

GEOMORFOLOGÍA POST HOLOCÉNICA Y RIESGO AMBIENTAL: EL VERTEDERO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DE JANGURUSSU, FORTALEZA, CEARÁ, BRASIL

José Antonio Beltrão SABADIA¹ (*in memoriam*)
Cynthia Romariz DUARTE²
Albert CASAS³

¹ Geólogo, Mestre e Doutor em Geociências. Foi professor na Universidade Federal do Ceará (UFC)

² Geóloga, Mestre e Doutora em Geologia Regional. Professora na UFC. cynthia.duarte@ufc.br

³ Universidad de Barcelona. Facultad de Geología. albertc@geo.ub.es

RESUMEN. En países como Brasil la desigualdad social y económica induce a que la mayor parte de la población sea más tolerante delante de los graves problemas ambientales existentes, y hace con que gran parte de los ciudadanos esté sometida a convivir en las cercanías de los vertederos de residuos sólidos urbanos. Abultan vertiginosamente en el modelado urbano, creando una morfología nueva, un paisaje agresivo y enredado de una serie de otros muchos problemas de muy difícil solución. Los planes de clausura del vertedero de Jangurussu (Fortaleza/Ceará/Brasil), representan un torpe maquillaje sin ninguna funcionalidad y seguridad medio ambiental, constituyéndose en peligro potencial eminente para más de 4.800 personas, considerándose solamente su entorno inmediato. No hay sistemas de supervisión ambiental para el aire, aguas subterráneas y superficiales, ni para la cobertura, ni para su necesaria estabilidad geotécnica. Las pendientes han disminuido a lo pasar del tiempo en función de la transformación en gas de la masa orgánica de residuos, pero hoy suelen alcanzar los 38°. En 1998/99 llegaban a los 45°, en ambos los casos en la parte norte del vertedero. El programa de seguimiento de la calidad y el mantenimiento post-clausura, necesarios para garantizar la integridad ambiental del vertedero, de forma a asegurar la salud pública, el control y el funcionamiento eficaz de esta presuntuosa "unidad de gestión de residuos" durante el largo período de tiempo requerido, simplemente no existen. En 2015, se estima en 16.608 personas/4.152 habitaciones (quizás más!), viviendo desde las escarpas del vertedero (sus quintales), considerándose la distancia de solo 50 metros (o menos) en el entorno inmediato, considerándose solamente en el norte del vertedero.

Palabras-clave: Geomorfología, Vertedero de Residuos, Riesgo Ambiental

ABSTRACT. *Post Holocene geomorphology and environmental risk: the solid waste landfill of Jangurussu, Fortaleza, Ceará State, Brazil.* In countries like Brazil, social and economic inequality leads to most of the population is more tolerant in front of existing serious environmental problems, and makes much of the public is subject to live near landfills municipal solid waste. Built rapidly in urban modeling, creating a new morphology, an aggressive landscape and tangled in a series of many other problems very difficult to solve. The decommissioning plans Jangurussu Weir (Fortaleza, Ceará), representing a clumsy makeup without any environmental functionality and security, becoming eminent potential danger to more than 4,800 people, considering only their immediate environment. No environmental monitoring systems for air, ground and surface water, or for coverage or for their necessary geotechnical stability. The slopes have declined over time depending on the gas transformation of organic waste mass, but today often reach 38°. In 1998/99 they reached the 45°, in both cases in the northern part of the landfill. The monitoring program quality and necessary to ensure the environmental integrity of the landfill post-closure maintenance, so as to ensure public health, the control and the effective operation of this presumptuous "waste management unit" during the long time required simply do not exist. In 2015 is estimated at 16,608 persons/4,152 rooms (maybe more!), live from the cliffs of the landfill (their quintals), considering the distance of only 50 (or less) meters in the immediate environment, considering only in the north of the landfill.

Keywords: Geomorphology, Waste Landfill, Environmental Risk

INTRODUCCIÓN

Son muchos los programas y proyectos actuales que tratan de contribuir a la mejora del ambiente urbano y de las condiciones de habitabilidad de las ciudades, integrando la urbanización, el medio ambiente y el desarrollo sostenible. A pesar de todos los esfuerzos

realizados, la interpretación holística del espacio urbano continúa siendo un reto de difícil solución, teniendo en cuenta que los problemas son cada vez más complejos y todavía hay un largo camino por recorrer en la búsqueda del pretendido desarrollo sostenible.

El requerido proceso de crecimiento experimentado por los países desarrollados y en

vías de desarrollo viene acarreado transformaciones rápidas y profundas en el cotidiano de las poblaciones. Los problemas ambientales son una consecuencia de la búsqueda de lo que se entiende hoy por una mejor calidad de vida y el fuerte pragmatismo asociado, originando mayor diversidad, cantidad y calidad de envases, residuos de envases y productos.

