



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO-AMERICANA (UNILA)
INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE ECONOMIA, SOCIEDADE E POLÍTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICAS PÚBLICAS E
DESENVOLVIMENTO (PPGPPD)**

**GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS DE LOS MUNICIPIOS CON
MAYOR POBLACIÓN DE LOS ESTADOS SURENOS DE BRASIL: ANALISIS DE
LOS AÑOS 2013 – 2017**

EVER JOSUE FUENTES GUEVARA

DISSERTAÇÃO

Foz do Iguaçu
2023

Catálogo elaborado pelo Setor de Tratamento da Informação
Catálogo de Publicação na Fonte. UNILA - BIBLIOTECA LATINO-AMERICANA - PTI

F954

Fuentes Guevara, Ever Josue.

Gestion de residuos solidos urbanos de los municipios con mayor población de los estados sureños de Brasil: analisis de los años 2013 - 2017 / Ever Josue Fuentes Guevara. - Foz do Iguaçu - PR, 2023.

88 f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Integração Latino-Americana. Instituto Latino-Americano de Economia, Sociedade e Política. Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas e Desenvolvimento. Foz do Iguaçu- PR, 2023.

Orientador: Prof. Dr. Guillermo Díaz Villavicencio.

1. Gestão de resíduos. 2. Resíduos urbanos - Brasil. 3. Resíduos Sólidos. I. Díaz Villavicencio, Guillermo.
II. Título.

CDU 628.4(81)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO-AMERICANA (UNILA)
INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE ECONOMIA, SOCIEDADE E POLÍTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICAS
PÚBLICAS E DESENVOLVIMENTO (PPGPPD)**

**GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS DE LOS MUNICIPIOS CON
MAYOR POBLACIÓN DE LOS ESTADOS SURENOS DE BRASIL: ANALISIS DE
LOS AÑOS 2013 – 2017**

EVER JOSUE FUENTES GUEVARA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas e Desenvolvimento da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Políticas Públicas e Desenvolvimento.

Orientador: Prof. Dr. Guillermo Díaz Villavicencio

Foz do Iguaçu
2023

EVER JOSUE FUENTES GUEVARA

**GESTION DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS DE LOS MUNICIPIOS CON MAYOR
POBLACIÓN DE LOS ESTADOS SURENOS DE BRASIL: ANALISIS DE LOS AÑOS
2013 – 2017**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas e Desenvolvimento da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Políticas Públicas e Desenvolvimento.

BANCA EXAMINADORA

Orientador:

Prof. Dr. Guillermo Javier Díaz Villavicencio
UNILA

Prof. Dr. Gilson Batista De Oliveira
UNILA

Prof. Dr. Saul Olarte Calsina
UNILA

Foz do Iguaçu, 15 de Septiembre de 2023.

*Dedico este trabajo a la memoria de mi
padre.....*

RESUMEN

La gestión de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) constituye un desafío significativo en la actualidad, especialmente ante el rápido crecimiento poblacional que conlleva un aumento exponencial de los residuos. La problemática de la cantidad de residuos urbanos no solo genera debate, sino que también se vincula estrechamente con su impacto ambiental, abarcando desde su disposición hasta su gestión, aspectos que repercuten en el medio ambiente. Más allá de los efectos ambientales, este problema implica costos considerables para los entes públicos a lo largo de todo el proceso, desde el tratamiento hasta la disposición final. En el ámbito de la investigación científica, el tema ha ganado una importancia exponencial y actual. La investigación se centra en responder a la pregunta fundamental: ¿El aumento de la población ha generado mayores costos para la gestión de residuos sólidos urbanos en los municipios más grandes de los estados sureños de Brasil desde 2013 hasta 2017? El objetivo general de la investigación es indagar si el crecimiento poblacional resulta en mayores costos productivos en la gestión de residuos sólidos urbanos en los mencionados municipios. Para abordar esta cuestión, se empleó una metodología cuantitativa que involucró el uso del software estadístico Stata 16 para analizar diversas variables y explorar su correlación. La validación de las hipótesis se llevó a cabo mediante la regresión de variables por municipios utilizando un panel de datos. Los resultados revelaron que, por cada persona adicional en uno de los municipios, la generación de residuos aumenta en 0.78 toneladas anuales (t/año). En cuanto a la variable de ingresos corrientes, los coeficientes negativos indican que no es significativa para el análisis, ya que su valor $P > |t|$ es 0.715, superando el umbral de 0.05 necesario para la significancia. En resumen, la investigación respalda la hipótesis de que el análisis del comportamiento de las variables en los 15 municipios más grandes de la Región Sur, mediante la regresión lineal en el periodo de 2013 a 2017, puede ofrecer predicciones para la gestión de residuos que minimicen los costos públicos. A pesar del aumento poblacional y de los RSU, no se observa un aumento significativo en los costos de recolección de residuos. Sin embargo, se sugiere la realización de nuevos estudios para comprender este fenómeno, ya sea por la falta de inversiones necesarias o debido a las prácticas adecuadas de la población en cuanto a reciclaje, y a la eficacia de las autoridades públicas en la gestión. En conclusión, se observa que el aumento de la población está asociado al aumento de los residuos, pero sin un impacto significativo en los costos de recolección.

palabras clave: Gestión. Residuos Sólidos Urbanos. Residuos Sólidos Domiciliarios. Municipio. Región Sur.

ABSTRACT

The management of Urban Solid Waste (RSU) is a significant challenge in today's world, especially with rapid population growth, leading to an exponential increase in waste. The issue of the quantity of urban waste not only sparks debates but is also closely linked to environmental impact, covering everything from disposal to management, aspects that have repercussions on the environment. Beyond environmental effects, this problem implies considerable costs for public entities throughout the entire process, from treatment to final disposal. In the realm of scientific research, the topic has gained exponential and current importance. The research aims to answer the fundamental question: Has the increase in population generated higher costs for the management of urban solid waste in the largest municipalities in the southern states of Brazil from 2013 to 2017? The general objective of the research is to investigate whether population growth results in higher productive costs in the management of urban solid waste in these municipalities. To address this issue, a quantitative methodology was used, involving the use of Stata 16 statistical software to analyze various variables and explore their correlation. The validation of hypotheses was carried out through the regression of variables by municipalities using a data panel. The results revealed that for each additional person in one of the municipalities, the generation of waste increases by 0.78 tons annually (t/year). Regarding the current income variable, the negative coefficients indicate that it is not significant for analysis, as its $P > |t|$ value is 0.715, exceeding the threshold of 0.05 necessary for significance. In summary, the research supports the hypothesis that the analysis of the behavior of variables in the 15 largest municipalities in the Southern Region, through linear regression from 2013 to 2017, can offer predictions for waste management that minimize public costs. Despite population growth and RSU, there is no significant increase in waste collection costs. However, it is suggested that further studies be conducted to understand this phenomenon, whether due to a lack of necessary investments or because of the population's proper recycling practices and the effectiveness of public authorities in management. In conclusion, it is observed that the increase in population is associated with an increase in waste but without a significant impact on collection costs.

Keywords: Management, Municipal Solid Waste, Household Solid Waste, Municipality, Southern Region.

RESUMO

A gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é um desafio significativo nos dias de hoje, especialmente com o rápido crescimento populacional, o que acarreta um aumento exponencial de resíduos. A problemática da quantidade de resíduos urbanos não apenas gera debates, mas também está intimamente ligada ao impacto ambiental, abrangendo desde a disposição até a gestão, aspectos que repercutem no meio ambiente. Além dos efeitos ambientais, esse problema implica custos consideráveis para os entes públicos ao longo de todo o processo, desde o tratamento até a disposição final. No âmbito da pesquisa científica, o tema ganhou uma importância exponencial e atual. A pesquisa visa responder à pergunta fundamental: O aumento da população gerou custos mais elevados para a gestão de resíduos sólidos urbanos nos maiores municípios dos estados do sul do Brasil de 2013 a 2017? O objetivo geral da pesquisa é investigar se o crescimento populacional resulta em custos produtivos mais elevados na gestão de resíduos sólidos urbanos nesses municípios. Para abordar essa questão, foi utilizada uma metodologia quantitativa que envolveu o uso do software estatístico Stata 16 para analisar diversas variáveis e explorar sua correlação. A validação das hipóteses foi realizada por meio da regressão de variáveis por municípios usando um painel de dados. Os resultados revelaram que, para cada pessoa adicional em um dos municípios, a geração de resíduos aumenta em 0,78 toneladas anuais (t/ano). Quanto à variável de renda corrente, os coeficientes negativos indicam que não é significativa para a análise, pois seu valor $P > |t|$ é 0,715, ultrapassando o limite de 0,05 necessário para a significância. Em resumo, a pesquisa apoia a hipótese de que a análise do comportamento das variáveis nos 15 maiores municípios da Região Sul, por meio da regressão linear no período de 2013 a 2017, pode oferecer previsões para a gestão de resíduos que minimizem os custos públicos. Apesar do aumento populacional e dos RSU, não há um aumento significativo nos custos de coleta de resíduos. No entanto, sugere-se a realização de novos estudos para entender esse fenômeno, seja pela falta de investimentos necessários ou pelas práticas adequadas da população em relação à reciclagem, e pela eficácia das autoridades públicas na gestão. Em conclusão, observa-se que o aumento da população está associado ao aumento dos resíduos, mas sem um impacto significativo nos custos de coleta.

palavras-chave: Administração. Resíduos Sólidos Urbanos. Resíduos Sólidos Domiciliares. Município. Região Sul.

LISTA DE ILUSTRACIONES

Figura 1 – Diagrama de variables en la gestión integral de RSU.....	29
Figura 2 – 17 objetivos de ONU.....	30
Figura 3 – Contenedores para la separación y reciclaje	36
Figura 4 – Jerarquía en la gestión de residuos sólidos.....	38
Figura 5 – Disposición y tratamiento de RSU de diferentes países 2011 - 2017	41
Figura 6 – Panorama de Resíduos Sólidos en Brasil para 2021.....	43
Figura 7 – Mapa de porcentaje de acumulación de RSU por región.....	44
Figura 8 – Porcentaje de tratamiento de RSU en cada región.....	44
Figura 9 – Proceso del tratamiento de RSU.....	48
Figura 10 – Proceso de elección y triaje para revisión.....	53
Figura 11 – Estados de la Región Sul con Municipios y Carreteras.....	71
Figura 12 – Gráficos de la cantidad de RSU y RDO en los 15 municipios.....	74

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 – Clasificación de los residuos cuanto al origen.....	26
Cuadro 2 – Medidas para no generación de residuos	33
Cuadro 3 – Tipos de reciclajes y características	35
Cuadro 4 – Los parámetros de la PNRS para la gestión de los residuos municipales	36
Cuadro 5 – Tecnología utilizables	41

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 – Estudios de la gestión de los RSU y RDO en distintos países	39
Tabla 2 – Regiones con las disposición adecuado e inadecuado	45
Tabla 3 – Disposición final adecuada e inadecuada en lo año de 2021 entre las regiones	46
Tabla 4 – Censo 2022 de la población del Brasil y regiones	47
Tabla 5 – Tipos de procesamiento de residuos	50
Tabla 6 – Caracterización de los estudios en la Región Sur	54
Tabla 7 – Población de la Región Sur y estados	71
Tabla 8 – Regresión lineal	72
Tabla 9 – Paraná con los 5 municipios en año 2013 hasta 2017	76
Tabla 10 – Santa Catarina con los 5 municipios en año 2013 hasta 2017	77
Tabla 11 – Rio Grande do Sul con los 5 municipios en año 2013 hasta 2017	78

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

ABNT	Asociación Brasileña de Normas Técnicas
ABRELPE	Asociación Brasileña de Empresas de Limpieza Pública y Residuos Especiales
CONRESOL	Consorcio Intermunicipal de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos
CNM	Confederación Nacional de Municipios
CVS	Consejo de Vigilancia Sanitaria
DMLU	Dirección Municipal de Aseo Urbano
FEPAM	Fundación Estatal de Protección Ambiental Henrique Luis Roesler
IBGE	Instituto Brasileño de Geografía y Estadística
LGPGIRS	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
MMM	Ministerio del Medio Ambiente
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ONU	Organizaciones de las Naciones Unidas
PERS	Planes Estatales de Residuos Sólidos
PLR	Proyecto Paranaense de Logística Reversa
RDO	Residuos Domésticos
RPU	Residuos Públicos
PGRS	Programa de Gestión de Residuos Sólidos
PNRS	Plan Nacional de Residuos Sólidos
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
SEDEST	Secretaría de Estado para el Desarrollo Sustentable
SINIR	Sistema Nacional de Información sobre Gestión de Residuos Sólidos
SNIS	Sistema Nacional de Información Sanitaria

SUMÁRIO

1 INTRODUCCIÓN	12
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	14
1.2 PROBLEMA.....	15
1.3 OBJETIVO(S).....	17
1.3.1 Objetivo General	17
1.3.2 Objetivos Específicos.....	17
2 Marco teórico	18
2.1 Políticas públicas y sus vertientes	18
2.1.2 El papel del Estado	22
2.2 Actuaciones del tratamiento de residuos urbanos	25
2.2.1 Clasificaciones y términos utilizados.....	26
2.3 La gestión de los RSU.....	32
2.3.1 La Gestión de Los RSU en Mundo	39
2.3.2 Gestión de RSU en las regiones brasileñas.	42
2.4 Revisión de la literatura del tratamiento y manejo RSU.....	52
2.5 Hipótesis	61
3 METODOLOGÍA	62
3.1 Caracterización de la investigación	62
3.2 Delineamento da pesquisa	62
3.3 Población y recopilación de datos	63
3.4 Procesamiento y visualización de datos	63
3.4.1 Panel Data	64
3.4.2 Introducción a los fundamentos del análisis de datos longitudinales.....	66
3.4.3 Aplicación en Stata 16:.....	68
4 RESULTADOS	71
4.1 Validación de hipótesis	79
5. CONSIDERACIONES FINALES.....	81
REFERENCIAS	84

1 INTRODUCCIÓN

La cantidad de residuos urbanos es actualmente un tema muy debatido, ya que la disposición y gestión de los que ya no se utilizan está totalmente en conexión con el impacto al medio ambiente (WISSMANN et al., 2014). De hecho, a lo largo de los años, se asimila con el aumento de la población, ya que con el aumento de la población se produce un aumento proporcional de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) (TINOCO; KRAEMER, 2011; GOUVEIA et al. 2012; DOS ANJOS et al., 2016).

Tinoco y Kraemer (2011) sensibilizan que mediante ese crecimiento poblacional se creó una demanda de recursos sin precedente, sometiendo al medio ambiente a una agresión que está provocando el declive de manera acelerada del ambiente sufre con la pérdida de su calidad y capacidad de sustentar la vida.

En esa perspectiva, Wissmann et al. (2014). advierten que, antes de preocuparse por la gestión de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), debería centrarse en comprender el significado de los tipos de residuos existentes. La suma de estos conduce a la contaminación, resultando en la degradación de la calidad del medio ambiente y generando efectos negativos en la salud, la seguridad y el bienestar de la población. Esto afecta las condiciones estéticas y sanitarias del entorno.

Ya que en la basura se encuentra los residuos sólidos, semisólidos o líquidos, por lo que cada uno necesita un tratamiento adecuado (WISSMANN et al., 2014). Todavía en el presente estudio se preocupa con el gerenciamiento de los RSU, que según la NBR 10004:2004, emitida por la Asociación Brasileña de Normas Técnicas (ABNT, 2004), ese tipo de residuo proviene de la generación de basuras sólidas y semisólidas, además son provenientes de actividades industriales, domésticas, hospitalarias, comercial, agrícola, servicios de barrido, entre otras.

La clasificación de basura, para su posterior tratamiento y manejo de desechos, está garantizada por la constitución federal de 1988 (BRASIL, 1988), y no es una preocupación reciente. Los valores de la Constitución, está en la protección del medio ambiente y la lucha contra la contaminación en cualquiera de sus formas, según el artículo 23, el inciso VI, que atribuye esta responsabilidad y competencia de la Unión, Estados, Distrito Federal y Municipios.

A nivel nacional, a través de la Ley n. 12.305/2010, se determinó que todos los municipios estaban obligados a realizar la separación de residuos correctamente, a través de la recolecta selectiva. En la época, la ley dispuso como uno de los principales

objetivos la eliminación de vertederos hasta 2014, y también se centró en la reducción del volumen de residuos generados para la ampliación del reciclaje en las cadenas productivas a través de la logística inversa (BRASIL, 2010).

Como se discutió por Wissmann et al. (2014) incluso antes de la citada ley, algunos municipios de las regiones del país ya establecían normas e implementaban su propia legislación para la preservación del medio ambiente y el cuidado de los residuos urbanos. En la Región Sur de Brasil, la Ley N° 9921 de 1993 (RIO GRANDE DO SUL, 1993), Ley N° 12493 de 1999 (PARANÁ, 1999) y Ley N° 13.557 de 2005 (SANTA CATARINA, 2005) correspondientes a las leyes de los estados de Rio Grande do Sul, Paraná y Santa Catarina, respectivamente, ya preconizaba los criterios relacionados con la generación, recolección y disposición de RSU, bien como la responsabilidad municipal por estos manejos y gestión.

Proporcionalmente, los costos de gestión se incrementan, lo que resulta en la necesidad de una previsión presupuestaria que garantice la adecuada prestación del servicio de recolecta y eliminación de residuos, así se requiere una planificación precisa. Como resultado de toda esta planificación, hasta 2011, la región sur, según datos proporcionados por la Asociación Brasileña de Empresas de Limpieza Pública y Residuos Especiales (ABRELPE, 2011), para la región que menos generaba RSU entre las 5 regiones brasileñas.

Según los datos, la región sur tenía la más pequeña cantidad de generación de RSU per cápita, con 0,887 kg/habitante/día, en el momento del citado estudio (ABRELPE, 2011). Por lo tanto, en medio de la demostrada eficacia de la Región Sur para las demás regiones hasta el año de 2011 (ABRELPE, 2011) el presente estudio tiene como objetivo investigar cómo pasó la gestión de (RSU) de los municipios con mayor Población de los estados sureños de Brasil, por medio del análisis de los años desde 2013 hasta 2017.

Para el trabajo de disertación se rescatan diferentes biografías utilizadas a lo largo del programa de Posgraduación en Política Públicas y Desarrollo, que motivaron el estudio del área específica de los residuos sólidos, tales como el papel que juega el estado, la construcción de las políticas públicas entre otras. Estudio que servirá para poder escoger minuciosamente bibliografía científica, que aborda diferentes perspectivas del tratamiento y manejo de los residuos sólidos, esto principalmente para descartar posibles estudios ya realizados con respecto al tema.

También, para poder aclarar conceptos y definiciones en dicho trabajo. También, para tener una orientación del manejo y otras perspectivas de cómo se puede

abordar y tratar dicha problemática.

Por último, se escoge datos estadísticos del Sistema Nacional de Información de Saneamiento (SNIS), específicamente en el panel de residuos sólidos urbanos, y del Instituto Brasileiro de Geografía y Estadística (IBGE) datos de la Región Sur con los principales cinco municipios de los estados de Rio grande do Sul, Paraná y Santa Catarina, años 2013 hasta el 2017. Para poder construir la tabla estadística y analizar los resultados; es así que podremos confirmar y descartar las hipótesis planteadas, y poder dar consideraciones finales, concretas.

1.1 JUSTIFICACIÓN

Entender cómo se gestionan los residuos sólidos urbanos en la región sur es de gran importancia porque es un tema actual que involucra a un número exponencial de personas, gasto público y sobre todo la preservación del medio ambiente, evitando mayor degradación y contaminación.

En cuanto a la importancia del estudio, en cuanto al número de personas involucradas, Brasil es el país más grande de América Latina, y según datos del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE, 2022) llegó en 2022 con 207.750.291 habitantes, los datos se basan en las recolecciones realizadas por el Censo Demográfico 2022 hasta el 25 de diciembre.

Solo en Brasil, 81,8 millones de toneladas de basura en 2022, es lo que indica la nueva edición del Panorama de Residuos Sólidos en Brasil, promovido anualmente por ABRELPE (2022). Así, cada persona genera, de media, 381 kg al año, lo que supone más de un kilo de residuos al día.

En el caso de la región Sur, la población estimada es de 30.685.598 representa alrededor del 10,6% de la producción de basura. Entre las regiones, el Sudeste fue responsable por casi la mitad (49,7%) de la basura producida en el país en 2022, más de 40,6 millones de toneladas. El Medio Oeste, con alrededor de 6,1 millones de toneladas por año, representó el 7,5% del total y fue la región con menor generación de residuos (ABRELPE, 2022).

En cuanto a la gestión, recolección y tratamiento de estos residuos, en 2022 se recolectaron en Brasil más de 76,1 millones de toneladas de residuos urbanos, lo que representa una cobertura del 93%. Con un fuerte énfasis en el Sur y Sudeste, más del 90% de las ciudades tienen proyectos en la zona, mientras que, en el Medio Oeste, poco más

del 50% tiene alguna iniciativa en este sentido.

Dados los datos presentados, el presente estudio puede contribuir a la presentación de estrategias realizadas en la Región Sur, y puede servir de ejemplo para otras regiones, asimismo, puede presentar nuevas percepciones para que se logren nuevos objetivos no solo en la región sur sino también en otras regiones, principalmente aquellas que no cuentan con programas para el tratamiento de RSU.

En este sentido, es válido entender cómo los 5 municipios más poblados de cada estado que conforman la Región Sur, realizan los tratamientos de estos RSU, mostrando cómo se da su gestión en cada municipio. Por lo tanto, el estudio presenta 15 municipios de la Región Sur.

Se entiende que, al analizar el comportamiento de las variables de los 15 municipios más grandes de la Región Sur, en un marco temporal de 2013 a 2017 y analizarlos a través de métodos cuantitativos considerados confiables, uno puede promover predicciones que ayudan a entender la problemática que permite la definición de políticas públicas dirigidas a la generación, recolección y eliminación de desechos de manera que se minimice el impacto ambiental y también los costos públicos, y puede convertirse en un importante instrumento en la previsión presupuestaria.

La investigación enriquecerá la literatura, sirviendo como fuente primaria para estudiantes y profesionales del área de Ciencias Sociales, Políticas Públicas, Ciencias Biológicas, entre otras, encajándose en una temática multidisciplinar y multiprofesional. Además de los aportes antes mencionados, es de total relevancia la línea de investigación con el área de concentración del Programa de Posgrado en Políticas Públicas y Desarrollo, que puede dar continuidad a nuevos estudios.

1.2 PROBLEMA

Desde mediados de 2021, ABRELPE (2022) ha analizado que tras un retorno paulatino de las actividades a los estándares que imperaban antes de la pandemia, el proceso de consumo y manejo de materiales desechados por la población ha vuelto a sufrir transformaciones importantes. Además del regreso presencial del trabajo, el estudio y otros matices del día a día, la adopción de modelos híbridos comenzó a incorporarse a la dinámica social a un nivel superior, reordenando los centros de generación de residuos.

Con el fin de fortalecer aún más las medidas de tratamiento, en 2022 la gestión municipal adoptó el modelo de gestión de residuos sólidos basado en normas,

desde el Decreto 10.936/2022, que reglamentó la Ley 12.305/2010, Nacional de Residuos Sólidos y el Decreto 11.043/2022, que instituyó el Planares - Plan Nacional de Residuos Sólidos (PNRS), principal instrumento previsto en la Ley, que establece las estrategias, lineamientos y metas del sector, en un horizonte de 20 años.

A pesar de estas medidas, hay municipios que aún no cuentan con un esquema de proyecto de iniciativas de manejo y tratamiento de RSU, bien como las que poseen necesitan tener en cuenta cuanto y como, están siendo aplicados de la verba para esos tratamientos, otro problema está con el crecimiento de la población causando aún más residuos, que no siempre son tratados adecuadamente.

Retratando el problema central del presente estudio, si bien la Región Sur está realizando proyectos de gestión de tratamiento de RSU, la preocupación por los efectos negativos sobre el medio ambiente, el aumento de población y generación de residuos, y el impacto en las cuentas públicas, la presente búsqueda de visas responder la pregunta: ¿el aumento de la población, generó más costos para la gestión de residuos sólidos urbanos de los municipios con mayor población de los estados sureños de Brasil desde los años de 2013 hasta 2017?

1.3 OBJETIVO(S)

1.3.1 Objetivo General

Investigar si el aumento de la población, genera más costos productivos en la gestión de residuos sólidos urbanos de los municipios con mayor población de los estados sureños de Brasil desde los años de 2013 hasta 2017.

1.3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Analizar las variables número de habitantes; generación de residuos por habitante; ingresos corrientes de los 15 municipios de la Región Sur, en medio del Programa Panel Data;
- ✓ Entender qué variable influye más en el gasto en la gestión de RSU en los 15 municipios de la Región Sur;
- ✓ Conocer el modelo de gestión de RSU realizado en los 15 municipios de la Región Sur según crecimiento poblacional.

2 MARCO TEÓRICO

Este capítulo rescata la bibliografía de mayor importancia, que fue impartida en los diferentes cursos del programa de PPGPPD, para comprender el funcionamiento de las políticas públicas, y el papel que juega el Estado. Como apertura definiendo, el concepto de las Políticas Públicas (*Public Policy*) que tiene sus orígenes en los Estados Unidos para la década de 1950, uno de los principales autores es Harold Laswell con la publicación del libro "La orientación política", y la contribución de David Truman con su libro "El proceso de gobierno". A su vez, al final de este capítulo todavía se presenta una revisión de los estudios de la gestión de los residuos.

