de la unidad de compostaje y su operación es fundamental para planificar la expansión de las operaciones de compostaje, buscando asegurar que las unidades cuenten con la infraestructura necesaria para atender las demandas y ofrecer buenas condiciones de trabajo a los involucrados. La mecanización y el uso de equipos de calidad, como trituradoras de residuos y cargadoras, son esenciales para una mayor productividad de las organizaciones, ya que este tipo de inversión beneficia directamente al trabajador y, en consecuencia, al servicio prestado, que es esencial para operar a escalas mayores a partir de una tonelada / día.

CUADRO 4

¿CUÁL ES LA DIFERENCIA ENTRE LOS MÉTODOS DE COMPOSTAJE Y LO QUE ESO SIGNIFICA EN LA PRÁCTICA?

Los sistemas de compostaje se pueden desarrollar de manera tan flexible que los métodos son casi infinitos, mejorándose y desarrollándose constantemente para su solución y adaptación a las diferentes características locales. Siempre y cuando se sigan los principios del compostaje (ambiente aeróbico de descomposición microbiológica controlada con producto final estable), existen métodos que realizan el compostaje con calidad en las más variadas escalas y contextos. En general, los métodos de compostaje se dividen por cómo se inserta el aire en el sistema y cómo se gestiona la masa de residuos:

DIVISIÓN POR FORMATO:

Pilas o hileras de compostaje: Los términos “pila” e “hilera” diferencian la forma en cómo se “amontonan” los desechos orgánicos. Las pilas, como su nombre lo indica, son montones de residuos orgánicos con formas cercanas a un cono. Por su parte, las hileras de compostaje, se refieren a grandes y extensas filas en las que la sección transversal varía entre un triángulo, un trapecio o un rectángulo..

DIVISIÓN POR GESTIÓN DEL AIRE EN EL PROCESO:

Hileras estáticas de aireación pasiva (método UFSC): sistema de compostaje termofílico en el que el aire entra de forma pasiva, es decir, sin necesidad de giros o vuelcos durante la operación. La característica principal es la arquitectura utilizada en el montaje de las hileras: se utilizan materiales estructurantes (como ramas, pajas y aserrín) junto a capas de residuos orgánicos (restos de alimentos), lo que permite la aireación de toda la hilera por convección natural. En este método, la arquitectura de la hilera y la mezcla adecuada de materiales estructurantes son de extrema importancia para garantizar la aireación adecuada del proceso (INÁCIO; MILLER, 2009).

Hileras o pilas removidas: hileras piramidales, que deben ser removidas periódicamente con el fin de proporcionar una estructura porosa para la entrada de aire y la oxigenación. La remoción se puede hacer manualmente con la ayuda de rastrillos agrícolas, palas y azadas o, dependiendo del tamaño de la hilera, de forma mecanizada con el uso de máquinas cargadoras, tractores adaptados, implementos agrícolas para tractor o incluso composteras agrícolas profesionales.

Hileras o pilas estáticas con aireación forzada: sistema de compostaje sin remover ni volcar, con aire entrando de manera forzada a través de sopladores. En general, la hilera o la pila de compostaje se monta sobre una base porosa sobre tuberías o pisos con zanjas a través de las cuales se inyecta aire y se traslada hacia adentro de la pila, renovando el oxígeno internamente.

Equipos.

La Tabla 6 presenta una descripción de los equipos involucrados en los modelos de gestión y compostaje en operación. Como se puede observar, es común que las personas involucradas en la operación de compostaje no tengan dedicación exclusiva, especialmente en organizaciones cuya escala de operación es menor. Esta estructura se utiliza para dar viabilidad económica a los sistemas de compostaje, principalmente durante la etapa piloto o de iniciación para futuras expansiones. La optimización y el compartir la mano de obra son ventajas significativas de la implementación del compostaje en las organizaciones de recicladores y recicladoras, permitiendo aprovechar el uso de una posible mano de obra ociosa en la clasificación y procesamiento de los materiales reciclables, así como aumentar los ingresos generados a los asociados y miembros de la cooperativa.

Del mismo modo, los equipos varían ampliamente según el sistema de gestión de los residuos orgánicos adoptado, ya que no todas las organizaciones realizan la recolección selectiva de residuos orgánicos compostables por su cuenta, como es el caso de VerdeCoop y Revolução dos Baldinhos. Por otro lado, otras organizaciones aún trabajan en el modelo de recolección mixta de orgánicos compostables y desechos, sin un equipo exclusivo para la recolección selectiva de residuos orgánicos compostables, como ocurre en ACAMARTI y CoperCicla. También hay otras organizaciones que tienen equipos más complejos, ya que las actividades van más allá de la recolección selectiva de residuos orgánicos o el compostaje, incluyendo también actividades de educación ambiental, como el compromiso, la comunicación y la sensibilización.

Tabla 6: Equipos involucrados en la gestión de residuos orgánicos y sistemas de compostaje.

| ORGANIZACIÓN | EQUIPO |
|-------------------------|--|
| ACAMARTI | Dos personas trabajan en el compostaje, a veces por turnos, y también se dividen en otras actividades cooperativas durante todo el mes. En general, la mitad del tiempo de estas personas se dedica a las actividades de compostaje en campo. Este equipo no realiza la recolección de residuos orgánicos. |
| COOMPAG | La cooperativa tiene de cuatro a cinco trabajadores activos que realizan la recolección selectiva en los departamentos y el compostaje una vez por semana. En el pasado, la operación tenía lugar cada dos días. |
| CoperCicla | Tres personas, con dedicación exclusiva, son responsables de los servicios asociados con el compostaje, el tamizado y otras actividades internas de la unidad de compostaje. Este equipo no realiza la recolección de residuos orgánicos. |
| CooperCicli | El equipo de gestión de residuos orgánicos está compuesto por cuatro personas con dedicación exclusiva, que trabajan en compostaje, recolección selectiva de residuos orgánicos, embolsado y actividades relacionadas. |
| Pila Verde | El proyecto involucra equipos en varios frentes de trabajo, dada su complejidad: un conductor exclusivo (recolección de residuos, transporte de equipos, etc.); cuatro aprendices ambientales; una persona en la operación del compostaje; un operador de máquina; tres personas para la logística de recolección en ferias y PEVs. |
| Põe no Balde | El personal técnico-operativo forma parte del departamento de hortalizas (DEHORT) de la Secretaría Municipal de Agricultura, con un total de diez empleados: cuatro conductores; un ingeniero ambiental y sanitario; un ingeniero agrónomo; dos administradores; dos técnicos; un pasante. En la operación de compostaje, recolección de compost, tamizado y actividades asociadas hay un grupo de 60 agricultores y agricultoras en total, 30 en cada huerta, que se turnan para operar el patio de compostaje tres veces por semana. |
| Revolução dos Baldinhos | El equipo está formado por cuatro personas, que dedican la mitad de su tiempo a trabajar dentro de la comunidad, con sensibilización y comunicación, y la otra mitad a actividades dentro del patio de compostaje. |
| VerdeCoop | Seis personas, con dedicación exclusiva, trabajan en los servicios asociados al compostaje, tamizado y otras actividades internas de la unidad de compostaje. Este equipo no realiza la recolección de residuos orgánicos. |

Impacto económico: generación de empleo e ingresos en los sistemas de compostaje con recicladores(as).

Los sistemas de compostaje operados por recicladores y recicladoras desempeñan un papel importante en la creación de empleo y el desarrollo local. De acuerdo con los datos recopilados, analizando solo las organizaciones que tienen equipos de acción exclusivos para operar en la unidad de compostaje y que ya actúan a escala (CooperCicli y VerdeCoop), sin considerar los sistemas de compostaje manual, por cada 10.000 toneladas de residuos orgánicos compostados por año, se generan diecinueve empleos a través de sistemas de compostaje con recicladores(as). Esta tasa puede variar de 10 a 56 empleos, dependiendo del nivel de mecanización y automatización del sistema adoptado, siendo el nivel de mecanización inversamente proporcional a la cantidad de empleos generados. Es importante destacar que las organizaciones que realizan recolección selectiva, actividades de educación ambiental y otros servicios no fueron incluidas en este análisis, debido a la gran diferencia entre los servicios ofrecidos, lo que torna imposible hacer una comparación adecuada.

Las organizaciones que utilizan sistemas de compostaje con más trabajo manual, a pesar de la menor escala de operación, generalmente promueven una mayor tasa de creación de empleo por tonelada de residuos orgánicos compostados. Sin embargo, es importante considerar que estos datos se basaron solo en una única muestra por método y nivel de mecanizado, en organizaciones de recicladores y recicladoras. Para una evaluación más completa del impacto de la mecanización en la cantidad de empleos generados en el compostaje, sería necesario ampliar significativamente el universo de muestreo en cada grupo.

Además, la generación de puestos de trabajo no debe ser el único criterio para la elección del método de funcionamiento. Aunque los métodos de compostaje totalmente manuales a menudo se asocian con escalas operativas más pequeñas con una mayor generación de empleo por tonelada de compostaje, en escalas mayores, como las operaciones a partir de 8 toneladas por día, el mantenimiento de estos métodos puede ser muy agotador para los(as) trabajadores(as) involucrados(as) e incluso económicamente inviable. Es importante que el enfoque elegido no promueva situaciones de trabajo degradantes y/o de precariedad. Después de todo, el gran objetivo es utilizar la mecanización para humanizar el trabajo y aumentar la generación de ingresos.

