



7^{mo}
Congreso de
Medio Ambiente

Actas 7mo Congreso de Medio Ambiente AUGM
22 al 24 de mayo de 2012. UNLP. La Plata Argentina

RADIATIVIDAD NATURAL EN LA ZONA COSTERA DEL DEPARTAMENTO DE ROCHA, URUGUAY

Natural radioactivity in Rocha's Coast zone, Uruguay

Ana Noguera, Heinkel Bentos Pereira, Laura Fornaro

Centro Universitario de la Región Este (CURE), Universidad de La República, Rocha,

Uruguay, analianoguera@gmail.com

Palabras claves: yacimiento de arenas negras, ^{238}U , ^{232}Th

Keywords: black sand ores, ^{238}U , ^{232}Th

Título abreviado: Radiactividad natural

ABSTRACT

The Uruguayan east coast has a very rich ecosystem such as sand dunes, sea, underground and ground water, variety of plants and biota. The area also has several mineral resources, which include black sand ores, with 7 million tons of heavy minerals evaluated in the Aguas Dulces-Valizas area. These ores are composed by several minerals which includes 0.6 % of monazite. As a result of this, all radionuclides belonging to the ^{238}U and ^{232}Th series are present. In order to evaluate the transfer of natural radioactive contamination from sand to other compartment the gross alpha and beta activity was measured using a Analyzing miniscaler Ratemeter modelo PRS-5/STB-3 in sand, underground water and vegetation (*Hydrocotyle bonariensis* Lamarck) from Valizas' beach ((34° 20' 31.42" S y 53° 47' 19.47" O). All samples were pre-treated, sand was dried, waters were acidified with HNO_3 , cooled to 4° C for conservation and calcinated, the vegetation was calcinated and the ash was measured. Standards ^{238}U and ^{232}Th ((IAEA RGU-1, RGTh-1) was also measured. From the specific activity and the transfer coefficients results we can conclude that natural radioactive contaminants move from the sand to other compartments. The transfer coefficient from sand to plant is the highest; the value obtained is in the order of results reported in the literature. The fresh water value is below the intervention level (0.55Bq.l^{-1})

RESUMEN

La costa este uruguaya posee una riqueza enorme de ecosistemas como ser dunas, mar, ríos, arroyos y aguas subterráneas, así como una inmensa variedad de fauna y flora. En dicha área están presentes además recursos minerales, los cuales incluyen yacimientos de arenas negras, con 7 millones de toneladas de metales pesados evaluados en el área de Aguas Dulces – Valizas. Estos yacimientos están compuestos entre otros minerales por 0.6 % of monacita. Como resultado están presentes todos los radionucleidos pertenecientes a la serie del ^{238}U y del ^{232}Th series.

A los efectos de evaluar la transferencia de la contaminación radiactiva natural desde arena a otros compartimentos la actividad total alfa y beta fue determinada utilizando Analyzing miniscaler Ratemeter modelo PRS-5/STB-3, para arena, aguas subterráneas y

vegetación (*Hydrocotyle bonariensis* Lamarck) del Balneario Valizas (34° 20' 31.42" S y 53° 47' 19.47" O). Todas las muestras fueron previamente tratadas, las muestras de arena fueron secadas, las aguas tratadas con HNO₃, mantenidas a 4 ° para su conservación y llevadas a sequedad, finalmente los vegetales fueron calcinados y las cenizas medidas. Fueron utilizados patrones de ²³⁸U y ²³²Th (IAEA RGU-1, RGTh-1). De las actividades específicas y de los coeficientes de transferencia obtenidos podemos concluir que los contaminantes radiactivos naturales migran de arena a otros compartimentos. El coeficiente de transferencia de arena a *H.bonariensis* es el más elevado y está de acuerdo a los resultados previamente reportados en literatura. Los valores obtenidos para aguas subterráneas están por debajo del límite de intervención determinado para agua potable (0.55 Bq.l⁻¹).

INTRODUCCIÓN

Desde una óptica ambiental, el departamento de Rocha presenta una riquísima biodiversidad con gran variedad de hábitats y ecosistemas acuíferos, una enorme riqueza en flora, más de 300 especies de pájaros y mamíferos, aparte de la riqueza de sus aguas costeras (desde ictícola a ballenas y lobos marinos) (www.probides.gub.uy).

