

CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES DEL BARRIO DE MACÚTI EN EL MUNICIPIO DE BEIRA

MSc. Daimarys Castro. Hernández¹, Ing. Leopoldina Isabel Fernandes Pereira², Noel
Pérez de Medina Lantigua³

1. *Universidad de Matanzas – Sede “Camilo Cienfuegos”, Vía Blanca Km.3, Matanzas, Cuba. Daimarys.castro@umcc.cu*
2. *Universidade Zambeze, Barrio 7 de Abril, Chimoio, Mozambique.*

Resumen

Resumen

El presente estudio fue realizado con la finalidad de caracterizar cuantitativamente y cualitativamente los residuos sólidos del municipio de la Beira. El trabajo de campo fue realizado el mes de abril de 2016, el Barrio seleccionado para colecta de las muestras fue *Macúti* y las muestras fueron recolectadas en 30 viviendas encajadas en forma aleatoria. A través de los análisis realizados fue posible constatar que la generación per cápita mediados residuos es igual a 0.59 kg / hab / día y la generación per capita total es igual a 272.72ton / día con relación a la composición física, la materia orgánica tiene el 39%, *Green* / madera con cerca de 16%, materiales con potencial de reciclaje 19% (papel / cartón, vidrio, plástico pet y metal).

Palabras claves: *Residuos sólidos domésticos, caracterización cuantitativa y cualitativa.*

Introducción

Según el diccionario de la lengua portuguesa, basura es todo aquello que no se quiere o no se precisa más y se bota por no tener utilidad, o sea, son cosas inútiles, viejas y sin valor. Otra forma de definir los residuos, puede ser, aquella en que se considera residuo todo producto o subproducto que es resultante de procesos de diversas actividades humanas, tales como: limpieza pública, agrícola, comercial, hospitalaria, domésticas, entre otros.

De acuerdo con (LIMA, L. M. Q., 1991), podemos afirmar que la basura o sea residuo diario proviene de las actividades ejercidas por el hombre y que los factores principales para que esto ocurra son básicamente dos: el aumento poblacional y la intensidad de la industrialización. Considerando esos dos factores y sus posibles implicaciones en la producción y origen de los residuos, podemos afirmar que la basura urbana es inagotable. Por causa del crecimiento poblacional la basura que se produce tiende a aumentar cada día que pasa, por lo que es de urgencia garantizar su gerenciamiento con el implemento de técnicas y estrategias de gestión de estos materiales.

En Mozambique la mayoría de los municipios disponen sus residuos sólidos sin ningún control, lo que causa graves consecuencias como: contaminación del suelo, del aire, de las aguas superficiales y subterráneas, lo que conyeba a la proliferación de focos de organismos patógenos, vectores de transmisión de dolencias, con serios impactos en la salud de la población.

El municipio de Beira enfrenta el mismo desafío pues el local donde se hace la deposición de los residuos sólidos esta operado de forma inadecuada, y el circuito de residuos presenta apenas las actividades de colecta, transporte y deposición final sin pasar por un proceso de tratamiento de residuos antes que se haga la deposición final de los mismos. La deposición se realiza en un lugar seleccionado del municipio de acuerdo con los días en relación a la distancia con el centro urbano. Esta situación mostró urgencia en adoptar un sistema de gestión adecuado para los residuos, haciendo la definición de política para gestión de residuos asegurando una continua mejora del nivel de calidad de vida.

Todo sistema relaciona la producción y el consumo, inferido en la producción o generación de una cantidad de subproducto y residuos sólidos, ya que si se tiene en cuenta la ubicación, la naturaleza y la cantidad de residuos sólidos que se generan, estos residuos pueden presentar problemas económicos y problemas sociales. A causa del crecimiento poblacional la basura que se produce tiende a aumentar cada día que pasa, por lo que es primordial garantizar su gestión con el implemento de técnicas y estrategias de gestión de esos materiales.

El estudio de caracterización de residuos sólidos es importante pues nos permite saber la cantidad y también el tipo de residuos que se producen en un área. Esta base de datos que se obtienen a través de este estudio es fundamental en el proceso de gestión de residuos sólidos, en el dimensionamiento, en la inversión para área de recogida, transporte y

deposición final de los residuos sólidos, ayuda en la determinación de la capacidad necesaria para un sistema de tratamiento de residuos.

En los municipios Mozambicanos la administración se limita a barrer las calles, recolectar los residuos sólidos producidos por las residencias de forma no regular y depositarlos en lugares distantes de la vista de la población y esta deposición se hace de forma desordenada. Probablemente, podemos afirmar que esta situación es provocada por la falta de conciencia de las autoridades municipales, o quizás, por la dificultad de adquirir medios financieros para la compra de equipos necesarios para la recogida de los residuos sólidos, compactación, transporte y deposición final de los residuos sólidos.

