

---

# INSERÇÃO DO RIO BRANCO NAS ÁREAS ÚMIDAS DA AMAZÔNIA, ESTADO DE RORAIMA, AMAZÔNIA SETENTRIONAL

INSERTION OF THE BRANCO RIVER IN THE AMAZONIAN WETLANDS,  
STATE OF RORAIMA, NORTHERN AMAZON

INSERCIÓN DEL RÍO BRANCO EN LOS HÚMEDALES DE LA AMAZONÍA,  
ESTADO DE RORAIMA, AMAZONÍA SEPTENTRIONAL

Thiago Morato de Carvalho<sup>1</sup>

Rúbson Pinheiro Maia<sup>2</sup>

Carlos Sander<sup>3</sup>

---

**RESUMO:** O objetivo deste artigo foi caracterizar alguns aspectos gerais da bacia hidrográfica do rio Branco, sua dinâmica morfológica e hidrológica do canal principal, inserindo este ambiente no contexto das áreas úmidas de Roraima. Foram utilizadas imagens de satélite da série Landsat e modelo de elevação da SRTM para análises morfológicas do relevo e da planície fluvial. Os dados hidrológicos foram obtidos das estações hidrométricas da ANA e levantamento de campo. Foram definidos quatro compartimentos ao longo do canal do rio Branco, sendo caracterizado suas características morfológicas e hidrológicas. Os resultados obtidos possibilitam melhor compreensão da dinâmica hidrogeomorfológica do rio Branco, que diferentemente das demais regiões amazônicas, nas quais os rios são alóctones na maioria, o sistema de drenagem em grande parte é autóctone. São dados que contribuem em gerar informações que, somadas às outras, fortalecem o entendimento que temos sobre os ecossistemas amazônicos, particularmente os sistemas que são periodicamente alagados. São estudos que dão subsídios à classificação e projeções futuras de possíveis cenários para políticas ambientais, permitindo condições de estabelecer critérios de avaliação para o planejamento e gerenciamento do uso de ambientes de áreas úmidas, por exemplo, lagos e áreas insulares, as quais são dinâmicas, e vulneráveis à ação humana.

**Palavras-chave:** Bacia hidrográfica do rio Branco. Áreas úmidas. Geomorfologia fluvial. Roraima.

**ABSTRACT:** The aim of this paper was to characterize some general aspects of the Branco drainage basin, its morphological and hydrological dynamics of the main channel, specifying this environment in the context of the wetlands of Roraima. Satellite images from Landsat series and SRTM elevation model were used for morphological analysis

---

1 Professor Dr. Dep. de Geografia, Lab. de Métricas da Paisagem. Universidade Federal de Roraima. E-mail: thiago.morato@ufrr.br.

2 Prof.Dr. Dep. de Geografia da Universidade Federal do Ceará. E-mail: rubsonpinheiro@yahoo.com.br.

3 Professor Dr. Dep. de Geografia, Lab. de Métricas da Paisagem. Universidade Federal de Roraima. E-mail: sander.@ufrr.br.

of the relief and fluvial plain. Hydrological data were obtained from ANA hydrometric stations and field surveys. Four compartments were defined along the Branco river channel, their morphological and hydrological characteristics being adequate. The results obtained allow for a better understanding of the hydrogeomorphological dynamics of the Branco river, which, unlike other Amazonian regions, in which the rivers are mostly allochthonous, the drainage system is largely autochthonous. These data contribute to generating information that, added to the others, strengthen the understanding we have about Amazonian ecosystems, particularly systems that are periodically flooded. These are studies that support the classification and future projections of possible scenarios for environmental policies, conditions allowed to define assessment criteria for planning and managing the use of wetland environments, for example, lakes and insular areas, which are dynamic, and vulnerable to human action.

**Keywords:** Branco River drainage basin. Wetlands. Fluvial geomorphology. Roraima.

**RESUMEN:** El objetivo de este artículo fue caracterizar algunos aspectos generales de la cuenca hidrográfica del Río Branco, su dinámica morfológica y hidrológica del cauce principal, concretando este ambiente en el contexto de los humedales de Roraima. Se utilizaron imágenes de satélite de la serie Landsat y modelos de elevación SRTM para el análisis morfológico del relieve y la llanura fluvial. Los datos hidrológicos se obtuvieron de las estaciones hidrométricas de ANA y los estudios de campo. Se delimitaron cuatro compartimentos a lo largo del cauce del río Branco, siendo adecuadas sus características morfológicas e hidrológicas. Los resultados obtenidos permiten conocer mejor la dinámica hidrogeomorfológica del río Branco, que, a diferencia de otras regiones amazónicas, en las que los ríos son mayoritariamente alóctonos, el sistema de drenaje es mayoritariamente autóctono. Estos datos contribuyen a generar información que, sumada a las demás, fortalece el conocimiento que tenemos sobre los ecosistemas amazónicos, en particular los sistemas que se inundan periódicamente. Se trata de estudios que sustentan la clasificación y proyecciones futuras de posibles escenarios de políticas ambientales, condiciones que permiten definir criterios de evaluación para la planificación y manejo del uso de ambientes de humedales, por ejemplo, lagos y áreas insulares, que son dinámicas y vulnerables a la acción humana.

**Palabras clave:** Cuenca hidrográfica del río Branco. Humedales. Geomorfología fluvial. Roraima.

## INTRODUÇÃO

Esta contribuição científica insere-se, em parte, no amplo escopo dos estudos relacionados à estrutura e funcionamento da hidrogeomorfologia das áreas úmidas da Amazônia, em particular às do Estado de Roraima. No caso aqui apresentado, tem por objetivo fazer uma primeira aproximação das características hidrodinâmicas e morfológicas do principal rio modelador da Bacia Hidrográfica do rio Branco.

São várias às questões das quais podem direcionar para um melhor entendimento dos ambientes que formam a bacia hidrográfica do rio Branco, neste intuito, esta pesquisa visa em responder algumas perguntas como: *a) De que forma a bacia hidrográfica do rio Branco está inserida no Estado de Roraima, levando em consideração seus aspectos*

*geomorfológicos relacionados aos ambientes denudacionais e agradacionais? b) Como se caracterizam as áreas úmidas da bacia hidrográfica do rio Branco, e de que forma podem contribuir para um melhor entendimento da dinâmica deste sistema fluvial?*

A partir do entendimento de como estão estruturadas as variáveis internas (gradiente, fisiografia, padrões de drenagem, etc.) da bacia hidrográfica, torna-se possível analisar seu comportamento dinâmico. Neste aspecto, a hidrogeomorfologia tem auxiliado na caracterização dos ambientes de áreas úmidas, em especial na relação do sistema biótico/físico, visão da ecologia e sua integração com a geomorfologia.

Uma bacia hidrográfica pode ser compreendida como um sistema aberto, com entrada e saída de energia e matéria, a qual converte-se através da rede de drenagem, em um sistema modelador da superfície terrestre, removendo material sedimentar, nutrientes, água (etc.) através das vertentes (fluxos de água) com uma saída, o exutório (BRIDGE, 2003; BAYER; CARVALHO, 2008; CARVALHO, 2015).

A “bacia hidrográfica ou de drenagem”, a qual é limitada por terrenos mais elevadas denominados de “divisores de água”, possui fluxos os quais contribuem com o aporte de água e sedimentos para o sistema fluvial principal (SCHUMM, 1977; KNIGHTON, 1998; BRIDGE, 2003). Os fluxos podem ser pela superfície, fazendo-os canalizados (rios, riachos, igarapés, arroyos, córregos – termos conexos à cultura da região); podem ser dispersos (laminares), em pequenos sulcos (temporários) ou gerando futuras ravinas em estágio inicial de um canal incipiente; assim como pela subsuperfície, infiltrados nas camadas rasas (freático superficial), percolados nas rochas, camadas mais profundas (aquíferos), dinâmica as quais promovem um processo de rebaixamento do relevo contínuo (BRIDGE, 2003; CARVALHO, 2015).

