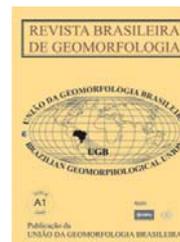




www.ugb.org.br
ISSN 2236-5664

Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 15, n° 2 (2014)



AMBIENTES SEDIMENTARES DA PLANÍCIE ALUVIAL DO RIO ARAGUAIA

SEDIMENTARY ENVIRONMENTS OF THE RIO ARAGUAIA ALLUVIAL PLAIN

Maximiliano Bayer

*Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Sócio-Ambientais
Rua Jacarandá s/n, quadra D, Campus Samambaia, Cx. Postal 131 -Goiania/GO - Cep: 74001-970, Brasil.
E-mail: maxibayer@yahoo.com.ar*

Márcio Henrique de Campos Zancopé

*Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Sócio-Ambientais
Rua Jacarandá s/n, quadra D, Campus Samambaia, Cx. Postal 131 - Goiania/GO - Cep: 74001-970, Brasil.
E-mail: mhzancope@terra.com.br*

Informações sobre o Artigo

Data de Recebimento:
21/03/2013
Data de Aprovação:
16/09/2013

Palavras-chave:

Associação de fácies sedimentar, Reconstrução paleoambiental; Migração fluvial recente.

Keywords:

Reprocessing, morfometry of drainage basin, relief morphology, drainage basin evolution, litho structure.

Resumo

O médio curso do Rio Araguaia se caracteriza por um canal anabranching com tendência ao entrelaçamento, apresentando formas de relevo móveis e instáveis resultantes da carga arenosa excessiva. Este artigo apresenta uma classificação dos ambientes sedimentares e os processos de migração lateral recentes no canal do médio curso do Rio Araguaia. Os resultados foram baseados na interpretação das associações de fácies sedimentares dos depósitos contidos na planície aluvial, analisados a partir de perfis sedimentológicos das margens do canal, amostras de perfurações e testemunhos indeformados da planície. Foram identificados dois subambientes associados a planície aluvial (planície ocasionalmente inundável e pântanos) e cinco subambientes sedimentares associados ao canal principal (canal principal, canais secundários, barras laterais, bancos centrais e ilhas e diques marginais). Também foram reconhecidos os mecanismos erosivos e deposicionais que promovem a migração do canal do médio Araguaia. Os mecanismos deposicionais baseiam-se na estabilização das barras centrais, no crescimento das ilhas e no assoreamento dos canais secundários. Os resultados demonstram a resposta do sistema fluvial e a evolução do canal frente ao aumento da carga transportada.

Abstract

The middle course of the Araguaia River is an anabranching channel with tendency to braided, showing mobile and unstable landforms due to sandy excessive load. This paper presents a classification of sedimentary environments and the recent

lateral migration processes in the channel of the middle course of the Araguaia River. Results were based on the association of sedimentary facies from deposits contained in the alluvial plain, by analysis the sediment profiles from river margin, perforation samples and undeformed records. This paper identified two sedimentary sub-environments associated to floodplain (plain flooded occasionally and swamps) and five sub-environments associated to the main channel (main channel, secondary channels, lateral bars, central bars and islands and levees). It also recognized erosional and depositional processes that promote the channel migration of the middle course of the Araguaia. Depositional processes are based at stabilization of middle channel bars, increase of the size of the islands and sedimentation within the main channel. Results show the response of the fluvial system and evolution of channel of the Araguaia from increase transported load.

1-Introdução

Os materiais depositados nas planícies dos sistemas fluviais registram as mudanças ambientais ocorridas nas últimas décadas, séculos ou milhares de anos. O estudo do registro sedimentar da planície aluvial do rio Araguaia permitiu a compreensão das respostas do sistema fluvial às fortes mudanças acontecidas em sua bacia.

Estudos hidrogeomorfológicos no médio Araguaia desenvolvidos na última década, entre Barra do Garças e o extremo Sul da Ilha do Bananal (LATRUBESSE *et al*, 1999, BAYER, 2002; LATRUBESSE; STEVAUX, 2002; AQUINO; LATRUBESSE, 2006; AQUINO; LATRUBESSE; SOUZA, 2008; MORAIS, 2006; LATRUBESSE *et al*, 2009; BAYER, 2010 e VALENTE; LATRUBESSE, 2012) reconheceram que o Araguaia tem sofrido importantes mudanças na dinâmica sedimentar devido ao incremento de carga de fundo arenosa.

Medidas da estação fluviométrica de Aruanã (Código ANA-25200000) mostraram um aumento de 31% da carga de fundo, passando de 6,6 milhões de toneladas (Mt) por ano em 1960 a 8,8 Mt/ano no final da década de 1990. Tal incremento tem estocado no canal principal do rio Araguaia mais de 230 Mt de sedimentos, num trecho de aproximadamente 570 km para esse período (LATRUBESSE *et al*, 2009). Esse incremento de carga produziu uma série de ajustes morfológicos no sistema fluvial, refletindo na evolução no padrão do canal entre 1968 e 1998 (BAYER, 2002; MORAIS, 2006; LATRUBESSE *et al*, 2009).

Visando caracterizar a resposta geomórfica do sistema canal-planície aluvial diante das referidas mudanças, este estudo procura detalhar a tipologia das formas de acumulação, as características texturais e sua arquitetura sedimentar. Também procura identificar os processos morfogenéticos atuantes na evolução da

planície de inundação e os ambientes deposicionais, reavaliando o balanço de erosão e deposição de sedimentos na planície do médio rio Araguaia.

Cabe lembrar que a planície aluvial do rio Araguaia sustenta um variado e complexo mosaico de subambientes de significância ecológica, além de representar uma das últimas fronteiras ambientais remanescentes, sustentando uma das maiores áreas úmidas (*wetlands*) do bioma Cerrado, caracterizada por uma alta e exuberante biodiversidade.

2- Material e Métodos

2.1- Área de Estudo

O rio Araguaia tem sido dividido em alto, médio e baixo curso a partir das características geomorfológicas e do comportamento hidrológico (LATRUBESSE; STEVAUX, 2002; AQUINO; LATRUBESSE; SOUZA, 2008; BAYER, 2010). O alto curso drena aproximadamente 36.000 km² desde as cabeceiras até Barra do Garças. O médio curso estende-se por 1.160 km, desde Barra do Garças até Conceição do Araguaia, onde se desenvolve uma ampla planície aluvial, a qual abriga o arquivo sedimentar do sistema fluvial do Araguaia. O baixo Araguaia não possui uma planície bem desenvolvida e escoar desde Conceição do Araguaia até a foz no Rio Tocantins, por mais de 150 km.

O conjunto de dados e informações recolhidas neste trabalho detalha as características de um segmento da planície de aproximadamente 350 km de comprimento, localizado no trecho médio curso superior do Araguaia (Figura 1). Nesse trecho, a planície aluvial se apresenta como uma faixa contínua, “encaixada” nos sedimentos areno-conglomeráticos, arenosos e silto-argilosos, parcialmente ferruginizados, Plio-Pleistocênicos da Formação Araguaia (VALENTE; LATRUBESSE, 2012).

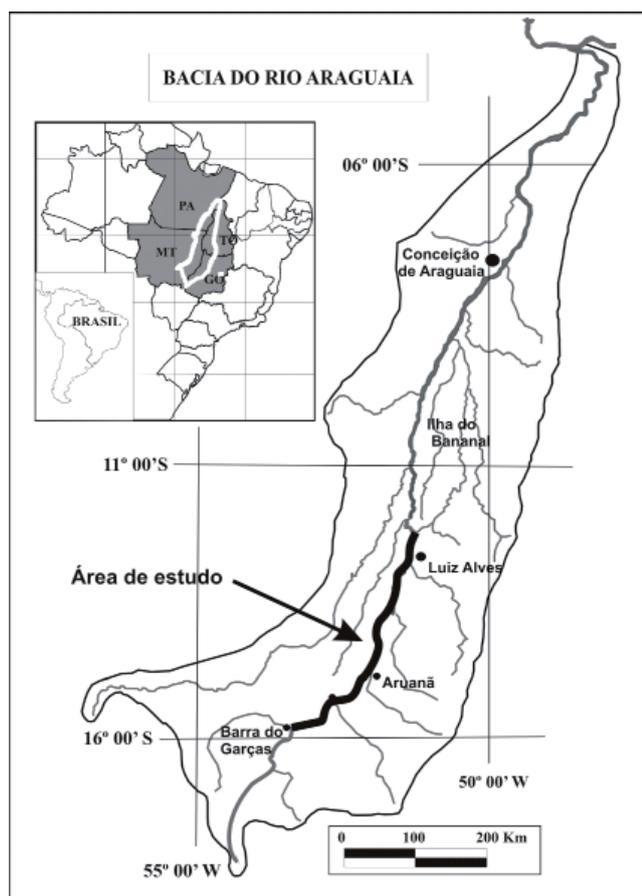


Figura 1 - Localização da área de estudo. Trecho médio curso superior do rio Araguaia e localidades.

Na localidade de Aruanã, o rio Araguaia drena aproximadamente uma área de 50.000 km² e ao confluir com a bacia do rio Vermelho (10.870 km²) alcança uma vazão média anual de 1.173 m³/s (para o período de 1974 – 1998). Na estação fluviométrica Aruanã (ANA-CPRM), foi registrada uma vazão de 8.374 m³/s em 17/02/1980, a maior do período (AQUINO; LATRUBESSE, 2006). Neste trecho, o canal do Araguaia apresenta uma largura média de 400 m, alcançando até 700 m de largura quando apresenta canais secundários. Durante os períodos com cotas próximas a vazão média anual, o rio não supera os 5 m de profundidade, a relação largura/profundidade (*w/d*) varia em torno de 50-80.

