

**Uso del suelo y sus impactos en el medio ambiente: estudio de caso en
una zona rural del municipio de Botucatu-SP, Brasil**

Ronaldo Alberto Pollo

Doctorado en Agronomía (Energía en Agricultura), FCA/UNESP, Botucatu-SP, Brasil
ra.pollo@unesp.br

RESUMEN

El avance del uso de los recursos naturales por parte del hombre en busca de una mayor producción de alimentos, ha tenido consecuencias en el medio ambiente con el agotamiento de las áreas agrícolas, la sedimentación de ríos, presas y la desaparición de fuentes de agua, lo que ha llevado a la crisis de abastecimiento y escasez de agua en centros urbanos con cambio climático en muchas regiones. Con el avance de los productos de teledetección, es posible estudiar el medio ambiente de manera más efectiva, monitoreando áreas estratégicas, delineando medidas para mitigar impactos y la mejor manera de gestionar áreas. Con ayuda de imágenes orbitales de alta resolución espacial, se analizaron los ambientes en el año 2010 y 2016, cultivados con el cultivo de caña de azúcar en el municipio de Botucatu, interior del Estado de São Paulo-SP, Brasil, donde, se encontró en un primer momento, en 2010, un ambiente protegido a lo largo de los recursos hídricos, con áreas cercanas siendo cultivadas con el cultivo de caña de azúcar y en la imagen posterior, de 2016, se observó un ambiente perturbado con procesos erosivos de grandes dimensiones, de tipo laminar, evolucionando a grandes formaciones de erosiones a modo de barrancos con gran movimiento de masas, lo que provocó la pérdida de tierras cultivables y el transporte de material erosionado que contiene insumos utilizados en la agricultura para los cuerpos de agua, provocando sedimentación y disminución de su caudal, alterando el hábitat acuático de la región y pudiendo provocar el aumento de ocurrencias de inundaciones e inundaciones en los centros urbanos.

PALABRAS CLAVE: Imágenes orbitales. Erosión. Recursos hídricos.

INTRODUCCIÓN

La forma de uso de la tierra orientada únicamente a la producción agrícola, ha desencadenado procesos irreversibles en entornos naturales como el suelo y el agua, que necesitan cambios urgentes en la gestión de estos recursos.

Numerosas causas de escasez de agua e inundaciones en los centros urbanos y la observación del calentamiento global, identificadas como situaciones de procesos naturales, en realidad, reflejan pequeñas y grandes acciones realizadas por el avance en los procesos que involucran la producción de alimentos en el campo, bajo los más variadas técnicas y formas de uso del suelo.

La disponibilidad de agua de buena calidad es un factor muy importante para las generaciones futuras y, además de respetar la actual legislación brasileña sobre ambientes acuáticos, deben utilizar mecanismos de buenas prácticas de gestión, delineando políticas de desarrollo sustentable para garantizar el no agotamiento de este recurso.

Además de las actividades que contribuyen a las emisiones de CO₂ como la deforestación y los cambios en el uso del suelo, sus efectos son provocados por una mala gestión en el trabajo de campo, de cara a la producción agrícola, por prácticas insuficientes de conservación de suelos y aguas y sus efectos afectan ampliamente, además del paisaje y los hábitats locales, varias regiones de la tierra, provocando cambios con cambios en los ciclos naturales del planeta.

El uso de tecnologías innovadoras y el conocimiento de las fragilidades de los ambientes naturales y su poder de depuración frente a eventos negativos provocados por el hombre, deben ser utilizados en la construcción de un trabajo con transferencia de conocimiento para una integración agroambiental sostenible.

El uso de imágenes satelitales de alta resolución espacial destinadas al estudio de los ambientes terrestres y más precisamente, los elementos de cobertura y aprovechamiento del

cuerpo exterior del suelo, en sus intervalos de tiempo, reflejan el registro de la realidad pasada y presente, posibilitando estudios temporales y evaluación de estos entornos.

Moreira y col. (2007), afirman que Google Earth proporciona imágenes digitales que permiten una visión sinóptica del área estudiada, siendo muy importante en los estudios y observaciones de los cambios ocurridos en el área ambiental.

Araújo (2017), utilizando imágenes satelitales de alta resolución espacial, recomienda realizar estudios en los que se integren imágenes antiguas y actuales para evaluar cambios espaciales, territoriales y paisajísticos en regiones.

Simon y Trentin (2009), afirmaron que las imágenes de Google Earth demostraron ser adecuadas y de gran potencial en la elaboración de series temporales de uso del suelo.