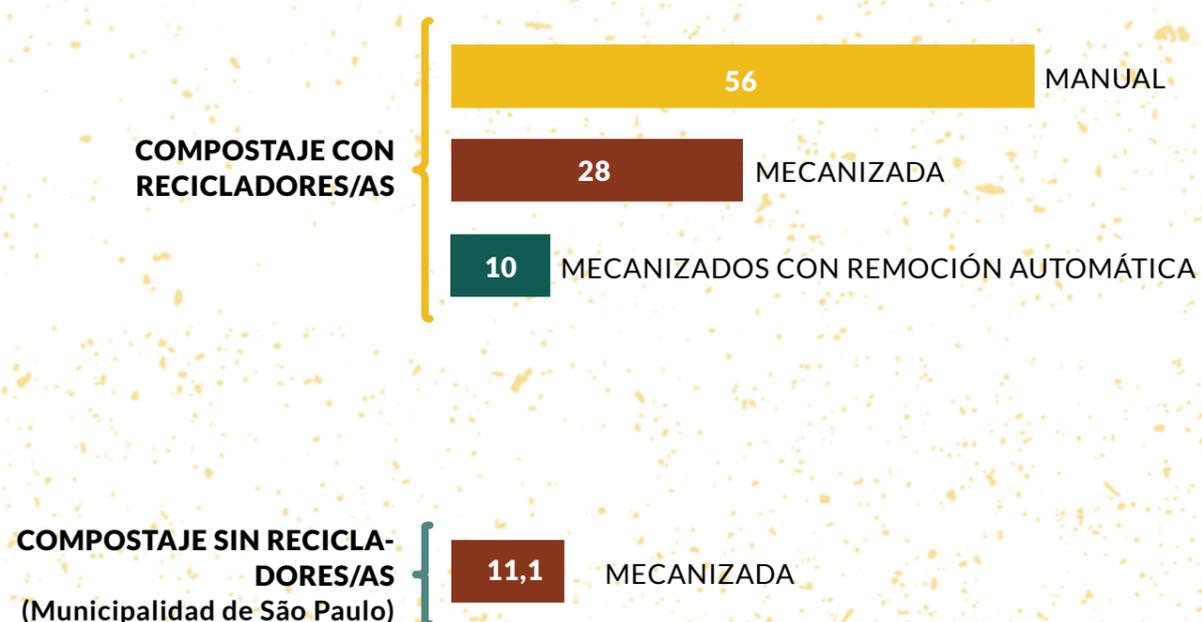
Con el fin de comprender el potencial impacto económico de la implementación del compostaje con recicladores y recicladoras a nivel nacional, los datos de creación de empleo de los estudios de caso se comparan con la creación de empleo promedio de los sistemas de compostaje sin recicladores, rellenos sanitarios e incineración. Para ello, se utilizaron como referencia los datos de los patios de compostaje de la Municipalidad de San Pablo. Hoy en día, los patios de compostaje reciben hasta 10 toneladas de residuos orgánicos compostables provenientes de mercados abiertos y podas urbanas, operados durante seis días a la semana. La operación está mecanizada con una mini-cargadora e involucra a tres personas con dedicación exclusiva y un operador de mini-cargadora durante medio día.

En esta comparación, además de la variación según el nivel de mecanización, es posible notar que incluso los sistemas mecanizados con recicladores y recicladoras generan aproximadamente el doble de empleos que los sistemas de compostaje privados y/o públicos (Figura 14). En Brasil, los residuos orgánicos compostables ni siquiera se envían a compostaje, sino a rellenos sanitarios y/o basureros, como ya se mencionó.

Como se puede ver en la Figura 15, los sistemas de compostaje gestionados por recicladores(as), sin tener en cuenta la operación manual, generan en promedio diez veces más empleos que el relleno sanitario por tonelada. Incluso el sistema de compostaje con remoción automatizada, como el caso de CoperCicla, genera seis veces más empleos que el promedio de rellenos sanitarios (1,8) e incinerado-

res (1,7). Si se comparan los datos encontrados en este estudio con una muestra mayor de sistemas de compostaje sin recicladores mapeados fuera de Brasil, que generan en promedio 6,6 empleos por 10 mil toneladas en el año (variando de 4,1 a 8,5) (RIBEIRO-BROOMHEAD; TANGRI, 2021), los sistemas de compostaje operados por recicladores y recicladoras generan de tres a cinco veces más empleos, con 31 empleos generados (que van de 10 a 56) considerando el promedio con sistemas de operación manual, y 19 empleos generados (que van de 10 a 28) considerando solo sistemas con operación mecanizada.

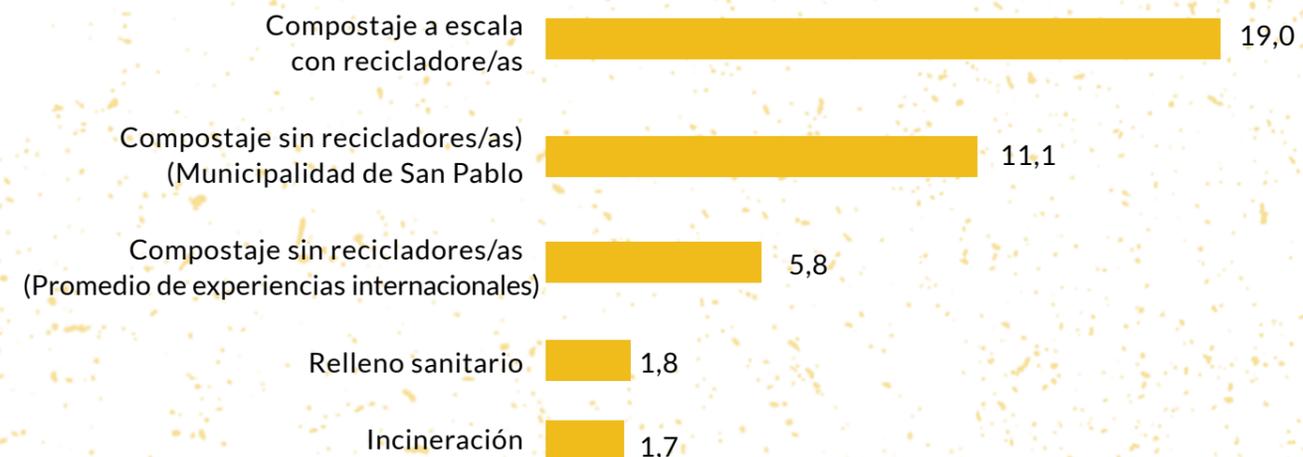
Figura 14: Empleos generados en la operación de compostaje con recicladores y sin recicladores, por nivel de mecanización [empleos por 10.000 toneladas compostadas al año].



Fuente: Elaborada por los autores. Los datos representan solo empleos generados en la etapa de compostaje y no incluyen empleos en la recolección selectiva, uso de compost orgánico y educación ambiental. La información para el compostaje con recicladores fue producida en este estudio a partir de datos de ACAMARTI, VerdeCoop y CoperCicla para compostaje manual, mecanizado y con remoción automatizada, respectivamente. El compostaje mecanizado sin recicladores se refiere a la operación del patio de compostaje de la Municipalidad de San Pablo y las experiencias internacionales de Ribeiro-Broomhead y Tangri (2021), sin tener en cuenta el trabajo en la colección.

Esto subraya el enorme potencial que existe en la expansión de las operaciones del sistema de compostaje con las organizaciones de recicladores y recicladoras, así como los nuevos modelos que promueven una transición justa, valorando a los principales actores del sistema de gestión de RSU y a la población más vulnerable. Por lo tanto, además de desviar los residuos orgánicos compostables de los rellenos sanitarios, mitigando las emisiones de gases de efecto invernadero y reciclando la materia orgánica, la expansión de los sistemas de compostaje en las organizaciones de recicladores y recicladoras juega un papel esencial en la generación de ingresos y empleos en las ciudades.

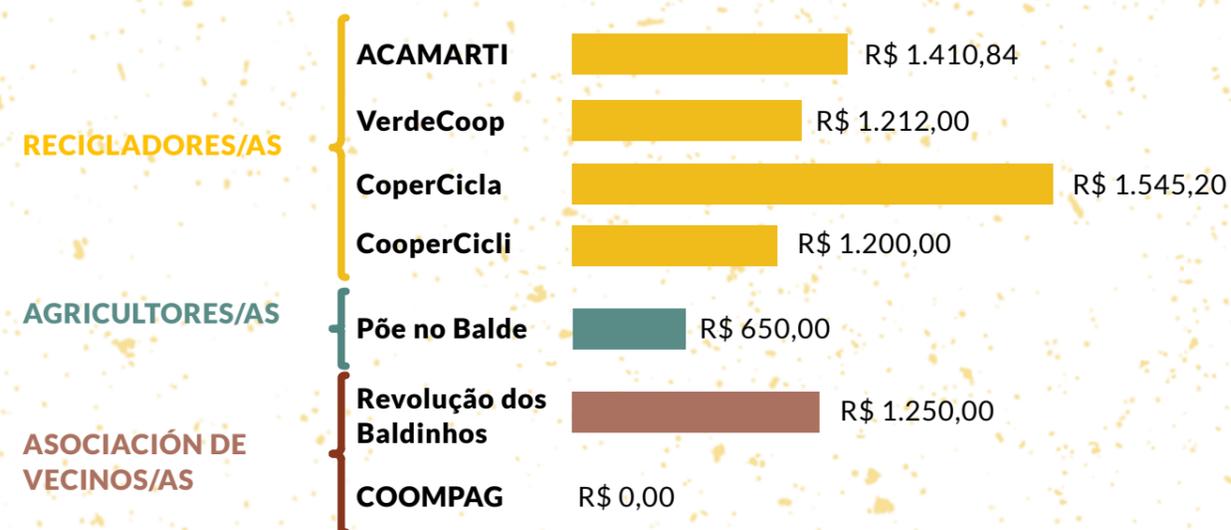
Figura 15: Comparación entre el número de puestos de trabajo generados en la operación de compostaje, con recicladores y sin recicladores, en rellenos sanitarios y en la incineración [empleos por 10.000 toneladas compostadas en el año].