2.1 Políticas públicas y sus vertientes

Las políticas públicas como ciencias, que estudia las decisiones políticas, sus procesos y participación de órganos gubernamentales y no gubernamentales. Sin embargo, la elaboración y estudio de las políticas públicas, se desglosa en las fases de identificar el problema, formulación de alternativas, formación de agenda, toma de decisiones, implementación, evaluación y extinción de estas mismas según Secchi (2011).

Por otro lado, según Saravia (2006), explica que las actividades estatales en torno a las políticas públicas, se desglosa en torno a tres vertientes científicas históricas en las cuales en un inicio fueron las ciencias jurídicas, donde los conquistadores españoles y portugueses siempre llevaban consigo textos y leyes, para implementarlas en las tierras que descubrían. Esto también sirvió bastante para la época del imperio romano. Sin embargo, con las vertientes del taylorismo y fayolismo, se implementaron las ciencias administrativas, que se basaban en la organización y la administración del Estado.

Sin embargo, la administración siempre se ha manejado como a nivel empresarial y, por ende, el Estado no sólo es eso, sino que también tienen características sociales orgánicas. Es por ello que, en la ejecución de las políticas públicas en base a la eficiencia, tomando en cuenta otra perspectiva se crearon la formulación de políticas públicas, con ellos se fueron retomando las Ciencias Políticas para ellos.

“Con el tiempo, se ha basado en varias perspectivas: filosofía, ciencias políticas, sociología, las ciencias jurídicas y el de las ciencias administrativas. La visión antropológica y las condiciones psicológicas también son alternativas metodológicas” (SARAVIA, 2006, p. 21). Es por ello que según Saravia (2006) explica que para poder definir concepto de políticas públicas, primero importante tener cuenta sus principales bases

teóricas; Saravia explica que las políticas públicas se basan como un flujo de decisiones públicas; también qué las políticas públicas promueve varias cosas, la que podemos destacar actividades gubernamentales, alcanzar una situación social deseada, una norma que regularice ya tenía una determinada problemática, en específico está será con la que nosotros trabajaremos y desarrollaremos. Por otro lado, existe una toma decisoria en la conformación de políticas públicas, por ende:

Es un flujo de decisiones públicas, orientadas a mantener el equilibrio social o a introducir desequilibrios encaminados a modificar esta realidad. Decisiones condicionadas por el propio flujo y por las reacciones y cambios que provocan en el tejido social, así como por los valores, ideas y visiones de quienes adoptan o influyen en la decisión. (SARAVIA, 2006, p.28)

Pues para poder tomar estas decisiones y así mantener el equilibrio, conlleva un proceso para la elaboración y formación de políticas públicas, en este proceso podemos identificar tres etapas las cuales se desglosan en la, formulación implementación y evaluación. La formulación generalmente es tomada por un órgano o ente político puede ser una asamblea o congreso, sin embargo, su formalización se expresa mediante una ley o norma jurídica.

Después de ello se puede implementar, y éstas puede ejecutarse mediante programas o proyectos para poder ejecutar la decisión política. Sin embargo, es necesario que, después de recolectar los datos pertinentes para llevar a cabo una evaluación de la política pública, se proceda con el análisis de estos resultados para identificar tanto los beneficios como las contradicciones de la implementación. Por ende, la evaluación sirve para poder nuevamente, incluir o quitar procesos o proyectos que beneficien y den una mayor efectividad de la política. En pocas palabras las políticas públicas pueden reconocerse como un ciclo, que con el transcurrir del tiempo es constante y cambiante. A continuación, expresamos el proceso.

Aguilar (2012), presenta las políticas públicas como una secuencia o un sistema cíclico, similar a lo presentado por Capella (2018), pues ésta se basa en acciones que deben cumplir diferentes objetivos, para poder resolver problemas, de origen público. Por otro lado, también explica que se debe llegar a una conciliación entre el Estado y los diferentes sectores de la población, y así poder resolver las diferentes problemáticas de origen público y no individual. Pues las políticas públicas se presentan como un proceso de solución de problemas, y para ello presenta como primer proceso la formación de la agenda, donde una determinada acción y proceso social y calificada y aceptada como un problema

público, por ello que el gobierno debe preocuparse por la solución de dicha problemática.

Consecuentemente se pasa a la definición de problema, dónde se establece la problemática concisa, ya teniendo claro cuál es el problema definido se realiza una construcción de opciones, donde se selecciona lo más apropiado o que se acopla como una mejor solución a la problemática. En continuidad se realiza la actividad de la comunicación política, la cual consiste, comunicar al público de interés de la política, ya que se debe de justificar y esclarecer por qué se implementará la política, como se dará la implementación, pues se necesita legitimar los motivos y porque es lo más viable para solventar la problemática, presenta el público de interés.

Por último, es imperativo realizar una evaluación, que constituye el último punto que cierra el ciclo o espiral de la política pública. En este paso, se lleva a cabo la recolección de resultados, donde deben considerarse aspectos como la "legalidad, integralidad, carácter público, transparencia, eficiencia económica y su impacto social" (AGUILAR, 2012, p.37) pues ya teniendo estos indicadores se podrá definir la evaluación de la política, con ello se podrá evaluar el impacto de la política pública, así como el conocimiento relevante y útil que se usará como fuente de aprendizaje.

Por otro lado, Secchi (2016), presenta que todos los Estados deben de tomar buenas decisiones en las políticas públicas, se deben de basar en los diferentes datos e informaciones, para mejorar el estilo de vida de sus habitantes. Y presenta como método el análisis de las políticas; inicialmente destaca que, para poder entender la política pública, inicialmente existe un problema público, y la política pública es la respuesta a esta problemática. Coloca como metáfora de la enfermedad (como problemática pública), y para ello se necesita diagnosticar cuál es la enfermedad, para así pues prescribir un tratamiento médico (política pública), qué es un posible remedio a dicha enfermedad.

Sin embargo, existe una amplia gama de formas y métodos para curar diferentes enfermedades, y es aquí donde entra el análisis de la política pública, para así pues diagnosticar un remedio certero a la enfermera. "El objetivo central de esta actividad es dar información para que la política pública se adapte a resolver o mitigar un problema público" (SECCHI, 2016, p. 10). También presentan las diferentes funciones que desempeña el analista como autor técnico político, en las cuales entran, "delimitar el problema público, creación de alternativas, recolección de datos, tratamiento y análisis de los datos, organizar reuniones entre políticos y grupos de interés, así como elaboración de la *policy reports* y estructuración y recomendación de política pública" (SECCHI, 2016, p. 17).

Por otro lado, Capella (2018) presenta métodos y técnicas para poder formular políticas públicas, y lo divide en cuatro métodos y técnicas para formular políticas públicas, la primera de ellas es la definición del problema, la segunda es la definición de problemas y definición de opciones, la tercera es la definición del problema y la definición de soluciones y por último está la resolución de problemas.

Cada una está respaldada por diversos factores citados textualmente. Sin embargo, nos centraremos en la última, que es la resolución del problema presentada por Bardach y Patashnik (2019). Ellos trabajan bajo el concepto de agenda-setting y dividen el análisis de las políticas públicas en ocho pasos, que son los siguientes: el primero de ellos es definir el problema, este consiste presentar diferentes falta y exceso en el sistema, también se puede dar mediante lo cotidiano analizando las diferentes insatisfacción y reclamaciones, y eso que puede generarse diferentes soluciones simples sin embargo por ello el siguiente paso es importante ya que se debe de presentar algo palpable para dar una solución más viable.

Y el segundo consiste en reunir diferentes evidencias, para ello se deben de tomar diferentes perspectivas para tener un panorama mucho más amplio, y así poder fundamentar las diferencias; posteriormente se deben de construir diferentes alternativas, en la cual se deben de presentar diferentes alternativas para enfrentar y solucionar el problema. En este punto se deben de seleccionar los criterios a evaluar, para ese construir diferentes alternativas utilizando el análisis de las políticas públicas, de eficiencia que debe de tener esto teniendo presente la relación de costo y beneficio. Es así que se podrá proyectar resultados, conforme a los *tradeoffs* que consiste en lo que se pierde y se gana por cada alternativa o consideración presentada, cuando ya esté presente se pasa a la decisión, consiste en el análisis de todas las etapas anteriores, y así poder decidir qué hacer.

Por último, presenta que debe contar su historia, aquí se deben de plasmar las sugerencias y presentar una propuesta qué se puede dar de manera escrita o verbal. Es por ello que la disertación reúne diferentes variables con informaciones y datos específicos; que le serán útiles para realizar una evaluación y análisis de las políticas públicas de saneamientos, los Estados de la Región Sur con los principales cinco municipios de los estados de Rio grande do Sul, Paraná y Santa Catarina. Donde se exponen los beneficios y contradicciones de su implementación.

La continuación se expone la importancia que y rol que juega el estado en solución a problemáticas como lo son las del saneamiento. Así como ejemplos que citan los

autores citados en relación a solución a dichas problemática.

2.1.2 El papel del Estado

Evans (1996) hace referencia a que en las décadas posteriores a la Segunda Guerra mundial específicamente en la década de los años 50 y 60 se tenía la premisa o el pensamiento principal de que el aparato del Estatal, podría implementarse principalmente en el desarrollo o aceleración industrial del país o del Estado y que cumplía un papel un papel importante en la modernización de otras áreas económicas por ejemplo la agricultura y que suministraría un desempeño muy importante la gestión de esta para las décadas o años posteriores considerando al Estado como un agente predominante en el cambio y en el desarrollo económico de un país con el pasar de los años se da un cambio en la imagen del país o del Estado considerándolo ya no una solución o un medio para el desarrollo sino como un problema, consecuencia de ello debido al fracaso en muchas de las áreas económicas y sociales en los cuales el estado debería intervenir todo ello ocasionó un cambio estructural en la concepción primordial del Estado por parte de la población.

Independientemente de la idea, pensamiento, que tengamos sobre la función del Estado debemos tener muy presente que el Estado posee una función central en el proceso de cambios a nivel estructural para todo el país, en sí representa un papel central; pero también hay que tener presente la capacidad o los recursos con los que el Estado pueda contar para poder suplir las necesidades de la población, su rol o su función; en cualquier economía es decir que no se trata únicamente sólo de enfocarse o reconocer las necesidades que un país tenga, también debemos ser conscientes de los recursos con los cuales una nación pueda contar para suplir las necesidades de su población, ya que de ello dependerá en gran manera el éxito que cada política o cada gestión pública pueda llevarse a cabo por parte del Estado para con sus ciudadanos.

Retomando los recursos con los cuales el estado pueda contar hay que tener presente también que no sólo se trata del momento o de suplir necesidad, sino también si el estado puede suplir a través del tiempo las políticas que implemente para con su población, de ahí viene la importancia de la capacidad del Estado no simplemente en la pericia y la perspicacia sino también en que sus proyectos puedan perdurar a través del tiempo e incluso mejorarlas adaptándolas a las nuevas realidades. Esto debido a que

muchas veces las expectativas pueden ser optimistas, pero poco realista en cuanto a la capacidad del Estado o si éstas pueden perdurar a través del tiempo ya que muchas veces se plasman proyectos con concepciones utópicas es decir ideales, pero poco reales de ejecutarse o sustentarse a través del tiempo.

Posteriormente a una contribución enmarcada en lo que se denomina la tercera ola, en la cual se reflexiona sobre el Estado no solo desde su base empírica, es decir, la experiencia de su capacidad y la exitosa instrumentalización de sus programas de ajuste estructural. Más bien, se examina el papel del Estado en relación con planes de desarrollo previos que puedan poseer y se busca suministrar datos e insumos analíticos sobre las características de la institución que destacan en aquellos estados o países que han logrado un mayor éxito en estas áreas de desarrollo en comparación con aquellos que no lo han logrado. Es decir, se consideran elementos o insumos que pueden servir como parámetro o referencia para ayudar a aquellos países que no han tenido el éxito deseado en sus programas o desarrollos de políticas llevados a cabo por la gestión pública en cada estado o país.

Pero entonces nos preguntamos o nos cuestionamos como ciudadanos cuáles son las perspectivas que como población tenemos sobre el estado pues en muchos de los casos es de antipatía y desdén por no lograr o por no suministrar elementos indispensables para el desarrollo y bienestar de toda la población en general y para ello se pueden citar algunos ejemplos sencillos como el interminable tiempo que muchas veces se lleva a cabo para obtener una licencia o permiso por parte de una institución de Gobierno demorándose mucho más del tiempo debido para dar una respuesta a un ciudadano ante su petición.

Evans (1996) cita a los autores Gerschenkron, Hirschman, así como también a Weber, en el cual menciona que los Estados que logran el éxito en las tareas o proyectos establecidos pueden llamarse legítimamente desarrollistas es decir que extraen excedentes beneficios, pero, también ofrecen bienes colectivos fomentando entre su población perspectivas positivas a socios empresariales a largo plazo para así aumentar inversiones que ayuden a transformar la realidad o mejorar las condiciones de vida de la población, generando de esta manera un beneficio social a nivel general a toda la población mediante ajustes económicos y transformaciones estructurales en lugar de impedir o bloquear las inversiones o desarrollos.

A nivel mundial, se pueden identificar diversos casos en los que el Estado sirve como un

mecanismo para abordar los problemas de la población, implementando políticas público-privadas que contribuyen al desarrollo y bienestar de la sociedad. Sin embargo, también existen casos en muchos países en los cuales la burocracia o el ejercicio del poder por parte del gobierno de turno, en lugar de brindar ayuda para generar bienestar, resulta en un problema aún mayor para sus habitantes.

Tomando como ejemplo el país de Zaire, ubicado en África, se observa que desde la llegada al poder de Joseph Mobutu Sese Seko en 1965, un reducido grupo de sus allegados controla el aparato estatal. Este grupo se beneficia de los recursos del país, dejando de lado a la mayoría de la población. El autor menciona que en dicho país, el presidente expresó: "Todo está en venta y todo se compra en nuestro país" (EVANS, 1996, p.25). Esto significa que, sin importar si esto perjudica a la población, lo esencial para él y su grupo allegado, que ejerce el poder, es únicamente su bienestar e interés económico. En lugar de ser una solución, la burocracia ejercida en esta nación se convierte en una amenaza o un problema para la población.

Entonces qué nos trae a cuenta esta reflexión que en toda burocracia se debe ejercer o fomentar la ética para hacer un uso razonable y correcto de los bienes que son del Estado y crear a través de ellos junto con el sector privado políticas que ayuden a un bien mayor como lo es el bien colectivo, y no intereses mezquinos de un grupo de personas que ejercen el poder por parte del Estado. Caso contrario se tienen países en los cuales la burocracia es llevada a cabo mediante la meritocracia y no para cubrir cuotas políticas o favores adquiridos dentro de los países que sirven como modelos y que son considerados como Estado desarrollista podemos citar a Japón, Corea entre otros. Como por ejemplo posterior a la Segunda Guerra mundial el estado japonés llevó a cabo un rol muy importante entre su población al propiciar decisiones de inversión transformadoras que ayudarán a resurgir, renacer al país como una potencia mediante políticas públicas que permitieron el desarrollo de dicha nación.

Como parte de las políticas buscar a una interacción entre redes internas y externas para ayudar al buen funcionamiento del Estado, dentro de ello buscaron apoyo dentro de las mejores universidades para reclutar funcionarios que acorde a sus estudios y capacidades ayudarán a una mejor burocracia en las diferentes actividades del Estado formando una identidad acorde a sus capacidades y puestos.

Otro caso que podemos mencionar en los cuales el estado ejerce una excelente política para el desarrollo funcionamiento es en Corea del Sur en la cual el Estado tiene un sistema de reclutamiento de personal basado en exámenes de ingresos a cargos

públicos.

Retomando en el caso de Japón el reclutamiento meritocrático que llevan a cabo a través de unidades de universidades de prestigio hacen que se genere una red de intercambio de conocimiento y de solidaridad que enriquecen la función de la administración pública ayudando así a desarrollar e implementar mejores proyectos y programas que ayuden al desarrollo económico y social de sus ciudadanos y que estos a su vez sean sostenibles a través del tiempo. Entonces en los casos como los planteados de los países de Japón y Corea podemos ver como ellos utilizan sistemas de reclutamiento de personal o de funcionarios a través de las mejores universidades de sus respectivos países para llevarlos al desarrollo de políticas públicas de cada una de sus áreas, pero en esta parte debemos también agregar que no sólo depende de este punto sino que también debe existir una excelente interacción y armonía entre el sector privado y el sector público, es decir una sociedad público privado no meramente en un sentido económico sino en un sentido de un desarrollo hacia la población de un desarrollo social.

Recapitulando hasta el momento hemos hablado de dos tipos de Estado unos considerados como predatorios (Ej. Zaire) en el cual el estado en lugar de ayudar es una amenaza o representa un peligro para sus mismos ciudadanos, y otros Estados considerados como desarrollistas tales como Corea y Japón y otros países del sureste asiático quien mediante sus políticas públicas se han desarrollado en gran manera y ha mejorado la calidad de vida de su población. Posterior a ello el autor cita un tercer grupo que son los casos intermedios es decir ni predatorios ni desarrollistas y aquí menciona a países como Brasil e India los cuales considera como casos intermedios ya que estos países suministran amplios ejemplos o casos de combinación de elementos tanto del tipo desarrollista con características que niegan el aislamiento planteada por Weber y socavan la inserción ambos Estados han pisado una transformación significativa en sus respectivos países sin embargo existen muchos contrastes entre una buena parte de su población que viven en pobreza o extrema pobreza y otra parte que tienen condiciones de vida mucho más favorables.

2.2 Actuaciones del tratamiento de residuos urbanos

Este tópico analiza las principales clasificaciones utilizadas para lo tratamiento de los residuos existentes, destacando las actuaciones de los poderes públicos

para la mensuración de los costos, y desarrollo sostenible. Las investigaciones estudian y desarrollan análisis a partir de variables. Así como los autores definen las principales variables trabajadas en la disertación.

2.2.1 Clasificaciones y términos utilizados



La basura es un factor que genera la contaminación. Lo mismo se entiende como el conjunto de materiales en desuso de actividades humanas o generadas por naturaleza, que se toman de las calles y lugares públicos por la operación de barrido (WISSMANN et al., 2014). Jardín y pozos (1995) complementan lo que la basura puede concebir como restos de las actividades humanas, se considerado por los generadores como inútil, indeseables, y descartables.










Son los papeles, cartones, vidrios, latas, plásticos, trapos, hojas, ramitas, alimentos, madera y otros desechos presentados para su recolecta en las puertas de las casas o arrojado a las calles. (COMPAM, 2012). Todos los desechos cuando no se tratan adecuadamente dan como resultado la contaminación del ecosistema.

Sin embargo, existen residuos más complejos, como los de construcción civil, hospitalarios, radiactivos, agrícolas, industriales y mineros, pero también los domésticos, derivados de las actividades domésticas en viviendas urbanas, y los de limpieza urbana, procedentes del barrido, limpieza de zonas comunes y vías públicas (IPEA, 2020).

El Sistema Nacional de Información sobre Gestión de Residuos Sólidos (SINIR) establecido por la Política Nacional de Residuos Sólidos es un sistema de información que recopila, sistematiza e integra datos relacionados con la gestión de residuos sólidos en Brasil (SINIR, 2023). Lo órgano todavía clasifica los residuos cuanto al origen y peligrosidad según lo cuadro 1:

Cuadro 1 – La clasificación de los residuos según su origen.

ORIGEN DE LOS RESIDUOS	CARACTERÍSTICAS
Domésticos - provenientes de actividades domésticas en residencias urbanas. 	El crecimiento acelerado y desordenado de las ciudades brasileñas, asociado al consumo masivo de productos industrializados y desechables, ha provocado un aumento desmesurado de la cantidad de residuos sólidos domiciliarios en las zonas urbanas y rurales.
Residuos de Limpieza Urbana. Cabe destacar que la limpieza urbana 	I - recolecta, transbordo y transporte de residuos II - clasificación, con fines de reutilización o reciclaje, tratamiento, incluido el compostaje, y disposición final de los residuos

se compone de varias actividades.	III - barrido, deshierbe y poda de árboles en las vías públicas y lugares públicos y otros eventuales servicios relacionados con la limpieza pública urbana.
Sólidos urbanos 	los procedentes de actividades domésticas en residencias urbanas (residuos domésticos) y los procedentes del barrido, limpieza de vías y vías públicas y otros servicios de limpieza urbana (residuos de limpieza urbana).
Establecimientos Comerciales y Prestadores de Servicios. 	Generados en los establecimientos comerciales y de servicios, que aun siendo caracterizados como no peligrosos, por su naturaleza, composición o volumen, no son tratados como residuos domiciliarios por parte del gobierno municipal.
De los Servicios de Saneamiento Básico (RSB). 	Todos los que se originan en el abastecimiento de agua potable, en el alcantarillado sanitario y en el drenaje y manejo de las aguas pluviales. Algunos de estos residuos, como los lodos, pueden tener un gran potencial de polución y contaminación de los recursos naturales si no se gestionan correctamente.
Industriales 	Son los generados en los procesos productivos e instalaciones industriales. Sujeto a la elaboración de un plan de gestión de residuos sólidos industriales que pase a formar parte del proceso de licenciamiento ambiental (art. 24, Ley nº 12.305/2010) y, en su caso, a la implantación de un sistema de logística inversa.
De los servicios de salud 	Los residuos generados en los servicios de salud según lo definido en los reglamentos o normas establecidos por los órganos del SISNAMA y el SNVS. resultantes de las actividades realizadas en los establecimientos que prestan servicios de salud y que por sus características generan residuos que requieren de procesos específicos de manejo, los cuales pueden o no requerir un tratamiento previo a su disposición final.
De construcción civil 	generados en la construcción, rehabilitación, reparación y demolición de obras de construcción civil, incluidos los resultantes de la preparación y excavación de terrenos para obra civil". Estos residuos son de difícil degradación o no son degradables, lo que los diferencia de los RSU en cuanto a disposición en suelo, ya que no suelen tener un volumen reducido en el tiempo, agotando el espacio de disposición más rápidamente y privando de otros usos luego del cierre de actividades.
Agrosilvopastoris 	Generados en actividades agrícolas y actividades silvícolas. Incluidos los relacionados con los insumos utilizados en estas actividades. También se consideran agrosilvopastoriles los residuos de las agroindustrias asociadas a estas actividades, tales como las de las plantas de azúcar y alcohol, las industrias de jugos, los mataderos y la industria de la celulosa y el papel.
Servicios de transporte 	Se originan en puertos, aeropuertos, aduanas, terminales viales y ferroviarias y pasos fronterizos.
Minería 	Generadas en las actividades de investigación, extracción o procesamiento de minerales. Están compuestas básicamente por residuos de la extracción de minerales y desechos minerales, resultantes del proceso de beneficio, donde se separan los minerales de mayor valor de los minerales sin

	<p>interés comercial. Los principales residuos mineros identificados en el CTF/IBAMA son: Clase I - peligrosos: residuos, suelos y rocas que contienen sustancias peligrosas, aceite de motor usado o contaminado, transmisiones y lubricación; Clase II - no peligrosos: Residuos de la extracción de minerales metálicos y no metálicos, residuos no peligrosos, chatarra de metales ferrosos, residuos de madera, residuos sanitarios.</p>
--	---

Fuente: adaptado de SANIR (2023).

Nota: CFT= Registros Técnicos Federales; IBAMA= Instituto Brasileño del Medio Ambiente; SISNAMA= Sistema Nacional de Medio Ambiente; SNVS= Sistema Nacional de Vigilancia en Salud.

Conforme al cuadro los Residuos Urbanos “Residuos generados en los hogares y sus asimilables, como los residuos generados en vías públicas, el comercio, oficinas, edificios e instituciones tales como escuelas, entre otros. Estos residuos son considerados residuos no peligrosos” (SÁNCHEZ, 2019, p. 324)

Tal como lo recomienda la ABNT, a través de la NBR 10.004/2004, los residuos sólidos son definidas según su origen, pero clasificadas según su riesgo en relación con la el hombre y el medio ambiente:

Clase I - Peligrosos: representan un riesgo para la salud pública o el medio ambiente, ya que contienen propiedades: inflamabilidad, corrosividad, reactividad, toxicidad y patogenicidad; y Clase II - No peligrosos: clasificados en dos categorías A y B, en las que:

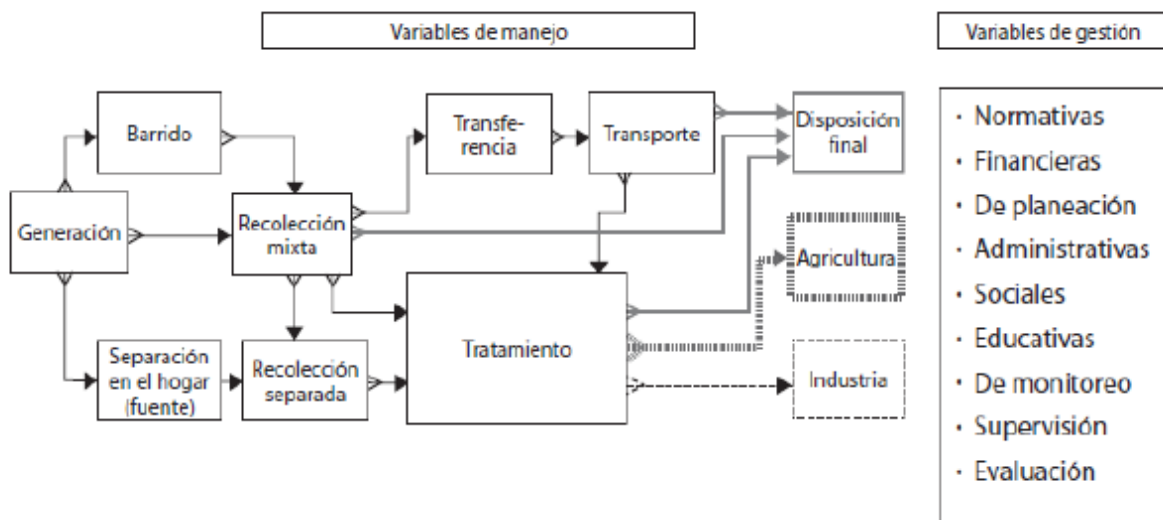
Clase II A - aquellos que no se ajustan a las clasificaciones de residuos clase I – Peligroso o residuo clase II B – Inerte. puede contener propiedad como la combustibilidad, la biodegradabilidad o la solubilidad en agua; y, Clase II B - Inertes: Aquellos residuos que al ser muestreados en un representante, de acuerdo con la ABNT NBR 10007, y enviado a un contacto dinámica y estática con agua destilada o desionizada, a temperatura medio ambiente, según la ABNT NBR 10.006, no tienen ninguno de sus constituyentes solubilizados a concentraciones superiores a los estándares de potabilidad del agua, salvo aspectos de color, turbidez, dureza y sabor.

