



**VARIAÇÕES DA CARGA SEDIMENTAR DE FUNDO E MORFOLOGIA DOS PERFIS  
TRANSVERSAIS BATIMÉTRICOS NO TRECHO INFERIOR DA BACIA DO ALTO RIO  
BRANCO, RORAIMA**

**VARIATIONS OF SEDIMENTARY BED LOAD AND MORPHOLOGY OF CROSS SECTIONS  
BATHYMETRIC IN LOWER PORTION OF BRANCO RIVER HIGH BASIN, RORAIMA**

**MODIFICACIONES DE CARGA SEDIMENTARIA DEL FONDO Y MORFOLOGÍA DE PERFILES  
CRUZADOS BATIMÉTRICOS EN LA PARTE INFERIOR DE LA CUENCA DEL ALTO RÍO  
BRANCO, RORAIMA**

Carlos Sander

Departamento de Geografia, UFRR.

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia/UEM. sandergeo@yahoo.com.br

Nelson Vicente Lovatto Gasparetto

Departamento de Geografia, UEM.

Programa de Pós-Graduação em Geografia/UEM. nvlgasparetto@uem.br

Manoel Luiz dos Santos

Departamento de Geografia, UEM.

Programa de Pós-Graduação em Geografia/UEM. mldsantos@uem.br

**RESUMO**

Esse estudo apresenta uma análise do comportamento da carga sedimentar fundo, assim como oscilações na forma dos perfis transversais dos principais canais que compõe o trecho inferior da bacia do alto rio Branco. A metodologia envolveu o levantamento da morfologia do canal por batimetria, a amostragem e classificação de materiais de fundo. Os resultados evidenciaram oscilações na morfologia dos perfis transversais com destaque o perfil da Fazenda Paraíso, no rio Tacutu, com erosão de 263,88 m<sup>2</sup> e no perfil Ilha São Lourenço, no rio Branco, que apresentaram deposição de 359,07 m<sup>2</sup>. O levantamento dos materiais de fundo indicou a predominância de sedimentos tamanho areia grossa no baixo curso dos rios Tacutu e Uraricoera. No canal do alto rio Branco apresentou materiais formados principalmente por areia média, seguido por areia grossa. Quanto ao grau de seleção de sedimentos, o monitoramento apontou para uma ordenação dos materiais de fundo de acordo com a posição em relação ao talvegue.

**Palavras-chave:** Carga sedimentar de fundo, perfil transversal, bacia do alto rio Branco.

**ABSTRACT**

This study presents an analysis of the sedimentary bed load behavior as well as oscillations in the form of cross sections of the main channels that make up the lower stretch of the Branco river upper basin. The methodology involved the lifting of the channel morphology, the sampling and classification of bed load. The results showed variations in the morphology of cross sections highlighting the profile of Paraíso Farm on the River Tacutu, with erosion of 263.88 m<sup>2</sup>, and profile Island São Lourenço, in the Branco River, which showed deposition of 359.07 m<sup>2</sup>. The survey of bed load indicated the predominance of coarse sand size sediments in the lower course of the Tacutu and Uraricoera rivers. The high Branco river channel presented materials formed mainly by medium sand, followed by coarse sand. The degree of sediment selection, monitoring pointed to a sort of bed load according to the position in relation to the thalweg.

**Keywords:** Bed load sedimentary, cross section, Branco river upper basin

## RESUMEN

Este estudio presenta un análisis del comportamiento de la carga sedimentaria del fondo, así como las fluctuaciones en la forma de las secciones transversales de los principales canales que conforman el curso inferior de la cuenca alta del Río Branco. La metodología consistió en la elevación de la morfología de los canales, el muestreo y la clasificación de los materiales de apoyo. Los resultados mostraron variaciones en la morfología de las secciones transversales destacando el perfil de la Granja Paraíso, el río Tacutu, con erosión de 263,88 m<sup>2</sup> y el perfil de la isla São Lourenço el río Branco, que mostró deposición de 359,07 m<sup>2</sup>. El estudio de los materiales de fondo indica el predominio de sedimentos de tamaño arena gruesa en el curso inferior de los ríos Tacutu y Uraricoera. Alta canal del río Branco presenta materiales formados principalmente por arena media, seguidos de arena gruesa. El grado de selección de sedimentos, monitoreo señaló a un tipo de material de referencia de acuerdo con la posición en relación con la vaguada.

**Palabras clave:** carga de sedimentos del fondo, perfiles cruzados, cuenca alta del Río Branco.

## 1. INTRODUÇÃO

Entre as principais características de um sistema fluvial se destacam a descarga líquida, a carga sedimentar e as características do canal fluvial (largura e profundidade). A descarga fluvial é fruto principalmente do regime de chuvas da bacia, que define o padrão hidrológico do sistema e estabelece os períodos de vazante e cheia do canal. Outras características que se destacam na resposta hidrológica às chuvas são o relevo das bacias, cobertura vegetal e a atividade antrópica (quando intensiva).

A carga sedimentar acompanha o regime de vazão dos rios, onde os picos máximos de transferências de sedimentos ocorrem comumente durante as cheias. Este período além de ser marcado por importantes carreamento de sedimentos das vertentes para o canal estabelece o maior trabalho de transferência de sedimentos ao longo do perfil longitudinal do rio (e planícies de inundação) favorecido pelo aumento da energia do fluxo proporcionado pela crescente da vazão. Já no período de vazante, a descarga fluvial passa a remobilizar e selecionar sedimentos de acordo com a energia do fluxo que passa em cada ponto do perfil transversal.

A descarga e o volume de sedimentos são cruciais no desenvolvimento morfológico de um sistema fluvial. Neste sentido, entende-se que a morfologia de um canal fluvial é controlada pela ação da vazão e da carga sedimentar (Leopold et al., 1995; Meurer et al., 2011). Assim, o regime fluvial, a disposição de sedimentos e a condição ambiental da bacia são elementos essenciais a serem analisados dentro da evolução espaço-temporal do perfil transversal do rio.

Por mais que boa parte de grandes rios tropicais tenham sua dinâmica fluvial conhecida (Filizolla, 1999; Meade, 1985 e 2007; Latrubesse et al., 2005; Latrubesse e Franzinelle, 2005; Gupta, 2007; Bourgoin et al., 2007; Mertes e Dunne, 2007; Wohl, 2007), a região setentrional da Amazônia é ainda pouco explorada. Dentro deste contexto está inserido o rio Branco que, mesmo sendo o principal afluente do rio Negro, tal sistema tem sua hidrologia pouco conhecida. Desta forma, este trabalho tem como objetivo contribuir no conhecimento da dinâmica sedimentar e seus reflexos na forma do canal no trecho inferior da bacia do alto rio Branco. Por ser um trabalho pioneiro, tal pesquisa serve base para estudos mais avançados a serem realizados junto ao Instituto de Geociências, Universidade Federal de Roraima.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

O estudo foi desenvolvido ao longo do baixo curso dos rios Uraricoera e Tacutu (formadores do rio Branco) e ao longo de alto rio Branco até as adjacências de Boa Vista, Roraima, posicionado entre as coordenadas de 2° 44' ó 3° 19' N e 60° 15' ó 60° 51' W, drenando uma área aproximada de 95.000 km<sup>2</sup>,

estando 11,5 % posicionado na Guiana.

A extensão total dos canais é de 102 km (Figura 1), sendo 36 km o trecho compreendido pelo canal do rio Branco, 43 km pelo Tacutu e 23 km pelo rio Uraricoera. O gradiente de canal nestes trechos é baixo, variando de 0,07 m/km no rio Tacutu, 0,08 m/km no rio Uraricoera e 0,11 m/km na calha do rio Branco.