O padrão de canal do médio Araguaia tem sido definido como *anabranching* de baixa sinuosidade com tendência ao entrelaçamento (*braided*) (LATRUBESSE *et al*, 2009). O padrão *anabranching* é imposto pela presença de ilhas cobertas por vegetação que atuam como verdadeiros “separadores” entre o canal principal e braços secundários. Embora possam ser cobertas pelas

águas de inundação, as ilhas separam canais que mantêm uma independência ou identidade hidráulica-hidrológica, ainda quando o rio se encontra em estágios hidrológicos acima das margens plenas (*bankfull discharge*).

O rio Araguaia transporta uma proporção relativamente baixa de sedimentos em suspensão (silte e argila) em relação à carga de fundo (AQUINO; LATRUBESSE; BAYER, 2010; BAYER, 2010). Na estação fluviométrica de Aruanã, o rio transporta em média 7,2 Mt/ano de carga em suspensão (*washload*) e 8,5 Mt/ano de carga de fundo (*bedload*) arenosa. A carga de fundo representa 55% da carga transportada e as concentrações da carga suspensa, entre 21,7 mg/l (vazante) e 181,4 mg/l (cheia), limitam a transferência de sedimentos finos para a planície aluvial. Segundo Bayer (2010), a maior transferência de sedimentos para a planície ocorre durante as cheias, momento que combinam as maiores concentrações de sedimentos com os maiores volumes de águas transferidos para a planície aluvial.

2.1.1- A planície aluvial do rio Araguaia

A largura da planície aluvial varia entre 3 e 6 km, suportando um complexo mosaico de morfologias fluviais que representam sucessivos estágios evolutivos do sistema canal-planície de inundação, acontecidos nos últimos milhares de anos. Inclui-se nesse mosaico uma grande quantidade de áreas alagadas, cerca de 5% da área da planície, as quais são dominadas por diversos tipos de lagos com formas variadas, objeto de pesquisas recentes (MORAIS *et al.*, 2005).

Na área de estudo, de acordo com Bayer (2002) e Latrubesse e Stevaux (2002), a planície aluvial subdivide-se em três unidades morfosedimentares, constituídas por sedimentos do Holoceno e do Pleistoceno tardio, denominados: I - planície de escoamento impedido, II - planície de paleomeandros e III - planície de bancos e ilhas acrescidos (Figura 2).

2.2- Procedimentos Metodológicos

Os materiais que compõem os depósitos fluviais da planície aluvial do rio Araguaia foram classificados em grupos, determinados fundamentalmente pelas suas propriedades físicas e o seu arranjo espacial (Quadro 1). Assim, a “Fácies sedimentar” constitui uma unidade básica de análise, definida por sedimentos uniformes, que reflete condições similares de deposição ou o

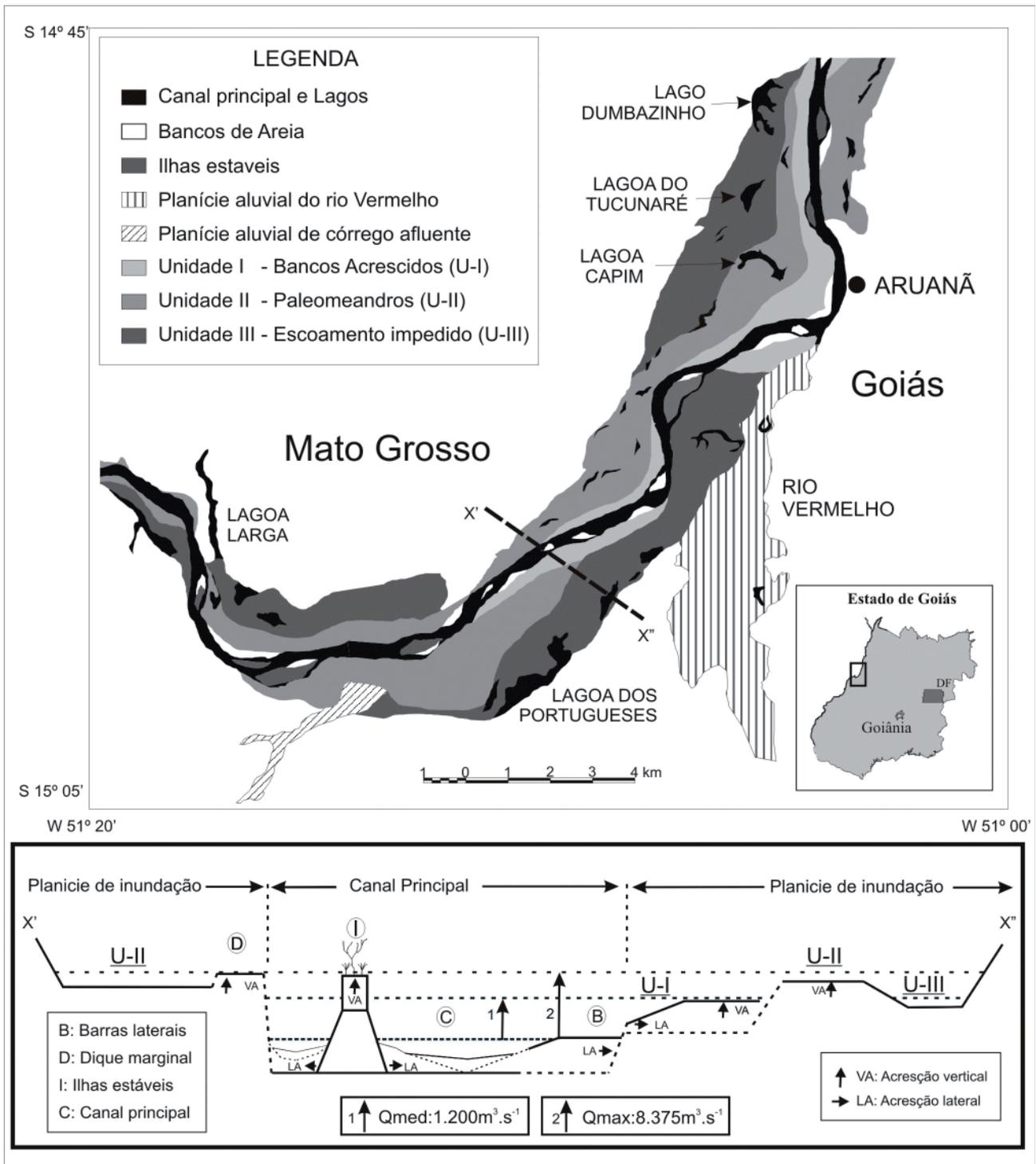


Figura 2 - Unidades geomorfológicas e croqui topográfico da planície de inundação do rio Araguaia.

conjunto de características específicas de uma rocha sedimentar ou de um sedimento. Faz, ainda, referência aos processos de transporte, deposição e/ou diagênese próprios de determinado ambiente ou bacia, sendo seu estudo ligado a determinação de sistemas deposicionais (MIALL, 1985; 1996; ALLEN, 1985).

Selley (1982) definiu as principais evidências possíveis de serem detectadas em campo, as quais envolvem: a geometria do corpo, a litologia, grau de seleção, granulometria, direção de paleocorrentes, conteúdo fossilífero e estruturas sedimentares. A técnica ainda requer estabelecer a forma pela qual as fácies se asso-

ciam e sucedem. Utiliza-se para tanto conceitos muito difundidos na literatura como a “Correção de Walther”, segundo a qual, em uma sucessão vertical, uma transição gradual entre duas fácies sugere a geração de ambas em ambientes deposicionais lateralmente contíguos, ao passo que, um contato abrupto ou erosivo pode indicar intervalos de deposição ausente ou mudanças signifi-

cativas no ambiente deposicional.

Conceitos e critérios mais modernos como os de arquitetura fluvial e reconstrução ambiental foram aplicados, permitindo classificar e ordenar os diferentes corpos sedimentares num contexto espacial e temporal definido pelas relações de sobreposição e pelas datações absolutas.

Quadro 1 - Fácies sedimentares reconhecidas na planície fluvial do Rio Araguaia (Adaptado de MIALL, 1996; STEVAUX, 1994; SANTOS, 2005).