Dependendo das características fisiográficas da bacia, os processos morfológicos são significativos em zonas de alta energia (morfologias denudacionais – dominadas pelo controle estrutural – tectônico), ou em zonas de baixa energia (morfologias agradacionais) controladas por sistemas fluviais bem desenvolvidos, com constante mobilidade sedimentar formando barras arenosas e ilhas, acarretando em dinâmicas morfológicas diferenciadas destes ambientes, como os descritos para Roraima por Carvalho (2014). Uma revisão pode ser vista também em Latrubesse e Carvalho (2006).

Alterações naturais, como clima e reajuste morfológico constante do canal, além das ações antrópica, alteram o perfil dinâmico de estado “equilibrado” do sistema hidrogeomorfológico. Isso promove modificações no fluxo energético de saída, assim como novos aportes de matéria (sedimentos). Estas modificações exigem que o sistema promova adaptações, modificações em busca da retomada do perfil de equilíbrio dinâmico. Estas adaptações acarretam em processos como mudança de canal (avulsão) gerando paleocanais, lagos e terraços; pode ocorrer a colmatagem (sedimentação de rios e lagos - “assoreamento”), processos erosivos, dentre outros, a depender da escala espacial e temporal. Estes processos dinâmicos são dependentes das características físicas das bacias, como morfologia (fisiografia – características da forma do relevo), formato da bacia (índice de forma – alongada, irregular, circular), dimensão (área), padrões de drenagem, cobertura do solo (meio natural), clima, e o tipo de uso do solo (variável antrópica) (KGNITHON, 1998; LATRUBESSE; STEVAUX; SINHA, 2005).

Ao discutirmos sobre bacias hidrográficas, também se faz necessário engendrar sobre o termo sistema fluvial, designado a se referir à um sistema dinâmica de fluxos superficiais, de variados tamanhos, os quais se conectam conformando uma bacia de drenagem.

Os estudos sobre os sistemas fluviais tropicais, os quais promoveram um avanço da Geomorfologia Fluvial, conforme Latrubesse et al. (2005), são voltados à processos morfogenéticos, processos sedimentológicos, hidrossedimentológicos, à hidrologia de inundação, e sobre o tectonismo com implicações aos os processos fluviais. Sendo também importantes estudos relacionados aos processos ecológicos e morfométricos, além das aplicações sensoriamento remoto (JUNK, 1997; WITTMANN et al., 2004; CARVALHO e LATRUBESSE, 2004; BAYER; CARVALHO, 2008; CARVALHO;ZUCCHI, 2009; SANDER et al., 2013; CARVALHO; MORAIS, 2014; SANDER et al., 2015; SILVA; CARVALHO, 2020).

Com relação ao tipo de ambiente pelos quais drenam os canais fluviais, estes podem ser classificados como rochoso, em que fluem em rochas do embasamento, trecho o qual está comumente ligado às cabeceiras do sistema fluvial (nascentes), e possuem uma lenta dinâmica de processos geomorfológicos; canais aluviais, sua característica principal é de possuir um leito arenoso, com barras e bancos arenosos formados por material sedimentar transportado pelo sistema fluvial, possuem uma grande variedade de formas, as quais respondem de formas diferentes às variáveis hidrológicas, climáticas, geológicas, e sedimentares; e por último os canais do tipo semicontrolado, estes apresentam em certos trechos leitos rochosos ou aluvião resistente (BRIDGE, 2003).

Dentre os tipos de canais citados acima, os do tipo aluviais são os mais comuns nos grandes rios, e possuem maior campo para estudos, por apresentarem uma dinâmica de processos geomorfológicos mais intensa, podendo ser analisado processos migratórios do canal (avulsão), estudos da formação de barras e ilhas, processos de erosão e sedimentação, transporte de carga sedimentar, dentre outros. Segundo Schumm (1977); Bayer e Carvalho (2008) e Carvalho (2009) rios aluviais possuem uma grande dinâmica, devido a fácil erodibilidade de bancos e de seu leito, tornando este ambiente uma das paisagens que mais ocorrem mudanças, logo facilmente afetada por atividades humanas. Por exemplo, o rio Branco enquadra-se neste tipo de canal, o qual possui uma dinâmica aluvial constante, principalmente entre a confluência do Uraricoera/Tacutu e o rio Mucajaí (alto rio Branco). A mais exemplar é a dinâmica do Complexo Surrão–Praia Grande, região insular da margem esquerda do rio Branco, próximo a Boa Vista, cujo processo de anexação à planície fluvial tem se intensificado desde a década de 40 conforme discutido em Carvalho e Morais (2014).

Os canais aluviais apresentam uma variedade de formas, estas são controladas pela dinâmica do fluxo hídrico e sedimentar, clima, vegetação, geologia e gradiente longitudinal, os quais podem ser classificadas em meandriforme, entrelaçado, multicanal e anastomosado. Alguns autores se restringem somente aos tipos de canais retilíneo, entrelaçado e meandriforme (LEOPOLD;WOLMAN, 1957; MANGELSDORF;SCHEURMANN, 1990).

Schumm (1977) distinguiu os tipos de canais devido ao critério da carga sedimentar transportada. Três tipos de canais usando como critério o transporte de carga sedimentar puderam ser discernidos, são eles: com alta taxa de transporte de sedimentos de fundo, promovendo formações de barras centrais, alta relação entre largura/profundidade, elevado gradiente e alta instabilidade (padrão braided para outros autores); canais que possuem três formas de transporte, uma caracterizada pelo transporte de sedimentos em suspensão e estável, uma segunda forma caracterizada pelo incremento de sedimentos de fundo e barras de acreção lateral, e uma terceira mais instável, com maior predominância de sedimentos de fundo e surgimento de barras centrais (canais meandriformes); e por último, podendo ser de duas formas, uma com predominância de sedimentos em suspensão, baixa relação entre largura/profundidade e baixo gradiente, e uma segunda forma com carga mista

(transportando sedimentos em taxas semelhantes em suspensão e de fundo), aumento da relação largura/profundidade, e formação de barras laterais (canais retilíneos).

Para Bridge (2003) é necessário analisar diferentes parâmetros para poder classificar distintos tipos de canais, sendo basicamente definidos pela natureza da divisão do canal em barras ou ilhas dando um aspecto entrelaçado, e pela sinuosidade em diferentes segmentos do canal, assim a principal característica do canal pode ser dividida em canais-únicos e múltiplos canais.

Leopold e Maddock (1953) consideram três parâmetros chave para estudar as propriedades do canal fluvial, que são largura, profundidade e velocidade do fluxo; variáveis facilmente controladas em função do regime hidrológico, descarga (vazão), declividade, propriedades físicas dos sedimentos, solo, clima, vegetação, dentre outros parâmetros da bacia de drenagem (*apud* BRIDGE, 2003).

No entanto, tem sido frequentemente utilizado a razão entre largura e profundidade como parâmetro principal na distinção dos tipos de canais. Por exemplo, a sinuosidade de canais meandriforme é inversamente proporcional à taxa largura/profundidade, porém, esta relação apesar de ser quantitativamente importante, não depende somente deste parâmetro (DIETRICH, 1982).

Dentre diversas variáveis pertinentes à análise de sistemas fluviais, destaca-se a descarga líquida, ou seja, o fluxo de água por unidade de área e tempo. Esta variável é importante para estabelecer critérios de classificação do regime fluviométrico, o qual dependendo principalmente das características morfológicas da bacia e clima, neste caso, rios podem apresentar um sistema monomodal (cheia previsível), com uma ocorrência ao ano, comum aos sistemas fluviais tropicais, exemplo Amazônia; e sistema bimodal (duas cheias ao ano). Este fluxo é importante não somente por dar dinâmica ao canal, carreando sedimentos e dando mobilidade às morfologias típicas fluviais, mas, por ter uma relação ecológica entre o sistema canal-planície de inundação, favorecendo uma ciclagem constante de nutrientes durante as fases de cheia (potamofase - aquática) e a de vazante (limnofase - terrestre).