Esta riqueza determina que la región, y el país, deban tomar acciones de conservación y protección de tan particular ambiente y, a su vez, un alto potencial productivo. Pero además, desde una óptica atenta a las riquezas minerales del departamento de Rocha, se constata la existencia de los mayores yacimientos de arenas negras del país, con aproximadamente 7 millones de toneladas de minerales pesados evaluadas en la zona de

Aguas Dulces, con 50% de ilmenita, 20% de magnetita, 5% de circón, 1% de rutilo y 0.6 % de monacita, la que a su vez contiene 4.75% de óxido de torio y 0.18% de óxido de uranio, así como otros depósitos también con torio y uranio (ANCAP, 1972; Bossi, 1978; DINAMIGE, 2002; Ferrando *et al.*, 2003). Todos estos yacimientos, más allá de los potenciales beneficios económicos de su posible explotación, poseen actividad radiactiva debido a su contenido en torio y uranio y en los demás isótopos de sus series radioactivas naturales (^{238}U , ^{234}Th , $^{234\text{m}}\text{Pa}$, ^{234}U , ^{230}Th , ^{226}Ra , ^{222}Rn , ^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{214}Bi , ^{214}Po , ^{210}Bi , ^{210}Po , ^{206}Pb para la serie del ^{238}U , y ^{232}Th , ^{228}Ra , ^{228}Ac , ^{228}Th , ^{224}Ra , ^{220}Rn , ^{216}Po , ^{212}Pb , ^{212}Bi , ^{212}Po , ^{208}Tl y ^{208}Pb para la serie del ^{232}Th). El estudio de los niveles de dosis ambientales, de la contaminación debida a estos elementos en los diferentes componentes de los ciclos vitales, de los productos alimenticios con ellos elaborados, etc. debe formar parte del conocimiento ambiental del departamento y de la región. No obstante, no se ha hecho aún un relevamiento sistemático, ni un estudio compartimental de la dispersión de dicha actividad en los diferentes reservorios. Se debe señalar que la existencia de yacimientos de arenas negras, así como de otros minerales con contenido de Uranio y Thorio no es privativa de Uruguay (Froehlich, 2009; Krishnaswami, 2008; McLaughlin *et al.*, 2005; Pergamon, 2004; Povinec, 2007; Salles Paschoa *et al.*, 2010; Scott, 2003; Shaw, 2007). Estudios similares se han realizado en diversos países por ejemplo, en arena se ha estudiado la contaminación radioactiva en Brasil, (Veiga *et al.*, 2006), en agua se ha determinado la actividad alfa y beta total (Gómez Escobar, 1996; Jia, 2009; Sögüt, 2010) y se han estudiado los radioisótopos naturales ^{238}U , ^{226}Ra , ^{210}Po y ^{210}Pb en India (Yadav *et al.*, 2009), en Serbia (Drndarski *et al.*, 1996), Polonia (Shearzec *et al.*, 2009), en estuarios y sedimentos marinos en Croacia (Cukrov *et al.*, 2009), Sudan (Sirelkhatim *et al.*, 2008), en la península Ibérica (Marmelejo-Rodríguez *et al.*, 2008), entre otros. También se han

estudiados estos radioisótopos en Grecia (Psichudaki *et al.*, 2008), España (Blanco-Rodríguez, 2008), India (Lenka *et al.*, 2009), Nigeria (Aroguno *et al.*, 2009), Brasil (Lauria *et al.*, 2009), Jordania (Samer, 2008), Siria (Al-Masri, 2008), etc.

En este trabajo se realizó un estudio preliminar de la actividad alfa y beta total para arena, aguas subterráneas y vegetación (*Hydrocotyle bonariensis* Lamarck) del Balneario Valizas (34° 20' 31.42" S y 53° 47' 19.47" O), Balneario ubicado en la zona de reporte de yacimiento de arenas negras, en el departamento de Rocha, Uruguay. Asimismo se estudiaron los coeficientes de transferencia de actividad desde la arena hacia las aguas subterráneas y a *H. bonariensis*.

