

## ***CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN EL MUNICIPIO DE CABINDA, ANGOLA***

### ***CHARACTERIZATION OF THE GENERATED SOLID WASTES IN CABINDA MUNICIPALITY, ANGOLA***

*José Baptista Fernando do Rosario<sup>1\*</sup>, Grisel Barrios Castillo<sup>2</sup>, David Muto Lubota<sup>1</sup> y  
Julio Pedraza Garciga*

<sup>1</sup> Universidad "11 de Noviembre", Angola

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5 ½ Santa Clara, Cuba.

<sup>3</sup> Departamento de Ingeniería Química. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

Recibido: Enero 27, 2014; Revisado: Marzo 21, 2014; Aceptado: Abril 24, 2014

#### **RESUMEN**

El objetivo de este trabajo fue caracterizar los residuos sólidos urbanos del municipio de Cabinda durante un periodo de un año tomando muestras diarias cada cinco días. Se aplicaron métodos como la observación directa, el análisis estadístico, aplicación de técnicas como entrevistas y encuestas dirigidas al sector productivo, a la población y a directivos del gobierno. Se constató que los residuos sólidos urbanos generados en el municipio de Cabinda son 115 129,7 toneladas por día, están compuestos por materia orgánica (57,4%), vidrios (9,5 %), papel (4,7%), plásticos (6,7%), textil (2,5%), metales (7,2%), aserrín (2,6%) y otros materiales (3,6%), lo que permite recomendar la industrialización de su reutilización aprovechando también los desechos sólidos urbanos de toda la provincia y de provincias cercanas. Los residuos orgánicos requieren una proyección especial de uso debido a su elevada cantidad.

**Palabras clave:** Cabinda, caracterización, reciclaje

#### **ABSTRACT**

The aim of this study was to characterize municipal solid waste in the municipality of Cabinda by taking daily samples every five days during a period of one year. Methods such as direct observation, statistical analysis, and applying techniques such as interviews and surveys to the productive sector, the public and government managers.

Copyright © 2014. Este es un artículo de acceso abierto, lo que permite su uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada.

\* Autor para la correspondencia: José B. Fernando, Email: [jobf\\_rosario@yahoo.com.br](mailto:jobf_rosario@yahoo.com.br)

It was found that the municipal solid waste generated in the Cabinda town are 115,129.7 tons per day, they are composed of organic matter (57.4%), glasses (9.5%), paper (4.7%), plastics (6.7%), textiles (2.5%), metals (7.2%), sawdust (2.6%) and other materials (3.6%). This recommends the industrialization and also the reuse exploitation of the municipality solid waste, across the province and nearby provinces. Organic wastes requiring special projection use due to their high amount.

**Key words:** Cabinda, characterization, recycles

## **1. INTRODUCCIÓN**

Entre los problemas medioambientales con mayor alcance en la actualidad, se encuentra el incremento en la generación de los residuos sólidos urbanos.

Aunque autores como Esquer (2009) y (Fernández y Sánchez-Osuna, 2007), consideran los residuos sólidos urbanos como un conjunto de materiales sólidos o mezclados que por el estado de división o deterioro se consideran inservibles o sin valor a la sociedad”, un concepto actual define los RSU como fuente de materia prima, recurso finito y fuente de energía que no debe ser derrochada; lo que aporta la idea de un enfoque sustentable de los RSU como residuos aprovechables Valente (2013).

El problema de los RSU está indisolublemente ligado al consumismo de la sociedad y a los nuevos estilos de vida que se adoptan cada vez más alejados de la naturaleza y más dependientes del mercado (Sempere y Riechmann, 2000). El resultado ha sido la proliferación de envases de plástico, papel, cartón, vidrio, tela, etc. El modelo urbano de adquisición de alimentos genera gran cantidad de residuos (Grande et al., 2008).