Por lo tanto, se adopta como el problema del trabajo

La inexistencia de una base de datos relacionada con las informaciones de los residuos producidos en términos cuantitativos y cualitativos

Objetivo general

- Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios del municipio de Beira;

Objetivos específicos

- Calcular el valor de la generación percapita en el municipio de la frontera;
- Determinar la composición física de los residuos sólidos municipales;
- Determinar la densidad de los residuos sólidos municipales.

1. Desarrollo

1.1. En la realización de la monografía para la campaña de caracterización, tuvimos como base el método aplicado en la Investigación de Informe del Estudio de Generación y Caracterización de Residuos Sólidos Municipales de la Localidad de San Martín alao Provincia de San Martín - Region de San Martín la Guía metodológica para la elaboración del estudio de Caracterización para residuos Sólidos municipales (ec-rsm) y (Monteiro et al., 2001). Pero fue necesario adaptar de acuerdo con lo necesario para obtener los datos más próximos posibles de los residuos recolectados.

1.2. La recolección de datos se realizó en el período de verano a partir del día 4 de abril hasta el día 11 de abril de 2016 y se realizaron análisis cuantitativos y análisis cualitativamente, fue necesario definir la zona de estudio, la cantidad de muestras a ser recogidas, su distribución temporal y el material necesario para su realización. metodología para la caracterizar los residuos solidos

1.3. Área seleccionada para la toma de muestras.

El estudio se centra en la caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en el Barrio del *Macúti*, y específicamente va a abarcar la zona urbana. Este es el área con el

nivel socioeconómico más alto en el municipio de Beira, en ella predomina viviendas unifamiliares dos pisos, con jardines, piscinas y anexos. La renta de la población es elevada y el número de habitantes actualmente es de hasta 13848 habitantes, y el número de hogares existentes en esta área es de 3462 eso según el censo 2007 y datos del INE (2007), presenta una densidad relativamente baja, en este barrio podemos encontrar también oficinas, hoteles, escuelas e iglesias.

1.4. Proyección de la población en el área de estudio.

La población en el barrio del Macúti (zona urbana y suburbana) es de 13.848 habitantes, y el número de hogares en esta área es de hasta 3.462 para el año 2007 según datos del INE (2007).

Hecha la proyección de la población en el año 2016, nueve años después del censo 2007, considerando la tasa de crecimiento poblacional del 4%.

Siendo así tendremos: $Pf = Pi * (1 + r)^n$ donde:

$Pf(2016)$ = Población después de n años;

Pi = 13.848hab (Población inicial real obtenida del censo 2007)

r = 4% (tasa de crecimiento)

n = 9 (número de años =2016-2007)

$$Pf(2016) = 13.848 * (1 + 0.04)^9$$

$$Pf(2016) = 19.710 \text{ habitantes}$$

1.5. Calcular el tamaño de la muestra

Por medio de levantamientos hechos en el terreno y verificaciones gráficas hechas vía GIS (Sistema de Información Geográfica), fue posible verificar que de los 19.710 habitantes existentes en el barrio sólo el 30% de la población vive en la zona urbana y que el restante 70% de la población vive en la zona suburbana. El 30% de la población es de 5.913 habitantes en el área de estudio.

$$Pf(2016) = 19.710 \text{ habitantes} * 30\%$$

$$Pf(2016) = 5.913 \text{ habitantes}$$

Asumiendo que el número medio de habitantes por cada agregado familiar es de 4 personas se tiene:

$$Vivendas\ 2016 = N^{\circ}dehabitantes / N^{\circ}deagregados$$

$$Vivendas\ 2016 = 1.478$$

En este estudio se analizará el 2% del valor de 1.478 viviendas encontradas de los hogares y así tendremos:

$$Amostra = 1.478\ viviendas * 2\%$$

$$Amostra = 30\ agregados\ familiares$$

Nuestra muestra y de 30 hogares para el año 2016 el equivalente a 30 viviendas encontradas de los hogares en el área de estudio.

El volumen estimado de los residuos sólidos producidos por día y por persona de 1 kg / día, lo que nos dará un volumen diario de residuos por hogar de:

$$V = \frac{1kg}{dia} * 4habitantes = \frac{4kg}{hab} / dia$$

Siendo así el peso de la muestra esperada para el año 2016 es de:

$$P = \frac{4kg}{hab} * 30hab * 1dia = 120kg$$

Una vez determinado el número de las muestras se procede con la selección de las viviendas con las que se van a trabajar en el área y esta selección fue hecha de forma aleatoria según lo que se puede observar en el mapa de la figura 1.

