

Mapeamento da dinâmica sedimentar de um trecho médio da planície aluvial do rio Araguaia

Ana Karolyna Nunes Amaral¹
Maximiliano Bayer²

¹ Universidade Federal de Goiás – UFG
Instituto de Estudos Socioambientais – IESA
Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física - LABOGEF
Caixa Postal 131 – 74001-970 – Goiânia – GO, Brasil
ana.nunes.ufg@gmail.com

² Universidade Federal de Goiás – UFG
Instituto de Estudos Socioambientais – IESA
Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física - LABOGEF
Caixa Postal 131 – 74001-970 – Goiânia – GO, Brasil
maxibayer@yahoo.com.ar

Abstract. Since the 1970s, as advanced agricultural frontier in the center of Brazil, there have been significant changes in land use in some regions, because of inappropriate agricultural practices. Due to these changes, the presence of erosive processes that resulted in a great loss of soils, which are transported downstream, thus causing impacts of sedimentation in the fluvial channels. The Araguaia river is one of the rivers that suffer from this process, having an average daily transport of suspended sediments of 2, 622,274 tons, in the years studied from 2002 to 2016. These changes also generated a greater dynamics of sedimentation by the sandbanks now they are depositing, another is eroding. Using high resolution (Google Earth), it was possible to map the dynamics of these sandbars in 6 distinct years and thus identify that they varied from 247.56 km² to 2057.15 km² in the same stretch. Understanding this sedimentary dynamics in water courses is of great importance, since it has determined the feasibility of installing water projects, such as dams, waterways, hydroelectric plants like others. The use of satellite images can be seen as a great tool in the management and monitoring of environments which has of great environmental importance for living things.

Palavras-chave: imagens de alta resolução, dinâmica sedimentar, análise de séries temporais, dados hidrológicos, high resolution images, sedimentary dynamics, time series analysis, hydrological data

1. Introdução

O sistema fluvial do rio Araguaia, no seu trecho médio, desenvolve uma planície aluvial que representa uma das maiores áreas de armazenagem de sedimentos do Cerrado, funcionando como tal durante os últimos milhares de anos. Esta complexa área agradacional está conformada por um conjunto de morfologias fluviais remanescentes que refletem importantes mudanças nas condições passadas, e um importante volume de materiais “atuais” predominantemente arenosos que estabelecidos às margens do canal, conformam uma espécie de faixa estreita em permanente evolução (BAYER, 2010).

Esta unidade de recente conformação atua como a maior receptora e distribuidora da carga sedimentar transportada pelo rio Araguaia, registrando as maiores e mais importantes mudanças morfológicas reconhecidas nas últimas décadas produzidas em resposta ao tremendo desmatamento/mudanças no uso da terra que tem sofrido a bacia.

A quantidade de sedimentos em deposição ou a suspensão em uma bacia hidrográfica possui total correlação com as características naturais do local como: chuvas, tipos de solos, topografia, densidade de drenagem, cobertura vegetal e área de drenagem; como também das

interferências antrópicas, como o uso e a ocupação dos solos, o uso da água e as alterações no curso d'água e outras, (LIMA, 2003).

As mudanças no uso do solo na bacia do rio Araguaia a partir da década de 70 por conta dos avanços da fronteira agrícola alteraram o volume das cargas de sedimentos transportados pelo sistema fluvial, onde repercutiu em diversas mudanças na referida, como o assoreamento de canais fluviais advindos de processos erosivos e como na dinâmica morfológica do rio. O aumento da quantidade de sedimentos trazidos conduz o sistema a uma morfodinâmica caracterizada pelo armazenamento de sedimentos no canal e na planície de inundação.

Segundo Bayer (2010 pg.12), essa mudança do uso do solo se reflete direta ou indiretamente nas mudanças determinadas de variados aspectos da morfologia do canal e nos parâmetros hidrosedimentológicos como o transporte/carga de sedimentos. No caso do rio Araguaia, o aumento da quantidade de sedimentos aportados ao canal principal, conduz o sistema a uma evolução morfológica caracterizada pelo armazenamento de importantes volumes de sedimentos no canal e na planície aluvial (BAYER, 2010).

