



REGIME HIDROLÓGICO E ASPECTOS DO COMPORTAMENTO MORFOHIDRÁULICO DO RIO ARAGUAIA

Sâmia Aquino

*Universidade Estadual de Maringá-UEM – NUPELIA-Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais
samia_aquino@terra.com.br*

José Cândido Stevaux

¹Universidade Estadual de Maringá-UEM – NUPELIA-Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais

Edgardo Manuel Latrubesse

Universidade Federal de Goiás – IESA - Instituto de Estudos Sócio-Ambientais

Resumo

O rio Araguaia possui uma área de drenagem de 377.000 km², uma descarga média anual de 6100 m³/s e se constitui no principal sistema fluvial que transcorre sobre o Brasil central. Estudos geomorfológicos sobre a bacia do Araguaia são escassos. Neste artigo são apresentadas algumas observações sobre o comportamento hidrogeomorfológico deste sistema fluvial, focalizando o regime hidrológico e as mudanças morfo-hidráulicas ocorridas no canal. O estudo foi efetivado através do processamento de dados de vazão média diária, média mensal, média anual, largura, profundidade, velocidade e seções transversais de uma série histórica de 30 anos (1970 a 1999), em nove estações hidrológicas, envolvendo o alto, médio e baixos cursos. O regime hidrológico do Araguaia é dependente do clima quente/semi-úmido característico da região. Os picos de cheias se definem entre os meses de janeiro a maio, enquanto o período de decréscimo das descargas acontece entre junho e setembro. No alto e baixo cursos ocorre uma intensa variabilidade entre fluxos máximos e mínimos, enquanto no médio curso as vazões são amortecidas pela planície aluvial. Admitindo que a vazão atua como modificadora dos possíveis ajustamentos sofridos pelo canal fluvial, as relações de geometria hidráulica em uma determinada seção transversal foram inseridas no contexto geomorfológico com a finalidade de caracterizar o comportamento morfohidráulico do canal nos diferentes setores do rio à medida que variam os fluxos ao longo do ano.

Palavras-chave: Rio Araguaia; Regime hidrológico; Comportamento morfohidráulico.

Abstract

With drainage area of 377,000 km² and a mean annual discharge of 6,100 m³/s the Araguaia Rivers is the most important fluvial system draining the Cerrado biome of Brazil. In this paper we analyze water discharge, drainage area, cross-sections, width, depth and flow velocity data obtained from nine gauge stations in of the Araguaia River. In general terms the hydrologic regime depends of the dominant climate (tropical wet-dry) with floods from January to May (rain period) and low water between June and September. The peaks of maximum discharge are smoothed because the occurrence of secondary peaks. In the upper and lower courses there is a high variation between maximum and minimum peaks because the under developing of the floodplain, while in the medium course the flow peaks are smoothed by the presence of a well developed river floodplain. In general, the hydrological regime of the Araguaia River is simple. Was possible to conclude that the particular geomorphology of the drainage basin produces characteristic effects in river hydrology and that the hydrological regime is controlled by the characteristics of the bed (rocky in the upper and lower reach) as well as by the development of the floodplain (middle reach). However, doing more detailed analyses, the river presents an atypical distribution of flood discharge in the middle reach. In this area the river loss 30% of water discharge which are stored in the floodplain. Study of hydraulic geometry at a-station, suggests that width is almost constant as response to increasing discharge, but depth and velocity increase significantly.

Key Words: Araguaia River, Hydrologic regime; Morphohydraulic behavior

Introdução

A bacia do Tocantins é considerada a quarta maior bacia de drenagem da América do Sul, estendendo-se por aproximadamente 800.000 km², englobando parte de dois grandes biomas sul-americanos: a floresta Amazônica ao Norte e o Cerrado brasileiro ao Sul. É formada principalmente por dois grandes sistemas fluviais: O Tocantins e o Araguaia.

Pesquisas relacionadas a características hidrológicas e geomorfológicas na bacia Tocantins são escassas, principalmente em relação à bacia do rio Araguaia, considerada uma área prioritária para a conservação da biodiversidade aquática do cerrado e da qual se faz referência apenas em alguns relatórios técnicos do Serviço Geológico do Brasil-CPRM e da Agência Nacional de Águas-ANA, com ênfase em medidas quantitativas de fluxos de águas e insuficientes medições sedimentométricas. Recentemente, estudos sobre o sistema fluvial do Araguaia, estão sendo abordados sob diferentes focos de análises, compilados em trabalhos de Latrubesse e Stevaux (2002), Werneck Lima, et.al. (2003), Aquino (2002), Morais (2002), Bayer (2002), Vieira (2002), entre outros.

Atualmente, na Região Centro-Oeste, a bacia do rio Araguaia é foco de amplas discussões políticas, sociais e científicas, devido ao intensivo desmatamento do Cerrado e à expansão de atividades agrícolas na área durante as últimas quatro décadas, com destaque à necessidade de projetos para planejamento de melhor utilização dos recursos existentes.

Estudos sobre recursos hídricos, para conhecer adequadamente o comportamento dos processos hidrológicos, são fundamentais para o gerenciamento dos recursos naturais. Com base nisto, o objetivo desse artigo é caracterizar o atual funcionamento hidrológico do rio Araguaia, mostrando a distribuição das vazões para todo curso fluvial e relacionar com características geomorfológicas dos três setores do rio, apresentando uma análise do desempenho morfo-hidráulico do canal através de equações de geometria hidráulica.

1. Área de estudo – características gerais

O rio Araguaia é o principal tributário do rio Tocantins, possui uma área de drenagem de aproximadamente 380.000 km² e descarga média de 6.100 m³/s. É considerado um rio de baixa sinuosidade, com ilhas e braços e tendência ao entrelaçamento, sendo que em alguns trechos mostra uma disposição a possuir canal único, as vezes formando meandros. Seu índice de entrelaçamento, entretanto, é baixo, com um canal principal e não mais do que um ou dois braços. Ilhas e bancos de areia são feições aluviais principais ao longo do canal (LATRUBESSE e STEVAUX, 2002).

O rio Araguaia nasce na serra dos Caiapós, numa altitude de 850 m.s.n.m, na divisa dos Estados de Goiás e Mato Grosso e, depois de percorrer 720 km, divide-se em dois braços: O Araguaia e o Javaés, formando a maior ilha fluvial do mundo, a Ilha do Bananal, com extensão aproximada de 300 km. O

Araguaia percorre mais de 2.100 km até a confluência com o rio Tocantins. O seu principal afluente é o rio das Mortes com aproximadamente 60.000 km² de área de drenagem.

Segundo Latrubesse e Stevaux (2002), o rio Araguaia é dividido em três segmentos: alto, médio e baixo. O alto Araguaia drena uma área de 36.400 km² e se desenvolve da cabeceira até a cidade de Registro do Araguaia. No médio curso que se estende por 1.600 km desde de Registro do Araguaia até Conceição do Araguaia, a área de drenagem aumenta drasticamente, alcançando uma área maior que 300.000 km², onde está presente uma planície aluvial bem desenvolvida. O baixo Araguaia se constitui depois da localidade de Conceição do Araguaia até sua confluência com o rio Tocantins (Figura 1).

No setor do alto Araguaia o rio corre encaixado em rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino e sobre rochas da Bacia Sedimentar do Paraná. Geomorfológicamente esta área é formada por paisagens mais abruptas com elevações de até 1.000m (LATRUBESSE e STEVAUX, 2002).

No médio curso, o rio flui através de uma planície aluvial bem desenvolvida. Entretanto, na área superior do médio Araguaia, o rio corta blocos tectônicos de rochas pré-cambrianas. Mais adiante nesse setor, o rio transcorre através de terras baixas da planície do Bananal, uma importante unidade geomorfológica e sedimentar (LATRUBESSE e STEVAUX, 2002).

Para Latrubesse e Stevaux (2002), a planície aluvial do médio Araguaia é um complexo mosaico de unidades morfo-sedimentares formadas por sedimentos do Holoceno e do Pleistoceno tardio e reconhecem três tipos de unidades geomorfológicas dominantes que conformam a planície aluvial atual: a) planície de inundação de escoamento impedido b) a unidade dominada por paleomeandros e c) as planícies de barras e ilhas acrescidas.