Residuos Sólidos “La ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIRS) define los RSU como: “Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que generen residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole”. (COUTO, 2012, p. 218-219).

“Estos factores de crecimiento socioeconómico repercuten directamente en la cantidad de residuos generados (basura) Diversos estudios internacionales demuestran una relación directa entre el aumento de la población, el nivel de ingreso y la cantidad de residuos generados.” (COUTO, 2012, p. 218).

Lo diagrama presentado en la figura 1 apunta las etapas y variables de manejo de Los RSU, marcando los tipos de tratamiento de acuerdo con su modo de recolección.

Figura 1 – Diagrama de variables en la gestión integral de RSU



Fuente: Semarnat (2006).

Conforme lo diagrama se tiene maneras distintas de recolecta de los RSU bien como si expande en sus tipos de tratamiento, por lo tanto, depende de la gestión, que deriva todavía las variables destacadas. En los países más ricos que generan mayores cantidades de desechos y basura, hay más capacidad de equilibrar la gestión, por una suma de factores que incluyen los recursos economía, preocupación ambiental de la población y desarrollo tecnológico.

Desarrollo “Es el proceso de la dinámica económica, social y política de un área geográfica específica resultante del comportamiento, acciones e interacciones de los agentes (económicos, políticos y sociales), [...] que tiene la finalidad de incrementar sostenida y sosteniblemente el nivel y la calidad de vida de los habitantes de dicha área geográfica usando plena y eficientemente sus recursos humanos y no humanos. (SÁNCHEZ, 2019, p. 323-324), realizando acciones para la protección del ecosistema ante a los desechos citados.

Desarrollo Sostenible, “el desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades presentes sin comprometer las futuras generaciones” (SÁNCHEZ, 2019, p.324). Para lo cumplimiento de la sustentabilidad las Organizaciones de las Naciones Unidas (ONU) apoya los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Brasil y en el mundo (ONU, 2022).

Son 17 metas ambiciosas e interconectadas que abordan los principales desafíos de desarrollo que enfrentan las personas en Brasil y en todo el mundo. Entre los objetivos destacan Hambre Cero y Agricultura Sostenible (2), Agua Limpia y Saneamiento (6) y Ciudades y Comunidades Sostenibles. Sin embargo, en los 17 objetivos hay propuestas encaminadas a tratar el medio ambiente a favor de la sostenibilidad, presentados en la figura 2.

Figura 2 – 17 objetivos de ONU



Fuente: ONU (2022).

Las necesidades de sustentabilidad ocurren pues, las ciudades de países en vías de desarrollo con urbanización muy acelerada, hay déficits sobre su capacidad financiera y administrativa para proporcionar infraestructura y servicios esenciales tales como agua, saneamiento, recolección y disposición adecuada de basura y vivienda, y en asegurar seguridad y control de calidad ambiental para la población.

Uno de los mayores problemas en las ciudades densamente urbanizadas, especialmente en las Regiones Áreas metropolitanas, es la falta de lugares apropiados para disponer adecuadamente los residuos. Eso si se debe a la existencia de áreas ambientalmente protegidas y a los impactos vecinales de las áreas de disposición En la mayoría de los vertederos, no existe un tratamiento adecuado para el estiércol (líquido

tóxico generado por la descomposición orgánica de la basura). De esta condición se sigue que los desechos tóxicos pueden contaminar el suelo y las fuentes de agua subterráneas, mientras que los gases producidos en el proceso de descomposición se liberan al medio ambiente de forma no (JACOBI, 2011).

Por lo tanto, Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) cubren diferentes temas relacionados con aspectos ambientales y sociales. Al igual que las metas de cada ODS, se construyeron de manera interdependiente. Es decir, cuando un país logra alcanzar uno de ellos, lo más probable es que haya logrado avanzar en otros (ONU, 2022).

Alcanzar todas las metas del ODS 11 y alcanzar una ciudad sostenible, significa que el municipio también logró el ODS 6 (litros de agua limpia y saneamiento), el ODS 8 (crecimiento económico) y el ODS 15 (protección de la vida en la tierra). Por lo tanto, los objetivos se pueden dividir en temas que pretenden incluir dimensiones sociales, ambientales y económicas. A continuación, conoce a cada uno de ellos (ONU, 2022).

El Objetivo de Desarrollo Sostenible 11, titulado "Ciudades y comunidades sostenibles", tiene como objetivo principal lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Para medir el progreso hacia este objetivo, se establecieron 7 metas, cuyo alcance se evalúa a través de 13 indicadores.

El objetivo específico 11.6, a alcanzar para el año 2030, busca reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, prestando especial atención a la calidad del aire, la gestión de residuos municipales y otros aspectos relacionados. Para medir el progreso hacia esta meta, se han establecido dos indicadores clave: 11.6.1 - Proporción de residuos sólidos urbanos recolectados y gestionados en instalaciones controladas respecto al total de residuos urbanos generados, por ciudad. 11.6.2 - Nivel medio anual de partículas inhalables. Estos indicadores sirven como herramientas de evaluación para garantizar que las ciudades estén avanzando hacia la sostenibilidad ambiental, abordando la gestión adecuada de residuos y la calidad del aire. El cumplimiento de estas metas contribuirá al logro de un desarrollo urbano más sostenible y al bienestar de las comunidades en el contexto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos por las Naciones Unidas en 2030 (ONU, 2022).

Para la elaboración del indicador 11.6.1, el SNIS propuso el uso de la metodología ya utilizada para el cálculo de disposición estimada de suelo, que considera la recuperación de residuos mediante procesos de reciclaje de residuos secos y orgánicos para, luego, presentar la proporción de los residuos sólidos urbanos destinados a formas

de disposición adecuada “Relleno Sanitario” e inadecuados “Relleno Sanitario Controlado” y “Relleno Sanitario”. Específicamente para el indicador 11.6.1, la atención se centra en el destino y disposición adecuada, por lo que se decidió presentar la proporción de residuos sólidos urbanos recolectados y gestionados en instalaciones controladas en relación con la masa de residuos sólidos recolectados en el país con la segmentación porcentual de la masa total recolecta de RSU recuperados de las instalaciones de tratamiento y el porcentaje destinado a disposición en rellenos sanitarios.

Dicho indicador está enfocado impacto ambiental negativo per cápita y considera, exclusivamente, los residuos sólidos urbanos para la composición del indicador, es decir, residuos de los servicios de salud, construcción civil, agrosilvopastoris, servicios de transporte, minería y servicios públicos de saneamiento básico (lodos de plantas de tratamiento de aguas o aguas residuales).

Bajo esta premisa, los países llevan a cabo medidas en medio de políticas públicas que reducen la contaminación causada por los RSU, así como también se apoyan en medidas que cumplen con las leyes ambientales. Para explicar mejor tales acciones, el próximo tema presenta los tipos de gestión realizados entre países, con mayor énfasis en las regulaciones brasileñas y regiones.

2.3 La gestión de los RSU

Los avances en la industrialización y el consumo implican un aumento en la generación y complejidad de los RSU en todo el mundo, desafiando los límites de sustentabilidad del planeta por los impactos ambientales que contribuyen al empeoramiento de los problemas de salud y se concilian con una legislación cada vez más estricta, luego, requieren sistemas de gestión más eficientes, lo que se traduce en mayores costos para la prestación de servicios de limpieza urbana y gestión de residuos sólidos (DOS ANJOS et al., 2016).

La gestión de los RSU, desde la producción, recolección y disposición final, es un gran desafío a los municipios. En efecto, la solución regional implica una ganancia en inversión y costos de operación al compartir instalaciones y, al mismo tiempo, es conveniente para los municipios que tienen dificultades para operar un relleno sanitario por sí solos (BRASIL, 2010).

La Gestión de Residuos Sólidos es el acto de brindar soluciones a todos y cada uno de los problemas causados por el impacto de los residuos sólidos. Estas

soluciones pueden ser metodológicas o tecnológicas y deben cumplir con los requisitos legales de cada país. Luego, la organización debe observar el siguiente orden de prioridad: i) Primero, priorizar la no generación; ii) Luego, desarrollar medios para la reducción; iii) reutilizar; iv) Reciclaje; v) Tratamiento; vi) Disposición final ambientalmente racional.

La reducción en la generación de residuos sólidos pasa por repensar la cadena productiva en lugar de acabar con ella. La mayoría de las veces, lo que se descarta se puede usar de otras maneras. Cuando no hay posibilidad de reutilización, se utiliza el término residuo (DOS ANJOS et al., 2016).

Lo que consiste al desarrollo de los medios para la reducción se debe tomar medidas sustentables como apunta la ODS 12 (ONU, 2022). Esta postura debe ser adoptada desde los hogares hasta las empresas e industrias, sin embargo, las autoridades públicas deben organizar más campañas de políticas públicas que provoquen la reflexión entre los ciudadanos. Entre las medidas para el logro están presentados en cuadro 2:

Cuadro 2 – Medidas para no generación de residuos

<p>1 - Planifica bien tus compras. Compre la cantidad de alimentos necesarios para el consumo, observe la fecha de vencimiento, cocine lo que se consumirá. Esto evita el desperdicio y reduce la generación de desechos;</p> <p>2 - Utilice la impresora sólo cuando sea necesario y utilice las dos caras del papel.</p> <p>3 - En la medida de lo posible, reemplace los vasos desechables;</p> <p>4 - Elige productos con menos embalaje. Preferir productos a granel para evitar macetas y recipientes innecesarios. Evita los productos envasados individualmente ya que producen más residuos. Compre productos no desechables que tengan recargas;</p> <p>5 - Dar preferencia a los envases retornables. “Cuando tiramos algo, no nos deshacemos de un pequeño residuo, sino que aumentamos el problema de la contaminación”, advierte el secretario. Utilizar envases de bebidas retornables, esto evitará que se genere una cantidad de residuos innecesaria;</p> <p>6 - Prefiere bolsas retornables para llevar tus compras, evitando los envases de plástico desechables;</p> <p>7 - La mayor parte de los envases y otros productos adquiridos pueden ser reutilizados para fines útiles, transformándose en macetas para almacenar comestibles, decoración y envases de regalo. Solo usa la creatividad;</p> <p>8 - La ropa y los zapatos en buen estado pueden ser donados o reutilizados, modificando su apariencia o destino;</p> <p>9- Busca alternativas para reducir el peso de tu basura. La eliminación del líquido presente en los envases es fundamental, ya que gran parte de los residuos que recogen los camiones son agua. Las cáscaras de los alimentos y el café en polvo, por ejemplo, se pueden reutilizar como fertilizante para jarrones y jardines;</p> <p>10 - Otro consejo para reducir el volumen de los residuos domésticos es preferir envases que se puedan compactar. Desmontar las cajas de cartón y de larga duración y comprimir los paquetes siempre que sea</p>
--

posible es una forma de aumentar la capacidad de cada camión. A menudo, un camión de recolección que puede contener seis toneladas solo transporta tres toneladas;

11 - Solo plástico, vidrio, metal y papel deben desecharse en la Basura que no es Basura. Es importante que estos residuos se coloquen para su recolección el día correcto que el camión pasa por esa región. En caso contrario, será recogido por la recolecta de residuos orgánicos, inutilizando la obra de separación.

Fuente: Adaptado de Prefectura de Curitiba (2014).

Junto con las industrias, los ciudadanos pueden empezar a reutilizar los productos que generan RSU. Esto se debe a que cuando las empresas e industrias de diferentes sectores comienzan a producir productos reutilizables y reciclables, existe una preservación activa del medio ambiente junto con la reducción de residuos (UNIVASF, 2019). Se recomienda utilizar embalajes, comprobar las piezas electrónicas que aún se pueden utilizar, reutilizar sobres y papel y nunca desperdiciar alimentos.

A su vez, reciclar es la recuperación de la parte reutilizable de los productos consumidos para reintroducirlos en el ciclo productivo de su origen, para crear otros objetos a partir de esta materia prima. La relevancia de este sistema es traer reutilización y nueva vida a objetos desechados, pero que aún podrían ser útiles para varias otras actividades. De esta forma, es posible reinsertar los residuos en el ciclo productivo, generando un impacto positivo en el medio ambiente. El proceso de reciclaje se realiza a partir de la recolecta selectiva en los descartes (NEOENERGIA, 2023).

Por tanto, es fundamental que se lleve a cabo una correcta recolecta selectiva para que se produzca el reciclado. Así, la recolecta selectiva implica la retirada de residuos sólidos previamente separados, en función de su composición. En general se realiza la división y separación de materiales orgánicos e inorgánicos y sus tipos de materiales: vidrio, papel, aluminio, aceite vegetal y electrónicos, como baterías y celulares (NEOENERGIA, 2023).

Brasil tiene una Política Nacional de Residuos Sólidos y recicla solo el 2,1% del total del material recolectado. Según datos del Sistema Nacional de Información Sanitaria (SNIS), este porcentaje se mantiene desde hace más de tres años, debido a la dificultad para avanzar con la recolección selectiva. La meta es cambiarlo para 2040, cuando al menos el 72,6% de la población tendrá acceso a la recolección selectiva y se reciclará el 20% del material recolectado, de acuerdo con el Plan Nacional de Residuos Sólidos.

Los tipos de reciclaje se clasifican según el proceso utilizado en la transformación de un determinado material reciclable. Se dividen en tres grandes grupos presentados en cuadro 3:

Cuadro 3 – Tipos de reciclajes y características

TIPOS	CARACTERÍSTICAS
RECICLAJE MECÁNICO	Se utilizan papel y plásticos, debido al alto uso de estos materiales. Se recogen los residuos, que posteriormente se prensan y muelen, generando gránulos. Este material, formado por pequeñas partículas tratadas de materiales reciclables, se utiliza como materia prima en la producción de nuevos bienes industriales.
RECICLAJE DE ENERGÍA	Este tipo de reciclaje se basa en la incineración de residuos sólidos. Los residuos recogidos se queman en un ambiente controlado, generando suficiente energía térmica para abastecer a las centrales térmicas. En este tipo de reciclaje, cabe señalar que se controlan los contaminantes resultantes de la quema de basura, y se aprovechan residuos compuestos por diferentes tipos de residuos desechables.
RECICLAJE QUÍMICO	Este tipo de actuación de transformación de residuos es bastante compleja y costosa, ya que hay una modificación total del tipo de material reciclado. El reciclaje químico se produce especialmente a través de la calefacción de residuos, que se transforman en combustibles, aceites y diversos gases, que se utilizan principalmente como materias primas y como fuente de energía. Este es el tipo de reciclaje menos común.

Fuente: Adaptado Campos (2023).

Además de las clasificaciones anteriores, existe una separación de residuos según los tipos de materiales, que se recogen en dispositivos de diferentes colores. Los contenedores deben estar disponibles en lugares públicos, obligatoriamente en instituciones y empresas. Así, se crearon sanciones en el área de gestión de residuos sólidos, y quien incumpla las normas está sujeto a sanciones de la Ley de Delitos Ambientales (Ley 9.605/1998), con penas que van desde multas muy elevadas hasta penas de prisión y detención.

Está presentado en la figura 3 los tipos de contenedores, para la destinación de las acciones de reciclaje, pero, lo que no si utiliza es destinado a la disposición final con los parámetros de las leyes de preservación del medioambiente BRASIL, 1998).

Figura 3 – Contenedores para la separación y reciclaje



Fuente: Campos (2023).

Posterior a la separación, reciclaje y finalmente la disposición final de los RSU, necesita que ocurra de modo ambientalmente adecuado, para que no se contamine u ocasione una polución. La opción de disposición final ambientalmente adecuada, en los términos del PNRS, sólo depende de a los residuos, es decir, a los residuos sólidos que, después de agotar todas las posibilidades de tratamiento y valorización, no presentan otra posibilidad que la disposición en un relleno sanitario. Por lo tanto, siendo la disposición final ambientalmente adecuada la última opción en la escala de disposición de residuos, es imperativo permitir avances en las demás formas previstas por la Ley (BRASIL, 2022).

Es obligatorio que los poderes de los estados establezcan objetivos de gestión de RSU en los planes estratégicos por medio de Planes Estatales de Residuos Sólidos (PERS), sin embargo, no serán presentados en este estudio, ya que nos estamos enfocando en acciones municipales (La elaboración de Planes Municipales de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PMGIRS) por parte de los municipios y Distrito Los federales deberán presentar el contenido mínimo establecido en el PNRS (art. 19) presentado en cuadro 4:

Cuadro 4 – Los parámetros de la PNRS para la gestión de los residuos municipales

<p>I. Diagnóstico de la situación de los residuos sólidos generados en el respectivo territorio, conteniendo el origen, volumen, la caracterización de los residuos y las formas de destino y disposición final adoptadas;</p>
--

II. identificación de áreas favorables para la disposición final ambientalmente adecuada de relaves, observando el plan maestro a que se refiere el § 1 del art. 182 de la Constitución Federal y la zonificación ambiental, si la hubiere;

III. identificación de las posibilidades de implementar consorcio o soluciones compartidas con otros Municipios, considerando, en el criterio de economía de escala, la proximidad de las localidades establecidas y la forma de prevención de riesgos ambientales;

IV. identificación de residuos sólidos y generadores sujetos a un plan de manejo específico en términos del art. 20 o el sistema de logística inversa de conformidad con el art. 33, sujeto a las disposiciones de esta Ley y su reglamento, así como las normas que establezcan los órganos del SISNAMA y del SNVS;

V. Procedimientos operativos y especificaciones mínimas a adoptar en los servicios públicos de aseo, gestión de residuos sólidos y urbanos, incluida la disposición final ambientalmente adecuada de los residuos y en cumplimiento de la Ley N° 11.445 de 2007;

VI. indicadores de desempeño operativo y ambiental de los servicios públicos de limpieza y gestión urbana residuo sólido;

VII. las reglas para el transporte y demás etapas del manejo de los residuos sólidos de que trata el art. 20, observando las normas establecidas por los órganos del SISNAMA y SNVS y demás disposiciones pertinentes ley federal y estatal;

VIII. definición de responsabilidades en cuanto a su implementación y puesta en funcionamiento, incluyendo las etapas de plan de manejo de residuos sólidos a que se refiere el art. 20 por el gobierno;

IX. programas de capacitación técnica y acciones tendientes a su implementación y operativización;

X. Programas y acciones de educación ambiental que promuevan la no generación, reducción, reutilización y reciclaje de residuos sólidos;

XI. programas y acciones para la participación de grupos interesados, especialmente cooperativas u otras formas de asociación de recolectores de materiales reutilizables y reciclables formadas por individuos de bajos ingresos, si los hubiere;

XII. mecanismos de creación de fuentes de negocio, empleo e ingresos, a través de la valorización de residuos sólidos;

XIII. sistema de cálculo de los costes de la prestación de los servicios públicos de limpieza urbana y gestión de residuos sólidos, así como la forma de cobro de estos servicios, en cumplimiento de la Ley N° 11.445, de 2007;

XIV. objetivos de reducción, reutilización, recolecta selectiva y reciclaje, entre otros, con el fin de reducir la cantidad de residuos enviados a disposición final ambientalmente adecuada;

XV. descripción de las formas y límites de la participación de las autoridades públicas locales en la recolecta selectiva y la logística a la inversa, respetando lo dispuesto en el art. 33, y otras acciones relacionadas con la corresponsabilidad del ciclo de vida del producto;

XVI. medios a ser utilizados para el control y supervisión, a nivel local, de la implementación y operacionalización de los planes de manejo de residuos sólidos a que se refiere el art. 20 y los sistemas de logística inversa prevista en el art. 33;

XVII. acciones preventivas y correctivas a ser practicadas, incluyendo un programa de monitoreo;

XVIII. identificación de los pasivos ambientales relacionados con los residuos sólidos, incluidas las áreas contaminadas, y medidas correctivas respectivas;

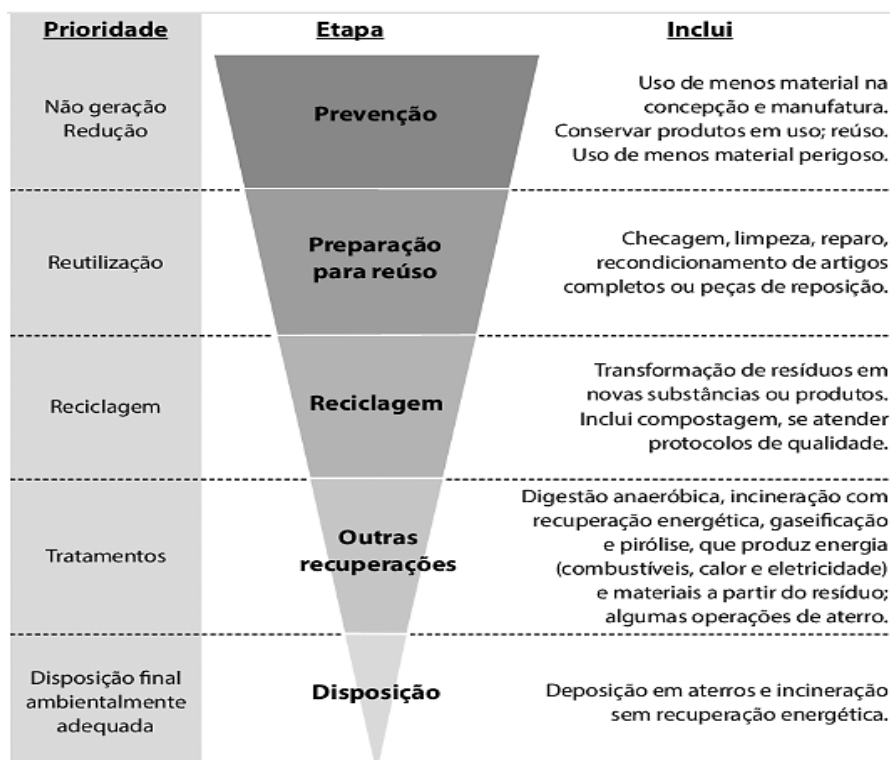
XIX. periodicidad de su revisión, observando el plazo máximo de 10 (diez) años. Respetando el contenido mínimo anterior, el plan de gestión integral de residuos sólidos municipales podrá ser inserta en el plan de saneamiento básico previsto en el art. 19 de la Ley N° 11.445 de 2007. El PNRS brinda contenido simplificada para Municipios de menos de 20.000 habitantes, excepto aquellos: integrantes de áreas de especial interés turístico; insertos en el área de influencia de emprendimientos o actividades con impacto ambiental regional o nacional; y cuyo territorio abarque, total o parcialmente, Unidades de Conservación.

Fuente: Adaptado de (BRASIL, 2022).

En medio al cuadro es posible comprender la importancia del PNRS, ya que es un documento técnico que identifica la tipología y cantidad de generación de cada clasificación de residuo, todavía indica las formas ambientalmente correctas para su manejo, en las etapas de generación, embalaje, transporte, transbordo, tratamiento, reciclaje, destino y disposición final. Estos documentos deben estar a disposición del organismo municipal competente, del organismo licenciante del SISNAMA y demás autoridades competentes anualmente (BRASIL, 2022).

En general, uno de los modelos utilizados y predispuestos para un mejor tratamiento hasta la disposición final de los residuos se muestra en la figura 4.

Figura 4 - Jerarquía en la gestión de residuos sólidos.



Fuente: Palermo e Gomes (2017).

En el punto más bajo de la Jerarquía está la alternativa menos recomendable o no recomendable, que sería la "Disposición" en rellenos sanitarios, considerada una forma inadecuada de eliminación de residuos (BRASIL, 2022). Análogamente, en la parte superior si puede observar la reducción de generación de residuos como una alternativa muy recomendable y más indicada, ya que pretende reducir la cantidad de residuos a enviar a otras alternativas. Entra en la base y la parte superior son las otras alternativas, siguiendo hacia arriba hacia el arriba de la alternativa menos adecuada a la más adecuada.

2.3.1 La Gestión de Los RSU en Mundo

Según el informe What a Waste 2.0 (WORLD BANK, 2018) del Banco Mundial, anualmente se generan aproximadamente 2.010 millones de toneladas de RSU en todo el mundo, y se espera que para 2050 esta cifra alcance los 3.400 millones de toneladas, un aumento de casi el 70%. Para minimizar este impacto, algunos países buscan utilizar la tecnología y la innovación, con el tratamiento como prioridad de gestión.

Hay alrededor de 198 países en los 5 continentes, sin embargo, casi la mitad de todos los residuos son generados por solo 30 países, es decir, solo el 15% siendo estos, los lugares más ricos. Los datos dejan clara la relación entre la generación de residuos y el poder económico (ONU, 2022).