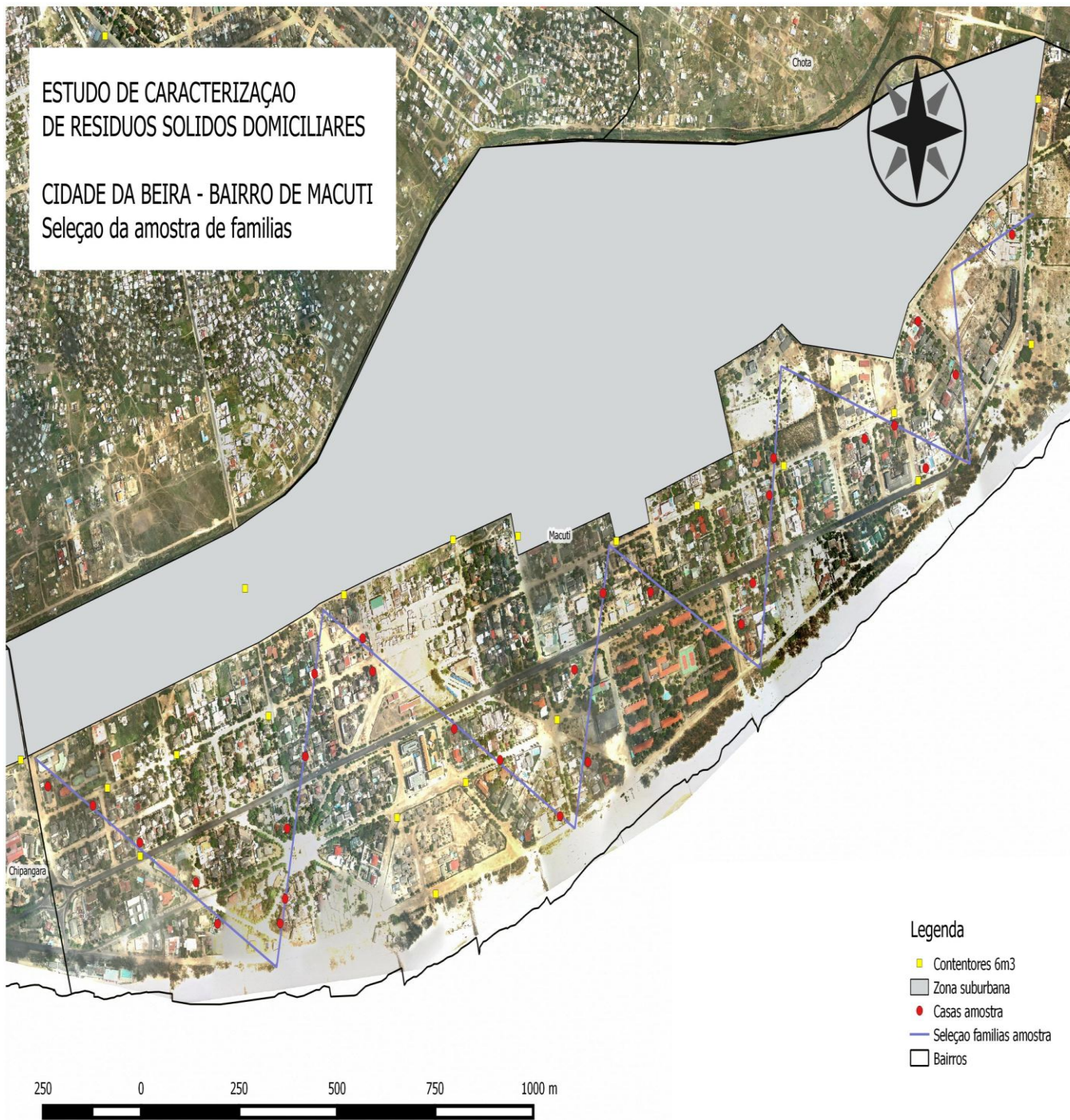


Fig1. Mapa de Caracterización de Resíduos Sólidos Domiciliares.

1.6. Determinación del equipo técnico.

Para la realización del estudio se contó con la participación de un total de 5 personas. Estas fueron capacitadas de acuerdo con las diferentes fases del estudio de caracterización siendo dividido en dos fases que son respectivamente la recolección de los residuos y la selección de las muestras recolectadas, según tabla 1.

Tabla 1. Miembros del equipo técnico y funciones

Cargo	Funciones
Responsable por el Estudio	<ul style="list-style-type: none">• Dirigir y planificar las actividades propias del estudio de caracterización, coordinar reuniones, capacitar al personal, elaborar los formatos que sean necesarios.• El responsable del estudio es considerado como el Coordinador general.• Supervisionar las actividades del campo y el uso adecuado de los equipos y materiales, el desarrollo de los procedimientos, coordinar la preparación de materiales y registrar los datos del estudio.• Se recomienda que sea un técnico del área el responsable.
Chofer	Transportar los residuos hasta el área acondicionada, los requisitos principales son contar con licencia de conducción vigente.
Personal de colecta	Recojer las bolsas que se entregaran a los participantes del estudio de caracterización.
Persona de clasificación	Pesar las bolsas en el punto de recogida, apoyar en la determinación de la densidad, ect.

Fonte: Guía metodológica para la elaboración del estudio de caracterización de residuos sólidos.2012.