O baixo Araguaia inicia-se depois da planície do Bananal, quando a planície aluvial do rio praticamente desaparece e o rio entra em área de rochas cristalinas pré-cambrianas com extensão de aproximadamente 500 km, até a confluência com o rio Tocantins.

As condições climáticas que predominam na bacia Araguaia são de natureza continental tropical, devido à sua posição continental, não sofre o efeito direto da confluência intertropical. Apresenta-se semi-úmido com tendência a úmido, caracterizando-se segundo Koppen, no tipo Aw, de savanas tropicais, com 4 a 5 meses secos (SIMEGO, 2002).

Há durante o ano duas estações bem acentuadas: a chuvosa e a seca, com um mês de transição nas passagens de uma para outra. O período mais chuvoso da bacia compreende os meses de outubro a abril e o mais seco os meses de julho a agosto. São mais chuvosos os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, na parte central e sul da bacia, e de janeiro, fevereiro e março, na região norte da bacia.

A distribuição espacial das chuvas mostra que na região das nascentes a precipitação alcança 1500mm anuais. Na faixa correspondente ao médio Araguaia as precipitações diminuí-

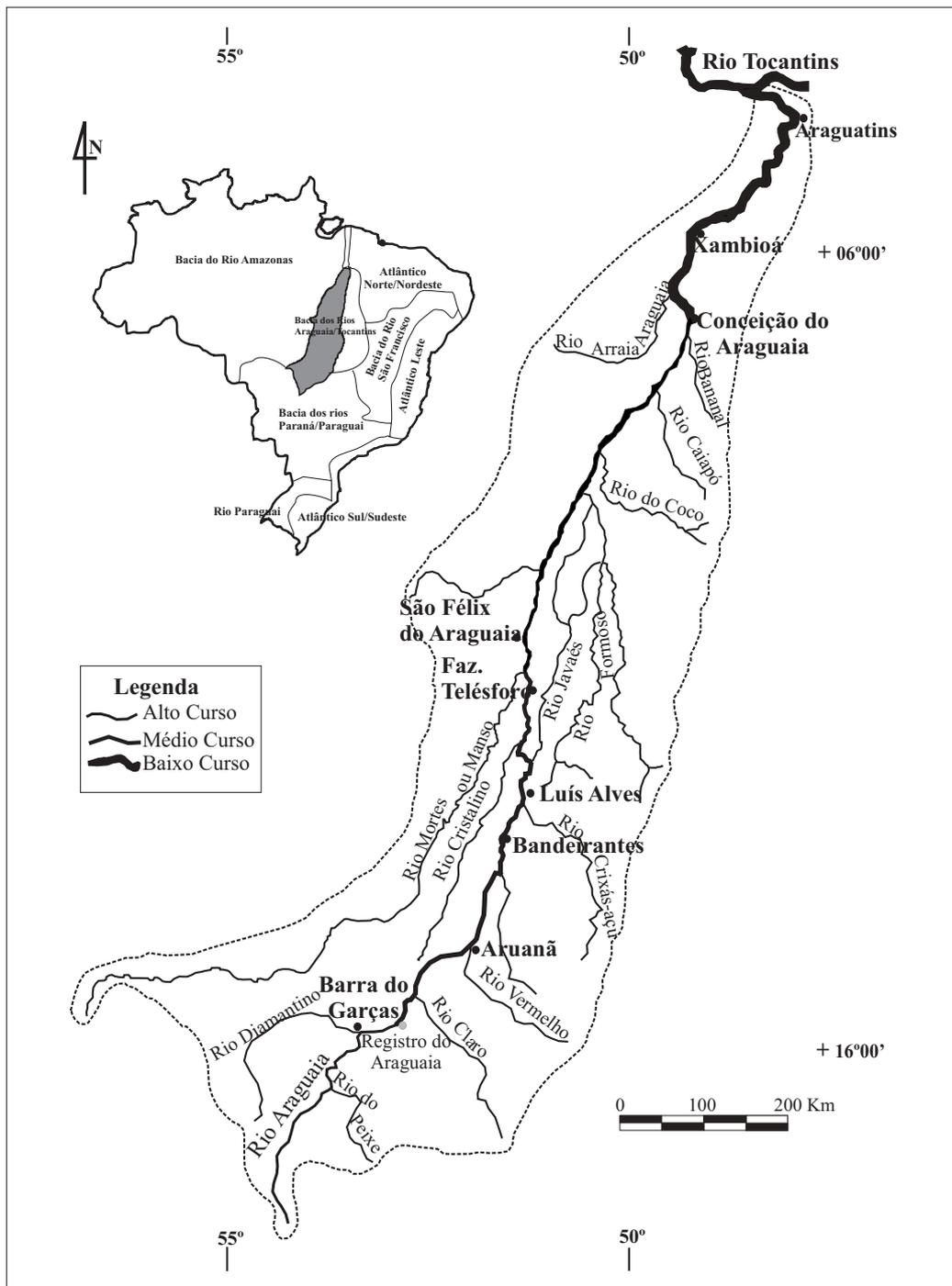


Figura 1: Localização das estações hidrológicas do Rio Araguaia.

em no sentido oeste-leste, de 1850mm para 1000mm por ano. Na parte mais norte da bacia as precipitações aumentam consideravelmente, alcançando valores superiores a 2000mm.

2. Metodologia

A área de estudo considerada se estende do município de Barra do Garças (MT) a Araguatins (TO), próximo a sua foz, analisando uma série histórica hidrológica que compreende 30 anos de registro (de 1970 a 1999).

Foram utilizadas distintas variáveis, como: vazão, área de drenagem, seções transversais, largura, profundidade e velocidade dos fluxos, fornecidas pela CPRM-Serviço Geológico do Brasil e ANA-Agência Nacional de Águas, englobando nove estações do rio Araguaia (Figura 1).

As variáveis hidrológicas foram processadas através de programas computacionais específicos, possibilitando a obtenção de distintas correlações, particularizando nos diferentes setores do canal fluvial a dinâmica hidrológica e morfo hidráulica do sistema.

3. Regime hidrológico

3.1 Distribuição anual e espacial das vazões do Rio Araguaia

O fluxo é a variável fundamental para comparar o regime de diferentes rios, assim como, avaliar a disponibilidade dos recursos hídricos para estimar mudanças na seqüência de fluxos históricos e determinar os impactos da atividade humana (GUSTARD, 1996).

Mudanças na descarga através do tempo são representadas por um hidrograma que proporciona uma noção da variabilidade temporal das periodicidades anuais das estações secas e úmidas. Os hidrogramas

do rio Araguaia foram construídos a partir de vazões diárias, pois dessa forma não há um encobrimento dos resultados, refletindo os picos de máximos e mínimos e mostrando claramente a oscilação do regime hidrológico do sistema.

A vazão média anual, picos máximos e mínimos da série histórica considerada são mostrados na Tabela 1. Os hidrogramas foram elaborados para todas as estações, no entanto, são apresentados somente alguns hidrogramas que representam cada setor do rio Araguaia, juntamente com hidrogramas construídos sobre uma base anual, representativos de um ano típico, proporcionando uma clara visualização das oscilações de descargas durante o ano (Figuras 2 a 7).

Tabela 1: Dados hidrológicos com coeficientes médios de variabilidade de vazões para o Rio Araguaia.