Aunque en la disposición final de los RSU se ha extendido la práctica de los rellenos sanitarios, muchos especialistas cuestionan su seguridad (Muñoz y Aubad, 2009)

Se hace necesario adoptar medidas para que los residuos sólidos urbanos (RSU) causen menos efectos nocivos al medio ambiente desde un enfoque de desarrollo sustentable, evaluando la posibilidad de que sean reutilizados en fuente de energía, materias primas o insumos industriales, Dos Santos (2012). Datos revelan que de los 15 millones de toneladas de basura doméstica que se generan anualmente en las ciudades, más del 65% es recuperable o reciclable, Joa Rodríguez (2009).

Atendiendo a toda esta problemática, es necesario estudiar alternativas que contribuyan a minimizar el efecto negativo de este fenómeno Mandarino (2000) mediante una gestión integral de residuos sólidos urbanos (Tchobanoglous et al., 1994), de aquí la necesidad de cumplir la regla de las tres erres, es decir reducirlos, reciclarlos y reutilizarlos, Junichiro (2004). En esta acción de manejo y uso como materias primas de los residuos sólidos urbanos, en muchos casos en la industria de procesos químicos (Bautista et al., 2012), para minimizar los riesgos, es necesario, considerar los problemas de incertidumbre, Lafferre (1986), que fueron ordenados oportunamente (Rudd y Watson, 1968) y que son imprescindibles en diseño de instalaciones de la industria química (Pedraza y González, 2003). Así para minimizar la incertidumbre en el diseño de los equipos se necesita caracterizar los RSU generados en el municipio de Cabinda, Angola, lo que es el objetivo de este trabajo.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

En la literatura económica, entre otras, se puede encontrar varias formas de clasificar los residuos sólidos urbanos. O sea, estos pueden clasificarse de acuerdo con su origen, características físico-químicas, por su producción, contenido de humedad, recuperación y tipo.

Sin embargo, teniendo en cuenta el objetivo que se pretende alcanzar, en este estudio se adoptará la clasificación de los mismos según su recuperación, descrito por Esquer (2009) y quien lo asume como:

**Residuos recuperables o reciclables:** son todos aquellos que una vez seleccionados pueden venderse a diferentes industrias, las cuales mediante un tratamiento los utilizan como materia prima, reintegrándolos posteriormente al ciclo de consumo.

**No recuperables nocivos (peligrosos):** este grupo comprende básicamente aquellos desperdicios provenientes de los hospitales, sanatorios, casas de cuna, enfermerías, clínicas y consultorios médicos; así mismo a cierto tipo de industriales que estén dentro o en ciertos lugares del perímetro urbano de la ciudad. Este tipo de residuo puede ser muy peligroso y se les deben un tratamiento especial para residuos peligrosos (confinamiento especial).

**No recuperables inertes:** son aquellos como tierra, piedras, cascajo, etc.

**Transformables:** comprenden todos los residuos susceptibles a ser transformados mediante varios procesos mecánicos, biológicos o químicos, en productos inocuos y aprovechables, quedando abarcados en este grupo los desperdicios fundamentalmente orgánicos.

**Residuos alimenticios:** en estos se encuentran todos los restos de comida ya sean de hogar, restaurantes, hoteles o similares así mismo residuos de parques y jardines, de residuos agrícolas así como también de residuos industriales de naturaleza orgánica.

Para la clasificación en cuanto a la composición se siguió la consideración de Joa Rodríguez (2009), de considerarlos dispuestos los siguientes materiales:

**Vidrio:** envases, frascos, botellas, vajillas, adornos, Cristal plano o sus restos.

**Papel y cartón:** periódicos, revistas, libros, envases de papel, cuadernos, papel de oficina o sus restos, todo tipo de envases de cartulina o papel corrugado.

**Materia orgánica:** restos de la limpieza de alimentos y las sobras de comida, y los restos de podas y chapeo de jardinería. Ellos contribuyen la fracción mayoritaria en el conjunto de residuos urbanos.

**Plásticos y goma:** envases y embalajes de alimentos u otros productos no peligrosos, platos, vasos y cubiertos desechables, paquetes, bolsas de nailon, artículos de uso doméstico cotidiano, adornos y elementos de otra naturaleza de este material.