O trecho estudado está inserido estruturalmente no Grabén do Tacutu e os canais estão posicionados no domínio de depósitos aluvionares holocênicos (IBGE, 2005a; Costa e Falcão, 2011). Com exceção a parcela centro-leste e sudeste da bacia, todas outras cabeceiras de drenagem estão inseridas em áreas dissecadas com altitudes que superam em alguns pontos 2000m de altitude onde se destacam as áreas do Planalto Dissecado de Roraima e o Planalto do Interflúvio Orinoco-Amazonas. O Patamar Dissecado de Roraima e o Patamar do Médio Uraricoera representam áreas de transição para os terrenos mais baixos da bacia, formados pela Depressão Boa Vista (IBGE, 2005b).

Do ponto de vista fito-ecológico, a parcela ocidental da bacia, assim como as regiões e extremo nordeste e sudeste são caracterizadas por áreas florestadas. Já a parcela oriental é compreendida por vegetação do tipo savana, compreendendo a região da calha do rio Branco até o território guianense (IBGE, 2005c).

O clima da região (classificação de Köppen) abrange os tipos  $\ddot{A}f\ddot{o}$  (oeste da bacia),  $\ddot{A}m\ddot{o}$  (centro e norte da bacia) e  $\ddot{A}w\ddot{o}$  (leste da bacia). O volume anual de chuvas na bacia varia entre 2400 mm na parte oeste da bacia e decresce em direção a leste apresentando chuvas perto de 1100 mm na fronteira entre Roraima e Guiana.

## 2.2. Métodos

A caracterização morfológica do canal foi realizada ao longo de 9 perfis transversais, sendo 7 perfis mensurados no canal do alto rio Branco e dois nos rios Tacutu e Uraricoera (Figura 1). A batimetria, assim como a descarga fluvial, foi medida com ADCP modelo M9 (Carvalho, 2008). Os dados de cada levantamento das seções transversais foram posteriormente integrados (batimetria do canal e topografia da planície aluvial) no programa Corel Draw 11.

As coletas de sedimentos de fundo foram realizadas por meio de amostrador de fundo tipo Van Veen (Carvalho, 1994) e outro amostrador tubular metálico de 20 cm de abertura e 60 cm de fundo, lançado ao canal ativo do rio. Cada campanha compreendeu a amostragem em cinco pontos em cada perfil transversal.

A análise granulométrica foi realizada através do método de peneiramento e pesagem, visando separar e quantificar as frações de seixo, grânulo, areia grossa, areia média, areia fina e areia muito fina de acordo com a Escala de Wentworth. As frações silte e argila foram separadas e quantificadas como uma só classe, e assim denominadas de sedimentos extremamente finos. Os resultados demonstraram o calibre médio dos materiais transportados, a disposição granulométrica ao longo do perfil transversal e eventuais diferenças da carga de fundo entre os períodos de vazante e cheia.

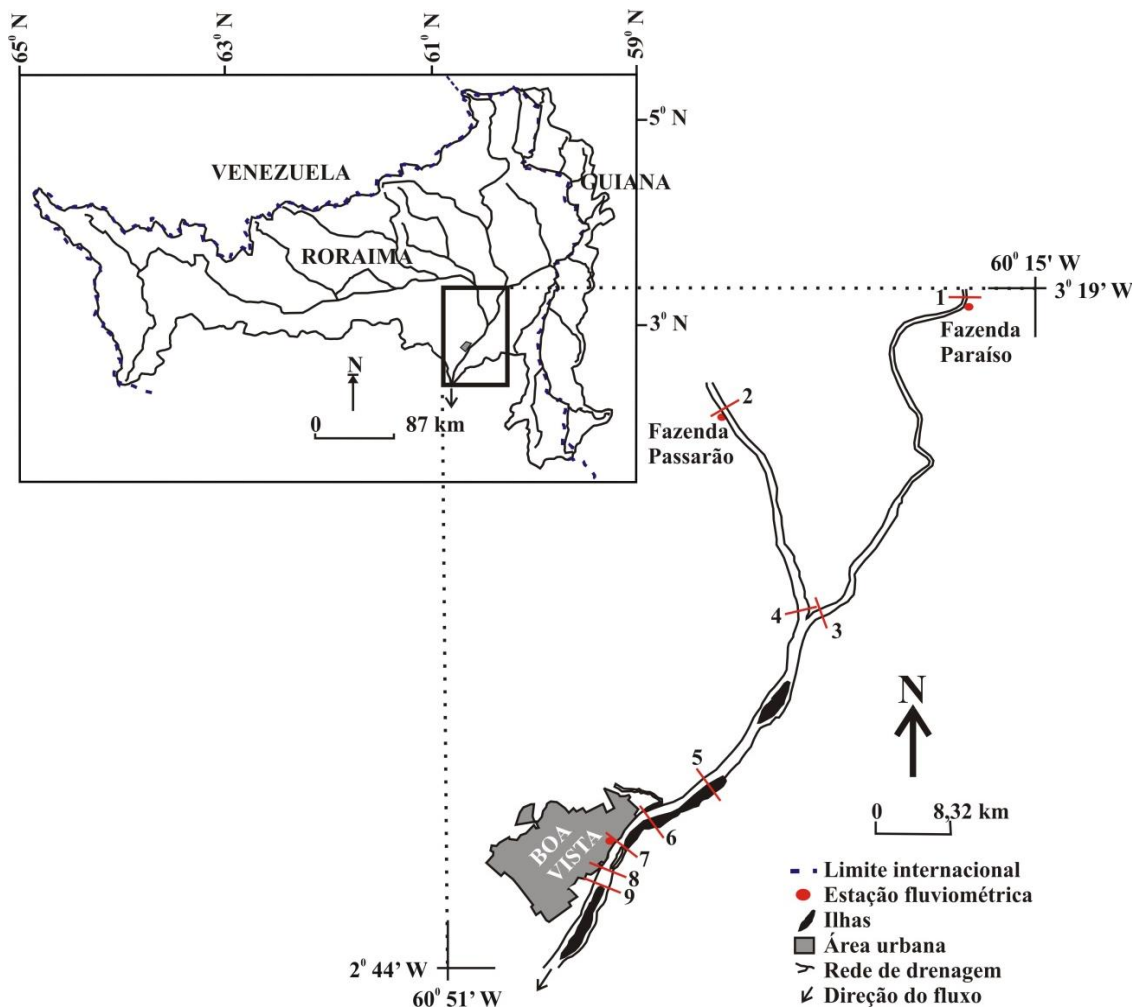


Figura 1: Localização da área de estudo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Variação das formas dos perfis

A morfologia e a variação espaço-temporal dos perfis dos trechos inferiores dos rios Tacutu e Uraricoera, assim como do rio Branco são apresentados nas Figuras 2 e 3.

Em consonância com suas características básicas de transporte sedimentar do sistema, onde predomina a carga de fundo, todos os perfis apresentaram variação em seu leito. Os destaques quanto à mobilização de sedimentos no intervalo das campanhas de monitoramento se destacaram os perfis da Fazenda Paraíso, no rio Tacutu (perfil A, Figura 2), assim como as seções B, C e E, junto ao canal do alto rio Branco (Figura 3).

O Perfil da Fazenda Paraíso (Seção A, Figura 2) apresentou os valores mais expressivos quanto à movimentação de sedimentos de fundo (proporcional à área total da seção). O monitoramento indicou variações positivas (agradção) e negativas (erosão) no formato da seção transversal. Na passagem do período de cheia (06/07/12) para o início da vazante (10/10/12) o perfil apresentou um acréscimo  $20,91\text{m}^2$ , relacionado principalmente aos sedimentos oriundos da parcela setentrional da bacia (bacias do Surumu e Maú).