FÁCIES COM PREDOMÍNIO DE MATERIAL SEIXOSO	
Gm	Depósito de centro de canal, restringido ao setor do talvegue, conformado por areias grossas, cascalhos, seixos arredondados (imbricados) e fragmentos (de até 10-12 cm), de quartzo e rochas ígneas. Reconhecidas a partir de registros de sonar, formando uma plataforma estável que suporta as geoformas arenosas que se mobilizam a cada ciclo hidrológico.
Gms	Acumulações delgadas (>20 cm) acanaladas, isoladas, de seixos e areia grossa gerando sequências com granulodrecrescência ascendente (<i>finning upward</i>). Apresentam escassa continuidade lateral. Preservadas nas depressões entre dunas ou megadunas em canais parcialmente assoreados são reconhecidos como resíduos de canal (<i>Channel lag</i>).
FÁCIES COM PREDOMÍNIO DE MATERIAL ARENOSO	
St	Corpos lenticulares, acanalados de areia meia a grossa, espessos (> 0,5 m), podendo alcançar dezenas de metros de comprimento. As bordas inferiores erosivas apresentam marcas de superfícies de reativação. Estrutura interna maciça ou sequência interna granulodrecrescente pouco definida. Depósitos similares foram associados a migração de dunas e <i>mega-ripples</i> no curso médio e superior do Rio Paraná.
Sp	Depósitos arenosos tabulares de até 1,5 m de espessura e dezenas de metros de comprimento. Estrutura interna cruzada plano-paralela com gradação interna (areia média/grossa) em sequencias individuais de 15 a 20 cm . Este tipo de depósito está relacionado ao avanço da frente de dunas tipo 2D.
Sr	Areias médias, finas e silte e pequenos fragmentos de matéria orgânica, conformando pacotes de até 1 m de espessura, com laminação cruzada, produto de sobreposição complexa de <i>ripples</i> de tração (microondulações) com cristas paralelas geradas em condições de pequena profundidade e baixa velocidade de fluxo.
Sh	Conformada pela alternância de delgados bancos sub-horizontais de areias finas e médias, bem selecionadas, as quais originam corpos tabulares de 0,5 a 1,0 m de espessura e dezenas de metros de comprimento. Estes depósitos podem se associar tanto a condições de alto como baixo regime de fluxo, mas a preservação, neste ultimo caso, pouco frequente.
Smo	Constituída por areias mal selecionadas e uma importante quantidade de matéria orgânica. Conformam corpos lenticulares de até 50 cm de espessura. Restos de folhas de vegetais se depositam em pacotes de vários centímetros de espessura, conformando uma estratificação interna cruzada, grosseira e pobremente definida.
FÁCIES COM PREDOMÍNIO DE MATERIAIS FINOS (SILTE E ARGILA)	
Fl	Corpos geralmente tabulares de vários metros de largura e espessuras inferiores a 50 cm geradas pela decantação das frações mais finas transportadas em suspensão, conformando delgadas laminações sub-horizontais de areias finas e muito finas, silte e argila. A sua estrutura interna se apresenta modificada por processos pós-deposicionais como oxidação e bioturbação
Fm	Acumulações lenticulares com espessuras inferiores a 0,5 m de materiais finos (areias finas e muito finas, silte e argila), tipicamente maciças e de cor escura, parcialmente oxidadas. Representa a decantação dos materiais transportados em suspensão por pequenos canais (<i>chutte channel</i>) estabelecidos no topo dos bancos de areia.
Fmo	Conformada pela acumulação de sedimentos finos com uma alta porcentagem de matéria orgânica. Apresenta-se maciça, intensamente bioturbada, contém restos vegetais (folhas) e núcleos de oxidação. Reconhecida a partir de testemunhos de perfurações. É gerada em ambientes de baixa energia, distante dos fluxos principais com uma importante cobertura vegetal.

Neste estudo, a interpretação morfogenética das condições operantes no momento da deposição, nos diferentes ambientes da planície, foi feita primeiramente a partir das características geométricas e propriedades físicas dos materiais atuais contidos na planície. A informação extraída dos numerosos perfis sedimentológicos levantados nas margens do canal principal do rio

Araguaia foi complementada com amostras coletadas de perfurações e testemunhos indeformados obtidos através do uso de testemunhador à vibração (*vibracore*) e trado mecânico em diversos ambientes da planície.

As amostras foram analisadas no Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física (LABO-GEF-UFG), determinando-se algumas das propriedades

físicas dos sedimentos (cor, granulometria, texturas e estruturas sedimentares). As frações mais finas foram analisadas e classificadas com Granulômetro Laser (Mastersize 2000E®). Aspectos morfométricos do canal foram determinados a partir do uso de ecossonda (FURUNO/WinRiver), acoplados a sistemas de posicionamento global (GPS) e interfaces gráficas.

3. Resultados e Discussão

Foram identificados cinco diferentes subambientes associados ao canal principal do rio Araguaia, os quais revelam as condições ambientais operantes nos distintos setores do canal e dois subambientes associados à planície aluvial (Figura 3).

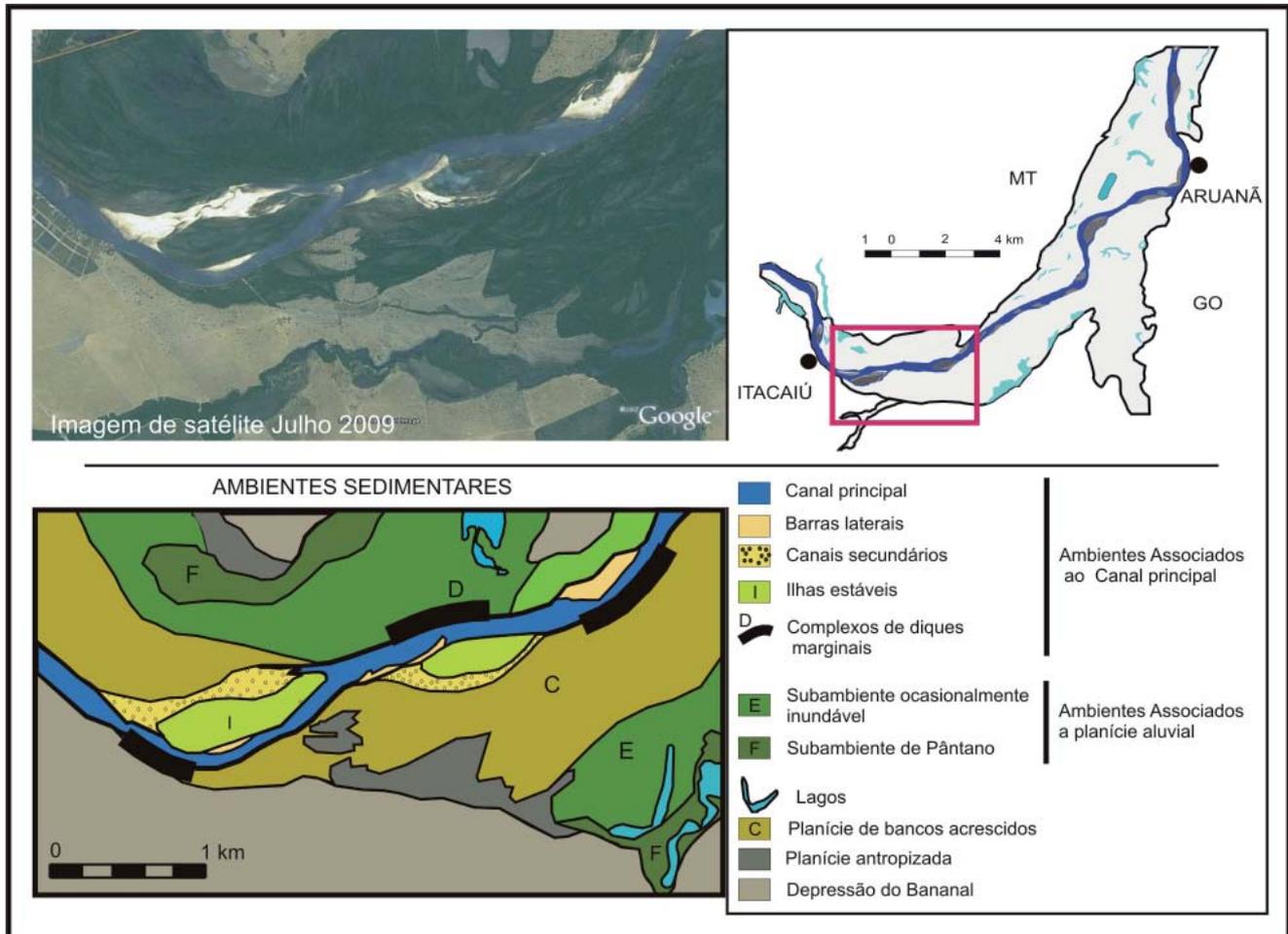


Figura 3 - Distribuição dos ambientes sedimentares na planície de inundação do rio Araguaia.

3.1 Ambientes Sedimentares Associados à Planície Aluvial

Os processos sedimentares atuantes na planície aluvial, embora muito lentos e inexpressivos, quando comparado com os que ocorrem nos ambientes de canal, conferem a planície aluvial uma dinâmica sedimentar muito particular, com períodos de atividade limitada pelas características do regime hidrológico e em áreas deprimidas geradas pela topografia da planície aluvial.

Os sedimentos depositados na planície, em áreas distantes dos fluxos principais, foram descritos por

Miall (1985) como depósitos de planície de inundação (*overbanks*) e considerados como resultantes de um só ambiente deposicional. No entanto, atualmente estes depósitos, que apresentam uma variada composição e arquitetura sedimentar, são interpretados e associados a diferentes ambientes de formação. Pode-se reconhecer, de forma geral nestes ambientes, a prevalência de materiais das frações mais finas, depositados por processos sedimentares de acreção vertical, ligados às condições de baixa energia em setores mais distantes dos fluxos principais.

Na planície aluvial foram identificados dois subambientes caracterizados pela acresção vertical de sedimentos finos (siltes e argilas), localizados em setores distantes das incidências dos fluxos de canal principal, os quais são: planície ocasionalmente inundável e de pântano.

3.1.1. Subambiente de planície ocasionalmente inundável (baixa acresção vertical)

Este subambiente representa os setores mais elevados da planície aluvial do rio Araguaia. Por essa razão, constitui a última unidade a ser alagada, sendo que nem todos os anos é inundada pelos fluxos de cheias. Apresenta topografia suavemente ondulada com depressões colmatadas ou que não sustentam lagos e áreas periodicamente inundáveis. A presença de suas cristas está associada a antigas posições do canal principal e, particularmente, a complexos de cordões convexos de meandros, testemunhando a complexa evolução da planície aluvial.

Estes setores estão cobertos por uma vegetação de grande porte e adaptada a uma dinâmica cíclica de enchentes. Ocupa, na maior parte das ocorrências, uma localização intermediária entre os bancos acrescidos e os depósitos de dique marginal (*levee*) e os ambientes de pântanos e lagos, estes últimos recostados geralmente sobre as bordas externas da planície de inundação. É caracterizado superficialmente por depósitos delgados e contínuos conformados pela associação das fácies **Fm**, **Fmo** e **Sh**. Os depósitos neste ambiente possuem um alto grau de coesão, de modo constituem margens relativamente estáveis, ao longo dos canais principal e secundário.