Fuente: Elaborada por los autores. En este estudio se presentaron datos de compostaje con recicladores; los datos sobre compostaje sin recicladores en San Pablo han sido retirados de los patios de la Municipalidad de San Pablo, y los datos sobre compostaje sin recicladores (internacional), puesta a tierra e incineración fueron recolectados en Ribeiro-Broomhead y Tangri (2021) sobre la base de estudios internacionales.

En cuanto al ingreso promedio de los trabajadores de las organizaciones estudiadas (Figura 16), es posible observar que el 57% de ellos recibe entre la mitad y un salario mínimo, lo que está en línea con los datos nacionales sobre el ingreso promedio de los recicladores organizados, en los que el 37,2% recibe esta suma (CEMPRE, 2023). Asimismo, en este estudio, solo la mitad de las organizaciones son de recicladores, y la otra mitad son asociaciones de agricultores(as) y/o asociaciones de vecinos, cuya fuente de ingresos y trabajo asociado son diferentes e incluyen experiencias sin generación de ingresos involucrados, como en el caso de COOMPAG. Dada la singularidad de esta operación con agricultores y asociaciones de vecinos, no hay datos correlacionados para hacer la comparación. Por lo tanto, restringimos el análisis de ingresos a la categoría organizada de recicladores y recicladoras.

Figura 16: Ingreso promedio de los trabajadores en cada organización por categoría.



NOTA: Los valores se refieren al año 2022, con un salario mínimo de referencia de R\$ 1.212,00.

El Atlas del Reciclaje estima una remuneración promedio de R\$ 1.392,91 para los recicladores asociados/cooperativos. Los recicladores(as) vinculados a organizaciones que tienen un contrato con el poder público tienen un ingreso promedio de alrededor de R\$ 1.200,00, mientras que en aquellos que no lo tienen la remuneración es de R\$ 941,28 (ANCAT, 2022). Los mayores ingresos entre las organizaciones contratadas por la Municipalidad en relación con las que no tienen contrato también se corroboran en este estudio, sin embargo, en las organizaciones de recicladores(as) con compostaje, el ingreso promedio es mayor, lo que indica que la presencia del servicio de compostaje y manejo de orgánicos puede ser un vector de aumento de ingresos de la organización. Entre las organizaciones mapeadas, el ingreso promedio es de R\$ 1.212,00 sin contrato con el poder público (solo VerdeCoop) y de R\$ 1.718,68 con contrato, 29% y 43% por encima del promedio nacional, lo que indica que el compostaje en las organizaciones de recicladores y recicladoras no solo puede generar empleo digno sino también aumentar el ingreso promedio de los trabajadores de las cooperativas.

**“EL COMPOSTAJE ES UNA FUENTE DE INGRESOS,
una forma de ver que
los residuos que generas
también aportan cosas positivas
PARA LOS RECICLADORES Y EL MEDIO AMBIENTE.”**

Edinéia Rodrigues dos Santos (VerdeCoop)

Estos datos ejemplifican la importancia del apoyo del poder público para mejorar las condiciones de trabajo y la generación de ingresos, y la diversificación de los servicios prestados por las organizaciones. La remuneración de los trabajadores involucrados en este tipo de servicios sigue siendo compleja y enfrenta varios desafíos para garantizar un ingreso justo y adecuado para estos profesionales. La búsqueda de la promoción público-privada y el fortalecimiento de las políticas públicas relacionadas con la contratación municipal de estos profesionales son medidas importantes que pueden contribuir a mejorar las condiciones económicas de los trabajadores, especialmente con el debido pago por los servicios prestados.

A pesar de la necesidad de ampliar el muestreo y el número de experiencias para corroborar las conclusiones, los datos indican el potencial impacto positivo del compostaje dentro del sistema productivo y de la economía local, entendiendo a los residuos sólidos orgánicos como un bien económico y de valor social, generador de trabajo e ingresos y promotor de la ciudadanía (art. 6º, inciso VIII del PNRS). El análisis presentado demuestra el papel fundamental de los recicladores y recicladoras, no solo como prioridad legal en la gestión de RSU (Art. 36, § 1º de la PNRS) y en el compostaje (Art. 11 de la Resolución Conama nº 481/2017), sino también como responsables de tecnologías sociales que, además de aumentar el reciclaje, potencializan la generación de empleo, ingresos, dignidad y desarrollo local donde operan.



ENTREGA DE COMPOST ORGÁNICO AL AGRICULTOR, A TRAVÉS DEL SISTEMA PILA VERDE.

Crédito de la imagen: Sitio web de la Municipalidad de Santiago.

Uso y gestión del compost orgánico producido.

Los destinos y usos del compost orgánico de cada organización son muy diversos y varían de acuerdo con las demandas existentes en cada localidad, como la presencia de horticultores y agricultores locales, mantenimiento de áreas verdes y/o programas de huertas escolares. Otros factores que también determinan el uso del compost son la calidad y cantidad producida. Hay casos en los que la cantidad producida es mucho mayor que la demanda de uso interno, escolar y/o de donación a la población, usos que no serían suficientes para absorber la totalidad del compost orgánico generado. En estos escenarios, es necesario buscar mercados de mayor escala, como la agricultura o la jardinería y el mantenimiento de espacios verdes de la ciudad.

**“EL FERTILIZANTE ES BIEN ACEPTADO
y bien pedido.”**

Edinéia Rodrigues dos Santos (VerdeCoop)

Es importante tener en cuenta que el compost orgánico tiene varios usos agrícolas, dada su amplia gama de propiedades beneficiosas. La principal forma de aplicación del compost orgánico es como fertilizante orgánico y/o acondicionador del suelo, siempre que se cumplan las diferentes especificidades técnicas y legales determinadas por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento (MAPA). El objeto de este estudio, sin embargo, es ir más allá del análisis estrictamente técnico sobre el uso, propósito y destino del compost orgánico producido por el compostaje; también busca calificar el compostaje y el uso del compost dentro de las políticas públicas nacionales de otras esferas, más allá de la gestión de RSU. Dentro de este contexto, la Tabla 7 presenta los destinos del compost orgánico producido en cada uno de los sistemas y organizaciones estudiadas.

3. Las especificaciones técnicas y legales determinadas por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento están disponibles en la Instrucción Normativa nº 61, del 08 Julio de 2020 (BRASIL, 2020b).

Tabla 7: Destinos del compost orgánico producido en cada organización.

| ORGANIZACIÓN | DESTINO DEL COMPOST ORGÁNICO PRODUCIDO |
|-------------------------|--|
| ACAMARTI | Produção de mudas Produção de flores |
| COOMPAG | Producción de plántulas / Producción de flores |
| CoperCicla | Huerta propia (interna de la organización) Huertas escolares |
| CooperCicli | Jardinería y mantenimiento de espacios verdes / Agricultores locales |
| Pila Verde | Producción de plántulas / Producción de flores / Agricultores locales |
| Põe no Balde | Agricultores locales |
| Revolução dos Baldinhos | Producción de plántulas / Huertas escolares / Comercialización / Donación para uso doméstico |
| VerdeCoop | Comercialización |

La mayoría de las organizaciones no tienen una fuente significativa de ingresos de la comercialización del compost orgánico producido, a excepción de VerdeCoop, que opera a mayor escala. Entre las organizaciones que realizan ventas, las estrategias adoptadas son variadas: desde ventas minoristas con bolsas de compost de 1 a 5 kg, como en CooperCicli y Revolução dos Baldinhos, hasta ventas a granel con camiones y volquetes, como VerdeCoop, que comercializa una tonelada de compost orgánico por R\$ 350,00, o de Revolução dos Baldinhos, que cobra R\$ 350,00 por m³ (1.000 litros). En general, las ventas minoristas y las ventas en cantidades menores tienen un valor más elevado por unidad de masa (R\$/kg) y tienen como principales clientes al sector de jardinería, paisajismo y uso doméstico. Estas ventas a menudo son intermediadas por casas de jardinería, donde se exhibe y comercializa el producto. Las organizaciones, sin embargo, señalan que esta alternativa no siempre es factible, ya que la demanda de compra de envases y embalajes encarece el proceso, haciéndolo inviable. Es el caso de Revolução dos Baldinhos, por ejemplo, que ha buscado no utilizar plástico en el envasado del compost orgánico.

A pesar de esta dificultad en la comercialización del producto, ninguna organización tiene problemas en el destino del compost orgánico, ya que la mayoría de los modelos económicos analizados no dependen de los ingresos generados por la venta del compost orgánico, permitiendo su uso de diversas maneras, incluidas las donaciones. El Gráfico 5 presenta datos que desmitifican una duda común sobre la existencia de espacios suficientes para aplicar todo el compost orgánico que podría generarse en el país, si todos los residuos orgánicos generados fueran destinados al compostaje.

CUADRO 5

¿HAY ESPACIO SUPERFICIE PARA USAR TODO EL COMPOST ORGÁNICO QUE SE PUEDE PRODUCIR?

Una duda muy común se refiere a la existencia de espacio suficiente para aplicar la totalidad del compost orgánico que se puede producir con el reciclaje de residuos orgánicos generados en Brasil. Después de todo, la cantidad generada es enorme, ¿no? La respuesta a esta pregunta es un rotundo “¡SÍ!”, corroborado por varias encuestas.

Según MapBiomass (2022), la superficie agrícola en Brasil es de 263,4 millones de hectáreas: 149,6 de pastos, 60,4 de agricultura, 8,6 de silvicultura y 44,8 de mosaico agrario. Considerando una aplicación básica de 10 toneladas de compost orgánico por año para reemplazar la materia orgánica degradada en el manejo, esto generaría una demanda de dos mil seiscientos treinta millones de toneladas de compost orgánico por año. Es importante tener en cuenta que esta es una estimación conservadora, ya que existen cultivos hortícolas con fertilización recomendada de hasta 60 toneladas por año, como lechuga, coliflor, repollo y brócoli (TRANI et al., 2013). Por lo tanto, si transformamos todos los residuos orgánicos urbanos recolectados en el país y los enviamos a compostaje, se producirán alrededor de 12 millones de toneladas por año de compost orgánico, lo que no satisface ni el 0,5% de la demanda de suelo agrícola total ni el 1,7% del suelo agrícola y de silvicultura.