Nesse contexto pode-se destacar que o suprimento de sedimentos é um fator primário na evolução do canal do rio Araguaia. A morfologia do canal e seu grau de estabilidade lateral dependem das propriedades dos sedimentos transportados, tanto em termos de sua composição (textura, volume) como na arquitetura dos depósitos sedimentares, permitindo a formação de depósitos com graus de coesão diferenciados, originando margens que podem ser mais ou menos estáveis.

Diversos estudos foram desenvolvidos com a finalidade de caracterizar a dinâmica sedimentar do rio Araguaia (BAYER, 2002; LATRUBESSE & STEVAUX, 2002; LATRUBESSE et al., 2009; BAYER, 2010; BAYER e ZANCOPE, 2014; ZANCOPE et al, 2015, ALMEIDA E BAYER, 2015), onde puderam determinar a partir da análise de diversos parâmetros morfométricos e elementos geomorfológicos da planície (número de ilhas, tipo de barras, índices, sinuosidade, largura/profundidade, número de canais secundários, entre outros) tendências claras na resposta geomorfológica do sistema fluvial diante as mudanças nas variáveis do sistema. Concluindo-se que o “canal-planície de inundação” está em uma fase ativa de sedimentação.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o uso de imagens de imagens de alta resolução gratuitas, a exemplo da plataforma do *Google Earth*, tem se destacado nos trabalhos relacionados ao monitoramento ambiental, isso por sua facilidade de acesso e possibilidade de grande discriminação de alvos, evitando assim dúvidas quanto a interpretação dos dados analisados (IBGE, 2013).

O objetivo deste trabalho foi, portanto, o mapeamento das formas de acumulação sedimentar em um trecho médio do rio no período de 2002 a 2016, a partir de imagens gratuitas e de alta resolução (*Google Earth*). Foi mensurado também a interação com os dados de vazão e transporte de sedimentos, para assim obter uma visão mais integrada do sistema fluvial. Sendo então que a representação dessas mudanças constitui uma importante ferramenta na avaliação da potencialidade de uso e gestão desse recurso hídrico.

1.1 Área de Estudo

O rio Araguaia faz parte de uma das mais importantes bacias hidrográficas do Brasil, nascendo nas áreas elevadas do Planalto Central no município de Mineiros (GO), e desaguando no extremo norte do Tocantins, possui uma extensão média de 2.110 km, fazendo divisa com os Estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. As principais atividades desenvolvidas neste é o transporte fluvial, pesca e turismo camping.

O canal é caracterizado como *anabranching* devido a sua baixa sinuosidade com tendência de entrelaçamento, sendo estes caracterizado pela alta quantidade de carga de fundo (BAYER, 2010 *apud* LATRUBESSE, 2009). Possui aproximadamente uma vazão de 6.420 m³/s, apresentando padrões de instabilidade na planície lateral devido a constante evolução morfológica. Este padrão *anabranching* devido a presença de ilhas cobertas por vegetação que agem como “separadores” entre o canal principal de primeira ordem e braços secundários de outras hierarquias (Figura 1)

