

**Uso do solo e seus impactos no meio ambiente: estudo de caso em área rural no município de Botucatu-SP, Brasil**

**Ronaldo Alberto Pollo**

Doutor em Agronomia (Energia na Agricultura), FCA/UNESP, Botucatu-SP, Brasil  
ra.pollo@unesp.br

## RESUMO

O avanço da utilização dos recursos naturais pelo homem em busca de uma maior produção de alimentos, tem acarretado consequências no meio ambiente com esgotamento de áreas agricultáveis, assoreamento de rios, represas e o desaparecimento de nascentes de água, levando a crise de abastecimento e escassez de água em centros urbanos com mudanças climáticas em muitas regiões. Com o avanço dos produtos de sensoriamento remoto, pode-se estudar o meio ambiente de maneira mais eficaz, monitorando áreas estratégicas, delineando medidas para mitigação de impactos e melhor forma de gestão de áreas. Com o auxílio de imagens orbitais de alta resolução espacial, foram analisados os ambientes no ano de 2010 e 2016, cultivados com a cultura da cana-de-açúcar no município de Botucatu, interior do Estado de São Paulo-SP, Brasil, onde, constatou-se no primeiro momento, em 2010, um ambiente protegido ao longo dos recursos hídricos, com áreas próximas sendo cultivado com a cultura da cana-de-açúcar e na imagem posterior, de 2016, observou-se um ambiente perturbado com processos erosivos de grandes dimensões, do tipo laminar, evoluindo para grandes formações de erosões tipo voçorocas com grande movimento de massas, que acarretaram perda de área agricultável e carregamento de material erodido contendo insumos utilizados na agricultura para os corpos de água, causando o assoreamento e a diminuição de seu fluxo, alterando o habitat aquático da região e podendo causar o aumento de ocorrências de enchentes e alagamentos em centros urbanos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Imagens orbitais. Erosão. Recursos hídricos.

## INTRODUÇÃO

A forma de utilização da terra visando apenas a produção agrícola, tem desencadeado processos irreversíveis nos ambientes naturais como solo e água, que necessitam de mudanças urgentes na gestão destes recursos.

Muitas causas de escassez de água e enchentes em centros urbanos e a constatação do aquecimento global, apontados como situações de processos naturais, na realidade, refletem pequenas e grandes ações realizadas pelo avanço nos processos que envolvem a produção de alimentos no campo, sob as mais variadas técnicas e formas de utilização do uso do solo.

A disponibilidade hídrica com boa qualidade é um fator muito importante para as futuras gerações e devem, além do respeito à legislação brasileira vigente sobre os ambientes aquáticos, utilizar-se de mecanismos para uma boa prática de gestão, delineando políticas para um desenvolvimento sustentável visando garantir o não esgotamento deste recurso.

Além das atividades que contribuem para as emissões de CO<sub>2</sub> como desmatamentos e mudanças nas formas de utilização do solo, seus efeitos são acarretados pela má gestão no trabalho de campo, diante das formas de produção agrícola, mediante práticas insuficientes de conservação do solo e água e seus efeitos atingem amplamente, além da paisagem e habitats locais, diversas regiões da terra, ocasionando mudanças com alteração nos ciclos naturais do planeta.

O uso das tecnologias inovadoras e o conhecimento das fragilidades dos ambientes naturais e seu poder de depuração diante das ocorrências negativas causadas pelo homem, devem ser utilizadas na construção de um trabalho com transferência de conhecimento para uma integração agroambiental com sustentabilidade.

A utilização de imagens de satélite de alta resolução espacial direcionadas ao estudo dos ambientes terrestres e mais precisamente, dos elementos da cobertura e uso do corpo exterior do solo, em seus intervalos de tempo, refletem o registro da realidade passada e presente, possibilitando estudos temporais e avaliação destes ambientes.

Moreira et al. (2007), afirmam que o Google Earth disponibiliza imagens digitais que possibilitam uma visão sinóptica da área estudada, sendo muito importantes nos estudos e observações das mudanças ocorridas na área ambiental.

Araújo (2017), utilizando imagens de satélite de alta resolução espacial, recomenda a realização de estudos em que se integrem imagens antigas e atuais para avaliar as mudanças espaciais, territoriais e paisagísticas de regiões.

Simon e Trentin (2009), afirmaram que as imagens do Google Earth mostraram se adequadas e de grande potencial na elaboração de séries temporais de uso da terra.

