

Controles hidrogeomorfológicos nas unidades vegetacionais da planície aluvial do rio Araguaia, Brasil

Roberto Prado de Moraes¹, Samia Aquino^{2*} e Edgardo Manuel Latrubesse^{3,4}

¹Universidade Federal de Goiás, Anápolis, Goiás, Brasil. ²Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. ³Centro de Investigaciones Geológicas, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina. ⁴Universidade Guarulhos, Curso de Pós-graduação em Análise Geoambiental, Guarulhos, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: samia_aquino@yahoo.com.br

RESUMO. A existência de diferentes tipologias vegetais na planície aluvial do médio Araguaia apresenta um padrão de distribuição determinado pela dinâmica fluvial do canal e pelas características morfo-sedimentares das unidades que formam a planície aluvial. O objetivo deste trabalho foi discutir como a dinâmica fluvial atua nos processos de sucessão vegetacional, considerando os processos de erosão e deposição, dentro de um curto intervalo temporal, e a dinâmica de cheias. O processamento de informações dos mapas das unidades morfo-sedimentares da planície e das unidades vegetacionais resultou no mapa de unidades morfovegetacionais. Verificou-se que as unidades vegetacionais se distribuem e compõem, de modo diversificado, um mosaico vegetacional pela planície. Entre 1965 e 1997, a ação dos processos erosivos, nas margens do canal que consomem a planície aluvial, tem removido principalmente vegetações arbóreas de grande porte, e as altas taxas de sedimentação contribuem para a formação da unidade geomorfológica mais jovem da planície, que é colonizada, sobretudo, por espécies herbáceas.

Palavras-chave: planície aluvial, unidades morfo-vegetacionais, sucessão vegetacional.

ABSTRACT. Hydro-geomorphologic controls in the vegetation of the Araguaia river floodplain, Brazil. The existence of different vegetable typologies in the alluvial plains of the middle Araguaia presents a pattern of distribution determined by the fluvial dynamic of the channel and the type of sediments that form different units of the alluvial plain. The purpose of this study was to discuss how the fluvial processes acts in vegetation succession, considering the erosive and sedimentary activities within a short period of time, as well as the flood dynamic. The combined information from morphosedimentary unit maps of the alluvial plain and the vegetation units allows the elaboration of the map of morphosedimentary units. It was possible to verify that the vegetation units were distributed in a diversified way along the alluvial plain, composing a vegetation mosaic. Between 1965 and 1997, the action of the erosive processes in the banks of the channel that consume the alluvial plain removed in particular large arboreal vegetation types, and the high rates of sedimentation contribute to the formation of the most recent geomorphologic unit of the plain, which is being colonized especially by herbaceous species.

Key words: alluvial plain, vegetation units, vegetation succession.

Introdução

Quando se define o termo várzea, faz-se referência ao conceito equivalente de planície de inundação de um sistema fluvial, isto é, a área ribeirinha de um canal fluvial sujeita a inundações periódicas. Porém, esta definição é insatisfatória desde o ponto de vista geomorfológico. Sem dúvida, as inundações são de importância fundamental na manutenção da diversidade de habitats lênticos, lóticos e semi-aquáticos nas planícies aluviais, transformando-os em ambientes de grande riqueza de espécies (Ward e Stanford, 1995). Do ponto de vista ecológico, os eventos de cheia podem

homogeneizar os ambientes e conectá-los (Thomaz *et al.*, 1997), enquanto os extremos mínimos que apresentam pouca atividade em relação à geomorfologia do canal podem ser fatores limitantes para as espécies que necessitam da manutenção de água nos ambientes lênticos do ecossistema rio-planície de inundação.

Um sistema fluvial, no entanto, é um sistema físico com história e sua planície aluvial pode ser interpretada como arquivo morfo-sedimentar de uma sucessão de eventos paleohidrológicos. Os estudos sobre os processos físicos que levam à conformação do arcabouço arquitetural das planícies

aluviais ou várzeas de grandes rios são escassos no Brasil e, mais ainda, as pesquisas que tentam inter-relacionar aspectos físicos e aspectos bióticos das planícies aluviais.

O rio Araguaia é a principal artéria fluvial do Cerrado a qual mantém os mais importantes sistemas de áreas úmidas (*wetlands*) do Brasil Central e uma fascinante biodiversidade (Arruda *et al.*, 2000).

A existência de diferentes tipologias vegetais na planície aluvial do rio Araguaia apresenta padrão de distribuição que está determinado pela dinâmica fluvial do canal e o tipo de sedimentos que caracterizam as unidades morfo-sedimentares da planície. Neste artigo, apresentam-se resultados sobre as unidades morfológicas e vegetacionais, as interações entre o meio físico e a vegetação, assim como os processos de destruição/renovação que sofrem as unidades vegetacionais da planície aluvial na escala decadal.

Área de estudo

O rio Araguaia é a principal artéria de drenagem totalmente inserida no domínio do Bioma Cerrado, com de 2.110 km até desaguar no rio Tocantins. A área aproximada da bacia é de 380.000 km², com vazão média de 6.000 m³ s⁻¹. O clima na área da bacia é do tipo continental tropical úmido (Cw), na classificação de Köppen, com temperatura média anual de 22°C e precipitação média entre 1.300 a 1.800 mm (Nimer, 1989).

Segundo critérios geomorfológicos, Latrubesse e Stevaux (2002) dividiram o rio Araguaia em três unidades: alto, médio e baixo Araguaia. O médio Araguaia, onde está concentrada a área deste estudo, tem um total de 1.160 km de extensão entre Registro do Araguaia (MT) e Conceição do Araguaia (PA), com área de drenagem de 320.290 km².

O médio Araguaia caracteriza-se por apresentar uma planície aluvial bem desenvolvida, exibindo um complexo mosaico de unidades morfo-sedimentares quaternárias. Os sedimentos da planície foram depositados durante o Pleistoceno e Holoceno. Os sedimentos Pleistocenos são formados por sedimentos conglomeráticos arenosos e laterizados. Já os sedimentos Holocênicos, que formam a planície aluvial, são de variadas composições sedimentológicas, associadas a diversos tipos de ambientes lacustres, áreas pantanosas ou pequenos canais que drenam a planície. A largura da planície aluvial pode variar entre 2 e 10 km.