A diferencia de la notada reducción obtenida en las cargas contaminantes industriales en los últimos años, la generación de residuos sólidos urbanos (RSU) permanece creciente, principalmente en las grandes ciudades, concentrando peligrosamente el riesgo ambiental.

El uso del suelo y el subsuelo como medios de transferencia se remontan a los orígenes de las civilizaciones, como evidencian los registros arqueológicos existentes y, aún hoy, esta práctica es imprescindible para el destino final de residuos, cada vez más voluminosos y peligrosos.

La problemática relacionada a la gestión integral de residuos tornase incrementada en países con acentuada concentración de renta, como en el caso de Brasil, donde las flagrantes desigualdades sociales y económicas inducen a que la mayor parte de la población sea más tolerante delante de los grandes problemas ambientales asociados (Sabadia, 2001a; 2001b). Coexisten a la vez, el crecimiento y la decadencia, en el "espacio tecnológicamente innovador" perteneciente a los ciudadanos y el entorno periférico anónimo de los no ciudadanos. La población se ha incrementado tan rápidamente que en muchos sitios los vertederos clausurados e incluso las zonas de vertidos actuales, tienen en sus alrededores complejos residenciales, comerciales e industriales.

El continuado incremento de la producción de residuos, asociado a las ineficientes prácticas políticas de manejo actuantes en este frágil contexto socioeconómico, acentúa el riesgo potencial para el hombre, que extremadamente vulnerable acercase forzosamente a convivir con el paisaje y el peligro de los vertederos.

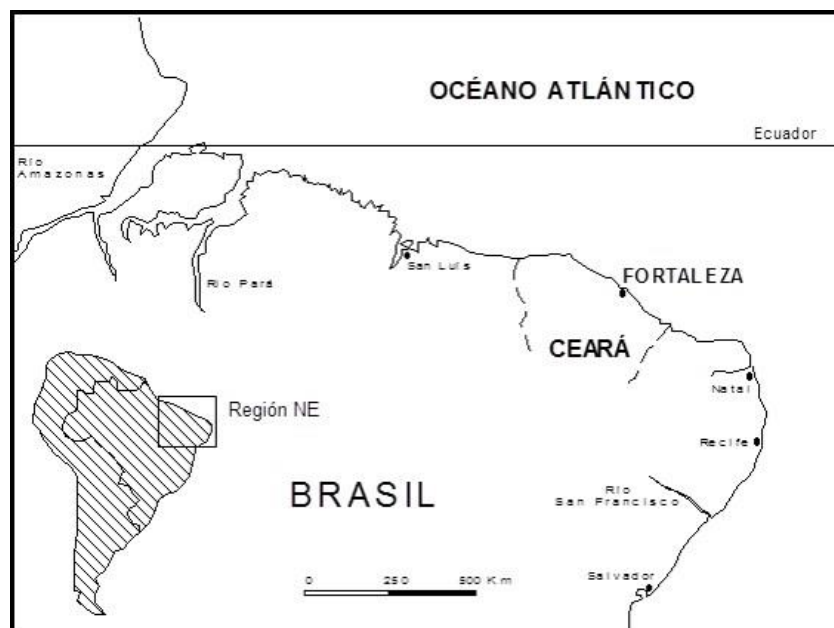
Los vertidos incontrolados, basureros abiertos, el vertido libre clandestino y los vertederos tolerados o administrados por el poder público brasileño han sido una práctica creciente, recibiendo indiscriminadamente todo tipo de residuo. Aumentan de forma rápida, imponiéndose vertiginosamente en el modelado urbano, creando una morfología nueva, visualmente agresiva y enredada de una serie de otros muchos problemas de difícil solución. La geomorfología creada por el hombre, agente modificado del paisaje; la geomorfología post holocénica.

SITUACIÓN Y SÍNTESIS CLIMÁTICA

Fortaleza es la capital del estado de Ceará y además constituye la quinta ciudad brasileña en población con cerca de 2.571.896 de habitantes (y que crece a cada día), estando localizada en la región Noreste de Brasil entre los paralelos 3°40' y 3°55' de latitud sur y meridianos 38°20' y 38°40' de longitud oeste (Figura 1).

La precipitación media anual es del orden de 1.450mm, con marcada densidad de lluvias de enero a julio (casi el 90%). La temperatura media anual se sitúa un poco por encima de los 26°C, correspondiendo la máxima y mínima absolutas a 36°C y 17°C, respectivamente.

Figura 1. Localización de la ciudad de Fortaleza, capital del estado de Ceará, Brasil



El periodo medio anual de insolación es aproximadamente de 2.800 horas, con una humedad relativa media del 78%. La evapotranspiración potencial está siempre por encima de los 1.500mm/año, mientras que la evapotranspiración real registra valores inferiores a los 1.000mm/año. Los vientos son del este, con velocidades medias de 4,2m/s (FUNCEME, 2016), pudiendo llegar a valores superiores a los 7 m/s de velocidad media anual (FUNCEME, 2016).

