

MAPEAMENTO DA DINÂMICA SEDIMENTAR DE UM TRECHO MÉDIO DA PLANÍCIE ALUVIAL DO RIO ARAGUAIA

Ana Karolyna Nunes Amaral*¹; Maximiliano Bayer²; Klebber Teodomiro Formiga³

Resumo – Desde da década de 70 com avanço da fronteira agrícola no interior do Brasil, tem ocorrido significativas mudanças no uso da terra em algumas regiões por conta de práticas agrícola inapropriadas. Devido a essas mudanças, a presença de processos erosivos resulta em uma grande perda de solos, quais são transportados rio abaixo, causando impactos de sedimentação nos canais fluviais. O rio Araguaia é um dos rios que passam por esse processo, tendo uma média de transporte de sedimentos que varia de 1.056.630 a 9, 045.833 toneladas/dia, dos anos em estudo (2002 a 2016). Estas mudanças também têm causado uma grande dinâmica na sedimentação dos bancos de área, que uma vez estão depositando e outra erodindo. Usando imagens de alta resolução (*Google Earth*), foi possível mapear a dinâmica desses bancos de areia, em três distintos anos, onde foi possível identificar uma variação de 247,56 km² a 2057,15 km² no mesmo canal. Entender a dinâmica sedimentar de recursos hídricos é de grande importância, uma vez que estes dados determinam a viabilidade de instalação de algum empreendimento hídrico, tal como barragens, hidroelétricas, hidrovias e outros. O uso de imagens satélite pode ser visto como uma grande ferramenta de monitoramento e gerenciamento de diversos ambientes, inclusive aquáticos.

Palavras-Chave – Dados hidrológicos; Imagens de alta resolução; Dinâmica Sedimentar.

MAPPING OF THE SEDIMENTARY DYNAMICS OF A MEDIUM STRETCH ALLUVIAL PLAIN OF THE ARAGUAIA RIVER

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 1.056.630 a 9,045.833 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 year 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.

Keywords – hydrological data; high resolution images; sedimentary dynamics.

¹ Afiliação: Universidade Federal de Goiás; e-mail: ana.nunes.ufg@gmail.com

² Afiliação: Universidade Federal de Goiás e e-mail: maxbayer@ufg.br

³ Afiliação: Universidade Federal de Goiás e e-mail: klebber.formiga@gmail.com

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 ZANCOPÉ, 2014; ZANCOPÉ 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)