O canal do médio Araguaia, compreendido entre os Estados de Goiás e Mato Grosso, está dividido em dez segmentos, conforme a compartimentação de

Morais (2002) e Latrubesse (2007), possui uma extensão total aproximada de 580 km. A área deste estudo está restrita a dois segmentos do canal do médio Araguaia, segmentos 4 e 5, considerados os mais ativos do ponto de vista da dinâmica fluvial associada aos processos erosivos e sedimentares (Figura 1).

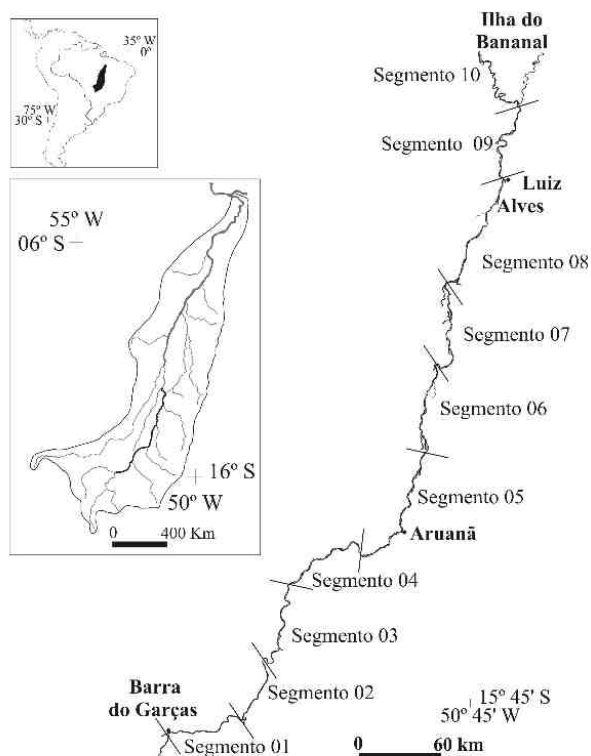


Figura 1. Localização da área de estudo.

Material e métodos

Conjunto de dados

A abordagem metodológica, para elaboração de mapas de unidades morfovegetacionais, envolve diferentes etapas de cruzamento de dados, cuja metodologia foi desenvolvida no âmbito do projeto Cabah (Latrubesse, 2007). Dois conjuntos de dados dão suporte para a obtenção dos produtos: fatores abióticos e bióticos.

A planície aluvial do médio Araguaia é composta por três unidades morfo-sedimentares, relacionadas geneticamente por um conjunto de geoformas ativas e inativas caracterizadas por variáveis de estado e transformação (Latrubesse e Stevaux, 2002; Bayer, 2002; Latrubesse *et al.*, 2007).

A interpretação destas unidades foi por meio de classificação de categorias fisionômicas de vegetação na planície aluvial do rio, identificadas a partir de produtos de sensoriamento remoto e trabalhos de campo.

As unidades morfovegetacionais surgem do

controle imposto pelo meio físico (fator abiótico), formado pelas unidades morfossedimentares que determinam certos domínios vegetacionais.

No caso do rio Araguaia, os principais produtos de espacialização foram:

- mapa de unidades morfo-sedimentares da planície aluvial do médio rio Araguaia sintetizado de Bayer (2002), Morais (2006) e Latrubesse e Carvalho (2006);

- dados bióticos, características fisionômicas da vegetação (mapeamento específico realizado para este trabalho).

Em campo, foram feitas identificações florísticas, coletadas amostras vegetacionais, para serem identificadas no herbário da Universidade Federal de Goiás, e coletadas amostras de sedimentos para a correlação entre espécies dominantes de vegetação e a natureza do material sedimentar associado.

A partir das amostras de campo e da identificação de manchas de vegetação em imagem Landsat 5 TM RGB-543, escala 1:100.000, foi obtido o mapa de unidades vegetacionais, digitalizado no SIG (Sistema de Informação Geográfica) e Spring (Sistema de Processamento de Informação Geo-referenciada), visando à espacialização dos dados e à quantificação areal.

Mapeamento das unidades morfo-vegetacionais

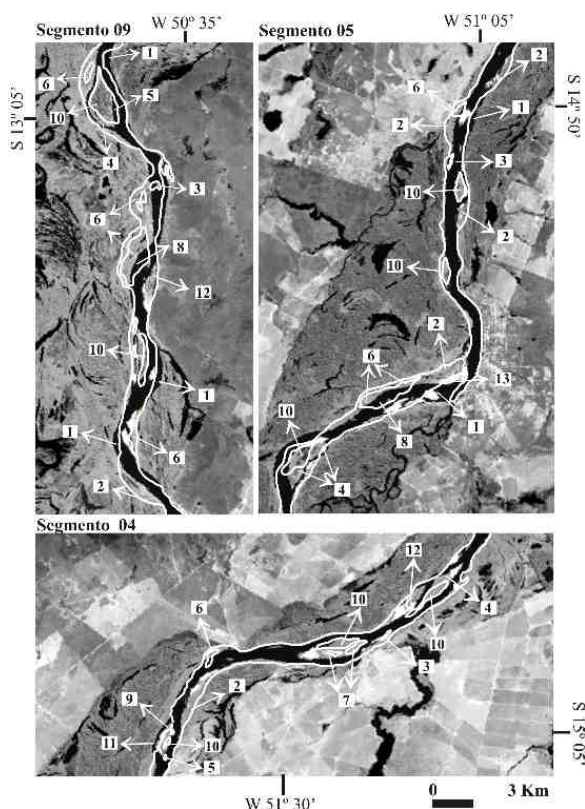
O processamento no SIG dos mapas de unidades morfo-sedimentares e o mapa de unidades vegetacionais permitiram a elaboração do mapa das unidades morfo-vegetacionais.

Por meio do Spring, foi possível obter relatórios de áreas da distribuição da vegetação associada a cada uma das três unidades morfossedimentares da planície aluvial.

Cruzamento de dados

A partir do mapa de unidades morfovegetacionais, foi associada uma variável de transformação, que corresponde à dinâmica do canal. Com base em fotos aéreas e imagens de satélite Landsat, foi elaborado o mapa dos processos erosivos e sedimentares do canal do médio Araguaia entre os anos de 1965 e 1997 (Figura 2) (Morais, 2002; Latrubesse, 2007). O produto resultante foi um mapeamento complexo que envolve 13 classes de processos de erosão e sedimentação que, em diferentes escalas e intensidade, afetaram o canal e, também, a planície aluvial.