Según Selur/ABLP (2010), el gasto per cápita en servicios de limpieza urbana en ciudad de São Paulo es de R\$ 73,63, muy por debajo de otras ciudades globales como Tokio (R\$ 1.036,48), Ciudad de México (R\$ 632,32) y Nueva York (R\$ 239,56).

Se estima alrededor de 40 mil millones de dólares para asegurar la universalidad de dicho servicio para estas localidades. Los países con mayores problemas en este sentido se encuentran en África, Sudeste Asiático y América Latina (WHAT A WASTE 2.0).

Aún en lo económico, Brasil, pierde 8.000 millones de reales (USD 2.556.563.978,01) al año en recursos por el envío de materiales reciclables a vertederos y vertederos (BRASIL, 2022). Pero este no es el caso sólo en Brasil. Estados Unidos aún no cuenta con un tratamiento completo y adecuado para todos los residuos urbanos, ya que el 55% se lleva directamente a vertederos. Incluso con una disminución en el número de vertederos, el volumen de residuos ha ido en aumento (WORLD BANK, 2018).

En Europa, se ha avanzado mucho, desde la no generación hasta la eliminación adecuada de los residuos, pero todavía queda un largo camino por recorrer para que todos tomen conciencia. Actualmente, el mercado de residuos mueve 410 mil millones de dólares, según informes de la Unión Europea. Teóricamente, existe una relación entre el aumento del PIB y el aumento de los residuos.

Ciertos movimientos vienen demostrando que la preservación del medio ambiente y la correcta gestión de los residuos pueden ahorrar hasta 72.000 millones de euros, generar 400.000 nuevos puestos de trabajo y dinamizar la economía de los países, haciendo aumentar el Producto Interior Bruto y reduciendo el aumento de la generación de residuos.

El Departamento de Obras y Servicios, a través del Departamento de Limpieza Urbana (Limpurb), se encarga de gestionar los servicios de limpieza urbana de la ciudad: sanitario, domiciliario y selectivo, barrido de la vía pública, lavado monumentos y escalinatas y retirada de escombros. En la ciudad, más de 17 mil toneladas diarias de residuos urbanos, incluidos escombros y residuos de otros servicios de limpieza en la ciudad, de los cuales 12.0400 son para viviendas y recintos feriales (PMSP, 2011). La figura 4 presenta los tipos de gestión de RSU en los países entre los años de 2011 hasta 2017.

En Alemania, alrededor del 13% de los productos que compra la industria ya están elaborados con materias primas recicladas, además de su cadena de gestión de residuos que emplea a más de 250.000 personas. Japón, por su parte, con la recolecta selectiva y el reciclaje fomentado por ley desde 1995, produce botellas de PET con material 100% reciclado, lo que redujo en un 90% el uso de nuevos plásticos y en un 60% las emisiones de dióxido de carbono (SZIGETHY; ANTENOR, 2020).

Hay ciudades como Estocolmo situada en Suecia, donde el 100% de los hogares disponen de recolecta selectiva a través de un sistema de contenedores conectados a una red de tuberías subterráneas. Un sensor detecta cuando el contenedor está lleno, enviando los residuos a través de una red subterránea al sitio de acumulación, donde son separados y compactados, luego reutilizados, compostados e incinerados. San Francisco (EEUU) ha puesto en marcha programas de reciclaje y compostaje de casi todos los residuos producidos, introduciendo incentivos económicos, como una tarifa de basura más baja para quien composta, lo que hizo que la ciudad redujera un 12% las emisiones de gases de efecto invernadero (SZIGETHY; ANTENOR, 2020).

Figura 5 - Disposición y tratamiento de RSU de diferentes países 2011 - 2017



Fuente: World Bank (2018).

* O banco mundial utilizou-se de variadas fontes de informação e bancos de dados que vão de 2011 até 2017.

**Os países possuem metodologias diferentes para a mensuração da disposição de seus resíduos, portanto podem ocorrer divergências, como a dupla contagem de resíduos nos tratamentos mencionados.

*** Outros geralmente se refere a queima inapropriada de resíduos ou despejo não contabilizado.

En lo que constituye Brasil, luego de una discusión de cerca de 20 años, en medio de una situación que seguía fuera de control, en 2010 el gobierno federal promulgó la Ley 12.305, que instituyó el PNRS, un marco normativo que prevé la gestión integrada y de solidez residuos, contemplando originalmente un plazo de cuatro años para la disposición final de los residuos de forma ambientalmente adecuada, comunicando a los municipios la responsabilidad por los propios residuos generados en sus territorios. En 2014 venció el plazo de regulación, que inicialmente estaba previsto para las adaptaciones municipales de la legislación. Desafortunadamente, los datos de la ABRELPE muestran que más de la mitad de las ciudades del país, alrededor del 53%, aún no cumplieron con la determinación legal (SZIGETHY; ANTENOR, 2020).

Para revertir esta situación es fundamental, desde el punto de vista de la gestión y gestión integrada, la adopción de tecnologías que promuevan el desarrollo sostenible y creen oportunidades para recuperar e incrementar el valor incorporado en los

residuos, aprovechándolo antes de que llegue a vertederos. Por lo tanto, lo próximo tópico presenta con mayores detalles la Gestión de los RSU en Brasil y Regiones.

De media, cada persona producía más de 380 kilogramos de residuos al año, según encuesta sobre residuos sólidos en el Brasil. Lo país hace, 81,8 millones de toneladas de basura en 2022, es lo que indica la nueva edición del Panorama de Residuos Sólidos en Brasil, promovido anualmente por Abrelpe (2022). Así cada persona genera, de media, 381 kg al año, lo que supone más de un kilo de residuos al día.

El Plan Nacional de Residuos Sólidos, establecida en 2022, traza un camino para materializar el PNRS, con lineamientos y estrategias para mejorar la gestión del sector en Brasil. Entre las actuaciones previstas se encuentran, por ejemplo, el cierre de todos los vertederos y la valorización del 50% de la basura en 20 años, mediante reciclaje, compostaje, biodigestión y valorización (ABRELPE, 2022).

Si bien los rellenos sanitarios aún se consideran un método menos costoso en comparación con otras alternativas, aún en estos casos existen tecnologías para el aprovechamiento de los gases allí emitidos, cuya capacidad de generación varía de acuerdo a las propiedades geológicas, hidrológicas, geotécnicas y factores bióticos y abióticos. Para ello, se pueden utilizar biorreactores para procesar rápidamente los desechos descartados, aumentando la tasa de descomposición, la circulación de lixiviados y el crecimiento de microbios que actúan en la descomposición de los desechos (SZIGETHY; ANTENOR, 2020).

También se utilizan microturbinas que funcionan con gas de vertedero, generando y suministrando electricidad a proyectos cercanos de pequeña escala. También existe la posibilidad de utilizar la tecnología de celdas de combustible, que convierte la energía en dióxido de carbono, vapor de agua, calor y electricidad, almacenándola en una celda electroquímica que puede ser utilizada en vehículos eléctricos (SZIGETHY; ANTENOR, 2020).

Algunos estudios realizados en países distintos abordando el tema de la gestión bien como tratamiento y manejo de los RSU y RDO son presentados en la tabla 1. Las investigaciones presentan que, en ciudades de países en desarrollo con urbanización muy acelerada, hay déficits en la capacidad financiera y papel administrativo de quienes proporcionan infraestructura y servicios esenciales, como agua, saneamiento, recolección y disposición adecuada de basura y vivienda, y en asegurar seguridad y control de calidad ambiental para la población (JACOB; BESEN, 2011; SALANITRO, 2017).

Todavía también presentan la importancia de las estrategias gubernamentales no que concierne a las campañas sociales, incentivando una educación ambiental, para la concientización de los problemas ambientales ocurridos por la inadecuada disposición final de la basura en los domicilios, calles, entre otros locales indeseables (GOUVEIA, 2012; COUTO, 2012; MUÑOZ CADENA; 2018; SÁNCHEZ MUNOZ et al., 2019; KLEIN et al., 2020; AMARAL et al., 2021).

Tabla 1 - Estudios de la gestión de los RSU y RDO en distintos países

AUTOR/DATA	OBJETIVOS	MÉTODO	APLICACIÓN	RESULTADOS
Jacobi y Besen (2011)	Abordar el escenario brasileño, la Región Metropolitana de São Paulo y la ciudad de São Paulo en relación con la gestión integrada y sostenible de los residuos sólidos urbanos, señalando los principales avances, retrocesos y desafíos.	Estudio de Revisión	Región Metropolitana de São Paulo	Barreras asociadas a los intereses económicos privados involucrados, forman parte de un círculo vicioso que dificulta romper con la lógica basada en contratos que priorizan la recolección, el transbordo y el vertido en detrimento de un espectro más amplio. El desafío es revertir la lógica imperante e invertir cada vez más en la reducción de la producción excesiva y los residuos, así como en la recolección selectiva y el compostaje, y cada vez menos en la disposición final.
Gouveia (2012)	Contribuir a este debate, así como señalar caminos para enfrentar este problema, favoreciendo la inclusión social.	Revisión de literatura y documental	Brasil	El país aún tiene porcentajes relativamente bajos de reciclaje causando un fuerte impacto en el suelo.
Couto (2012)	Comparar y evaluar el servicio y manejo integral de residuos sólidos urbanos, en tres municipios fronterizos de México.	Estudio cuantitativo con información estadística, con base en el Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM, versión 7.0)	Región fronteriza del México-Estados Unidos, ciudades Juárez, Tijuana y Reynosa	El municipio de Juárez presenta un excelente desempeño, pero en contraste el municipio de Reynosa muestra un bajo desempeño (ambos operados por PASA). El caso de Tijuana reflejó una experiencia en el servicio de limpieza que benefició directamente al ayuntamiento, el cual brinda un servicio ineficiente y costoso para las finanzas municipales.
Salanitro (2017)	Analizar cómo es la publicidad en el programa "En Surco la basura sirve" y cuál es su efecto socioeducativo en la recolección RDO en el distrito de Santiago de Surco, durante el período 2012-2013.	Cualitativa, diacrónica prospectiva, focalizada, aplicada, empírica, documental, descriptiva y cualitativa.	Distrito de Santiago de Surco	La publicidad cumple una función educativa no formal restringida a un sector poblacional; indicador de ella son los mensajes "En Surco la basura sirve" (47.5%) y "Reciclar es tarea de todos" (35%) que más recuerda este sector poblacional. El 75% está de acuerdo con el proceso de recolección RDO, lo que debería influir en una mayor participación, preocupación y compromiso con el programa emprendido por el municipio.
Muñoz Cadena (2018)	Estimar la fracción orgánica de los residuos de manejo especial generados en las unidades económicas comerciales y de servicios de la Ciudad de México, mediante el análisis de las tasas de generación por empleado.	Estudio cuantitativo con análisis estadístico fue realizado en el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versión 21.	México	Generación de 14 155 toneladas diarias de residuos orgánicos. Esta estrategia alternativa permitirá reforzar la gestión integral y la implementación de la política de residuos.

Sánchez Muñoz et al. (2019)	Realizar la correlación entre la generación de RSU y variables como ingresos por habitante, tasa de cobertura escolar; en nueve ciudades de América Latina, entre los años 2007 y 2014.	El método empleado como prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, el cual determina que el coeficiente de Pearson es la mejor medida del grado de asociación lineal existente entre las variables.	Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Belo Horizonte, Curitiba, Porto Alegre, Río de Janeiro, Región Metropolitana de Santiago, Bogotá D. C., Medellín y Lima Metropolitana. Se toma el periodo 2007-2014	Lo estudio presenta como correlacionar variables significativas, para poder trabajar en políticas de gestión de residuos sólidos de maneras más sostenibles o formas alternativas en dichas ciudades.
Klein et al (2020)	Analizar las transferencias voluntarias de gobierno federal para programas y acciones en gestión de residuos sólidos urbanos (RSU), incluyendo los resultados en los municipios de Región Metropolitana de São Paulo (RMSP).	Investigación exploratoria, de carácter cualitativo.	São Paulo	La concentración de transferencias fue precisamente para municipios con alta y el PIB medio per cápita. Además, se observó baja efectividad en el uso de los recursos federales, lo que se puede atribuir al limitado control de las transferencias voluntarias y coordinación de información por parte de los organismos ejecutores.
Amaral et al (2021)	Evaluar los niveles de eficiencia de los municipios en la recolección de RSU.	Estudio documental cuantitativo a través del modelo de Análisis Envolvente de Datos, eligiendo como entradas los costos totales, personal y vehículos y la cantidad de RSU recolectados (residuos selectivos y rechazos) como salidas.	Portugal	Los resultados de eficiencia apuntan a un nivel medio de ineficiencia de alrededor del 35% y un potencial ahorro de costes de más de 96 millones de euros al año. A través de un conjunto de quince indicadores de desempeño monitoreados por el ente regulador, evaluamos su relación con la eficiencia de las concesionarias de RSU, a través del modelo orden.

Fuente: Datos de la investigación (2023).

Algunas Tecnologías para la gestión de residuos se citan como una posibilidad de gestión de RSU (JACOB; BESEN, 2011; GOUVEIA, 2012; KLEIN et al., 2020) presentadas en extractos tomados del artículo Últimas tecnologías de gestión de residuos sólidos municipales en países desarrollados y en desarrollo: una revisión (SALEEM et al., 2016). Son entonces presentados algunos recortes:

Cuadro 5 – Tecnología utilizables

Coleta	<p>Sistema de coleta subterrânea – Armazenamento subterrâneo e semi-subterrâneo de resíduos, usado para materiais recicláveis, orgânicos e óleos. Indicado para regiões com temperaturas elevadas, devido à temperatura relativamente baixa no subsolo. Exige menos manutenção.</p> <p>Sistema de informação geográfica (SIG) – Permite gerenciar todo o ciclo de resíduos, da coleta ao aterro ou central de reciclagem e tratamento. Com etapas automatizadas e rastreabilidade, fornece informações como rotas mais confiáveis e número de residentes.</p>
Segregação e classificação	<p>Caixas multi-compartimentos – Caixas com compartimentos para diferentes tipos de resíduos, como orgânicos e recicláveis, usadas para segregar o resíduo do local de sua geração até o destino final.</p> <p>Sistemas de triagem automatizados – incluem o uso de sensores ópticos e de UV, câmeras e em alguns casos espectroscopia de infravermelho para a identificação e classificação da composição dos resíduos, como plásticos, vidros, metais, incluindo a segregação de forma automatizada, elevando a taxa de recuperação de produtos descartados, com baixo custo de operação.</p> <p>Tratamento Biológico Mecânico – Pré-tratamento ao transporte e segregação, combina os processos biológicos, para minimizar o teor de água, e o processo mecânico, para separar metais e vidros dos demais resíduos.</p>
Reciclagem	<p>Biodegradação de plásticos – Permite que o plástico seja degradado fisicamente em 90%, dependendo das condições de degradação, com controle dos componentes químicos presentes no plástico biodegradável, para evitar a contaminação do solo.</p> <p>Remanufatura de vidro – Voltada para remanufatura por derretimento, pode redirecionar o material resultante para a produção de materiais para construção ou como matéria-prima para isolamento.</p> <p>Deinking Technology – Usada para reciclagem de papel, torna possível remover tinta da pasta obtida de papel branco e colorido, e recuperar a celulose para uso na indústria.</p>
Processamento	<p>Autoclavagem – Envolve esterilizar resíduos com vapor a 140-160°C para separá-los com base em peso e composição dos materiais (vidro, metais, plásticos e fibra orgânica) para reaproveitamento na indústria ou armazenamento em aterros.</p> <p>Fluffing – Permite separar e esterilizar resíduos sólidos e processar a porção orgânica, formando uma polpa conhecida como fluff, enquanto trituradores reduzem o tamanho do papel, metal e vidro. O vapor de alta temperatura quebra ligações moleculares e destrói patógenos, originando um material celulósico granulado, usado para reduzir volume de aterros ou corrigir solos.</p> <p>Incineração – Tratamento térmico, geralmente a 850°C, em que o material resultante da combustão é transformado em água e gás carbônico, podendo ser usado como combustível, com o devido tratamento ambiental.</p> <p>Fusão – Permite derreter resíduos com o uso de eletricidade ou combustão de combustível em aproximadamente 1.400°C, reduzindo seu volume. O resíduo solidificado tem aplicações na indústria, na construção civil e na recuperação de solos.</p> <p>Vermicompostagem – Processamento de resíduos de origem animal, farmacêuticos, de alimentos e esgotos por minhocas, originando um material rico em nitrogênio, fosfato e</p>
Recuperação energética	<p>Conversão Térmica – Utiliza água, calor ou pressão para converter resíduos orgânicos e inorgânicos em produtos químicos e compostos. Plásticos, pneus e resíduos são submetidos a processamento térmico, convertendo-se em moléculas de gás combustível e óleo. Metais pesados são convertidos em óxidos.</p> <p>Pirólise – Degradação térmica de materiais na ausência de oxigênio que converte resíduos em combustíveis líquidos ou gasosos, a uma temperatura entre 300°C e 800°C. Gases e líquidos volatilizados são usados para operar motores a vapor.</p> <p>Gaseificação – É útil na manutenção da sustentabilidade de aterros. A matéria-prima é alimentada em gaseificadores com quantidade limitada de ar, resultando em vapor, produtos químicos, eletricidade, hidrogênio, fertilizantes e gás natural.</p>

Fuente: Szigethy e Antenor (2020).

A pesar de las tecnologías que se utilizan, todavía hay una gama de municipios grandes y pequeños no han cumplido con la legislación, tratando de postergar la obligatoriedad de estas acciones, bajo el alegato de la Confederación Nacional de Municipios (CNM) de que es necesario un mayor apoyo financiero y técnico del gobierno federal para el pleno cumplimiento de la política. Recientemente, el texto del nuevo marco legal de saneamiento, aún por sancionar, incluyó una nueva ampliación de plazos hasta 2021, para las capitales y sus regiones metropolitanas, y hasta 2024, para los municipios de menos de 50.000 habitantes (SZIGETHY; ANTENOR, 2020).

Obstáculos políticos y económicos hacen inviable la difusión y adopción de estas tecnologías. Por lo tanto, a partir del perfil actual de los RSU en Brasil, se concluye que aún se necesitan grandes inversiones y una real coalición del poder público y el sector privado para lograr la universalización de la disposición adecuada de los residuos sólidos en los próximos años (SZIGETHY; ANTENOR, 2020).

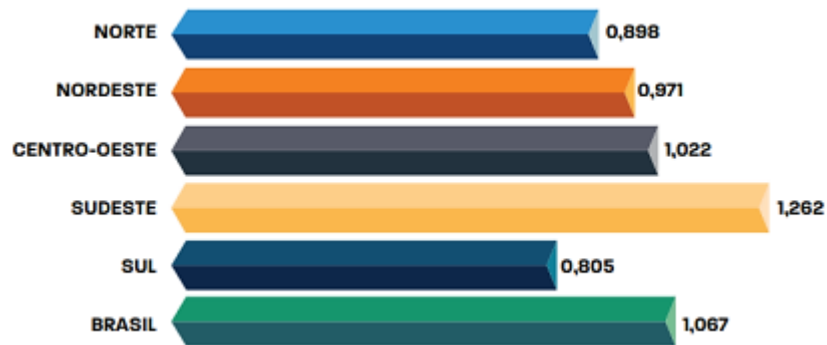
Corroborando esas afirmaciones son presentados las diferencias de las gestiones de los RSU de las regiones brasileñas, presentando grandes brechas que hacen que la progresión de la gestión de RSU no sea optimizadas.

2.3.2 Gestión de RSU en las regiones brasileñas.

En el período comprendido entre 2018 y 2019, la generación de RSU en el país fue de 79 millones toneladas/año, con un aumento de casi un 1% con relación al año anterior. En este mismo período, la población brasileña presentó un crecimiento del 0,40%, mientras que la generación per cápita de RSU aumentó un 0,39%, alcanzando una media de 1,039 kg/persona/día (BRASIL, 2022).

Los datos calculados por ABRELPE (2021) muestran que la generación de RSU en el país estuvo directamente influenciada de la pandemia de COVID-19 durante el año 2020, habiendo alcanzado un total de aproximadamente 82,5 millones de toneladas generadas, o 225.965 toneladas diarias. Como resultado, cada brasileño generó, en promedio, 1,07 kg de residuos por día o 390 kg/persona/año conforme la figura 5.

Figura 6 – Panorama de Residuos Sólidos en Brasil para 2021



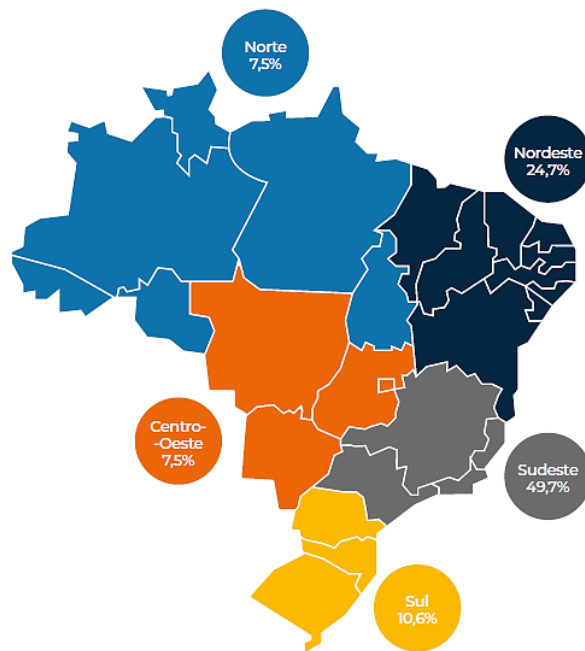
Fuente: Abrelpe (2021)

Incluso en el período de la pandemia, la región con mayor generación de residuos siguió siendo el Sudeste, con alrededor de 113 mil toneladas por día (50%) y 460 kg/persona/año, mientras que la región Norte representa aproximadamente el 4% del total generado, con cerca de 6 millones de toneladas/año y 328 kg/persona/año. La región sur tiene la menor generación per cápita del país (BRASIL, 2022).

Como ya hablado, en términos de generación diaria por habitante, se muestran variaciones regionales bastante latente, con la región Sudeste presentando una generación media de 1.234 kg/persona/día, la más alta del país y, en el otro extremo, la región sur con un promedio de 0,776 kg/persona/día permaneciendo como los años anteriores la diferencia de las regiones (ABRELPE, 2021).

La figura presenta esa representatividad en cada una de las regiones, luego es posible comprender la diferencia de la región Sudeste como la que más tiene producción de basura, pero, tiene una participación bien representada.

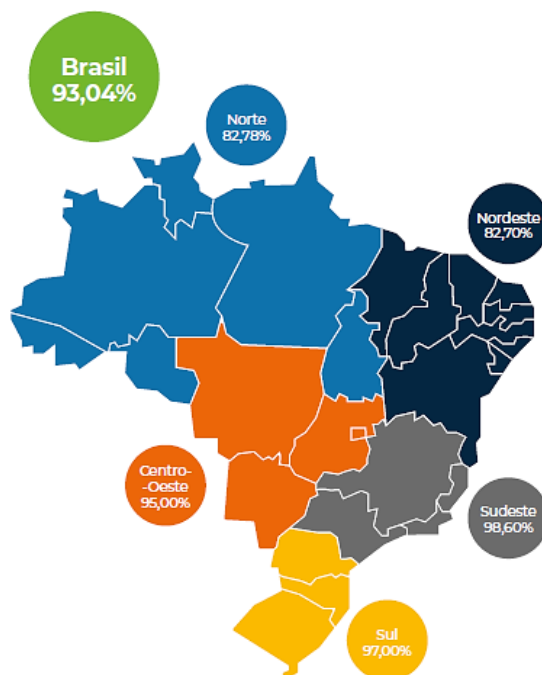
Figura 7 – Mapa de porcentaje de acumulación de RSU por región



Fuente: Abrelpe (2022, p. 18).

Cuando esa misma comparación es hecha con las regiones que más tratan de los RSU, se puede notar en la figura 7 que las del Sur, Sudoeste y Centro-Oeste involucran casi que todos los municipios en cuanto las regiones Norte y Nordeste demuestran que gran parte de la población no tiene acceso a servicios regulares de recolecta de RSU en estas regiones (ABRELPE, 2022).

Figura 8 – Porcentaje de tratamiento de RSU en cada región



Fuente: Abrelpe (2022, p. 18).

Ya se ha demostrado que la disposición final es una de las alternativas de destino final ambientalmente amigables. Previsto en el PNRS, siempre que se observan normas de funcionamiento específicas para evitar daños o riesgos la salud pública y la seguridad y minimizar los impactos ambientales adversos.

En Brasil, la mayor parte de los RSU recolectados (61%) fatalmente mantiene siendo enviado a rellenos sanitarios, con 46,4 millones de toneladas enviadas a disposición ambientalmente adecuado en 2022. Por otro lado, las áreas de disposición inadecuada, incluyendo vertederos y vertederos controlados, siguen en funcionamiento en todas regiones del país y recibió el 39% del total de residuos recolectados, alcanzando se dispuso indebidamente un total de 29,7 millones de toneladas (ABRELPE, 2022). Luego la tabla 1 tiene todas las regiones con las disposición adecuado y inadecuado.

Tabla 2 - Regiones con las disposición adecuado e inadecuado

Região	Disposição adequada		Disposição inadequada	
	t/ano	%	t/ano	%
Norte	1.870.470	36,6%	3.240.105	63,4%
Nordeste	6.214.527	37,2%	10.491.191	62,8%
Centro-Oeste	2.532.762	43,5%	3.288.281	56,5%
Sudeste	29.773.638	74,3%	10.298.552	25,7%
Sul	6.020.694	71,6%	2.388.097	28,4%
Brasil	46.412.091	61,0%	29.706.226	39,0%

Fuente: Abrelpe (2022, p. 27).