Estação Hidrológica	Área de Drenagem km ²	Vazão Média Anual Qm (m ³ /s)	Vazão Máxima Absoluta Qmax (m ³ /s)	Vazão Mínima Absoluta Qmin (m ³ /s)	Coefic. Médio Variabilidade Qmax/Qmin
Barra do Garças	36.423	619	4668	101	16
Aruanã	76.964	1200	8374	182	13.6
Bandeirantes	92.638	1500	5863	203	12
Luis Alves	117.580	1700	6059	243	10
Fazenda Telésforo	131.600	1488	5596	182	9.6
São Félix do Araguaia	193.923	2700	9126	440	9
Conceição do Araguaia	320.290	5140	24835	518	17
Xambioá	364.496	5410	25160	445	18
Araguatins	376.659	6034	26283	715	17

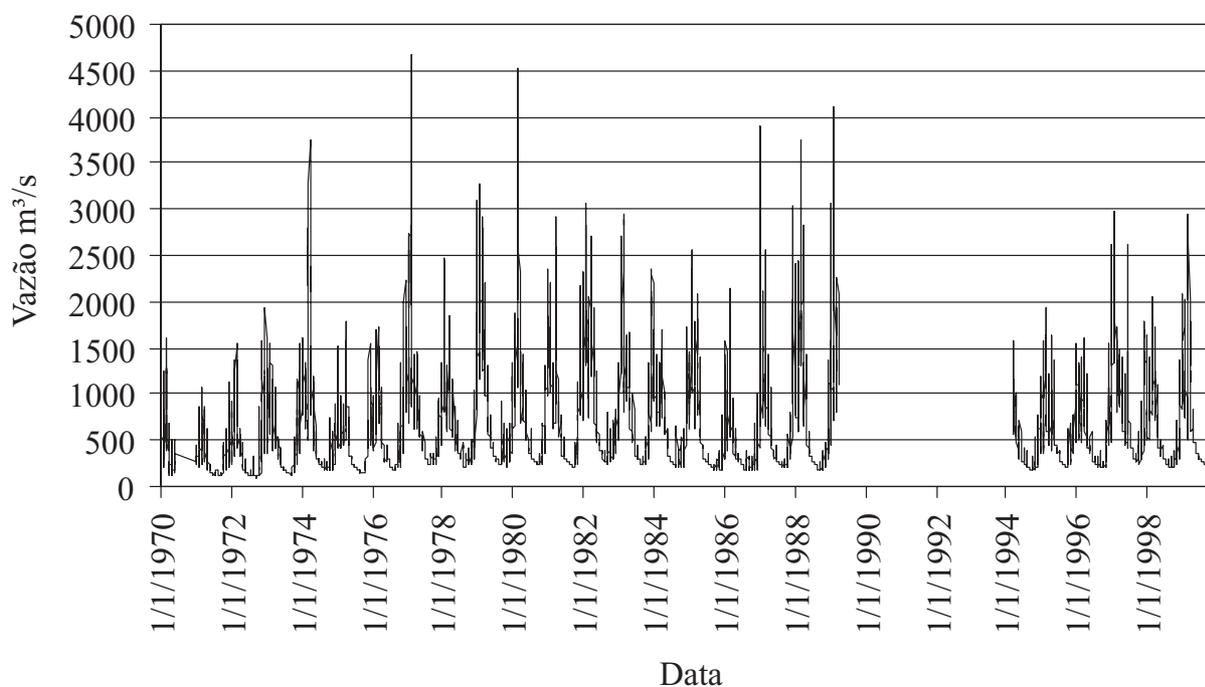


Figura 2: Hidrograma de vazões médias diárias para a estação de Barra de Garças (alto curso) - Rio Araguaia, 1970 a 1989.

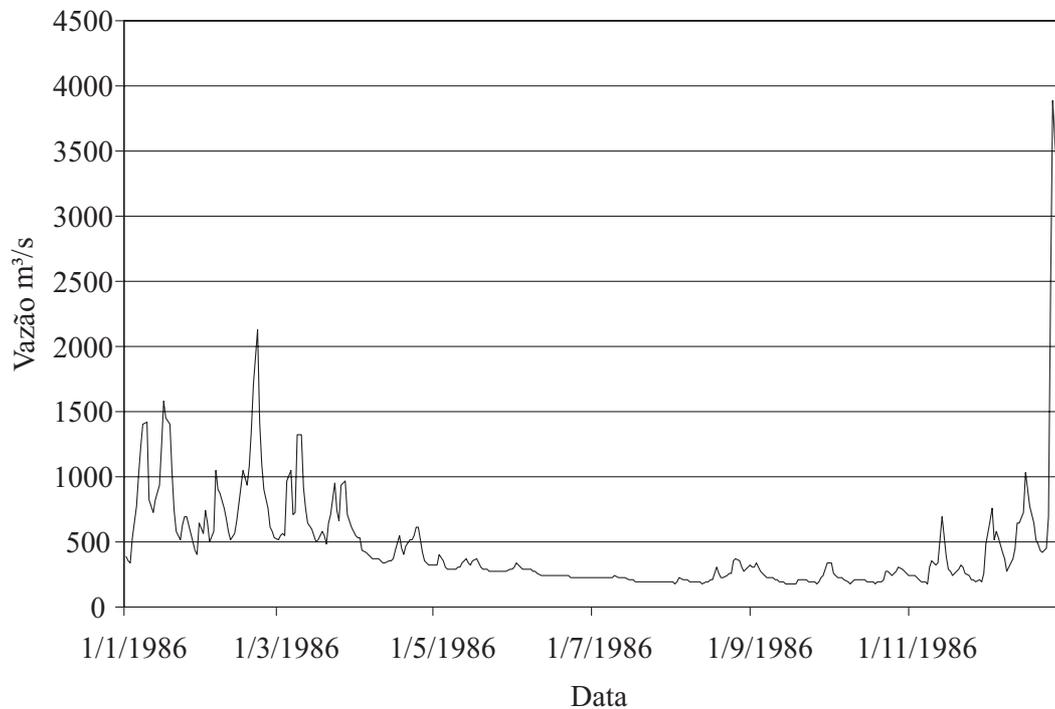


Figura 3: Hidrograma de vazões médias diárias para a estação de Barra de Garças (alto curso) - Rio Araguaia, (Detalhe anual - 1986).

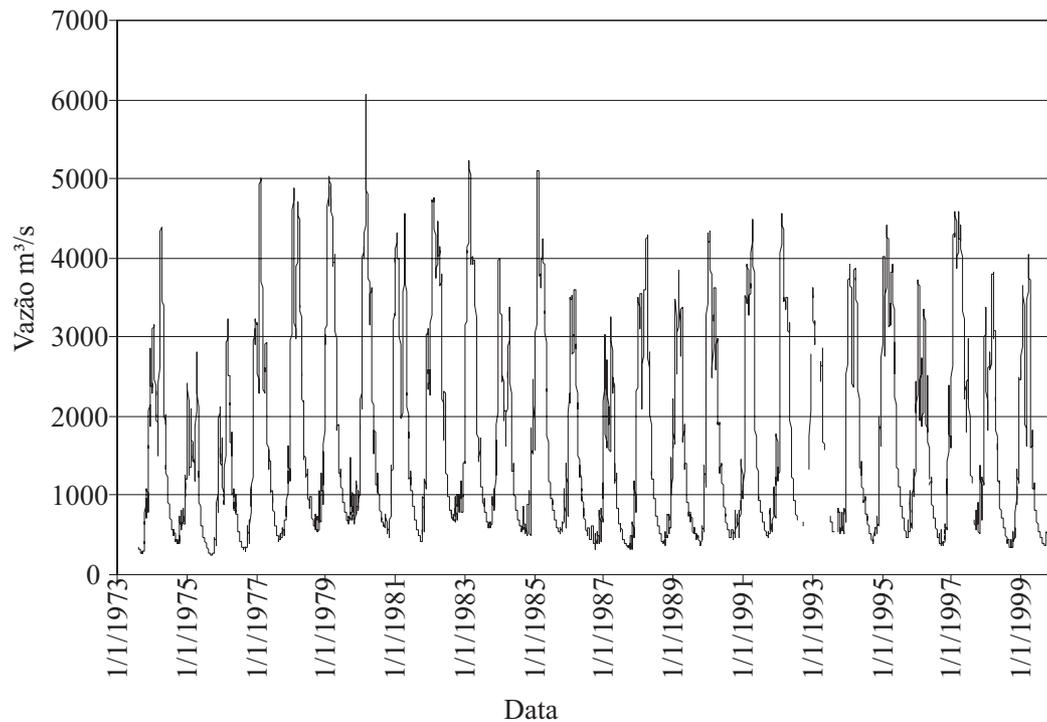


Figura 4: Hidrograma de vazões médias diárias para a estação de Luis Alves (médio curso) - Rio Araguaia, 1973 a 1999.