Neste trabalho, porém, foi considerada apenas a atividade lateral do canal, constituída pelos processos de erosão das margens e de sedimentação lateral que afetam a planície aluvial.



1 – erosão lateral; 2 – sedimentação lateral; 3 – erosão em ilhas residuais; 4 – sedimentação em ilhas residuais; 5 – ilhas erodidas; 6 – ilhas acrescidas à planície; 7 – ilhas residuais anexadas para formação de nova ilha; 8 – erosão em ilha anexada à planície; 9 – sedimentação em ilha residual em setor erodionado; 10 – núcleo de ilha residual; 11 – ilha nova formada em área erodionada; 12 – ilha nova formada no canal; 13 – sedimentação em are erodida.

Figura 2. Processos erosivos e sedimentares associados ao canal do Médio Araguaia. Imagens de satélite Landsat 5 TM do ano de 1997, as linhas brancas indicam a posição do canal no ano de 1965.

O mapa de processos erosivos e sedimentares foi cruzado com o mapa de unidades morfo-vegetacionais, com o intuito de identificar quais tipos de vegetação foram removidos por erosão da planície e em que nível de intensidade a renovação vegetacional por processos de sucessão ocorre na planície aluvial do Araguaia, dentro de um intervalo temporal de escala decadal.

Resultados e discussão

Unidades morfo-sedimentares da planície de inundação do rio Araguaia

O conjunto das unidades morfo-sedimentares originadas por processos agradacionais do ambiente fluvial pode estar relacionado à geração de sistemas lacustres e de áreas com escoamento impedido. As planícies de escoamento impedido não são uma característica apenas do rio Araguaia, pois, áreas de escoamento impedido em planícies de inundação ocorrem frequentemente associadas a outros grandes

rios tropicais da América do Sul (Iriondo e Sugio, 1981; Latrubesse e Franzinelli, 2002).

No rio Araguaia, as três unidades identificadas na planície aluvial holocênica são: planície de escoamento impedido, planície de paleomeandros e planície de acreção de barras e ilhas (Latrubesse e Stevaux, 2002; Latrubesse e Carvalho, 2006).

Unidade I: planície de escoamento impedido

A planície de escoamento impedido do Araguaia (Unidade I) é considerada a unidade mais antiga da planície. Ocupa a posição mais externa de todas as unidades e está, topograficamente, mais baixa em relação às demais unidades. Apresenta superfície plana e deprimida, caracteriza-se por grandes áreas pantanosas com lagos arredondados, de vale bloqueado e de canais abandonados drenados por pequenos canais da planície (Figura 3).

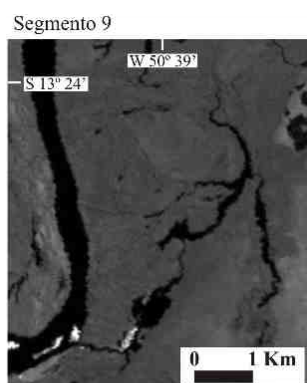


Figura 3. Lago de vale bloqueado associado a unidade I da planície aluvial do Médio Araguaia (Imagem Landsat 5 TM – 1998).

O sistema interno de drenagem desta unidade torna-se ativo apenas no período de inundações pela precipitação pluvial, saturação freática e pela entrada de pequenos tributários bloqueados, pois se destaca que esta unidade não recebe influência direta do canal principal. Durante o período de seca, a vazão destes canais é mínima, e os lagos ficam isolados do sistema principal pelas outras unidades da planície. Reconhecem-se, em toda a área, processos de acreção vertical de sedimentos finos associados a ambientes sedimentares de baixa energia, onde o processo de deposição é muito lento.

Unidade II: planície de paleomeandros e meandros atuais

A planície de paleomeandros (Unidade II) ocupa uma posição intermediária entre a Unidade I, descrita anteriormente, e a Unidade III, que será descrita mais adiante. Constitui-se também a unidade dominante da planície. Segundo Bayer (2002), os depósitos desta unidade representam as morfologias mais elevadas da planície, criando uma

divisória entre os depósitos arenosos de alta energia associados ao canal principal e os sedimentos finos de inundação, produto da acreção vertical pela decantação de sedimentos associados à unidade I.

As morfologias associadas a esta unidade são as espiras de meandros com crestas curvas e depressões de pequena profundidade geradas pela migração dos depósitos de barras em pontal. Outros elementos importantes presentes nesta unidade são os lagos formados pelo abandono da antiga posição do canal principal do Araguaia além dos lagos do tipo oxbows (Figura 4b). Esta unidade tem uma base formada por sedimentos arenosos, na sua superfície onde é intensa a deposição de sedimentos finos, associados a dinâmica de inundações do canal do rio Araguaia (Bayer, 2002; Latrubesse e Stevaux, 2002). O Rio Araguaia apresenta na atualidade um padrão de canal anabranching com tendência a braided e desenvolve esporádicas morfologias meandriformes de caráter pontual onde se desenvolvem espiras pela migração do canal (Figura 4a).

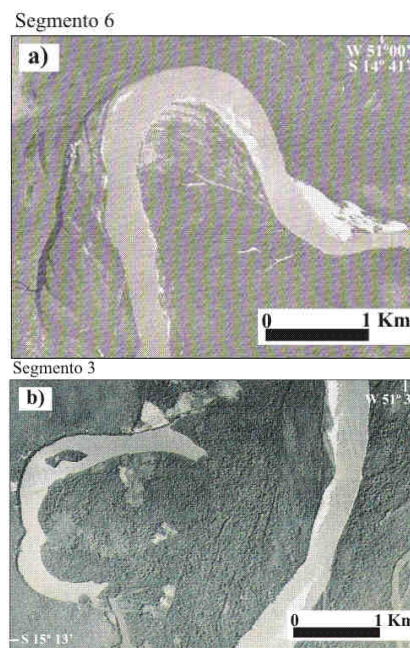


Figura 4. Exemplos de morfologia associada às unidades de paleomeandros e meandros atuais – a) complexo de espiras de meandro, associadas à barra em pontal; b) lago oxbow formados por corte de meandro (fotografias aéreas USAF-1965).