Otros estudios también corroboran la existencia de superficies suficientes para la aplicación de la totalidad del compost orgánico potencialmente generado en Brasil (ISWA, 2020). Inclusive, los productores rurales también están absorbiendo el compost orgánico producido, ya que las ventas de fertilizantes orgánicos se triplicaron entre 2019 y 2022, principalmente debido a la pandemia y a la guerra de Rusia y Ucrania, que dificultaron la importación de fertilizantes (85% de la demanda nacional). La expectativa sigue siendo que las ventas de fertilizantes orgánicos sólidos aumenten un 80% en 2023 (ABISOLO, 2023).

Obviamente, existen barreras logísticas para permitir la aplicación de este compost en el territorio nacional, ya que el compost orgánico generado en Manaus, por ejemplo, no tiene viabilidad económica para usar en Rio Grande do Sul. Aun así, cuando usamos el corte local y/o regional de una de las áreas más críticas del país, la Región Metropolitana de San Pablo (RMSP), vemos que esto no sería un problema. La RMSP es una región densamente urbanizada con la mayor generación de RSU, con una distancia significativa de áreas verdes y agrícolas para el uso del compost orgánico. Incluso en la RMSP, el 70% del compost orgánico potencialmente generado tendría aplicación en áreas agrícolas y de silvicultura ya existentes dentro de la RMSP. Considerando las áreas circundantes, el compost orgánico producido con RSU atendería solo el 43% de la demanda de fertilizantes en las regiones de Sorocaba, San Pablo y Mogi das Cruzes (VIEIRA, 2018).

4. Brasil recolecta alrededor de 65,6 millones de toneladas de RSU (MDR, 2022), y se estima que alrededor del 45,3% de este valor es residuos orgánicos (ABRELPE, 2020). La tasa de conversión de residuo orgánico en compost orgánico fue del 40% (1 tonelada de residuo orgánico se convierte en 400 kilos de compost).

Con la disponibilidad de compost orgánico, también es posible observar que las organizaciones que en el pasado se centraron en la gestión de residuos reciclables “secos” han comenzado a realizar nuevas actividades o servicios que fortalecen y aumentan el valor de la organización en la sociedad local (Figura 17).

Figura 17: Principais destinos do composto orgânico produzido pelas organizações analisadas.



ACAMARTI, por ejemplo, comenzó a producir flores para el embellecimiento de la ciudad con el compost orgánico disponible y luego fue contratada para el mantenimiento de espacios verdes y canteros de flores en la ciudad..



INVERNADERO PARA LA PRODUCCIÓN DE FLORES DE ACAMARTI CON EL COMPOST ORGÁNICO PRODUCIDO.

Crédito de la imagen: Municipalidad de Tibagi.

CooperCicli, a su vez, con la producción de compost orgánico y plántulas, abrió un puesto en la feria de la ciudad donde, además de comercializar los productos para la población local, comenzó a promover la conciencia sobre la importancia de la recolección selectiva y la separación adecuada de los residuos en los hogares.



VENTA DE COMPOST ORGÁNICO POR PARTE DE COOPERCICLI EN LA FERIA DE LA CIUDAD.

Crédito de la imagen: CooperCicli.

Desafíos y potenciales para el fortalecimiento y expansión de nuevos modelos de gestión de residuos orgánicos y compostaje

Los desafíos del compostaje y la gestión de residuos orgánicos compostables para la implementación y el desarrollo de nuevos modelos en la ciudad dependen invariablemente del punto de observación y del papel desempeñado dentro del sistema de gestión de RSU. En este contexto, los desafíos y oportunidades aquí mapeados y sistematizados representan dos perspectivas diferentes:

Proyectos en el campo de las ideas: Involucran a actores que tienen la idea o intención de implementar proyectos de compostaje, pero aún no han alcanzado la etapa de concepción detallada y/o implementación. En el estudio realizado, el mapeo de los desafíos y oportunidades visualizados se basa en la preconcepción del proyecto, desde la perspectiva de las organizaciones de recicladores y recicladoras en el Gran San Pablo, como se describe en la metodología. Es importante destacar que los resultados pueden variar de acuerdo con las particularidades de cada taller replicado, ya sea por la participación de otros actores (gestores públicos y agricultores) o por estar en diferentes regiones del País y con diferentes recursos disponibles.

Proyectos en marcha: Incluyen a los sistemas que están en pleno funcionamiento, aunque a diferentes escalas, y enfrentan desafíos para su mantenimiento, mejora de la calidad y/o ampliación de la escala. Estos desafíos y oportunidades son el resultado de las respuestas obtenidas durante las entrevistas semiestructuradas realizadas con los ocho (8) estudios de caso.

A continuación, presentamos los desafíos y oportunidades mapeados para los dos diferentes recortes de análisis aquí descritos, enfocándonos en las organizaciones que buscan implementar proyectos de compostaje y gestión de residuos sólidos.

Desafíos y oportunidades en etapa de implementación para las organizaciones de recicladores y recicladoras.

Durante el taller de compostaje, los recicladores y recicladoras participantes plantearon numerosos desafíos para el desarrollo de sistemas de recolección selectiva de residuos orgánicos y compostaje integrado. En la Tabla 8 se presentan todos los desafíos identificados, junto con sus descripciones y relevancia.

Tabla 8: Desafíos para la gestión de residuos orgánicos y el compostaje con recicladores y recicladoras.

| DESAFÍO | DESCRIPCIÓN | RELEVANCIA |
|---|--|------------|
| Formación interna y convencimiento de los cooperativistas/asociados para trabajar con residuos orgánicos. | Es importante enfrentar el rechazo existente de trabajar con este tipo de residuos, que generalmente se considera como un residuo "más sucio". Esta desvalorización simbólica del trabajo con residuos orgánicos también se asocia a una imagen de "trabajo rural" que, además de considerarse anticuada, a menudo formaba parte de un pasado del que los propios cooperativistas desean distanciarse. De esta manera, es crucial sensibilizarlos sobre cómo este tipo de trabajo es innovador y tiene gran valor para el compromiso interno. | Muy Alta |
| Construcción de la planta de compostaje. | Financiación y/o recursos para construir una planta de compostaje, lo que suele ser un paso previo al inicio de los servicios de recolección selectiva y comunicación, dada la necesidad de asegurar que los residuos separados y recolectados sean efectivamente compostados. En general, el orden de inversión inicial para la construcción está por encima de la capacidad de inversión de la organización, generando una dependencia a una fuente de financiación externa. | Alta |
| Reconocimiento y credibilidad al trabajo de los recicladores y recicladoras. | Promoción del diálogo y convencimiento de la importancia del trabajo y priorización de los recicladores y recicladoras en el sistema de gestión de RSU con los diferentes actores involucrados, como organismos públicos, sociedad civil organizada, autoridades ambientales, entre otros. En general, en la construcción de políticas públicas no hay apertura para la participación de la categoría de recicladores y recicladoras, lo que favorece a otros sectores (empresas y start-ups), margina y perpetúa la discriminación contra los recicladores. Todo este escenario debilita la relación entre las cooperativas y el poder público. | |
| Asistencia técnica y capacitación. | Apoyo técnico para el desarrollo de proyectos, tanto en la estructuración y captación de fondos como en la operación y monitoreo de la calidad del proceso. | |
| Superficie/terreno disponible para compostaje. | El acceso a superficies suficientes y adecuadas es un gran desafío para la ejecución de proyectos de compostaje, ya que la disputa por terrenos en las ciudades, especialmente en las áreas metropolitanas, es desleal para los recicladores y recicladoras, que generalmente son marginados frente a otras categorías, grupos políticos y demandas que son privilegiadas. Además de la dificultad para obtener estos espacios, la aceptación de la vecindad todavía puede ser un factor de complicación, considerando las quejas y objeciones a la implementación de compostaje y espacios físicos para la separación de materiales reciclables "secos". Otra limitación que también puede ocurrir es la referida a aquellos terrenos disponibles, pero que presentan restricciones de uso y ocupación del suelo por zonas, áreas de preservación permanente (APP), áreas de fuentes de agua, entre otras razones. | Media |
| Infraestructura básica y servicios públicos para las instalaciones. | La necesidad de regular los servicios públicos esenciales para el funcionamiento de las organizaciones (electricidad, agua y alcantarillado, transporte y otros). | |

| DESAFÍO | DESCRIPCIÓN | RELEVANCIA |
|---|--|------------|
| Articulación y comunicación en diferentes sectores del poder público. | Necesidad de articulación y comunicación con los diferentes sectores y secretarías de los organismos gubernamentales en los diferentes ámbitos (municipal, provincial y nacional). A menudo, las demandas de los sectores son diferentes y no dialogan entre sí, lo que reduce la viabilidad del proyecto, dada la excesiva burocracia y lentitud. | Baja |
| Acceso a material estructurante/ insumos para un correcto compostaje (residuos de poda y jardinería). | El compostaje adecuado de residuos alimenticios y otros desechos ricos en nitrógeno depende de la mezcla con desechos ricos en carbono para evitar generar olores. A menudo, la estructura administrativa de la gestión de estos residuos está fuera de la secretaría de residuos sólidos. Por lo tanto, es importante articular secretarías y servicios para garantizar una fuente de residuos de jardinería para mezclar en el compostaje, como recortes de césped y poda triturada. | |
| Contaminación de residuos orgánicos y demanda de separación. | Separación de residuos orgánicos de otros residuos para evitar la contaminación. | |

Sobre la base de todos los puntos planteados por los(as) recicladores(as), es posible observar que los principales desafíos que enfrentan las organizaciones para tornar viables los sistemas son de naturaleza estructural, como la inversión inicial para la construcción de la unidad de compostaje, la adquisición de equipos y la viabilidad de áreas e infraestructura adecuadas. Este último punto es la clave que pone de manifiesto la importancia de la actuación de las municipalidades y otras entidades públicas en la estructuración de estas iniciativas, ya que la responsabilidad de viabilizar los sistemas de residuos orgánicos y compostaje recae en el titular de los servicios públicos de gestión de residuos sólidos y limpieza urbana (artículo 36°, punto V de la PNRS). Así lo confirman las experiencias mapeadas por el presente estudio, ya que la Municipalidad se destaca por ser un actor clave en la viabilidad de la estructura, contratación y aplicación de mecanismos financieros para la gestión de los residuos orgánicos en las ciudades.

