

Implementación del sistema de monitoreo de contaminantes emitidos a la atmósfera por Cuba, con empleo de imágenes de satélite.

Implementation of the monitoring of pollutants emitted into the atmosphere by Cuba, with the use of satellite imagery.

Autores: MsC.Alexander Fernández Velazquez¹, Dr. Alberto. W. Setter² y Dra. Karla Longo².

Formación profesional: Especialista Percpección Remota por INPE¹ y Investigadores².

Centro: Centro Meteorológico Provincial Guantánamo. INSMET. CITMA¹ y Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales².

Dirección: Ahogados #14 Entre 12 y 13 Norte. Guantánamo. Cuba¹.

E-mail: alexander.fernandez@gtm.insmet.cu¹

Teléfono: 33 83326¹, Ext. 103 ó 112.

Resumen.

Los principales resultados de estudios con el empleo de información satelital para determinar emanaciones de contaminantes para América Latina, han sido realizados por el Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales de Brasil (INPE), con una metodología donde la ecuación de conservación de la masas es solucionada para el monóxido de carbono (CO) y el material particular PM2.5 y las emisiones de gases y partículas asociadas con la biomasa activa ardiente son determinadas por CATT-BRAMS, que es un modelo de transporte que determina las fuentes de emisión de combustión de biomasa, para gases y partículas de aerosol, por lo que , se trabajo y adecuo esta metodología, para establecer el sistema de estimación de las emanaciones de contaminantes a la atmósfera resultados que son los primeros en Cuba en este Campo.

Palabras Clave: monitoreo de contaminantes, atmósfera, imágenes de satélite

Abstract.

The main results of studies with the use of satellite data to determine emissions of pollutants for Latin America, have been made by the National Institute for Space Research of Brazil (INPE), a methodology where the equation of conservation of mass is solved for carbon monoxide (CO) and particulate material PM2.5 and gaseous and particulate emissions associated with biomass burning are determined by active CATT-BRAMS, a transport model that determines the emission sources of biomass combustion for gases and aerosol particles, so it is working and adapted this methodology to establish the system for estimating emissions of air pollutants, results are the first to Cuba in this field.

Keywords: monitoring of pollutants, atmospheric, satellite images

Introducción.

El problema de los incendios forestales y las emanaciones de contaminantes es muy serio en el mundo y en esta región más aún, a partir la gran cantidad y por la quema de otras fuentes de biomasa y aunque resulta difícil, poder determinar con exactitud la cantidad de contaminantes emitidos producto a las emanaciones, varios investigadores han desarrollado metodologías que permiten estimar las emanaciones a escala global y regional. Asociado a pérdida de los bosques y los impactos en la flora y fauna, los principales contaminantes emitidos a la atmósfera, como el CO₂, CH₄ y N₂O, CO, NO_x, SO₂, HCN y aerosoles producen numerosas alteraciones en balance de la radiación del planeta. Junto con las partículas de aerosoles, la quema de biomasa produce vapor de agua y dióxido de carbono y es una fuente importante de otros compuestos como el monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles, óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos halogenados (Andreae y Merlet, 2001).

La información satelital es particularmente útil para el seguimiento a la evolución de la superficie afectada por incendios, por la influencia de los contaminantes y por el material particular, más las estimaciones de emanaciones de gases a la atmósfera, al permitir su cuantificación como nunca antes. Según el cuerpo de guardabosques, la emisión de gases a la atmósfera se estima en 238 288 toneladas de dióxido de carbono, 10 404 toneladas de metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrosos y óxidos de nitrógeno, además 10109 toneladas de hidrocarburos y partículas. Por todo lo anterior se desarrollara el presente trabajo con el objetivo de Implementar un sistema de estimación de emanaciones de contaminantes a la atmósfera, con el empleo de información satelital.

Desarrollo.

Datos utilizados

Base de datos de GEOCUBA, con límite político, ciudades de importantes núcleos poblacionales, red vial, ríos, embalses y otros datos, georeferenciados. Base de datos sobre áreas protegidas, adquiridas directamente del Centro Nacional de Áreas Protegidas, Características generales de los datos: Coordenadas: "geográficas" (latitud, longitud). Mapa de vegetación actualizado, para toda la nación y para las áreas protegidas.

Imágenes de satélite utilizadas

-Satelite GOES (Geostationary Operational Environmental Satellite): satélite de órbita geoestacionaria. Satélite TERRA / AQUA/ Sensor MODIS: El SENSOR MODIS: (Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer) cuenta con canales diseñados específicamente para la detección de fuego.

Descripción del modelo metodológico de INPE.

El modelo utilizado para la materialización, del trabajo fue CATT-BRAMS, desarrollado por investigadores de CPTEC-INPE para estimar emanaciones de contaminantes, es un modelo que se basa en la Regional Atmospheric Modeling System - RAMS. CATT es un sistema numérico diseñado para simular y estudiar el transporte y los procesos asociados a las emisiones de la

quema de biomasa. Se trata de un modelo de transporte junto a BRAMS. (Freitas et al., 2005).

La Figura 1, muestra los principales componentes calculados por el modelo a escala de procesos involucrados en la traza de gas y el transporte de aerosoles simulado.