**Metales:** se incluyen los ferrosos y no ferrosos, latas y otros tipos de envases metálicos, restos de herramientas, utensilios de cocina, mobiliario, artefactos, autos abandonados y chatarra en general.

**Escombros:** procedentes de pequeñas obras o reparaciones domésticas.

Aquí se consideró además de acuerdo con lo recomendado Joa Rodríguez (2009) para los países subdesarrollados, incluir una fracción denominada otros, que constituye entre el 5 y el 10 % de los residuos sólidos urbanos.

De las características del desarrollo propio del municipio de Cabinda se previó y consideró en la clasificación de los desechos sólidos urbanos de la ciudad la presencia

de Cabinda del aserrín que es un desecho de interés como materia prima de varias producciones (Matiauda et al., 2011) y (Matiauda et al., 2012).

La clasificación de los residuos sólidos urbanos (RSU) generados en el municipio de Cabinda y su composición gravimétrica se determinó por muestras de residuos sólidos urbanos en diferentes barrios realizados cada 5 días durante un año de trabajo.

El procedimiento empleado consistió en el vertimiento en la tierra de los residuos sólidos depositados en los contenedores. Se procedió a la separación de sus componentes y su pesaje mediante el empleo de una báscula.

Después de separarlos y pesarlos, con una repetición de cinco veces por contenedor, en cinco días normales y cinco puntos diferentes en cada barrio/área considerado, el estudio logró determinar los residuos generados por barrio y tipo.

Para prevenir riesgos de accidentes y contaminación, durante este proceso, los implicados en estas labores utilizaron dispositivos de seguridad y protección, tales como mascarillas, botas, guantes y gorras.

Para determinar las cantidades de RSU, se partió del número de contenedores necesarios para cubrir la capacidad de carga de los vehículos utilizados para su transporte, multiplicando por el número de veces que cada uno de estos medios frecuenta el vertedero. Esto último se obtiene a través de la observación directa, realizada en 6 días diferentes. Al total transportado se sumó, el porcentaje de los residuos no captados de las regiones suburbanas (del entorno de los centros urbanos).

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el territorio de Cabinda, la mayor generación de RSU proviene fundamentalmente en los domicilios, resultante de la actividad de consumo de bienes y servicios y por el desarrollo de las actividades comerciales y agrícolas.

Los RSU son normalmente depositados y trasladados fuera de la ciudad, en envases o jabs donde no existe una separación o clasificación donde se originan, hecho que se consiga porque la mayoría de ellos se encuentran mezclados con otros, lo que constituyó el método más común a nivel internacional, Wilson (1977).

Los datos obtenidos a partir de encuestas, revelaron que para estar completamente llenos, el camión compactador requiere como promedio 53 contenedores de RSU, el camión basculante abierto 14,25 y la camioneta de cama abierta 4,125.

Los datos alcanzados a través de la observación directa ligadas a la frecuencia de veces que los vehículos transportan estos residuos al vertedero, indicaron que el camión compactador lo hace en 5 veces, el basculante 18 y la camioneta de cama abierta 9,3 veces.

A partir de estos resultados fue posible determinar la cantidad total y per-cápita de residuos sólidos urbanos generados en el municipio de Cabinda.

Durante el proceso de levantamiento de datos, se pudieron identificar residuos sólidos domésticos, industriales, institucionales y públicos. Ellos están constituidos por restos de alimentos, arena/tierra, vidrios, latas, textiles, gomas, plásticos, papel, hojas, madera, aserrín, residuos hospitalarios, botes vacíos, llantas, metales ferrosos y no ferrosos, estiércol de animales, cenizas, chatarra, escombros de construcción civil, entre otros.

En la Tabla 1 se presenta el peso de los RSU en diferentes barrios de la ciudad de Cabinda, correspondientes a un estudio promedio por día durante el periodo de un año.