Unidade III: Planície de acreção de barras e ilhas

A planície de acreção de barras e ilhas (Unidade III) é mais estreita e acompanha o canal principal em sua quase total extensão. Esta superfície é periodicamente inundada e reflete as condições atuais de deposição do canal, associada ao padrão do tipo entrelaçado, de baixa sinuosidade. Barras

laterais, barras centrais e ilhas são as principais feições deste canal. A grande quantidade de areia transportada na fase final das enchentes se deposita nas margens (acresção lateral), dando origem aos depósitos da planície, seja pela estabilidade das barras, seja pelas ilhas que se anexam às margens pelo assoreamento de seus canais secundários (Figura 5).

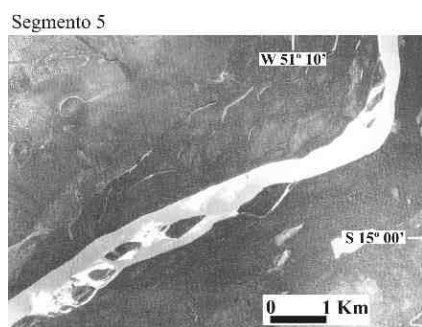


Figura 5. Processo de anexação de ilhas por assoreamento de canais secundários. Estes processos estão associados à formação da unidade III da planície aluvial do Médio Araguaia (Fotografia aérea de 1965).

A base dos depósitos desta unidade apresenta características ligadas a um ambiente de canal ativo e de alta energia. A arquitetura interna dos depósitos está ligada aos processos de acresção lateral, composta principalmente por areias grossas e médias, com intercalações de sedimentos finos que marcam as mudanças nas condições do fluxo. Estas condições assinalam uma sequência granodrecrescente de sedimentos entre a base e o topo.

Regime hidrológico

Os picos de cheias do rio Araguaia acontecem entre janeiro e abril, constituindo-se num regime relativamente simples, com uma temporada de cheia e outra de seca, em conformidade com o clima da bacia, típico das áreas de ocorrência de cerrado, caracterizado por apresentar duas estações bem definidas: a chuvosa, frequentemente marcada nos meses de outubro a abril; a estação seca, que começa a partir de maio até setembro. A grande variabilidade estacional é refletida em todos os setores do rio (Aquino *et al.*, 2005; Aquino *et al.*, 2008).

Essa variação é decorrência da combinação de vários fatores que englobam condições climáticas de precipitação, geologia e geomorfologia da área. Segundo Latrubesse *et al.* (2005), a grande diferença de valores entre fluxos máximos e mínimos é característica de rios tropicais que drenam suas bacias em áreas com clima bem definidos entre estações úmida e seca, como também,

possivelmente, devem-se à distribuição das chuvas e à eficiência de armazenamento da bacia.

O rio Araguaia é considerado como uma área prioritária para a conservação da biodiversidade aquática do Cerrado; o setor do médio Araguaia é tido como o segmento mais importante pela existência de ampla diversidade de ambientes aquáticos.

Os maiores fluxos presentes no setor da estação hidrométrica Aruanã, operada pelo Serviço Geológico do Brasil - CPRM e Agência Nacional de Águas - ANA, ocorreram nos anos de 1980 e 1983. Na estação Aruanã, o valor de margens plenas é alcançado quando o rio atinge a marca de 5,8 m, o qual representa uma vazão aproximada de margens plenas de, aproximadamente, $3.400 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Este valor indica a saturação total da planície de inundação, embora a mesma comece a se hidratar e saturar com valores de cota inferiores ao mencionado, pela série de conexões por meio de canais menores, zonas de diques rompidos, saturação dos sedimentos da planície aluvial e aportes locais de águas de chuva e tributários que deságuam sobre a planície aluvial.

Levantamentos de campo sobre a unidade de barras e bancos acrescidos da planície aluvial permitiram comprovar que as barras de canal ficam cobertas quando o rio atinge a cota 3,8 na estação mencionada. A partir desse momento, a planície aluvial começa a ser afetada pelos processos de inundação nas áreas topográficas mais baixas da unidade de paleomeandros, assim como da planície de escoamento impedido.

A planície aluvial do Araguaia é composta de um mosaico de lagos de diferentes tipos (Tabela 1) tais como: lagos de canal abandonado, canal abandonado encadeado, oxbow, oxbow colmatados, oxbow composto, espira de meandro, espira de meandro composta, diques marginais, vale bloqueado e lagos de acresção lateral (Morais *et al.*, 2005). Estes lagos armazenam águas e amortecem a transmissão da onda de cheias.

O nível de margens plenas é alcançado quando o rio atinge a cota 5,8 m, os diques marginais de maior altura ficam cobertos pelas águas de inundação e a totalidade da planície fica inundada. As curvas de permanência indicam que a duração média do pulso de inundação é de aproximadamente 20%, enquanto as cheias que superam o valor de margens plenas têm duração média de 5%.

Unidades de vegetação associadas ao rio Araguaia

A vegetação integrada à planície aluvial do médio rio Araguaia é considerada complexa e diversa,

agrupada por Araújo (2002) e diferenciada em quatro unidades vegetacionais: vegetação pioneira herbácea, vegetação arbustiva-arbórea, vegetação arbórea e vegetação antropizada. Tais unidades foram mapeadas e identificadas por meio da análise fitossociológica e florística.

Unidade de vegetação pioneira herbácea

A Unidade de Vegetação Pioneira herbácea está caracterizada por apresentar plantas de pequeno porte espaçadas entre si, sendo os maiores representantes as gramíneas e ciperáceas, além de ervas (representantes herbáceos) como as amarantáceas, euforbiáceas e onagráceas. Esta associação vegetacional está diretamente relacionada com a colonização pioneira de ilhas e barras fluviais (Araújo, 2002).

A ocorrência desses tipos vegetacionais está intimamente ligada ao canal fluvial do Araguaia, sob a influência direta de sua dinâmica hidrológica. Tais áreas são caracterizadas por pequenas depressões que, na época das cheias, são preenchidas por sedimentos argilosos e matéria orgânica. Na seca, essas depressões proporcionam rápida colonização de gramíneas, ciperáceas e outros tipos de ervas que apresentam crescimento bastante acelerado e são adaptadas a uma superfície predominantemente arenosa (Figura 6).



Figura 6. Vegetação do tipo pioneira herbácea colonizando barra lateral (Segmento 5).