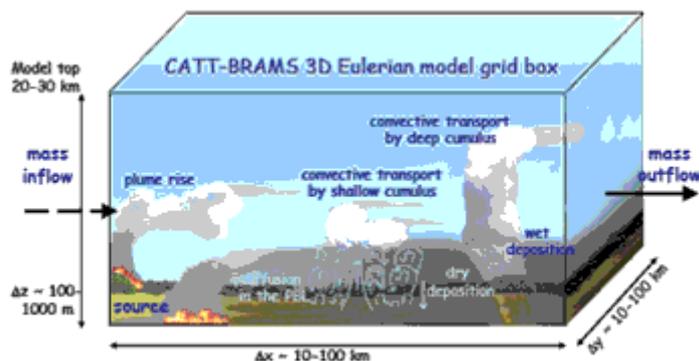


Figura 1. Procesos de gases y aerosoles de transporte, simulados por CATT-BRAMS

BRAMS es software de código abierto, disponible gratuitamente en <http://www.cptec.inpe.br/brams>. El tipo de vegetación que se quema es obtenido del IGBP-INPE, mapa de vegetación (<http://edcdaac.usgs.gov/glcc/glcc.html>) y (www.cptec.inpe.br/proveg/). El modelo permite confeccionar mapas, con las “Tasas de emisiones por incendios” de, Monóxido de carbono (CO), Dióxido de carbono (CO₂), Metano (CH₄), y partículas (PM 25).

Resultados.

Para la primera etapa de trabajo el principal resultado es la creación de todas las condiciones para el establecimiento de las estimaciones con el empleo de sensoramiento remoto, aplicando la metodología desarrollada por INPE, y un segundo resultado consistente en el montaje del sitio para Cuba, en la página de INPE, en la siguiente dirección de Internet: <http://paraguay.cptec.inpe.br/produto/queimadas/>

Resultados de selección de satélites.

A partir del trabajo desarrollado se determinó la utilización de diferentes satélites a emplear, mostrando las informaciones de Cuba para el monitoreo de las emanaciones, y los mapas de focos de calor de Cuba, que se utilizan para cálculo de las emanaciones de los diferentes compuestos emitidos.

No. Especial



Figura 2. Focos de calor acumulados, Enero-Octubre de 2007.

La figura 2, muestra los focos de calor detectados con todos los satélites seleccionados para monitorear las emanaciones de contaminantes, (Enero–Octubre 2007). Disponible en: <http://paraguay.cptec.inpe.br/produto/queimadas/> mostrando alta cantidad de focos de calor.

Resultados de adaptación de metodología para Cuba.

En relación con las emanaciones el principal resultado es la creación de condiciones para poder realizar los mapas con las emisiones de gases y partículas a la atmósfera, a partir de la adaptación de la metodología del modelo CATT-BRAMS, desarrollada por el INPE y adecuada para las condiciones de Cuba.



Figura 3. Página de emanación de contaminantes, antes de la incorporación de Cuba al sistema, Julio de 2007.

La página anterior de contaminación atmosférica, desarrollada por el INPE, no incluía las emanaciones de Cuba, sino sólo las procedentes de América del Sur (Figura 3) y se trabajó, para poder incorporar el país en el sistema desarrollado por INPE, dando la posibilidad también de incluir otras naciones de Centro América. Como resultado se pudo establecer en la página de incendios de INPE, a Cuba, con las principales informaciones de la página en español, para facilitar la lectura de los usuarios.



Figura 4. Mapa de emisiones por incendios, para monóxido de Carbono.

Las concentraciones de Monóxido de Carbono (CO), producto de incendios forestales, son calculadas y mostradas en la página de incendios, dentro de la sección de contaminación, mostrando los niveles de concertación del mismo (Figura 4) y fueron creadas las condiciones para

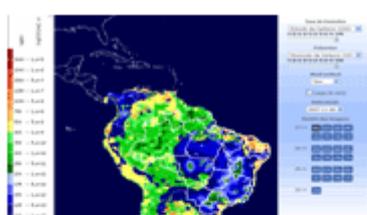


Figura 5. Tasa de emisión de Dióxido de Carbono (CO₂).

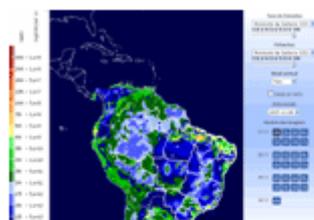


Figura 6. Tasa de emisión de Monóxido de Carbono (CO).



Figura 7. Tasa de emisión de Metano (CH₄)

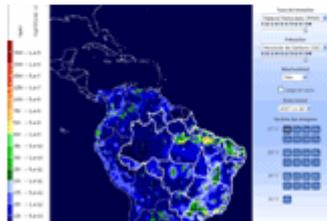


Figura 8. Tasa de emisión de Material particulado (PM2.5)

Las Figuras 5, 6, 7 y 8, presentan las tasas de emanaciones de los principales contaminantes, para América del Sur y Cuba incluida, pero aun no operacional.

Conclusiones.

Se desarrolló el sistema y se crearon las condiciones para incorporar a Cuba, en la página de INPE, donde se mostraran las emanaciones de contaminantes y partículas a la atmósfera.

Resulta especialmente importante la materialización de este trabajo, por la oportunidad que reporta de poder tener información, más real sobre las emanaciones producto de los incendios forestales, a partir de que fueron creadas las condiciones para realizar los mapas con las emanaciones de gases y partículas a la atmósfera, pudiendo determinar las tasas de emisiones para: Monóxido de carbono (CO), Dióxido de carbono (CO₂), Metano (CH₂), partículas (PM 25).

Se escogieron los satélites a utilizar para el cálculo de las emanaciones, a partir de la determinación de los focos de calor, y se dejaron establecidos en la página de incendios del INPE.

Bibliografía.

CATT-BRAMS. Recuperado de: <http://www.atmet.com/> .

Andreae, M. & Merlet, P. (2001). Emission of trace gases and aerosols from biomass burning, *Global Biogeochemical Cycles*, 15(4), p. 955–966.

Freitas, S. R., et al. (2005). Monitoring the transport of biomass burning emissions in South America. *Environmental Fluid Mechanics*, 5(1–2), p. 135–167.

Fecha de recibido: 11 mar. 2008
Fecha de aprobado: 20 may. 2008