Los datos que se muestran en la Tabla 1, y el conocimiento de las distancias existente de los diferentes barrios al centro urbano de la ciudad permiten percibir que en la medida que se acerca a la zona suburbana, el nivel de los residuos orgánicos aumenta, lo que indica que la composición de los residuos generados tiende a variar al modificarse el nivel de vida de las personas.

Esto se demuestra al comparar los residuos orgánicos generados en los barrios ubicados en los centros urbanos A resistencia (53%), Cabassango (52,6%), C. Gika (55,6%) y 1° de Mayo, en relación a aquellos que se encuentran en las áreas suburbanas: Pueblo grande (86%) y los consignados en otros (96%).

**Tabla 1.** Cuantificación de residuos sólidos urbanos generados en un día en el municipio de Cabinda por barrios

RSU	Cabass.		A. Resis.		C. Gika		1° Mayo		P. Grande		Otros		To.	Media	
	Kg	%		Kg	%										
Residuos Orgánicos	81	52,6	79	53	85	56	84	57	86	61,4	96	78	511	85,2	58,9
Papel y cartón	9	5,8	10	6,7	8	5,2	6	4,1	5	3,6	4	3,3	42	7	4,8
Plásticos	11	7,1	10	6,7	12	7,8	11	7,4	12	8,6	4	3,3	60	10	6,9
Goma	13	8,4	9	6	10	6,5	11	7,4	6	4,3	2	1,6	51	8,5	5,9
Vidrios	16	10,4	15	10	17	11	14	9,5	15	10,7	8	6,5	85	14,2	9,8
Metales	12	7,8	14	9,4	13	8,5	11	7,4	9	6,4	5	4,1	64	10,7	7,4
Textiles	4	2,6	5	3,4	3	2	4	2,7	4	2,9	2	1,6	22	3,7	2,5
Otros	8	5,2	7	4,7	5	3,3	7	4,7	3	2,1	2	1,6	32	5,3	3,7
<b>Total</b>	<b>154</b>	<b>100</b>	<b>149</b>	<b>100</b>	<b>153</b>	<b>100</b>	<b>148</b>	<b>100</b>	<b>140</b>	<b>100</b>	<b>123</b>	<b>100</b>	<b>867</b>	<b>145</b>	<b>100</b>

Al observar los datos que se muestran en la Tabla 2 y la Figura 1, se constata que una parte considerable de los RSU generados son biodegradables.

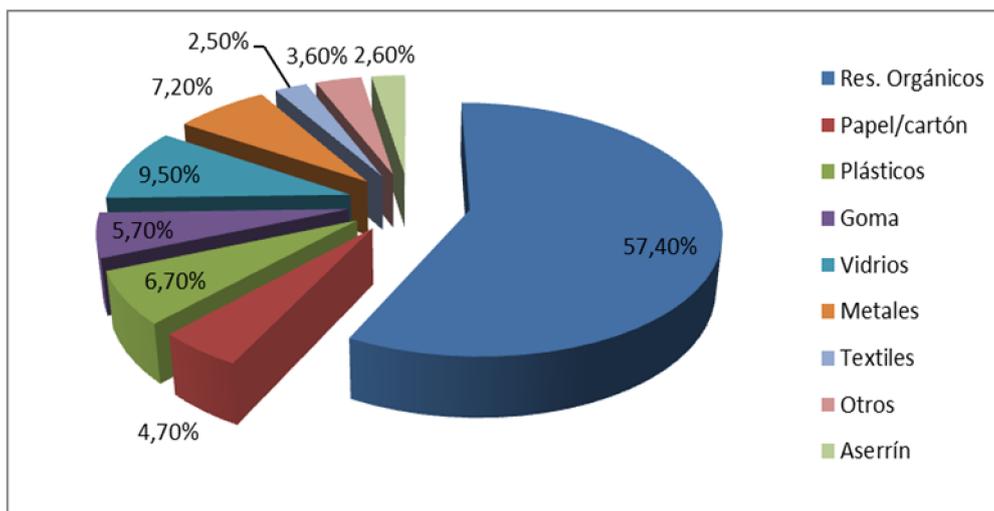
Esto revela que puede existir la posibilidad del tratamiento y transformación en compost como alternativa para mejorar las condiciones de la tierra para un incremento de su productividad.