3.1.2 Subambiente de pântano

Este subambiente possui grande expressão em todo o trecho analisado e se apresenta em ambas as margens do rio Araguaia como grandes faixas descontínuas, ocupando em todos os casos uma posição externa na planície de inundação, distante da influência direta do canal principal.

A associação de fácies destes depósitos foi determinada a partir da análise de testemunhas obtidas em perfurações da planície aluvial do rio Araguaia. Conformadas pela acumulação dos materiais mais finos (**Fmo**, **Fl**, **Sh**), esses pacotes espessos de argila maciça e delga-

das laminações de silte a areia muito fina mostram, em muitos casos, incipientes processos pós-deposicionais, como a formação de mosqueamentos decorrentes da presença de núcleos de oxidação, importantes processos de bioturbação e estruturas de deformação.

Os mecanismos deposicionais estão caracterizados pela predominância de processo de acresção vertical, a partir da decantação dos materiais finos transportados em suspensão. Esta sedimentação provoca a diminuição dos ressaltos do relevo local ao encher lagoas e pântanos e outras áreas baixas da planície, como canais secundários que podem estar conectados temporariamente ao canal principal.

3.2 Ambientes Sedimentares Associados ao Canal Principal

3.2.1. Subambiente canal principal

O canal principal, ainda nos trechos mais retilíneos, contém um talvegue bem definido, contínuo e com elevada sinuosidade. Neste subambiente, registra-se predomínio de areias médias com acúmulo de importantes volumes de areias grossas a muito grossas e seixos de até 3 cm de diâmetro. Os depósitos resultantes neste subambiente estão representados por duas associações de fácies e são vinculados geneticamente a processos atuantes com profundidades maiores a 2,5 metros, em condições permanentes de alto regime de fluxo.

A parte superior da sequência é constituída pelos depósitos do subambiente bancos centrais, os quais ficam emersos durante o período da seca. A base destes depósitos, submersa mesmo no período de vazante, constitui-se de formas de fundo compostas por seixos e areias grossas em estrutura maciça na base (**Gm**, **Gms**), e areias grossas e muito maciças ou com estratificação sub-horizontal (**Gm**, **Gms**, **Sh**). Estes depósitos movimentam-se somente durante os maiores eventos de cheia, provocando, nesses casos, a migração do talvegue. Eles constituem uma espécie de plataforma que normalmente compõem o núcleo das ilhas ou a base sobre a qual se movimentam importantes volumes de areia.

3.2.2. Subambiente canais secundários

Provavelmente os canais secundários constituem os subambientes mais dinâmicos do trecho estudado, so-

frendo fortemente à atuação de processos deposicionais como resposta ao excesso da carga transportada. Morais (2006) e Bayer (2010) relataram a notável redução no número de ilhas no canal do rio Araguaia, resultante de sua anexação à planície, evidência direta da rápida evolução e desaparecimento destes subambientes.

No período da vazante, sedimentos arenosos ficam expostos nas margens destes canais secundários, promovendo acresção lateral. Nos setores centrais (Figura 4), acumulam-se sedimentos mais grossos e grande quantidade de restos vegetais, os quais somente são

remobilizados durante o pico máximo das enchentes. A progressão de ambos promove a colmatção dos canais secundários e consequente incorporação das ilhas à planície. Nas condições atuais, não há possibilidade de gerar novos canais secundários, mudando irreversivelmente o padrão do canal.

De forma geral, as associações de fácies reconhecidas nestes depósitos representam o predomínio de materiais arenosos com estruturas sedimentares que refletem uma paulatina perda de energia e uma diminuição na profundidade do canal secundário.

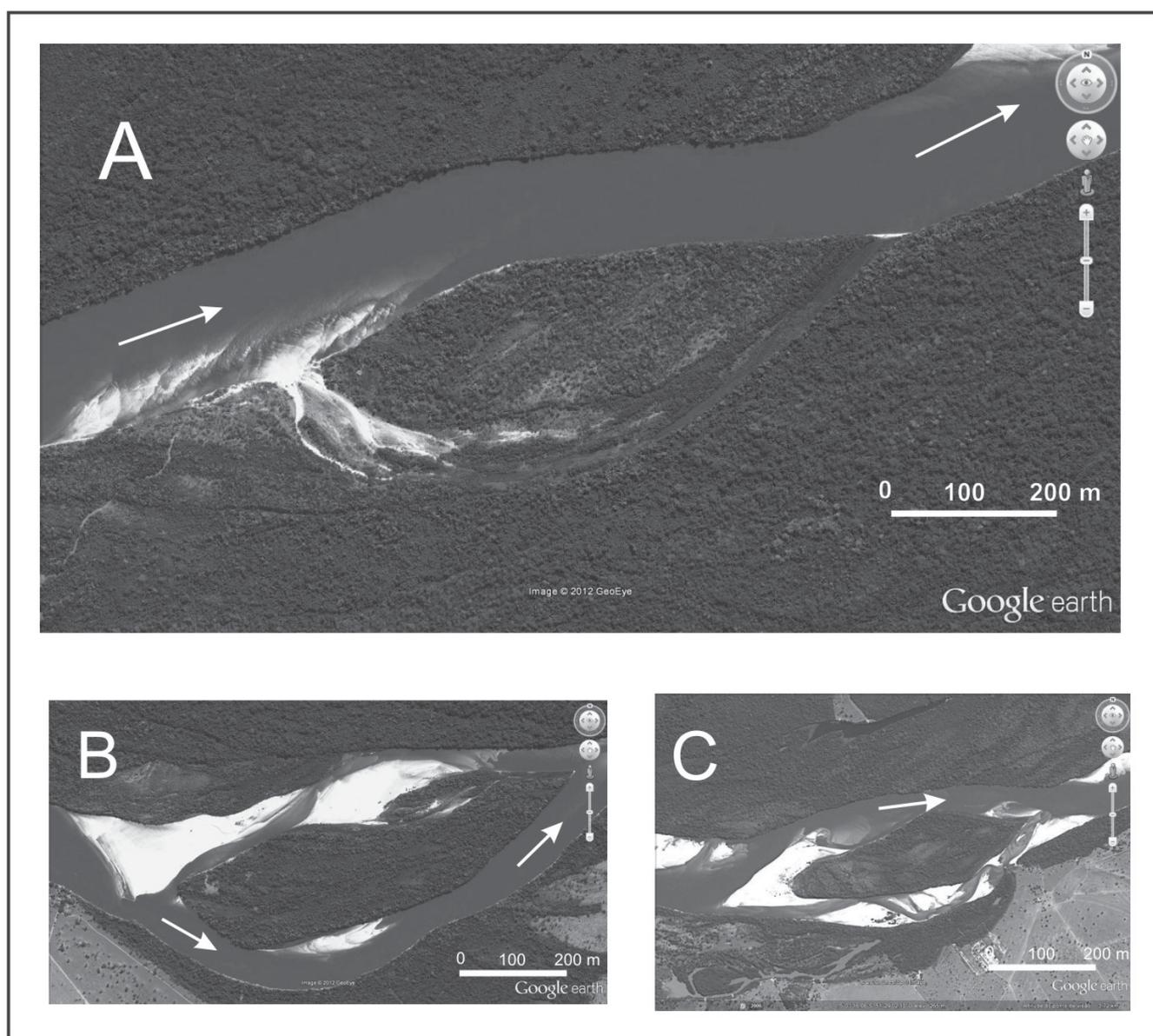


Figura 4 - Canais secundários em fases de assoreamento. Trechos em (A): S 15°01'48.12"/ W 51°14'19.62"; (B) S 15°02'39.8"/ W 51°16'3.36"; e, (C) S 15°03'31.1"/ W 51°29'0.96".

3.2.3. Subambiente barras laterais

O talvegue sinuoso favorece o desenvolvimento de barras laterais dispostas alternadamente nas margens do canal (Figura 5). Os bancos de areia laterais apresentam

uma topografia suavemente inclinada, perdendo altura em direção ao centro do canal, com a presença comum de laminação ondulada de origem eólica na superfície emergida.