Si reducimos el número de municipios que participan de manera productiva, con la disposición final de los residuos de manera adecuada, se puede ver una discrepancia entre la región Sur y otras regiones, ya que, como se muestra en la tabla 2, fue la que tuvo mejor manejo en cuanto a la gestión final de residuos y el que menos realizó una disposición final inadecuada en lo año de 2021.

Tabla 3 - Disposición final adecuada e inadecuada en lo año de 2021 entre las regiones

Regiões	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	Brasil
Adequada	96	515	175	887	1.071	2.774
Inadecuada	354	1.279	292	781	120	2.826
Total	450	1.794	467	1.668	1.191	5.570

Fuente: Abrelpe (2022, p. 28).

Por medio de los datos presentados en los años anteriores, si puede comprender que los modelos de gestión de los RSU de la Región Sur pueden ser modelo para la otras regiones y municipios, luego lo tópico 2 presenta los modelos utilizados en los estados y municipios.

2.3.2.1 La gestión de los RSU en la región sur

En lo que consiste a los costos públicos, una encuesta de puntos públicos de recolección de basura mostró que Brasil pierde 2,4 mil millones por año debido a la falta de tratamiento de sus residuos urbanos (ABREN, 2021). Según datos del Banco Mundial, disponibles en el informe Aspectos Fiscales de la Salud en Brasil, divulgado por la Secretaría del Tesoro Nacional, el gasto público en salud en Brasil correspondió al 3,8% del Producto Interno Bruto (PIB) en 2015. El país ocupa el puesto 64 en gasto en salud, en el ranking con 183 países.

Por lo tanto, considerando el número de población proporcional a los gastos con el tratamiento de RSU, el IBGE divulgó el avance de la población de los municipios a partir de los datos recogidos por el Censo Demográfico de 2022 hasta el 25 de diciembre, que mostró que Brasil llegó a 207.750.291 habitantes este año (IBGE, 2022).

De estos, el 83,9% de la población ya estaba empadronada, totalizando 87,7 millones de viviendas particulares y más de 178 millones de personas. El Censo 2022 ha estado en campo realizando colectas desde el 1 de agosto y continuará durante el mes de enero de 2023 (IBGE, 2022). La cantidad de la población es presentada en la tabla 3.

Tabla 4 – Censo 2022 de la población del Brasil y regiones

Prévia da população calculada com base nos resultados do Censo Demográfico 2022 até 25 de dezembro de 2022	
BRASIL E UNIDADES DA FEDERAÇÃO	POPULAÇÃO
Brasil	207.750.291
Região Norte	17.834.762
Rondônia	1.616.379
Acre	829.780
Amazonas	3.952.262
Roraima	634.805
Pará	8.442.962
Amapá	774.268
Tocantins	1.584.306
Região Nordeste	55.389.382
Maranhão	6.800.605
Piauí	3.270.174
Ceará	8.936.431
Rio Grande do Norte	3.303.953
Paraíba	4.030.961
Pernambuco	9.051.113
Alagoas	3.125.254
Sergipe	2.211.868
Bahia	14.659.023
Região Sudeste	87.348.223
Minas Gerais	20.732.660
Espírito Santo	3.975.100
Rio de Janeiro	16.615.526
São Paulo	46.024.937
Região Sul	30.685.598
Paraná	11.835.379
Santa Catarina	7.762.154
Rio Grande do Sul	11.088.065
Região Centro-Oeste	16.492.326
Mato Grosso do Sul	2.833.742
Mato Grosso	3.784.239
Goiás	6.950.976
Distrito Federal	2.923.369

Fuente: IBGE. Dirección de Investigación - DPE-Coordinación Técnica del Censo Demográfico-CTD (2022).

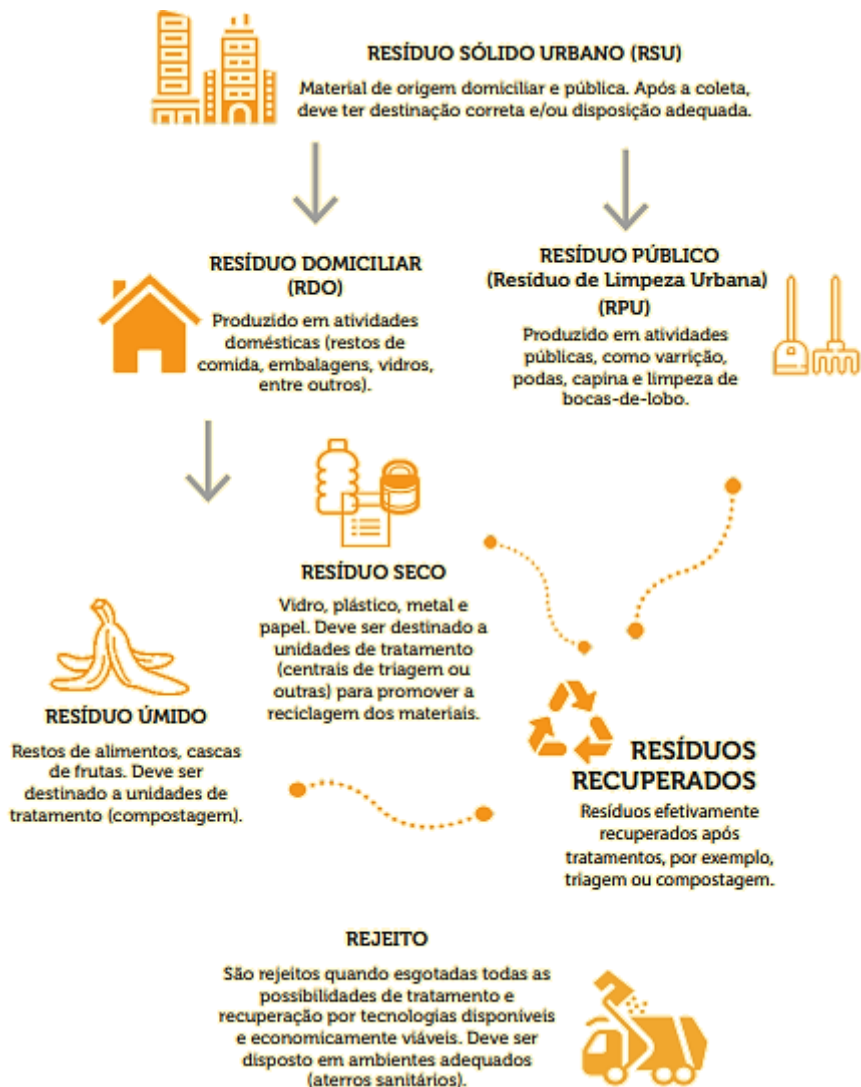
En medio del cuadro presentado, es posible verificar que la población de la región Sur fue estimada en 30.685.598, para el año 2022 involucrando los estados de Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul y sus municipios. Luego a lo que consiste a costos con los manejos de RSU la región tiene en todos los municipios la parte de R\$ 3,097 mil millones, teniendo en cuenta que el costo por persona es R\$ 8,49 (ABRELPE, 2022).

Lo que dimensiona estos costos son lo gerenciamiento con los programas de tratamiento. Estos programas son dimensionados en las prerrogativas del PNRS (2010) que conforme describe el Ministerio del Medio Ambiente (MMM, 2023, en línea):

[...] prevê a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos¹.

Como ya mencionado la gestión involucra las soluciones de los RSU advenidos de los domicilios, bien como de origen pública (SNIS, 2023). Los de origen domiciliario si producen de las actividades domésticas con muchos tipos de residuos, conforme presentado en cuadro 1, en cuanto los públicos surgen al barrer, realizar poda, deshierbe y limpieza bocas de dragón. Son presentados en la figura 8 junto al restante de la separación y gestión de esos residuos.

Figura 9 – Proceso del tratamiento de RSU



Fuente: SNIS (2022 p. 6).

¹ [...] prevé la reducción en la generación de residuos, teniendo como propuesta la práctica de hábitos de consumo sostenible y un conjunto de instrumentos para fomentar un mayor reciclaje y reutilización de los residuos sólidos y la disposición ambientalmente adecuada de los residuos (MMM, 2023, en línea).

En cuanto a los residuos públicos domésticos, estos son una de las variables de este estudio que comenta Godecke (2010), que toda responsabilidad de recoger y gestionar los residuos La propiedad domiciliaria pertenece a los gobiernos municipales, por lo tanto, es obligación de los estados fiscalizar el destino final que se le da a los residuos, por lo que también debe incentivar soluciones más adecuadas para su destino, en medio de políticas públicas de sensibilización y educación ambiental.

La educación ambiental puede ser considerada una herramienta que ayuda significativamente en sensibilización y capacitación de la población sobre los problemas ambientales. A nivel internacional, este problema comenzó con una discusión en la primera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, celebrada en 1972, celebrada en Estocolmo, Suecia. A través de la Declaración de Estocolmo, un conjunto de principios para la gestión ecológicamente racional de los se elabora el entorno (SCHIO, 2016).

La educación ambiental se rige por la legislación brasileña sobre Política Nacional de Educación Ambiental, Ley N° 9.795, de 27 de abril de 1999. Según esta legislación, la educación es vista como:

[...] os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999, online)².

Sin embargo, la educación ambiental, según la Política Nacional de Educación, se considera ahora como “[...] componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal³.” (BRASIL, 1999, en línea).

Por ello, en la primera etapa de atención y tratamiento de los Residuos Domésticos (RDO), es de suma importancia que cada ciudadano tenga una idea y conciencia de cómo separar mejor su propia basura para ser recolecta por la recolecta pública. Pero antes, todos pueden contribuir directamente a la recolecta selectiva,

² [...] los procesos a través de los cuales el individuo y la colectividad construyen valores sociales, conocimientos, habilidades, actitudes y competencias encaminadas a la conservación del medio ambiente medio ambiente, un bien de uso común de las personas, esencial para una sana calidad de vida y su sustentabilidad (BRASIL, 1999, en línea).

³ [...] un componente esencial y permanente de la educación nacional, y debe estar presente, de manera articulada, en todos los niveles y modalidades de la proceso educativo, formal y no formal.” (BRASIL, 1999, en línea).

entregando su material reutilizable o reciclable (CORTEZ, 2002).

Los RDO y Residuos Públicos (RPU) después de colectados son transportados y llevados para las usinas de clasificación de basura. La propuesta de un modelo de gestión y gestión de residuos sólidos requiere el conocimiento de las diferentes formas de tratamiento y disposición final de residuos (SCHALCH et al., 2002).

El tratamiento o “industrialización de estos residuos” implica un conjunto de actividades y procesos con el objetivo de promover reciclaje de algunos de sus componentes, como plástico, cartón, metales y vidrio, además de transformar la materia orgánica en compost, que se puede utilizar como fertilizante y acondicionador del suelo, o en pulpa para su uso como combustible.

Como menciona el autor (SCHALCH et al., 2002), el tratamiento no constituye un sistema de disposición final completa o definitiva, ya que siempre queda un remanente inservible. Sin embargo, son muchas las ventajas que se derivan de estas acciones, quedando así más claro luego de equiparar los sistemas de manejo y disposición final de los desperdiciar. La tabla 4 destaca como esos residuos pueden ser procesados.

Tabla 5 – Tipos de procesamiento de residuos

Tipo	Proceso de transformación	Métodos de transformación	Conversión principal en productos
Físico	Separación de componentes	manual o mecánica	Componentes individuales encontrados nos residuos domiciliars
	Reducción de volumen	Aplicación de energía en forma de fuerza o presión	Reducción del volumen de material Original
	Reducción de tamaño	Aplicación de energía para trituración y trituración	Reducción de componentes originales
Químico	Combustión	Oxidación térmica	Dióxido de carbono (CO ₂), dióxido de azufre (SO ₂), otros productos oxidación, ceniza
	Pirólisis	Destilación destructiva	Varios gases, alquitrán y compost de carbono
Biológico	Compostaje aeróbico	Conversión biológica aeróbica	Compost humidificado utilizado como acondicionador de suelo
	Digestión anaeróbica	Conversión biológica anaeróbica	Metano (CH ₄), dióxido de carbono (CO ₂), humus

Fuente: adaptado de Schalch et al. (2002).

Contando con estas posibilidades de tratamiento La Secretaría de Estado para el Desarrollo Sustentable (SEDEST), de acuerdo con el Plan Estatal de Residuos Sólidos (PERS/PR), desarrolla programas para la gestión de residuos sólidos, buscando promover nuevas tecnologías para el tratamiento y destino de RSU (Proyecto Basura 5.0), incentivar la adopción de soluciones conjuntas entre municipios para el adecuado tratamiento y disposición de los residuos (Proyecto Consorcio Regional) y la devolución de residuos con potencial de reutilización al sector productivo (Proyecto Paranaense de Logística Reversa – PLR/Plataforma “Contabilidad de Residuos”) (GOBIERNO DEL ESTADO DE PARANA, 2023). Además, la SEDEST opera en acciones conjuntas con los gobiernos municipales y entidades representativas, promoviendo la preservación ambiental, la sustentabilidad y el desarrollo social de los problemas ambientales consecuentes.

En Santa Catarina El Consejo de Vigilancia Sanitaria (DIVS) es el primer sector de la Secretaría de Salud del Estado de Santa Catarina en lograr la certificación Basura Cero. Para obtener el reconocimiento era necesario reducir más del 90% de los residuos generados que serían enviados a vertederos. El resultado es fruto de nueve años de trabajo de la Gerencia de Salud Ambiental, que desde 2014 realiza una serie de acciones a través del Programa de Gestión de Residuos Sólidos (PGRS) y que involucran una gestión de residuos con beneficios al medio ambiente y economía de recursos (SANTA CATARINA, 2023).

Así, el programa Residuo Cero es un movimiento a favor de una sociedad sin basura, en el que los materiales orgánicos se convierten en abono y los materiales reciclables se reinsertan en la cadena productiva, maximizando la reutilización de los residuos y la reducción o fin de la basura que se envía a vertederos y rellenos sanitarios.

Residuo Cero o Basura Cero implica el movimiento de cambiar la perspectiva lineal de disposición final de residuos hacia la gestión de recursos. Si un producto no se puede reutilizar, reparar, reconstruir, restaurar, refinar, revender, reciclar o compostar, debe restringirse, rediseñarse o retirarse de la producción. Así comprende lo que significa cada uno de los residuos: i) Reciclable; ii) Orgánico y iii) Residuos, que no pueden ser reciclados o compostados. Esto es basura real (SANTA CATARINA, 2023).

De igual forma, en lo Río Grande del Sur la Dirección Municipal de Aseo Urbano (DMLU) es el municipio de Porto Alegre responsable por el aseo urbano y la gestión de los residuos sólidos urbanos. Entre las obras realizadas por DMLU se encuentran la recolección domiciliaria (de residuos orgánicos y rechazos) y la recolección selectiva (de

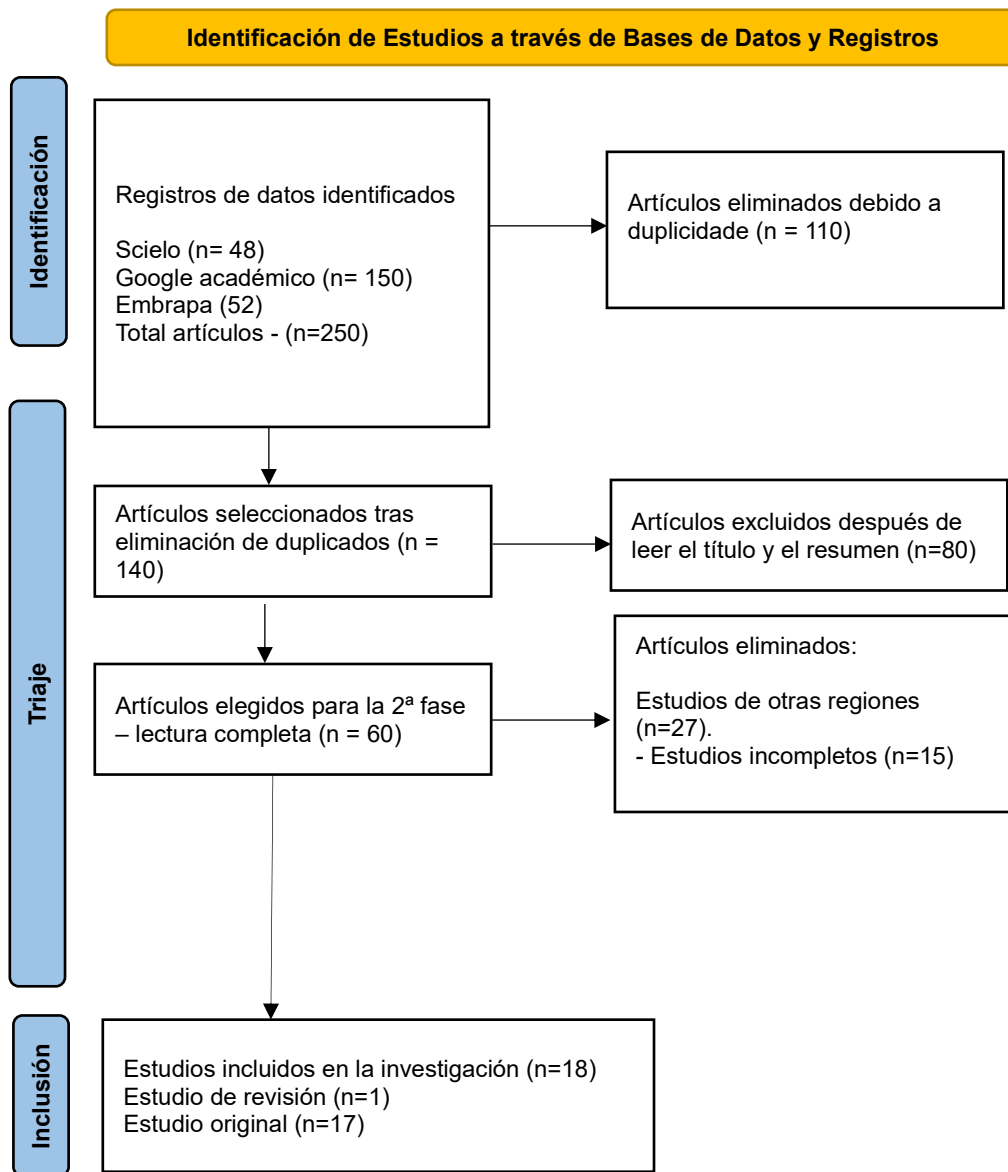
desechos reciclables) en el 100% de las calles de Porto Alegre. También se encarga del barrido y deshierbado de la vía pública, de la recolección de los desechos públicos, que resulten de una disposición inadecuada (basuras).

Todo el material recolectado por el proceso selectivo es enviado a las Unidades de Selección para su separación, empaque y venta para su reciclaje, generando empleos e ingresos y reduciendo impactos al medio ambiente. Los desechos orgánicos y los rechazos son enviados al Relleno Sanitario de Minas do Leão, ubicado a poco más de 100 kilómetros de Porto Alegre.

2.4 Revisión de la literatura del tratamiento y manejo RSU

En lo presente tópico si tiene las investigaciones acerca de la gestión y tratamiento de los RSU de la Región Sur. Para la elección de esos estudios si consideró estudios de la Región Sur considerando sus estados y municipios; estudios nacionales, estudios publicados en sitios electrónicos científicos y estudios de los últimos 10 años. Para la exclusión si consideró estudios con más de 10 años de publicación; estudios fuera del contexto científico; estudios del final de grado, estudios internacionales y estudios fuera de la Región Sur. Lo flujograma modelo de Prisma presentado en la figura presenta las etapas de tiraje:

Figura 10 – Proceso de elección y triaje para revisión



Fuente: El autor (2023).

La tabla 6 presenta una síntesis con la caracterización de los estudios. Ellos son presentados en orden cronológica de data de publicación enfatizando los autores, objetivos, métodos, la aplicación cuanto al local y los resultados.

Tabla 6 – Caracterización de los estudios en la Región Sur

Autor/data	Objetivo	Método	Aplicación	Resultado
Kirchner et al (2013)	Caracterizar la gestión de residuos sólidos en el sur de Brasil, y se utilizaron estadísticas descriptivas para el análisis de datos.	Estudio cuantitativo mediante estadística descriptiva.	Municipios de la Región Sur	Todos los municipios de la región sur de Brasil tienen gestión de residuos sólidos, pero no hay recolección selectiva en el 52,4% de los municipios de Paraná, el 66,6% de los municipios de Santa Catarina y el 66,5% de los municipios de Rio Grande do Sul. En Brasil, la mayor cantidad diaria de residuos sólidos se envía a rellenos sanitarios, correspondiente al 64,6%.
Lima et al. (2014)	Proponer tecnologías y arreglos tecnológicos para el tratamiento adecuado de los RSU para la Región Sur de Brasil, a través de la recopilación de información y el uso de dos modelos de apoyo a la decisión: AHP y Promethee II (<i>Preference Ranking Organization Method for Enrichment Ratings</i>).	Estudio de caso em 6 etapas sendo: diagnóstico de la situación actual del tratamiento de RSU; Proposición de criterios ambientales, sociales y económicos, combinados con criterios políticos; cuestionario específico para el área de manejo de residuos sólidos y aplicación directa con especialistas; Aplicación de los modelos de apoyo a la AHP y Promethee II; Análisis de los resultados y Propuesta de arreglos tecnológicos para la Región Sur de Brasil.	Región Sur	Se propusieron cuatro arreglos tecnológicos posibles para la Región Sur y que pueden ser utilizados como referencia para estudios en otras regiones geográficas de Brasil.
Wissmann et al. (2014)	Analizar el comportamiento de las variables en los años 2007 a 2011, y proyectarlas para los próximos cinco años, a fin de que los resultados ayuden en el desarrollo de nuevas políticas públicas encaminadas a la gestión ambiental.	Consultas bibliográficas y documentales, utilizando información de los tres municipios con mayor número de habitantes, de cada uno de los tres estados que componen la región sur de Brasil.	Región Sur de Paraná, Santa Catarina y Rio Grande do Sul	El Crecimiento Poblacional proyectado representará un incremento del 4,9% hasta el 2016, con respecto al 2007, el crecimiento de la Generación de Residuos será del 54,13%. También se observó que mientras los Ingresos Corrientes de los municipios tienden a aumentar un 128,83% hasta 2016, con relación a 2007, los gastos ambientales deberían aumentar un 144,27%.
Simonetto e Löbler (2014)	Desarrollar, validar y experimentar con un modelo de simulación utilizando la metodología de Dinámica de Sistemas, que permite evaluar y analizar escenarios sobre la	Predicción para validación de la elaboración de un desarrollo computacional (<i>System Dynamics</i>).	Región Sur	Con los resultados generados por el modelo de simulación, los responsables de área pueden, con carácter previo, discutir, evaluar y decidir sobre las posibles medidas necesarias de mejora o adecuación en la gestión de los residuos sólidos urbanos.