Mesmo que tenha representado um acúmulo médio de apenas 0,08 m ao leito do canal, em alguns pontos da seção o acúmulo de sedimentos foi bastante significativo, com destaque para o talvegue, que apresentou uma agradção de aproximada de 1,5 m. Por outro lado, esta foi compensada pela erosão em outros trechos do perfil.

No período posterior, no intervalo entre 10/10/12 e 16/11/12, o perfil da Fazenda Paraíso apresentou uma retirada substancial do seu material de fundo, exibindo um ganho de área ao canal de  $263,88\text{m}^2$ . Essa

perda de materiais no leito do rio foi a mais expressiva nas seções monitoradas, marcada por uma erosão média 1,06m do leito do canal.

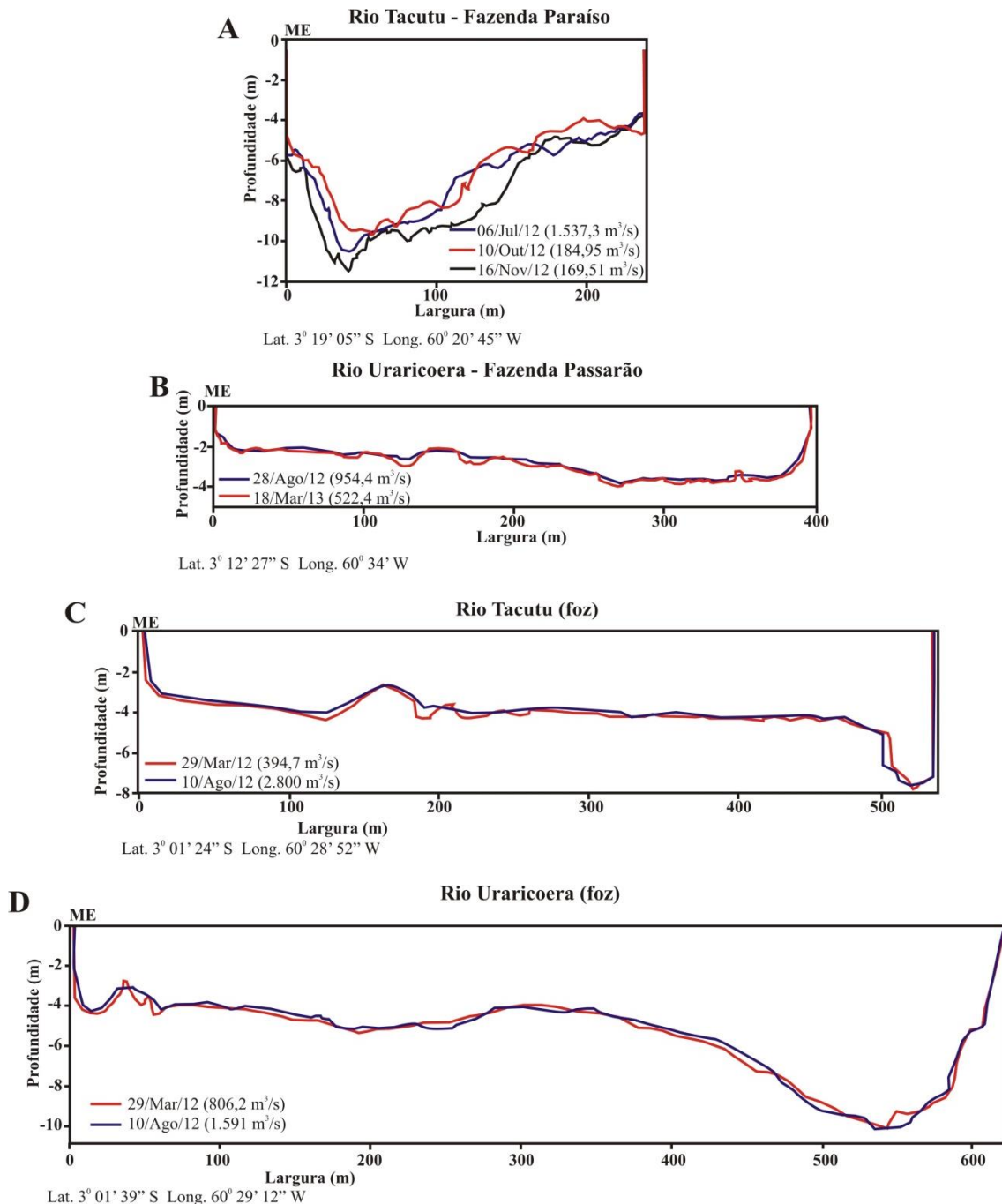


Figura 2: Variação da morfologia transversal no trecho inferior dos rios Tacutu e Uraricoera, Roraima.

A maior mobilidade de sedimentos na estação Fazenda Paraíso (Figura 2) é basicamente fruto dos sedimentos oriundos das áreas elevadas da bacia do Tacutu (dominada por vegetação tipo savana), drenada pelos rios Maú e Surumu, retratado por Agostinho (2001), as quais são assoladas pelas fortes chuvas durante as cheias (Evangelista et al., 2008). Esta situação é favorecida ainda pelo formato da seção que, sendo estreita e profunda, acelera a passagem do fluxo pelo perfil e promove um maior carreamento de sedimentos pelo leito do canal.

Já em relação aos perfis posicionados no rio Branco, o perfil B (Figura 3), localizado à montante da foz do rio Cauamé, apresentou, a exemplo do observado na Fazenda Paraíso, uma importante mobilização de

material de fundo. Contudo, tal perfil apresentou pequena variação na em sua área. No total, entre o intervalo de 30/03/12 (final da vazante) e 08/08/12 (cheia), houve um acréscimo de  $32,5 \text{ m}^2$ , representando um ganho de cobertura sedimentar média de pouco menos de  $0,04 \text{ m}$  nesta seção.

O maior volume de sedimentos movimentado neste perfil (õBö, Figura 3) ocorreu basicamente sobre uma barra fluvial, que domina a posição central e lateral esquerda do canal. Assim, enquanto alguns pontos da barra apresentaram acúmulo substancial aos depósitos, com espessamento superior a um metro, em outros pontos foi observada a formação de zonas depressivas, que compreenderam a remoção vertical dos materiais dos perfis em até dois metros e indicaram a ação de zonas de maior circulação horizontal denominados de *Chutte channel* (Bayer, 2010).

No talvegue, as modificações na forma do perfil foram pequenas (perfil õBö, Figura 3). Isso se deve ao fato deste setor estar posicionado na margem côncava do canal e apresentar fluxo constante e de alta energia ao longo de todo ano hidrológico. Essa condição determina a grande eficiência desta zona na transmissão de sedimentos à jusante, não permitindo deposição substancial de material de fundo neste setor da seção. Cabe ressaltar que a margem direita, posicionada junto à área de influência deste trecho do canal, apresenta os maiores valores de erosão de margem do sistema do alto rio Branco, superando um metro/ano (Sander et al., 2013).

O perfil C (Praia Grande, Figura 3), localizado nos arredores de Boa Vista, demonstrou um processo de agradação de sua seção na passagem da vazante (30/03/12) para o período de cheias (23/08/12). O acúmulo de sedimentos foi de  $200,19 \text{ m}^2$ , o que equivale a uma agradação média de  $0,16 \text{ m}$  ao leito do canal.

A sedimentação foi observada na maior parte do canal, chegando em alguns pontos à marca  $1,8 \text{ m}$  de espessura. As exceções foram observadas nas áreas de talvegue do canal principal (próximo à margem direita) e do canal secundário (adjacências da margem esquerda) e na parcela a esquerda do topo da barra, entre as distâncias de  $250$  e  $450 \text{ m}$  da margem esquerda (perfil C, Figura 3). Situado no intervalo entre duas ilhas (à montante e jusante da seção transversal) este perfil apresenta, durante as cheias, o deslocamento de fluxos transversais com origem no curso principal do rio Branco em direção ao canal secundário (canal do Surrão). Esses fluxos promovem a retirada do material depositado na área do topo da barra para o canal secundário.