### **Inserção de Roraima nas Áreas Úmidas da Amazônia**

Sobre as áreas úmidas da Amazônia, domínio o qual a região de estudo está inserida, estas são mantidas pela precipitação pluvial de forma direta (áreas alagadas desconexas de sistemas fluviais), pelos sistemas fluviais ou por ambos. São áreas dependentes do clima, da topografia, solo e do sistema de drenagem. Podem ser observadas duas fases nestas áreas, uma terrestre e outra aquática. Dentre estes ambientes amazônicos úmidos encontram-se as várzeas, os igapós, as campinaranas e os igarapés de buritis (buritizais).

Na Amazônia, as áreas úmidas abrangem cerca de 600.000 km<sup>2</sup> ao longo da bacia hidrográfica do rio Amazonas. As florestas periodicamente inundadas são formadas por águas brancas, claras e pretas, onde se desenvolvem a vegetação de várzea e igapó. A várzea abrange cerca de 400.000 km<sup>2</sup> (drenada por rios de águas brancas), e os igapós (drenado por águas claras e/ou preta) cerca de 200.000 km<sup>2</sup> (MELACK; HESS, 2010). As florestas nas áreas de várzeas e de igapós têm características estruturais e florísticas próprias, resultante das diferenças geomorfológicas, hidrológicas e evolutivas, mas principalmente das diferenças nutricionais e químicas.

As distribuições das espécies de plantas nestes ambientes e as fisionomias da vegetação destas áreas são influenciadas por diversos fatores, os mais importantes são:

a duração das fases terrestre e aquática; a estabilidade física do ambiente influenciado pela sedimentação, os processos erosivos, a correnteza e ação de ondas dos sistemas fluviais; os processos sucessionais das plantas relacionados com a duração de vida destas e a idade do ambiente; bem como a forte influência dos impactos humano (MORAIS; CARVALHO, 2014; PAIXÃO et al., 2019).

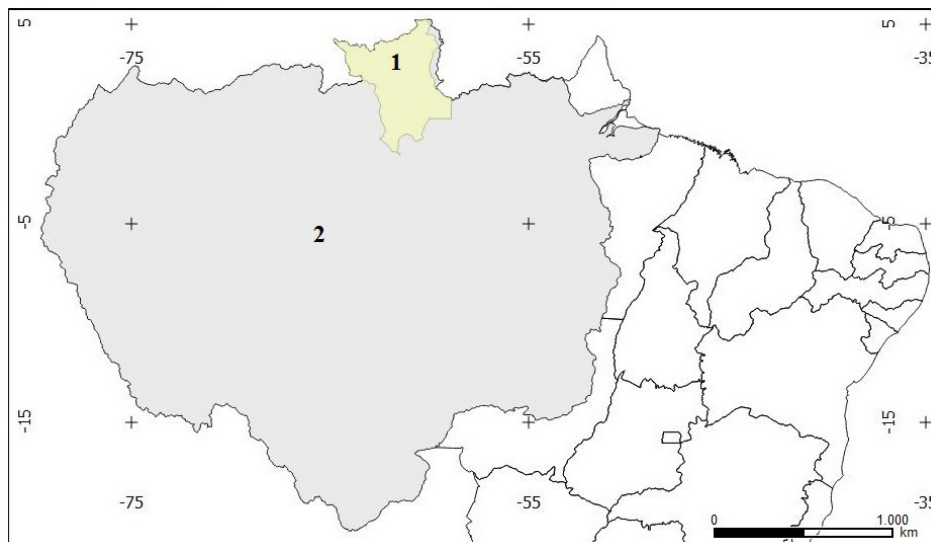
Dos 6 milhões de km<sup>2</sup> pertencentes à bacia hidrográfica do rio Amazonas, cerca de 3.8 milhões km<sup>2</sup> estão inseridos no Brasil, Roraima abrange cerca de 3% desta área (Figura 1), apresentando as mais variadas tipologias morfológicas do relevo e vegetação.

Conforme classificação de Carvalho (2014) e discutido também por Carvalho et al. (2016), em Roraima destacam-se três compartimentos de aplainamento modelados pela drenagem do rio Branco (Figura 2). Um compartimento com cotas acima de 800 metros na região fronteira com a Venezuela, compartimento serrano, em que predominam as morfologias tipicamente denudacionais, com dissecação forte e controle estrutural, vales encaixados, serras formando *hogbacks*, *inselbergs* e formações tabulares (*tepuyes*), as quais estão associadas à antigas superfícies regionais de aplainamento (exemplo do Monte Roraima; Kukenan-tepui e o Tepequém).

Um segundo compartimento, intermediário, com cotas entre 200 a 800 metros, intercalado por morfologias típicas denudacionais e agradacionais (prevalendo a primeira), sendo dissecado pelos rios Uraricoera, Cotingo e Surumu, formando uma zona de erosão recuante (revisão deste termo pode ser visto em LATRUBESSE e CARVALHO (2006)). Neste trecho estes rios possuem uma incipiente planície fluvial, com trechos encaixados devido aos controles estruturais no contato do escudo das Guianas (relevo cristalino) com a Formação Boa Vista (sedimentar).

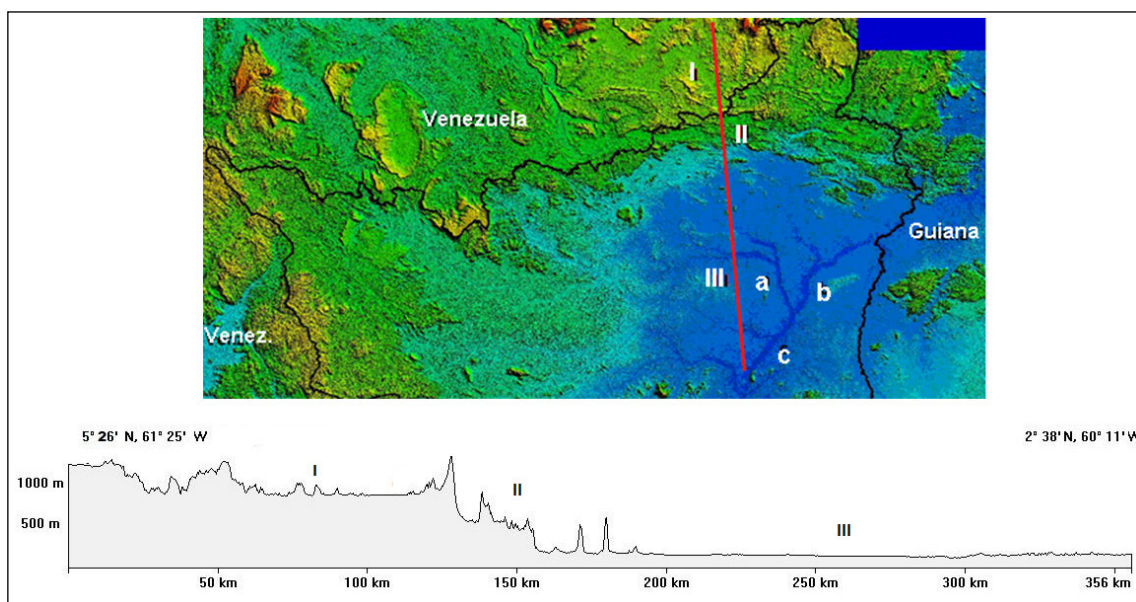
Um terceiro compartimento, com predominância de feições agradacionais, representa o nível de base regional de Roraima, controlado pelo sistema de drenagem do rio Branco, desenvolvendo-se no sentido geral NE-SW, desde o alto até o baixo rio Branco na confluência com o rio Negro. É caracterizado pelas formações campestres do nordeste de Roraima, com um peculiar sistema lacustre (região geográfica chamada de lavrado); e pelos campos alagadas no centro-sul do Estado (região das campinaranas – formações associadas à geografia do rio Negro). Os principais rios formam pelo menos 17.000 km<sup>2</sup> de área úmida. Também destacam-se na paisagem as formações de sistemas lacustres fluviais e os desconexo destes, formando ambientes periodicamente alagáveis. Por exemplo, na região do lavrado estes formam um sistema hidrogeomorfológico e ecológico interconectado por campos e igarapés, com pelo menos 11.000 km<sup>2</sup>, constituindo morfologias típicas de sistemas deposicionais. As campinaranas no centro-sul de Roraima abrangem cerca de 8.000 km<sup>2</sup>, são áreas com extensos depósitos aluvionares e planícies fluviais bem desenvolvidas, trecho em que a planície do rio Branco possui 12 km de largura, em cotas altimétricas inferiores a 80 metros.