SÍNTESIS GEOLÓGICA LOCAL

La geología local se encuentra representada por rocas de complejo gnéisico-migmatítico del Proterozoico Inferior (Brandão, 1995), ocurriendo en profundidades de cerca de 20 metros en el oeste del área y aflorando ocasionalmente en forma de pequeñas crestas cuarcíticas en el cauce del río Cocó al este del vertedero.

Depositadas en discordancia angular sobre el zócalo proterozoico dominan los sedimentos arenarcillosos de la formación Barreiras (Mioceno Superior-Pleistoceno), de colores rojizos, amarillos o crema, con aspecto mosqueado, pobremente seleccionadas, presentando niveles conglomeráticos y matriz arcillosa, caolinítica, con cemento arcillo-ferruginoso y, a veces, silíceo.

Restrictos al norte y leste del área ocurren arenas inmaduras, con alto contenido de materia orgánica, correspondiendo a la sedimentación fluvial reciente (Cuaternario).

MARCO GEOMORFOLÓGICO

La compartimentación del relieve para la definición de los dominios geomorfológicos está basada en la homogeneidad de los tipos morfológicos, posicionamiento altimétrico, estructura geológica (litologías/estratigrafía), actividad tectónica, así como las características del suelo y de la vegetación.

El vertedero de Jangurussu esta encajado en la unidad geomorfológica denominada glacis pre litorales (Brandão, 1995), formada por los sedimentos de la formación Barreiras. Representa un dominio geomorfológico característico, que consiste en un glacis de acumulación depositado en discordancia sobre el substrato ondulado del zócalo, reflejando su ponencia bastante variable. Su distribución es continua a lo largo de toda la costa, aunque su penetración es inconstante hacia al interior. Se configura como un relieve tabular disecado por los valles fluviales, presentando cotas bajas y una pendiente inferior a los 5° disminuyendo hacia el mar.

Los niveles altimétricos originales en la región del entorno inmediato del vertedero de Jangurussu presentan una variación natural entre 8 y 16 metros.

LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN FORTALEZA

En toda ciudad brasileña es la municipalidad que se hace responsable de la gestión de los residuos sólidos urbanos (RSU), involucrando la recogida, el transporte y el destino final. Compete al ayuntamiento, en colaboración con sus ciudadanos, el planteamiento y ejecución del servicio de limpieza pública, manteniendo limpia la área del municipio mediante, barrido, siega del césped y limpieza de vías públicas, así como la recogida, transporte y destinación final de los residuos urbanos producidos.

Esta organización de los servicios de limpieza por parte del poder público brasileño proviene de determinantes históricos, estructurados solamente en el siglo XIX, cuando ocurrió un incremento de demandas y reivindicaciones por parte de la población para la limpieza de las calles de las ciudades.

Se admite que un brasileño produce en promedio 1,5km de RSU por día. En Fortaleza esta cifra llega a 1,7kg de RSU/día. Considerándose el índice de recolección del 85%, los descontroles existentes desde la recolección y el destino final y los innumerables y deplorables hábitos de vertido clandestino de la basura, estimamos que en realidad el habitante de Fortaleza produce una media de 2,4kg de RSU/día, correspondiendo a 4.800 toneladas diarias (Sabadia et al, 2000).

La ejecución de los servicios de limpieza pública de competencia del ayuntamiento podrá ser realizada directamente o a través de empresas de capital privado, observadas las prescripciones legales propias. El sector privado participa mayoritariamente en los servicios de colecta, transporte y acondicionamiento final, a través de empresas sometidas a concurrencia pública y trabajadores autónomos que, con sus vehículos, recogen la basura en áreas más carentes de infraestructura urbana. Las empresas contratistas de obras se hacen cargo de la construcción y puesta en marcha de los vertederos metropolitanos (vertederos metropolitanos Oeste-ASMOC; Sul-ASMS; Leste-ASML y, de manera consorciada, el vertedero de Pacatuba), así como de la ejecución de los "planes de clausura" del vertedero de Jangurussu, repasando la gestión y mantenimiento a largo plazo para los municipios. O sea, la organización y estructuración y por lo tanto, la responsabilidad de la gestión de los residuos sólidos urbanos es del municipio (debería ser!).

En Fortaleza, esta gestión es de responsabilidad de la EMLURB (Empresa Municipal de Limpieza y Urbanización), encontrándose los servicios de recogida a domicilio, especial y hospitalaria, así como el transporte, privatizados.

El estado de Ceará sigue aún en 2014 (agosto) con un total de más de 280 basureros a cielo abierto.