	generación y disposición final de RSU.			
Berticelli et al. (2016)	Presentar las principales tecnologías de gestión, valorización, tratamiento y/o disposición de los RSU utilizados en Brasil y señalar algunos municipios del sur de Brasil con modelos de gestión eficaces.	Revisión bibliográfica sobre las principales ventajas y desventajas de las tecnologías, abordando una conceptualización, características del proceso y aspectos económicos.	Región Sur	Los municipios son motores del desarrollo socioeconómico y deben adoptar lineamientos aprobados como forma de instrumentar sus acciones en esta materia, siendo la Política Nacional de Residuos Sólidos un instrumento rector.
Dos Anjos et al (2016)	Analizar el proceso de formación de nuevos consorcios públicos intermunicipales de residuos sólidos urbanos, utilizando como estudio de caso el Estado de Paraná.	Investigación bibliográfica y de campo. Para la muestra se seleccionó el grupo de municipios pertenecientes al CONRESOL y un grupo de municipios no consorciados. Se aplicaron cuestionarios a representantes de ambos grupos.	Paraná	La iniciativa del municipio como fundamental en el proceso de formación de nuevos consorcios; el proceso legal para la implementación del consorcio representando más seguridad jurídica que un obstáculo; y la viabilidad del acuerdo adecuado a la mayor ventaja en la formación de este acuerdo.
Zappe (2016)	Realizar un estudio comparativo de los impactos ambientales que la regionalización de la SGRSU en la Región Vale do Rio Pardo.	Utilizó la herramienta de análisis del LCA a través del programa LCA computacional UMBERTO NXT y evaluó seis categorías de impacto ambiental a través del método CML 2001. El inventario de ciclo de vida tuvo sus valores normalizados según el método WORLD 1995.	Vale do Rio Pardo - RS	La inclusión de la etapa de construcción de un relleno sanitario provoca un aumento en las emisiones en todas las categorías evaluadas y no puede ser descuidado. En el municipio de Santa Cruz do Sul, mientras C2 presentó 45.592.954,26 kg CO ₂ -Eq de emisiones en la categoría GWP, en C1 el resultado fue de 38.039.570,07 kg CO ₂ -Eq y C3 15.551.295,92 kg CO ₂ -Eq.
Mersoni, e Reichert (2017)	Analizar escenarios de gestión de residuos para el municipio de Garibaldi, Rio Grande do Sul, a través de la técnica ECV.	Se simularon cinco escenarios integrando procesos de reciclaje, compostaje, digestión anaerobia e incineración, para lo cual se elaboró el Inventario de Ciclo de Vida, utilizando el programa informático IWM-2, para la ECV se aplicaron cálculos atribuidos a las categorías de impacto ambiental.	Garibaldi-RS	Los escenarios que incluyeron reciclaje asociado al compostaje, reciclaje asociado a la digestión anaeróbica seguido de compostaje y reciclaje asociado al compostaje con incineración de residuos y valorización energética presentaron el mejor comportamiento ambiental, por lo que se señalan como posibles soluciones para el tratamiento de RSU para el municipio estudiado.
Alves et al. (2018)	Analizar la producción y uso del espacio urbano y la disposición de residuos sólidos en espacios	Se realizó un diagnóstico a nivel de la ciudad. Los sitios de depósito fueron identificados por coordenadas geográficas, que culminaron en	Fazenda Rio Grande-	Todas las calles de la ciudad fueron ocupadas por disposición de residuos en lugares inadecuados, tales como aceras, calles y

	abiertos de la ciudad de Fazenda Rio Grande-PR.	la producción de mapas en ArcGIS Software	PR.	solares baldíos. En las zonas con mayor densidad de población se deposita una mayor cantidad de basura. Riesgos socioambientales constantes.
Bó et al. (2018)	Realizar el diagnóstico temporal de la gestión de residuos sólidos urbanos en los escenarios nacional y regional (Sur) y el estudio de viabilidad económica del reciclaje aplicado a Criciúma.	Enfoque cuantitativo y cualitativo. El escenario de gestión de residuos ha sido descrito y analizados y, al final, se hicieron consideraciones a partir de la interpretación de los datos e información obtenidos. Con respecto a objetivo, la investigación se guía por la perspectiva exploratoria.	Criciúma-SC	Aunque el número de vertederos ha disminuido y los requisitos legales han relativamente propicio para la eliminación ambientalmente segura en vertederos instalaciones sanitarias, la fracción destinada a las unidades de clasificación, tanto en el escenario nacional y regional, representa un valor pequeño frente a la totalidad que se genera y recauda. De todos los residuos enviados a las unidades de procesamiento, solo el 3,2% va a la unidad de procesamiento. En la región Sur, ese porcentaje es del 9,2%.
De Lima Ceci et al. (2018)	Analizar y predecir la cantidad (en toneladas) de residuos sólidos fabricados diariamente por la población de la región sur de Brasil, a partir del análisis de los datos del año 2012 al 2016.	Estudio exploratorio por modelo matemático con el modelo poblacional de Malthus se aplicó al crecimiento de los residuos sólidos producidos en la Región Sur de Brasil en los años 2012 y 2016.	Región Sur	Se encontró que la tasa de generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) disminuyó de 2015 a 2016, con la expectativa de que la cantidad de generación en 2017 y 2018 sería aún menor. Sin embargo, los resultados obtenidos revelan una predicción opuesta.
Lavnitcki et al. (2018)	Analizar el desarrollo y alcance de las metas y objetivos propuestos por la Política Nacional de Residuos Sólidos a través del análisis de datos obtenidos de documentos y revistas en línea.	Levantamiento documental de la gestión de Residuos Sólidos	Brasil y Región Sur	Muchos municipios no han elaborado el Plan de Residuos Sólidos. La región sur mostró una mejora del 10,5%. Las tasas de generación aumentan cada año, lo que va acompañado de tasas mucho más bajas de reciclaje, reutilización, logística inversa y eliminación.
Lisbinski et al (2020)	Analizar la importancia del CIGRES, ubicado en el municipio de Seberi -Rio Grande do Sul (RS), en el desarrollo regional.	Análisis bibliográfico y documental, entrevista y observación	Seberi- RS	Lo CIGRES actúa como un instrumento capaz de satisfacer una necesidad regional, que es la disposición adecuada de los residuos sólidos producidos por los municipios del consorcio.
Gomes et al. (2021)	Presentar una visión general de los consorcios intermunicipales para la gestión de RSU en Región sur de Brasil.	Análisis documental.	Región Sur	Como revelaron los datos, todavía hay mucho espacio para la expansión de consorcios públicos en la región, principalmente en los estados de Santa Catarina y Paraná, que presentó porcentajes de población atendida y

				municipios miembros del consorcio más pequeños en comparación con los del estado de Rio Grande do Sul.
Dias (2021)	Evaluar patrones en recolección de residuos sólidos urbanos en tres municipios del estado de Rio Grande do Sul.	Análisis cuantitativo apoyado en técnicas y algoritmos de minería KDD, con métricas de evaluación utilizadas, tales como MAE, error cuadrático medio (raíz media Error al Cuadrado - RMSE) y Coeficiente de Determinación (R ²) para evaluar la calidad del base de datos y el modelo propuesto.	Rio Grande do Sul	El modelo de el algoritmo Gradient Boosting funcionó mejor MAE (25,244), RMSE (87,667) y R ² (0,642) en la fase de entrenamiento y muestran el potencial de las técnicas de entrenamiento minería de datos para ayudar en el análisis de la gestión de residuos sólidos urbano.
Da Silva Lorensi e Da Silvar (2022)	Analizar la influencia positiva que tiene un relleno sanitario en relación con la disposición ambientalmente adecuada de Residuos Sólidos Urbanos en la Región Sur de Brasil.	Estudio de caso por una investigación en la base de datos pública sobre la generación y disposición de residuos sólidos en el Sur de Brasil, junto con los datos obtenidos sobre la cantidad de residuos sólidos urbanos dispuestos en el Relleno Sanitario del estudio durante un período de diez años.	Rio Grande do Sul	El Relleno Sanitario de Candiota, en el período analizado, tuvo una contribución del 3,17% del valor total de los residuos sólidos urbanos en la región sur de Brasil que fue destinado a rellenos sanitarios.
Machado (2022)	Obtener combustibles derivados del uso de fracciones no reciclables de RSU combinados con biomasa (residuos del cultivo regional de arroz) en formato comprimido para aplicación energética	Estudio experimental cuantitativo utilizando la técnica de moldeo por compresión, se prepararon compactos mezclando fracciones molidas de Residuos del reciclaje de RSU y residuos de producción agrícola.	Sur del Estado de Santa Catarina	La investigación es una alternativa de reemplazo inmediato para carbón mineral y reduce la demanda de espacio en rellenos sanitarios, con posibilidad de sustitución de una fracción de combustible fósil por una alternativa parcialmente renovable, iniciar un proceso de transición energética regional, con aportes ambientales, económico y social.
Silva et al. (2023)	Verificar el destino de los residuos sólidos de los 29 municipios que cubren la región sur de Rio Grande do Sul, y si cumplen con el ítem de eliminación y recuperación de rellenos sanitarios, y si cuentan con rellenos sanitarios.	Investigación exploratoria descriptiva se llevó a cabo a través de un cuestionario a través de llamadas telefónicas y/o correos electrónicos con sectores ambientales de las respectivas alcaldías.	Región Sur	La mayoría de los municipios aún no se han adherido a la implementación de rellenos sanitarios en sus respectivos municipios y hacer el destino ambientalmente correcto de sus residuos para otros lugares.

Fuente: Datos de la investigación (2023).

Nota: AHP= (*Analytic Hierarchy Process*); CIGRES= Consorcio Intermunicipal de Gestión de Residuos Sólidos; CONRESOL= Consorcio Intermunicipal para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos; CO₂-Eq= Dióxido de Carbono Equivalente; C1, C2 y C3= Escenario 1, Escenario 2 y Escenario 3; ECV=Evaluación del ciclo de vida; KDD= Descubrimiento de datos y conocimiento en bases de datos; LCA= Ciclo de Vida; MAE= Error absoluto medio RSU= Residuos Sólidos Urbanos; SGRSU= Sistemas De Gestión de Residuos Sólidos

Las investigaciones presentadas destacan la importancia de las Políticas Públicas para la elaboración de planificaciones que contribuyan para a reflexión de la población de modo general, sea por empresarios y principalmente en domicilios, para que estas personas descarten sus basuras en locales adecuados.

Hay una predominancia de estudios en la Región Sur de modo general con todos los municipios sumando ocho investigaciones (KIRCHNER et al., 2013; LIMA et al. (2014; SIMONETTO; LÖBLER, 2014; BERTICELLI et al., 2016; DE LIMA CECI et al., 2018; LAVNITCKI et al., 2018; GOMES et al., 2021; SILVA et al.; 2023). Los demás hablan de municipios y estados asoleadamente.

En vista de la disminución de los prejuicios ambientales las investigaciones se concentran en aplicar estrategias de mejorías de las recolectas y disposiciones finales de los residuos (ZAPPE, 2016; ALVES et al., 2018; DIAS; 2021; DA SILVA LORENSI; DA SILVAR, 2022; MACHADO, 2022; SILVA et al., 2023).

Zappe (2016) al defender su tesis de maestría, observó que la etapa de recolección de los RSU implica los mayores aportes en los municipios de la Región del Vale do Rio Pardo en las categorías de potencial de acidificación y agotamiento de recursos abióticos, principalmente por el uso de combustibles fósiles. Las simulaciones por medio de la herramienta de LCA usando el programa computacional mostraron que la inclusión de la etapa de construcción de un relleno sanitario provoca un aumento de las emisiones en todas las categorías evaluadas y no puede ser despreciado.

Dias (2021) por su vez propone uno combate de la mala gestión de los RSU, pues tiene como alternativa las técnicas de entrenamiento minería de datos para ayudar en el análisis de la gestión de RSU. En su defensa de maestría presentó que el modelo del algoritmo Gradient Boosting funcionó mejor MAE (25,244), RMSE (87,667) y R^2 (0,642) en la fase de entrenamiento demostrando el potencial de las técnicas de entrenamiento minería, que todavía puede ayudar en el análisis de la gestión de RSU.

Da Silva Lorensi e Da Silvar (2022) analizaran que Candiota, centrada en Región sudoeste del Estado del Rio Grande do Sul realizaran una adecuada disposición final de los RSU en lo período de 2011 a 2020, sin embargo, aún existe un gran desafío para la adecuada disposición final de los RSU, ya que existe un alto costo para la construcción de nuevos rellenos sanitarios, siendo necesarios pues hay una creciente en la producción de RSU con ele pasar de los años. Los autores sensibilizan para la necesidad de uso de nuevas tecnologías para un mejor tratamiento de la basura.

Machado (2022) corrobora sobre el uso de las tecnologías al demostrar que

la gestión de RSU con producción de energía, transformando los residuos en recursos alternativos, con valor y compatibles con aplicación en procesos típicos de generación de energía térmica, más específicamente en combustión con carbón mineral en las calderas de centrales termoeléctricas en Santa Catarina, presentó beneficios, brindando una alternativa de reemplazo inmediato al carbón mineral con reducción de la demanda de espacio en los rellenos sanitarios, con la posibilidad de reemplazar una fracción de combustible fósil por una alternativa parcialmente renovable, iniciando un proceso de transición energética regional, con aportes ambientales, económicos y social.

Silva et al. (2023) recientemente al verificar el destino de los residuos sólidos de los 29 municipios que cubren la región sur de Rio Grande do Sul, y si cumplen con el ítem de eliminación y recuperación de rellenos sanitarios, y si cuentan con rellenos sanitarios encontraron que todos los municipios realizan la disposición adecuada de los RSU, una vez que tiene como apoyo y modelo el programa de la Fundación Estatal de Protección Ambiental Henrique Luis Roesler (FEPAM).

Discrepando de este resultado, en el año 2013, Kirchner et al. (2013) demostraron, a través de los datos del IBGE, que todos los municipios de la Región Sur tenían gestión de residuos sólidos, pero no contaban con recolección selectiva en el 52,4% de los municipios de Paraná, el 66,6% de los municipios de Santa Catarina y el 66,5% de los municipios de Río Gran Sur. Al comparar los dos estudios (Kirchner et al., 2013; Silva et al., 2023), se percibe un mayor progreso en la Región.

De igual forma, Wissmann et al. (2014) no tenían buenos pronósticos para el aumento de la producción de residuos en la Región Sur. Ellos predijeron que el Crecimiento Poblacional proyectado representaría un incremento del 4,9% hasta el 2016, respecto al 2007, el crecimiento de la Generación de Residuos será del 54,13%. Asimismo, que mientras los Ingresos Corrientes de los municipios tienden a incrementarse en un 128,83% hasta el 2016, en comparación con el 2007, los gastos ambientales irían incrementarse en un 144,27%. Se observó que los gastos con gestión ambiental tienden a mostrar un crecimiento mayor que los ingresos corrientes, principalmente por el aumento desproporcionado de la población y la generación de residuos.

Respondiendo a la reseña anterior Dos Anjos et al. (2016) presentaron datos que en Paraná presentaba 0,84 kg/hab./día, Rio Grande do Sul también 0,84kg/hab./día e Santa Catarina 0,80 kg/hab./día. En ese contexto, los autores destacaron que en el Estado de Paraná, estos excelentes resultados se debían al CONRESOL. El Consorcio Público se presentaba como un modelo de gestión adecuado y viable para que

los municipios pudieran superar los desafíos en la gestión y manipulación de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), incluso con el crecimiento de la población.

Los estudios de Lisbinski et al (2020) y Gomes et al. (2021) corroboraron esa excelencia del artificio de los consorcios públicos para una gestión de los RSU, ambos estudios defienden que es una alternativa viable a resolución conjunta entre quienes tienen las mismas dificultades para la superación de problemas locales, en un contexto regional, bien como la gestión pública aje incentivando a los municipios a utilizar esta herramienta como una forma de mejorar la prestación de los servicios públicos y, en consecuencia, la calidad de vida de la población regional.

Estudios de Alves et al. (2018); Bó et al. (2018) y De Lima Ceci et al. (2018) alertan para la urgencia de medidas preventivas de la polución ambiental, todos presentaron que cada vez más el aumento de la población resulta en una mayor generación de basura. A su vez encontró ese resultado a través de la producción de mapas en ArcGIS Software en la sociedad de Fazenda Rio Grande detectando la construcción de su espacio urbano de manera precaria, lo que se manifiesta en un amplio depósito de residuos sólidos a la intemperie, esparcidos al azar por la superficie del casco urbano. Bó et al. (2018) utilizaran el software VERDES[®] verificaran que mismo que los vertederos ha disminuido hay una pequeña cantidad en comparación con la totalidad que se genera y se recoge. De todos los residuos enviados a las unidades de procesamiento, solo el 3,2% va a la unidad de procesamiento. tiraje por año. En la región Sur, ese porcentaje es del 9,2%, tanto en el paisaje nacional y regional de Criciuma-RS. De Lima Ceci et al. (2018) a su vez, utilizó un modelo matemático aplicado a la producción de residuos sólidos en la Región Sur, los autores destacan la necesidad de la concientización pública sobre la correcta disposición de los residuos, yunto de acciones públicas por parte del gobierno, ya que, como se ve en este trabajo, aún se le da poca importancia a este tema en nuestro país.

De acuerdo Lavnitcki et al. (2018) al analizar los efectos de la Política Nacional de Residuos Sólidos verifica uno problema en Brasil y la situación en la Región Sur una pues, muchos municipios no han elaborado el Plan de Residuos Sólidos. La Región Sur mostró una mejora del 10,5%. Por lo tanto, es deseable que más Políticas Públicas sean realizadas y direccionadas a toda la población y empresarios con industrias o comercios.

Enfocados en la solución del tratamiento adecuado y generador de menos gastos Lima et al. (2014) Berticelli et al. (2016) y Mersoni, e Reichert (2017) modelos ya presentados de tecnologías viables. Lima demuestra que la AHP (Proceso de jerarquía

analítica) y Promethee II (Preferencia Clasificación del método de organización para las evaluaciones de enriquecimiento) son eficientes para la realización del análisis de reciclaje, compostaje, tratamiento mecánico-biológico, digestión anaeróbica, incineración con generación de energía eléctrica en ciclo combinado (energía eléctrica y térmica), vertedero con y sin generación de energía. Berticelli et al. (2016) en medio a la revisión bibliográfica presentó varios tipos de tecnologías usables, pero destacó que independiente de la que se utilizar debe ser pautada en la Política Nacional de Residuos Sólidos siendo este el instrumento de guía. Mersoni, y Reichert (2017) analiza los escenarios de gestión de residuos para el municipio de Garibaldi-RS, mediante la técnica LCA, simulando cinco escenarios integrando procesos de reciclaje, compostaje, digestión anaeróbica e incineración, para lo cual se elaboró el Inventario de Ciclo de Vida, utilizando el programa computacional IWM-2. Como resultado observaron que los escenarios que incluyeron reciclaje asociado al compostaje, reciclaje asociado a la digestión anaeróbica seguido de compostaje y reciclaje asociado al compostaje con incineración de residuos y valorización energética presentaron el mejor comportamiento ambiental, por lo que se señalan como posibles soluciones para el tratamiento de RSU para el municipio estudiado.

En medio se abordan las variables número de habitantes; generación de residuos por habitante e ingresos corrientes de los 15 municipios de la Región Sur, fueran analizados en medio del Programa Panel Data, para la corroboración o no de las hipótesis.

2.5 Hipótesis

Analizar el comportamiento de las variables de los 15 municipios más grandes de la Región Sur, en un marco temporal de 2013 a 2017, puede promover predicciones para la eliminación de desechos, de manera que se minimice el impacto de los costos públicos. En ese aspecto se puede mensurar si la media entre las variables es igual.

Otra hipótesis es que la variable que más impactó en los gastos de gestión de los RSU de los 15 municipios más grandes de la Región Sur desde 2013 a 2017 era el número de personas, ya que, a través del crecimiento de la población, se produce un aumento de los residuos.

3 METODOLOGÍA

En el tercer capítulo se explica en que consiste el método de regresión lineal y como nos ayudar para la confirmación de nuestra principal hipótesis. Por otro lado, se levanta y analiza los datos y variables recolectadas; para realizar un análisis de correlación y prueba de hipótesis, también para poder realizar consideraciones finales.

La importancia de la ciencia como una formar o acción que realiza el ser humano en busca de explicar las entidades que pasan en su entorno, este proceso se adquiere conocimiento con el cual se puede dominar algunas de estas entidades o disciplinas. Sin embargo, existe una la complejidad de como suceden estas entidades, y en muchas ocasiones se nos es difícil definir las o dominarlas por completo. También la ciencia se construye empírica y colectivamente ya que para poder definir o explicar una entidad (VOLPATO, 2004).

Es por ello que, para poder realizar la comprobación científica, el siguiente trabajo de investigación se utiliza una metodología cuantitativa, para encontrar insumos o información relevante de fuentes oficiales para poder llevar a cabo la comparación de datos e indicadores tales como, la población de cada año, así como la cantidad total de residuos domésticos y residuos públicos recolectados, así como los costos por año. También, se tomó en cuenta la cantidad de materiales reciclados por año.

3.1 Caracterización de la investigación

El trabajo se enfoca en la construcción de instrumentos de investigación cuantitativa. Según Richardson (1999), la investigación cuantitativa se caracteriza por la utilización de la cuantificación, tanto en términos de recopilación de información como en el tratamiento de los mismos mediante técnicas estadísticas.

Mattar (2001), explica que la investigación cuantitativa busca validar las hipótesis mediante el uso de datos estadísticos estructurados, con análisis de un gran número de casos representativos, recomendando un curso de acción final. Así cuantifica los datos y generaliza los resultados de la muestra a las partes interesadas.

3.2 Delineamiento da pesquisa

Los datos recogidos se recolectaron por las variables como numero de población; generación de residuos por habitante; ingresos corrientes y gastos públicos

ambientales período no menor a un año, por lo sitio del SNIS⁴ utilizando la metodología estadística que maneja la Relación entre dos o más variables cualitativas, de tal manera, que una variable pueda predecirse a partir de la otra y ofrece resultados predecibles.

La relación entre variables se puede representar mediante una línea recta Regresión lineal simple a través de ella regresión linear simples, donde se mira la eficiencia a escala, en comparación a los residuos que produce la municipalidad (VILLAVICENCIO, 2008. p.195-196).

3.3 Población y recopilación de datos

Para la base de datos se utilizaron tres estados de la región sureña de Brasil los cuales fueron Rio grande do Sul, Paraná y Santa Catarina. Para el Estado de Rio grande do Sul utilizamos los cinco principales municipios del Estado los cuales fueron, Porto Alegre, Caxias do Sul, Canoas, Gravataí, Santa Cruz do Sul. Para el estado de Paraná se tomaron los municipios de Curitiba, São José dos Pinhais, Londrina, Maringá, Araucária. Y por último para el estado de Santa Catarina tomaron los municipios Joinville, Itajai, Florianópolis, Blumenau y Chapecó.

3.4 Procesamiento y visualización de datos

La base de datos se desmonta entre el año 2013 hasta el 2017 analizados por lo software estadístico Stata 16. También se tomó en cuenta la población de cada año, así como la cantidad total de residuos domésticos y residuos públicos recolectados por año. También se tomará en cuenta la cantidad de materiales reciclados por año. Por último, el costo unitario por el servicio de recolección de residuos domésticos residuos únicos expresado en R\$/Tonelada. Lo cual hace la suma de 7 variables recolectadas, de las cuales 2 fueron cualitativas y 5 cuantitativas, sumando un total de 75 casos analizados. Podremos observar la correlación de la cantidad de desechos que se juntan al mes y los que se procesan como residuos ya reciclados. Y mediante el punto de vista cualitativo hay una realidad la cual debemos descubrir, mediante la construcción e interpretación de esta. Pues, estas interpretan mediante los indicadores sociales, ya que, en el programa de colecta selectiva, se puede observar una participación de recolectores, que antes no tenían un empleo fijo o que garantizará los derechos laborales. (TOLEDO, 2012, p.10)

Por último, se correlacionaron datos cualitativos con el objetivo describir y

⁴SNIS. <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoibGVkYTRiZTktMGUwZS00OWFiLTgwNWYtNGQ3Y2JlZmJhYzFiliwidCI6IjY2ZmE5LTNmOTMtNGJiMS05ODMwLTZyNDY3NTJmMDNINCislmMiOjF9>

comprender las cualidades de una problemática social. En la bibliografía se tomaron en cuenta literatura de acuerdo al estudio de recolección de residuos sólidos y de saneamiento municipal, estas se tomarán en cuenta en el marco teórico.

Se realizó un estudio de campo, para recolectar la información necesaria en lugar donde se da el fenómeno de estudio, obteniéndose por medio recolección de datos en cuanto a la eficiencia de los municipios, de esta forma darle validez a las hipótesis que se plantearon.

3.4.1 Panel Data

Los datos en panel o datos longitudinales (en inglés panel data) es un término común en estadística y sus aplicaciones en econometría y se utiliza para designar información de diversas unidades de muestra (individuos, empresas, etc.) monitoreadas, en general, a lo largo del tiempo. Así, las observaciones se consideran en dos dimensiones, una de ellas es la unidad de muestreo y la otra es el tiempo. Por ejemplo, los precios mensuales del kilogramo de frijoles en varios supermercados durante ese año. Además, el clima puede ser reemplazado por otras condiciones de observación como diferentes lugares.

La información de cada unidad de muestreo, compuesta por todas sus observaciones a lo largo del tiempo, también se denomina serie temporal. Por ejemplo, los precios mensuales del kilogramo de frijol durante ese año en un solo supermercado es una serie con 12 observaciones.

Los datos de series temporales pueden considerarse como un caso particular de datos de panel, porque en este caso solo se realiza un seguimiento de una unidad de muestreo a lo largo del tiempo. Los datos de panel se obtienen de estudios longitudinales o estudios de panel.

Los datos se pueden equilibrar cuando las observaciones de todas las unidades están disponibles durante todo el período de tiempo, o paneles no balanceados cuando una o más unidades no están presentes en todos los períodos de la base de datos. El segundo caso puede causar varios problemas a considerar, uno de los cuales ocurre si la ausencia de las unidades en la base de datos no es aleatoria. Los modelos de análisis más utilizados son los efectos fijos y los efectos aleatorios.

La Regresión Lineal Múltiple es un modelo de análisis que utilizamos cuando modelamos la relación lineal entre una variable de resultado continuo y múltiples variables predictoras que pueden ser continuas o categóricas Villavicencio (2008).

Fórmula de regresión lineal múltiple:

La fórmula de regresión no es más que la ecuación que describe una línea:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 \quad (3.1)$$

Donde Y es la variable de interés, la que queremos predecir. X es nuestra variable predictora que está asociada con β , que le dirá que tan inclinada esta hacia la recta, lo que tan influyente es la variable predictora. A su vez, el α es el valor que describe la intersección: donde la línea es cuando el valor de X es cero.

En Regresión Lineal Múltiple, la fórmula es muy similar, solo añadiremos otras variables predictoras:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 \quad (3.2)$$

En la fórmula anterior tenemos dos variables predictoras y sus betas. Continuando con este modelo, podemos tener tantas variables predictoras como queramos:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n \quad (3.3)$$

La correlación es una medida estadística que expresa el grado en que dos variables están relacionadas linealmente (es decir, cambian juntas a una tasa constante) Correlación paramétrica utilizando variables numéricas cuantitativas; generar una ecuación que ayude a explicar la predicción de la variable Y (media) en función de las covarianzas, permitiéndonos entender cómo se relacionan entre sí.

Correlación no paramétrica, uso de variables numéricas y ordinales para obtener curvas suavizadas según algunos parámetros sirve para buscar un modelo ideal para predecir la variable y sin ser lineal Prueba de hipótesis. Una prueba de una hipótesis estadística es el procedimiento o regla de decisión que nos permite decidir por H_0 o H_a , en base a la información contenida en la muestra.

La hipótesis nula generalmente establece que no hay relación entre dos fenómenos medidos.

H_0 = Hipótesis nulas - La media entre las variables. Son lo mismo.

H_a = Hipótesis alternativas La media entre las variables. No son lo mismo.

Prueba de dos o dos colas:

La hipótesis alternativa es una que usted cree que puede ser verdadera o espera demostrar que es cierta.