O maior destaque quanto à mobilização de materiais do alto rio Branco foi observado nas proximidades da Ilha São Lourenço (perfil E, Figura 3). O referido perfil acumulou um total de  $359,07 \text{ m}^2$  de material de fundo no período de passagem da vazante até pouco depois do pico máximo de cheia. Esse volume representou uma deposição média de  $0,24 \text{ m}$  por todo o canal e apresentou o maior volume de todos os perfis monitorados. Os locais de maior deposição concentraram-se na parcela central do perfil, com uma deposição que ultrapassou  $2,5 \text{ m}$  de espessura.

A forte deposição neste setor é favorecida pela posição do perfil em relação à ilha de São Lourenço, localizada a poucos metros à jusante, atuando diretamente no retardo do fluxo na parcela central do canal do rio Branco e levando a instalação de uma barra a sua montante que se encontra franco processo de estabilização (desenvolvimento vertical com agradação de materiais pelíticos e fixação de vegetação).

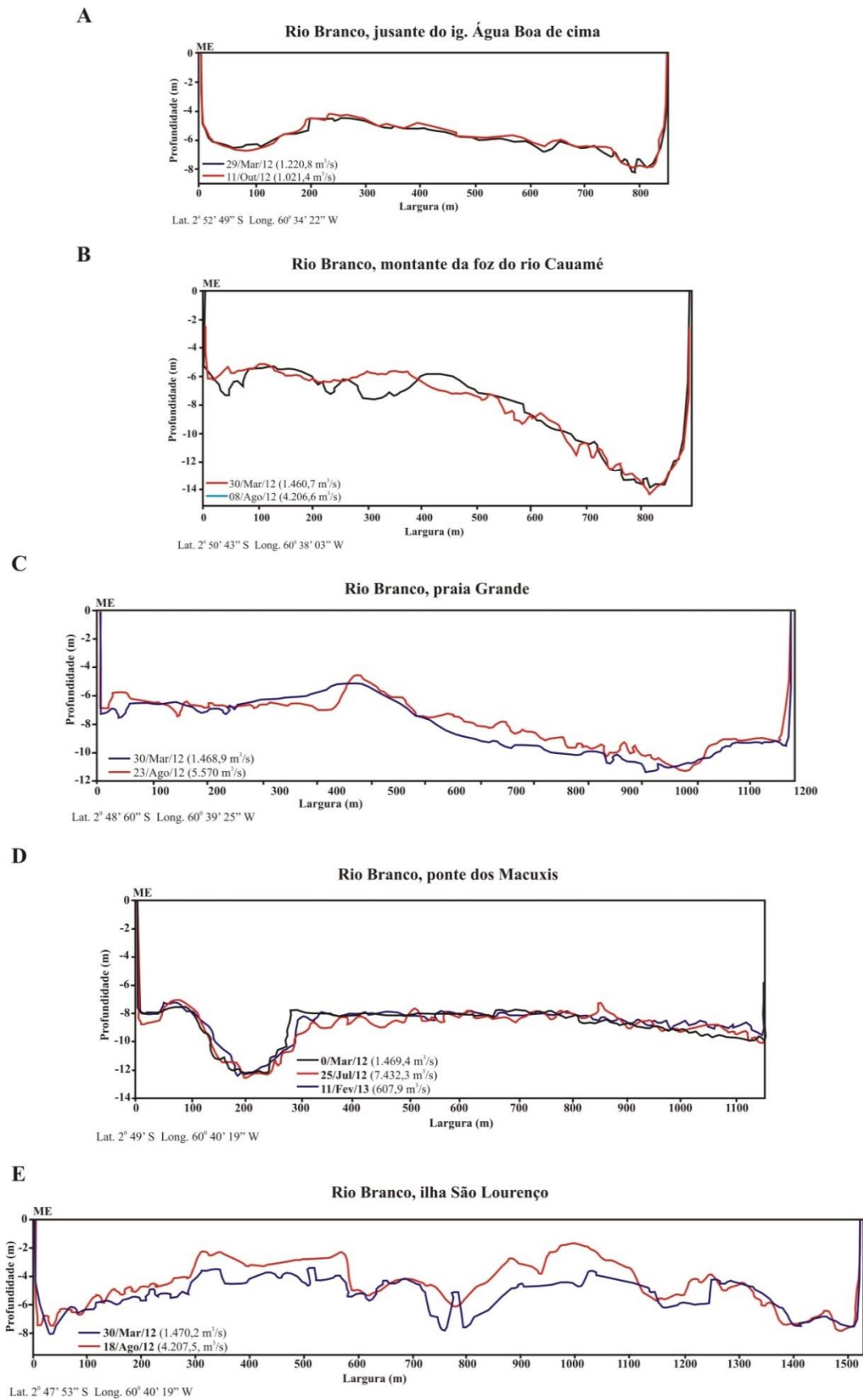


Figura 3: Variação da morfologia transversal do canal no sistema do alto rio Branco, Roraima.



O que chama a atenção neste último perfil é o preenchimento de uma depressão localizada na parcela central da barra (posição entre 700 e 900m no perfil E, Figura 3). Tal setor equivale ao domínio de um canal transversal que flui entre a ilha de São Lourenço (a jusante do perfil) e a barra central (montante). Assim, o processo de agradação neste perfil se dá principalmente pelo avanço dos sedimentos da barra fluvial sobre este canal, o qual exhibe uma redução gradual em sua largura e profundidade (Figura 4), bem como promove um acréscimo substancial a topografia do perfil, abrangendo trechos do canal preenchidos pelos sedimentos.

Quanto às modificações na área dos perfis e o momento hidrológico, os levantamentos indicaram um processo predominante de agradação da seção na passagem do período de vazante para as cheias. Esta condição foi observada nos perfis C e D, nos rios Tacutu e Uraricoera (Figura 2), além das seções A, B, C e E, localizados no alto rio Branco (Figura 3).

A exceção observada foi no perfil D, à montante da ponte dos Macuxis (Figura 3), onde verificou-se que a transição entre a vazante (30/03/12) e a cheia (25/07/12) exibiu uma remoção de sedimentos de  $60,83\text{m}^2$ , sendo o equivalente a uma erosão média de pouco mais de 0,05m.

A construção da ponte dos Macuxis e o aterro sobre a planície de inundação limitou a área de passagem de água aos limites do canal onde se encontram instaladas a cabeceira da ponte. Assim, para dar vazão ao volume das cheias, no trecho da ponte há uma forte aceleração da velocidade do fluxo que, compensando a redução da área do leito de cheias, o que acaba por diminuir a deposição de materiais na seção, em razão do forte poder erosivo da descarga.



Figura 4: Perfil transversal (linha vermelha) a montante da ilha de São Lourenço (Perfil E, Figura 3). Mostra o avanço da barra em direção à ilha de São Lourenço (jusante), durante a transição do período de cheias para a vazante, avançando sobre um canal que flui entre os dois depósitos sedimentares (Fonte GeoEye, 2013).

A passagem do período de cheias para a vazante mostrou uma condição contrária à transição vazante/cheia. Desse modo, quando as cheias terminam, o volume de sedimentos oriundos das vertentes (e de sua rede de drenagem) e depositados no canal passa a ser retirado de forma gradual, refletindo no seu aprofundamento. Isso é observado no perfil B (Fazenda Passarão, Figura 2), junto ao rio Uraricoera, que apresentou a predominância de processos erosivos. Assim, ao longo dessa transição (28/08/12 ó 18/03/13) o volume erodido foi de  $52,36\text{m}^2$ , o que equivale a um rebaixamento médio de 0,13m do leito do rio.