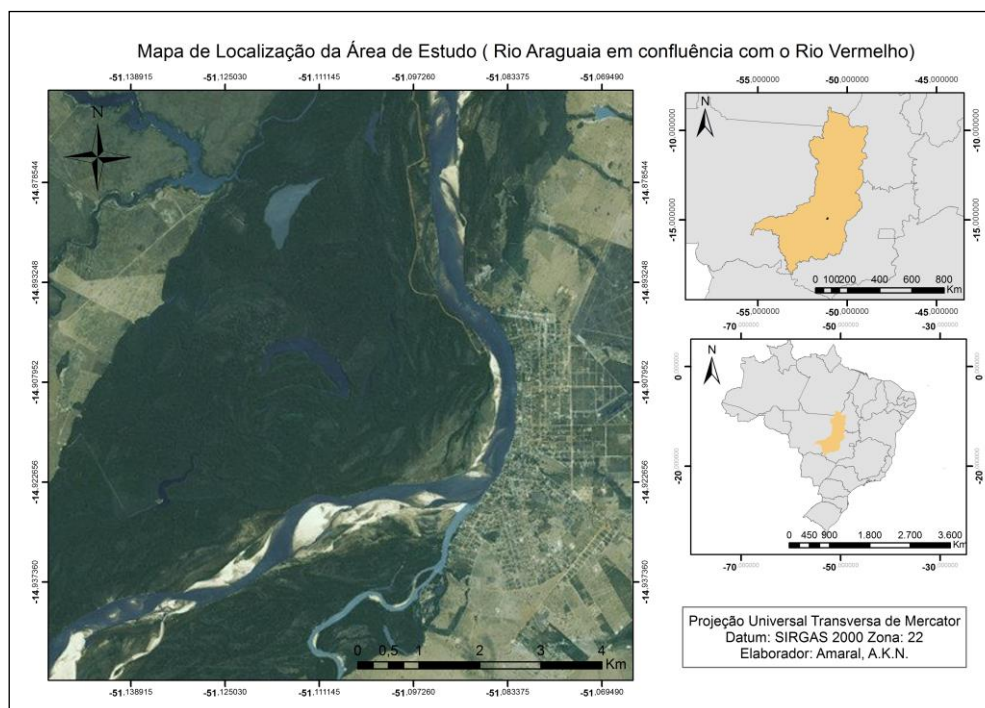


Figura 1 - Localização da área de estudo: Trecho do médio rio Araguaia.

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 influenciadas também pelo período de captura da imagem, sendo em épocas de em seca os bancos se encontram mais evidentes (abril a setembro) e nos períodos de chuva menos perspectiveis (outubro a março).

Com o auxílio do software SIG, foi possível determinar a área km² dos bancos de areia mapeados. Foi-se pensado que haveria uma maior correlação com os dados de área dos bancos de areia mapeados com a as vazões disponibilizadas pela ANA, uma vez que quanto maior os depósitos sedimentares, menor seria a vazão do rio, por conta de este impedir que o fluxo do canal corra mais livremente. Mas isto não foi tão relacionado, principalmente no ano de 2010, onde os bancos de areia e a vazão se apresentavam com valores baixos (tabela 1).

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

Data da imagem	Bancos de Areia (km ²)	Vazões (m ³ /s) do dia
04/06/2002	1394,8	578,757
05/07/2005	1529,85	470,8693
24/09/2010	959,34	258,2752
05/09/2012	2057,15	240,739
18/07/2013	1139,98	461,4102
02/04/2016	247,56	---

*Dados foram obtidos da estação Luís Alves. C_{ss} = Concentração de sólidos em suspensão.

Fonte: *HidroWeb* (ANA).

Os dados fluviométricos obtidos foram da estação fluviométrica de Aruanã -GO (25200000), mas devido as faltas de informações em alguns períodos, decidiu-se utilizar também dados da estação de Luís Alves – Go, sendo a estação mais próxima desta. 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 1.056.630 a 9,045.833 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.

Ano	Q _{ss} - Vazão (m ³ /s)	C _{ss} – Conc. De Sed. Susp. (Mg/l)	Q _{ss} - Transporte médio (ton/dia)
2002	578,757	180,9	9,045.833
2005	470,8693	60,91*	2,478.000
2010	258,2752	64,27*	1,434.183
2012	240,739	50,8*	1.056.630
2013	461,4102	32,2	1,283.680
2016	---	---	---

*Dados foram obtidos da estação Luís Alves

Devido à falta de dados de Concentração de Sedimentos Suspensos (C_{ss}) diários, por conta de diversos fatores, inclusive orçamentários, foi se pensado para a realização do cálculo de transporte de sedimentos, a escolha dos dados que mais se aproximassem da data da imagem e da vazão. Todos os dados utilizados de C_{ss}, estavam no mesmo mês/ano da imagem em estudo.

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.