1.7. Organizar e capacitar el equipo técnico.

Por forma y capacitar un equipo técnico será necesario primero organizar un grupo de acuerdo con las funciones que puedan cumplir como:

- Sensibilización
- Registro de datos
- Colecta de residuos
- Clasificación y pesa
- Análisis de los resultados.

Capacitar el equipo de acuerdo con las diferentes fases del estudio

Tabla 2. Contenido para la capacitación.

Contenido	Tema
Capacitación del personal encargado para la sensibilización, registro de datos.	<ul style="list-style-type: none">• Manejo de los residuos sólidos.• Metodología del estudio de caracterización de residuos sólidos.• Detalle de las actividades a realizar: aplicación de la pesquisa y sensibilización ambiental.• Comprensión de los formatos elaborados.
Capacitación del personal encargado para la coleccionar, pesar y clasificar los residuos sólidos de las muestras.	<ul style="list-style-type: none">• Manejo de los residuos sólidos.• Metodología de estudio de caracterización de residuos sólidos.• Cronograma de actividades.

	<ul style="list-style-type: none"> • Distribución de las funciones. • Detalle de las actividades a realizar. • Medidas de seguridad e higiene en el manejo de los residuos. • Uso de equipamiento de protección individual – EPI.
--	---

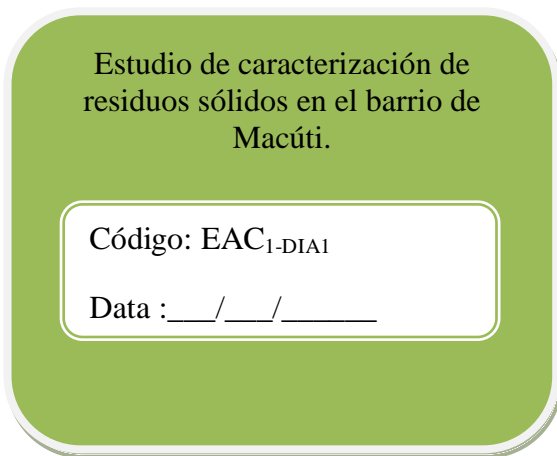
Fonte: Guía metodológica para la Elaboración del estudio de Caracterización para residuos Sólidos municipales (ec-rsm).

1.8. Fichas de descripción.

Para que se tenga una buena organización del trabajo de campo las becas deben ser etiquetadas según los códigos de las viviendas y las fichas producidas deben contener cuestiones como: nombre y apellido, número de personas que viven en la casa, edad de los miembros del hogar y ocupación cada miembro en la casa.

- Tarjeta para codificar las bolsas de residuos sólidos,
- Producción de fichas para registro de datos de las viviendas.

Fig 2: Modelo de cartones para codificación de bolsas



Donde:

- E: estrato

- A: alto
- C₁: casa número 1
- C₂: casa número 2

Tabla 3. Formato de ficha para registro de datos

Código	Barrio	Nombre y apellido de el representante	Número de personas que viven en la casa	Edad de los miembros del agregado	Ocupación de los miembros del agregado	Observación
<i>EAC₁</i>						
<i>EAC₂</i>						
<i>EAC_n</i>						

Fuente: Elaboración propia

1.9. Seguridad e higiene.

Es necesario que se tomne todos los cuidados en cuanto a la recolección de residuos sólidos ya que pueden ocurrir algunos accidentes de trabajo durante las actividades por lo que debemos:

- Durante la recolección de residuos usar guantes, mascarillas, botas y uniformes para protección personal,
- En el momento de la descarga de residuos debemos hacerlo con cuidado para no rasgar las bolsas.
- En el momento del pesaje de las muestras si las bolsas son muy pesadas pueden cargarse entre dos personas.
- Para la separación de los residuos utilizar los equipos necesarios para proteger y vaciar las bolsas.

- En la determinación de la densidad tenemos que levantar los baldes de forma cuidadosa
- Durante la disposición final, colocar los residuos de forma segura.

Tabla 4. Equipamientos de protección personal

Equipamiento de seguridad personal	Función
guantes anti corte y liguante de látex normales	Para evitar cortes y contacto directo con los residuos sólidos
Máscaras con carbono activado	Para proteger contra el mal olor
Botas	evitar cortes y contacto directo con los residuos sólidos
overol	Proteger del contacto con los residuos sólidos
uniforme	personal de la colecta de los residuos sólidos

Fuente: Elaboración propia

Tabla5. Material para el estudio

Material para el análisis	Función
Balanza (50-100 Kg)	Pesar
Sacos plásticos	Colectar los residuos sólidos