Con respecto al origen de la financiación, cabe señalar que esta ecuación no tiene una solución única. La mayoría de las experiencias estudiadas aquí fueron posibles gracias a recursos públicos, ya sea por asignación directa o transferencias de bancos nacionales (como el BNDES, Banco do Brasil y Caixa Econômica Federal). De manera complementaria, algunos sistemas también fueron posibles gracias a los recursos propios de las intendencias y fondos municipales y, en menor medida, hubo apoyo del sector privado. A pesar de ello, las medidas estructurantes relacionadas con la capacitación interna y valorización de los recicladores y recicladoras en el desarrollo de esta actividad siguen siendo los principales desafíos, ya que el trabajo con residuos orgánico compostables, a diferencia de los reciclables (papel, cartón, metal, vidrio, plástico, etc.), generalmente se asocia con algo más degradante y “sucio”.

En este contexto, un programa de valoración del trabajo de los recicladores y recicladoras, a través de la contratación y remuneración asociados a la asistencia técnica y capacitación, puede promover la superación gradual de estos principales desafíos enumerados. En parte, ellos también pueden contemplarse por la reanudación de las políticas públicas para apoyar a los recicladores y recicladoras del gobierno central. Según el grupo, este rubro es la mayor oportunidad para la integración de los mismos en la gestión de residuos orgánicos y el compostaje.

Con la superación de estos desafíos, se puede lograr una serie de oportunidades y potencialidades (reunidas en la Tabla 9), promoviendo varios beneficios positivos en cascada, no solo para los recicladores y recicladoras, sino también para el municipio y la sociedad en su conjunto en diferentes dimensiones sociales, económicas y ambientales.

Tabla 9: Oportunidades para la gestión de residuos orgánicos y el compostaje con recicladores y recicladoras.

| ITEM | DESCRIPCIÓN | RELEVANCIA |
|---|--|------------|
| Reanudación de políticas públicas de apoyo a la categoría y diálogo con el gobierno central | Los recicladores y recicladoras ya tienen prioridad, prevista en la PNRS, dentro de la gestión de residuos sólidos y esta sería una oportunidad para insertarlos también en la gestión de residuos orgánicos y compostaje. La reanudación de las políticas públicas nacionales en apoyo a la categoría son esenciales para el fortalecimiento de las organizaciones, como la recreación del Programa Diogo de SantAna Pró-Catadoras e Pró-Catadores y su comité interministerial (CIISC), la reestructuración del sistema de créditos para la logística reversa (Decreto No. 11.413/2023); la promoción de proyectos de reciclaje a través de la reglamentación de la Ley de Incentivo al Reciclaje (LIR), Ley N° 14.260/2021; y el establecimiento de un pago por servicio ambiental (PSA) a recicladores y recicladoras por la educación ambiental popular, recolección, clasificación y compostaje, en el ámbito de la reglamentación de la Ley N° 14.119/2021 (Política Nacional de Pago por Servicios Ambientales). | Muy Alta |
| Mayor eficiencia en la comunicación con los municipios. | La comunicación reciclador-municipio es la herramienta más eficaz para promover la sensibilización y el compromiso en la recolección selectiva, dada la proximidad y el conocimiento de su realidad. Cuando se la compara con otras estrategias de modelos centralizados y sin recicladores, es posible identificar que, cuando hay una comunicación efectiva, también hay una mejora en la recolección selectiva, reducción de contaminantes y desviación de una gran parte de los residuos de los rellenos sanitarios. | Alta |
| Mejorar la relación entre los gobiernos y la sociedad. | Con la gestión de residuos sólidos que se realiza junto con los recicladores y recicladoras, se facilita el diálogo con la sociedad y se refuerza la estructura de control social y gestión democrática. | |
| Creación de empleos y nuevas fuentes de ingresos para los recicladores y recicladoras. | Si los residuos orgánicos representan la mitad de los RSU, la masa recibida por las organizaciones aumentaría significativamente, al igual que los ingresos. Además, el compostaje permitiría asociaciones con nuevos actores y clientes más allá de los residuos domésticos. Principalmente a través del necesario avance de la actuación del gobierno municipal en la regulación de sus grandes generadores, lo que crearía condiciones para apalancar las alianzas de las organizaciones de recicladores con nuevos actores y clientes más allá de los residuos domésticos (restaurantes, hoteles, mercados, etc.). La existencia del espacio, con compostaje y huerta asociada, también permite la apertura para visitas escolares y actividades de educación ambiental, que pueden ser una fuente de ingresos adicionales para la organización. | |

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | RELEVANCIA |
|--|--|------------|
| Existencia de presupuesto alto ya existente en el sector de RSU para la gestión de los residuos orgánicos con contratos municipales. | A diferencia del dinero y el equipo para la recolección selectiva, hoy ya existe un presupuesto en las municipalidades centrado en la gestión de los residuos domésticos, que son en su mayoría orgánicos. Así, solo sería necesario reasignar parte de los recursos para que las organizaciones de recicladores(as) también realicen el servicio. | Media |
| Fortalecimiento de la categoría y expansión de las organizaciones ya existentes. | Con la inclusión de la recolección selectiva de residuos orgánicos y/o el compostaje, la organización podría presentar una propuesta completa para la gestión de todos los residuos de los clientes atendidos actualmente, no solo para los reciclables "secos". De hecho, algunos clientes de recicladores y recicladoras ya demostraron interés en este tipo de servicio. Con el fin de aumentar la escala, el compostaje tiene el potencial de estimular la integración y organización de acuerdos en red entre las organizaciones de recicladores y recicladoras. Las organizaciones ya existentes podrían ampliar el área y el número de miembros de la cooperativa, con los nuevos empleos promovidos por el compostaje. También debe enfatizarse que los nuevos servicios pueden promover un mayor reconocimiento de la categoría de recicladores y recicladoras como agentes ambientales importantes en la sociedad. | |
| Uso de áreas subutilizadas y garantizar la función social de las áreas ociosas. | Actualmente, las áreas geotécnicamente estables y aptas para su uso, que incluyen áreas con líneas de transmisión eléctrica y tuberías, están siendo subutilizadas como vertederos fuera de servicio o están inactivas, y podrían usarse mucho mejor con la implementación de patios de compostaje para recicladores y recicladoras. | |
| Promoción de soluciones descentralizadas. | El compostaje con recicladores tiende a ser descentralizado, reduciendo los impactos ambientales del transporte en ciclos cortos y también los impactos en el vecindario de las unidades de compostaje de mayor porte. | |
| Establecimiento de huertas y producción de alimentos saludables. | La disponibilidad de compost orgánico dentro de las organizaciones permite el establecimiento y mantenimiento de huertas para la producción de alimentos saludables destinados a los recicladores(as) y la comunidad. | |
| Reducción de los desechos generados en las organizaciones de recicladores y recicladoras. | Las organizaciones ya existentes, desafortunadamente, manejan un importante índice de desechos, formado en parte por residuos orgánicos compostables que solo generan costos a la estructura actual. La implementación del compostaje en estas organizaciones permitiría reducir la cantidad de residuos enviados a rellenos sanitarios, aumentando la eficiencia de las operaciones existentes. | Baja |
| Creciente valorización de los residuos orgánicos dentro de la agenda de gestión del RSU. | A mediano y largo plazo, los residuos orgánicos cobrarían mucha relevancia, tanto por la discusión climática como por la ausencia histórica de políticas públicas específicas, siendo una oportunidad para que los recicladores(as) sean pioneros en resolver este problema, como lo fueron para los reciclables "secos". | |

A La Tabla 9 ilustra cómo la promoción de sistemas de compostaje integrados con los recicladores y recicladoras aporta numerosos beneficios y una mejor gestión de RSU. La implementación del compostaje con estos actores puede tener numerosas ventajas, como el uso de áreas ociosas para generar ingresos para grupos socialmente vulnerables, así como la optimización de los sistemas de gestión de RSU ya existentes con capacidad ociosa. Al mejorar e invertir en las organizaciones existentes, que reciben cantidades significativas de desechos orgánicos compostables que contaminan los materiales reciclables "secos", el compostaje podría reducir la cantidad de desechos enviados a los vertederos y aumentar la generación de nuevos empleos e ingresos.

Desafíos en la fase operativa de los nuevos modelos de gestión de residuos orgánicos y compostaje.

A diferencia de las organizaciones que aún buscan implementar su unidad de compostaje y/o el sistema de recolección selectiva de residuos orgánicos compostables, las experiencias analizadas en este estudio ya han superado parcialmente estos desafíos, especialmente los asociados a la inversión inicial y estructural para iniciar el proyecto. Sin embargo, aparecieron una serie de nuevos desafíos, especialmente con el intento de escalar el proyecto para aumentar la masa de residuos orgánicos recolectados y compostados. De las entrevistas realizadas en los estudios de caso, los principales desafíos identificados en los proyectos incluyen:

Educación ambiental y sensibilización de la población.



Crédito de la imagen: Thaiane Barbosa / Instituto Pólis.