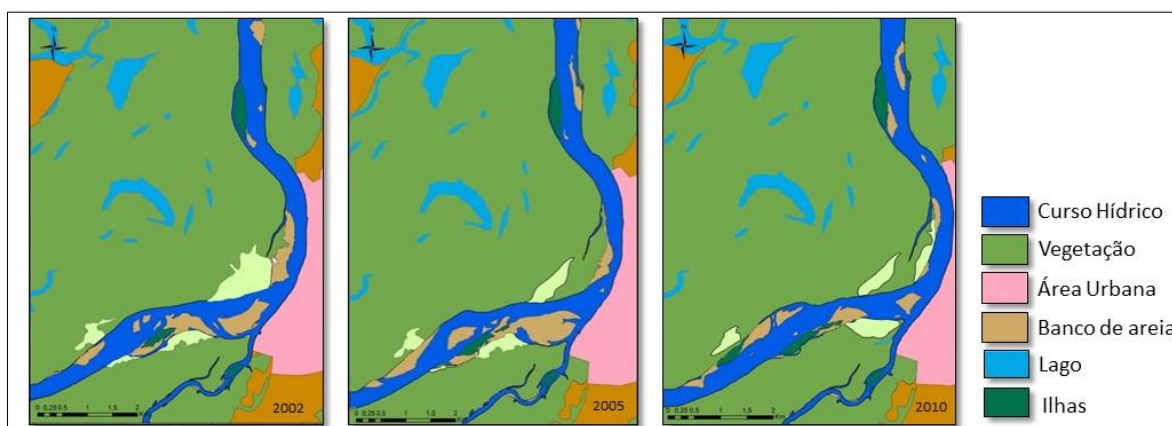


Figura 2 - Dinâmica sedimentar dos bancos de areia de 2002 a 2010.

Observando as imagens da figura 2, podemos identificar que em um período relativamente 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 470,8693 m³/s, sendo que este se mostrou propício ao aparecimento dos bancos de areia. O transporte médio de sedimentos suspensos se apresentou alto em comparação com os demais anos (2, 4780.00 ton/dia), mesmo também tendo uma elevada área de depósitos sedimentares.

Em 2002 foi obtido-se uma maior quantidade de transporte de sedimentos, sendo essa devido principalmente a grande quantidade de C_{ss} transportada naquele período, influenciando assim no alto obtido. Em 2010 mesmo tendo uma C_{ss} relativamente alta, a baixa vazão aferida no dia influenciou no baixo valor de transporte de sedimentos.

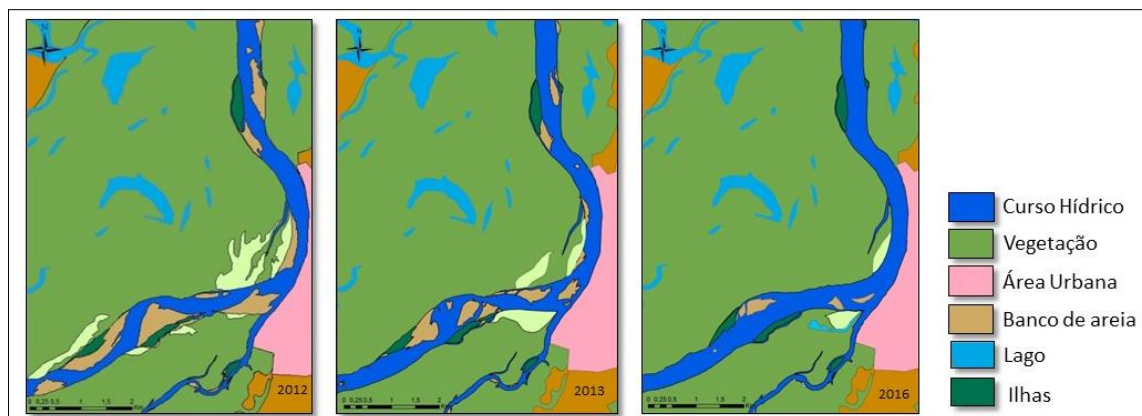


Figura 3 - Dinâmica sedimentar dos bancos de areia de 2012 a 2016.

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, mas 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 pela CNPq pela a oportunidade de participar do programa de iniciação científica e pela bolsa que foi cedida durante esse período.

REFERÊNCIAS

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.Geomorph.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).