O perfil A, no rio Tacutu (Figura 3), apesar de apresentar inicialmente um acúmulo de sedimentos na transição entre a cheia/vazante ( $20,91\text{m}^2$ , no período entre 06/07/12 e 10/10/12), à medida que se aprofundou no período de vazante a seção foi rapidamente erodida. Em um intervalo pouco superior a um mês (10/10/12 a 16/11/12) o perfil da Fazenda Paraíso apresentou erosão substancial de  $263,88\text{m}^2$  (com a retirada média de 1,06m).



Na seção da ponte dos Macuxis (perfil D, Figura 4) a transição da vazante para cheia apresentou tendência erosiva/deposicional contrária aos outros perfis monitorados. À medida que a descarga do rio Branco reduziu foi observado um acúmulo de sedimentos no leito do canal. Portanto, no período entre 25/07/12 e 11/02/13, que marca o intervalo entre o ápice da cheia e o final da vazante, houve uma agitação de  $109,15\text{m}^2$ , acrescentando ao seu leito um volume médio aproximado de 0,10m. Este acúmulo provavelmente é fruto da desaceleração da velocidade de descarga da seção, o que permite a armazenagem do sedimento no local.

Importante salientar que a sedimentação no local também sofre algum tipo de interferência (negativa), a qual é gerada por atividades de mineração intensiva (dragagem areia e seixo), concentrada principalmente entre uma faixa entre 100 e 1.000m à jusante do trecho direito do canal. O lado esquerdo também tem sido explorado, mas com baixa intensidade.

## 3.2. Características da carga sedimentar

### 3.2.1. Carga de fundo

A classificação da carga de fundo no trecho inferior da bacia do alto rio Branco mostrou ao longo dos perfis monitorados materiais de granulometria variando entre os tamanhos areia média e seixo. As Tabelas 1 e 2 apresentam as características da carga de fundo dos trechos inferiores dos rios Tacutu e Uraricoera, assim como do canal do alto rio Branco até as adjacências de Boa Vista.

#### 3.2.1.1. Sedimentos de fundo no baixo curso dos rios Tacutu e Uraricoera

Por serem sistemas com áreas menores e com maior proximidade com as cabeceiras de drenagens, os rios Tacutu e Uraricoera apresentaram uma maior variedade na composição da carga de fundo. Assim, quando comparado os resultados das amostragens realizadas nestes dois sistemas com as realizadas no rio Branco, nota-se um menor grau de seleção dos materiais de fundo nestas bacias (Tabelas 1 e 2).

A coleta dos materiais de fundo no canal do rio Tacutu mostraram situações bem distintas no tipo de material de fundo junto aos perfis levantados (Figura 1) (Tabela 1). Enquanto no perfil A (Fazenda Paraíso) as amostras oscilaram entre areia muito grossa e seixo, no trecho da foz do Tacutu (perfil B) os materiais de fundo apontaram variações entre areia média a areia muito grossa.

Mesmo que o Tacutu apresente uma declividade muito baixa no perfil A (0,04m/km), este local apresenta as maiores granulometrias de todos os perfis levantados. O monitoramento mostrou uma boa relação do calibre dos materiais com a posição no perfil. Assim, a região mais profunda do canal (talvegue) associada à margem côncava (posição 1, perfil A, Figura 2 e Tabela 1) apresentou em todas as amostras coletadas a composição de materiais de tamanho seixo com valores variando entre -3 (muito pobremente selecionado) e -4 (pobremente selecionado). A única exceção foi no levantamento de 26/07/12, quando o amostrador (Van Veen) não coletou qualquer tipo de material.

Tabela 1: Características granulométricas dos materiais de fundo dos perfis levantados nos trechos inferiores dos rios Tacutu e Uraricoera, RR. O significado de cada sigla da tabela é apresentado na sequência: Seö ó seixo; Gö ó grânulo; Amgö ó areia muito grossa; Agö ó areia grossa; Amö ó areia média; Meö ó margem esquerda; Mdö ó margem direita; Psö ó pobremente selecionado; Mpsö ó muito pobremente selecionado; Msö ó moderadamente selecionado. A numeração indica a posição da amostragem, onde: 1 e 5 são posições próximas às margens; 2 e 4, são pontos intermediários entre as margens e centro do canal; 3, é o centro do canal.

**Tabela 1 - Coleta dos materiais de fundo**

Perfil/Rio	Expedição	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Granulometria/grau de seleção				
			1 Me	2	3	4	5 Md
A Tacutu	26/07/12**	2.990,95	ó	ó	Ag/Ps	Amg/Ps	Amg/Mps
A Tacutu	10/10/12*	190,38	Se/Ps	Gr/Mps	Gr/Mps	Amg/Mps	Amg/Mps
A Tacutu	11/05/13**	2.417,83	Se/Mps	Ag/ Ps	Ag/ Ps	Ag/Ms	Ag/Ms
A Tacutu	31/07/13**	2.600,5	Se/Mps	Ag/ Ps	Ag/ Ps	Ag/ Ms	Ag/Ms
B Uraricoera	27/07/12**	1.681,96	Amg/Mps	Ag/Ms	Am/Ms	Ag/Ms	Amg/Mps
B Uraricoera	18/03/13*	522,38	Ag/Ms	Ag/Ms	Amg/Mps	Gr/Ps	ó
B Uraricoera	26/06/13**	1.938,09	Ag/Ms	Ag/Ps	Ag/Ms	Amg/Mps	Se/Mps
B Uraricoera	26/10/13*	864,74	Am/Ms	Am/Ms	Ag/Ms	Ag/Ps	Ag/Mps
C Tacutu	29/03/12*	345,2	Am/Ms	Ag/Ms	Ag/Ms	Ag/Ms	Ag/Ps
C Tacutu	10/08/12**	2.112	Ag/Ms	Ag/Ms	Ag/Ms	Ag/Ps	Amg/Ps
D Uraricoera	29/03/12*	1.210	Am/Ms	Ag/Ms	Ag/Ms	Ag/Ms	Ag/Ps
D Uraricoera	10/08/12**	1.661,64	Ag/Ms	Ag/Ps	Ag/Ps	Ag/Ps	Amg/Ps

\* Período de vazante, \*\* Período de cheia

No setor de transição entre o talvegue e a zona de menor profundidade do perfil A (Figura 2), nos pontos 2 e 3 (Tabela 1), a granulometria variou entre o tamanho grânulo e areia grossa, com diâmetros oscilando entre -1,228 e 0,686 (muito pobremente selecionados). A exemplo do ponto 1, no ponto 2 (em 26/07/12) não houve êxito na amostragem do sedimento de fundo. Já no setor próximo à margem direita do canal (margem convexa), nos pontos 4 e 5, os sedimentos foram classificados em areia grossa (11/05/13 e 31/07/13), moderadamente selecionada, e areia muito grossa (26/07/12 e 10/10/12), sendo 75% das amostras pobremente selecionado.

Quanto à distribuição temporal, durante os períodos de cheias do rio Tacutu (26/07/12 - 2.990,95m<sup>3</sup>/s; 11/05/13 - 2.417,83m<sup>3</sup>/s; e 31/07/13 ó 2.600,5m<sup>3</sup>/s), os pontos 2, 3, 4 e 5 apresentaram granulação de areia grossa (64,29%) ou areia muito grossa (28,57%), com exceção do ponto não amostrado (Tabela 1, perfil A). Por outro lado, a mensuração realizada durante a estação seca (10/10/12 - 190,38m<sup>3</sup>/s) apresentou granulometria equivalente ou maior dentro dos cinco pontos de amostragens.