El presente estudio tuvo como objetivo analizar el paisaje en dos imágenes de alta resolución espacial de Google Earth Pro, de área cultivable y su influencia en los recursos hídricos de un afluente del río Lavapés, en el municipio de Botucatu-SP, Brasil, mostrando cómo era medio ambiente en el año 2010 y en el año 2016, luego de ocurrencia de problemas ambientales.

Se constató la rotura secuencial de las curvas de nivel en el área agrícola y consecuentemente la aparición de erosiones como laminar y garganta con grandes movimientos de masas que fueron arrastradas y depositadas a lo largo de los cursos de agua.

OBJETIVOS

El presente estudio tuvo como objetivo analizar el paisaje en dos imágenes de alta resolución espacial de Google Earth Pro, de área cultivable y su influencia en los recursos hídricos de un afluente del río Lavapés, en el municipio de Botucatu-SP, Brasil, mostrando cómo era medio ambiente en el año 2010 y en el año 2016, luego de ocurrencia de problemas ambientales.

METODOLOGÍA

El área analizada sobre la ocurrencia de problemas ambientales, está contenida en un área rural en el municipio de Botucatu, Estado de São Paulo, Brasil, en las coordenadas geográficas 48°26'50" longitud oeste del meridiano de Greenwich y 22°45'37" latitud sur.

Para el cálculo de las coordenadas de ubicación y análisis de la hidrografía local, se utilizó la carta digital planiométrica del IBGE con una equidistancia de 20 metros, hoja: SF-22-R-IV-3 - Botucatu-SP, (IBGE, 1973).

Se utilizaron dos imágenes de satélite de alta resolución espacial en las fechas del 25/07/2010 y 17/06/2016 del banco de imágenes Google Earth Pro (2017), analizadas e interpretadas visualmente, en una zona en producción agrícola con el cultivo de La caña de azúcar y el arroyo bajo impacto ambiental, siendo afluente del río Lavapés.

En el programa Google Earth Pro, en comparación con la imagen de 2010, se observaron ocurrencias de erosiones mayores de tipo laminar y esófago para el año 2016, donde a través del comando “agregar polígono”, en un estilo circunscrito, se escanearon en sus límites y Posteriormente calculó las medidas de área en hectáreas de las erosiones contenidas en el

área en estudio. Para la profundidad de la garganta, se utilizó el comando "mostrar regla", donde el límite de sombra en la superficie del suelo se midió hasta el fondo de la garganta y también, este mismo proceso se utilizó para medir la extensión de la garganta.

Con base en el promedio entre profundidades (alturas), anchos y teniendo la longitud de la garganta, se calculó el volumen promedio de material erosionado (suelo + insumos agrícolas) que se llevó al río.

RESULTADOS

En la Figura 1, podemos ver en la imagen satelital de 2010, un área con caña de azúcar que se subdivide en parcelas entre caminos y vegetación natural como protección alrededor del río principal y su afluente.

Figura 1: Área rural con cultivo de caña de azúcar y vegetación natural a lo largo de cursos de agua, en 2010



Fuente: GOOGLE EARTH PRÓ, 2017

En la imagen del año 2016, Figura 2, podemos analizar, luego de la zafra, la ruptura de las curvas de nivel provocada por las lluvias, donde se da la aparición de gran erosión como garganta, con la ocurrencia de gran movimiento de masa que ha sido transportada y depositada sobre los recursos hídricos.

Figura 2: Rotura de curvas de nivel, succión de garganta y deposición de material erosionado en cursos de agua, en 2016



Fuente: GOOGLE EARTH PRÓ, 2017

Los cambios en el área cultivable, en áreas con vegetación natural y cuerpos de agua son visibles debido al desplazamiento del material erosionado transportado, cambiando toda la vegetación ribereña y el sistema de drenaje natural del río, depositando muchos sedimentos y fertilizantes químicos utilizados en el cultivo, provocando eutrofización con la consecuente contaminación y cambios en la calidad de estas aguas, que pueden provocar la reducción de la biodiversidad acuática, conflicto de escasez de agua en áreas urbanas y en otras regiones y, en muchos casos, su desaparición.

Lagadec y col. (2016), informan que la transferencia de contaminantes provocados por la pérdida de suelos son impactos que los procesos hidrológicos imponen al medio ambiente.

Las prácticas de protección de suelos tipo territorio se pueden observar en toda el área agrícola afectada, sin embargo, parecen ser deficientes, inadecuadas o mal calculadas, ya que han acelerado los procesos de erosión, donde deben tener el propósito de incrementar la infiltración de agua en el suelo para disminuir la velocidad de flujo o dirigirlos a cajas de contención de agua para evitar escenarios de degradación de los ambientes naturales y un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos.