Estas áreas úmidas em Roraima, levando em consideração somente as áreas contidas nas planícies fluviais desenvolvidas, os aglomerados de sistemas lacustres, e áreas com influência de buritizais (igarapés), ocupam uma área com pelo menos 36.000 km<sup>2</sup>. São áreas que merecem estudos de sua dinâmica e da aplicabilidade de seus serviços ambientais, uma vez que as áreas úmidas podem ter seus múltiplos conforme discutido por Paixão et al. (2019).



Fonte: Elaboração própria.

**Figura 1.** Localização do Estado de Roraima (1) em relação a bacia hidrográfica do Amazonas (2).



Fonte: Elaboração própria.

**Figura 2.** Imagem altimétrica (SRTM) e perfil topográfico ilustrando os três compartimentos (indicados na figura sendo I, II e III). a) rio Uraricoera; b) rio Tacutu; c) rio Branco, próximo a cidade de Boa Vista.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de Estudo

Esta pesquisa tem como área de interesse a região da bacia hidrográfica do rio Branco, com foco no sistema fluvial e respectivas áreas úmidas que formam esta bacia hidrográfica, a qual drena aproximadamente 80% do Estado de Roraima, com exceção dos 12.300 km<sup>2</sup> da bacia do rio Branco que estão em território guianense (nascentes do sudoeste da Guiana) (Figura 3).

O principal rio é o Branco, afluente da margem esquerda do rio Negro. Considera-se rio Branco a partir da confluência dos rios Uraricoera e Tacutu, cerca de 30 km a montante da cidade de Boa Vista, o qual flui por 570 km até a foz com o rio Negro, porém, do ponto de vista hidrogeomorfológico o rio Branco é extensão do rio Uraricoera (Figura 4) (CARVALHO, 2015).

A bacia do rio Uraricoera localiza-se a Noroeste do Estado de Roraima, no flanco direito da alta bacia do rio Branco, sendo que passa a se chamar rio Uraricoera com a junção do Rio Parima com o igarapé Inajá. Suas nascentes situam-se no complexo das serras do Parima, do Auari e Urutanin, divisa entre Roraima e Venezuela. Este rio flui no sentido geral NW-SE, com uma bacia de drenagem abrangendo 49.630 km<sup>2</sup>. Os principais afluentes do Uraricoera são os rios Paricaranã, Amajari e Parimé, todos pela margem esquerda.

A bacia hidrográfica do Tacutu localiza-se no Nordeste do Estado de Roraima, no flanco esquerdo da alta bacia hidrográfica do rio Branco, nasce na região da serra Wamuriaktawa na Guiana e fluindo para o norte, ao longo da fronteira Brasil e Guiana em quase toda extensão. Os principais afluentes são os rios Surumu e Cotingo. Este rio é controlado pela fossa tectônica (graben) do Tacutu, onde sofre um desvio para oeste na região do rio Ireng. Sua bacia hidrográfica abrange 42.520 km<sup>2</sup>. Os principais afluentes são os rios Surumu e Ireng, ambos pela margem direita.

Conforme Franco et al.(1975) a compartimentação do relevo é pertencente às unidades morfoestruturais do Planalto Residual de Roraima, borda SSE da bacia, e no seu interior o Planalto Dissecado Norte da Amazônia e Pediplano Rio Branco - Rio Negro, estruturados respectivamente nos arenitos da Formação Serra do Tucano e nos sedimentos areno-argilosos da Formação Boa Vista (CPRM, 1999). A bacia do Tacutu foi gerada por um processo de abatimento tectônico, que propiciou a instalação de uma bacia sedimentar em uma estrutura de hemigraben, discutido por Costa e Falcão (2011), Scalabrin e Wankler (2019).

No alto curso do rio Uraricoera ocorrem relevos tabuliformes, representados pelas serras Uafaranda, Uratanin e Tepequém, esculpidos em rochas metamórficas (gnaisse e granitos). O controle estrutural é evidenciado pelos alinhamentos e formas de relevo de topos estreitos e alongados, definidos por vales encaixados. O médio Uraricoera possui como substrato de rochas metamórficas (quartzitos, itabiritos, anfíbolitos) e rochas ígneas como o basalto (CPRM, 1999; SILVA; CARVALHO, 2020). No baixo Uraricoera a extensa superfície plana se instala sobre as rochas vulcânicas do grupo Surumu, como também sobre granitóides das suítes Pedra Pintada e Saracura, além dos sedimentos da formação Boa Vista, que são predominantes na porção central e sul da depressão Boa Vista, onde se desenvolve vegetação do tipo savana com floresta de galeria (CPRM, 1999; SILVA; CARVALHO, 2020).

A região da planície fluvial do alto rio Branco (formada pela confluência dos rios Uraricoera e Tacutu) se desenvolve em um compartimento cujas cotas altimétricas estão entre 200 a 800 metros, intercalado por morfologias típicas denudacionais e agradacionais (prevalendo a primeira), sendo aplainadas principalmente pelos rios Uraricoera, Cotingo, Surumu e Tacutu no extremo NE do Estado, região formada por extensos campos (lavrado), conforme classificação de Carvalho (2014), e discutido em Silva e Carvalho (2020). Neste trecho, os sedimentos do lavrado são quaternários, da Formação Boa Vista, compostos por areias, argilas e siltes, lateritas, de ambientes fluvio-lacustres (AB'SABER, 1997). Estas áreas são recortadas por igarapés intermitentes, os quais chegam a secar em várias locais durante a estiagem (Agosto-Maio). Associado aos igarapés se desenvolvem-se os buritis. A vegetação dos buritizais torna-se mais complexa ao se aproximar das matas galerias dos rios

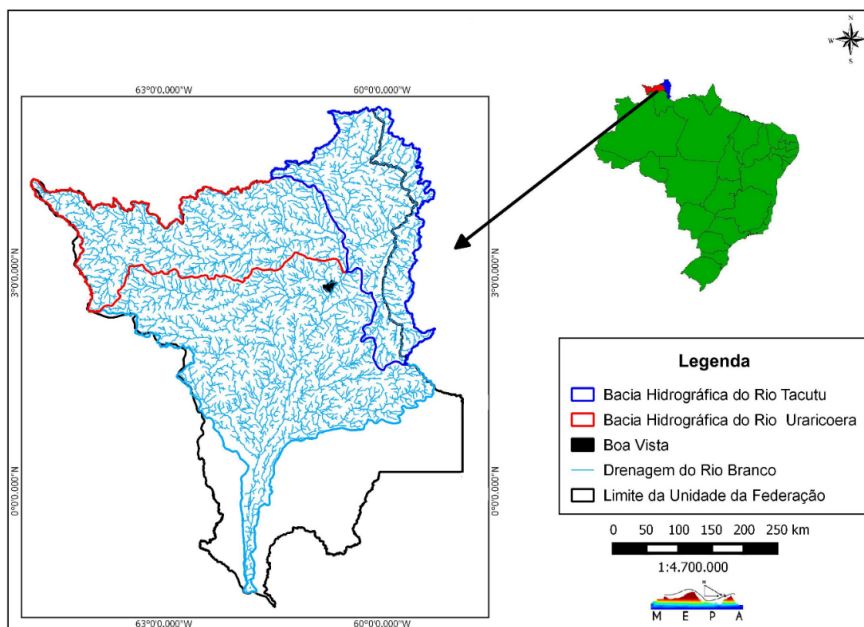


maiores. Recobrimdo o solo, ocorrem ciperáceas e gramíneas em proporções que podem variar de acordo com a granulometria e a umidade retida no solo. Descrição da paisagem do alto rio Branco é discutida por Morais e Carvalho (2014); Carvalho et al. (2016).