Unidade de vegetação arbustiva-arbórea

Esta unidade está caracterizada por apresentar distintas associações arbustivas e arbóreas em que os representantes mais frequentes são as gramíneas, euforbiáceas, ciperáceas, compositas, curcubitáceas, onagráceas, bignoneáceas, leguminosas e sterculiáceas (Araújo, 2002). Esta unidade sofre influência do canal e de sua dinâmica de enchentes. Estas áreas estão associadas a uma topografia superficial irregular produzida por meandros abandonados e/ou colmatados,

cujas superfícies estão relacionadas a sedimentos arenos-argilosos para proporcionar uma boa fixação vegetal.

Outro ambiente de estudo deste grupo são as ilhas mais antigas já estabilizadas e que apresentam as mesmas características observadas nas margens do canal (Figura 7).



Figura 7. Vegetação do tipo arbustiva-arbórea na unidade morfo-sedimentar de paleomeandros (segmento 5).

Unidade de vegetação arbórea

A Unidade de Vegetação arbórea está caracterizada por apresentar, quase que exclusivamente, representantes arbóreos. A vegetação dominante é de grande porte e está associada aos setores mais velhos da planície aluvial.

O desenvolvimento desta vegetação está diretamente relacionado com a textura fina dos solos e a quantidade de matéria orgânica na sua superfície. Estas áreas não sofrem influências diretas do canal, sua dinâmica de inundação está mais vinculada à precipitação pluvial e saturação da planície. Os tipos vegetacionais dominantes são as cecrópias, palmeiras, euforbiáceas, begoniáceas, passifloráceas, leguminosas. Esta área revela grande diversidade de espécies (Figura 8).



Figura 8. Vegetação arbórea na unidade morfo-sedimentar de escoamento impedido (Segmento 5).

Unidade de vegetação antropizada

A Unidade de Vegetação Antropizada representa pouca extensão dentro da planície aluvial e corresponde a todas as áreas de planície aluvial que foram ou estão sendo ocupadas pelo homem, utilizadas para uso de pastagens, agricultura e construções.

Distribuição areal das unidades vegetacionais

São apresentados resultados obtidos para os segmentos 4 e 5 do canal e planície aluvial do rio Araguaia, por serem os mais ativos e morfologicamente representativos. A Tabela 1 apresenta a área ocupada pelas unidades vegetacionais nos segmentos 4 e 5 e sua porcentagem em relação à planície aluvial.

Tabela 1. Valores areais das unidades vegetacionais dos segmentos 4 e 5 do canal do médio Araguaia.

Unidades vegetacionais	Segmento 4		Segmento 5	
	Área (km ²)	% da planície do segmento	Área (km ²)	% da planície do segmento
Vegetação pioneira herbácea	1,90	1,28	2,75	0,96
Vegetação arbustiva-arbórea	33,01	22,29	27,56	9,66
Vegetação arbórea	100,70	68,02	233,74	82,02
Vegetação antropizada	1,69	1,14	6,0	2,11
Lagos	10,75	7,27	14,96	5,25
Total das unidades da planície aluvial	148,05	100	285,01	100
Vegetação pioneira herbácea (barras de canal)	4,56	-	-	-
Vegetação arbustiva-arbórea (ilhas)	4,35	-	-	-

Os segmentos 4 e 5 têm uma extensão aproximada de 54,5 e 75,5 km, respectivamente. Em ambos os segmentos (Tabela 1), a unidade de vegetação arbórea é dominante sobre as demais. Porém, as barras de canal se caracterizam por apresentar vegetação do tipo pioneira herbácea, enquanto nas ilhas, a vegetação dominante é do tipo arbustiva arbórea.

A existência dominante na planície aluvial de vegetação arbórea de grande porte, e não somente gramíneas, dificulta a transmissão de fluxo e beneficia a absorção de água na planície, produzindo maiores perdas de descargas e retenção de sedimentos.

As unidades morfovegetacionais da planície aluvial do médio Araguaia

O processamento das informações referentes aos mapas de unidades morfo-sedimentares e unidades vegetacionais resultou no mapa das unidades morfo-vegetacionais (Figura 9).

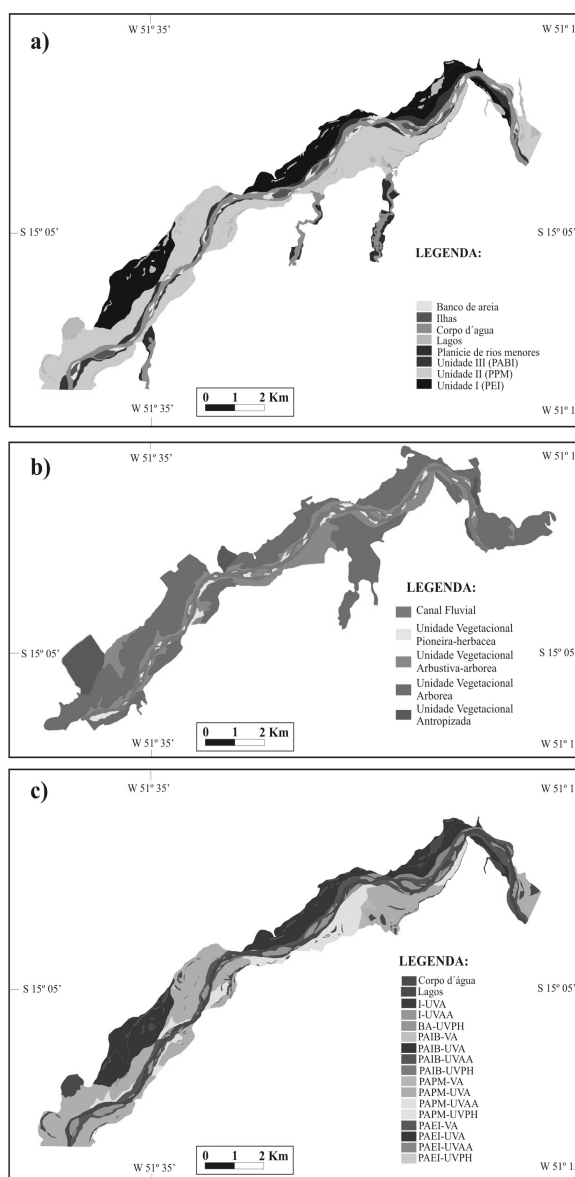


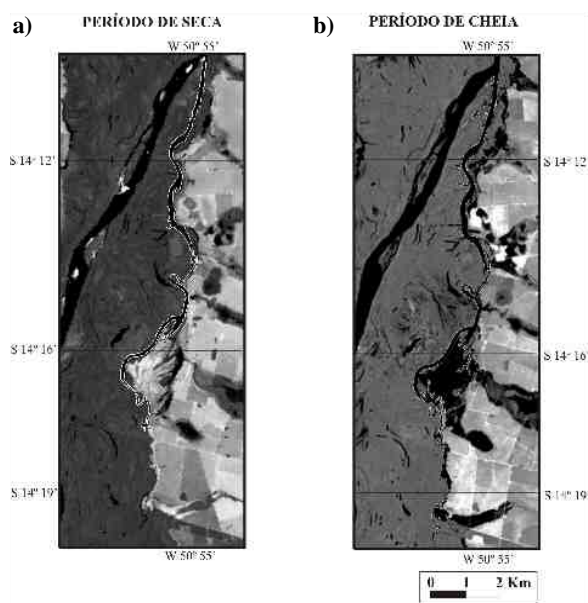
Figura 9. Mapas das unidades – a) morfo-sedimentares; b) vegetacionais; c) morfo-vegetacionais (Segmento 4).