Se obtuvo un área de 2 hectáreas de erosión laminar en el ambiente perturbado, seguido de 1,16 hectáreas para el esófago con una longitud de 662 metros, con una profundidad promedio de 11 metros y un volumen promedio de movimiento masivo transportado a los recursos. recursos hídricos de 127.435 metros cúbicos que se depositaron a lo largo de sus cursos de agua.

La erosión del suelo se considera un problema global y representa un problema importante también en Brasil (RABELO; ARAÚJO, 2019).

En la Figura 3 podemos ver en una imagen aproximada de 2016 el tamaño de una maquinaria agrícola en "A", comparado con el tamaño de la quebrada en "B", donde podemos ver la gran perturbación con gran pérdida de suelo en una zona agrícola, que demandará gran esfuerzo en rehacer esta zona para el retorno de la zona productiva analizada en 2010.

Figura 3: Maquinaria agrícola en "A", en comparación con el tamaño de la erosión del barranco en "B"

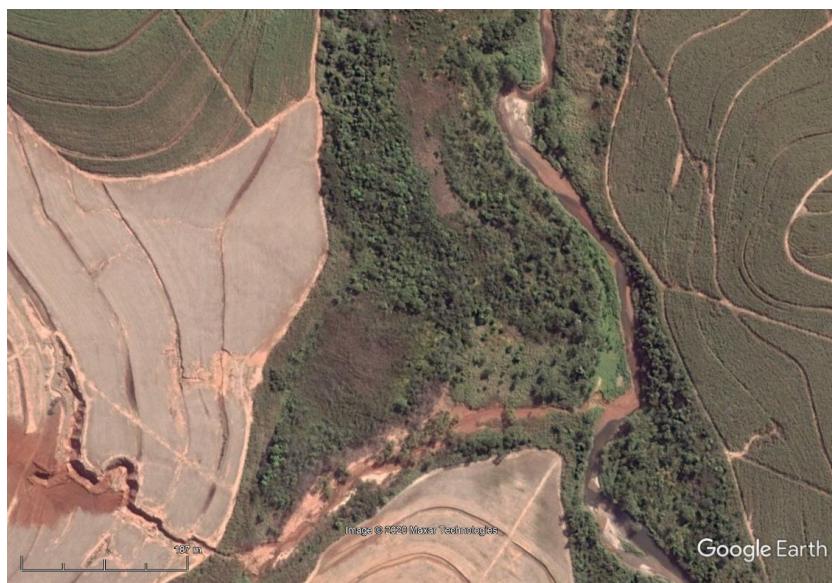


Fuente: GOOGLE EARTH PRÓ, 2017

Vieira, (2010) afirma que la degradación del suelo a través de la erosión de tipo barranco que cae en bloques de capas de suelo ha causado numerosas perturbaciones a poblaciones ubicadas tanto en áreas rurales como urbanas en las últimas décadas. Así, Araújo et al. (2019), describe la erosión como un fenómeno frecuente, que puede ser causado por interacciones complejas entre diferentes factores naturales y artificiales, que pueden hacer que el proceso de erosión se intensifique.

En la Figura 4, podemos ver el depósito de material erosionado de la garganta a lo largo del afluente y el río Lavapés.

Figura 4: Sedimentación del afluente y del río Lavapés en una zona rural del municipio de Botucatu-SP



Fuente: GOOGLE EARTH PRÓ, 2017

Carvalho y col. (2020), señalan que es necesario analizar los atributos del medio físico en conjunto con las actividades antropogénicas en relación a sus prácticas de manejo del uso del suelo y cobertura del suelo.

La degradación ambiental provoca la pérdida de funciones de los ecosistemas y, en consecuencia, la incapacidad de mantener los servicios de los ecosistemas, lo que afecta negativamente las formas de vida y la seguridad alimentaria de miles de millones de personas en el mundo (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005).

La década 2021-2030 fue declarada por las Naciones Unidas (ONU) como la Década de la Restauración de Ecosistemas, garantizando la soberanía alimentaria, el abastecimiento de agua y la conservación de la biodiversidad, con el fin de promover la restauración en varios biomas, ayudar en la lucha contra el cambio climático (FAO, 2019).

Para una planificación más eficaz en el manejo de estas áreas, dentro de las prácticas de conservación de suelos, se recomiendan estudios técnicos para la ubicación de curvas de nivel, y se debe observar estrictamente el dimensionamiento de acuerdo con la pendiente del terreno, tipo de suelo, espaciamiento vertical y horizontal y construcción de cuencas de contención de agua a lo largo de caminos rurales, con el objetivo de reducir la escorrentía, mejorando así la infiltración de agua en el suelo y reduciendo la ocurrencia de procesos de erosión.