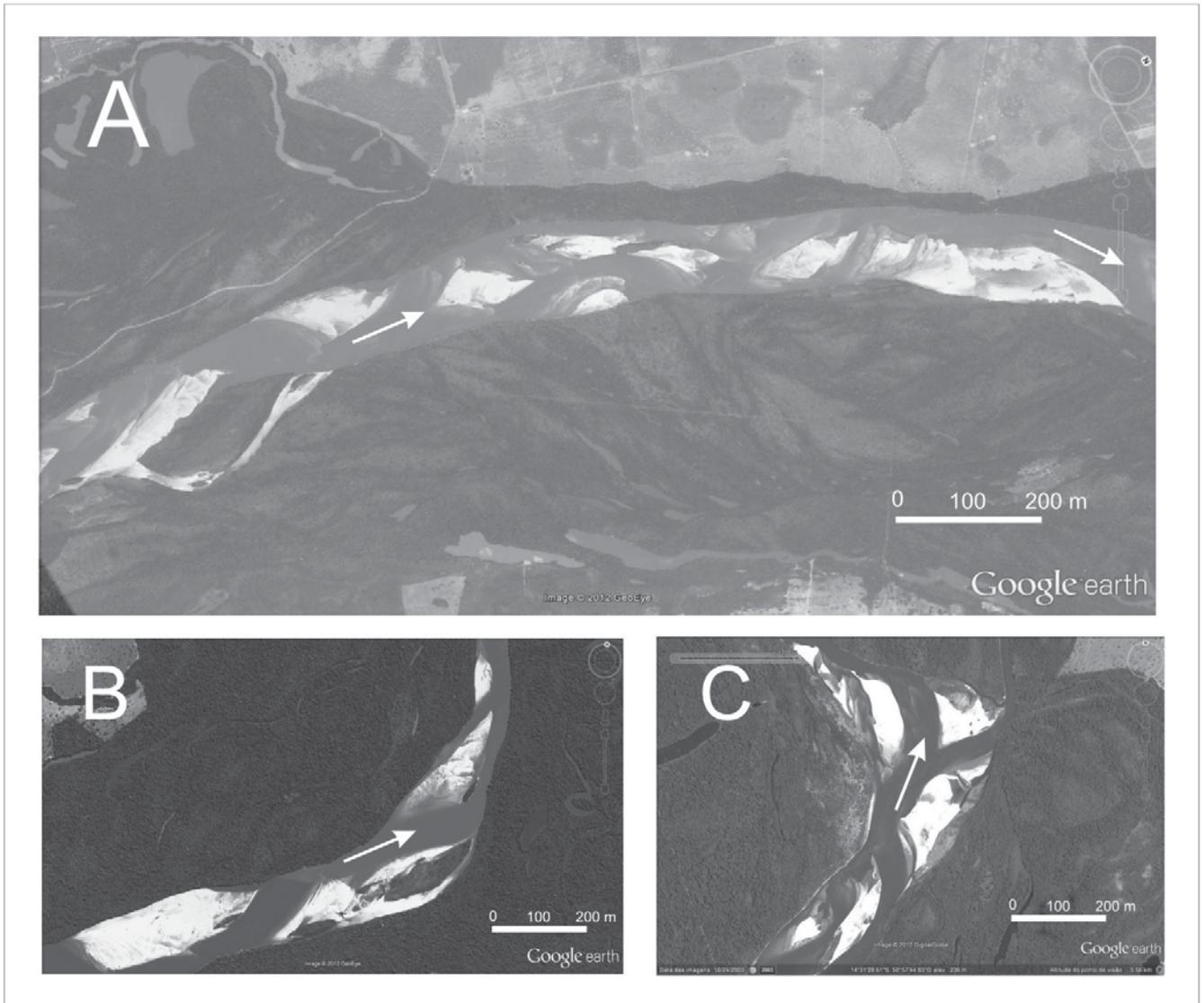


Figura 5 - Bancos de areias, centrais e laterais. Trechos com talvegue sinuoso a meandriforme: (A) S 14°49'42.24"/W 51°05'15.36"; (B) S 14°58'46.56"/W 51°09'08.64"; e, (C) S 14°31'7.68"/W 50°57'28.84"

O arranjo interno dos materiais mostra predominância de sedimentos arenosos, depositados por processos de acreção lateral, com uma superposição de sequências granulodecrescentes ascendentes (*finning upward*), permitindo distinguir vários pulsos de reativação e estruturas sedimentares de baixo ângulo que mostram a evolução (migração) destas geofomas em sentido transversal ao rio.

As dimensões destas barras laterais geralmente alcançam uma centena de metros, mas em muitos casos estes depósitos fundem-se, formando complexos de bancos acrescidos de dimensões ainda maiores. Após as cheias, e durante um breve período de tempo, na parte superior dos bancos de areias, se desenvolvem pequenos canais, pouco profundos (*Chutte channel*), que remobilizam os materiais superficiais, modificando a topografia original, gerando setores deprimidos onde

se depositam materiais finos e grande quantidade de matéria orgânica. As estruturas internas destes depósitos mostram de forma geral uma progressiva perda de energia e períodos de estabilidade e oscilações no nível das águas. Cessado os fluxos, a rápida sucessão vegetal se estabelece contribuindo à temporária estabilização dos depósitos.

Esses depósitos são compostos principalmente

por areias grossas a médias, com estruturas cruzadas e intercalações delgadas de materiais mais finos (**Sr**, **Sh**, **Smo**, **Fmo**) e a presença de acumulações isoladas de seixos (**Gs**). Sotoposto a estes, encontra-se um espesso depósito de materiais finos (**Fm**, **Fsm**, **Sm**) com estrutura maciça que suporta vegetação pioneira (gramíneas), a qual colabora para a estabilização das margens (Figura 6).

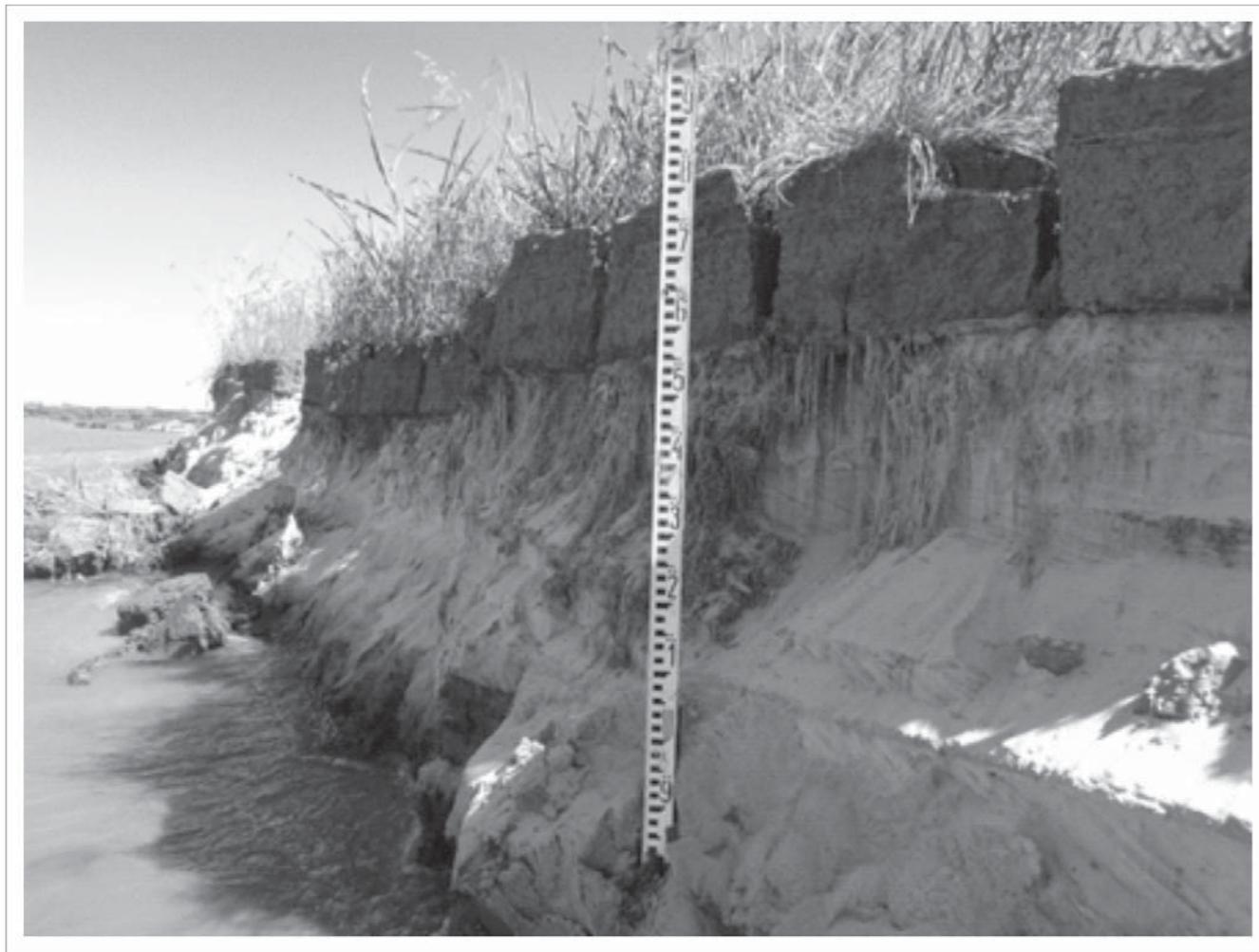


Figura 6 - Margem erosiva desenvolvida nos depósitos de uma barra lateral. Foto: Bayer/2012.

A sequência superior destes depósitos apresenta a associação **Sh**, **Fm**, **Sh**, **Fsh** e **Sh** (Figura 7). Tal associação reflete alterações cíclicas nas condições de deposição, como intervalos periódicos de exposição aérea que promove gretas de contração por dessecação e a atuação de processos de oxidação e bioturbação devido ao estabelecimento de colônias de vegetação.

3.2.4. Subambiente bancos centrais e ilhas

A parte superior da sequência dos bancos centrais é constituída pelos depósitos que ficam emersos durante o período da vazante. A associação de fácies reconhecida é dominada por seixos em estrutura maciça na base (**Gm**), e complexo de camadas (*sets*) de areias com estratificação cruzada planar (**Sp**), acanelada (**St**) e horizontal (**Sh**), num arranjo com granulodecrescência ascendente (*finning upward*).