A Tabela 2 apresenta estas unidades e como estão distribuídas as unidades morfo-vegetacionais nos segmentos 4 e 5.

A planície com escoamento impedido e presença de vegetação arbórea é a unidade de maior representação areal nos dois segmentos mencionados (Tabela 2), em geral, não sofre influência direta das enchentes do canal do Araguaia, sua dinâmica de inundações está ligada principalmente à precipitação pluvial e à saturação freática. Na seca/estiagem, os sistemas lacustres associados a esta unidade tendem a se contrair e, no período de chuvas/cheias, ocorre expansão (Figura 10).

Tabela 2. Distribuição areal das unidades morfo-vegetacionais dos segmentos 4 e 5 do canal do médio Araguaia.

Unidades morfo-vegetacionais	Segmento 4 (Área km ²)	Segmento 5 (Área km ²)
Planície de escoamento impedido com vegetação pioneira herbácea (PEI-VPH)	0	0
Planície de escoamento impedido com vegetação arbustiva-arbórea (PEI-VAA)	1,85	2,90
Planície de escoamento impedido com vegetação arbórea (PEI-VA)	44,02	118,85
Planície de escoamento impedido com vegetação antrópica (PEI-VAN)	0,49	6,0
Planície de paleomeandros com vegetação pioneira herbácea (PPM-VPH)	1,68	1,80
Planície de paleomeandros com vegetação arbustiva-arbórea (PPM-VAA)	17,03	10,82
Planície de paleomeandros com vegetação arbórea (PPM-VA)	56,68	99,46
Planície de paleomeandros com vegetação antrópica (PPM-VAN)	1,20	0
Planície acrescida de barras e ilhas com vegetação pioneira herbácea (PABI-VPH)	0,22	0,95
Planície acrescida de barras e ilhas com vegetação arbustiva-arbórea (PABI-VAA)	14,35	13,03
Planície acrescida de barras e ilhas com vegetação arbórea (PABI-VA)	0	16,21
Planície acrescida de barras e ilhas com vegetação antrópica (PABI-VAN)	0	0

**Figura 10.** Lago de canal abandonado associado à unidade de paleomeandros; a) período de seca; b) período de inundação, conexão entre os sistemas lacustres associados à unidade de paleomeandros e a unidade de escoamento impedido.

A unidade de paleomeandros com vegetação arbórea é a segunda maior superfície areal (Tabela 2). Esta unidade sofre diretamente, mas em forma parcial, a dinâmica de enchentes do rio Araguaia. E, os sistemas lacustres apresentam distribuição significativa na área da planície aluvial de paleomeandros nesses dois segmentos (Tabela 1).

O tipo de vegetação arbustiva-arbórea está bem distribuído também pelas unidades morfo-sedimentares de paleomeandros e planície acrescida de barras e ilhas. Esta última unidade, em particular, está ligada diretamente ao canal fluvial e, portanto, os processos de sucessão vegetacional são bem mais frequentes.

Foi constatado, por conseguinte, que as unidades de vegetação se encontram distribuídas de modo bem diversificado pelas diferentes unidades geomorfológicas da planície aluvial (Tabela 2). Esta característica compõe um mosaico vegetacional, em que não se tem um único tipo específico de vegetação para uma determinada unidade geomorfológica.

Sendo que a arquitetura morfo-sedimentar da planície aluvial, formada pelas três unidades, a dinâmica de inundações e a troca de sedimentos entre o canal e a planície aluvial favorecem o desenvolvimento de uma complexa vegetação aluvial.

A dinâmica de remobilização das unidades morfo-vegetacionais

Ao longo de 32 anos, no período entre 1965 e 1997, erosão e sedimentação são processos que estiveram presentes no canal do médio Araguaia, levando o rio a diversas mudanças morfológicas de seus elementos fluviais, como ilhas e barras, e à configuração das margens (Figura 2).

Os processos de erosão e sedimentação no canal do rio Araguaia estão relacionados principalmente à erosão das margens e sedimentação lateral. A identificação e a descrição destes processos permitiram verificar quais tipos de vegetação foram removidas juntamente com as planícies aluviais e quais tipos de vegetação vêm sucedendo os antigos padrões vegetacionais ao longo das extensas áreas de sedimentação ao longo do canal.

Na Tabela 3 são apresentadas as áreas erodidas pertencentes a cada unidade morfo-sedimentar da planície aluvial dos dez segmentos do médio rio Araguaia.

Tabela 3. Área dos processos de erosão nas unidades morfo-sedimentares da planície aluvial do médio Araguaia e sedimentação lateral entre 1965 e 1997, distribuídas em função dos dez segmentos de canal.

Segmentos do canal	Erosão (km ²)		Erosão (km ²)		Sedimentação do canal (km ²)
	PEI	PPM	PEBI	Terraço	
1	0	0	1,75	0,54	2,77
2	0	0,18	0,96	0,10	3,31
3	0,50	3,86	2,0	0,43	7,20
4	1,39	1,25	0,72	0,18	8,40
5	0,83	1,33	3,73	0,23	10,03
6	1,59	1,29	2,73	0,31	7,42
7	1,75	2,39	1,49	0,04	7,06
8	0,56	3,78	2,29	0,08	6,58
9	0	3,31	0,42	0	5,99
10	1,24	0,97	2,24	0,64	5,08
Total	7,86	18,36	18,33	2,55	63,84

Legenda: PEI, planície aluvial de escoamento impedido; PPM, planície aluvial de paleomeandro; PEBI, planície aluvial de acreção de ilhas e barras.