VERTEDERO DE JANGURUSSU: EL HOMBRE COMO AGENTE GEOMORFOLÓGICO

La dinámica urbana actúa de manera a promover profundos cambios en los procesos morfogenéticos, generando una serie de problemas, como en el caso de la transformación de dunas fijas en dunas móviles por la retirada de la cobertura vegetal, por ejemplo, en la Región Metropolitana de Fortaleza. Como agente geomorfológico, el hombre afecta el relieve de una forma claramente atonal (no ajustado a leyes físicas definidas), suele actuar en contra del agente gravitacional y precisa importantes consumos energéticos adicionales, lo cual conlleva nuevas modificaciones en el sistema terrestre. Desde la perspectiva de la teoría de sistemas estas influencias tienen categoría de una perturbación en régimen permanente, acelerando, decelerando o alterando radicalmente los procesos naturales (Pedraza, 1996).

El vertedero de residuos sólidos urbanos de Jangurussu está ubicado en la región centro sur de la ciudad de Fortaleza, distrito de Mondubim, región administrativa nº 5 (sub-distrito de José Walter), barrio Passaré, encajado justo en la orilla del margen izquierdo del río Cocó a unos 13 km del mar, si se sigue río abajo. La cuenca hidrográfica del río Cocó recubre 64,3% de los 336km² totales del municipio de Fortaleza, incluyéndose aquí,

aproximadamente, 375ha de un área de protección de manglares.

Oficialmente inaugurado en marzo de 1978, el vertedero de Jangurussu se encontraba anteriormente ya en servicio provisional, induciéndose así su descontrol continuado. En marzo de 1998 paró de recibir basuras, después de servir 20 años como el destino final de todo y cualquier tipo de residuos, cuando, con sus casi 40 metros de relieve topográfico y 24 ha de área aflorante, representa un estandarte de las ineficaces prácticas políticas de la administración pública en el proceso de gestión integral de residuos en la quinta capital de estado brasileña.

La figura 2 presenta una fotografía tomada en diciembre de año 1997, destacándose la forma escalonada que originó el cuerpo del vertedero, según estratos con distintos grados de compactación decrecientes hacia arriba. Esta densidad diferenciada de los estrados de basura genera, por supuesto, diferentes permeabilidades y coeficientes de infiltración pluvial.

Los planes de clausura y, principalmente, el mantenimiento post-clausura de un vertedero, que involucran su estabilidad, restauración y deseada rehabilitación, constituyen un campo problemático del conocimiento científico y tecnológico, con mucho que investigar y saber. De acuerdo con Tchobanoglous et al, (1996), se están aún desarrollando una serie de datos que se podrán utilizar en el futuro como base para los análisis sociales, económicos e ingenieriles sobre el uso futuro de los vertederos.

Figura 2. Estructuración escalonada pre-clausura del vertedero de Jangurussu. Los estratos a, b y c presentan distintas permeabilidades en función del grado de compactación de la basura.



Foto de 12/1997

La mayoría de las normativas norteamericanas establecen un período mínimo entre 20 y 30 años para el mantenimiento de un vertedero clausurado. Algunas opciones para utilización inmediata actual de vertederos cerrados incluyen: parques, reservas “naturales”, jardines botánicos, zonas de recreo multifuncional, campos de golf, polideportivos, producción agrícola, complejos industriales, etc., dependiendo siempre de las necesidades de la comunidad y de los fondos disponibles, siempre a mucho contra gusto y la última preocupación de los gobiernos.

Los planes de clausura del vertedero de Jangurussu consisten básicamente en la implantación de un collar de drenaje para la recolección del lixiviado y posterior bombeo a las celdas de estabilización; construcción de pozos y chimeneas para el escape natural del gas; suavización de las pendientes y terraplenado del cuerpo principal del vertedero; posterior recubrimiento y revegetación y, la creación de las vías de acceso para el mantenimiento.

De acuerdo con Brandão (1995), el proyecto de rehabilitación del vertedero de Jangurussu, así como de las obras asociadas, fue analizado y evaluado con criterios técnicos consistentes, a través del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y de la formulación del respectivo Documento/Relatoría de Impactos Medioambientales (RIMA), lo cual presenta conclusiones favorables a la obra, siendo considerado ambientalmente correcto y necesario. Sin embargo, la mayor parte de las acciones puestas en marcha con el objetivo de asegurar la integridad ambiental de las áreas del entorno del vertedero en cuestión, son ineficaces o de muy bajo grado de funcionalidad por diversos motivos.

La recolección del lixiviado es insuficiente, ya que no hubo impermeabilización de ningún tipo del vaso del vertedero y, además, los niveles de disposición de los drenes está por encima de la profundidad que alcanzan los vertidos. El bombeo