3.4.2 Introducción a los fundamentos del análisis de datos longitudinales.

El análisis de datos longitudinales es una metodología esencial en la investigación científica y económica, que permite examinar los cambios a lo largo del tiempo en diversas unidades observacionales. En este contexto, dos conceptos fundamentales merecen atención: la distinción entre datos cortos y largos, y la diferencia entre datos balanceados y desbalanceados, ambos desempeñando roles cruciales en la comprensión de la dinámica temporal de los fenómenos en estudio.

La disyuntiva entre datos cortos y largos se manifiesta en la recopilación de conjuntos de datos durante al menos dos períodos diferentes, facilitando el análisis de la evolución de variables a lo largo del tiempo para cada unidad observacional. Cuando el número de casos supera la cantidad de períodos temporales, se configura un panel corto ("cross-section dominant"). En contraste, un panel largo ("temporally dominant") se presenta cuando el número de períodos temporales es mayor que la cantidad de casos. Esta distinción se revela como crucial para comprender la naturaleza temporal de los datos y orienta la elección de metodologías apropiadas en el análisis de datos longitudinales.

Panel Corto ("sección transversal dominante"):

$$norte > t \quad (3.4)$$

Donde *norte* el número de casos y *t* la cantidad de períodos temporales.

Panel Largo ("temporalmente dominante"):

$$norte < t \quad (3.5)$$

La elección entre datos cortos y largos dependerá de la naturaleza específica de la investigación y los objetivos planteados. La toma de decisiones informada deberá considerar cuidadosamente los aspectos metodológicos, teóricos y prácticos asociados con cada enfoque, con el objetivo de maximizar la validez y la utilidad de los resultados obtenidos.

Los datos balanceados y desbalanceados, se destacan por la consistencia en la disponibilidad de información es otro aspecto clave en el análisis de datos longitudinales. Un panel se considera balanceado cuando hay información para todos los casos en todos los períodos de tiempo, mientras que un panel desbalanceado surge cuando algunos casos faltan en determinados períodos. La presencia de datos faltantes puede afectar la eficiencia de las estimaciones, influyendo en medidas como el error estándar, el valor *p* y los intervalos de confianza.

Para cada panel balanceado caso i y período t hay información disponible.

$$\forall y_{it}, \forall t \exists X_{it} - \epsilon_{it} \quad (3.6)$$

Para el panel desequilibrado puede haber información faltante para algunos casos en algunos períodos.

Es por ello que la elección entre datos balanceados y desbalanceados en la investigación demanda una reflexión meticulosa sobre los objetivos específicos de la indagación. Una aproximación consciente, guiada por un entendimiento profundo de las implicancias teóricas y éticas, permitirá la adopción de un enfoque que equilibre la equidad en la representación con la necesidad de explorar y comprender fenómenos minoritarios.

Modelo General para Datos en Panel, este modelo econométrico de regresión de panel ofrece una estructura poderosa para analizar datos longitudinales. En su forma más básica, considera la variación no solo entre casos, sino también a lo largo del tiempo. El modelo general puede expresarse matricialmente, teniendo en cuenta parámetros específicos para cada individuo y período.

El modelo de regresión de panel general se expresa matricialmente como:

$$Y_{it} = X_{it} b + a_i + \epsilon_{it} \quad (3.7)$$

Donde Y_{it} es la variable dependiente para el caso i en el período t . X_{it} es el vector de variables independientes para el caso i en el período t . b son los coeficientes de regresión comunes a todos los individuos.

a_i son los efectos fijos específicos para cada individuo.

ϵ_{it} son los errores individuales.

La utilización de datos en panel constituye una valiosa contribución al arsenal metodológico de la investigación cuantitativa. Su capacidad para abordar la temporalidad y la multidimensionalidad de los fenómenos observados demanda un enfoque reflexivo y riguroso. Este análisis pretende fomentar una comprensión más profunda de las oportunidades y desafíos asociados con los datos en panel, sirviendo como un catalizador para futuras investigaciones y desarrollos metodológicos en esta área.

Los modelos de efectos fijos y aleatorios, como primer punto para abordar la heterogeneidad entre casos, se han desarrollado dos modelos fundamentales: el modelo de efectos fijos y el modelo de efectos aleatorios. El modelo de efectos fijos captura

variaciones específicas entre unidades observacionales, mientras que el modelo de efectos aleatorios considera intercepciones que varían siguiendo una distribución de probabilidad. Estos enfoques son cruciales para obtener estimaciones robustas en escenarios en los que la heterogeneidad es una característica central de los datos.

Modelos de efecto fijo:

$$Y_{\acute{e}l_} = X_{\acute{e}l_} b + a_i + tu_{\acute{e}l_} \quad (3.8)$$

Modelo de efectos aleatorios: donde C_i es el término de efectos aleatorios que sigue una distribución de probabilidad.

$$Y_{\acute{e}l_} = X_{\acute{e}l_} b + C_i + tu_{\acute{e}l_} \quad (3.9)$$

$Y_{\acute{e}l_}$ es la variable dependiente.

$X_{\acute{e}l_}$ es el vector de variables independientes.}

b son los coeficientes de regresión.

a_i son los efectos fijos.

C_i es el término de efectos aleatorios.

$tu_{\acute{e}l_}$ son los errores individuales.

La selección entre modelos de efectos fijos y aleatorios constituye un ejercicio metodológico que requiere una comprensión profunda de las complejidades de la investigación longitudinal. Este análisis busca proporcionar una base crítica para investigadores, destacando las consideraciones teóricas y prácticas que deben guiar la elección entre estos modelos, fomentando así la mejora continua de la calidad y validez de la investigación longitudinal.

En resumen, el análisis de datos longitudinales ofrece una visión dinámica y completa de los cambios a lo largo del tiempo, permitiendo la modelización de fenómenos complejos. La elección entre modelos y la comprensión de la estructura de los datos son elementos clave para obtener percepciones significativas a partir de estos análisis.

Claro, puedo proporcionarte las fórmulas asociadas con los conceptos y modelos mencionados en la introducción al análisis de datos longitudinales.

3.4.3 Aplicación en Stata 16:

En el proceso inicial, se destaca la relevancia de la importación de datos como punto

esencial. Aquí, se enfatiza la importancia de garantizar la presencia de una estructura de datos apropiada, donde los identificadores de casos y los períodos de tiempo estén definidos de manera clara. Este paso es fundamental para establecer una base sólida en el análisis de datos.

En esta etapa, se recurre a la aplicación de comandos específicos de importación, tales como *import* o *use*, con el propósito de incorporar de manera efectiva los datos al entorno de Stata. Este enfoque no solo asegura la integración exitosa de la información, sino que también sienta las bases para una manipulación y exploración de datos más efectivas en fases posteriores del análisis.

Por lo tanto, la atención cuidadosa a la importación de datos no solo aborda la cuestión de la estructura de datos, sino que también establece las condiciones ideales para el desarrollo coherente y eficiente de todo el proceso analítico en Stata. Este enfoque meticuloso desde el principio se traduce en una base sólida para la investigación y el análisis subsiguiente.

En el marco del análisis exploratorio, se lleva a cabo un análisis descriptivo detallado mediante la aplicación de comandos especializados como *resumen* y *describe*. Este enfoque se orienta a comprender a fondo la naturaleza y la distribución de los datos en cuestión.

Dentro del ámbito académico, se subraya la importancia de adentrarse en el análisis de datos longitudinales. En este contexto, se hace hincapié en la aplicación de comandos específicos, como *xtset*, que desempeña un papel crucial al establecer la estructura de panel necesaria para abordar la naturaleza temporal de los datos.

Al avanzar hacia el modelado con regresión de panel, se implementan modelos pertinentes diseñados para acomodar datos longitudinales. Un ejemplo concreto radica en la utilización de *xtreg*, que se revela como una herramienta valiosa para ajustar modelos que abarcan desde efectos fijos hasta aleatorios. Este enfoque de modelado contribuye a capturar las variaciones a lo largo del tiempo, proporcionando una comprensión más profunda de la dinámica subyacente en los datos longitudinales en el contexto académico.

Ejemplo para Modelo de Efectos Fijos:

```
// Definir la estructura del panel xtset id_var time_var // Ajustar el
modelo de efectos fijos xtreg var_dependiente vars_independientes, fe
```

Ejemplo para Modelo de Efectos Aleatorios:

```
// Definir la estructura del panel xtset id_var time_var // Ajustar el  
modelo de efectos aleatorios xtreg var_dependiente vars_independientes, re
```

En el proceso de diagnóstico del modelo, se ejecutan pruebas exhaustivas para evaluar la validez del mismo, abordando aspectos cruciales como la heterocedasticidad y la autocorrelación. Esta fase se caracteriza por su enfoque riguroso, destinado a garantizar la robustez y confiabilidad del modelo.

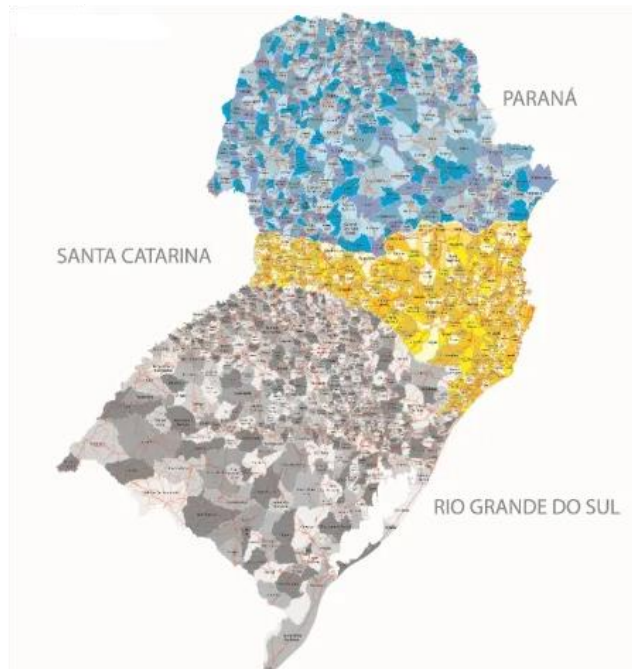
En el ámbito académico, se espera una interpretación detallada y crítica de los resultados obtenidos. Se pone especial énfasis en destacar la relevancia de los efectos fijos o aleatorios en el contexto de la investigación. Esta interpretación no solo cumple con estándares académicos elevados, sino que también contribuye significativamente a la comprensión profunda de los patrones y fenómenos capturados por el modelo.

En paralelo, se lleva a cabo una comparación entre modelos, empleando estadísticas como AIC o BIC. Este análisis comparativo resalta consideraciones teóricas y metodológicas pertinentes, subrayando la importancia de la precisión metodológica y la interpretación crítica en el análisis de datos longitudinales en Stata 16. Esta aproximación académica promueve la aplicación rigurosa de los modelos en un contexto de investigación académica, fortaleciendo así la validez y la fiabilidad de los resultados obtenidos.

4 RESULTADOS

El presente capítulo presenta los resultados obtenidos a través de las variables: número de población; generación de residuos por habitante; ingresos corrientes y gastos públicos ambientales período no menor a un año, utilizando la metodología estadística que maneja la Relación entre dos o más variables cualitativas, de tal manera, que una variable pueda predecirse a partir de la otra y ofrece resultados predecibles. La investigación es basada en una muestra de los 15 mayores municipios de la Región Sur, siendo los 5 mayores de cada estado presentado en mapa de la figura 11:

Figura 11 – Estados de la Región Sul con Municipios y Carreteras



Fuente: Citimaps (2022).

La Región Sur posee cerca de 400 municipios con una media de 30.685.598 personas hasta el año de 2022 conforme apunta la tabla 7:

Tabla 7 – Población de la Región Sur y estados

Previsión de población calculada en base a los resultados del Censo Demográfico 2022 hasta el 25 de diciembre de 2022	
REGIÓN SUR ESTADOS	POBLACIÓN
Região Sul	30.685.598
Paraná	11.835.379
Santa Catarina	7.762.154
Rio Grande do Sul	11.088.065

Fuente: Adaptado de IBGE. Dirección de Investigación - DPE-Coordinación Técnica del Censo Demográfico-CTD (2022).

En el presente análisis de resultados, se presenta un informe de las diferentes variables trabajadas en el software estadístico Stata 16; así como de la correlación entre ellas mismas, para poder validar las hipótesis del proyecto de disertación de maestría mediante una regresión de variables por municipios, mediante el panel de datos. Con ello, se brinda sustentabilidad a la investigación mediante el análisis del conjunto de datos. Se tomaron datos de los tres estados sureños de Brasil y se utilizaron los cinco principales municipios de cada uno, abarcando un período de 5 años para cada municipio, desde 2013 hasta 2017. La variable dependiente en este contexto son los municipios, mientras que las variables independientes incluyen el manejo de desechos sólidos según la cantidad de habitantes y los ingresos corrientes, como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8 - Regresión lineal

Fixed-effects (within) regression	Number of obs	=	75
Group variable: Municipio	Number of groups	=	15
R-sq:	Obs per group:		
within	=	0.0959	min = 0.0959
between	=	0.9551	avg = 0.9551
overall	=	0.9420	max = 0.9420
			F (2,58) = 3.08
corr(u_i, Xb)	=	0.9869	Prob > F = 0.0537

Generacion_Basura~s	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Población	0.7851413	0.325659	2.41	0.019	0.1332632	1.437019
Ingresos_corrientes	-17.01235	46.37341	-0.37	0.715	-109.8388	75.81411
_cons	-242571.6	164693.6	-1.47	0.146	-572241.6	87098.44
sigma_u	226304.92					
sigma_e	21794.311					
rho	99081056				(fraction of variance due to u_i)	

F test that all u_i=0: F (14, 58) 13.98

Prob > F = 0.0000

Fuente: Datos de la pesquisa (2023).

La interpretación y análisis el $R_{=sq}$ es el que representa la correlación entre las variables población, ingresos corrientes como variable independiente que están altamente

correlacionados con la variable generación de basura. $R_{=sq} : Overall = 0.9420$, siendo un excelente resultado en la correlación. Por otro lado, el modelo general o $Prob > F$ este es caso es mayor al $t > F$ o la significancia es igual a $Prob > F = 0.053$ este resultado tiene una significancia del 95.5% siendo un buen resultado.

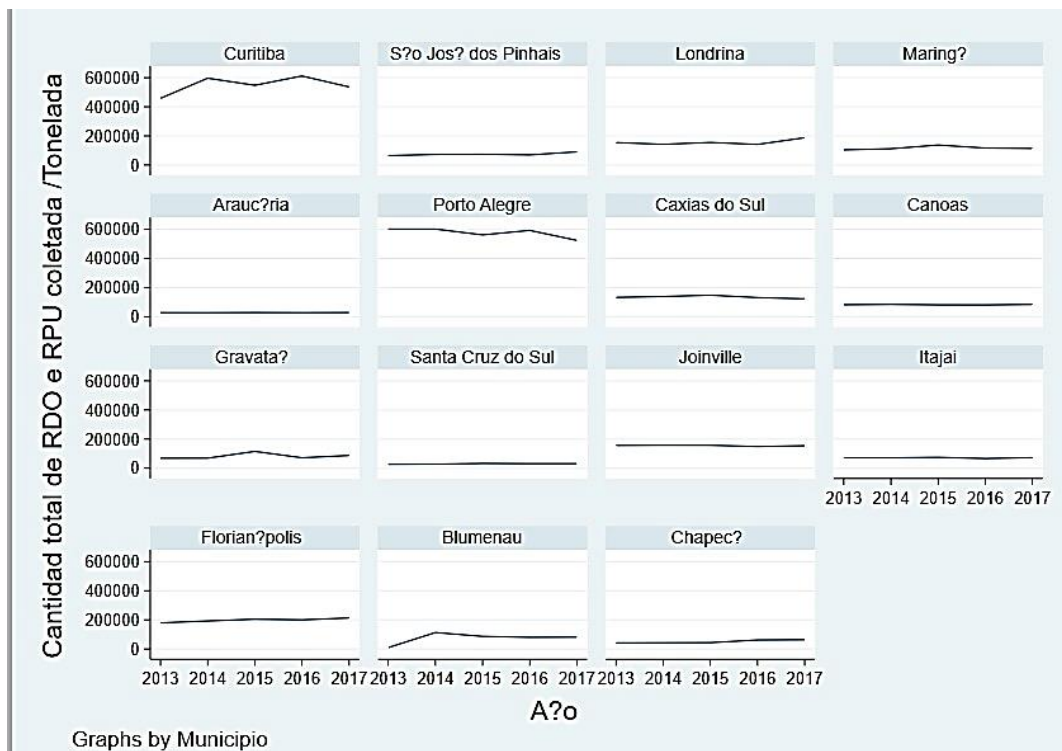
Ahora como interpretamos la población en correlación con la generación de basura, la tabla 8 nos indica que por cada persona que llega a uno de los municipios aumenta la generación de residuos un 0.78 Toneladas anuales (t/año); esa variable como influye en la generación de residuos anual un 99.5% por que la significancia representada por $P > |t|$ que debe ser mayor a la tolerancia del valor es = 0.019. Siempre manteniéndose en la variable población y analizando los intervalos de confianza que es de un [95 % *Cont. Interval.*] se encuentra en un intervalo izquierdo de 0.13 e 1.4 en intervalo derecho. Siendo este un excelente intervalo de confianza porque en este intervalo de deben acercarse a 1 y ambos son positivos, al igual que su coeficiente es positivo.

Wissmann et al. (2014) anteriormente encontró un resultado semejante al analizar los comportamientos de las personas en un periodo de 2007 hasta 2011 lo que verificó que el Crecimiento Poblacional proyectado representaría un incremento del 4,9% hasta el 2016, con respecto al 2007, el crecimiento de la Generación de Residuos sería del 54,13%.

De Lima Ceci et al. (2018), a su vez, identificó una disminución en la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en el período de 2015 a 2016, con la expectativa de que la cantidad de generación en 2017 y 2018 sería aún menor. Sin embargo, encontró un aumento, lo cual corrobora la presente hipótesis de que, a medida que crece la población, también lo hace la generación de RSU y residuos domiciliarios.

La figura 12 presenta un gráfico de la cantidad total de los RSU más los RDO por tonelada en todos los 15 municipios de los estados del Paraná, Santa Catarina y Rio Grande do Sul nos años de 2013 hasta 2017.

Figura 12 – Gráficos de la cantidad de RSU y RDO en los 15 municipios



Fuente: Datos de la pesquisa (2023).

Es por ello que en la comprobación de hipótesis podemos afirmar que, al analizar el comportamiento de las variables de los 15 municipios más grandes de la Región Sur, en un marco temporal de 2013 a 2017 puede promover predicciones para la eliminación de desechos de manera que se minimice el impacto ambiental y también los costos públicos. En ese aspecto se puede mensurar si la media entre las variables es igual.

Ahora bien, analizando la variable ingresos corrientes tenemos que los coeficientes son negativos, y es por ello que no es necesario realizar una interpretación numérica, ya que la variable no es significativa. Ya que para poder ser significativa debe ser menor a 0.05 y sus valores son $P > |t| = 0.715$ por lo tanto la variable ingresos no nos es de utilidad para un análisis, conforme la tabla 8:

El resultado que demuestra que, a mayor aumento de residuos y población, pero no existe un aumento considerable de los costos, lo que diverge de lo presentado por Wissmann et al. (2014) también se observó que mientras los Ingresos Corrientes de los municipios aumentaría un 128,83% hasta 2016, con relación a 2007, los gastos ambientales deberían aumentar un 144,27% lo que fue refutado por ese presente estudio una vez que la tabla 8 presenta qué mismo que la población tenga aumentado, los costos todavía no

sufrieron diferencias significativas.

Ese no aumento de los costos son interpretados por Mersoni y Reichert (2017) como una importancia de los escenarios de la Región Sur que incluyeron reciclaje asociado al compostaje, reciclaje asociado a la digestión anaeróbica seguido de compostaje y reciclaje asociado al compostaje con incineración de residuos y valorización energética presentaron el mejor comportamiento ambiental, por lo que se señalan como posibles soluciones para el tratamiento de RSU para el municipio estudiado.

Machado (2022) también correlacionan la constancia de costos con la adecuada gestión de RSU, pues, lo que no se puede reciclar se han combinado con biomasa (residuos del cultivo regional de arroz) en formato comprimido para aplicación energética no quedando in locales de cielo abierto o inapropiados. Lima et al. (2014) y Berticelli et al. (2016) ya discutían la importancia de los avances tecnológicos para una buena gestión de los RSU, una vez que después de la colecta y reciclaje lo que sobra todavía precisa ser considerado un desafío para una adecuada disposición final.

En esa misma línea de una buena gestión de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en la Región Sur, brindando eficiencia con menor costo incluso frente al aumento poblacional, Dos Anjos et al. (2016), Zappe (2016) y Gomes et al. (2021) resaltan la importancia de los consorcios públicos. Aunque las Políticas Públicas necesiten incentivar a los municipios para que se organicen y logren más éxito en este aspecto.

De la Región Sur, de manera aislada los 15 mayores municipios son presentados en las tablas 11 (Paraná), 12 (Santa Catarina) y 13 (Rio grande do Sul) entre los años analizados de 2013 hasta 2017 junto de la correlación de los costos para la gestión de los RSU y RDO.

Tabla 9 – Paraná con los 5 municipios en año 2013 hasta 2017

Município	Ano de Referência	População total	Quantidade total de RDO e RPU coletada por todos os agentes	Custo unitário médio do serviço de coleta (rdo + rsu) - R\$/tonelada
Curitiba	2013	1.848.946	458.359	R\$ 160,63
Curitiba	2014	1.864.416	596.324	R\$ 181,78
Curitiba	2015	1.879.355	547.771	R\$ 235,34
Curitiba	2016	1.893.997	611.415	R\$ 213,38
Curitiba	2017	1.908.359	536.288	R\$ 170,85
São José dos Pinhais	2013	287.792	64.800	R\$ 73,51
São José dos Pinhais	2014	292.934	72.790	R\$ 104,43
São José dos Pinhais	2015	297.895	74.490	R\$ 126,88
São José dos Pinhais	2016	302.759	69.760	R\$ 257,36
São José dos Pinhais	2017	307.530	90.600	R\$ 209,20
Maringá, PR	2013	385.753	104.280	R\$ 81,89
Maringá, PR	2014	391.698	111.925	R\$ 195,03
Maringá, PR	2015	397.437	137.401	R\$ 104,63
Maringá, PR	2016	403.063	116.743	R\$ 297,43
Maringá, PR	2017	406.693	114.155	R\$ 335,27
Londrina, PR	2013	537.566	154.494	R\$ 91,57
Londrina, PR	2014	543.003	142.534	R\$ 91,57
Londrina, PR	2015	548.249	155.194	R\$ 107,66
Londrina, PR	2016	553.393	141.787	R\$ 110,42
Londrina, PR	2017	558.439	187.596	R\$ 83,77
Araucária, PR	2013	129.209	26.965	R\$ 173,33
Araucária, PR	2014	131.356	26.965	R\$ 220,70
Araucária, PR	2015	133.428	28.297	R\$ 226,03
Araucária, PR	2016	135.459	27.188	R\$ 247,57
Araucária, PR	2017	137.452	28.267	R\$ 128,87

Fuente: Datos colectados en Painel Data (2023).

Curitiba aumentó la población en 59.413 de igual modo los costos fueran para 10,22R\$/ton. São José dos Pinhais el aumento de la población fue de 19.738 lo que presentó uno considerable aumento en 104,77R\$/ton principalmente si comparado a Curitiba. Maringá aumentó poblacionalmente en 20.940 con los costos aumentados en 253,38R\$/ton durante los años. Londrina fue para un aumento poblacional de 20.873 con costo disminuido en 7,8 R\$/ton, en cuanto Araucária presentó un aumento poblacional menor que los demás sumando 8.243 también presentando disminución en los costos en 44,46R\$/ton.

Tabla 10 – Santa Catarina con los 5 municipios en año 2013 hasta 2017

Município	Ano de Referência	População total	Quantidade total de RDO e RPU coletada por todos os agentes	Custo unitário médio do serviço de coleta (rdo + rsu) - R\$/tonelada
Joinville, SC	2013	546.981	156.766	R\$ 171,54
Joinville, SC	2014	554.601	158.076	R\$ 187,30
Joinville, SC	2015	562.151	157.602	R\$ 199,55
Joinville, SC	2016	569.645	149.090	R\$ 230,58
Joinville, SC	2017	577.077	154.535	R\$ 242,49
Itajaí, SC	2013	197.809	71.973	R\$ 121,76
Itajaí, SC	2014	201.557	71.843	R\$ 112,37
Itajaí, SC	2015	205.271	75.147	R\$ 114,95
Itajaí, SC	2016	208.958	66.731	R\$ 129,88
Itajaí, SC	2017	212.615	73.135	R\$ 133,05
Florianópolis, SC	2013	453.285	179.476	R\$ 340,00
Florianópolis, SC	2014	461.524	192.083	R\$ 340,12
Florianópolis, SC	2015	469.690	204.528	R\$ 330,60
Florianópolis, SC	2016	477.798	199.919	R\$ 385,96
Florianópolis, SC	2017	485.838	213.229	R\$ 274,06
Blumenau, SC	2013	329.082	9.728	R\$ 102,93
Blumenau, SC	2014	334.002	112.934	R\$ 93,20
Blumenau, SC	2015	338.876	86.806	R\$ 366,02
Blumenau, SC	2016	343.715	80.045	R\$ 428,73
Blumenau, SC	2017	348.513	81.366	R\$ 428,65
Chapecó, SC	2013	198.979	41.843	R\$ 232,97
Chapecó, SC	2014	202.009	42.697	R\$ 237,72
Chapecó, SC	2015	205.795	43.597	R\$ 347,58
Chapecó, SC	2016	209.553	61.699	R\$ 219,63
Chapecó, SC	2017	213.279	63.536	R\$ 326,36

Fuente: Datos colectados en Painel Data (2023).