Os segmentos 4 e 5 foram tomados como exemplos, por estarem entre os mais ativos do ponto de vista erosivo e deposicional. A Tabela 4 apresenta os resultados da erosão que atua nas respectivas unidades e, conseqüentemente, remove a vegetação a elas associadas.

Tabela 4. Atuação dos processos erosivos na remoção de morfo-unidades vegetacionais dos segmentos 4 e 5 do canal do médio rio Araguaia.

Unidades morfovegetacionais	Segmento 4		Segmento 5	
	Área (km ²)	% erosão unidade	Área (km ²)	% erosão unidade
Planície de escoamento impedido com vegetação arbustiva-arbórea (PEI-VAA)	0,66	47,49	0,85	100
Planície de escoamento impedido com vegetação arbórea (PEI-VA)	0,73	52,51	-	-
Planície de paleomeandros com vegetação arbustiva-arbórea (PPM-VAA)	0,82	65,6	0,59	43,71
Planície de paleomeandros com vegetação arbórea (PPM-VA)	0,43	34,4	0,76	56,29
Planície acrescida de barras e ilhas com vegetação pioneira herbácea (PABI-VPH)			0,09	2,39
Planície acrescida de barras e ilhas com vegetação arbustiva-arbórea (PABI-VAA)	0,70	100	2,40	63,83
Planície acrescida de barras e ilhas com vegetação arbórea (PABI-VA)	-	-	1,27	33,78
Terraço	0,18	100	0,23	100

A vegetação arbustiva-arbórea e a arbórea, associadas às unidades morfo-sedimentares de escoamento impedido e paleomeandros, são os tipos vegetacionais que foram mais intensamente removidos pela erosão marginal do canal (Tabela 4). A unidade de acreção de ilhas e barras, considerando os dois segmentos, foi a mais intensamente remobilizada, o que pode ser explicado pela sua posição em relação ao canal. É importante remarcar que, uma vez destruídas (erosionadas), tanto a unidade de escoamento impedido quanto a de paleomeandros não voltam a se formar, ao contrário do que se passa com a unidade de acreção de barras e ilhas que está em constante evolução.

As áreas de sedimentação nos dois segmentos mencionados são extremamente elevadas; estas áreas estão sendo acrescidas à planície de barras e ilhas, sendo rapidamente colonizadas pela vegetação pioneira do tipo herbácea (Tabela 3). Ou seja, com a destruição, a vegetação de grande parte das unidades mais antigas da planície está sendo sucedida por vegetações herbáceas e arbustivas da planície mais jovem, em um ritmo notavelmente rápido.

A Tabela 5 apresenta os tipos vegetacionais que mais foram removidos da planície aluvial; pode-se observar que, no segmento 4 do canal, a vegetação do tipo arbustiva-arbórea foi a mais atingida pelos processos erosivos; já no segmento 5, tanto a arbustiva-arbórea quanto o tipo arbóreo tiveram valores quase equivalentes de áreas removidas, ou

seja, os processos erosivos têm atuado com mais intensidade nestes segmentos de canal, removendo maiores áreas de vegetação de grande porte.

Tabela 5. Tipos vegetacionais que foram mais intensamente removidos da planície aluvial nos segmentos 4 e 5.

Tipos de vegetação	Segmento 4		Segmento 5	
	Área (km ²)	%	Área (km ²)	%
Unidade vegetacional pioneira herbácea	-	-	0,09	1,45
Unidade vegetacional arbustiva-arbórea	2,88	61,93	2,99	48,31
Unidade vegetacional arbórea	1,16	32,96	2,88	46,53
Terraços	0,18	5,12	0,23	3,71

Conclusão

A planície aluvial do médio Araguaia tem sua origem ligada a processos agradacionais do ambiente fluvial, com sistemas lacustres associados. As três unidades que compõem a planície aluvial do Araguaia são a planície de escoamento impedido, a planície de paleomeandros e a planície acrescida de barras e ilhas. A dinâmica fluvial e o tipo de sedimentos associados às unidades da planície determinam a ocorrência de determinadas espécies vegetais.

O controle imposto pelo meio físico pelas características morfológicas da planície aluvial e pelo funcionamento hidrológico do sistema fluvial (fatores abióticos) condiciona o surgimento e manutenção das unidades vegetacionais. Na planície aluvial do rio Araguaia, distinguiram-se quatro maiores categorias de tipos de vegetação: vegetação do tipo pioneira herbácea, arbustiva-arbórea, arbórea e vegetação antropizada (agricultura, pastagens plantadas e áreas de cidades). O processamento e a integração das unidades morfo-sedimentares e as unidades vegetacionais resultaram em mapas de unidades morfovegetacionais.

A análise nos segmentos 4 e 5 do canal do médio Araguaia demonstrou que, na planície de escoamento impedido, prevalece vegetação do tipo arbórea e arbustiva-arbórea principalmente. Na planície de paleomeandros, verifica-se, além das citadas acima, a ocorrência dos tipos pioneira herbácea e antrópica.

Os tipos vegetacionais associados às ilhas e barras ao longo do canal também são diferentes. Nas barras, prevalece vegetação do tipo pioneira herbácea, enquanto nas ilhas, vegetação do tipo arbustiva-arbórea. A diferença vegetacional destas geoformas reside no fato de que as ilhas, enquanto morfologias mais estáveis, evoluem por acreção lateral e vertical. A acreção vertical, no caso, favorece a deposição de sedimentos finos (silte-argila) sobre as bases arenosas, aumentando sua

estabilidade e permitindo o desenvolvimento de vegetações de maior porte.

A unidade de barras e bancos acrescidos da planície aluvial começa a ficar coberta por água quando o rio atinge a cota 3,8 m na estação Aruanã, a partir desse momento, a planície aluvial começa a ser afetada pelos processos de inundação nas áreas topográficas mais baixas da unidade de paleomeandros, assim como da planície de escoamento impedido. O nível de margens plenas é atingido quando o rio atinge a cota 5,8 m e os diques marginais de maior altura e a totalidade da planície ficam cobertos pelas águas de inundação. A permanência destas cheias que começam a hidratar a planície aluvial tem duração média de, aproximadamente, 20% (~73 dias), enquanto as cheias que superam valor de margens plenas têm duração média de 5% (~18 dias).