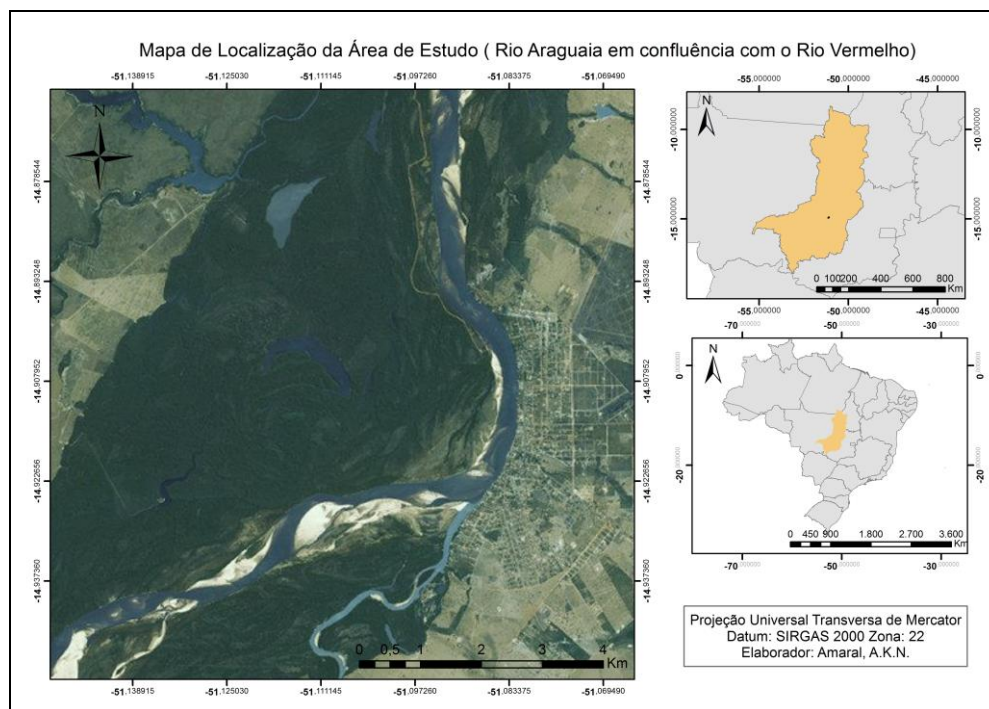


Figura 1. Localização da área de estudo: Trecho do médio rio Araguaia.

Para a realização deste estudo decidiu-se focar um trecho menor do médio Araguaia, onde poderíamos ter uma visão mais detalhada dos processos sedimentares atuantes e assim entender como esses se comportam.

2. Metodologia de Trabalho

A metodologia deste trabalho constou em mapear as formas de acumulação de um trecho médio do Rio Araguaia e também a análise de dados hidrológicos disponibilizados. A base de dados para o mapeamento foram as imagens disponibilizados pelo *Google Earth* onde através da ferramenta de imagens temporais foi possível determinar o período da pesquisa que foi de 2002 a 2016. A escala do mapeamento foi de 1:2000, onde nesta obteve-se uma visão satisfatória em todos os anos estudados. Dentro deste período houve uma lacuna entre 2005 a 2010, não existindo imagens durante esse período. As imagens foram processadas no software *ArcGis 10.2*, onde através deste foi possível analisar e produzir os mapas contidos neste.

Primeiramente buscou-se identificar as feições sedimentares encontradas na planície aluvial, e logo depois a digitalização destas na própria plataforma do *Google Earth*. Depois de feito isto para todos os anos, estes foram exportados para o software SIG, através da ferramenta *KML to Layer*, onde depois foram projetadas e georeferenciadas.

Os dados de vazão, sedimentos em suspensão e de velocidade média do rio, foram adquiridos por meio da plataforma *HidroWeb* disponibilizados pela Agência Nacional das Águas (ANA). Através deste foi possível identificar com o sistema fluvial se comportava no

período que escolhemos para analisar as imagens. Esses dados foram processados no software *Excel*, onde foi possível manipular e gerar tabelas para uma melhor interpretação dos dados.

3. Resultados e Discussão

3.1 Análise dos dados Fluviométricos do rio Araguaia

Durante a análise do comportamento morfométrico ao longo do trecho estudado, foi possível identificar comportamentos diferenciados nas formas deposicionais atuantes, sendo que no período de 14 anos as imagens analisadas apresentaram mudanças significativas nas planícies de bancos acrescidos. Estas também foram influências também pelo período de captura da imagem, sendo em épocas de seca os bancos se encontram mais evidentes (abril a setembro) e nos períodos de chuva menos perceptíveis (outubro a março).