A maior granulometria apresentada no perfil A está relacionada provavelmente a entrada de sedimentos trazidos pelos rio Surumu e Maú. Com sua foz posicionada a pouco mais de sete quilômetros à montante deste perfil, a bacia do Surumu apresenta perfis longitudinais com gradientes médios superiores a quatro metros por quilometro e altitudes de quase 3.000m. Já a bacia do Maú drena a área vizinha (mesma região) e desemboca a 70km a montante da seção. Ambas garantem a maior parte do suprimento que alimenta a carga de fundo do baixo Tacutu. O canal estreito (com largura aproximadamente de 250m) e com maior profundidade acelera a passagem do fluxo pelo perfil, resultando na deposição de sedimentos de calibre igual ou superior a areia grossa.

Localizado a 43km à jusante do perfil A, na foz do rio Tacutu, o perfil C (Figura 2) apresenta características bem distintas ao primeiro. As duas campanhas de campo realizadas apontaram uma composição essencialmente arenosa, onde predominam areias grossas (0,8536 a 0,4882 ), sendo moderadamente selecionadas (75% dos casos). As exceções são os pontos 1 (margem convexa) e 5 (margem côncava), que apresentaram composições de areia média e areia muito grossa, respectivamente (Tabela 1).

Quanto à variação entre os períodos de cheias, foi observado somente alteração do material de fundo junto ao talvegue e nas proximidades da margem convexa do canal (perfil C, Figura 2). Durante as cheias (campanha de 29/03/12), o material de fundo passou de uma composição de areia grossa para areia muito grossa, sendo reflexo do aumento da velocidade da água no setor, gerado pela subida do nível do rio. Na vazante (campanha de 10/08/12) todos os pontos de coleta, com exceção do ponto um, apresentaram composição de areia grossa. No caso do ponto um, o material exibiu uma redução do tamanho médio das partículas para o tamanho areia média, estando basicamente associado à baixa velocidade da água no local.

A redução geral do tamanho médio das partículas do perfil A para o perfil C (Tabela 1, Figura 2), no baixo Tacutu, pode estar associada a diferenças básicas no formato da seção transversal, sendo que a pequena distância entre os dois locais (43km) não deve trazer grandes alterações importantes no regime de vazão neste intervalo. Com uma seção mais alargada o perfil C (que possui o dobro da largura do perfil A) apresenta uma redução natural da energia do fluxo e implica na deposição de partículas de diâmetro menor que o ponto à montante.

Outra importante condição que provavelmente favoreça a sedimentação de partículas de diâmetro menor no perfil C (assim como o alargamento desta seção) é a interferência do fluxo do rio Uraricoera, com maior descarga, que cruza o caminho do Tacutu para dentro do rio Branco.

A confluência entre esses dois sistemas cria uma zona complexa de interações hidrodinâmicas afeta o regime de descarga líquida do baixo Tacutu, favorecendo a redução do calibre do material de fundo na sua foz. Essas condições foram observadas por Kuerten (2006) e Morais (2010) na foz do rio Ivaí com o Paraná, onde, além da redução das corredeiras e do entalhe do canal sobre os depósitos aluviais (Morais, 2010) foi observada a diminuição da granulometria da carga de fundo em direção à foz pela frenagem do fluxo do rio Ivaí pelo rio Paraná (com maior descarga) (Kuerten, 2006). Outro estudo que corrobora com a discussão sobre o comportamento sedimentar de rios em zonas de confluência foi realizado por Franzinelli (2011), ao estudar a região do encontro das águas dos rios Solimões e Negro, na região amazônica.

Os perfis B e D (Figura 2, Tabela 1), no rio Uraricoera, mostraram um comportamento similar ao observado no Tacutu, com sedimentos de maior granulometria no perfil B (Fazenda Passarão), posicionado a 22km à montante da confluência entre os dois rios, e de sedimentos de menor diâmetro no perfil D, na região do encontro com o rio Tacutu.

A análise granulométrica dos sedimentos de todas as campanhas demonstrou que 50% dos materiais coletados eram compostos por areia grossa (oscilando de 0,7016 a 0,4937), seguidos por areia muito grossa (-0,2115 a -0,7892) e areia média (1,079 a 1,182), representando 20 e 15%, respectivamente. Amostras de seixo e grânulo, ou locais onde a coleta não foi possível, representaram (cada uma) 5% dos casos.

No que diz respeito à variação da granulometria na seção, o perfil B apresentou os maiores diâmetros nas zonas de maior profundidade, associadas a posição do talvegue. Neste sentido, nos pontos quatro e cinco predominaram granulometrias igual ou superior a areia muito grossa até o tamanho seixo (Tabela 1). Nas zonas de menor profundidade, no trecho central do canal e parcela esquerda do canal (na área de influência dos pontos um a três) predominaram areias de tamanho grande (58,3%), seguidos por sedimentos tamanho areia média (25%) e areia muito grossa (16,7%).

Em relação ao período hidrológico (cheia e vazante) não foi possível identificar um padrão específico. O período de vazante com vigência entre os meses de outubro a março mostrou uma granulometria ora ligeiramente mais grosseira (18/03/13, final da vazante), ora uma condição média suavemente mais fina (26/10/13, início da vazante) (perfil B, Figura 2 e Tabela 1). Durante as cheias (período que compreende os meses de abril a setembro) a variação mais significativa ocorreu no ponto cinco, que passou de uma composição granulométrica de areia muito grossa (27/07/12) à seixosa (26/06/13).

O perfil D (Figura 2, Tabela 1), posicionado na foz do Uraricoera, assim como visto no Tacutu também apresentou significativa redução da granulometria média dos sedimentos. Em 80% das amostragens realizadas (em duas campanhas) a granulometria média apresentou composição de areia grossa, oscilando entre 0,4882 e 0,8318. A única amostra com granulometria superior foi coletada no talvegue do canal (ponto cinco), durante a estação chuvosa, que apresentou composição de areia muito grossa. De igual modo, a única amostra de sedimento mais fino (areia média) foi obtida na zona de agradação, posicionada a poucas dezenas de

metros da área de influência direta da confluência dos rios Tacutu e Uraricoera.

Oscilações da distribuição espacial (ao longo da seção) e temporal (períodos de cheias e vazantes) dos sedimentos foi quase nula. Elas foram observadas somente nas posições extremas do canal, representadas pelo talvegue (zona de maior energia) e nas posições de menor profundidade (zona de agradação), compreendendo somente 20% das amostragens (perfil D, Tabela 1, Figura 2).

A redução da granulometria média dos sedimentos, quando comparada à estação Fazenda Passarão (posicionada 22km a montante), provavelmente é resultado das interações hidrodinâmicas geradas pela confluência entre os rios Uraricoera e Tacutu, assim como o alargamento da seção do Uraricoera, ampliada em pouco mais de 37% (atuando na redução da velocidade média do fluxo que passa pela seção).

Quanto ao grau de seleção de sedimentos, o monitoramento apontou para uma ordenação dos materiais de fundo de acordo com a posição em relação ao talvegue. Assim, na área do talvegue e adjacências predominam amostras com baixo grau de seleção, associadas à ocorrência de sedimentos de maior granulometria do perfil (zonas de maior velocidade no perfil). Nas áreas mais afastadas, referentes aos trechos de menor profundidade ou depósitos de barras, os sedimentos apresentaram melhor grau de seleção (formado em sua ampla maioria por sedimentos moderadamente selecionados).

Por outro lado, a relação do grau de seleção dos sedimentos com o momento hidrológico mostrou resultados bastante diferenciados. Somente os perfis C e D (Tabela 1) apresentaram alguma relação do grau de seleção com vazantes e cheias. Nestes perfis, durante o período de cheias, a granulometria foi marcada por sedimentos com pobre grau de seleção. Já nas vazantes, as seções apresentaram uma melhora no grau de seleção das amostras. Esse tipo de condição foi observada por Kuerten et al. (2009), que estudaram as características hidrossedimentares do rio Ivaí. O restante dos perfis não apresentou padrões claros para as cheias e as vazantes.