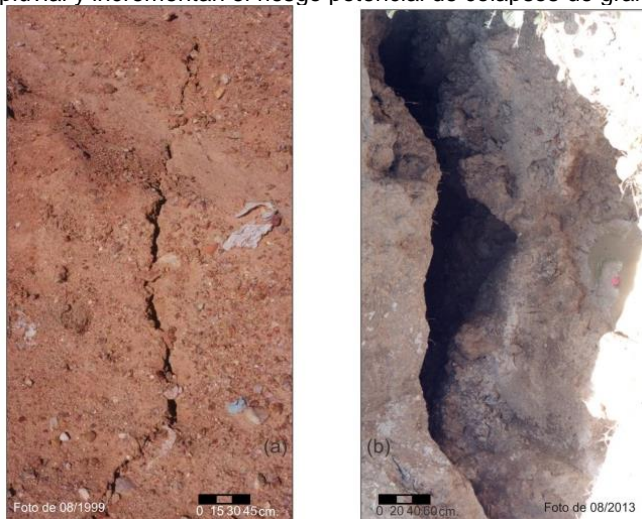
del lixiviado a las celdas de estabilización aún no ha sido puesto en operación. Hoy este “sistema” encontrase obstruido, porque, simplemente no hay mantenimiento y como no hay funcionalidad, nada es hecho.

Hay escape de gases en la cima de las pendientes, percibido sobre todo en el sector norte del vertedero (más protegido de los vientos) durante la noche, cuando por combustión espontánea se suelen ver pequeñas llamas.

El diseño de la cobertura final no asegura, por lo tanto, la integridad con respecto a la emisión de gases ni, tampoco con relación a la migración de los lixiviados que drenan abundantemente a lo largo del perímetro del vertedero. Es común verse cerdos empapándose en los fangos de color negro de los charcos de lixiviado del sector sur del vertedero, concurriendo para la desestabilización de la frágil cobertura.

La configuración inicial del diseño final del vertedero “clausurado” de Jangurussu presentaba pendientes escarpadas (28° - 39°), incluso más en el borde norte (llegando hasta 45° , al norte del vertedero; baremo de precipicio, según Scholz in: Pedraza, 1996), propensas a una intensa erosión lineal. Con las primeras lluvias del año 1999 ya se podía constatar muy incisivas rayas de erosión por arrastre pluvial. La naturaleza del régimen concentrado de lluvias (un promedio de 1.450mm/año, con notada densidad de enero a junio; casi el 90% de todo el año hídrico), extrema los peligros de destrucción del suelo de la cobertura, pudiéndose originar conos de deyección, deslizamientos, derrames y derrubios (ya ocurridos en otros vertederos). El plató de la cobertura en la cima del vertedero presenta grietas de asentamiento diferenciado y de desplazamiento (Figura 3), incrementando el riesgo potencial de colapsos de grandes masas de basura por la facilidad de percolación de las aguas de las fuertes y muy intensas lluvias.

Figura 3. Grietas existentes en el plató de la cobertura en la cima del vertedero de Jangurussu. Favorecen la infiltración pluvial y incrementan el riesgo potencial de colapsos de grandes masas de basura



a – foto de 08/1999; b – foto de 08/2013.

Con el tiempo, la descomposición de la materia orgánica presente en gran volumen, aun que generen los gases ya comentados, ha promovido asentamientos diferenciados en el cuerpo de vertedero, por la pérdida de masa. La infiltración de las aguas pluviales actúa como catalizador de las reacciones que ocurren en el reactor orgánico de los vertederos (Fontenele et al, 2004; Fontenele, 2003). Manejándose los datos presentados por Sabadia (2001a) se puede fácilmente calcular que en los vertidos producidos en la ciudad de Fortaleza el total de materia orgánica representa el 67,92%. Así se crían vacíos en el cuerpo del vertedero, diferenciados en función de la mayor o menor concentración de la masa orgánica y el cuerpo del vertedero que colapsa de manera diferencial. Por lo tanto, las mediciones echas recientemente en la masa de residuos (2014), con GPS geodésico han demostrado que la masa de residuos ha bajado un poco, de manera diferencial, para un promedio entre 36 y 35 metros en cota (en 1998 llegaba casi a los 40 metros) y las medidas de las declividades de las pendientes todas han disminuido. Han sido registradas 19 mediciones de las inclinaciones de las pendientes en los sectores Norte (28°; 35°; 36°; 38°; un promedio de 34,25°); Sur (16°; 20°; 23°; 24°; 25°; un promedio de 21,6°); Leste (28°; 30°; 33°; 35°; 24°; un promedio de 30°); y Oeste (25°; 25°; 20°; 20°; 19°; un promedio de 21,8°). Aunque las pendientes tengan disminuido un poco, representan un gran peligro a la comunidad a los que allí viven y, las grietas de desplazamiento han sido ampliadas (con más aperturas). Por lo tanto más agua de las lluvias circulan en la masa de residuos. De acuerdo con Campi (2017) monitorear y garantizar la estabilidad geotécnica de macizos de residuos de gran tamaño es fundamental.

En los años 1998/99 el ayuntamiento de Fortaleza urbaniza un área de 18,7ha al NNW del vertedero de Jangurussu, distanciada a menos de 100 metros del límite norte del basurero, construyendo allí 984 pisos considerados “populares”, representando un promedio de 4.000 personas (Figura 4).