Com o auxílio do software SIG, foi possível determinar a área km² dos bancos de areia mapeados, mostrando que o período onde houve uma maior representação destes, foi o período onde a vazão esteve menor (Tabela 1). Outra correlação encontrada foi pela velocidade do canal fluvial, pois onde está esteve maior os bancos de areia se apresentaram menor. Com essas informações foi possível inferir que, períodos onde apresentou menos sedimentos consolidados o canal fluvial, estes se mantinham livre no fluxo hídrico, e possuindo assim uma maior velocidade.

Tabela 1. Dados morfométricos e fluviométricos da bacia do rio Araguaia.

Data da imagem	Bancos de Areia (km²)	Vazões (m³/s) média anual	Velocidade Média	Css (Mg/l)
04/06/2002	1394,8	1123,87	0,648	180,9
05/07/2005	1529,85	1055,93	0,534	60,91*
24/09/2010	959,34	1120,58	0,81	64,27*
05/09/2012	2057,15	960,48*	0,455*	50,8*
18/07/2013	1139,98	---	0,567	32,2
02/04/2016	247,56	---	---	---

*Dados foram obtidos da estação Luís Alves. Css = Concentração de sólidos em suspensão.
Fonte: HidroWeb (ANA).

Os dados fluviométricos obtidos foram da estação fluviométrica de Aruanã (GO), mas devido as faltas de informações em alguns períodos, decidiu-se utilizar também dados da estação de Luís Alves. O período das imagens disponibilizadas foi predominante da estação seca. Os dados de 2016 por serem mais recentes ainda não se encontraram disponibilizados.

A grande quantidade de areia depositada nas planícies do canal, são gerados a partir de mecanismos de decantação de material de pequenas espessuras (silte-argilas), como de restos orgânicos em decomposição. Estes depósitos favorecem a ocorrência da vegetação “pioneira” que é formada pela associação de gramíneas baixas e algumas espécies arbustivas (BAYER, 2008).

3.2 Cálculo de transporte de carga em suspensão

Com base nos dados mencionados decidiu-se fazer o cálculo de carga transportadas em suspensão para a Estação Fluviométrica Aruanã em conjunto com a estação Luís Alves. No período de estudo, os valores de transporte diário oscilaram entre 1, 097.50 a 8, 100.68 toneladas (Tabela 2).

Para se determinar a quantidade de sedimentos transportados no canal do rio Araguaia, foi escolhida a metodologia de Colby (1957), indicado no livro de Carvalho (2008). Os dados utilizados nesta equação são, a vazão (m³/s) e a concentração de sedimentos suspensos (mg/l) por litro, nesta há também a presença de uma constante onde se refere ao tempo (no caso um dia), (Equação 1).

$$Q_{ss} = 0,0864 * Q \times C = (\text{ton/dia}) \quad (1)$$

Q_{ss}= Descarga em suspensão do segmento

Q = descarga líquida em m³/s (vazão);

C = concentração de sedimentos em mg/l;

0,0864 = segundos totais em 24 horas por tonelada

Tabela 2. Estimativa do Transporte de sedimentos em suspensão (média mensal).

Ano	Vazão (m ³ /s) do mês da imagem	Transporte médio (ton/dia)
2002	518,35	8,100.68
2005	426,78	2,245.98
2010	300,32	1,667.21
2012	264,40	1.160.48
2013	394,49	1.097.50
2016	---	---

3.3 A dinâmica sedimentar do Rio Araguaia

Os mapas temáticos foram produzidos com intuito demonstrar a dinâmica sedimentar de um trecho médio do rio Araguaia, foram feitos através de 6 imagens – sendo as quais estavam disponíveis na plataforma do *Google Earth*, sendo que no período de 2005 a 2010 houve uma deficiência de imagens, onde não se foi possível demonstrar como essa se comportou. Através das informações anteriores e das imagens da Figura 2 e 3, podemos analisar de forma mais ilustrativa a dinâmica destes. Vale destacar que todas essas imagens foram mapeadas no período de seca, sendo então estes propícios ao aparecimento dos bancos de areia.