Os picos de cheias do Araguaia acontecem nos meses de janeiro a maio, contudo, no alto curso, em alguns anos há variabilidades e acréscimos nos picos que começam no mês de dezembro. Os maiores picos geralmente acontecem entre janeiro e abril para o alto e médio curso, já os picos de cheias no baixo curso se

dão a partir de março até maio, se constituindo num regime relativamente simples com uma temporada de cheia e outra de seca que está 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 me-

ses de outubro a abril e a estação seca que começa a partir de maio até setembro. Também, se percebe que as três maiores cheias do período considerado ocorreram nos anos de 1979, 1980 e 1983, enquanto os anos marcadamente secos ocorreram em 1975, 1984, 1986, 1987 e 1996.

O rio Araguaia tem picos de vazão bem definidos durante a estação chuvosa e fluxo bem inferior durante a estação seca, quando diminuem as chuvas. A grande variabilidade estacional é refletida em todos os setores do curso principal. Onde o alto curso possui valor de 16, o médio curso se ca-

racteriza por apresentar valores entre 9 e 13 e o baixo curso, entre 17 e 18, indicando que a vazão máxima pode variar até 18 vezes em relação ao valor mínimo (Tabela 1).

Essa variação é decorrência da combinação de vários fatores que englobam condições climáticas de precipitação, geologia e geomorfologia da área. Segundo Nordin & Hernandez (1989), esses valores de relação entre fluxos máximos e mínimos são característicos de rios tropicais que drenam suas bacias em áreas de clima quente-úmido.

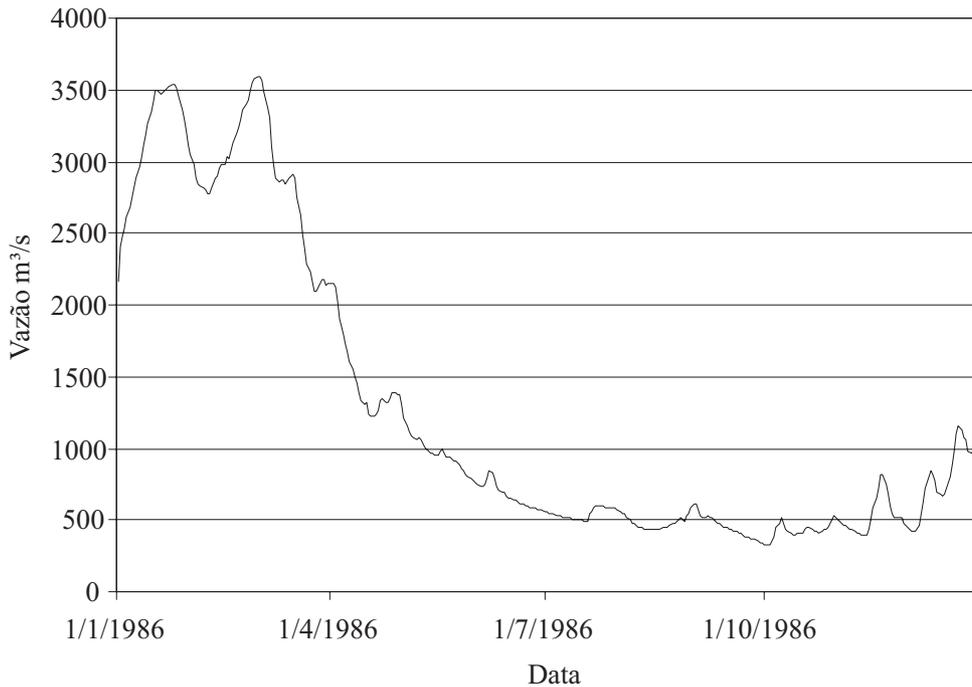


Figura 5: Hidrograma de vazões médias diárias para a estação de Luis Alves (Médio Curso) - Rio Araguaia, Detalhe anual - 1986.

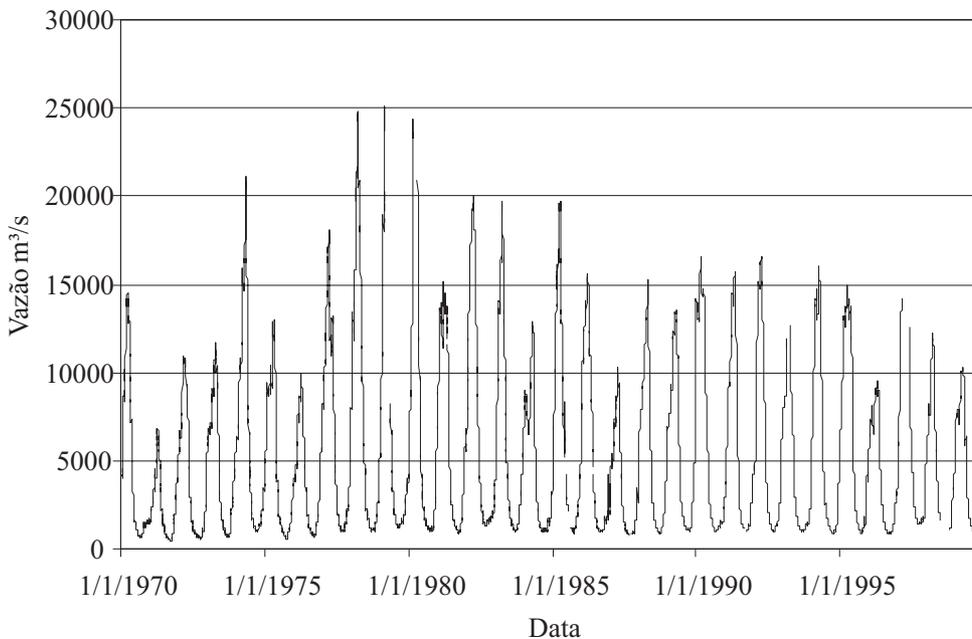


Figura 6: Hidrograma de vazões médias diárias para a estação de Xambioá (baixo curso) - Rio Araguaia, 1970 a 1989.

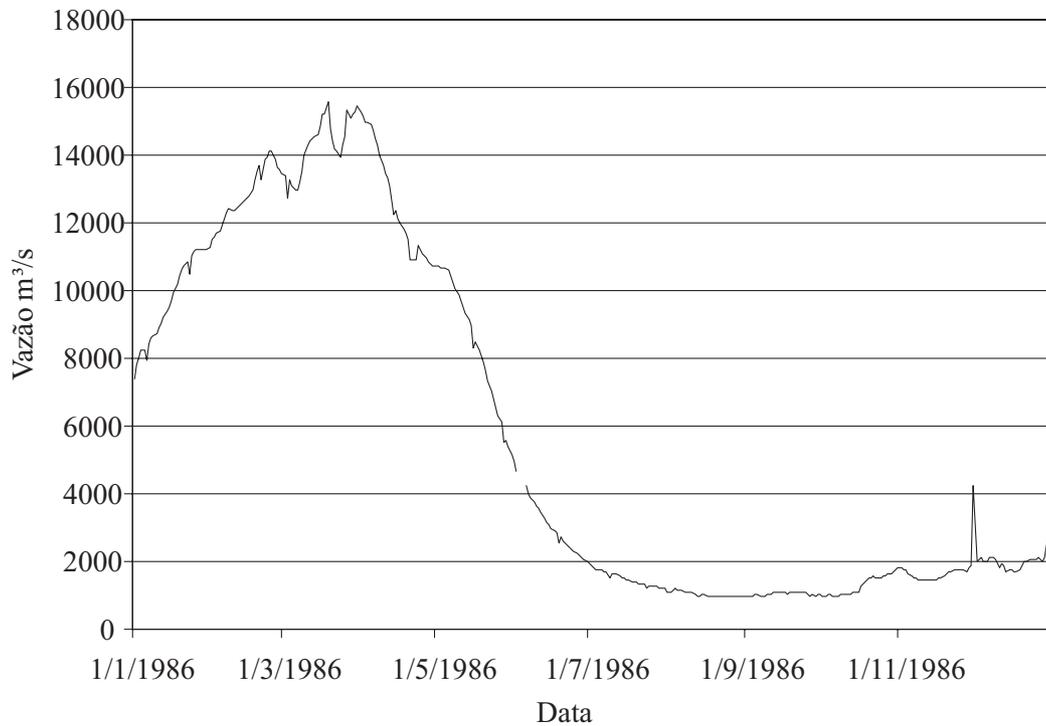


Figura 7: Hidrograma de vazões médias diárias para a estação de Xambioá (Baixo Curso) - Rio Araguaia, Detalhe anual - 1986.