O presente estudo objetivou a análise da paisagem em duas imagens de alta resolução espacial do *Google Earth Pró*, de área agricultável e sua influência nos recursos hídricos de um afluente do rio Lavapés, no município de Botucatu-SP, Brasil, mostrando como se encontrava este ambiente no ano de 2010 e no ano de 2016, após ocorrências de problemas ambientais.

Constatou-se o rompimento sequencial das curvas de nível em área agrícola e consequentemente o surgimento de erosões tipo laminar e voçoroca com grandes movimentos de massas que foram carregados e depositados ao longo dos cursos d'água.

## OBJETIVOS

O presente estudo objetivou a análise da paisagem em duas imagens de alta resolução espacial do *Google Earth Pró*, de área agricultável e sua influência nos recursos hídricos de um afluente do rio Lavapés, no município de Botucatu-SP, Brasil, mostrando como se encontrava este ambiente no ano de 2010 e no ano de 2016, após ocorrências de problemas ambientais.

## METODOLOGIA

A área analisada sobre ocorrência de problemas ambientais, está contida em área rural no município de Botucatu, Estado de São Paulo, Brasil, nas coordenadas geográficas 48°26'50" de longitude Oeste do meridiano de Greenwich e 22°45'37" de latitude Sul.

Foi utilizada a carta planialtimétrica digital do IBGE com equidistância de 20 metros, folha: SF-22-R-IV-3 - Botucatu-SP, para o cálculo das coordenadas de localização e análise da hidrografia local, (IBGE, 1973).

Foram utilizadas 2 imagens de satélite de alta resolução espacial nas datas de 25/07/2010 e 17/06/2016 do banco de imagens do Google Earth Pro (2017), analisadas e interpretadas visualmente, em área sob produção agrícola com a cultura da cana-de-açúcar e o córrego sob impacto ambiental, sendo um afluente do rio Lavapés.

No programa *Google Earth Pró*, em comparação com a imagem de 2010, foram observadas ocorrências de grandes erosões do tipo laminar e voçoroca para o ano de 2016, onde através do comando "adicionar polígono", em estilo circunscrito, foram digitalizadas em seus limites e posteriormente calculadas as medidas de área em hectares das erosões contidas na área em estudo. Já para a profundidade da voçoroca, foi utilizado o comando "mostrar régua", onde mediu-se o limite da sombra na superfície do solo até o fundo da voçoroca e também, este mesmo processo foi utilizado para medição da extensão da voçoroca.

Com base na média entre as profundidades (alturas), larguras e tendo-se o comprimento da voçoroca, calculou-se o volume médio de material erodido (terra + insumos agrícolas) que foram carreados para o interior do rio.

## RESULTADOS

Na Figura 1, podemos observar na imagem de satélite no ano de 2010, área com cana-de-açúcar que está subdividida em talhões entre estradas e vegetação natural como proteção no entorno do rio principal e seu afluente.

Figura 1: Área rural com cultivo de cana-de-açúcar e vegetação natural ao longo dos cursos d'água, em 2010



Fonte: GOOGLE EARTH PRÓ, 2017.

A imagem do ano de 2016, Figura 2, podemos analisar, após a colheita da cana-de-açúcar, o rompimento das curvas de nível ocasionada pelas chuvas, onde observa-se o surgimento de grande erosão tipo voçoroca, com ocorrência de grande movimento de massa que foi transportado e depositado ao longo dos recursos hídricos.

Figura 2: Rompimento das curvas de nível, sugimento da voçoroca e deposição do material erodido nos cursos d'água, em 2016



Fonte: GOOGLE EARTH PRÓ, 2017.

As alterações na área agricultável, nas áreas com vegetação natural e corpos d'água são visíveis perante o deslocamento de material erodido carreado, alterando toda vegetação ciliar e o sistema de drenagem natural do rio, depositando muitos sedimentos e fertilizantes químicos utilizados na lavoura, causando a eutrofização com conseqüente contaminação e alteração na qualidade dessas águas, podendo causar a redução da biodiversidade aquática, conflito de escassez de água em áreas urbanas e em outras regiões, e em muitos casos, o seu desaparecimento.

Lagadec et al. (2016), relatam que a transferência de poluentes causados com a perda de solo são impactos que os processos hidrológicos impõem ao ambiente.

Visualiza-se práticas de proteção do solo do tipo terraços em toda área agrícola afetada, no entanto, parecem ser deficientes, inadequadas ou mal calculadas, pois, aceleraram os processos erosivos, onde deveriam ter o propósito de aumentar a infiltração da água no solo para diminuir a velocidade de escoamento ou direcioná-las para caixas de contenção de água afim de evitar cenários de degradação dos ambientes naturais e um melhor aproveitamento dos recursos hídricos.