Pala	Para manejar los residuos sólidos
rastrillo	Para manejar los residuos sólidos
Carretilla	Transporte de residuos sólidos
Carro	Transportados residuos sólidos de las viviendas hasta el área de análisis
Lona	Para conter la fracción fina de los residuos
Criva con malha de 20 mm	Crivar los residuos más finos
Combustible para el carro	Para transportación
Escoba	Juntar los residuos
Escoba	Limpeza de la criba
Balde plástico	Colocar los residos separados por componenetes
Cartón	Codificar las bolsas
Ficha	Registro de datos en las viviendas y en el local de análisis

cuchillo	Cortar las bolsas
----------	-------------------

Fuente: Elaboración propia

1.10. Comunicación del estudio de caracterización

Para comunicar la realización del estudio es necesaria la elaboración de la carta para recolección de datos en coordinación con la Universidad Zambeze y el Consejo Municipal de Beira para comunicar y facilitar la coordinación con los moradores de las viviendas donde se van a realizar las colectas de los residuos sólidos para que puedan colaborar en el suministro de los datos necesarios y de los residuos para las muestras durante los 8 días en que se va a realizar el estudio.

1.11. Identificación de los participantes

Con el auxilio del mapa de la figura 1 se hace la identificación de las 30 viviendas y se pasa toda la información sobre el estudio de caracterización que se pretende realizar, y luego el estudio puede iniciarse. Las familias que acepten participar en el estudio deben ser registradas de acuerdo con el formulario abajo, se debe aún pegar una marca en la puerta para facilitar el reconocimiento de las viviendas participantes en el estudio, según table 6.

Table 6. Formulario para registro de las familias

Fecha: _____, de _____, de _____	
Nombre del responsable _____	
Barrio	
calle	
Código de vivienda	
Avenida/calle	
Teléfono/Celular	
	Características de la vivienda
Vivienda Propia	
Vivienda rentada	
	Material de construcción
Material convencional	
Material no convencional	
	Uso de la vivienda
Solo vivienda	
Vivienda y actividad comercial	
	Cantidad de personas por vivienda
Una persona	
2 a 4 personas	
5 a 8 personas	

Determinación del período de la pesquisa

La pesquisa tuvo una duración de una semana, siendo realizado entre los días 4 al 11 de abril de 2016 y obedeció a la siguiente estructura:

Tabla 7. Período de pesquisa

Origen de los residuos	Tareas	2a	3a	4a	5a	6a	Sáb.	Dom.	2a
		04.04	05.04	06.04	07.04	08.04	09.04	10.04	11.04
Residuos agregados familiares	Recoger	X	X	X	X	X	X	X	X
	Pesar	X	X	X	X	X	X	X	X
	Análisis cualitativa			X		X			
Contentedor 6m ³	Recoger		X				X		
	Análisis cualitativa		X				X		

1.12. Recogida de las muestras

1.12.1. De las familias

La recogida de las muestras en el área urbana será puerta a puerta y realizada al final de la tarde en el período entre las 15h hasta las 18h, ya que es en ese período que las familias echan fuera los residuos que producen a lo largo del día, durante 8 días se recogieron los residuos producidos por los hogares seleccionados para el estudio.

Para hacer la recogida de las muestras se formará un equipo. Los participantes recibirán bolsas de plástico para los residuos que van a recoger en cada día, las bolsas recogidas se marcarán con una etiqueta que indica el código del área y la fecha de recogida. Las familias seleccionadas para el estudio fueron instruídas para que mientras dure el mismo, colecten los residuos sólidos domésticos dentro de las bolsas plásticas que recibieron, para posteriormente ser recogidas por el equipo.

Después de la recogida de los residuo de las familias, colocados en las bolsas plásticas entregadas el día anterior, se coloca en los baldes para poder conservarlos y transportarlos los talleres generales del Municipio para su pesaje y anotación de los valores en la ficha de los pesos elaborado por el equipo. El pesaje se hizo con una balanza de 100 kg. Una vez pesada, el residuo era descartado en un contenedor, para encaminarse a la basura del Municipio. Estimamos que, diariamente se recoge una muestra de aproximadamente 120 Kg de residuos.

Es importante que cada día se anote el número de personas presentes en los hogares, ya que éste puede haber variado.

1.12.2. Del contenedor

Para los contenedores, fueron seleccionados dos de ellos con un volumen de 6m^3 de la zona urbana del barrio *Macúti*. Estos fueron llevados a los talleres del municipio donde tenía un espacio ya identificado para su deposición y preparación para el estudio. El equipo calculó un volumen de residuos y un peso correspondiente a una tonelada.

1.1.2.3. Análisis cuantitativo de las muestras

Determinación per cápita de los residuos

Si simplemente tenemos un solo sector; porque elegimos un solo estrato económico, la generación total de residuos sólidos domiciliarios se calcula: generación per-cápita promedio de la muestra por la población total.

Generación total de residuos domiciliarios cuando se tiene un único sector

$$\text{Geracao de residuos solidos domiciliaries} \left(\frac{\text{kg}}{\text{hab}/\text{dia}} \right) = GPC * N$$

1.1.2.4. Generación percapita media

$$GPC_{media} = \frac{GPC_1 + GPC_2 + GPC_3 + \dots GPC_n}{n} = \frac{GPC_1 + GPC_2 + GPC_3 + \dots GPC_n}{N}$$

Donde:

GPC media: Generación per capita media.