Actualmente, las organizaciones en funcionamiento enfrentan una gran dificultad para separar los residuos orgánicos en origen, ya que la calidad y cantidad de los residuos recolectados podría ser mucho mayor si hubiera programas de sensibilización e incentivo para crear este hábito por parte de la población. A menudo, el proceso de clasificación manual y mecánica de los residuos orgánicos presentes en las organizaciones es ineficiente, considerando el tiempo y la disponibilidad de las personas involucradas en esta etapa. Por lo tanto, si hubiera recursos destinados directamente a la difusión y comunicación del trabajo realizado por las organizaciones, centrándose en estrategias de sensibilización, habría un aumento significativo en el índice de residuos compostados y, en consecuencia, una reducción en el índice de desechos enviados a los vertederos. Del mismo modo, las

organizaciones que trabajan contratadas por los municipios también enfrentan la limitación de los contratos vigentes porque no requieren la recolección selectiva de los desechos orgánicos, lo que hace imposible su operación por parte de la cooperativa.

“ME LA GENERÓ A MÍ, MUY EN EL SENTIDO DE hacer algo por mi comunidad, por mi entorno”.

Cíntia Aldaci da Cruz (Revolução dos Baldinhos)



Crédito de la imagen: Municipalidad de Tibagi.

Actuación del poder público municipal.

Como se comentó en capítulos anteriores, el poder público municipal es un actor esencial para la continuidad y el aumento de la calidad del servicio prestado por las organizaciones. El apoyo y la participación de los municipios debe ir mucho más allá de la creación e inclusión de las organizaciones de compostaje en las políticas públicas municipales dirigidas a la gestión adecuada de RSU y la promoción del compostaje. Un desafío importante registrado en las entrevistas es la discontinuidad de programas y políticas públicas, así como la ausencia de discusiones y planificaciones a mediano y largo plazo, siempre generando incertidumbre a las organizaciones.

La falta de pago y formalización contractual para la prestación de servicios es hoy en día una de las mayores lagunas de las organizaciones, ya que los cooperativistas y/o asociados no siempre tienen garantizados ingresos mensuales equivalentes al trabajo realizado. Por lo tanto, la recolección selectiva y el compostaje de residuos orgánicos urbanos, junto con el de reciclables “secos”, deben ser reconocidos como un servicio público, debidamente remunerado a las organizaciones. También debe tenerse en cuenta lo que dice la PNRS, en el artículo 33, párrafo 7°:

Si el titular del servicio público de limpieza urbana y gestión de residuos sólidos, por acuerdo sectorial o acta de compromiso suscrita con el sector empresarial, tiene a su cargo actividades de responsabilidad de fabricantes, importadores, distribuidores y comerciantes en los sistemas de logística reversa de los productos y embalajes a que se refiere este artículo, las acciones del poder público serán debidamente remuneradas, en la forma previamente acordada entre las partes.

Finalmente, los ejemplos entrevistados indican que es esencial que el poder público municipal adopte un enfoque integrado de supervisión y compromiso, combinando una fiscalización adecuada, especialmente de los grandes generadores, y la difusión de informaciones claras sobre la necesidad e importancia de la correcta separación de los residuos orgánicos, y la promoción de actividades educativas con lineamientos prácticos que fortalezcan la participación efectiva de la población. Al unir estos frentes, es posible crear un fuerte compromiso y cultura popular. Cabe destacar que la fiscalización no debe realizarse al margen de las campañas de sensibilización, ya que se ha enfatizado la ineficiencia de estas acciones punitivas aisladas.



Crédito de la imagen: Municipalidad de Marabá

Asistencia técnica.

La asistencia técnica, en particular durante la implementación de los sistemas, es de suma importancia para su éxito. La asistencia puede ser proporcionada por personal de la Municipalidad u otra institución competente. Idealmente, el apoyo del poder público puede venir incluso antes de la formación de cooperativas y/o asociaciones, a través de la planificación y estudios detallados sobre la viabilidad del proyecto, teniendo en cuenta aspectos técnicos, económicos y ambientales. Las demandas de apoyo técnico abarcan tanto los aspectos técnicos del compostaje como los relacionados con la contratación de personal, la concesión de licencias ambientales y el registro de fertilizantes.

Además de estos puntos, también es importante establecer alianzas entre las organizaciones existentes, creando redes de apoyo para discutir e identificar los desafíos comunes que ellas enfrentan. El fortalecimiento de estos espacios conduce a la provisión de cursos de capacitación y talleres para los actores involucrados y, en consecuencia, para una mejora en los servicios prestados y en la valorización del trabajo.

Infraestructura y logística.

Otros desafíos importantes que se enfrentan están directamente relacionados con la infraestructura y la logística de los servicios prestados, por ejemplo, la dificultad para ampliar los espacios de compostaje. Durante las entrevistas realizadas, se puso de manifiesto que la baja disponibilidad de terrenos aptos para el compostaje de residuos orgánicos es uno de los principales problemas que limitan el crecimiento de las organizaciones, junto con la falta de separación adecuada de los residuos orgánicos en origen y la recolección selectiva.

Para superar estas dificultades, es necesario idear estrategias que faciliten el proceso de recolección selectiva y la participación de la población, como la comunicación clara de los procedimientos de recolección, la optimización de rutas e incluso el desarrollo de sistemas y equipos de recolección para aumentar su eficiencia.

Conclusiones y recomendaciones.

1. Es necesario repensar los sistemas de gestión de RSU más allá de la lógica convencionalmente privada y/o estatal. Los modelos analizados muestran que la integración de diversos actores, como las organizaciones de reciclaje, agricultura y vivienda, trae resultados más positivos que los sistemas convencionales
2. Los sistemas exitosos de compostaje y gestión de residuos orgánicos han contrarrestado la lógica de la alta inversión en infraestructura, comenzando a pequeña escala con residuos orgánicos compostables fácilmente separables (poda municipal, restaurantes, mercados y establecimientos comerciales) y expandiéndose gradualmente hasta satisfacer las necesidades de los residuos domésticos.
3. La etapa de implementación de los sistemas presenta los mayores desafíos para los municipios y organizaciones, principalmente debido a la ausencia de asistencia técnica y fuentes de financiación. El apoyo de las instituciones nacionales, en particular en los municipios con baja autosuficiencia financiera, fue lo que permitió garantizar el desarrollo de los sistemas.
4. La contratación de las organizaciones y el pago por los servicios prestados en la gestión de residuos orgánicos compostables, ya sea en la recolección selectiva o el compostaje, son esenciales para la sostenibilidad de los sistemas.
5. La recolección selectiva de residuos orgánicos compostables es indispensable para asegurar la calidad del compost orgánico, ya que aumenta la tasa de reciclaje general del sistema de RSU, reduce el índice de desechos y, en consecuencia, la puesta a tierra. Por lo tanto, la implementación de futuros sistemas de compostaje debe priorizar la estructuración de la recolección selectiva de los residuos orgánicos compostables, recolectándolos en, al menos, tres fracciones (residuos orgánicos, reciclables y desechos).
6. La producción de compost orgánico se puede conectar a programas de incentivo para la agricultura familiar, urbana y agroecológica, trayendo beneficios al sistema alimentario del municipio, reduciendo los costos de insumos para los agricultores y conectando las políticas públicas.
7. Las organizaciones de recicladores y recicladoras pueden desempeñar un papel clave a nivel nacional en la expansión del reciclaje de RSU orgánicos compostables, tomando como ejemplo las experiencias exitosas que ya están en funcionamiento en algunas ciudades, como se presenta en este estudio. La inclusión de esta actividad socio-productiva en las organizaciones trae más seguridad a la economía, ya que reduce la dependencia del mercado de materiales reciclables y diversifica su fuente de ingresos, incluso optimizando la mano de obra ociosa. Los programas nacionales de apoyo e inversión deben priorizar la implementación de sistemas de compostaje en municipios donde la masa de residuos reciclables generados no garantiza la sostenibilidad económica del sistema, integrando y optimizando ambos sistemas.



Lista de acrónimos y abreviaturas.

BNT: Asociación Brasileña de Normas Técnicas

ANCAT: Asociación Nacional de Recicladores y Reciclatoras

Art: Artículo

BNDES: Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social

CEPAGRO: Centro de Estudios y Promoción de la Agricultura de Grupo

CONAMA: Consejo Nacional del Medio Ambiente

EPI: Equipo de Protección Individual

FAPESC: Fundación de Apoyo a la Investigación e Innovación del Estado de Santa Catarina

FNMA: Fondo Nacional del Medio Ambiente

FSA: Fondo Socioambiental

GEE: Gases de Efecto Invernadero

IBGE: Instituto Brasileño de Geografía y Estadística

PEV: Puntos de Entrega Voluntaria

PMGIRS: Plan Municipal de Gestión Integrada de Residuos Sólidos

PNRS: Política Nacional de Residuos Sólidos

NBR: Norma Técnica Brasileña

RMSP: Región Metropolitana de San Pablo

RSU: Residuos sólidos urbanos

SEAGRI: Departamento Municipal de Agricultura

SEBRAE: Servicio Brasileño de Apoyo a las Micro y Pequeñas Empresas

SNIS-RS: Sistema Nacional de Informaciones sobre Saneamiento - Residuos Sólidos

UNEP: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

UTC: Unidad de Clasificación y Compostaje

WFC: Consejo Mundial del Futuro

Glosario.

Acondicionador de suelos: Producto que promueve la mejora de las propiedades físicas, físico-químicas o de la actividad biológica del suelo (BRASIL, 2004, Art. 2o, IV, d)..

Compost orgánico: Producto estabilizado, proveniente del proceso de compostaje, y puede caracterizarse como fertilizante orgánico, acondicionador del suelo y otros productos de uso agrícola (BRASIL, 2017b, Art. 2, IV).

Compostaje: Proceso de descomposición biológica controlada de residuos orgánicos, realizado por una población diversificada de organismos, en condiciones aeróbicas y termofílicas, resultando en material estabilizado, con propiedades y características completamente diferentes a las que le dieron origen (BRASIL, 2017b, Art. 2, III).