El uso de tecnologías innovadoras y el conocimiento de las fragilidades de los ambientes naturales y su poder de depuración ante eventos negativos, debe ser utilizado en la construcción de un trabajo con transferencia de conocimiento para una integración agroambiental con sustentabilidad, promoviendo beneficios más duraderos para la sociedad, respetando los ambientes naturales de los daños ocasionados en su mayor parte, por la acción antrópica.

CONCLUSIÓN

Con base en imágenes orbitales temporales con alta resolución espacial, se registraron no conformidades ambientales causadas por la rotura de curvas de nivel en terrenos cultivables, con aparición de erosión como laminar y garganta, con concentración de flujo de agua y acarreando un gran volumen de agua material erosionado para el cauce del río Lavapés.

Se logró comprender y visualizar los cambios ocurridos y el impacto ambiental de la erosión con la pérdida de suelo en el área de la plantación y el impacto en los recursos hídricos, provocado por la sedimentación, con caudal reducido y posible contaminación, cambiando así el hábitat medio ambiente acuático de la región y puede provocar un aumento en la ocurrencia de inundaciones e inundaciones en los centros urbanos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo, F. E. de. **Educação cartográfica: uso de imagens de sensoriamento remoto e mapas antigos no estudo da ocupação de Candeias e Barra de Jangada**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação). Universidade Federal de Pernambuco, 2017. Disponível em:<<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/25445/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O%20Franciele%20Eunice%20Araujo.pdf>>. Acesso em 18 mai. 2019.
- ARAÚJO, I. R. G. et al. Estimativa do Índice de Vulnerabilidade à Erosão Costeira (Ivc) para o Litoral do Piauí, Brasil. **Rev. Brasileira de Geomorfologia**. V. 20, No. 1, p. 105-118, São Paulo. 2019.
- CARVALHO, A.P.P.; et al. Estudo do meio físico quanto à erosão acelerada como diagnóstico para análise da disponibilidade hídrica em sub-bacias hidrográficas no Estado de São Paulo – Brasil. **Revista Latino-americana de Ambiente Construído & Sustentabilidade**, v.1, n.2, Pág. 97-109, 2020. Disponível em:<https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/rlaac_sustentabilidade/article/view/2549/2298>. Acesso em: 04 dez. 2020.
- FAO - Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação. (2019). The state of the world's **Biodiversity for Food and Agriculture**. Commission on genetic resources for food and agriculture. Assessments, 529 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2020.
- GOOGLE EARTH PRO. **Google Inc**, 2017. Disponível em:<earth.google.com/>. Acesso em: 10 abr. 2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Carta topográfica**: folha Botucatu- SF-22-R-IV-3. Serviço do IBGE on line. Mapeamento Topográfico, 1973. Escala 1:50.000. Disponível em:<https://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/folhas_topograficas/editoradas/escala_50mil/botucatu27353.pdf>. Acesso em 20 mai. 2020.
- LAGADEC, L. R.; et al. Description and evaluation of a surface runoff susceptibility mapping method. **Journal of Hydrology, Elsevier**, v. 541, p. 495–509, 2016.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. Ecosystems and human wellbeing. 2005. Washington, DC: World Resources Institute, v. 5. Disponível em: <<http://www.who.int/entely/globalchange/ecosystems/ecosys.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2020.
- MOREIRA, M. A.; BARROS, M.A.; DE FARIA, V. G. C.; ADAMI, M. **Tecnologia de informação**: imagens de satélite para o mapeamento de áreas de café de Minas Gerais. Informe Agropecuário, v. 28, n. 241, p. 27-37, 2007. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/laf/cafesat/artigos/TecnologialInformacaoCafeMG.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2020.
- RABELO, D. R.; ARAÚJO, J. C. Estimativa e Mapeamento da Erosão Bruta na Bacia Hidrográfica do Rio Seridó, Brasil. In: **Rev. Bras. Geomorfol.** (Online), São Paulo, v.20, n.2, p.361-372, 2019.

SIMON, A. L. H.; TRENTIN, G. Elaboração de cenários recentes de uso da terra utilizando imagens do Google Earth. Ar@cne. **Rev. Electrónica de recursos en Internet sobre Geografía y Ciencias Sociales**, n. 116, 2009. Disponível em: <<http://www.ub.edu/geocrit/aracne/aracne-116.htm>>. Acesso em: 18 fev. 2018.

VIEIRA, A.F.G. Voçorocas e outras feições. In: ALBUQUERQUE, A. R. C. (org.) **Contribuições Teórico-metodológicas da Geografia Física**. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2010. p.41-65.