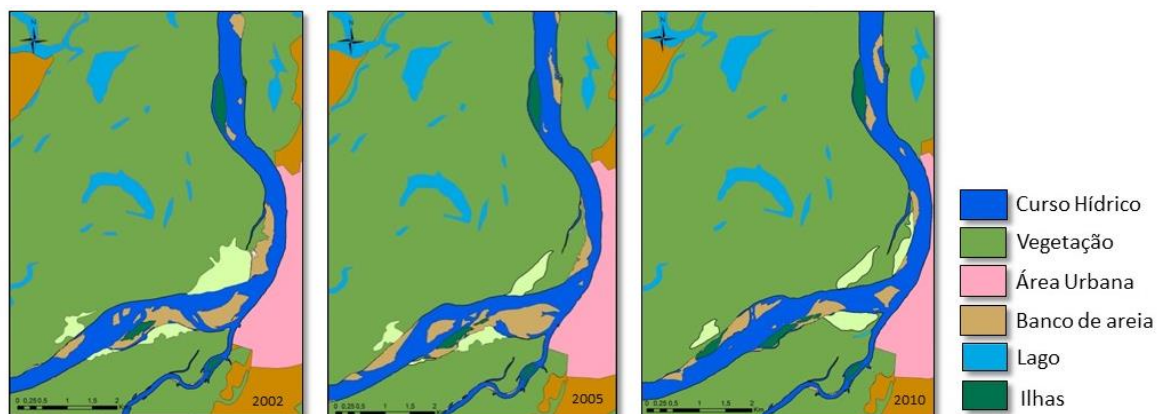


Figura 2. Dinâmica sedimentar dos bancos de areia de 2002 a 2010.

Observando as imagens da figura 2, podemos identificar que em um período curto os bancos de areia se movimentaram significativamente, tendo um destaque no ano de 2005 onde apresentou uma área de 1529,85 km², com uma vazão de 1055,93 m³/s, sendo que este se mostrou propício ao aparecimento dos bancos de areia. O transporte médio de sedimentos suspensos não se apresentou alto em comparação com os demais (2, 245.98 ton/dia), pelo fato destes sedimentos não estarem aglomerados em alguns lugares específicos, mas se apresentam dissolvidos na água, influenciando assim na sua turbidez. Já em 2002 este se apresentou bastante elevado, onde foi possível observar a correlação com a vazão, sendo que neste ano foi a mais alta.

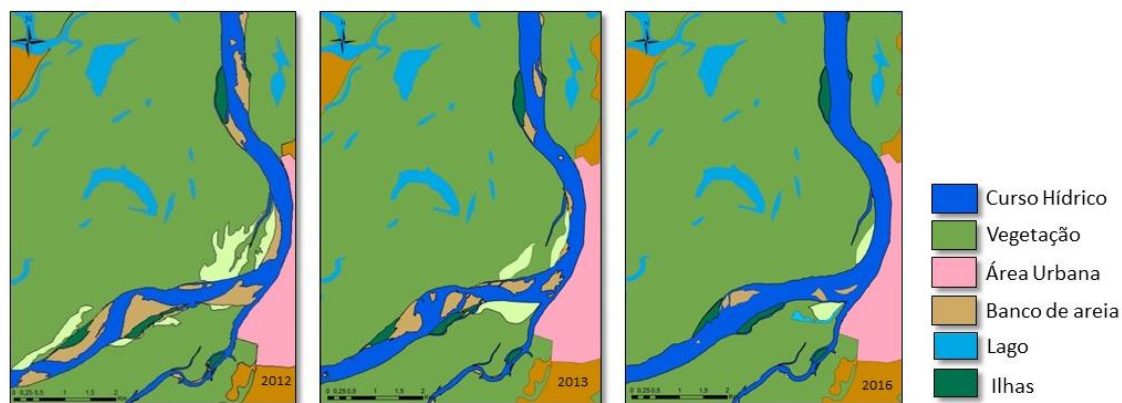


Figura 3. Dinâmica sedimentar dos bancos de areia de 2012 a 2016.