Esta área representaba el único sector alrededor del vertedero, aún con vegetación natural, y con posibilidad de ser incorporada al plan de clausura del mismo, como zona de protección ambiental (cultivo de especies nativas; zona de vallado; mantenimiento; supervisión ambiental; paisajismo, etc.).

A la izquierda, en color blanco, la extraordinaria estructura de Hospital de Referencia Sara Kubitschek, recibiendo los vientos de leste que soplan de este a oeste directamente del vertedero de Jangurussu.

En finales de junio de 1999 ocurre una invasión del terreno contiguo a la urbanización oficial anterior, al NNE del vertedero, asentándose

aproximadamente, unas 200 familias más, en construcciones provisionales (Figura 5).

Figura 4. Urbanización al NNW del vertedero de Jangurussu, distanciada a menos de 100 metros del límite norte del basurero (984 pisos; un promedio de 4.000 personas en el año 1999)

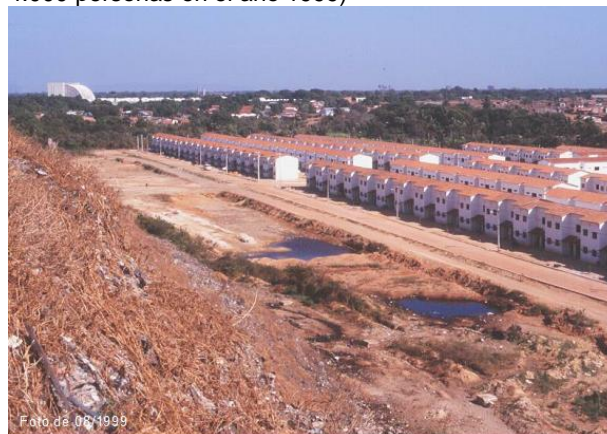


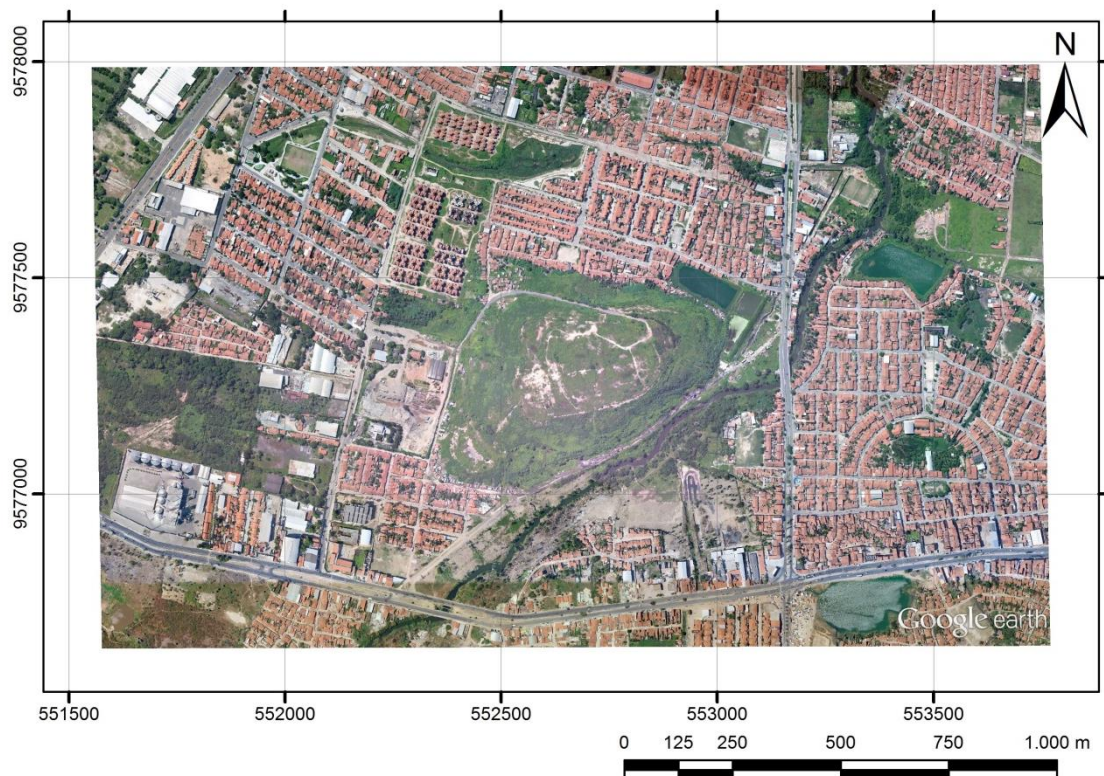
Figura 5. Invasión del terreno contiguo a la urbanización oficial anterior, al NNE del vertedero (aproximadamente 200 familias asentadas en construcciones provisionales; en el año 1999)



O sea, una media de aproximadamente 4.800 ciudadanos conviviendo a diario en las cercanías inmediatas de una supuesta unidad para la gestión de residuos clausurados (1998/99).