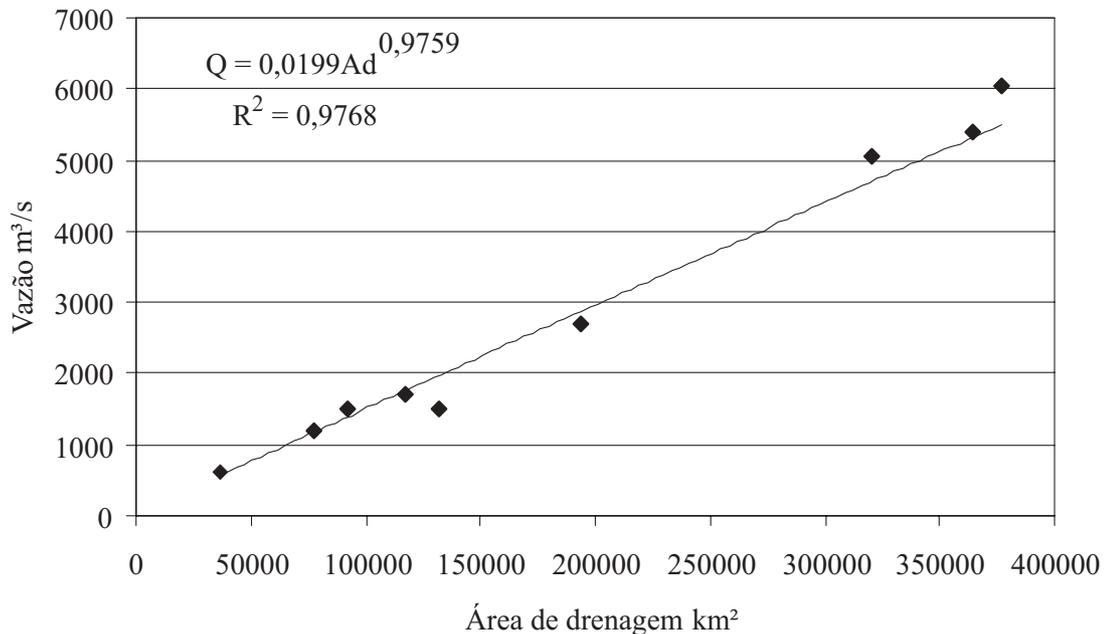


Figura 8: Relação Área de Drenagem / Vazão Média Anual – Compreendendo todas as estações hidrológicas do curso principal do Rio Araguaia.

3.2 Relação área de drenagem/vazão

Em termos gerais, os valores de vazões crescem com o aumento da área de drenagem podendo ser elaborada uma relação, onde a vazão é expressa como uma função da área de drenagem. A obtenção das curvas de área de drenagem vs. vazão podem ser de grande utilidade no planejamento

ambiental e, especialmente, relacionada para avaliação com os riscos de enchentes (DUNNE e LEOPOLD, 1998).

Os dados de vazão média anual das estações do rio Araguaia foram plotados com a área de drenagem correspondente (Figura 8), mostrando uma tendência a aumento de vazão à medida que a área de drenagem aumenta. O expoente do Araguaia próximo a 1 indica que a

vazão média anual se incrementa em proporção direta à área de drenagem.

No entanto, quando se elabora uma curva relacionando os valores de área de drenagem com vazão média máxima anual, considerando anos de picos extremos registrados para a série histórica, anomalias podem ser visualizadas, particularmente nas estações inseridas no médio curso, onde a descarga a montante é muitas vezes maior do que as descargas a jusante (Figura 9).

de equações que envolvem os principais parâmetros hidráulicos relacionados com a vazão:

$$l = aQ^b ; p = cQ^f ; v = kQ^m$$

Onde, l é a largura, p a profundidade média, v a velocidade média do fluxo e Q a vazão. Sendo a vazão o produto da largura, profundidade e velocidade, onde os expoentes: $b + f + m = 1 ; a . p . k = 1$

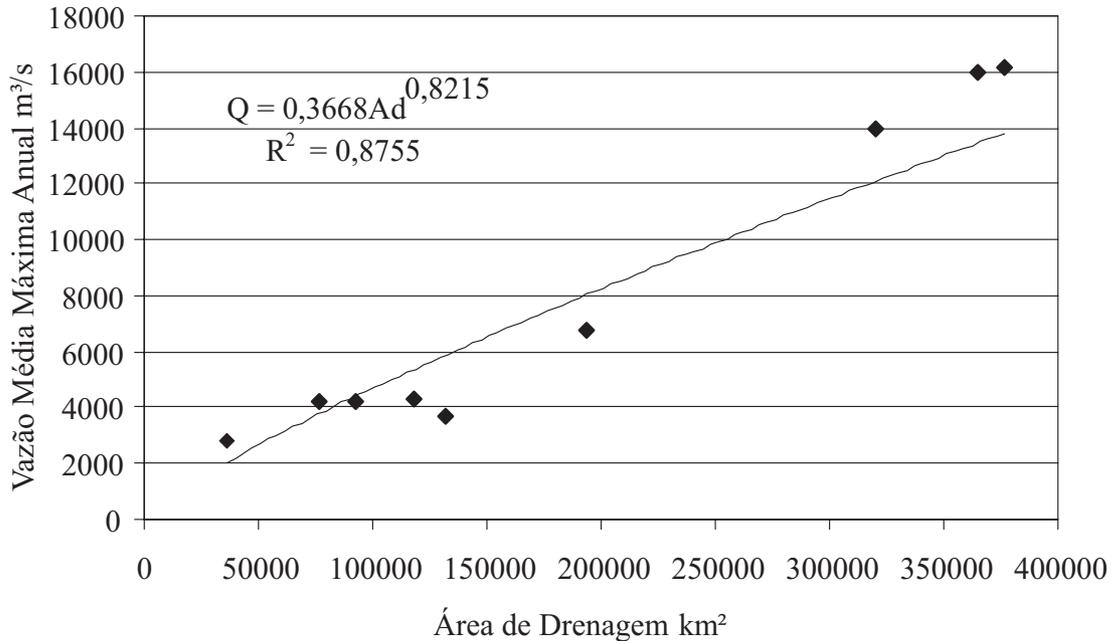


Figura 9: Relação Área de Drenagem/Vazão Média Máxima Anual – Compreendendo todas as estações hidrológicas do curso principal do Rio Araguaia.

4. Geometria Hidráulica

Muitos rios podem ter seu comportamento morfohidráulico descrito e quantitativamente prognosticado com razoável consistência, através da geometria hidráulica. A geometria hidráulica é considerada como um modelo empírico, desenvolvido inicialmente por Leopold e Maddock (1953), com o intuito de analisar as características de comportamento do canal, assumindo que a vazão é uma variável independente e dominante que atua como modificadora dos possíveis ajustamentos sofridos pelo canal fluvial.

As equações de geometria hidráulica são ferramentas importantes para caracterizar as variações da morfologia do canal em uma seção em particular (largura, profundidade) e da velocidade do fluxo à medida que variam as vazões ao longo do ano. São de grande utilidade nos estudos aplicados para planejamento ambiental (DUNNE e LEOPOLD, 1998) e engenharia fluvial, como também em estudos de ecossistemas aquáticos, para avaliar aspectos de padrão de canal em diferentes habitats (CHURCH, 1996).

Embora as relações de geometria hidráulica tenham uma forma complexa, elas podem ser simplesmente representadas a partir

As modificações da largura, profundidade dos canais e velocidade da corrente acontecem de acordo com variações da vazão, pois sob grande variedade de condições, essas variáveis hidráulicas aumentam como simples funções de potências positivas da vazão (LEOPOLD, 1994).

Com o aumento da vazão as variáveis dependentes alteram-se em diferentes categorias, de acordo com diferentes canais dos rios, dependendo de um certo número de fatores controladores. Quando o canal está sobre materiais finos e coesivos, a profundidade aumenta proporcionalmente mais rápida do que a largura. Quando os materiais do canal são grosseiros e não coesivos, a largura aumenta rapidamente, em resposta ao aumento da vazão. As influências dos materiais dos canais explicam que canais em regiões semi-áridas, com o aumento da vazão, a largura aumenta mais rapidamente do que a profundidade, enquanto que, em ambientes úmidos essa relação é inversa, a profundidade aumenta mais do que a largura (SUMMERFIELD, 1991).