**Tabla 2.** Residuos sólidos generados en el municipio de Cabinda

RSU	Porcentaje recolectado	RSU Subtotal (Kg)	RSU Total (Kg)	Composición (%)	Generación per cápita (Kg)
Res. Orgánicos	58,9	66079,1	66079,1	57,4	0,328
Papel/cartón	4,8	5431,2	5431,2	4,7	0,027
Plásticos	6,9	7758,8	7758,8	6,7	0,038
Goma	5,9	6595,0	6595,0	5,7	0,032
Vidrios	9,8	10991,6	10991,6	9,5	0,054
Metales	7,4	8276,1	8276,1	7,2	0,043
Textiles	2,5	2844,9	2844,9	2,5	0,014
Otros	3,7	4138,0	4138,0	3,6	0,020
Aserrín	0	0	3015,0	2,6	0,015
<b>Total</b>	----->	<b>112114,66</b>	<b>115129,7</b>	<b>100,0</b>	<b>0,564</b>

Fuente: Elaboración propia

La cantidad de residuos orgánicos sumaron el 57% de los RSU depositados diariamente en el municipio de Cabinda (Tabla 2). Teniendo en cuenta su acelerada descomposición y la consecuente multiplicación de vectores que transmiten enfermedades, así como su efecto negativo sobre las aguas superficiales y subterráneas constituyen motivos suficientes para ser minimizados a través de programas de compostaje que se revierte en un mejoramiento en el sector agrícola.



**Figura 1.** Composición porcentual de los RSU generados en el municipio de Cabinda  
**Fuente:** Elaboración propia

El vidrio, después de los residuos orgánicos, constituye el componente con mayor prevalencia, con un 9,5%, lo cual hace evidente la necesidad de instituir programas de recolección en el sector industrial y estudiar posibles alternativas para su posterior valorización en el municipio.

Los metales (7,2%), los plásticos (6,7%) y las gomas (5,7%) presentaron tasas relativamente altas y por eso requieren una atención especial por parte del gobierno y de los potenciales inversionistas debido a que su descomposición se extiende por miles de años y producen impactos ambientales negativos.

El papel (4,7%), los textiles (2,5%), el aserrín (2,6 %) y otros materiales (3,6 %) son los que tienen menos participación en la composición de los residuos sólidos generados en el municipio de Cabinda.

Además de estos datos obtenidos, la Tabla 2 revela que la cantidad de RSU generados diariamente de 115129,7 toneladas lo que corresponde a 0,56 kg per cápita/día.

#### 4. CONCLUSIONES

1. Los RSU se encuentran mezclados en las áreas previstas para su depósito sin ser sometidos a un tratamiento o sistema de clasificación en el lugar de su generación lo que dificulta su reciclado, por lo que para este destino deberán crearse condiciones con esos propósitos.

2. La composición de los residuos sólidos urbanos en el municipio de Cabinda, no es uniforme en los diferentes barrios, consistiendo su diferencia esencial en el nivel de residuos orgánicos en las 115129,7 toneladas que se generan diariamente para 0,56 kg por habitante /día.
3. La composición de los RSU del municipio de Cabinda varía en función de la ubicación del lugar territorial donde se generan. En la medida que aumenta la distancia de lejanía de la zona urbana central del municipio existe una prevalencia al incremento de los residuos orgánicos respecto a los inorgánicos.
4. La composición de los RSU generados están compuestos de materiales aprovechables en su gran mayoría para ser reciclados mediante su incorporación como materias primas en procesos industriales de la industria transformativa en lo que se destacan los residuos de vidrios (9,5%), papel (4,7%), plásticos (6,7%), textiles (2,5%), metales (7,2 %), y aserrín (2,6 %).
5. Debido al potencial incremento de la generación de los residuos sólidos urbanos en el futuro, es recomendable trazar estrategias que contribuyan a su aprovechamiento para la obtención de productos de valor agregado o como fuente de materia prima para otros fines mediante un adecuado proceso inversionista que cree instalaciones transformativas que utilice estos desechos en las mezclas de materia primas.