Na figura 3, são apresentadas as imagens dos anos de 2012 a 2016, neste se pode dar destaque na imagem do ano de 2016, isto pelo fato desta ter a menor área de depósitos de areia (247,56 km²), e apesar desta não possuir informações referentes a sua hidrologia, pode-se aferir alguns dados pela imagem e pela data desta, sendo que esta é de abril, nos fornece a informação que está se encontra no final de estação chuvosa e no início da seca, sendo então que provavelmente este se encontra com o nível hidrológico alto, não favorecendo assim a formação de bancos de areia.

O ano de 2012 apresentou-se com uma grande quantidade de depósitos sedimentares e com uma baixa vazão, e em 2013 este se manteve ao contrário com baixa incidência de bancos de areia mais com uma vazão elevada.

4. Conclusões

O uso de imagens de alta resolução neste trabalho foi bastante importante, onde através deste foi possível determinar que o sistema fluvial do rio Araguaia é caracterizado por apresentar grandes mudanças sedimentares a um período curto de tempo, tendo essa influência na estabilidade da planície fluvial. Com base neste e em outros estudos sobre a mesma área podemos afirmar que as mudanças no ambiente fluvial do rio Araguaia são consequências de mudanças antrópicas que ocorreram muito rápido nos últimos anos.

A perda de qualidade deste curso hídrico, por meio do assoreamento dos seus canais, contaminação e outros, pode acarretar em diversos impactos, como a perda de biodiversidade, o impedimento do transporte fluvial e nas atividades de turismo. Sendo assim de grande relevância que sejam adotadas medidas que visem amenizar e controlar a velocidade destes processos, que em primeira vista podem parecer naturais, mas que tem influências de atividades que estão sendo desenvolvidas a montantes do curso hídrico.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao Prof. Dr. Maximiliano Bayer em conjunto com o Laboratório de Geomorfologia, Geografia Física e Pedologia (LABOGEF) pelas orientações e ensinamentos sendo estes essenciais para o desenvolvimento do trabalho. E também pelo CNPq pela oportunidade de participar do programa de iniciação científica e pela bolsa que foi cedida durante esse período.

Referências Bibliográficas

- Bayer Maximiliano. **Diagnóstico dos processos de erosão/assoreamento na planície aluvial do rio Araguaia: entre Barra do Garças e Cocalinho.**Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2002.
- Bayer Maximiliano. **Dinâmica do Transporte, composição e estratigrafia dos sedimentos da planície aluvial do rio Araguaia.** Tese de Doutorado. CIAMB. Universidade Federal de Goiás. 2010.
- Bayer M.; Zancopé M. **Ambientes sedimentares da Planície aluvial do Rio Araguaia.** *Revista Brasileira de Geomorfologia*. Vol 15 .P. 203-220. 2014.
- Carvalho, Newton de O. **Hidrossedimentologia prática:** Interciência. 2a ed., rev., atual. e ampliada. Rio de Janeiro, 2008.
- Colby, Bruce R. **Relationship of unmeasured sediment discharge to mean velocity.** *Eos, Transactions American Geophysical Union*, v. 38, n. 5, p. 708-717, 1957.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnicos da vegetação brasileira.** 2ed. Rio de Janeiro: 2013
- Latrubesse E.M; Stevaux J.C. **Geomorphology and environmental aspects of the Araguaia fluvial basin, Brazil.** *Z.Georph.N.F. Berlin, Suppl.-Bd.129, p.109-127 (2002).*
- Latrubesse, E.M., Amsler, M.L., de Moraes, R.P., Aquino, S.,. **The geomorphologic response of a large pristine alluvial river to tremendous deforestation in the South American tropics: The case of the Araguaia River, Geomorphology (2009).**
- LIMA, Jorge Enoch Furquim Werneck Lima; SILVA, E. M. **Análise da situação dos recursos hídricos do Cerrado com base na importância econômica e socioambiental de suas águas.** Embrapa Cerrados, 2008.



Zancopé M., Gonçalves P.E., Bayer M. . **Potencial de transferência de sedimentos e suscetibilidade á assoreamento na rede hidrográfica do Alto Rio Araguaia.** Boletim. Goiano de Geografia (2015).