Atualmente, existem poucos trabalhos para rios brasileiros que enfoquem as relações de geometria hidráulica, com exceção de alguns rios da Amazônia Sul-Occidental estudados por Latrubesse e Aquino (1998).

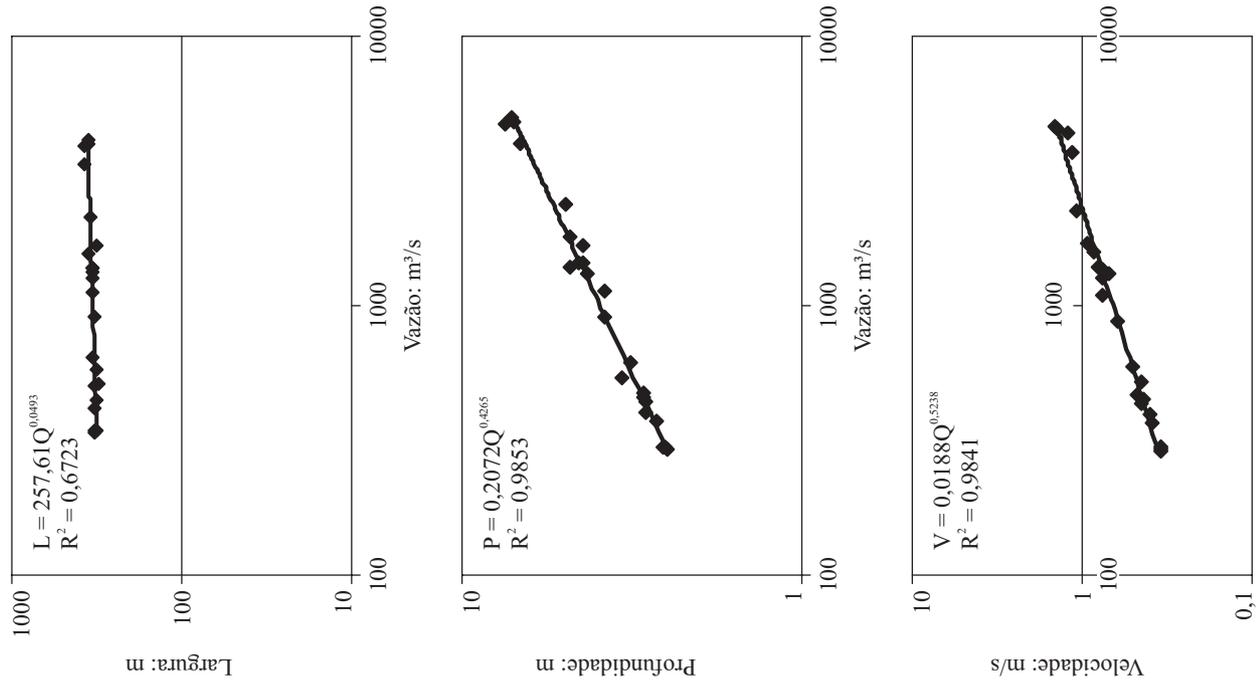


Figura 11: Relações de Geometria Hidráulica para uma determinada seção transversal do Rio Araguaia – Aruanã (médio curso).

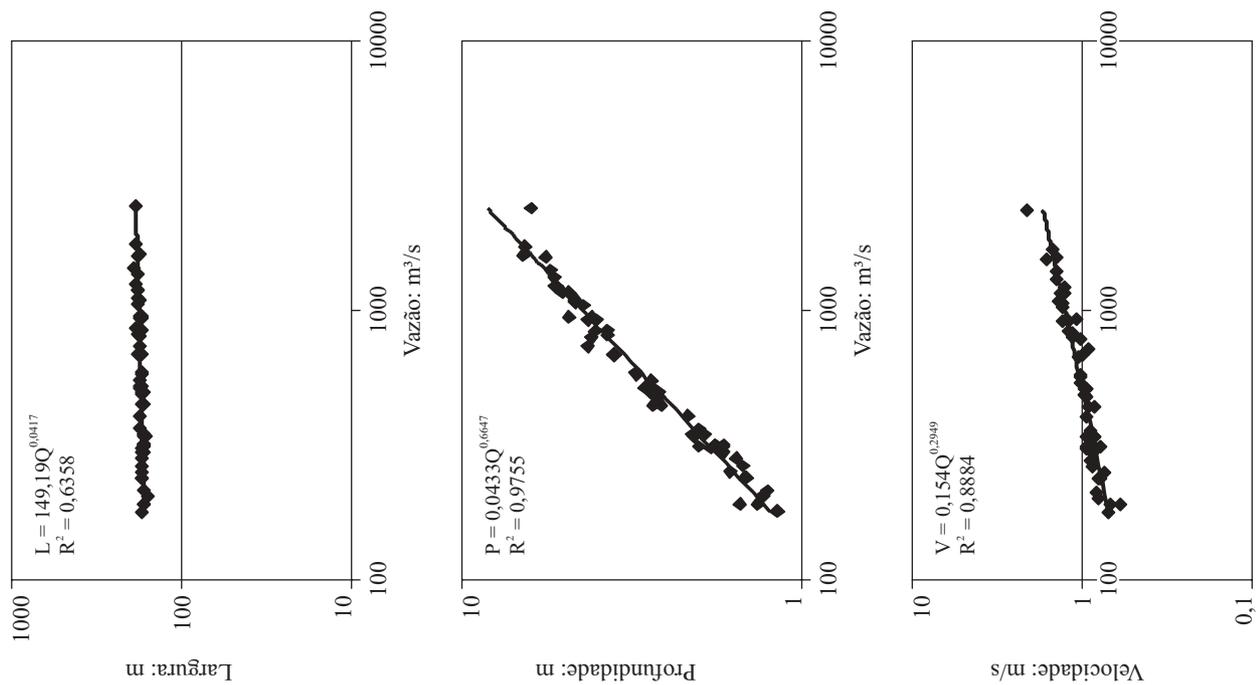


Figura 10: Relações de Geometria Hidráulica para uma determinada seção transversal do Rio Araguaia – Barra do Garças (alto curso).