### **3.2.1.2. Sedimentos de fundo do canal do alto rio Branco**

Com largura média superior a um quilometro e declividade média aproximada de 0,11 m/km, o canal do alto rio Branco é marcado por um visível adensamento dos depósitos de material de fundo, expostos em boa parte a partir da metade final do período de vazante (janeiro a início de abril).

Marcado por seções de razão largura/profundidade maior ao observado nos sistemas dos Tacutu e Uraricoera, com valores médios superiores a 150 vezes, o rio Branco apresenta uma significativa redução do diâmetro médio das partículas depositadas na área do canal quando comparado aos seus tributários (trecho inferior).

Enquanto no baixo curso dos rios formadores do alto rio Branco (rios Tacutu e Uraricoera) predominam as partículas de tamanho igual ou maior que areia grossa (>80%), no canal do Branco as granulometrias são compostas em sua maior parte por sedimentos de diâmetro areia média (43,33%) e areia grossa (41,11%), sendo uma pequena parte composta por sedimentos de calibre maior, que reúne amostras de seixo (8,89%), areia muito grossa (5,56%) e granulo (1,11%).

Quanto ao tamanho e disposição da granulometria, o perfil A (Tabela 2, Figura 3) apresentou um padrão diferenciado em relação aos outros perfis do rio Branco. Este perfil praticamente não apresentou variação nas duas campanhas de amostragem e exibiu uma granulometria mais grosseira, composta em sua maioria por areia grossa (70%), com diâmetro médio oscilando entre 0,3683 e 0,9991 .

Tabela 2: Características granulométricas dos materiais de fundo dos perfis do canal do alto rio Branco, RR (o significado das siglas são apresentadas na Tabela 1).

Perfil	Expedição	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Granulometria/grau de seleção				
			1 Me	2	3	4	5 Md
A	29/03/12*	1.450	Ag/Ms	Ag/s	Ag/Ps	Ag/Ps	Se/Mps
A	10/08/12**	5.420	Ag/Ms	Ag/Ms	Ag/Ps	Amg/Ps	Se/Mps
B	30/03/12*	1.678	Am/Ms	Am/Ms	Am/Ms	Am/Ms	Ag/Ms
B	10/08/12**	5.420	Ag/Ms	Am/Bs	Ag/Ms	Am/Ms	Se/Ms
B	25/05/13**	4.990	Am/Ms	Am/Ms	Am/Bs	Ag/Ms	Se/Mps
B	26/06/13**	2.934	Am/Ms	Am/Ms	Am/Ms	Ag/Ps	Se/Mps
C	30/03/12*	1.690	Am/Ms	Am/Ms	Ag/Ms	Gr/Mps	Se/Mps
C	07/08/12**	4.875,96	Am/Ms	Am/Ms	Ag/Ms	Ag/Ps	Ag/Ms
C	21/05/13**	4.720	Am/Ms	Am/Ms	Ag/Ms	Ag/Ps	Ag/Ps
C	26/06/13**	3.014	Am/Ms	Am/Ms	Ag/Ms	Ag/Ps	Ag/Mps
D	30/03/12*	1.690	Am/Bs	Ag/Ms	Ag/Ms	Amg/Mps	Se/Mps
D	07-08/12**	4.875,96	Am/Ms	Am/Ms	Ag/Ms	Ag/Ms	Ag/Ms
D	21/05/13**	4.720	Am/Ms	Am/Ms	Am/Ps	Ag/Ps	Am/Bs
D	26/06/13**	3.014	Am/Ms	Am/Ms	Am/Ms	Ag/Ps	Am/Mps
E	30/03/12*	1.690	Ag/Ms	Ag/Ms	Am/Ms	Am/Ps	Se/Mps
E	07/08/12**	4.875,96	Am/Ms	Am/Ms	Am/Ms	Am/Ms	Amg/Mps
E	29/04/13*	3.550	Ag/Ps	Am/Ms	Ag/Ms	Ag/Ps	Amg/Mps
E	26/06/13**	3.014	Am/Ms	Ag/Ps	Ag/Ms	Ag/Ps	Amg/Mps

As granulometrias mais grosseiras (areia muito grossa e seixo) foram obtidas na parte mais profunda do canal (talvegue), posicionada à margem esquerda (ponto cinco, Perfil 5), na zona de maior velocidade do fluxo. O máximo calibre dos materiais, assim como a menor variação na granulometria dos sedimentos de fundo nesta seção, possivelmente está associado ao formato menos irregular do canal neste perfil e a sua menor largura, sendo em média 300m mais estreito do que nas outras seções.

Os Perfis B, C, D e E, exibiram um padrão de arranjo granulométrico associado basicamente à proximidade ou distanciamento em relação ao talvegue. Deste modo, os sedimentos de areia média, que compõem 48,75% da totalidade das amostras destes perfis, estão localizados entre a margem direita e o centro do canal do rio Branco, e relacionam-se a uma zona de convexidade neste trecho, onde atuam como áreas de maior agradação. Exceção a isso é o perfil E, que apresenta a sua zona de maior agradação no centro do canal, com uma estabilização vigorosa favorecida por uma ilha a poucos metros à jusante (ilha São Lourenço).

As zonas intermediárias às de maior agradação e o talvegue são dominados por granulometria de areia grossa, representando a área de transição entre trechos de baixa velocidade do fluxo para zonas de descarga acelerada. Na região do talvegue, que se apresenta como a zona de composição de material sedimentar mais grosseiro, onde o diâmetro médio das partículas pode chegar ao tamanho seixo (perfis A ao E, Tabela 2). A exceção a isso é um páleo talvegue situado próximo à margem esquerda do perfil D, que apresentou uma composição de areia média, associada a baixa velocidade de descarga no setor.

Quanto a variações temporais, não ficou evidente a ocorrência de padrões sedimentares específicos durante a vigência dos períodos de vazante ou durante as cheias.

No quesito de grau de seleção de sedimentos, o monitoramento ao longo do canal do alto rio Branco repetiu as condições observadas no trecho inferior dos rios Tacutu e Uraricoera, quando a ordenação dos materiais de fundo de acordo com a posição em relação ao talvegue. Assim, seguindo as áreas com fluxo de maior energia, no talvegue e adjacências, predominam amostras com baixo grau de seleção, associadas à ocorrência de sedimentos de maior granulometria do perfil. Já nos trechos de menor profundidade ou depósitos, mais afastados do talvegue, os sedimentos apresentaram melhor grau de seleção (formado em sua ampla maioria por sedimentos moderadamente selecionados).

Por outro lado, a relação do grau de seleção dos sedimentos com o momento hidrológico somente o perfil B (Tabela 2) apresentou alguma relação do grau de seleção com vazantes e cheias. Assim como observado nos Perfis C e D, localizados na foz dos rios Tacutu e Uraricoera (Tabela 1, Figura 2), o Perfil B

(rio Branco) apresentou durante o período de cheias sedimentos com pobre grau de seleção. Já nas vazantes, a seção apresentou uma melhora no grau de seleção das amostras. O restante dos perfis não apresentou padrões claros para as cheias e as vazantes.