Foram obtidas no ambiente perturbado, uma área de 2 hectares de erosão laminar, seguida de 1,16 hectares para a voçoroca com uma extensão de 662 metros, com uma profundidade média de 11 metros e um volume médio de movimento de massa transportado para os recursos hídricos da ordem de 127.435 metros cúbicos que foram depositados ao longo de seus cursos d'água.

A erosão do solo é um problema considerado de nível global e representa um grande problema também no Brasil (RABELO; ARAÚJO, 2019).

Na Figura 3 podemos observar em imagem aproximada de 2016 o tamanho de um maquinário agrícola em "A", em comparação ao tamanho da voçoroca em "B", onde visualiza-

se a grande perturbação com grande perda de solo em área agricultável, que demandará grande esforço no refazimento desta área para o retorno de área produtiva analisada no ano de 2010.

Figura 3: Maquinário agrícola em “A”, em comparação ao tamanho da erosão tipo voçoroca em “B”



Fonte: GOOGLE EARTH PRÓ, 2017.

Vieira, (2010) afirma que a degradação do solo por meio da erosão tipo voçoroca que apresenta queda em blocos das camadas do solo, tem causado inúmeros transtornos às populações localizadas tanto em áreas rurais como urbanas nas últimas décadas. Desta maneira, Araújo et al. (2019), descreve a erosão como um fenômeno frequente, podendo ser causado por complexas interações entre diversos fatores naturais e antrópicos, que podem provocar a intensificação do processo erosivo.

Na Figura 4, podemos observar o depósito do material erodido da voçoroca ao longo do afluente e do rio Lavapés.

Figura 4: Assoreamento do afluente e do rio Lavapés em área rural no município de Botucatu-SP



Fonte: GOOGLE EARTH PRÓ, 2017.

Carvalho et al. (2020), afirmam que faz-se necessário analisar os atributos do meio físico em conjunto com as atividades antropogênicas em relação as suas práticas de manejo de utilização do uso e cobertura do solo.

A degradação ambiental ocasiona a perda das funções ecossistêmicas e consequentemente a incapacidade da manutenção dos serviços ecossistêmicos, afetando negativamente os modos de vida e a segurança alimentar de bilhões de pessoas no mundo (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005).

A década de 2021-2030 foi declarada pela Organização das Nações Unidas (ONU), como a Década da Restauração de Ecossistemas, garantindo a soberania alimentar, o suprimento de água e a conservação da biodiversidade, de modo a fomentar a restauração em diversos biomas, auxiliando na luta contra as mudanças climáticas (FAO, 2019).

Para um planejamento mais eficaz na gestão destas áreas, dentro das práticas de conservação do solo, recomenda-se estudos técnicos para locação de curvas em nível, devendo ser observadas rigorosamente o dimensionamento conforme a declividade do terreno, tipo de solo, espaçamento vertical, horizontal e construção de bacias de contenção de água ao longo de estradas rurais, visando reduzir o escoamento superficial, melhorando desta forma a infiltração de água no solo e reduzindo a ocorrência de processos erosivos.

O uso das tecnologias inovadoras e o conhecimento das fragilidades dos ambientes naturais e seu poder de depuração diante das ocorrências negativas, devem ser utilizadas na construção de um trabalho com transferência de conhecimento para uma integração agroambiental com sustentabilidade, promovendo benefícios mais duradouros a sociedade, respeitando os ambientes naturais dos danos causados em sua maior parte, pela ação antrópica.

## CONCLUSÕES

Foram registrados com base nas imagens orbitais temporais com alta resolução espacial, inconformidades ambientais causados pelo rompimento em série das curvas de nível em área agricultável, com o surgimento de erosão tipo laminar e voçoroca, com concentração do fluxo da água e carreamento de grande volume de material erodido para o leito dos cursos d'água do rio Lavapés.

Foi possível compreender e visualizar as mudanças ocorridas e o impacto ambiental da erosão com a perda de solo em área de plantio e o impacto sobre os recursos hídricos, causado pelo assoreamento, com diminuição de seu fluxo e possível contaminação, alterando desta forma, o habitat aquático da região e podendo causar o aumento de ocorrências de enchentes e alagamentos em centros urbanos.

## REFERÊNCIAS 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%3%87%3%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](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/](http://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](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/TecnologiaInformacaoCafeMG.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.