Considerando a dinâmica fluvial como variável de transformação, verificou-se que os processos erosivos e sedimentares atuam como fatores que influenciam a dinâmica de sucessão vegetal. A erosão provoca remoção de determinados tipos de vegetação associados às unidades da planície aluvial consideradas mais estáveis, onde se desenvolve vegetação de grande porte. A destruição destas unidades da planície gera maiores quantidades de sedimentos que entram no canal e contribuem para os processos de acreção lateral de sedimentos às margens. Este processo está associado à unidade mais jovem da planície em que se desenvolvem vegetações do tipo herbáceas e arbustivas. Os maiores percentuais areais de tipos de vegetação destruídos pelos processos erosivos são, portanto, do tipo arbustiva-arbórea e arbórea, associados às unidades morfossedimentares de escoamento impedido e paleomeandros.

Destaca-se que, uma vez erosionadas, estas superfícies não se regeneram mais, ao passo que a unidade de acreção de barras e ilhas encontra-se em processo de construção. Isso significa que há uma tendência nos últimos 32 anos, período em que estes processos foram avaliados, de perda de áreas da planície que sustentam uma grande diversidade de espécies florísticas e de habitats aquáticos localizados sobre as unidades geomorfológicas mais estabilizadas, mas que, paradoxalmente, estão sofrendo processos de erosão. Por outro lado, a intensa sedimentação lateral do canal intensifica os processos de acreção de barras à planície; evidencia-se uma planície em fase de construção e vegetação característica composta principalmente por gramíneas, os maiores representantes herbáceos associados a esta jovem unidade geomorfológica.

Considerando o acelerado processo de atividade erosiva e sedimentar do canal do médio Araguaia, ressalta-se, ainda, que a unidade morfossedimentar de acreção de barras e ilhas está mais sujeita aos processos de remobilização sedimentar e, conseqüentemente, vegetal. Pela sua instabilidade morfogenética e pelo condicionamento hidrológico (alta permanência de fluxos), este fato compromete o desenvolvimento de uma vegetação mais diversificada e de maior porte.

Agradecimentos

Esta pesquisa foi subsidiada pelo CNPq, Programa Prosul-CNPq, Programa Cyted e pelo Projeto *Land use Impacts on the Water Resources of the Cerrado Biome NASA - Earth Science Enterprises*. Os autores agradecem a Leandro Gonçalves de Oliveira e Laerte Guimarães Ferreira Júnior pelos comentários e sugestões. Samia Aquino agradece à Capes pela bolsa de pós-doutorado cedida no transcurso de geração deste artigo.

Referências

- AQUINO, S. et al. Regime hidrológico e aspectos do comportamento morfohidráulico do rio Araguaia. *Rev. Bras. Geomorfol.*, Uberlândia, v. 6, n. 2. p. 29-41, 2005.
- AQUINO, S. et al. Relações entre o regime hidrológico e os ecossistemas aquáticos da planície aluvial do Rio Araguaia. *Acta Sci. Biol. Sci.*, Maringá, v. 30, n. 4, p. 361-369, 2008.
- ARAÚJO, F.R. *Controles abióticos da vegetação na planície aluvial do rio Araguaia*. 2002. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2002.
- ARRUDA, M. et al. *Projeto Corredor Ecológico Bananal/Araguaia*. Brasília: Ibama, 2000.
- BAYER, M. *Diagnóstico dos processos de erosão/assoreamento na planície aluvial do rio Araguaia: entre Barra do Garças e Cocalinho*. 2002. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2002.
- IRIONDO, M.; SUGIO, K. Neotectonics of the Amazon plain. *INQUA Neotec. Bulletin.*, Estocolmo, v. 4, p. 72-78, 1981.
- LATRUBESSE, E.M. La Red CABAHI-XIIC-CYTED-CNPq: controles abióticos de la vegetación en áreas de humedales: comparación y diagnóstico de la aplicación de métodos y técnicas de espacialización y monitoreo de unidades vegetacionales. *Revista UnG-Geociências*, Guarulhos, v. 10, n. 7, p. 7-14. 2007.
- LATRUBESSE, E.M.; CARVALHO, T.M. *Geomorfologia do Estado de Goiás*. Goiânia: Superintendência de Geologia e Mineração do Estado de Goiás, 2006.
- LATRUBESSE, E.M.; FRANZINELLI, E. The Holocene alluvial plain of the middle Amazon river, Brazil. *Geomorphology*, Amsterdam, v. 44, p. 241-257, 2002.

- LATRUBESSE, M.E.; STEVAUX J.C. Geomorphology and environmental aspects of the Araguaia fluvial basin, Brazil. *Zeitschrift für Geomorphologie*, Tübingen, v. 129, suppl., p. 109-127, 2002.
- LATRUBESSE, E. *et al.* Tropical rivers. *Geomorphology*, Amsterdam, v. 70, n. 3-4, p. 187-206, 2005.
- LATRUBESSE, E.M. *et al.* The geomorphologic response of a large pristine alluvial river to tremendous deforestation in the South American tropics: the Araguaia case. *Geomorphology*, Amsterdam, 2007. (No prelo).
- MORAIS, R.P. *Mudanças históricas na morfologia do canal do rio Araguaia no trecho entre a cidade de Barra do Garças (MT) e a foz do rio Cristalino na Ilha do Bananal no período das décadas de 60 e 90. 2002.* Dissertação (Mestrado em Geografia)-Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2002.
- MORAIS, R.P. *A planície aluvial do Médio Araguaia: processos geomorfológicos e suas implicações ambientais. 2006.* Tese (Doutorado em Ciências Ambientais)-Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.
- MORAIS, R.P. *et al.* Morfometria de sistemas lacustres da planície aluvial do médio rio Araguaia. *Acta Sci. Biol. Sci.*, Maringá, v. 27, n. 3, p. 203-213, 2005.
- NIMER, E. Clima. *In: IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geografia do Brasil: Região Centro-Oeste.* Rio de Janeiro: IBGE, 1989. p. 23-34.
- THOMAZ, S.M. *et al.* Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. *In: VAZZOLER, A.E.A.M. et al. (Ed.). A planície de inundação do Alto Rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos.* Maringá: Eduem, 1997.
- WARD, J.V.; STANFORD, J.A. Ecological connectivity in alluvial river ecosystems and its disruption by flow regulation. *Regul. Rivers*, New York, v. 11, n. 1, p. 105-120, 1995.

Received on July 07, 2008.

Accepted on September 30, 2008.