GPC₁: Generación per capita casa1.

GPC₂: Generación per capita casa2.

GPC₃: Generación per capita casa3.

GPC_n: Generación per capita casa n.

n: número de la muestra

N: número de la población.

Para determinar la cantidad de residuos sólidos domiciliarios que se generan en la zona se debe:

1. Pesar las bolsas con residuos sólidos domiciliarios
2. Identificar el código el número de la beca
3. Pesar la bolsa y registrar el resultado en la tabla.
4. Realizar este procedimiento durante los 8 días para todas las muestras y registrar los resultados.

Este proceso representa la cantidad de residuos producidos diariamente en cada vivienda (kg / viviendas / habitantes). Para ello se utiliza una balanza electrónica de 0 a 50 kg o una balanza analítica de 50 kg.

Tabla 8. Generación per capita de residuos sólidos domiciliarios

Código de viviendas	N° de habitantes	Peso (kg)								Generación per cápita
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Kg/persona/día

Fuente: elaboración propia

Para los cálculos usaremos la fórmula de abajo teniendo en cuenta que los datos del primer día no debemos usarlos porque fue el día experimental:

$$GPCViv1 = \frac{(P1d2 + P1d3 + \dots + P1d8)}{7X}$$

Donde:

GPC Viv 1: Generación per-cápita de la vivienda 1

P1d2: Peso das bolsas colectadas da vivienda 1 no día 2

P1d3: Peso de las bolsas colectadas de la vivienda 1 no día 3

P1d8: Peso de las bolsas colectadas de la vivienda 1 no día 8

X: Número de habitantes de la vivienda 1.

1.12.5. Análisis cualitativo de las muestras

Análisis del residuo

Para el análisis del residuo se seleccionaron 2 días (6 y 8 de abril) para los residuos familiares y 2 días (5 y 9 de abril) para el residuo los contenedores durante la semana de recogida en un período de la mañana, en el intervalo de las 7h a las 12h.

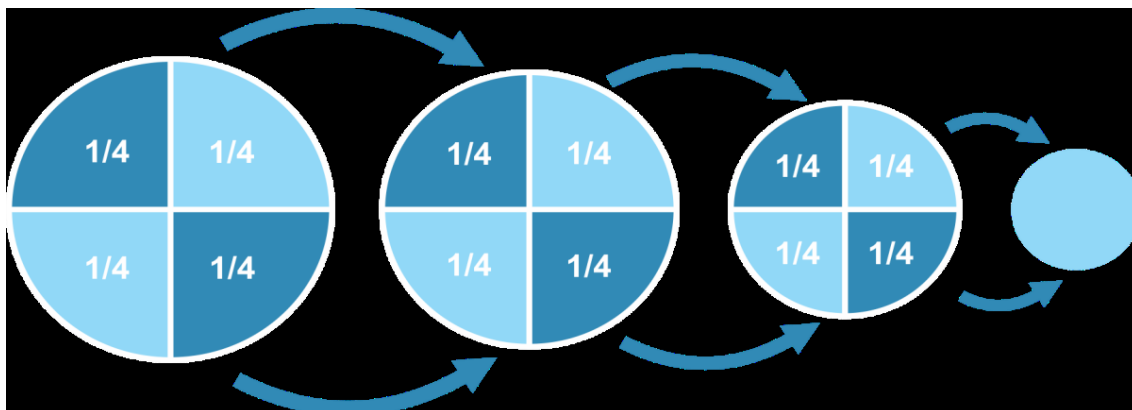
Análisis del residuo familiar

El equipo compuesto por 5 individuos, provisto de equipamiento de higiene y seguridad en el trabajo, en particular, guantes, botas, mascarillas entre otros, en una lona extendida en un porche, se recogieron los residuos del primer día seleccionado, y posteriormete son esparcidos y usando una pala y un rastrillo se mezclan. En una criba son separados manualmente sobre el tamiz inicia el proceso de separación del residuo correspondiente a las categorías propuestas.

Una vez terminado el proceso de separación, estos se pesaron de nuevo separadamente para encontrar el peso por categoría / material. El material que atraviesa el tamiz (sub-tamiz) y pesado y una muestra fue retirada y colocada en un frasco de vidrio con la etiqueta correspondiente para posterior análisis de laboratorio.

Análisis del residuo del contenedor

Se recogieron muestras en los contenedores de residuos de 6m³ en dos días del estudio y se analizaron cualitativamente para determinar la composición física de los residuos sólidos. En este método en un área pavimentada se colocarán los residuos para pasar por el proceso de cuartilidad eso con ayuda de una maquina escarificadora, la finalidad de homogeneizar la muestra. Por tener un volumen elevado de residuos entonces será necesario cuartear la mezcla en cuatro partes y elegimos dos partes opuestas para formar un nuevo monte que será nuevamente cuadrado y de este monte se eligen nuevamente dos lados opuestos, este proceso debe ser realizado hasta obtener una cantidad de residuos manejables. Sobre una criba se hará la separación por componentes según sus características abajo mencionadas. El proceso de separación es idéntico al anterior.