Hoy 2016, la situación de las viviendas ha crecido asustadoramente (Figura 6). Como se tratan de viviendas (case todas) con dos unidades; piso bajo y otro arriba ha sido posible calcular, contabilizar, una a una, sin mucho error, a través de fotos, imágenes actualizadas del Google Earth, además de las muchas idas a los trabajos en directo con la comunidad, un promedio estimado en 4.152 casas (suponiendo cuatro personas por habitación; una estimativa, significa que por allí 16.608 personas (quizás más) conviven o a una distancia de 50 metros al lado norte del vertedero (considerándose el entorno más proximal). Justamente donde las pendientes son más acentuadas.

Figura 6. Situación actual (2016) de la urbanización en el entorno inmediato del vertedero de Jagurussu. Aproximadamente 4.152 familias asentadas en construcciones regulares (casas e pisos), considerándose apenas una distancia de 50 metros (o menos) y solamente en la parte al norte del vertedero



Muchas son las casas que invadiendo las pendientes al norte y oeste del vertedero. En los patios traseros de estas viviendas se cultivan plátanos (y otras frutas), hortalizas, se crean cerdos y todo lo demás que se pueda imaginar. Todo esto manteniéndose del riego producido por los lixiviados en constante aporte que escuren libremente. De acuerdo com Teodósio Filho (2016) los lixiviados interfieren en la calidad química de aguas superficiales y subterráneas locales

El intento de revegetación de la cobertura del vertedero fue un fracaso casi absoluto. Los factores que suelen limitar el crecimiento de las plantas en el material de cubrición de vertederos llenos incluyen (Gilman, Leone y Flower, 1980): fitotoxicidad por efecto de los gases producidos (por ejemplo, CO_2 ; CH_4 , C_2H_4 y H_2S); el bajo contenido en oxígeno del suelo; reducido espesor de cobertura; limitada capacidad de intercambio catiónico, escasez de nutrientes; baja capacidad para retener la humedad; la baja humedad del suelo; altas temperaturas del suelo; su alta compactación; su pobre estructura y la inadecuada selección de las especies.

Los sistemas de supervisión ambiental (aire, agua y cobertura) y el seguimiento de calidad de la construcción, necesarios para garantizar la integridad del vertedero, con respecto a la emisión de contaminantes al medio ambiente y su mantenimiento seguro a largo plazo, no existen.

CONCLUSIONES

La mejora del ambiente urbano y de las condiciones de habitabilidad de las ciudades, buscándose integrar de una manera holística la urbanización, el medio ambiente y el desarrollo sostenible, sigue siendo un reto de muy difícil solución.

Uno de los problemas que se puede destacar, consiste en la generación creciente de residuos, especialmente con respecto a su destinación final y la calidad, integridad y seguridad ambiental ofrecida por los planes de clausura y por el mantenimiento post-clausura de los vertederos cerrados.

Aunque ha sido posible construir y explotar vertederos próximos a zonas residenciales e industriales (Tchobanoglous et al, 1996), hay que subrayar que, aún operados bajo normativas estrictas y extremadas precauciones, balizando continuamente su "aceptabilidad ambiental", el riesgo potencial estará siempre presente. Los conceptos de restauración y deseada rehabilitación de vertederos son relativos, involucrando muchas incertidumbres, en función de la necesidad del mantenimiento a largo plazo. O sea, es recomendable, social y ambientalmente, alejar los vertederos de dichas zonas, estableciéndose y manteniéndose importantes áreas de vallado.

En países como Brasil, la desigualdad social y económica induce a que la mayor parte de la

población sea más tolerante delante de graves problemas ambientales existentes, y hace con que gran parte de los ciudadanos esté sometida a vivir en las cercanías inmediatas de vertederos clausurados o no.

Los planes de clausura del vertedero de Jangurussu consisten en un torpe maquillaje sin funcionalidad. No hay sistemas de supervisión ambiental para el aire, aguas subterráneas y superficiales, ni para la cobertura, ni para su estabilidad geotécnica. El programa de seguimiento de la calidad y el mantenimiento post-clausura, necesarios para garantizar la integridad ambiental del vertedero, de forma a asegurar la salud pública, el control y el funcionamiento eficaz de esta "unidad de gestión de residuos" durante el largo período de tiempo requerido, simplemente no existen.

En los años 1998/99, el poder público municipal construyó, a menos de 100 metros del borde norte del vertedero "clausurado" de Jangurussu, y financió la venta de 984 viviendas consideradas populares, desestimando una área verde única, remanente local de 18,7 ha. Aprovechándose de la deforestación producida contiguamente también al este de la urbanización oficial anterior, ocurre una invasión en finales de junio del 1999, asentándose ahí unas 200 familias más, en construcciones provisionales. O sea, al contrario de proteger los individuos y mejorar los elementos y las infraestructuras más vulnerables del entorno urbano, el poder público acerca un promedio de 4.800 ciudadanos a convivir con una morfología visualmente agresiva, peligrosa, exponiendo esta población a un riesgo ambiental inaceptable.