Desecho: Residuos sólidos que, después de agotar todas las posibilidades de tratamiento y recuperados por procesos tecnológicos disponibles y económicamente viables, no presentan otra posibilidad que no sea la disposición final ambientalmente apropiada (BRASIL, 2010, Art. 3, XV).

Digestato: Material que ha sido sometido a un proceso de digestión anaeróbica y tiene características fertilizantes muy similares a las del estiércol maduro.

Digestión anaeróbica: Proceso de descomposición biológica controlada de materia orgánica en ausencia de oxígeno (condiciones anaeróbicas), efectuada por un consorcio microbiano. Como subproductos, están los compuestos orgánicos y biogás, compuestos principalmente de metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂) (BRASIL, 2008).

Fertilizante orgánico compuesto: Producto obtenido por proceso físico, químico, físico-químico o bioquímico, natural o controlado, a partir de una materia prima de origen industrial, urbano o rural, animal o vegetal, aisladas o mezcladas, que puede estar enriquecido con nutrientes minerales, principio activo o agente capaz de mejorar sus características físicas, químicas o biológicas (BRASIL, 2004, Art. 2o, III, n).

Fertilizante orgánico: Producto de naturaleza

fundamentalmente orgánica, obtenido por proceso físico, químico, físico-químico o bioquímico, natural o controlado, a partir de materias primas de origen industrial, urbano o rural, vegetal o animal, enriquecido o no con nutrientes minerales (BRASIL, 2004, Art. 2, b).

Hileras de compostaje: Las hileras son sistemas de compostaje abiertos, generalmente de formato rectangular o con una sección transversal triangular. Las dimensiones varían según la disponibilidad de espacio, la forma de gestión de la hilera de compostaje y el tipo de residuos, y los anchos pueden variar de 1,20 metros a 4 metros y las alturas de 1 metro a 2,5 metros, idealmente, para permitir la entrada de aire en el interior de la hilera.

Índice de desechos: Porcentaje de la masa total generada, recolectada y/o administrada por la organización que no se reinserta en los ciclos productivos, incluidos los orgánicos, mediante reciclaje y compostaje, por ejemplo, destinados a la disposición final en rellenos sanitarios y, a veces, en basureros, de manera inadecuada.

Pila de compostaje: La principal diferencia entre la pila de compostaje y la hilera está en la forma piramidal.

Reciclaje: Proceso de transformación de los residuos sólidos que incluye la alteración de sus propiedades físicas, físico-químicas o biológicas, con miras a transformarlos en insumos o nuevos productos, con sujeción a las condiciones y normas establecidas por los organismos competentes del Sistema Nacional del Medio Ambiente (SISNAMA) y, en su caso, del Sistema Nacional de Vigilancia Sanitaria (SNVS) y del Sistema Único de Atención a la Sanidad Agropecuaria (SUA-SA) (BRASIL, 2010, Art. 3, XIV).

Recolección mezclada o indiferenciada: Sistema de recolección selectiva dividido en apenas dos corrientes: los reciclables "secos" en una y la otra mezclando los residuos orgánicos compostables con los residuos, popularmente llamados "no reciclables" o "húmedos", de forma equivocada. En general, este sistema no permite la reutilización adecuada de los residuos orgánicos compostables, también recicla-

Referencias bibliográficas

bles, dado que están contaminados por los desechos.

Recolección selectiva en tres fracciones: Sistema de recolección selectiva separada en tres flujos: reciclables “secos”, residuos orgánicos compostables y los desechos, como mínimo.

Recolección selectiva: Recolección de residuos sólidos previamente segregados según su constitución o composición (BRASIL, 2010, Art. 3, V). Es decir, es la recolección de residuos sólidos que han sido separados directamente en la fuente generadora.

Residuos (o materiales) reutilizables y reciclables: Residuos sólidos que pueden ser reinsertados en el ciclo productivo, inclusive los orgánicos, considerados bienes de interés público, de valor económico y social, con el potencial de generar trabajo e ingresos y promover la ciudadanía de recicladores y recicladoras (BRASIL, 2023a, Art. 2, III).

Residuos orgánicos compostables: Son aquellos representados por la fracción orgánica de residuos sólidos, pasibles de compostaje, ya sean de origen urbano, industrial, agrosilvopastoril u otro (BRASIL, 2017b, Art. 2, XI).

Residuos reciclables “secos”: Residuos incluidos en la definición anterior, aunque con el objeto de diferenciarlos de los residuos reciclables orgánicos compostables. Este estudio utiliza el término para referirse a la fracción reciclable convencionalmente conocida como “seca” (a pesar de las limitaciones del término), como papel y cartón, plástico, vidrio, metales, textiles y similares, excluidos los residuos de alimentos y vegetales/jardinería.

Residuos sólidos urbanos (RSU): Residuos sólidos comprendidos en los residuos domésticos y los residuos de limpieza urbana, siendo respectivamente los procedentes de actividades domésticas en residencias urbanas y los procedentes de la limpieza de lugares públicos y otros servicios de limpieza urbana (BRASIL, 2010, Art. 13º, I, a, b y c).

Sustrato para plantas: Producto utilizado como forma de crecimiento de plantas (BRASIL, 2014, Art. 2o, XXXVI).

ABISOLO – Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal. **9º Anuário Brasileiro de Tecnologia em Nutrição Vegetal:** 2023. Campinas, SP, 2023. Disponible em: <https://www.abisolo.com.br/anuario/>.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020.** 2020. Disponible em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 27 jun. 2022.

ANCAT – Associação Nacional de Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis. **ATLAS Brasileiro da Reciclagem.** 2022. Disponible em: <https://atlasbrasileirodareciclagem.ancat.org.br/>.

BARREIRA, L. P.; PHILIPPI JUNIOR, A.; RODRIGUES, M. S. **Usinas de compostagem do Estado de São Paulo:** qualidade dos compostos e processos de produção. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 11, n. 4, p. 385–393, out. 2006.

BIPRO; CRI – Copenhagen Resource Institute. **Assessment of separate collection schemes in the 28 capitals of the EU.** Final Report. Brussel: European Commission, November 2015. Disponible em: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/2c93de42-a2fa-11e5-b528-01aa75ed71a1>.

BRASIL. Decreto Nº 4.954, de 14 de enero de 2004. Modifica el Anexo al Decreto Nº 4.954 del 14 de enero de 2004, que aprueba el Reglamento de la Ley Nº 6.894 del 16 de diciembre de 1980, que establece el control y supervisión de la producción y comercialización de fertilizantes, correctivos, inoculantes o biofertilizantes, remineralizantes y sustratos para plantas destinadas a la agricultura. **Diário Oficial da União**, Poder Ejecutivo, Brasília, DF, 15 de enero de 2004.

BRASIL. Decreto nº 8384, del 29 de diciembre de 2014. Modifica el Anexo al Decreto Nº 4.954 del 14 de enero de 2004, que aprueba el Reglamento de la Ley Nº 6.894 del 16 de diciembre de 1980, que establece la producción y supervisión de la producción y comercialización de fertilizantes, correctivos, inoculantes o biofertilizantes destinados a la agricultura. Brasília, DF, Brasil, 2014. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 de diciembre de 2014.

BRASIL. Decreto Nº 11.414, del 13 de febrero de 2023. Instituye el Programa Pro-Recicladoras y Pro-Recicladores de Diogo de SantAna para el Reciclaje Popular y el Comité Interministerial para la Inclusión Socioeconómica de Recicladoras y Recicladores de Materiales Reutilizables y Reciclables. **Diário Oficial da União**, n.º 31, Brasília, DF, 13 de febrero de 2023a.

BRASIL. Ley Federal Nº 12.305 del 2 de agosto de 2010. Estableció la Política Nacional de Residuos Sólidos; modifica la Ley Nº 9.605, del 12 de febrero de 1998; y establece otras disposiciones. **Diário Oficial da União**, n.º 147, 3 de agosto de 2010.

BRASIL. Ley Federal Nº 14.026 del 15 de julio de 2020. Actualiza el marco jurídico del saneamiento básico y modifica la Ley Nº 9.984, del 17 de julio de 2000 [...]. **Diário Oficial da União**, n.º 135, 16 de julio de 2020. Brasília, DF: 2020a.

BRASIL. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento. Instrucción Normativa No. 61 del 8 de julio de 2020. Establece normas sobre definiciones, requisitos, especificaciones, garantías, tolerancias, registro, envasado y etiquetado de los fertilizantes ecológicos y biofertilizantes destinados a la agricultura. **Diário Oficial da União**, 15 de julio de 2020. Brasília, DF, 15 de julio de 2020b.