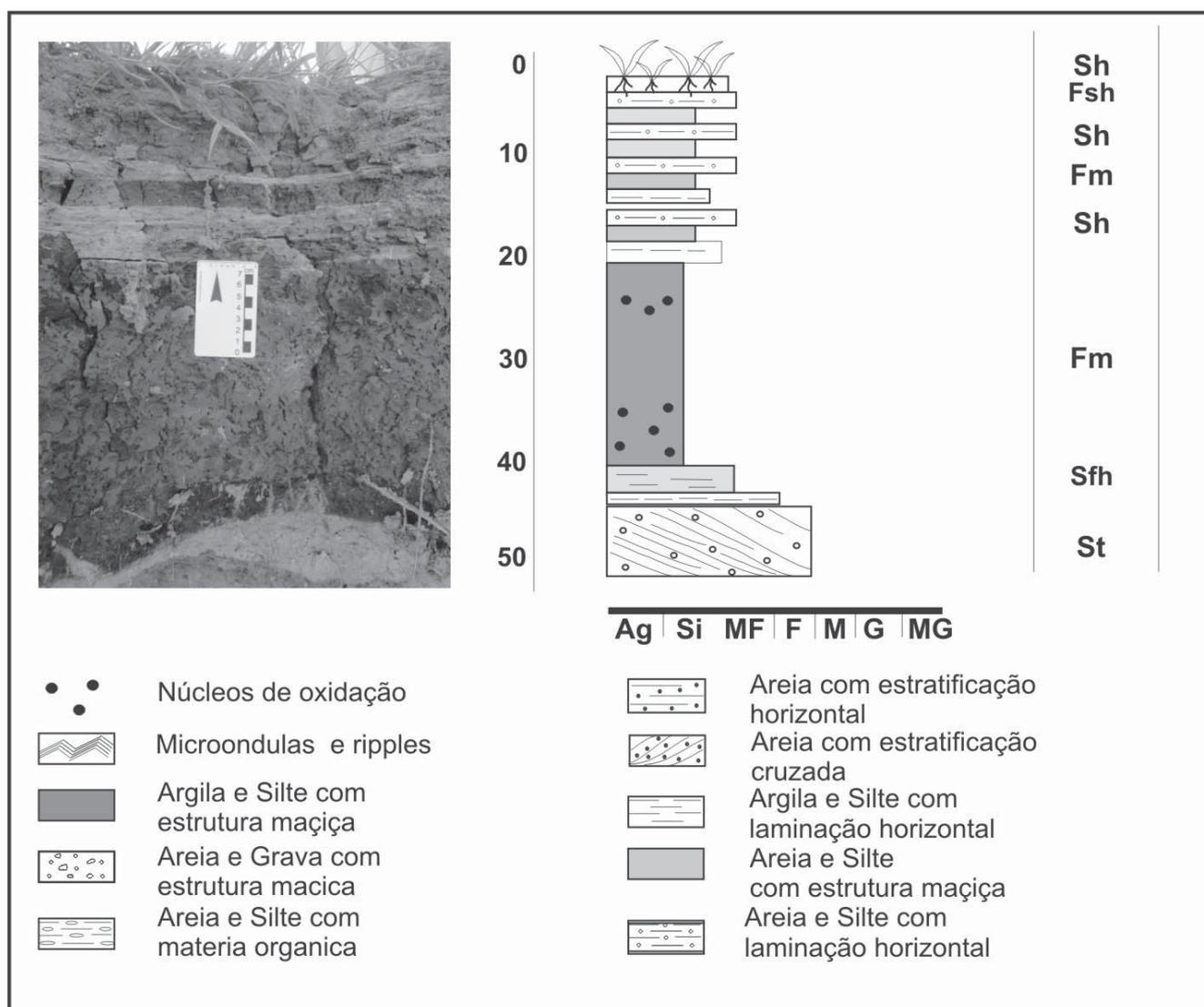


Figura 7 - Perfil da seção superior das barras laterais. Foto: Bayer/2010.

O mecanismo gerador dos depósitos de bancos centrais relaciona-se ao deslocamento e migração de dunas e megaondulações (*megaripples*) a jusante. O mergulho das estruturas cruzadas no mesmo sentido das superfícies que limitam o conjunto das camadas (*sets*) indica que essas dunas sobrepostas deslocam-se paralelamente ao sentido de migração da forma do leito principal.

Esses depósitos de bancos centrais geralmente possuem forma elipsoidal em planta (Figura 8), alcançando entre 0,8 a 1,3 metros de altura, com uma relação largura/extensão 3:1 a 4:1. Apresentam instabilidade elevadas, deslocando-se até 8 m/dia (BAYER, 2002; LATRUBESSE *et al.*, 2009).

A presença de ilhas no canal do rio Araguaia está associada à continuidade do processo sedimentar. Tal processo gera primeiramente barras arenosas de centro de canal como consequência de fatores hidrodinâmicos que promovem uma expansão e desaceleração dos fluxos, perda de capacidade de transporte e acumulação de materiais predominantemente arenosos a montante e nas laterais das barras (Figura 8). Embora a acresção em barras centrais seja o processo dominante, as ilhas podem ser geradas por diversos mecanismos. As ilhas maiores são justamente geradas pela evolução de paranás e braços menores.

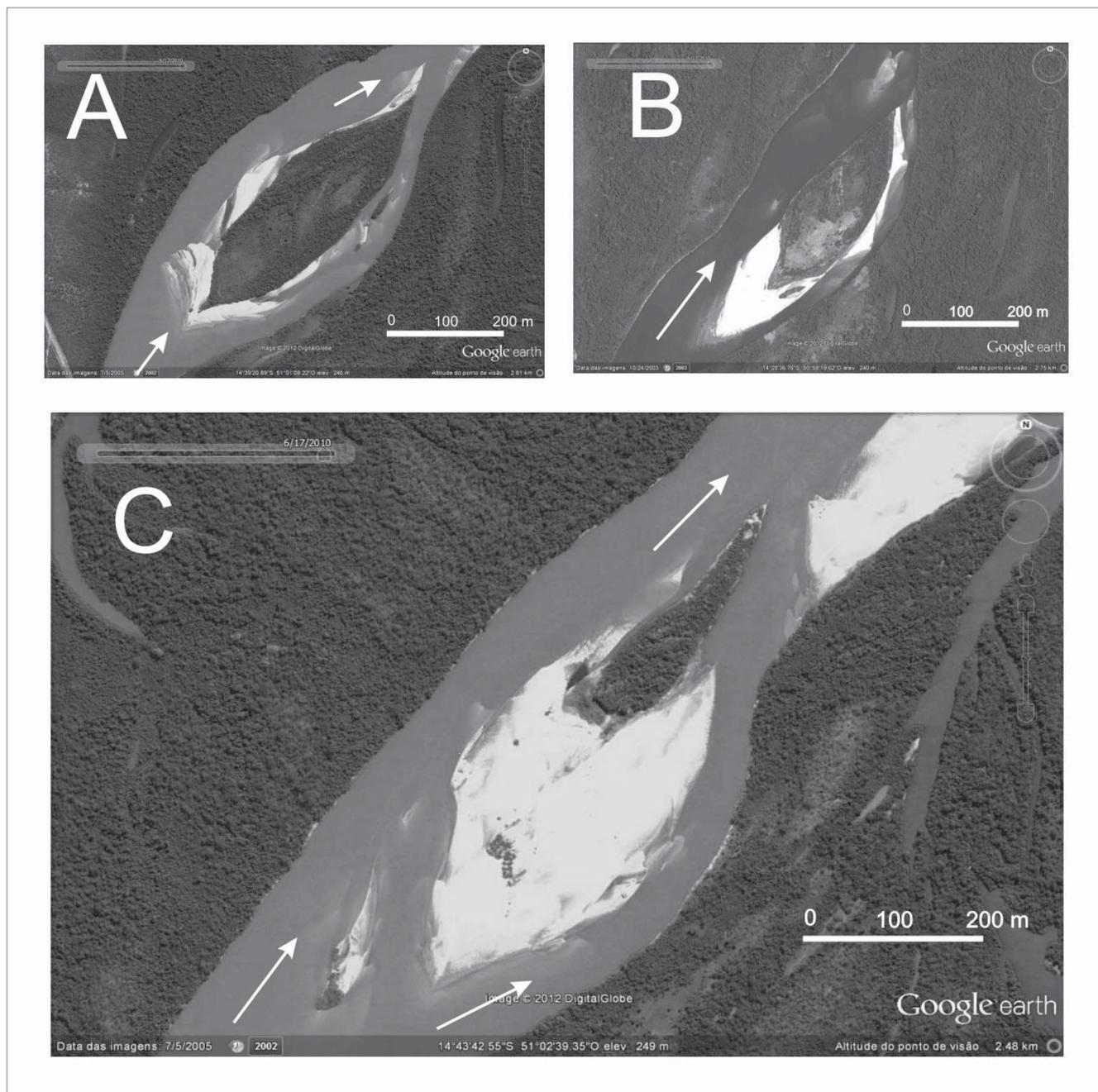


Figura 8 - Ilhas fluviais em processo de crescimento. Trechos em (A) $S 14^{\circ}39'20.16''/W 51^{\circ}00'56.16''$; (B) $S 14^{\circ}20'45.6''/W 50^{\circ}58'20.64''$; e, (C) $S 14^{\circ}43'39.36''/W 51^{\circ}02'39.84''$.

Assim, as ilhas e barras de areia em processo de estabilização estão geralmente sustentadas por uma plataforma arenosa, relacionada ao estabelecimento original de barras de areia do centro do canal. Sobre esta plataforma arenosa, mecanismos de acreção lateral nas bordas (*lateral accretion*) e a montante (*upstreams accretion*) promovem o crescimento destes elementos do canal. Segundo Bayer (2002) e Morais (2006), a morfologia de muitas das ilhas estabilizadas mostra

uma forte tendência de crescimento a montante pela acreção e acumulação de barras centrais na frente da ilha. Dessa forma, o padrão romboidal, predominante nos registros do século passado, se modifica paulatinamente adquirindo uma forma mais alongada, o que favorece na continuidade do processo, a sedimentação nas laterais (*lateral accretion*) e o assoreamento dos canais secundários.

3.2.5. Subambiente diques marginais (*levees*)

Os diques marginais (*levees*) são típicas geoformas alongadas que se originam nas margens dos canais por acreção vertical durante as fases de inundação. Embora a sedimentação vertical seja o processo tipicamente descrito na geração destes diques marginais, o maior ou menor desenvolvimento vertical destas geoformas também está relacionado ao grau de estabilidade ou de migração do canal gerador. Ou seja, para as mesmas condições hidrológicas, o setor do rio que tenha maior atividade de migração lateral terá menor possibilidade de gerar diques, enquanto o máximo desenvolvimento vertical vai ser registrado nos segmentos mais estáveis. Devido a isso, no trecho estudado, estes subambientes estão escassamente representados e muito descontínuos.