#### 4. CONCLUSÕES

Os levantamentos realizados demonstraram a forte influencia do clima tropical e da geomorfologia da bacia. Neste sentido, as atividades exploratórias desenvolvidas junto ao trecho inferior da bacia possibilitaram as seguintes constatações:

- O monitoramento mostrou alterações na morfologia do canal em todos os perfis transversais;
- Com exceção do perfil òDö, a montante da ponte dos Macuxis, todos os outros perfis indicaram processos agradacionais na transição vazante-cheia e erosão no período cheia-vazante;
- A erosão no perfil òDö (rio Branco) é provavelmente fruto do confinamento do fluxo de cheias ao canal devido à construção da ponte dos Macuxis. Assim, para dar conta de toda a descarga ofertada o canal apresenta aumento da velocidade do fluxo, resultando na erosão do leito;
- Já nas vazantes, devido à redução da velocidade média da descarga no perfil D, no rio Branco, foram observados deposição na área da seção, contrariando as condições observadas em todos outros pontos monitorados;
- Os maiores destaques na remobilização de material de fundo foram os perfis òAö (Fazenda Paraíso, rio Tacutu) e òEö (ilha de São Lourenço) no rio Branco;
- A Fazenda Paraíso (rio Tacutu) apresentou a erosão de 263,88 m<sup>2</sup> no prazo de apenas 47 dias, com uma perda média de 1,06 m de material do leito. O perfil da ilha de São Lourenço (rio Branco), durante a passagem da vazante para a cheia, apresentou uma agradação de 359,07 m<sup>2</sup>, representando uma deposição média de 0,24 m ao fundo do canal;
- O levantamento dos materiais de fundo indicou a predominância de sedimentos tamanho areia grossa (56,67 %) no baixo curso dos rios Tacutu e Uraricoera, sendo o restante dos materiais formado por materiais mais grosseiros;
- O canal do alto rio Branco apresentou materiais formados principalmente por areia média (42,22 %) e areia grossa (37,78 %);
- Quanto ao grau de seleção de sedimentos, o monitoramento apontou para uma ordenação dos materiais de fundo de acordo com a posição em relação ao talvegue. Assim, na área do talvegue e adjacências predominam amostras mais grosseiras e com baixo grau de seleção, associadas à ocorrência de sedimentos de maior granulometria do perfil (zonas de maior velocidade no perfil).
- Nas áreas mais afastadas, referentes aos trechos de menor profundidade ou depósitos de barras, os sedimentos apresentaram menor diâmetro e melhor grau de seleção (formado em sua ampla maioria por sedimentos moderadamente selecionados).
- Quanto à relação do grau de seleção dos sedimentos com o momento hidrológico somente o perfil B, no rio Uraricoera, e os perfis C e D, no rio Branco, apresentaram alguma relação do grau de seleção com vazantes e cheias. Assim, durante as vazantes, estas seções indicaram uma melhora no grau de seleção das amostras.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agostinho, J. de. 2001. Subsídios à discussão de um plano de desenvolvimento sustentável para o estado de Roraima. 2001. Tese (Doutorado). FFLCH, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Bayer, M. 2010. Dinâmica do transporte, composição e estratigrafia dos sedimentos da planície aluvial do rio Araguaia. 82 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) Universidade Federal de Goiás ó UFG, Goiânia, GO.





Bourgoin, L. M.; Bonnet, M.P.; Martinez, J. M.; Kosuth, P.; Cochonneau, G.; Turcq, P. M.; Guyot, J. L.; Vauchel, P.; Filizola, N.; Seyler, P. 2007. Temporal dynamics of water and sediment exchanges between the Curuaí floodplain and the Amazon River, Brazil. *Journal of Hydrology*, v. 335, Issues 162, p. 140-156.

Carvalho, N. de O. 1994. Hidrossedimentologia prática. Rio de Janeiro: CPRM.

Carvalho, T.M. 2008. Técnicas de medição de vazão por meio convencionais e não convencionais. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 1, p. 73-85.

Costa, J. A. V; Falcão, M. T. 2011. Compartimentação morfotectônica e implicações de evolução do relevo do hemigráben do Tacutu no estado de Roraima. *Revista Brasileira de Geomorfologia* - v. 12, nº 1, p. 29.

Evangelista, R.O.; Sander, C.; Wankler, F.L. 2008. Estudo preliminar da distribuição pluviométrica e do regime fluvial da bacia do rio Branco, estado de Roraima. In: Silva, P.R.F.; Oliveira, R.S. (Org.). *Roraima 20 anos: As geografias de um novo estado*. Boa Vista: Editora da UFRR, p. 142-167.

Filizola, N. P. 1999. O fluxo de sedimentos em suspensão nos rios da bacia Amazônica Brasileira. ANEEL, Brasília, 63 p.

Filizola, N.; Guyot, J. L. 2011. Fluxo de sedimentos em suspensão nos rios da Amazônia. *Revista Brasileira de Geociências*. 41(4), p. 566-576.

Gupta, A. (Ed.). 2007. *Large Rivers: Geomorphology and Management*. Wiley, Chichester. 689 p.

IBGE ó Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Geologia do Estado de Roraima. Rio de Janeiro, 1ª Ed, 2005a. 1 mapa. 89 X 79 cm, escala 1:1.000.000.

IBGE ó Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Geomorfologia do Estado de Roraima. Rio de Janeiro, 1ª Ed, 2005b. 1 mapa. 89 X 79 cm, escala 1:1.000.000.

IBGE ó Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Vegetação do Estado de Roraima. Rio de Janeiro, 1ª Ed, 2005c. 1 mapa. 89 X 79 cm, escala 1:1.000.000.

Kuerten, S. 2006. Variação longitudinal das características sedimentares e hidrológicas do rio Ivaí-PR em seu curso inferior. 87 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) ó Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

Latrubesse, E. M.; Stevaux, J. C.; Santos, M. L.; Assine, M. 2005. Grandes Sistemas Fluviais: Geologia, Geomorfologia, Paleohidrologia. In: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário - ABEQUA. (Org.). *Quaternário do Brasil*. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005, v. 1, p. 276-297.

Latrubesse, E.M.; Franzinelli, E. 2005. The late Quaternary evolution of the Negro River, Amazon, Brazil: Implications for island and floodplain formation in large anabranching tropical systems. *Geomorphology*, 70, p. 372-397.

Leopold, L. B., Wolman, M. G., Miller, J. P. 1995. *Fluvial Processes in Geomorphology*, San Francisco: Freeman, 535 p.

Meurer, M.; Bravard, J.; Stevaux, J. C. 2011. Granulometria dos sedimentos marginais do rio Ivaí com vistas à compreensão da dinâmica hidrosedimentar montante-jusante. *Revista Brasileira de Geomorfologia* - v. 12, nº 1, p. 39 ó 44.

- Meade, R.H. 1985. Suspended sediment in the Amazon River and its tributaries in Brazil during 1982-84. US Geological Survey Open-File Report, p. 85-92.
- Meade, R. H. 2007. Transcontinental Moving and Storage: the Orinoco and Amazon Rivers Transfer the Andes to the Atlantic. In: GUPTA, A. (Ed.). Large rivers: geomorphology and management. United Kingdom: John Wiley e Sons, p. 45 ó 63.
- Mertes, L. A. K.; Dunne, T. 2007. Effects of Tectonism, Climate Change, and Sea-level Change on the Form and Behaviour of the Modern Amazon River and its Floodplain. In: GUPTA, A. (Ed.). Large rivers: geomorphology and management. United Kingdom: John Wiley e Sons, p. 115 ó 144.
- Morais, E. S. de. 2010. Evolução da planície de inundação e confluência do rio Ivaí e rio Paraná na região do Pontal do Tigre, Icaraíma - PR: Uma abordagem geomorfológica. (Mestrado em Geografia) ó Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- Sander, C.; Carvalho, T. M. de; Gasparetto, N. V. L. 2013. Breve síntese da dinâmica fluvial do rio Branco, nas adjacências da cidade de Boa Vista, Roraima. Rev. Geogr. Acadêmica v.7, n.1, p. 60 ó 69.
- Wohl, E. E. 2007. Hydrology and Discharge In: GUPTA, A. (Ed.). Large rivers: geomorphology and management. United Kingdom: John Wiley e Sonsp., p. 29-44.