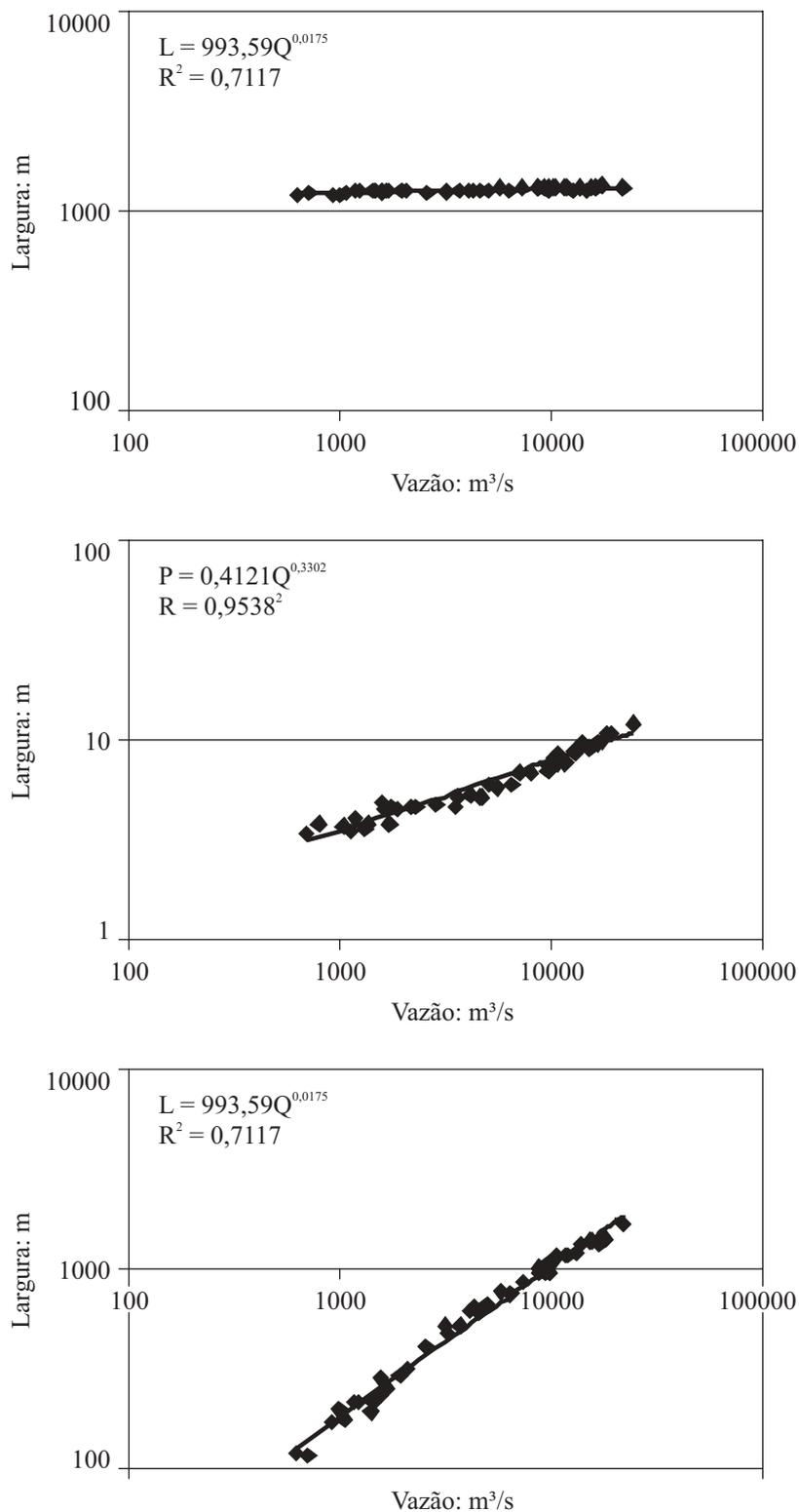


Figura 12: Relações de Geometria Hidráulica para uma determinada seção transversal do Rio Araguaia – Araguaetins (baixo curso).

Com a finalidade de estimar quantitativamente as respostas da largura, da profundidade e da velocidade às mudanças de vazão, em uma dada seção transversal, foi

estimada a geometria hidráulica em distintas estações do rio Araguaia. Estas relações foram obtidas para todas as estações do curso principal (Tabela 2), mas, como exemplo gráfi-

co, serão mostradas somente algumas estações correspondentes a cada trecho do rio (Figuras 10 a 12).

Relação Vazão/Largura

Os valores obtidos para o expoente b foram baixos para

todas as seções do rio que envolvem as estações consideradas. Nas estações que representam o alto e médio cursos a largura possui expoentes de 0.03 a 0.05. Em Xambioá e Araguatins que se apresentam no baixo curso, os valores desses expoentes são ainda menores do que os apresentados no médio curso (Tabela 2).

Tabela 2: Valores dos expoentes de Geometria Hidráulica para estações hidrológicas no Rio Araguaia.

Estação hidrológica	Expoente b Largura	Expoente f Profundidade	Expoente m Velocidade
Barra do Garças	0.0417	0.6647	0.2949
Aruanã	0.0493	0.4265	0.5238
Bandeirantes	0.0392	0.6288	0.332
Luis Alves	0.0479	0.6495	0.303
São Félix do Araguaia	0.0414	0.4391	0.5197
Conceição do Araguaia	0.0312	0.6033	0.3655
Xambioá	0.0194	0.251	0.7299
Araguatins	0.0175	0.3302	0.6527

Relação Vazão/Profundidade

Em todas as estações do alto e médio cursos os valores referentes ao expoente f estão entre 0.4 a 0.6, demonstrando marcantes modificações na variável profundidade a medida que as descargas são alteradas, enquanto, no baixo curso esses valores encontram-se entre 0.2 a 0.3, com exceção de Conceição do Araguaia (Tabela 2).

Relação Vazão/Velocidade

O expoente m mostra valor de 0.29 para o alto curso e valores que variam de 0.3 a 0.52 para o médio curso, enquanto, no baixo curso os expoentes apresentam maiores valores do que nos segmentos superiores (Tabela 2).

5. Discussão

Latrubesse e Stevaux (2002) compartimentaram o Araguaia em alto, médio e baixo cursos em função da geologia da bacia, do controle estrutural existente e de algumas características geomorfológicas, sendo a mais importante a presença ou ausência de uma planície aluvial bem desenvolvida. Desta forma, o alto e o baixo curso, os quais correm fundamentalmente em leito rochoso são diferenciados do médio curso, onde se apresenta uma bem desenvolvida planície aluvial. Contudo, não foram caracterizados em detalhe, pelos citados autores, o regime hidrológico do sistema e o comportamento morfohidráulico do canal (geometria hidráulica)

com a finalidade de confirmar se esse comportamento estaria de acordo com a compartimentação proposta.

Nossos resultados demonstram que os três compartimentos possuem um comportamento hidrológico e geomorfológico bem diferenciado.

Do ponto de vista do regime hidrológico, em períodos de grandes enchentes, os picos máximos nas estações de Barra do Garças e Aruanã (respectivamente, alto e início do médio curso) são geralmente bastante pontiagudos e de subida relativamente rápidas, com dois a três picos importantes e de curta duração, a evolução desses picos se dá para as estações hidrológicas a jusante com fluxos diários menos oscilante entre subida e descida.

Em geral, no alto curso, há uma grande oscilação de vazões, com valor médio de coeficiente de variabilidade entre picos máximos e mínimos de 15.6 (Tabela 1) e vários repiques na fase de cheia, por mais que seja um ano marcadamente seco. Isto está diretamente relacionado ao fato do canal estar encaixado sobre rochas do embasamento cristalino, o que influencia consideravelmente o comportamento do canal constatado através das equações de geometria hidráulica, que a largura pouco se modifica em resposta aos aumentos de vazão; em contraste, ocorre o intenso incremento da profundidade e posteriormente da velocidade em retorno às modificações dos diferentes valores de descargas (Tabela 2 e Figura 10).

Com relação às estações que constituem o médio curso, de Aruanã a São Félix do Araguaia, o coeficiente médio de variabilidade de vazões está entre 13 e 8.3, valores mais bai-

xos que o do alto curso. Isso acontece, pelo fato da planície aluvial, inserida nesse trecho, amortecer a variabilidade dos fluxos nos meses de cheias, no entanto, não atenua a variabilidade entre as máximas e mínimas vazões que em todo o curso fluvial é intensa.

Além disso, o rio Araguaia, nesse setor, não possui uma distribuição típica de vazões à medida que flui e aumenta sua área de drenagem, pois em algumas estações, a descarga a montante é muitas vezes maior do que as descargas a jusante (Figura 11). A partir de um valor determinado de alta vazão o rio na estação de Fazenda Telesforo, com uma área de drenagem de 131.600 km², tem os picos anuais menores do que em Aruanã que possui uma área de drenagem inferior (76.964 km²) e se encontra a montante. Isto se reflete mais nitidamente durante as cheias excepcionais como a de 1980, quando o rio tende a perdas no volume de água de até 33% entre o início do médio curso até a estação Fazenda Telésforo, em função do armazenamento ao longo da planície aluvial que possui um complexo sistema de lagos, como também, por derivação de parte da descarga para o Rio Javaés.

Esta tendência de perda de água mantém-se ainda nos períodos de estiagem para anos úmidos, mas, não nos anos marcadamente secos, onde o rio mantém um aumento extremamente baixo e gradativo de vazões em direção a jusante até alcançar o rio das Mortes e, a partir daí, aumenta suas descargas mais significativamente.

Do ponto de vista do comportamento morfo-hidráulico, o canal nesse setor não reflete um aumento considerável da largura à medida que aumenta a vazão, fato explicitado pelos baixos valores obtidos para o expoente b (Tabela 2 e Figura 11). Em teoria, para esse setor, os expoentes teriam que ser maiores do que os apresentados, já que em grande parte, está formado por sedimentos friáveis (arenosos) da atual planície aluvial. Na realidade, se considera que estes baixos valores aconteçam pelo fato das estações implantadas pela CPRM, geralmente estarem inseridas em pontos onde há assimetrias na composição litológica da seção transversal, já que o barranco direito é conformado por sedimentos aluviais mais antigos e coesivos que formam um terraço ao longo da margem direita, enquanto a margem esquerda é uma margem deposicional, formada por sedimentos friáveis da atual planície de inundação e, portanto, submetidos ao retrabalhamento fluvial.