As fácies mais características dos depósitos de diques marginais são **F1** e **Fmo**, e em menor proporção **Sm** e **Sh**. Assim, os sedimentos originados neste subambiente no Araguaia mostram particularmente depósitos laminados, gerando corpos delgados de forma tabular de poucos centímetros e constituídos por intercalações de areias finas a médias e pacotes espessos de material mais fino, de cor escura finamente laminado ou maciços pela atividade de processo de bioturbação. Quando preservados sob margens erosivas, esses depósitos ficam expostos, constituindo seqüências entre 3 e 4 m de altura

em relação ao nível da água na vazante (Figura 9).

Em muitos casos, estes depósitos se sobrepõem a uma espessa plataforma arenosa, outrora subambiente canal principal, constituída por associações de fácies que permitem inferir um ambiente deposicional associado a um canal de padrão de tipo meandriforme.

3.3 Mudanças Morfológicas Recentes no Canal

O trecho estudado do rio Araguaia pode ser considerado como um grande sistema de transporte de sedimentos que funciona controlado por diversos fatores hidrossedimentológicos. Dentre esses fatores, o volume da carga transportada afeta os processos que operam diretamente sobre a morfologia e padrão do canal ou as características dos depósitos sedimentares resultantes (LATRUBESSE *et al.*, 2009; FERREIRA; FERREIRA Jr.; LATRUBESSE, 2008).

Reconheceram-se dois conjuntos de mecanismos que promovem a migração lateral recente do canal do médio Araguaia. Um deles está ligado aos processos de erosão marginal e outro aos processos deposicionais.

A atuação e a intensidade dos processos de erosão de margens são intrínsecas às condições locais impostas pela hidrodinâmica dos fluxos e pela estabilidade relativa dos depósitos constituintes das margens do canal.

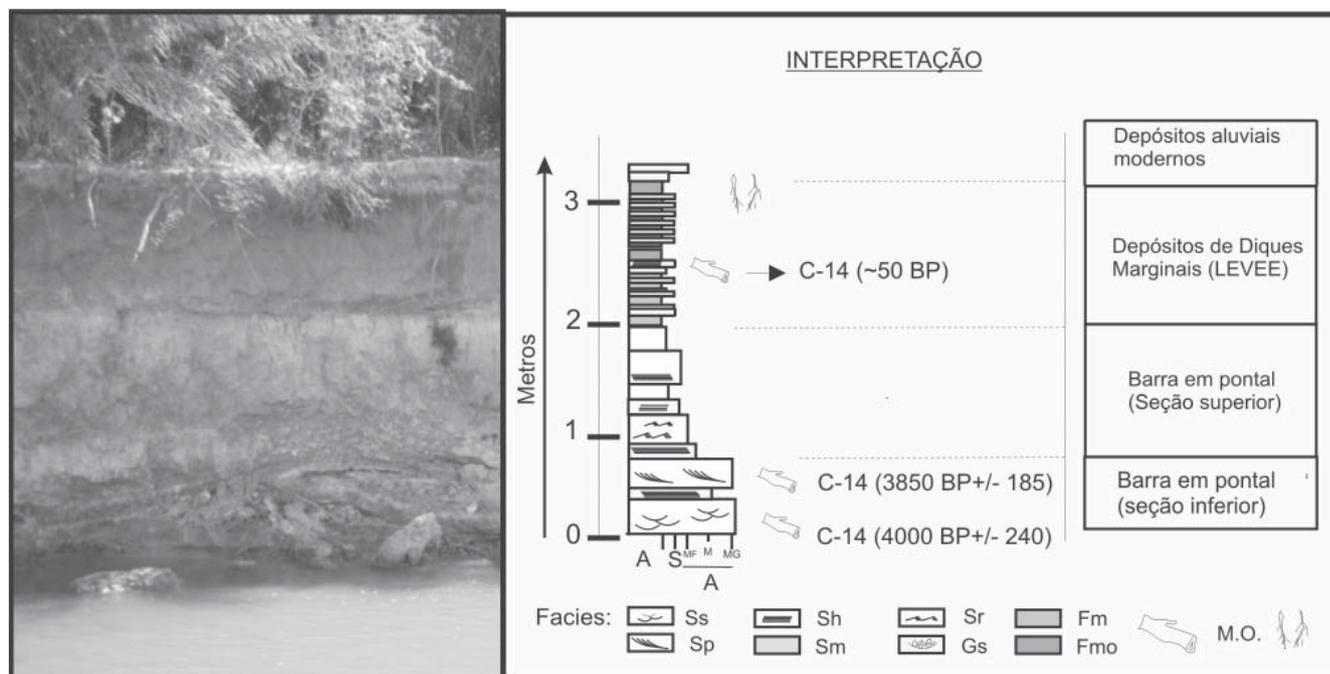


Figura 9 - Descrição do perfil do dique marginal atual (*levee*), sobreposto aos depósitos de canal da U-II (*Paleomeandros*) na margem direita do canal principal do rio Araguaia. Coord: S 14°57'54.72/ W 51°09'8.64. Foto: Bayer/2012.

Entre os mecanismos de migração de ação erosiva, as curvas do canal principal cujas margens côncavas apresentam os depósitos da Unidade Geomorfológica I “Planícies de bancos acrescidos” (Figura 10) sofrem as maiores taxas de deslocamento de migração lateral do canal.

Em trechos retilíneos do canal principal cujas margens apresentam os depósitos da Unidade I “Pla-

nície de bancos acrescidos” desenvolvem-se margens verticais muito instáveis (Figura 11), promovendo um recuo paralelo de centenas de metros. Nesses trechos retilíneos, os depósitos da Unidade I são sustentados por uma plataforma arenosa (areia grossa e seixos isolados) de 2 a 3 metros de espessura com estratificação cruzada de alto ângulo (Gm, Sm, Sp), depositada em ambiente de canal sob condições de alto regime de fluxo. Sotoposto

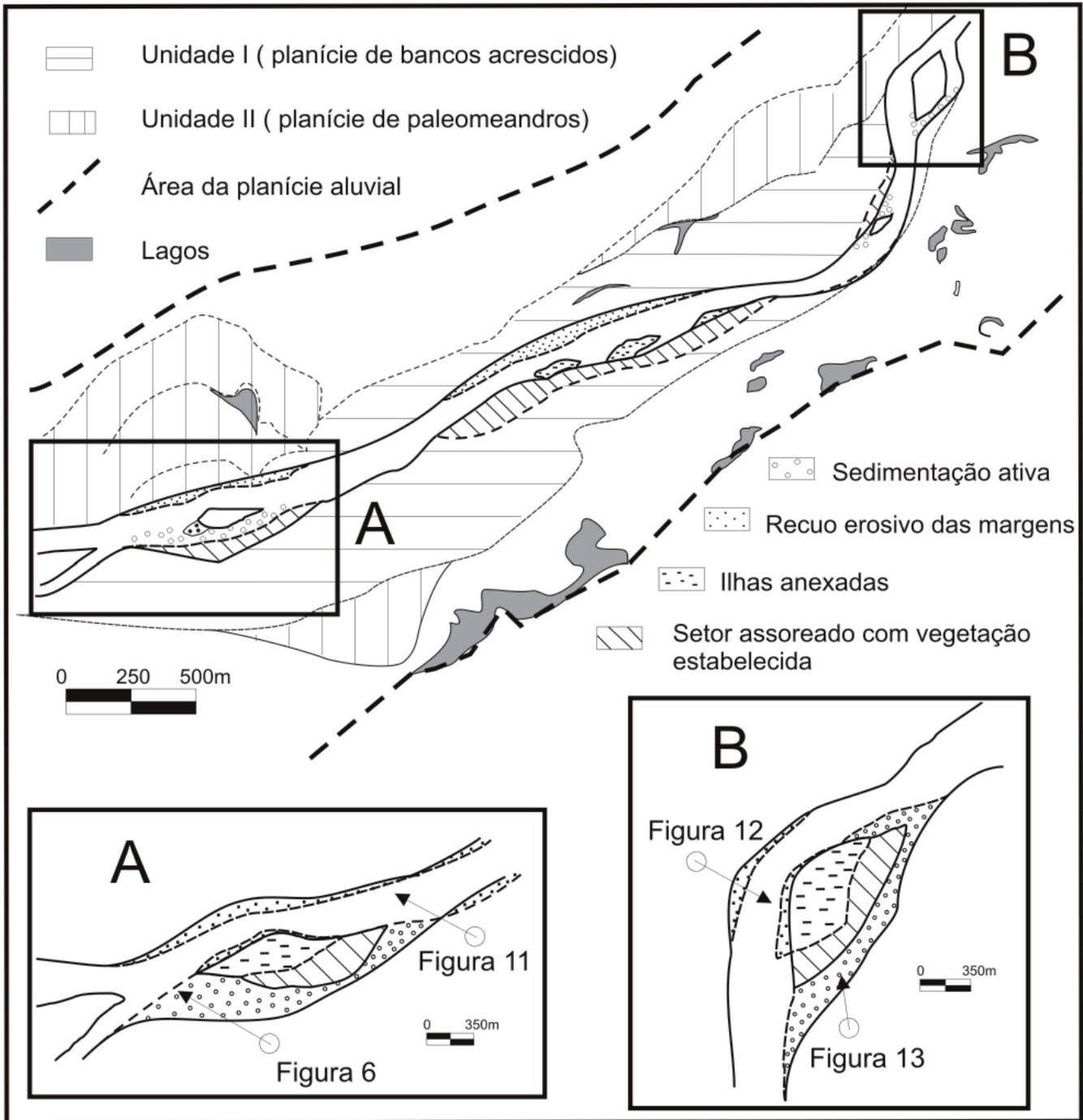


Figura 10 - Evolução morfológica de trecho do médio Araguaia.