Fuente: Guía metodológica para el desarrollo del Estudio de Caracterización para Residuos Sólidos Municipales.

Tabla 9. Clasificación de los residuos sólidos

Tipo de residuos sólidos	Descripción
Materia orgánica	Resto de alimentos, excrementos, entre otros
Papel	Papel blanco A4, de cuaderno, de escritorio
Carton	Carton blanco, carmelita y mixto
Vidrio	Vidrio blanco, ambar y verde
Plástico PET;	pomos de bebidas, aceite, agua entre otros
Plástico duro	sillas plásticas, mesas, pozuelos, etc
Metal	Latas de bebidas, baldes, etc
Residuos peligrosos	Baterías, pilas, tintas, barnices, etc
Resto de residuos	los que no se encuentran dentro de la clasificación
Productos textiles	
Gomas	

madera	
Residuos inertes	
Sub-crivo	
Fino	

Los componentes deben separarse respetando el cuadro de clasificación de residuos, y con ayuda de una balanza vamos a pesar lo que sea separado. Con el peso total de los residuos recogidos y el peso por componentes podemos calcular el porcentaje de cada componente.

Tabela 10. Determinación de la composición física

Análisis n°				
		Hora del inicio		
		Hora del final		
Tipo de recogida				
Temperatura	°C			
Peso total de la muestra	kg			
FRACCIÓN	Peso		Porcentaje	
Materia orgánica	kg		%	

Papel	kg		%	
Carton	kg		%	
Vidro	kg		%	
Plástico PET	kg		%	
Plástico duro	kg		%	
Metal	kg		%	
Residuos peligrosos	kg		%	
Resto de residuos	kg		%	
Materiales compostables	kg		%	
Productos textiles	kg		%	
goma	kg		%	
madera	kg		%	
Residuos inertes	kg		%	
Sub-crivo	kg		%	
Total			Total	

Fuente: Elaboración propia.

Para cálculo del porcentaje usaremos la fórmula siguiente:

Se calcula el porcentaje de cada componente llevando en cuenta los datos del peso total de los residuos recojidos (Wt) y también el peso de cada componente (Pi):

$$\text{Porcentaje (\%)} = (P_i/W_t) \times 100$$

Para determinar el porcentaje promedio de cada componente, se hace la suma de los porcentajes de cada componente y se divide por los días de la semana.

1.13. Densidad

Para determinar la densidad de los residuos se debe:

1. Medir las dimensiones del cilindro
2. Acondicionar un recipiente de 200 litros de capacidad;
3. Medir la altura y el diámetro del recipiente cilíndrico;
4. Elegir de forma aleatoria bolsas plásticas ya resgistradas y pesadas y vaciar su contenido en el recipiente anotando el código.
5. Una vez lleno el recipiente, levante hasta 20 cm de la superficie y deje caer, repetir la acción por tres veces para poder uniformizar la muestra llenando los espacios vacíos del cilindro.
6. Medir la altura y escribir el dato en la tabla;
7. Realizar este procedimiento durante 8 días;
8. Cuando se llena el cilindro se hace la determinación de la altura que ocupo de la libre de residuos sólidos dentro del cilindro y se calcula la densidad y posteriormente se calcula la media de cada dia para obtener la densidad media.

1.14. Producción per cápita de residuos sólidos domiciliarios

La generación per cápita media obtenida para el Municipio de la Beira de acuerdo con el barrio del Macúti seleccionado como muestra es de 0.59kg / hab / día valor este que se encuentra dentro del valor descrito por MONTEIRO et al (2001), en que la generación per cápita para una población de medio porte con 30mil a 500mil habitantes debe estar entre 0,50 a 0,80 kg / hab / día. Y con esta generación per capitania la generación per capita total obtenida es de 272.72ton / día, este resultado fue encontrado a partir de los resultados

obtenidos de la recolección de las muestras durante los 8 días de estudio en 30 casas, no siendo necesario sumar el primer día visto que fue experimental. Los residuos a menudo tienden a ser más pesados en el período lluvioso lo que podemos notar aquí que debido a las lluvias los residuos sufrieron algunas alteraciones pues estaban húmedas y ligeramente pesadas, y había en la mezcla de los residuos mucha poda de jardín y también poda de los árboles.

1.15. Análisis cualitativa

Composición física de los residuos sólidos provenientes de las familias

En el análisis de los residuos provenientes de las familias fue necesario prestar atención con el hecho de que la muestra fue inferior en relación a 1m^3 , visto que cuando tenemos una muestra inferior a este valor no es necesario hacer el cuarteamiento de la muestra de residuos según CONAMA (2006).