- BRASIL. Ministerio de las Ciudades. **Plano Nacional de Saneamento Básico - PLANSAB**. Parte 2. Análisis del escenario gubernamental actual en relación con los programas, acciones y actuación de los organismos nacionales responsables del saneamiento básico, involucrando la identificación, caracterización y análisis de las interfaces y contribución directa al proceso de elaboración y el contenido del Plan Nacional de Saneamiento Básico. Brasília, DF: MCidades, 2008. Disponible en: <https://antigo.mdr.gov.br/>.
- BRASIL. Ministerio de Medio Ambiente. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos**: manual de orientação [recurso electrónico] / Ministerio de Medio Ambiente, Centro de Estudios y Promoción de la Agricultura de Grupo, Servicio Social de Comercio/SC. Brasília, DF: MMA, 2017a.
- BRASIL. Ministerio de Medio Ambiente. **Resolução Conama No. 481 de 3 de outubro de 2017**. Establece criterios y procedimientos para garantizar el control y la calidad ambiental del proceso de compostaje de residuos orgánicos, y proporciona otras providencias. Brasília, DF: Ministerio de Medio Ambiente, 2017b.
- BRASIL. Ministerio de Medio Ambiente. Secretaría de Calidad Ambiental. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Planares**. [función electrónica] Coordinado por André Luiz Felisberto França. [et al.]. Brasília, DF: MMA, 2022.
- BRASIL, M. **Pila Azul**: una nueva moneda social estimula el reciclaje y la práctica de la sostenibilidad. Municipalidad de Santiago, 2023b. Disponible en: www.santiago.rs.gov.br/.
- CATAKI. **Pesquisa Cataki** - Contexto de recicladores autónomos e impacto de Cataki en San Pablo, Río de Janeiro y Belo Horizonte. 2022. Disponible en: <https://apoie.pim-pmycarroca.com/pesquisacataki2022>.
- CEMPRE - Compromiso Empresarial con el Reciclaje. **Ciclosoft** - Panorama de la Recolección Selectiva en Brasil. 2023. Disponible en: <https://ciclosoft.cempre.org.br/>.
- CEPAGRO - Centro de Estudios y Promoción de la Agricultura de Grupo. **Agricultura urbana e a Revolução dos Baldinhos**. Certificado en 2011. Florianópolis: Fundación Banco do Brasil, 2011. Disponible en: <https://transforma.fbb.org.br/tecnologia-social/agricultura-urbana-e-a-revolucao-dos-baldinhos>.
- EEA - European Environment Agency. **Municipal waste recycling rates in Europe by country**. 2022. Disponible en: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/municipal-waste-recycled-and-composted-6#tab-chart_7. Consultado el: 01 Jun. 2023.
- FITZPATRICK, G. E.; WORDEN, E. C.; VENDRAME, W. A. **Historical development of composting technology during the 20th century**. HortTechnology, v. 15, n. 1, p. 48-51, 2005.
- FLORIANÓPOLIS. Ley Municipal N° 10.501, del 8 de abril de 2019. Prevé el reciclaje obligatorio de residuos sólidos orgánicos en el municipio de Florianópolis. **Diário Oficial do Município**, Florianópolis, SC, 8 de abril de 2019.
- GAIA - Alianza Global para Alternativas a los Incineradores. **Resíduos Zero para Zero Emissões**: la Reducción de Residuos con el cambio del Juego Climático. Berkeley, CA 94704, Estados Unidos, 2022. DOI: <http://www.doi.org/10.46556/MSTV3095>.
- HOWARD, A. **An Agricultural Testament**. New York and London: Oxford University Press, 1943. Reprinted 1972.
- HOWARD, A.; WARD, Y. **The waste products of agriculture, Their utilization as humus**. London: Oxford University Press, 1931.
- IBGE - Instituto Brasileño de Geografía y Estadística. **Prévia da população calculada com base nos resultados do Censo Demográfico 2022 até 25 de dezembro de 2022**. Dirección de Investigación - DPE - Coordinación Técnica del Censo Demográfico - CTD. IBGE, 2022.
- IBGE - Instituto Brasileño de Geografía y Estadística. **Características gerais dos domicílios e dos moradores 2022**. Dirección de Investigaciones. Coordinación de Investigaciones por Muestreo Domiciliario, Encuesta Nacional por Muestreo de Domicilios Continua 2022. IBGE, 2023.
- INÁCIO, C. de T.; MILLER, P. R. M. **Compostaje**: ciencia y práctica aplicadas a la gestión de residuos. Río de Janeiro: Embrapa Solos, 2009..
- INSTITUTO PÓLIS. **SP Composta, Cultiva** - Documento base para la toma de decisiones [documento electrónico]. São Paulo, SP: Instituto Polis, 2021. Disponible en: <https://polis.org.br/wp-content/uploads/2022/09/SPC-DOCUMENTO-C-BASE.pdf>. Acceso el: 26 mayo 2023.
- ISWA - International Solid Waste Association. **Summary of the state of soils in five countries**. ISWA, 2020. Disponible en: <https://www.iswa.org/biological-treatment-of-waste/>. Acceso: 19 de junio de 2023.
- KAZA, S. *et al.* **What a Waste 2.0**: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Urban Development. Washington, DC: World Bank, 2018.
- MAPBIOMAS. **Colección 7.1 de la Serie Anual de Mapas de Cobertura y Uso del Suelo de Brasil**. MapBiombras Brasil, ago. 2022. Disponible en: <https://brasil.mapbiomas.org/> productos#. Acceso: 27 de junio de 2023.
- MARTINS, I. G. *et al.* Reciclando las relaciones de género: la división sexual del trabajo en las cooperativas de recicladores y recicladoras y el papel de las mujeres líderes en la política pública de residuos sólidos en el distrito federal. En: PEREIRA, B. C. J.; GOES, F. L. **Cataadores de materias recicláveis**: um encontro nacional. Río de Janeiro: I PEA, 2016. Cap. 3, págs. 77 a 100.
- MDR - Ministerio de Desarrollo Regional. Sistema Nacional de Informaciones sobre Saneamiento (SNIS). **Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos**: Visão Geral ano de referência 2021. Ministerio de las Ciudades. Secretaría Nacional de Saneamiento Ambiental - SNSA, 2022. Disponible en: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/diagnosticos_snis. Acceso en: 22 dic. 2022.
- MDR - Ministerio de Desarrollo Regional. Sistema Nacional de Informaciones sobre Saneamiento (SNIS). **Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos**: Gestão Administrativa e Financeira - Ano de Referência 2021. Ministerio de las Ciudades. Secretaría Nacional de Saneamiento Ambiental - SNSA, 2023. Disponible en: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/diagnosticos_snis. Acceso: 26 de junio de 2023.
- MORADIA E CIDADANIA. **Projeto Cozinha Mãe É Desenvolvido Pela ONG Coordenação Santa Catarina**. Vivienda y Ciudadanía - Creado por empleados de la Caixa, 2023. Disponible en: <https://moradiaecidadania.org.br/projeto-cozinha-mae-e-desenvolvimento-pela-ong-coordenacao-santa-catarina/>.
- PEIXOTO, C. **A Revolução do Baldinhos** - Movimiento que recolecta baldes llenos de desechos orgánicos de los hogares de los vecinos de una comunidad en Florianópolis se convierte en una referencia en la gestión comu-

- nitaria de residuos. Believe Earth, 19 de febrero de 2018. Disponible en: <https://believe.earth/en-us/revocao-dos-baldinhos/>.
- PGP – Premio Gestor Público de Paraná. Banco de proyectos. Mención de Honor - **CENTRO DE TRIAGEM E COMPOSTAGEM - CTC DE MARIALVA - PR**. Edición, 2016. Disponible en: http://pgp-pr.org.br/old/projeto_page/684. Acceso: 27 de junio de 2023..
- PRAGMA. **Anuário da Reciclagem 2022**. Pragma Soluções Sustentáveis, 2022. Disponible en: <https://www.pragma.eco.br/biblioteca-pragma>.
- RIBEIRO-BROOMHEAD, J.; TANGRI, N. **Zero Waste and Economic Recovery: The Job Creation Potential of Zero Waste Solutions**. Global Alliance for Incinerator Alternatives (GAIA), 2021. Disponible en: <http://zero-wasteworld.org/zerowastejobs>.
- RODALE, J. I. *et al.* **The complete book of composting**. Emmaus, PA: Rodale Books, 1960.
- SANTIAGO. Ley Municipal N° 241 del 25 de agosto de 2020. Autoriza al municipio a establecer el proyecto “Pila Verde” para fomentar la separación de residuos orgánicos y reducir los costos de disposición final de los residuos domésticos. **Diário Oficial do Município**, Santiago, 25 de agosto de 2020.
- SEEG – Sistema de Estimación de Emisiones y Remociones de Gases de Efecto Invernadero. **Desafios e oportunidades para Redução das Emissões de Metano em Brasil**. Observatorio del Clima, octubre de 2022. Disponible en: <https://seeg.eco.br/2023/03/21/metano-no-brasil-2022/>. Acceso al: 26 mayo de 2022.
- SIQUEIRA, T. M.; ASSAD, M. L. **Compostagem de resíduos sólidos urbanos no Estado de São Paulo (Brasil)**. Ambiente & Sociedade, v. 18, n. 4, p. 243–264, out. 2015.
- SUPTITZ, B. **CoperCicla é modelo na reciclagem**. Jornal do Comércio, 20 de janeiro de 2021. Disponible en: https://www.jornaldocomercio.com/_conteudo/colunas/pensar_a_cidade/2021/01/774989-cooperativa-do-interior-e-modelo-na-reciclagem.html. Acceso en: 05 mayo de 2023.
- TRANI, P. E. *et al.* **Adubação orgânica de hortaliças e frutíferas**. Instituto Agronômico de Campinas, IAC, 2013. Disponible en: https://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/83.pdf. Acceso el: 25 nov. 2017.
- UNEP – United Nations Environment Programme. **Waste Management Outlook for Latin America and the Caribbean**. United Nations Environment Programme. Latin America and the Caribbean Office. Panama City, Panama, 2018.
- UNEP – United Nations Environment Programme; CCAC – Climate and Clean Air Coalition. **Global Methane Assessment: Benefits and Costs of Mitigating Methane Emissions**. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2021. ISBN: 978-92-807-3854-4.
- VIEIRA, V. H. A. **Impactos ambientais do ciclo de vida da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos e o caso da Região Metropolitana de São Paulo**. 2018. Disertación (Maestría) - Universidad Federal del ABC, Programa de Posgrado en Ciencia y Tecnología Ambiental, Santo André, 2018.
- ZWE – Zero Waste Europe. **Cómo hacer una mejor recolección de biorresiduos: Guía para municipios con los métodos de mejor rendimiento para la recolección selectiva de biorresiduos**. Bruselas: Zero Waste Europe, 2022. Disponible en: <https://zerowastecities.eu/tools/how-to-best-collect-bio-waste/>.



MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE E
MUDANÇA DO CLIMA



Instituto **Pólis**