Figura 11 - Margem do canal da Unidade Geomorfológica I “Planície de bancos acrescidos”. Destaque para a continuidade lateral dos depósitos. Foto: Bayer/2012.

ocorrem depósitos de material fino (Sm, Sr, FmSh, Fh), cujas estruturas sedimentares refletem condições progressivamente mais distantes dos fluxos principais.

Embora a ação erosiva promova importantes migrações laterais, a atuação dos processos deposicionais comanda a maioria dos mecanismos de evolução morfológica do padrão de canal do médio Araguaia (BAYER, 2002; LATRUBESSE *et al.*, 2009). A evolução morfológica do canal sob ação deposicional baseia-se na continuidade do processo sedimentar, envolvendo três fases: a estabilização das barras centrais, o crescimento das ilhas e o assoreamento dos canais secundários.

A estabilização das barras depende da preservação de setores internos das barras arenosas onde as condições hidrodinâmicas acumularam de pacotes de

até 50 cm de espessura de sedimentos finos e matéria orgânica. Instala-se a vegetação, cujo desenvolvimento das raízes fixa as areias das camadas inferiores. Tais setores das barras acabam por resistir aos ciclos de cheias subsequentes, transformando-se em núcleos de desenvolvimento de ilhas.

As ilhas do trecho estudado evoluíram a partir da estabilização das barras centrais (Figura 8). O progressivo desenvolvimento do banco central até seu estabelecimento como ilha tem relação com a continuidade do processo sedimentar. A superposição de depósitos é marcada pela transição abrupta, refletindo as mudanças nos ambientes de sedimentação e no aporte de sedimentos (Figura 12). A deposição de matéria orgânica junto aos sedimentos finos contribui para aumentar a estabili-

dade da barra, a rápida instalação da vegetação pioneira e o consequente desenvolvimento de vegetação arbórea.

Igual ao observado em outros trechos do rio, o crescimento das ilhas inicia na frente dos núcleos vegetados onde se acumula grandes volumes de sedimentos arenosos, troncos, galhos e restos de vegetais que contribuem com a sua estabilização e crescimento a montante (Figura 8).

Na fase final do ciclo de crescimento da ilha prevalecem os mecanismos de acreção de barras laterais. As barras laterais diminuem a largura e a profundidade dos canais secundários. A rápida sucessão da vegetação estabiliza as margens e atua como uma armadilha de

sedimentos finos; e a sedimentação avança em direção ao interior do canal secundário (Figura 13).

Estas três fases constituem um ciclo completo da evolução morfológica recente do médio Araguaia. Contudo, as mudanças morfológicas ocorrem desde a fase inicial ou mesmo se o ciclo for abortado ou sofrer interrupção devido a reajustamento ou retroalimentação das variáveis hidrossedimentológicas.

Com estas mudanças morfológicas, o número de canais assoreados cresceu no médio Araguaia levando a diminuição da quantidade de ilhas devido sua anexação à planície aluvial (MORAIS, 2006).



Figura 12 - Margem de uma ilha cuja transição abrupta entre os depósitos mostra a sucessão dos distintos ambientes deposicionais: A – ambiente de canal (Gm, St, Sp); B – canais menores na superfície da barra (Sm, Fm, Fmo); C – barra lateral/acresção lateral (Sp, Sh); D – dique marginal (Sh, Fh); e, E – depósitos de planície distal (Fh, Fm, Fmo, Smfo). Foto: Bayer/2012.



Figura 13 - Canais secundários em estágio avançado de assoreamento. Foto: Bayer/2012.

4 - Conclusões

O sistema fluvial do médio rio Araguaia desenvolve uma complexa área agradacional de 2 mil km² entre os Estados de Goiás e Mato Grosso. Em sua planície reconhece-se um conjunto de morfologias fluviais que registram a evolução holocênica e importantes mudanças nas últimas décadas.

A unidade morfosedimentar de bancos acrescidos e ilhas constitui uma espécie de faixa estreita fundamentalmente arenosa, paralela ao canal e em permanente evolução, atuando como a maior receptora da carga sedimentar transportada pelo rio Araguaia.

Os ambientes deposicionais/sedimentares associados ao canal principal mostram uma rápida evolução e com elevadas taxas de migração. A preservação das geoformas deste subambiente está fortemente ligada ao regime hidrológico anual e às características da carga transportada, particularmente à grande disponibilidade de materiais arenosos no sistema.

O sistema “canal-planície de inundação” está sob uma fase de ativa sedimentação, continuando a armazenar materiais predominantemente arenosos. No trecho estudado, a dinâmica sedimentar afeta a morfologia do canal, produzindo uma clara tendência de redução da sinuosidade, da manutenção de um canal único a partir da anexação de ilhas grandes à planície por assoreamento dos canais secundários e de aumento da presença de barras centrais e ilhas menores, tendências comuns da transição de padrão *anabranching* para entrelaçado (*braided*).

Referências Bibliográficas

- ALLEN, P. **Sedimentary environments: processes, facies and stratigraphy**. Oxford: Blackwell Science, p. 37-82, 1985.
- AQUINO, S.; LATRUBESSE, E.M. Características Hidrológicas e Aspectos morfo-hidráulico do Rio Araguaia, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 7, n. 1, p. 99-111, 2006.
- AQUINO, S.; LATRUBESSE, E.M.; SOUZA, E. O Regime hidrológico do Rio Araguaia: sua caracterização, importância e particularidades para a manutenção dos principais sistemas aquáticos do Brasil Central. **Acta Scientiarum**, v.30, n. 4, p. 361-369, 2008.
- AQUINO, S.; LATRUBESSE, E. M.; BAYER, M. Assessment of wash load transport in the Araguaia river (Aruaná gauge station), Central Brazil. **Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis**, v. 16, p. 119-129, 2010.
- BAYER, M. **Diagnóstico dos processos de erosão/assoreamento na planície aluvial do rio Araguaia: entre Barra do Garças e Cocalinho**. 2002. p.138. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2002.
- BAYER, M. **Dinâmica do transporte, composição e estratigrafia dos sedimentos da planície aluvial do Rio Araguaia**. 2010, p.98, Tese (Doutorado – CIAMB), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.
- FERREIRA, M.E.; FERREIRA Jr., L.G. LATRUBESSE, E.M. High resolution remote sensing based quantification of the remnant vegetation cover in the Araguaia River basin, Central Brazil. In: INTERNATIONAL GEOSCIENCE AND

- REMOTE SENSING SYMPOSIUM – IGARSS. Boston, 2008. **Proceedings of the IGARSS 2008**. Boston, v. 4, p. 735-741. 2008.
- LATRUBESSE, E.M.; STEVAUX, J. C.; BAYER, M.; PRADO, R. The Araguaia-Tocantins fluvial basin. In: International Symposium of Geomorphology and Paleohydrology of large rivers-Glocoph/IAG. **Anais do**. Goiânia: Editora da UFG, p. 148-151, 1999.
- LATRUBESSE, E.M; STEVAUX, J.C. Geomorphology and environmental aspects of the Araguaia fluvial basin, Brazil. **Zeitschrift für Geomorphologie**, n. suplementar, Bd. 129, p. 109-127, 2002.
- LATRUBESSE, E.; STEVAUX, J.C. Características físico-bióticas e problemas ambientais associados à planície aluvial do Rio Araguaia, Brasil central. **Geociências-UNG**, p. 67-75, 2006.
- LATRUBESSE, E.M.; AMSLER, M.; MORAIS, 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**. v. 113, p. 239-252, 2009.
- MIALL, A.D. **Architectural elements analysis**: a new method of facies applied to fluvial deposits. *Earth Science Reviews*. p 261-308, 1985.
- MIALL, A.D. **The geology of fluvial deposits**. Berlin: Springer-Verlag, 1996. 582p.
- MORAIS, R. P. **A Planície Aluvial do Médio Araguaia: processos geomorfológicos e suas Implicações Ambientais**. Tese (Doutorado – CIAMB), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.
- MORAIS, R.P.; OLIVEIRA, L.G.; LATRUBESSE, E.M.; PINHEIRO, R.C. Morfometria de sistemas lacustres da planície aluvial do médio rio Araguaia. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 27, n. 3, p. 203-213, July/Sept., 2005.
- SANTOS, M.L. Unidades Geomorfológicas e Depósitos Sedimentares associados no Sistema Fluvial do Rio Paraná no seu Curso Superior. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. n. 6 v. 1, p. 85-96, 2005.
- SELLY, R.C. **Ancient sedimentar environment**. 2nd ed. N. York: Cornell University Press, 1982. 287 p.
- STEVAUX, J. C. The upper Paraná River (Brazil): Geomorphology, sedimentology and paleoclimatology. **Quaternary International**, v.21, p. 143-161, 1994.
- STEVAUX, J.C.; SANTOS M.L. Paleohydrological changes in the upper Paraná River (Brazil) during the Late Quaternary: a faciological approach. **Paleohydrology and Hydrological Science**, n. 1, p. 273-285, 1998.
- VALENTE, C. R. **Geotectonic, geologic evolution and regional geomorphology of the Araguaia river basin, Central Brazil**. Tese (Doutorado – CIAMB) Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007.
- VALENTE, C.R.; LATRUBESSE, E.M. Fluvial archive of peculiar avulsive fluvial patterns in the largest Quaternary intracratonic basin of tropical South America: the Bananal Basin, Central-Brazil. **Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology**, p. 356-357, 2012.