METODOLOGÍA

Muestras de arena, aguas subterráneas e *H. bonariensis* del Balneario Valizas, fueron tomadas de acuerdo a las recomendaciones de HASL 300 (EML Laboratory, 1997), entre los meses de diciembre de 2010 y febrero de 2011. En la Figura 1 se puede apreciar un mapa del área de muestreo.

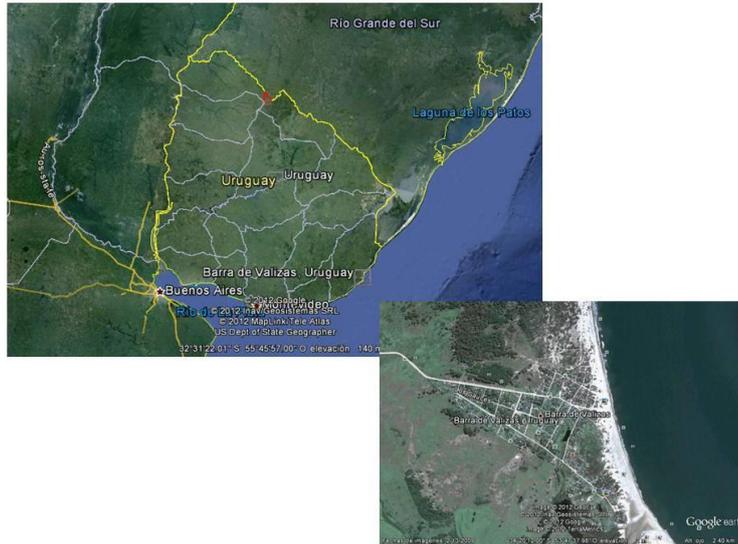


Figura 1. Mapa correspondiente al Balneario Valizas ($34^{\circ} 20' 31.42''$ S y $53^{\circ} 47' 19.47''$ oeste), área de estudio. Fuente: Google map 2012

Figure 1. Valizas's resort map ($34^{\circ} 20' 31.42''$ S and $53^{\circ} 47' 19.47''$ W), study area Source: Google map 2012.

Las muestras (10 réplicas) fueron tratadas previamente a su determinación, para ello las muestras de arena fueron secadas a 500°C por 24 horas, las muestras de agua fueron acidificadas con HNO_3 para su estabilización y mantenidas a 4°C para su conservación; luego fueron evaporadas hasta sequedad y las muestras de *H. bonariensis* fueron calcinadas a 500°C por 24 horas. Para todas las muestras se prepararon patrones de ^{238}U y ^{232}Th utilizando los siguientes estándares IAEA RGU-1 y IAEA RGTh-1. Todas las muestras, los patrones y la actividad de fondo fueron medidas en un Analyzing miniscaler Ratemeter modelo PRS-5/STB-3, realizando 25 medidas de 5940 s.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos para actividad específica y los respectivos coeficientes de transferencias se muestran en la Tabla 1. Los resultados obtenidos muestran que existe transferencia de Radionucleidos de la arena a las aguas subterráneas y a *H. bonariensis*.

	Arena	Agua subterránea	<i>Hydrocotyle bonariensis</i>
Actividad específica promedio (Bq.l ⁻¹)		(11± 3) x 10 ⁻²	
Actividad específica promedio (Bq.g ⁻¹)	(35± 5) x 10 ⁻²	(110 ± 30)	(12± 8) x 10 ⁻³
Coefficiente de transferencia		3.1 x 10 ⁻⁴	3.3 x 10 ⁻²

Tabla 1. Promedio de actividades específicas para arena, agua subterránea y *H. Bonariensis* y coeficientes de transferencia.

Table 1. Sand, ground water and *H. Bonariensis* mean specific's activities and transference coefficients.