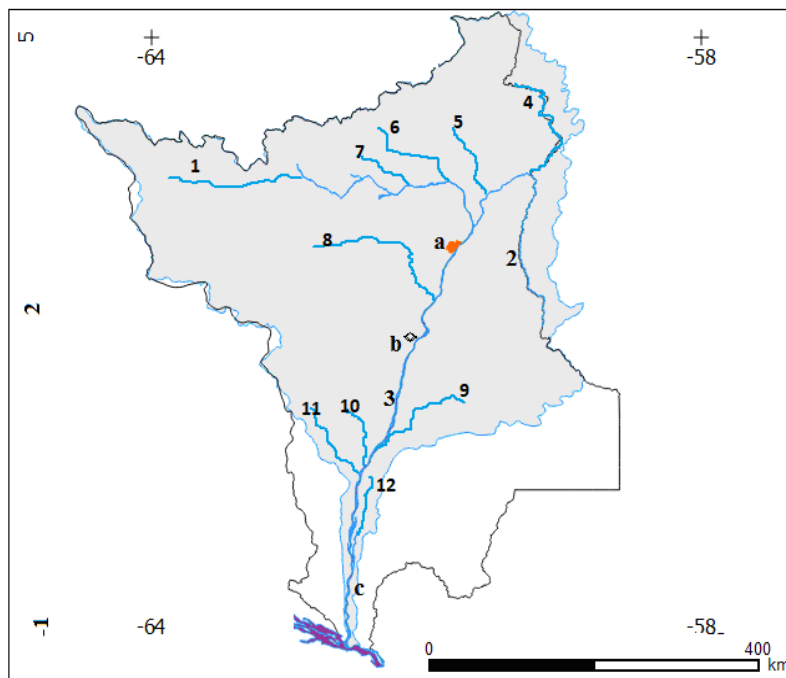
A região do médio e baixo rio Branco drena por um compartimento com predominância de feições agradacionais, em cotas inferiores a 200 metros, caracterizada por sistemas lacustres do lavrado e por algumas áreas abertas ao sul da região (campinaranas). São áreas com extensos depósitos aluvionares e planícies fluviais bem desenvolvidas com padrões meandriformes.

A precipitação na região de Roraima varia entre 2400 mm/ano na parte oeste do Estado a 1100 mm na fronteira entre Roraima e Guiana. A forte concentração de chuvas na estação chuvosa (abril a setembro) propicia contrastes marcantes nos domínios vegetais e na hidrologia dos sistemas fluviais. Conforme Evangelista et al. (2008) nas áreas de maior concentração de chuvas os cursos fluviais apresentam grande variação no volume das descargas, por exemplo, o rio Tacutu, possui uma variação do seu volume médio mensal de aproximadamente 170 vezes nos picos de cheia. Por outro lado, na região do rio Uraricoera a variação é menor, devido à distribuição mais homogênea das chuvas ao longo do ano, por exemplo, o rio Uraricoera apresenta uma variação de cinco vezes em seu volume médio mensal (SANDER et al., 2013; 2016).

De acordo com aspectos hidrográficos, o rio Uraricoera quando comparado ao Tacutu, mostra picos de cheias mais prolongados e menos agudos, mesmo apresentando em média relevos mais altos e dissecados. Outro ponto interessante é que a curva de duração do fluxo das estações mostra que o formato das curvas na bacia do Uraricoera varia de côncavo, a côncavo/convexo, enquanto na bacia do Tacutu a curva de duração apresenta um formato côncavo voltado em direção as descargas máximas. (SANDER et al., 2013; 2016). A figura 4 ilustra os principais afluentes do rio Branco.



**Figura 3.** Bacia hidrográfica do rio Branco, com destaque para as bacias dos rios Uraricoera e Tacutu, formadores da alta bacia do rio Branco, Roraima.



Fonte: Elaboração própria.

**Figura 4.** Principais afluentes do rio Branco, Roraima. 1 – rio Uraricoera; 2 – rio Tacutu; 3 – rio Branco; 4 – rio Ireng; 5 – rio Surumu; 6 – rio Parimé; 7 – rio Amajari; 8 – rio Mucajá; 9 – rio Anauá; 10 – rio Água Boa do Univini; 11 – rio Catrimani; 12 – rio Itapará; a – Boa Vista; b - Caracará; c – Santa Maria do Boiaçú.

## Metodologia

As descrições da morfologia do relevo foram através de sensoriamento remoto, com uso de imagens que permitem identificar formas agradacionais, ou seja, morfologias típicas de acumulação (planícies fluviais; sistemas lacustres; aluviões); e formas denudacionais, morfologias típicas de processos erosivos (serras e morros em geral).

As imagens que permitiram identificar processos agradacionais foram as da série Landsat 5 (TM) e 8 (OLI); para processos denudacionais utilizou-se o modelo de elevação SRTM (radar interferométrico da *Shuttle Radar Topography Mission*) conforme metodologia de Carvalho e Bayer (2008), Silva e Carvalho (2020). Foi possível identificar aspectos vegetacionais, áreas de acumulação sazonais e permanentes, grau de dissecação do relevo (interpretação visual), controle estrutural (indiscriminado), perfis topográficos, declividade e compartimentação altimétrica. Os modelos SRTM também serviram para a delimitação e extração da rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio Branco, com uso do algoritmo HAND (*Height Above Nearest Drainage*), rodado no programa Envi 5.0, importante para uma melhor definição dos limites da bacia hidrográfica.

Foram utilizadas imagens de 1975 (Landsat 5/TM) e 2020 (Landsat 8/OLI) para mapeamento das ilhas e lagos da planície fluvial do rio Branco, categorizados em classes relacionadas aos processos morfogenéticos. As ilhas foram categorizadas em sete classes, indicando a sua posição relativa ao canal do rio, permitindo estabelecer uma referência quanto à sua dinâmica, por exemplo, as ilhas laterais possuem maior chance de anexar à planície, ilhas anexadas estão em fase final de junção à planície, ilhas centrais indicam estabilidade do canal em ambas as margens. Fotografias aéreas de 1943 (USAF/acervo MEPA <http://ufr.br/mepa>) foram

utilizadas para análise do trecho em frente à cidade de Boa Vista, trecho com maior dinâmica do rio Branco em relação à processos de formação insular. Quanto aos sistemas lacustres da planície fluvial, estes foram classificados em sete classes, indicando a sua origem, por exemplo, os lagos de acreção lateral, os quais são formados pelo processo de acréscimo sucessivo de barras arenosas à planície do rio, que posteriormente são estabilizadas pela vegetação e formam lagos. Os lagos menores são em depressões sem uma clara identificação quanto a origem, sendo em média  $\sim 0,02\text{km}^2$  e circulares; lagos em espiras de meandro e lagos de meandro abandonado são os formados pela avulsão de canais ao longo da planície, possuem forma de meia lua (ferradura) devido aos paleos meandros; lagos de canal abandonado e lagos em ilhas (insulares).