De los residuos que pueden ser aprovechados en el proceso de compostaje, nos encontramos la materia orgánica con cerca del 39% y también *Green*/madera con cerca de 16% y los residuos que pueden ser reciclados por tener algún valor en el mercado son el papel/cartón, plástico pet, vidrio y metal que representan cerca del 19%.

Composición física de los residuos sólidos procedentes de los contenedores

De los materiales compostables tenemos que la materia orgánica aquí es de 3% mientras que *Green* / madera llega al 49% y los materiales posibles de ser reciclados como papel / cartón, metal, plástico pet y vidrio representa alrededor del 14% de los residuos.

La comparación de las caracterizaciones de los residuos de las familias y de los contenedores es posible percibir que la cantidad de materia orgánica en los residuos de las familias esta en mayor porcentaje en relación a los residuos de los contenedores, esto se debe a que existe una consolidación de algunos residuos por otros lo que hace que la materia orgánica sea casi parcialmente descompuesta y aún por existir mucha arena en su composición y también debido a los animales que frecuentan los vertederos de los contenedores lo que hace que haya una reducción en la cantidad de materia orgánica.

Con respecto a los residuos reciclables, los residuos de las familias tienen una mayor cantidad de residuos de los contenedores, esto puede deberse a que existen recolectores de materiales reciclables. Según CASARIL, et al (2009) apud PESSIN et al. (2006) discuten que estudios que visan o que pretenden analizar la composición gravimétrica de los residuos sólidos después de la recolección pueden sufrir influencias o alteraciones en sus resultados debido al recogimiento de materiales por recolectores antes de la recolección, lo que interfiere en la determinación de la cantidad de residuo generado.

1.16.Densidad.

El cálculo de la densidad se realizó sólo para los residuos recogidos en las familias.

Densidad esta rica en residuos orgánicos, *Green* / madera, arena y cenizas. Debido a la época lluviosa, los residuos estaban mojados y pesaban un poco más que la basura seca y eso contribuía a un aumento relativo de la densidad. La densidad media de los residuos encontrados fue de 243,65 (kg / m³) o sea 0.244 (ton / m³) valor que se encuentra en los valores típicos de densidad de residuos sólidos en países en vías de desarrollo que varía entre 0,3 a 0, 5 (ton / m³) eso según el Informe Sobre la Cantidad y Composición de RSD en el Municipio de Maputo y Proyecciones de Cantidad hasta el 2021 (2010).

CONCLUSIONES

Con la realización de este trabajo de caracterización de residuos a partir de análisis cuantitativos y cualitativos se constató que la generación per cápita media de los residuos sólidos generados es de 0,59 kg / hab / día y la generación percapita total es de 272.72ton / día. De acuerdo con los residuos recolectados de las familias quedó visible que el componente con mayor porcentaje en los residuos sólidos fue la materia orgánica con cerca del 39% enseguida verde / madera con 16% y de los residuos con potencial para reciclaje tenemos un total del 19%. La densidad media de los residuos sólidos en el municipio de Beira con una ligera compactación fue de 243.65kg / m³.

BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. 1987 (NBR 10.004). *Resíduos sólidos - Classificação*. Rio de Janeiro, 63p.
- CASARIL, Camila Elis. Et al. Caracterização dos resíduos sólidos domésticos: relatos exploratórios de um estudo comparativo. *Revista Destaques Acadêmicos*, 2009.
- COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE REGION METROPOLITANA. Estudio Caracterizacion de residuos solidos domiciliários En la region metropolitana. *Ingenieria en construccion – centro de asi stencia tecnica pontificia universidad catolica de valparaiso*. Valparaiso: 2006, 13, 14p.
- CONSELHO MUNICIPAL DE MAPUTO. Relatório Sobre a Quantidade e Composição de RSD no Município de Maputo e Projecções de Quantidade ate 2021. Maputo, Julho de 2010.
- GUAMBE, José. Et al. Folha Informativa Dos Municípios II. Maputo: MAE/DNDA, 2002, 101p.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICAS. Dados populacionais da cidade da Beira, 2007.
- LIMA, M. Q. Tratamento De Lixo. 2ª edição revista, são Paulo, 1991.
- MONTEIRO, J. H. et al. Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001, 197p.
- MOTA, J. C. et al. Características e impactos ambientais causados pelos resíduos solidos: uma visao conceitual. Congresso internacional de meio ambiente subterrâneo. Rio de Janeiro. 2013, 22p.
- MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN MARTÍN. Informe del Estudio de Generacion y Caracterizacion de Residuos Solidos Municipales de la Localidad de San Martin alao Provincia de San Martin – Region de San Martin. San Martin 19 de Setiembre del 2011.
- VIEIRA, Elias Antônio. Lixo – Problemática Socioespacial e Gerenciamento Integrado: a experiência de Serra Azul. Tese de doutorado. São Paulo, 2006.