Los valores obtenidos para las aguas subterráneas están siempre por debajo del límite máximo recomendado por la Organización mundial de la Salud 0.55 Bq.l⁻¹(WHO, 2004). Este dato es de gran trascendencia debido a que gran parte de la población local utiliza las aguas subterráneas como fuente de agua potable. Los coeficientes de transferencia están en el orden de los reportados en literatura (Vandenhove, 2009). Los resultados obtenidos hasta el momento son promisorios y por lo tanto el trabajo futuro

estará enfocado en realizar más determinaciones de la contaminación radiactiva natural así como en la identificación de los Radionucleidos presentes, su especiación y su transferencia a los demás compartimentos

CONCLUSIONES

De los valores obtenidos de actividad específica y de los coeficientes de transferencia, podemos concluir que existe transferencia de contaminantes radiactivos naturales desde la arena a las aguas subterráneas y a *H. bonariensis*. Los resultados muestran que las aguas subterráneas del Balneario Valizas presentan actividad alfa y beta total siempre por debajo de los límites establecidos por la Organización mundial de la Salud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANCAP.1972. *Despegue*, Revista Publicaciones de ANCAP. Uruguay
- Al-Masri MS, Al-Akel B, Nashawani A, Amin Y, Khalifa KH & Al-Ain F. 2008. Transfer of ^{40}K , ^{238}U , ^{210}Pb , and ^{210}Po from soil to plant in various locations in south of Syria. *Journal of Environmental Radioactivity*, 99: 322-331
- Arogunjo A M, Höllriegl V, Giussani A, Leopold K, Gerstmann U, Veronese I & Oeh U. 2009. Uranium and Thorium in soil, mineral sand, water and food samples in a tin mining area in Nigeria with elevated activity. *Journal of Environmental Radioactivity*, 100: 232-240
- Blanco Rodriguez P, Vera Tomé F, Lozano JC & Pérez –Fernández MA. 2008.

- Influence of soil texture on the distribution and availability of ^{238}U , ^{230}Th and ^{226}Ra in soils. *Journal of Environmental Radioactivity*, 99: 1247-1254
- Bossi J. 1978. Recursos Minerales del Uruguay. Editorial Daniel Aljanti, Montevideo: 263-276
 - Cukrov N, Mlakar M, Cuculic V & Barisic D. 2009. Origen and transport of ^{238}U and ^{226}Ra in riverine, estuarine and marine sediments of the Krka River, Croatia. *Journal of Environmental Radioactivity*, 100: 497-504
 - DINAMIGE. 2002. Estudio geológico minero del depósito de arenas negras de Aguas Dulces, Departamento de Rocha. Dirección Nacional de Minería y Geología, división geología, Uruguay, Setiembre de 2002: 3-39
 - Drndarski N, Golobocanin D & Tutunovic I. 1996, Natural radioactivity of fresh waters in Serbia. *Nucl. Chem Letters*, 213 (5): 361-368
 - EML Laboratory. 1997. HASL 300. 28th Edition, NewYork, USA: 8-10
 - Ferrando L, Bossi J, Maldonado S, Schipilov A & Campal N. 2003. Evaluación de reservas de arenas negras en Aguas Dulces, Departamento de Rocha, Uruguay. *Revista Uruguaya de Geología*, 10: 15-28
 - Google Earth, 2012. Inav Geosistemas SRL, 2012 Maplink/Teleatlas, US Dept of State Geographer
 - Gomez Escobar V, Vera Tome F & Martin Sanchez A. 1996. Gross Alpha- and Beta-Activities in Rainwater and Airborne Particulate Samples. Influence of Rainfall and Radon. *J. Environ. Radioactivity*, 31 (3): 273-285
 - Jia G, Torri G & Magro L. 2009. Concentrations of ^{238}U , ^{234}U , ^{235}U , ^{232}Th , ^{230}Th , ^{228}Th , ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{224}Ra , ^{210}Po , ^{210}Pb and ^{212}Pb in drinking water in Italy: reconciling safety standards based on measurements of gross