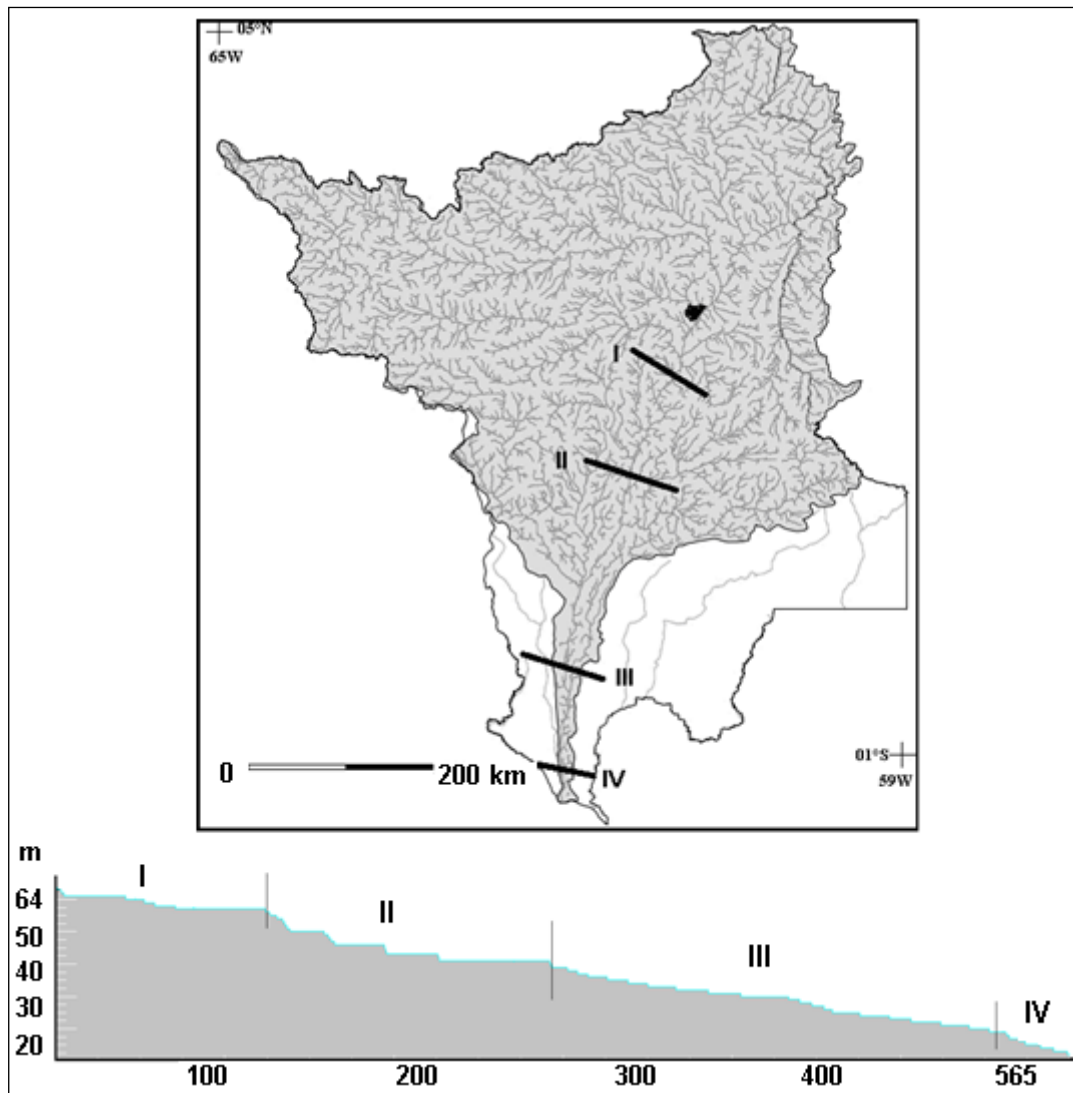
Os dados hidrológicos foram analisados com base em coleta de campo e estações hidrométricas da Agência Nacional de Águas (ANA). Os levantamentos de campo foram realizados na foz dos rios Uraricoera e Tacutu, por não terem uma estação de monitoramento para os dados de vazão. Foi utilizado correntômetro acústico (ADCP) para medição de vazão conforme técnica discutida por Carvalho (2015), com apoio da equipe do Serviço Geológico do Brasil, núcleo de Roraima (CPRM/RR). Os dados das estações hidrológicas foram da localidade de Caracaraí (início do médio rio Branco) e de Santa Maria do Boiaçú, trecho final do baixo rio Branco. Foram analisados dados das estações para o período de 1967 a 2013, referentes ao nível do rio, vazão e sedimentos em suspensão. As análises hidrológicas foram processadas no programa Hidro 1.0, disponibilizado pela Agência Nacional de Águas.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Considera-se o rio Branco a partir da confluência dos rios Uraricoera e Tacutu ( $\sim 30$  km a montante da cidade de Boa Vista) até a sua foz com o rio Negro. No entanto do ponto de vista hidrogeomorfológico, o rio Branco é a extensão do rio Uraricoera, tendo como afluente na margem esquerda o rio Tacutu. Critérios hidrogeomorfológicos como largura da planície de inundação, largura do canal e fluxo (vazão) tornam o rio Uraricoera mais expressivo que o Tacutu, por exemplo, planície fluvial mais desenvolvida, em média de 3 a 4 km; canal mais largo,  $\sim 700$  metros, vazão média superior a  $150\text{-}300\text{ m}^3/\text{s}$  relativo ao Tacutu, com uma área de drenagem aproximadamente 23% maior que a do Tacutu. São problemas geomorfológicos que precisam ser analisados e reinterpretados, conforme discutido para esta região em Silva e Carvalho (2020). Outro exemplo é a compartimentação do rio Branco. É problemático levar em consideração o trecho “alto rio Branco”, sendo que este não apresenta as características hidrogeomorfológicas e ecológicas apropriadas do ponto de vista teórico de um sistema fluvial, por exemplo, o clássico de Schumm (1977), neste aspecto, esta pesquisa procura um modelo mais adequado a este problema.

Devido à dinâmica morfológica do canal, este apresenta uma variada distribuição de ilhas, as quais podemos classificá-las de acordo com sua posição no canal, como ilhas laterais, centrais, e em processo de anexação (descritas mais abaixo). Esta distribuição insular proporciona diferentes percursos ao longo do canal, i.e., graus de entrelaçamento. Considerando o rio Branco desde a confluência dos rios Uraricoera/Tacutu, o seu comprimento médio é de 566,22 km até a foz com o rio Negro, considerando os diferentes comprimentos do canal: 572,62 km pela margem esquerda, 562,94 km (central), 563,11 km pela margem direita, com índice de sinuosidade de 1.10, caracterizando-o retilíneo (considerando sinuosidade  $< 1.5$ ) e um desnível de 49 metros, com gradiente de 8 cm/km e planície fluvial abrangendo  $3.182\text{ km}^2$ .

Com base no perfil topográfico longitudinal, levando em consideração as principais quebras do gradiente do rio Branco (*knickpoints*), e aspectos morfológicos da planície de inundação, podemos compartimentá-lo em quatro segmentos (Figura 5).

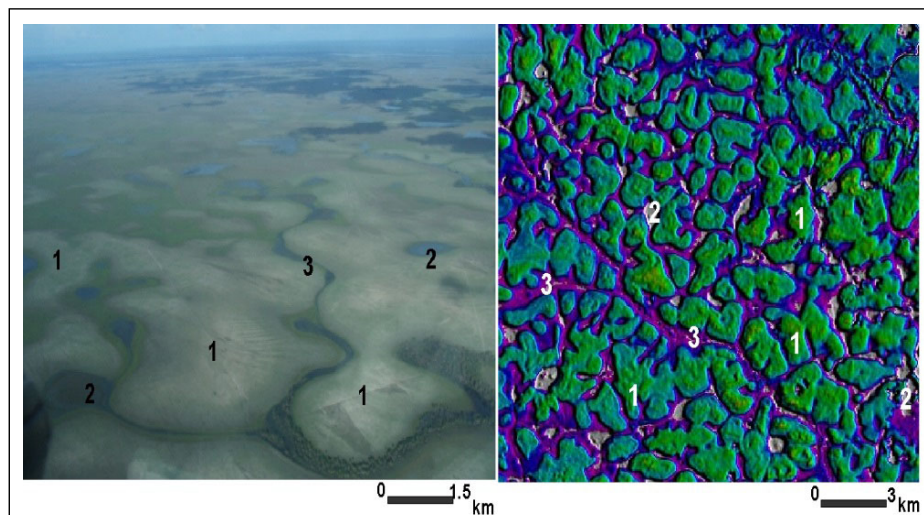


Fonte: Elaboração própria.