Hoy, en 2014, considerándose una distancia de 350 metros solamente en el borde norte inmediato del vertedero se ha podido evaluar un total de 4.152 familias viviendo en habitaciones oficiales, casas e pisos, lo que representa un total aproximado de 16.608 personas conviviendo a diario con esta morfología visualmente muy impactante y dura, además de representar peligro constante, tanto del punto de vista de contaminación (agua y aire) y de estabilidad geotécnica, que persiste en exponer a esta gran parte de la población a un riesgo ambiental inaceptable.

La problemática de las actuaciones antrópicas sobre el medio ambiente, es aún tratada de manera incipiente en textos y tratados de geomorfología. Los más modernos apenas la consideran explícitamente y, en muy pocos casos la asignan categoría de un proceso más (Pedraza, 1996).

Todo parece indicar que, en un futuro inmediato, muchos trabajos en geomorfología deberán "evaluar" la eficacia y magnitud de esas transformaciones y establecer bases para "minimizar" y "corregir" sus efectos (Hooke (1994); Kates *et al* (1990); Turnes (1990) y Clark (1990) todos unánimes citados en Pedraza, 1996).

REFERÊNCIAS

BRANDÃO, R.L. Sistema de Informação para Gestão e Administração Territorial da Região Metropolitana de Fortaleza – *Projeto SINFOR: Diagnóstico Geoambiental e os Principais Problemas de Ocupação do Meio Físico da Região Metropolitana de Fortaleza*. CPRM il., 1995. 105p.

CAMPI, T. Estabilidade geotécnica de maciços de resíduos sólidos. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

FONTENELE, C. M. L.; SABADIA, J. A. B.; MENESES, M. O. B.; VORTISCH, V. Estudo socioambiental preliminar da comunidade do entorno do aterro do Henrique Jorge – Fortaleza /CE/Brasil. In: CONGRESSO INTERCONTINENTAL DE GEOCIÊNCIAS, 1. 2004, **Resumos expandidos**. Fortaleza, 2004. p. 172-173.

FUNCEME - FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. SECRETARIA DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO SUPERIOR. GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. **PCD – Plataforma de Coleta de Dados**. Disponível em: <www.funceme.br/app/pcd/relatorios/>. Acesso em: 15 jul. 2016.

GILMAN, E. F.; LEONE, I. A.; FLOWER, F.B. Factors affecting tree growth on resource recovery residual landfill. In: NATIONAL WASTE PROCESSING CONFERENCE. **Proceedings...** New York: The American Society of Mechanical Engineers, 1980. p. 147-153

PEDRAZA, J. de. **Geomorfología: principios, métodos y aplicaciones**. Madrid: Editorial Rueda, 1996. 414 p.

SABADIA, J. A. B. **Impacto del vertedero de Jangurussu en los recursos hídricos de la ciudad de Fortaleza (Estado de Ceará, Brasil)**. Barcelona/Espanha, 2001. 317 p. Tese (Doutorado em Geociências) - Departamento de Geoquímica, Petrología y Prospección Geológica. Facultad de Geología. Universidad de Barcelona, 2001a.

SABADIA, J.A.B. La globalización legislativa del derecho de aguas y la previsible crisis de aplicabilidad. el ejemplo de brasil y de uno de sus más pobres Estados: Ceará. In: DIÁLOGO INTERAMERICANO SOBRE MANEJO DE ÁGUAS, 4. Foz do Iguaçu, 2001. **Trabalhos completos**. Organización de los Estados Americanos (OEA); ABRH, 2001b. p. 228-245.

SABADIA, J. A. B.; CASAS, A.; MENDES, J. M. B. Caracterização da poluição produzida pelo aterro do Jangurussu através de métodos eletromagnéticos (Fortaleza-Ceará-Brasil)/ Jangurussu landfill pollution characterization by electromagnetic

methods (Fortaleza-Ceará-Brazil). In: ASSEMBLEIA LUSO ESPANHOLA DE GEODESIA E GEOFÍSICA, 2; ASEMBLEA HISPANO PORTUGUESA DE GEOD,ESIA Y GEOFÍCICA, 2. Lagos, 2000. **Resumos Expandidos**. Algarve, Portugal, 2000. 257-258 p.

TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H.; VIGIL, S.A. **Gestión integral de residuos sólidos**. España: McGraw-Hill - Interamericana de España, 1996. 1107 p.

TEODÓSIO FILHO, N. C. **Análise da qualidade química do chorume produzido no aterro de resíduos sólidos urbanos e industriais do Jangurussu ao final do período chuvoso e seco do ano de 2015 – Fortaleza, CE**. Fortaleza, 2016. 64 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) – Departamento de Geologia, Universidade Federal do Ceará. 2016.