La tabla 12 apunta un aumento sustancial de la población de Joinville de 22.664 en los años de 2013 hasta 2017, entretanto, el aumento de los 5 años resulta en un costo de 70,95R\$/ton. Itajaí presenta un aumento poblacional de 14.806 personas con el aumento de costo de total de 11,29R\$/ton. Florianópolis tiene un aumento de la población de 32.553 y los costos bajó en 65,94R\$/ton. Blumenau aumentó 19.431 en la población y obtenible lo mayor aumento con los costos en 325,72R\$/ton. Chapecó presentó un aumento poblacional parecido con Itajaí en 14.300, pero los costos fueran de 93,39R\$/ton en los 5 años.

Tabla 11 – Rio Grande do Sul con los 5 municipios en año 2013 hasta 2017

Município	Ano de Referência	População total	Quantidade total de RDO e RPU coletada por todos os agentes	Custo unitário médio do serviço de coleta (rdo + rsu) - R\$/tonelada
Porto Alegre, RS	2013	1.467.816	9.033	R\$ 89,55
Porto Alegre, RS	2014	1.472.482	601.199	R\$ 109,40
Porto Alegre, RS	2015	1.476.867	561.417	R\$ 93,57
Porto Alegre, RS	2016	1.481.019	592.151	R\$ 126,52
Porto Alegre, RS	2017	1.484.941	523.626	R\$ 150,06
Caxias do Sul, RS	2013	465.304	132.091	R\$ 169,53
Caxias do Sul, RS	2014	470.223	138.248	R\$ 200,76
Caxias do Sul, RS	2015	474.853	147.283	R\$ 207,00
Caxias do Sul, RS	2016	479.236	130.982	R\$ 182,68
Caxias do Sul, RS	2017	483.377	122.356	R\$ 275,44
Canoas, RS	2013	337.259	81.694	R\$ 143,18
Canoas, RS	2014	339.979	84.343	R\$ 155,18
Canoas, RS	2015	340.319	80.827	R\$ 133,02
Canoas, RS	2016	342.634	80.461	R\$ 103,08
Canoas, RS	2017	343.853	83.961	R\$ 133,02
Gravataí, RS	2013	269.022	68.805	R\$ 109,80
Gravataí, RS	2014	270.689	69.338	R\$ 105,22
Gravataí, RS	2015	272.257	115.612	R\$ 109,18
Gravataí, RS	2016	273.742	72.228	R\$ 161,94
Gravataí, RS	2017	275.146	87.798	R\$ 194,76
Santa Cruz do Sul, RS	2013	124.577	27.052	R\$ 171,46
Santa Cruz do Sul, RS	2014	125.353	28.015	R\$ 229,39
Santa Cruz do Sul, RS	2015	126.084	33.057	R\$ 86,14
Santa Cruz do Sul, RS	2016	126.775	31.501	R\$ 161,97
Santa Cruz do Sul, RS	2017	127.429	31.501	R\$ 161,97

Dados colectados en Painel Data (2023).

Rio Grande do Sul pose lo segundo mayor municipio del Sur de Brasil, siendo Porto Alegre, quedando a tras solamente de Curitiba, pero su aumento poblacional fue bien menor en esos cinco años siendo de 17.125 en cuanto los costos aumentará en 60,51R\$/ton. Considerando la dimensión de Caxias do Sul, su aumento poblacional fue exponencial ya que fue de 18.073, más que el mayor municipio del estado, pero de manera contraria los costos de RSU y RDO fueran reducidos en 10,16 R\$/ton. Con un aumento poblacional de 6.124 Gravataí aumentó los costos en 84,96R\$/ton siendo lo mayor del estado, pues, Santa Cruz do Sul a pesar de tener un aumento poblacional de 2.852 demostró una queda del costo de 9,49R\$/ton.

Con una mirada panorámica se puede decir que los aumentos de los costos si comparados con la cantidad total de RDO e RSU colectados por todos os agentes pocos

municipios tuvieron un aumento considerable, una vez que todos los municipios de los estudios presentaran aumento de los residuos. Lo municipio que más presentó ese aumento fue de Porto Alegre-RS pasando de 9.033 en una población de 1.467.816 en el año de 2013 para 523.626 en una población 1.484.941 (tabla 13) que ni sufrió tanto aumento hasta el año de 2017.

Caxias do Sul-RS por su vez disminuyó la colecta de RSU y RDO con aumento de los costos de colecta, ya Canoas, RS (tabla 13) si disminuyo los costos, como los municipios de Florianópolis-SC (tabla 12) que tiene uno aumento de la población de 32.553 y los costos bajó en 65,94R\$/ton. Santa Cruz do Sul-RS (tabla 13) a pesar de tener un aumento poblacional de 2.852 demostró una queda del costo de 9,49R\$/ton. Londrina y y Araucária de Paraná también fueron destaques pues si aumentaran las colectas de RSU y RDO, pero si disminuyó los costos con los servicios de coleta.

De todos los municipios Blumenau-SC (tabla 12) aumentó 19.431 en la población y obtenible lo mayor aumento con los costos con la diferencia de 325,72R\$/ton. Ese aumento en los costos durante los 5 años es proporcional al aumento de la producción y recolecta de los residuos.

4.1 Validación de hipótesis

Para analizar el comportamiento de las variables de los 15 municipios más grandes de la Región Sur, en un marco temporal de 2013 a 2017 fue comprobado que el análisis por la Regresión lineal puede promover predicciones para la eliminación de desechos de manera que se minimice los costos públicos. En ese aspecto se puede mensurar si la media entre las variables es igual.

La interpretación y análisis el $R_{=sq}$ es el que representa la correlación entre las variables población, ingresos corrientes como variable independiente que están altamente correlacionados con la variable generación de basura. $R_{=sq} : Overall = 0.9420$, siendo un excelente resultado en la correlación. Por otro lado, el modelo general o $Prob > F$ este es caso es mayor al $t > F$ o la significancia es igual a $Prob > F = 0.053$ este resultado tiene una significancia del 95.5% siendo un buen resultado.

Otra hipótesis es que la variable que más impactó en los gastos de gestión de los RSU de los 15 municipios más grandes de la Región Sur desde 2013 a 2017 era el número de personas, ya que, a través del crecimiento de la población, se produce un aumento de los residuos.

Así si observo que el aumento de la población ocasiona el aumento de los residuos siendo todavía la hipótesis comprobada una vez que por cada persona que llega a uno de los municipios aumenta la generación de residuos un 0.78 Toneladas anuales (t/año); esa variable como influye en la generación de residuos anual un 99.5% por que la significancia representada por $P > |t|$ que debe ser mayor a la tolerancia del valor es = 0.019. Siempre manteniéndose en la variable población y analizando los intervalos de confianza que es de un [95 % *Cont. Interval.*] se encuentra en un intervalo izquierdo de 0.13 e 1.4 en intervalo derecho. Siendo este un excelente intervalo de confianza porque en este intervalo de deben acercarse a 1 y ambos son positivos, al igual que su coeficiente es positivo.

Es importante destacar que, a pesar del aumento poblacional y de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), no se observa un incremento significativo en los costos de la recolección de residuos. No obstante, sería deseable que se llevaran a cabo nuevos estudios para verificar por qué ocurre este fenómeno. Se debe indagar si se debe a la falta de realización de inversiones necesarias, a la adecuada participación de la población en el reciclaje, o a la eficacia de las acciones de los poderes públicos en la gestión. También se observa que el aumento de la población está vinculado al incremento en la generación de residuos.

5. CONSIDERACIONES FINALES

La Investigación se orienta a ver si el aumento de la población, genera más costos productivos en la gestión de residuos sólidos urbanos de los municipios con mayor población de los estados sureños de Brasil desde los años de 2013 hasta 2017, fue lo objetivo principal de la pesquisa, siendo posible alcanzar por medios de los datos disponibles en los sitios gubernamentales SNIS en medio del Programa Panel Data.

Al analizar las variables, número de habitantes; generación de residuos por habitante e ingresos corrientes de los 15 municipios de la Región Sur, mediante el análisis del Programa Panel Data, si se observó que hay aumento de la población en todos los municipios, pero algunos casos con más expresividad, así como lo contrario. Es por ello, que cuando se cruza las variables “Aumento de la población” con “Aumento de costos”, no hay mucha significancia, de modo general, en casos aislados la variable de aumento de costos, en el municipio de Blumenau se observa que aumentó en la variable población (no muy expresivamente), pero obtuvo un mayor aumento, en los costos sumando en 325,72R\$/ton en los 5 años.

A su vez se encontraron 5 exenciones, ya que en 5 municipios ocurrió la disminución de los costos con los aumentos de la población, siendo en: Florianópolis-SC, Canoas-RS, Santa Cruz do Sul-RS, Araucária-PR y Londrina-PR. Las exenciones ocurrieron en todos los estados, siendo la más expresiva en Florianópolis-SC que fue la segunda que más aumentó poblacionalmente y así mismo la que más se bajó los costos.

Cuando se cruza las variables de “Aumento de población” con “Aumento de residuos” hay un aumento considerable, conforme ya apuntaba autores consultados, así se corroboró por la presente investigación al presentar que cada persona que llega a uno de los municipios aumenta la generación de residuos un 0.78 Toneladas anuales (t/año).

El municipio que más presentó aumento de residuos fue Porto Alegre-RS, pero, no fue lo que más aumentó su población, Caxias do Sul-RS únicamente bajo su producción de residuos, así mismo presentó el aumento de los costos con la recolección de residuos, acompañando el crecimiento poblacional.

Por los datos encontrados es posible entender qué la variable influye más en el gasto en la gestión de RSU en los 15 municipios de la Región Sur, siendo lo aumento poblacional una vez que el que causa el aumento de residuos, que comúnmente puede aumentar si los costos, pero va a depender de como será realizada la disposición final, con las etapas de tratamiento envolviendo el reciclaje, transformación en energía, con la utilización de

tecnologías, como presentado por las investigaciones de otros autores.

Respecto de la revisión realizada de otros estudios de los últimos 10 años, fue posible comprender que se utiliza en la región Sur, distintos modelos de gestión de RSU. Según crecimiento poblacional é muy recomendado los consorcios públicos, una vez que es una alternativa viable a resolución conjunta entre quienes tienen las mismas dificultades para la superación de problemas locales, en un contexto regional, bien como la gestión pública quiebre incentivando a los municipios a utilizar esta herramienta como una forma de mejorar la prestación de los servicios públicos y, en consecuencia, la calidad de vida de la población regional.

Otro método de gestión utilizado son las técnicas de minería de datos, las cuales pueden ser de utilidad en el análisis de la gestión para adoptar actitudes tempranas en la resolución y prevención de problemas ambientales, asegurando una disposición adecuada de los residuos. En esta línea, existen estudios que consideran que la etapa de recolección de residuos es la más crucial, en comparación con la disposición final.

Las técnicas de compostaje aeróbico también son citadas, bien como de la LCA, simulando cinco escenarios, integrando procesos de reciclaje, compostaje, digestión anaeróbica e incineración. Hay investigaciones que perfeccionan la técnica de jerarquía que compone las fases de análisis de reciclaje, compostaje, tratamiento mecánico-biológico, digestión anaeróbica, incineración con generación de energía eléctrica en ciclo combinado (energía eléctrica y térmica), vertedero con y sin generación de energía.

Luego también es muy citado la importancia de programas gubernamentales, apoyadores y educadores poblacionales. Uno de los programas citados fue el FEPAM de la Fundación Estatal de Protección Ambiental Henrique Luis Roesler. Hay autores que destacan que independiente de la técnica que se utilizará, debe ser pauta en la Política Nacional de Residuos Sólidos, siendo este el instrumento de guía.

En suma, la investigación corroboró las hipótesis que el análisis del comportamiento de las variables de los 15 municipios más grandes de la Región Sur, en un marco temporal de 2013 a 2017 por la Regresión lineal, puede promover predicciones para la eliminación de desechos de manera que se minimice los costos públicos. En ese aspecto se puede mensurar si la media entre las variables es igual.

Mismo con el aumento poblacional y de los RSU no hay aumento significativo de los costos de colecta de los residuos, pero, es deseable que nuevos estudios sean realizados para la verificación de lo porque ocurre ese fenómeno, si es porque no si realiza tantas inversiones necesarias para que la población pueda tratar adecuadamente o recicla los

residuos, y si los poderes públicos son asertivos en la gestión. Así también, se observó que con el aumento de la población se ocasiona el aumento de los residuos.

Hay la necesidad de investigar otras variables, como lo son, los daños ambientales en dichas regiones, siendo este un limitador de la investigación una vez que estos datos ni siquiera estaban disponibles, así que urge la realización de investigaciones de campo de la Región Sur, con vista de minimizar más la producción de residuos.

Otro limitador está en la localización de programas gubernamentales que aseguran un adecuado procesamiento de los residuos hasta sus disposiciones finales. En ese aspecto, estudios cualitativos descriptivos pueden contribuir sustancialmente para que, si comprende las efectividades de que ya está si aplicando, para así si trazar novas metas, con nuevas miradas y objetivos.

REFERENCIAS

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2011.

_____. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil: 2021**. São Paulo, 2021.

_____. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2022. Recuperado de: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Consulta em: 30 may. 2023.

ABREN - WtERT | Associação Brasileira de Recuperação Energética de Resíduos. **Levantamento inédito mostra que o Brasil perde 2,4 bi por ano com a falta de tratamento do seu lixo urbano (Direito & Negócios)**. Recuperado de: <https://abren.org.br/2021/06/04/levantamento-inedito-mostra-que-o-brasil-perde-24-bi-por-ano-com-a-falta-de-tratamento-do-seu-lixo-urbano-direito-negocios/>. Consulta em: 12 jul. 2023.

ABNT NBR 10004. **Resíduos Sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, RJ, 2004.

ALVES, João Batista; DE ASSIS MENDONÇA, Francisco; DALBEM, Rafaela Pacheco. Resíduos sólidos na área urbana de fazenda Rio Grande/PR: a produção socioambiental do espaço urbano na cidade periférica. **R. Ra'e Ga**, v. 44, p. 124-138, 2018.

BARDACH, Eugene; PATASHNIK, Eric M. **A practical guide for policy analysis: The eightfold path to more effective problem solving**. CQ press, 2019.

BERTICELLI, R.; PANDOLFO, A.; KORF, E. P. Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos: perspectivas e desafios. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 711–744, 2016. DOI: 10.19177/rgsa.v5e22016711-744. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/3624. Acesso em: 25 jul. 2023.

BÓ, Souza-Dal et al. **Gestão de resíduos sólidos urbanos: uma análise da viabilidade econômica da reciclagem em Criciúma–SC**. 2018.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal. DOU – Diário Oficial da União de 05 de outubro de 1988.

BRASIL. **Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF, 2010.

_____. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Recuperado de: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm. Consulta em: 30 may. 2023.

_____. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020). Recuperado de: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-

2010/2007/lei/l11445.htm. Consulta en: 05 jul. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Planares [recurso eletrônico]** /coordenação de André Luiz Felisberto França... [et. al.]. – Brasília, DF: MMA, 2022. 209 p. Recuperado de: <https://portal-api.sinir.gov.br/wp-content/uploads/2022/07/Planares-B.pdf>. Consulta en: 07 jul. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases para a Educação (LDB), Lei nº 9.394/96**. Brasília, 1999. Recuperado de: <https://www.mec.gov.br/>. Consulta en: 15 jul. 2023.

CAMPOS, Mateus. Reciclagem. **Mundo educação**. 2023. Recuperado de: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/reciclagem.htm>. Consulta en: 07 jul. 2023.

COMPAM – Lixo e Resíduos Sólidos Urbanos. Recuperado de: <http://www.compam.com.br/tiposlixo.htm>. Consulta en: 02 jul. 2023.

CORTEZ, Ana Tereza Caceres. **A gestão de resíduos sólidos domiciliares: coleta seletiva e reciclagem-a experiência de Rio Claro (SP)**. 2002. 151 f. Tese (livre-docência) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2002.

DA SILVA LORENSI, Wilian; DA SILVAR, Cristine Santos de Souza. Análise comparativa da contribuição de um aterro sanitário para a destinação ambientalmente adequada de resíduos sólidos urbanos na região Sul do Brasil. In: **Forum Internacional de Resíduos Sólidos-Anais**. 2022.

DE LIMA CECI, Raoni Stefano et al. Modelo matemático aplicado à produção de resíduos sólidos na região Sul do Brasil. **Revista Técnico-Científica**, 2018.

DIAS, Janaina Lopes. **Estudo do uso de mineração de dados no processo de roteamento da coleta de resíduos sólidos urbanos em cidades da região Sul do Brasil**. 2021.

DOS ANJOS, Priscila Alves; DO AMARAL, Karen Juliana; FISCHER, Klaus Martin. Consórcios públicos de resíduos sólidos urbanos na perspectiva regional do Paraná. **REDES: Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 21, n. 2, p. 131-159, 2016.

GOBIERNO DEL ESTADO DE PARANA. Secretaria Do Desenvolvimento Sustentável. **Resíduos Sólidos**. 2023 Recuperado de: <https://www.sedest.pr.gov.br/Pagina/Residuos-Solidos>. Consulta en: 15 jul. 2023.

GODECKE, M. V. **Estudos das alternativas de valorização econômica para a sustentabilidade da gestão de resíduos urbanos no Brasil**. Dissertação de mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. 2010.

GOMES, Aline Pimentel; PANDOLFO, Adalberto; FROZZA, Caroline Noglio. Panorama dos consórcios públicos para gestão de resíduos sólidos urbanos na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, v. 10, n. 1, p. 127-153, 2021.

GOUVEIA, Nelson. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & saúde coletiva**, v. 17, p. 1503-1510,

2012.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades - Rio grande do Sul - Paraná - São Paul- Panorama**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/.html>. Acesso em: Sep. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografía Y Estadística. **Censo 2022**. Recuperado de: <https://censo2022.ibge.gov.br/pt/component/content/article/2012-agencia-de-noticias/noticias/35954-brasil-tem-207-8-milhoes-de-habitantes-mostra-previa-do-censo-2022.html>. Consulta em: 30 mai. 2023.

JARDIM, Niza Silva; WELLS, Christopher. (Coord.) **Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado**. São Paulo: IPT/CEMPRE, 1995.

KIRCHNER, Rosane Maria et al. Manejo de resíduos sólidos na região sul do Brasil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, p. 2846-2854, 2013.

LAVNITCKI, Laís; BAUM, Camila Angelica; BECEGATO, Valter Antonio. Política Nacional dos Resíduos Sólidos: abordagem da problemática no Brasil e a situação na Região Sul. **Ambiente & Educação**, v. 23, n. 3, p. 379-401, 2018.

LISBINSKI, Fernanda Cigainski et al. A importância dos consórcios públicos na gestão dos resíduos sólidos urbanos: uma análise do consórcio intermunicipal CIGRES. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, n. 2, p. 3-36, 2020.

LIMA, José Dantas de et al. Uso de modelos de apoio à decisão para análise de alternativas tecnológicas de tratamento de resíduos sólidos urbanos na Região Sul do Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 19, p. 33-42, 2014.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MACHADO, Adilson Geraldo. **Aproveitamento energético dos rejeitos da triagem de resíduos sólidos urbanos combinados com biomassa: uma opção energética para a região sul de Santa Catarina**. 2022.

MERSONI, Cristina; REICHERT, Geraldo Antônio. Comparação de cenários de tratamento de resíduos sólidos urbanos por meio da técnica da Avaliação do Ciclo de Vida: o caso do município de Garibaldi, RS. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, p. 863-875, 2017.

MMM. Ministerio del Medio Ambiente. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. 2023. Recuperado de: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos.html>. Consulta em: 07 jul. 2023.

NEOENERGIA. **Reciclagem: o que é e como você pode contribuir**. 2023. Recuperado de: <https://www.neoenergia.com/pt-br/te-interessa/meio-ambiente/Paginas/reciclagem.aspx>. Consulta em: 07 jul. 2023.

ONU-Organizaciones de las Naciones Unidas. Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. 2022. Recuperado de: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Consulta em: 07 jul. 2023.

PALERMO, Giuseppe Cernicchiaro; GOMES, Ana Paula Pereira. **Tratamento e gestão de resíduos [livro eletrônico]**. Rio de Janeiro: UVA, 2017.

PARANÁ. **Lei 12.493 de 22 de janeiro de 1999**. Estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes a geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Estado do Paraná, visando controle da poluição, da contaminação e a minimização de seus impactos ambientais e adota outras providências. Curitiba, PR, 1999.

PREFECTURA MUNICIPAL DE CURITIBA. **Pequenas atitudes podem diminuir produção de lixo da cidade**. 2014. Recuperado de: <https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/pequenas-atitudes-podem-diminuir-producao-de-lixo-da-cidade/32655>. Consulta em: 07 jul. 2023.

PROJETA SUSTENTÁVEL. **O que é Gerenciamento de Resíduos Sólidos?** 2023. Recuperado de: <https://www.projetasustentavel.com/o-que-e-gerenciamento-de-residuos-solidos>. Consulta em: 07 jul. 2023.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei nº 9.921**, de 27 de julho de 1993. Dispõe sobre a gestão dos resíduos sólidos, nos termos do artigo 247, parágrafo 3º da Constituição do Estado e dá outras providências. Porto Alegre, RS, 1993.

SALEEM, Wajeeha et al. Latest technologies of municipal solid waste management in developed and developing countries: A review. **International Journal of Advanced Science and Research**, v. 1, n. 10, p. 22-29, 2016.

SANCHEZ-MUNOZ, María del Pilar; CRUZ-CERON, José Gabriel; MALDONADO-ESPINEL, Paula Carolina. Gestão de resíduos urbanos sólidos na América Latina: uma análise a partir da perspectiva da geração. **Finanz. polit. econ.**, Bogotá, v. 11, n. 2, pág. 321-336, dezembro de 2019.

SANTA CATARINA. **Lei nº 13.557, de 17 de novembro de 2005**. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e adota outras providências. Florianópolis, SC, 2005.

SANTA CATARINA. **Vigilância sanitária estadual conquista certificação lixo zero**. Secretaria da Saúde. 2023. Recuperado de: <https://www.saude.sc.gov.br/index.php/noticias-geral/13939-diretoria-de-vigilancia-sanitaria-da-ses-conquista-a-certificacao-lixo-zero>. Consulta em: 08 jul. 2023.

SCHALCH, Valdir et al. Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos. **São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos—Universidade de São Paulo**, 2002.

SCHIO, Simara Saquet. Estudo de Caso Acerca da destinação do lixo doméstico e conscientização ambiental em Restinga Sêca-RS. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, n. 27, p. 9-29, 2016.

SILVA, L. A.; CORRÊA, A. G.; COSTA, M. M.; DUARTE, V.; LEANDRO, D.; COSTA FILHO, A. Levantamento sobre a destinação dos resíduos da região sul do Rio Grande do Sul. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, n. 41, p. 53-74, 2023.

SIMONETTO, Eugênio de Oliveira; LÖBLER, Mauri Leodir. Simulação baseada em System Dynamics para avaliação de cenários sobre geração e disposição de resíduos sólidos urbanos. **Production**, v. 24, p. 212-224, 2014.

SINIR- Sistema Nacional de Información sobre Gestión de Residuos Sólidos. **Tipos de Resíduos**. 2023. Recuperado de: <https://sinir.gov.br/informacoes/tipos-de-residuos/>. Consulta en: 08 jul. 2023.

SNIS - Sistema nacional de información de Saneamiento. Power BI Report. **Painel Resíduos Sólidos Urbanos**. Indicadores municipais. Recuperado de: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjojNGVkbkYTRiZTktMGUwZS00OWFiLTgwNWYtNGQ3Y2JIZmJhYzFiliwidCI6IjJmY2ZmE5LTNmOTMtNGJiMS05ODMwLTZyNDY3NTJmMDNlNCIsImMiOiJF9>. Consulta en: 21 de novembro de 2021.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico Temático: Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos**. Ministério do Desenvolvimento Regional Secretaria Nacional de Saneamento. 2023. Recuperado de: http://antigo.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/rs/2020/DIAGNOSTICO_TEMATICO_INFRAESTRURA_PARA_OS_SERVICOS_RS_SNIS_2022.pdf. Consulta en: 15 jul. 2023.

SZIGETHY, Leonardo; ANTENOR, Samuel. Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos. **IPEA**. 2020. Recuperado de: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>. Consulta en: 08 jul. 2023

TINOCO, João Eduardo Prudêncio e KRAEMER, Maria Elisabeth Pereira. **Contabilidade e Gestão ambiental**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

UNIVASF - Universidade Federal do Vale do São Francisco. **5 formas de fazer reutilização do lixo doméstico**. 2019. Recuperado de: <https://portais.univasf.edu.br/sustentabilidade/noticias-sustentaveis/5-formas-de-fazer-reutilizacao-do-lixo-domestico>. Consulta en: 08 jul. 2023.

WORLD BANK. **What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050**. Traduzido pelos autores. Recuperado de: <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/d3f9d45e-115f-559b-b14f-28552410e90a/full>. Consulta en: 08 jul. 2023.

WISSMANN, Martin Airton et al. O futuro do lixo: um estudo sobre a geração de lixo e os gastos ambientais na Região Sul do Brasil. **Enfoque: Reflexão Contábil**, v. 33, n. 3, p. 67-82, 2014. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/3071/307132829006.pdf>. Acesso em: 29 mai. 2023.

ZAPPE, Ana Letícia. **Avaliação do ciclo de vida do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos de um consórcio intermunicipal no Rio Grande do Sul**. 2016.