**Figura 5.** Bacia hidrográfica e perfil longitudinal ao longo do rio Branco, considerando este desde a confluência dos rios Uraricoera/Tacutu. São observadas quatro significativas mudanças de gradiente longitudinal. Segmentos I;II;III e IV.

Compartimento I: desde a confluência dos rios Uraricoera/Tacutu até sul da ilha São Felipe ( $2^{\circ}22'$ ;  $-60^{\circ}50'$ ). Trecho considerado como o alto rio Branco, possuindo 107,20 km de comprimento, gradiente de 13 cm/km, com índice de sinuosidade 1,05 (retilíneo). A planície de inundação abrange 355 km<sup>2</sup>, perímetro de 234 km, cuja largura média é de 3,2 km, pouco desenvolvida sobre o controle estrutural do hemigraben Tacutu, com afloramentos rochosos (canal semicontrolado). Nesta região merece um destaque para as áreas abertas do NE de Roraima, chamado de lavrado, extenso ambiente campestre com cerca de 43.000 km<sup>2</sup>. Nesta região ocorrem compartimentos dominados por feições

agradacionais, constituído por sistemas lacustres, intercalados por pequenas elevações suaves denominadas de tesos (Figura 6), desenvolvem-se em cotas inferiores a 200 metros (~50 a 200 metros); região estável com dissecação fraca, caracterizada por uma superfície aplainada pela rede de drenagem dos rios Uraricoera, Tacutu e Branco.



Fonte: Fotografia aérea; modelo de elevação da SRTM. Acervo Mepa/UFRR. Elaboração própria.

**Figura 6.** Tesos do lavrado. Legenda: morfologias convexas (1); lagos circulares (2); igarapés associados aos buritizais (3).

O compartimento II: inicia-se ao sul da ilha São Felipe ( $2^{\circ}22'$ ;  $-60^{\circ}50'$ ) com 151,67 km, apresenta afloramentos rochosos na porção inicial (região do Bem Querer), ilhas do embasamento rochoso (granitos), gradiente de 6,59 cm/km, índice de sinuosidade de 1,10, formado por uma planície de inundação com 613 km<sup>2</sup>, perímetro de 325 km, cuja largura média é de 4,7 km. Neste trecho a planície fluvial tem maior desenvolvimento lateral, presença de paleocanais e vegetação mais encorpada, trecho o qual caracteriza-se como médio rio Branco, até as proximidades à jusante da foz do rio Anauá.

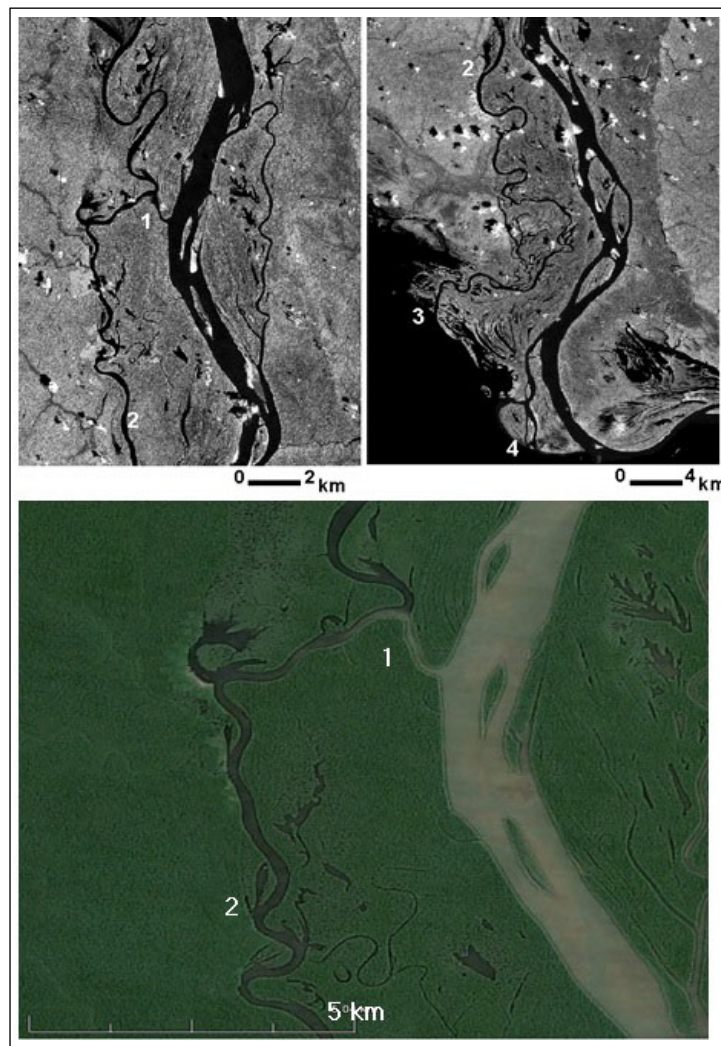
O compartimento III inicia-se a ~8 km a jusante da foz do rio Anauá ( $0^{\circ}53'$ ;  $-61^{\circ}23'$ ), sendo o início da baixo rio Branco. É característico por apresentar uma planície fluvial bem desenvolvida, extensos paleocanais, maior concentração de lagos, e ilhas bem desenvolvidas com maior estabilidade. Este trecho possui 254 km de extensão, índice de sinuosidade de 1,08, com uma planície de inundação com 1.827 km<sup>2</sup>, perímetro de 521 km, gradiente de 7 cm/km, cuja planície fluvial apresenta uma largura média de 10 km.

O último compartimento (IV) ( $-1^{\circ}0'$ ;  $-61^{\circ}53'$ ) possui características similares ao III (planície bem desenvolvida, com sistemas lacustres, ilhas estabilizadas e diversidade de paleocanais). O trecho possui 46,66 km de extensão até a foz com o rio Negro, com uma planície de inundação de 405 km<sup>2</sup>, 126 km de perímetro. Este trecho possui uma quebra de gradiente marcante, com 14 cm/km. Este compartimento apresenta uma planície de inundação em contato com a do rio Xeruíni. Este segmento é marcado por significativas mudanças evolutivas da foz do rio Branco, sob controle com o nível de base do rio Negro. Esta região também apresenta problemas de classificação quanto ao rio Xeruíni.

De forma generalizada e sem um critério geomorfológico, o rio Xeruíni é considerado afluente da margem direita do baixo rio Branco. Na literatura é considerado afluente do rio



Branco devido a uma conexão com o Branco, nas proximidades do segmento IV, o que leva-nos ao erro pensar que esta conexão seria sua foz. Na verdade o Xerui possui sua foz no rio Negro, o qual flui por 60 km de extensão desde a conexão que possui com o Branco. Esta conexão com o rio Branco é através de um paleocanal, capturado pela atividade meandriforme do rio Xerui na planície fluvial do rio Branco, sendo característicos os registros morfológicos dos paleomeandros do Xerui, em maior parte do tipo espiras de meandro, em contato com a planície fluvial do rio Branco. Por este motivo este trecho apresenta um confuso sistema de planície fluvial, com o Xerui fluindo lateralmente por cerca de 80 km ao longo da planície do Branco, até sua foz no Negro (Figura 7). Outro fator importante é o fluxo do rio Branco, em que este na verdade flui para o canal do Xerui, como observado em campo, e que pode ser visto pelos sedimentos em suspensão, os quais são carreados para o rio Xerui, conforme ilustra a figura 7. Por outro lado, poderia-se pensar em uma classificação de foz mista, o que deve ser melhor discutido.