No entanto, reflete grandes valores dos expoentes referentes à velocidade e principalmente à profundidade (Tabela 2), mostrando a capacidade do canal de escoar as descargas com intenso aumento da profundidade, sendo que a profundidade e a velocidade crescem consideravelmente à medida que a vazão aumenta no médio curso.

Nas estações do baixo curso, Conceição do Araguaia, Xambioá e Araguatins, onde o rio transcorre sobre leito rochoso (bedrock), os repiquetes nos meses de cheias, não acontecem de forma intensa e constante como ocorrem no alto curso, pelo fato de serem amortecidos pela absorção

prévia da água no setor do médio curso. Contudo, a diferença entre os picos máximos e mínimos anuais é bastante intensa, com valor médio de coeficiente de variabilidade de fluxos entre 16.1 e 18.3, valores parecidos aos da estação de Barra do Garças, no alto curso.

Como no alto e médio cursos, os valores obtidos para os expoentes b também foram baixos para as estações que representam o curso inferior do canal (Tabela 2 e Figura 12). Esses valores de largura ocorrem, principalmente pelo fato do canal estar encaixado sobre vale rochoso, não permitindo que a largura aumente proporcionalmente em relação aos diferentes valores de vazões.

Em função dos significativos valores dos expoentes f e m relativos a profundidade e velocidade (Tabela 2), constatou-se que, com exceção da estação hidrológica Conceição do Araguaia, que aparentemente apresenta um comportamento morfohidráulico transicional entre médio e baixo cursos, não acontece uma grande variabilidade entre os níveis mínimos e máximos de cotas, registrado como de aproximadamente 7 vezes. No entanto, como citado anteriormente, ocorre uma grande variabilidade de descargas, com valores de vazão máxima bem superiores em relação ao médio curso. Como o canal está encaixado e não reflete um incremento considerável na profundidade, a tendência para o escoamento da vazão a jusante é o intenso aumento da velocidade, em resposta ao grande acréscimo de vazão entre o período seco e de cheias.

Conclusão

O mais importante controle da morfologia do canal se dá através do regime de fluxos, sendo fundamental conhecer o regime dos rios para produzir uma importante base de compreensão não somente geomorfológica, mas de outras linhas de investigação relacionadas ao estudo de grandes sistemas fluviais.

Este artigo explica como a constituição geomorfológica particular da bacia produz efeitos característicos na hidrologia do sistema e demonstra como o regime hidrológico do rio Araguaia se comporta de acordo com a compartimentação fluvial elaborada por Latrubesse e Stevaux (2002) em alto, médio e baixo cursos.

O regime hidrológico do Araguaia é dependente do clima dominante quente/semi-úmido. Os picos de cheias se definem entre os meses de janeiro a maio (período de chuvas) e período de vazantes entre junho e setembro. Como em outros grandes sistemas fluviais os picos máximos de descargas apresentam-se suavizados a jusante com a eliminação de picos secundários (repiquetes).

No alto e baixo cursos há intensa variabilidade entre picos máximos e mínimos de vazões, enquanto no médio curso, essa oscilação de vazões é suavizada pela planície aluvial presente neste trecho do rio.

De forma geral, o regime hidrológico do Araguaia é relativamente simples, mas, quando se enfatiza a relação área de

drenagem/vazão máxima anual observa-se que o rio possui uma distribuição atípica de vazões à medida que flui a jusante, pois durante as cheias extremas, como aconteceu no ano de 1980, o sistema tende a perder vazão, com perdas do início do médio curso até Fazenda Telésforo, de aproximadamente 30% no volume de água.

Através das relações de geometria hidráulica foi constatado que a largura do canal, em uma dada seção transversal, pouco se modifica com o aumento da vazão, enquanto a profundidade se modifica significativamente em todas as estações, com exceção do baixo curso que apresenta um incremento mais marcante nos valores de velocidade que nos de profundidade.

Conclui-se então, que o alto, médio e baixo Araguaia apresentam um comportamento hidrológico e morfo-hidráulico diferenciado, o qual está diretamente relacionado com o fato de o alto e baixo cursos estarem inseridos, em grande parte, sobre leito rochoso, enquanto o médio curso transcorre ao longo de uma planície aluvial bem desenvolvida.

Agradecimento

Agradecemos aos serviços geológicos do Brasil - CPRM-GO e Agência Nacional de Águas – ANA, pelo fornecimento dos dados hidrológicos e o prof^o Mário Amsler (UNL - Argentina) pelas críticas e sugestões feitas. Este trabalho foi subsidiado e é uma contribuição da rede CABAH XII K, CYTED/CNPq.

Referências Bibliográficas

- Aquino, S. (2002). Regime Hidrológico e Comportamento Morfohidráulico do Rio Araguaia. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Estadual de Maringá-PR – Programa de Pós-Graduação em Geografia. 126p.
- Bayer, M. (2002). Diagnóstico dos processos de erosão/assoreamento na planície aluvial do rio Araguaia: entre Barra do Garças e Cocalinho. *Dissertação de Mestrado*. Goiânia: UFG-IESA. 138p.
- Church, M. (1996). Channel Morphology and Typology. In: (G.Petts and P. Calow, eds.) *River Flows and Channel Forms*. Londres:Blackwell Science pp 185-202.
- Dunne, T. & Leopold, L. B. (1998). *Water in Environmental Planning*, New York: W.H.Freeman and Company. 818p.
- Gustard, A. 1996. Analisis of River Regimes. In: (Petts, G. and Calow, P. eds) *River Flows and Channel Forms*. Blackwell Science. Inglaterra. 32-50p.
- Latrubesse, E. & Aquino, S. (1996). Geometria Hidráulica em Rios da Amazônia Sul-Occidental. GEOSUL. Florianópolis: UFSC. V.1, n1 610-613.
- Latrubesse, E. & Stevaux, J. C. (2002). Geomorphology and Environmental aspects of Araguaia Fluvial Basin, Brazil. In: Z. Geomorphologie. Berlin: Suppl.-Bd. 129., 109-127.
- Leopold, L. B. (1994). *A View of the River*. Massachusetts: Harvard University Press. 2.ed. Cambridge. 289p.
- Leopold, L.B. & Maddock, Thomas Jr. (1953). *The Hydraulic Geometry of Stream Channels and Some Physiographic Implications*. United States Geological Survey Professional Paper, 252.
- Morais, R. P. (2002). Mudanças Históricas na Morfologia do Canal do Rio Araguaia no trecho entre a Cidade de Barra do Garças (MT) até a foz do Rio Cristalino na Ilha do Bananal no Período entre as Décadas de 60 e 90. *Dissertação de Mestrado*.Goiânia: Universidade Federal de Goiás. Instituto de Estudos Sócio-ambientais. 176p.
- Nordin, C. F. Jr. & Hernandez, D. (1989). *Sand Waves, Bars and Wind-Blown Sands of the Rio Orinoco, Venezuela and Colombia*. Denver: United States Geological Survey Water - Supply Paper 2326A.
- Summerfield, M. A. (1991). *Global Geomorphology: An Introduction to the study of landforms*. London: LONGMAN, 537p.
- Simego – Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos do Estado de Goiás. (2002). *Bacias Hidrográficas: Bacia do Rio Araguaia*. In: www.simego.sectec.go.gov.br.
- Vieira, P.A. (2002). Caracterização das Unidades Geomorfológicas Geoambientais da Planície do Bananal. *Dissertação de Mestrado*. Goiânia: Universidade Federal de Goiás/IESA. 124p.
- Werneck Lima, J.E.F., Dos Santos, P.M.C, Carvalho, N.O., Da Silva, E.M. (2003). *Araguaia-Tocantins: Diagnóstico do Fluxo de Sedimentos em Suspensão na Bacia*. Brasília: Embrapa, ANEEL, ANA. 116p.