## **AGRADECIMIENTOS**

A las Universidades “11 de Noviembre” de Angola y Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba y por las facilidades ofrecidas para la ejecución de este trabajo.

## **REFERENCIAS**

- Bautista, J.R., Santos Herrero, R., Concepción Toledo, D. N., González Herrera, I. Y., González Suárez, E., Investigación colaborativa sur-sur en la transferencia de tecnologías para el aprovechamiento de los residuos sólidos como fuente de productos químicos., Congreso Universidad 2012, La Habana, Cuba.
- Dos Santos, M. Decreto Presidencial No. 196/12 del 30 de agosto del 2012., Diario de la República, Plan estratégico para la gestión de los Residuos Urbanos (PESGRU), Luanda, Angola 9 de agosto, 2012.
- Esquer Verdugo, R., Reciclaje y tratamiento de los RSU., Instituto Politécnico Nacional – Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura – Unidad Zacatenco, México, 2009.
- Fernández Colomina, A. Sánchez-Osuna, M., Guía para la Gestión Integral de RSU - United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) - Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI), 2007.
- Grande Martín, R., Martínez González, A, Nuevo Pérez, B.;; Pérez Medina, C. L., Rodríguez Guzmán, P., Residuos Sólidos Urbanos: Problemática y tratamiento., Sociología Urbana, Universidad de Salamanca, 2008.
- Joa Rodríguez, J. M. El reciclaje. Principio, fin y resurrección de los materiales., Instituto Cubano del Libro. Editorial de Científico -Técnica. ISBN: 978-959-05-0576—8, 2009.
- Junichiro, K. The 3R Initiative. Cumbre del G8. Japón, 2004.

- Lafferre, T. H., Hazardous Waste Disposal a taxing problem- Shrouded in Uncertainty Paper 1c- 154, World Congress II of Chemical Engineering, Tokio, 1986.
- Mandarino, A., Gestão de resíduos sólidos., Legislação e práticas no Distrito Federal, Dissertação de Mestrado, CDS. UnB. Brasília, 2000.
- Matiauda, M., de León Benítez, J. B., González Suárez, E., Freaza, N., Rivero, M., Estudio preliminar a escala de planta piloto de la combustión en lecho fluidizado de pellets de aserrín., Centro Azúcar Vol. 38, No. 2 abril-junio, 2011, pp. 55-61.
- Matiauda, M., de León Benítez, J. B., González Suárez, E., Freaza, N., Rivero, M., Combustión en lecho fluidizado de pellets de aserrín., Centro Azúcar, Vol. 39, No. 4 octubre-diciembre, 2012, pp. 1-6.
- Muñoz, B., Aubad, A., Proyecto Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica para la Valorización y el Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos (CIDITEC – RSU). REDISA, II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. Colombia, 2009,
- Pedraza Garciga, J., González Suárez, E., Análisis y diseño de plantas químicas bajo condiciones de incertidumbre., Centro Azúcar, Vol. 30, No 3, 2003, pp. 29-32.
- Rudd, D. F., Watson, C., Strategy of process engineering., McGraw Hill, New York, 1968.
- Sempere, Joaquín y Jorge Riechmann., Cerrar el círculo: los residuos de la civilización industrial., Sociología y Medio Ambiente. Madrid: Síntesis, 2000, pp: 139-154.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., Virgil, S. Gestión Integral de Residuos Sólidos. McGraw Hill, Madrid, 1994.
- Valente, M., Quemar basura es derrochar recursos finitos y energía., Granma, Junio 28, 2013
- Wilson, G.D., History of Solid Waste Management, en G. D. Wilson (ed.), Handbook of Solid Waste Management, Nueva York, Editorial Van Nostrand, 1977.