- alpha and beta. *Journal of Environmental Radioactivity*, 100: 941–949
- Froehlich K, 2009. *Tracers and Timers of Terrestrial Processes*. Environmental Radionuclides, 16. Elsevier, the Netherlands: 1-8
 - Krishnaswami S, & Kirk Cochran J. 2008. U-Th Series Nuclides in Aquatic Systems, 13, Elsevier, the Netherlands: 155-299
 - Lauria DC, Ribeiro FCA, Conti .CC & Loureiro FA. 2009. Radium and uranium level in vegetables grown using different farming management systems. *Journal of Environmental Radioactivity*, 100: 176-183
 - Lenka P, Jha S K, Gothankar S, Tripathi RM & Puranik VD. 2009. Suitable gamma energy for gamma-spectrometric determination of ²³⁸U in surface soil samples of a high rainfall area in India. *Journal of Environmental Radioactivity*, 100: 509-514
 - Marmolejo-Rodriguez A J, Caetano M, Prego R & Vale C. 2008. Thorium accumulation in the sedimentary environment of the Vigo Ria (NW Iberian Peninsula). *Journal of Environmental Radioactivity* 99: 1631-1635
 - McLaughlin JP, Smpoulos SE & Steinhäusler F. 2005. *Radioactivity in the Environment*, 7, Elsevier, The Netherlands: 135-842
 - Livingston HD, 2004. Radioactivity in the Environment. *Marine Radioactivity*, 6, Elsevier, The Netherlands:1-22
 - Povinec P, 2007. *Radioactivity in the Environment. Analysis of Environmental Radionuclides*, 11, Elsevier, The Netherlands: 355-480
 - Programa de Conservación de la Biodiversidad y Desarrollo Sustentable en los Humedales del Este, PROBIDES, Rocha, Uruguay Disponible en: www.probides.org.uy

- Psichoudaki M & Papaefthymiou H. 2008. Natural radioactivity measurements in the city of Ptolemais (Northern Greece). *Journal of Environmental Radioactivity*, 99: 1011-1017
- Salles Paschoa A & Steinhausler F. 2010. *TENR - Technologically Enhanced Natural Radiation* 17, Elsevier, The Netherlands: 29-86
- Samer J Al-Kharouf, Al-Hamarneh IF & Dababneh M, Natural radioactivity, dose assessment and uranium uptake by agricultural crops at Khan Al-Zabeeb, Jordan. *Journal of Environmental Radioactivity*, 99: 1192-1199
- Scott EM. 2003. *Modeling Radioactivity in the Environment* ,4, Elsevier, The Netherlands: 1-200
- Shaw G. 2007. *Radioactivity in the Terrestrial Environment*, 10, Elsevier, The Netherlands: 1-264
- Sirelkhatim DA, Sam AK & Hassona RK. 2008. Distribution of ^{226}Ra - ^{210}Pb - ^{210}Po in marine biota and surface sediments of the Red Sea, Sudan. *Journal of Environmental Radioactivity*, 99:1825-1828
- Skwarzec B, Kabat K & Astel A. 2009. Seasonal and spatial variability of ^{210}Po , ^{238}U , and $^{239+240}\text{Pu}$ levels in the river catchment area assessed by application of neural-network based classification. *Journal of Environmental Radioactivity*, 100: 167-175
- Sögüt O, Fatih Aydın M, Kücü könder E, Zlem Selcuk Zorer Ö & Dogru M. 2010. Measurement of gross alpha and gross beta activity concentrations in human tooth. *Journal of Environmental Radioactivity*, 101: 226–229
- Vandenhove H, Olydlaegers G, Sanzharova N, Shubina O, Reed E, Shang Z & Velasco H. 2009. Proposal for new best estimates of the soil-to-plant transfer

- factor of U, Th, Ra, Pb and Po. *Journal of Environmental Radioactivity*, 100: 721-732.
- Veiga R, Sanches N, Anjos RM, Macario K, Bastos J, Iguatemy M, Aguiar JG, Santos AMA, Mosquera B, Carvalho C, Baptista Filho M & Umisedo NK. 2006. Measurement of natural radioactivity in Brazilian beach sands. *Radiation Measurements*, 41(2): 189-196
 - WHO (World Health Organization). 2004. *Guidelines for Drinking Water Quality. Recommendations*. Third ed, Geneva. 1: 204
 - Yadav DN & Sarin MM 2009. Ra-Po-Pb istopes systematics in water of Sambar Salt Lake, Rajasthan (India) geochemical characterization and particle reactivity. *Journal of Environmental Radioactivity*, 100: 17-22