Fonte: Landsat 7. Acervo MEPA/UFRR.

**Figura 7.** Baixo rio Branco (proximidades do segmento IV). Legenda: 1 – Paleocanal de contato entre os rios Xerui e Branco, tonalidade de cinza claro indica concentração de sedimentos em suspensão, mais elevada no rio Branco; contribuição do fluxo do rio Branco no Xerui; 2 – rio Xerui; 3 – Foz do rio Xerui; 4 – Foz do rio Branco.

## **Afluentes e Hidrologia do Rio Branco**

Os principais afluentes do Uraricoera são os rios Paricarana, Amajari e Parimé, cuja vazão média é de 1.500 m<sup>3</sup>/s, formando uma área de drenagem de 49.630 km<sup>2</sup>. Os principais afluentes do Tacutu são o Surumu e Cotingo, cuja vazão média é de 1280m<sup>3</sup>/s, formando uma área de drenagem de 42.528 km<sup>2</sup>. Os principais afluentes do rio Branco, margem esquerda, pertencentes ao compartimento I (alto rio Branco) são Quitauaú e Anauá. Cujo ambiente fluvial caracteriza-se por uma planície pouco desenvolvida, com largura média de 4 km, canal retilíneo (índice de sinuosidade 1,05) e significativo potencial energético, por exemplo, na região do Bem Querer, com afloramentos rochosos onde há quebra do gradiente longitudinal. O afluente Itapará encontra-se no compartimento III (baixo Branco) cuja planície fluvial é mais desenvolvida, com sistemas lacustres associados à paleocanais e estabilidade dos sistemas insulares. Os afluentes da margem direita possuem maior porte fluvial, com planície desenvolvida, padrão meandriforme, e sistemas lacustres associados à paleocanais, como os rios Cauamé, Mucajá (compartimento I), Catrimani e Água Boa do Univini (transição do médio para o baixo Branco).

Roraima possui duas estações climáticas bem definidas, chuvosa e estiagem. Para Boa Vista, região da confluência dos rios Uraricoera/Tacutu, a estação chuvosa inicia-se entre Abril-Maio e estende-se até Agosto-Setembro, a estiagem é característica entre Outubro a Março, com uma média pluviométrica, de 1643 mm/ano. A média de precipitação para a estação chuvosa é de 230,85 mm/ano, sendo no início da estação chuvosa de 210 mm/ano (Abril-Maio); em Junho-Julho no período de máxima precipitação, a média é de 330 mm/ano. O período de Outubro a Março retorna a estiagem, com médias de 44,98 mm/ano, os meses de menor precipitação são Janeiro-Fevereiro com 29 mm/ano. A diferença média percentual da precipitação entre as duas estações é de 431,22% (dados analisados para o período de 1910 a 2010 conforme Moraes e Carvalho (2014)).

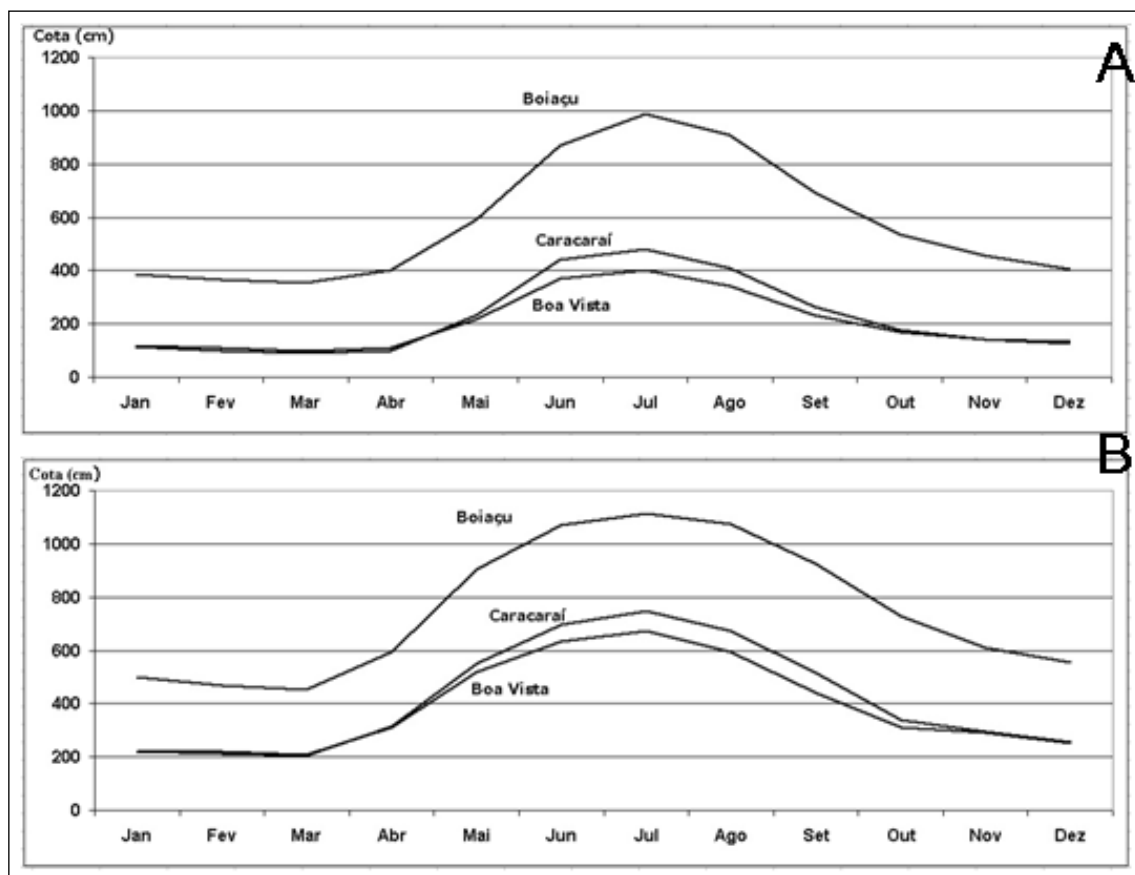
Na região de Boa Vista a permanência da cota do rio durante metade do ano (curva de permanência hidrológica de 50% para os 12 meses) é de 261 cm. No período chuvoso 10% da permanência do fluxo é representado por cotas médias variando entre 550 a 792 cm, com uma média das máximas de 387 cm (Abril a Setembro). Durante a vazante a cota média das mínimas é de 136 cm, neste período 90% do nível do rio encontra-se com cotas acima de 50 cm (Outubro a Março).

Na cidade de Caracará, compartimento II, trecho representativo da transição entre o alto e médio rio Branco, as cotas oscilam entre 217 cm (média das mínimas) a 415 cm na cheia (média das máximas), sendo a cota média anual de 316 cm (Figura 8). A média das vazões máximas estão em torno de 4.300 m<sup>3</sup>/s; e média mínima em torno de 2.000 m<sup>3</sup>/s. As vazões podem oscilar durante o ano com picos de ~10.800 m<sup>3</sup>/s (< 5% da curva de permanência - Q5) a 600 m<sup>3</sup>/s (90% da curva de permanência - Q90). Com relação às cheias máximas, para vazões acima de 10.000 m<sup>3</sup>/s, tendem a ter um fluxo médio de 11.200 m<sup>3</sup>/s. Sendo as duas máximas históricas ocorridas em 1976 e 2011, com vazões respectivas de 14.611 m<sup>3</sup>/s e 17.000 m<sup>3</sup>/s (Figura 9). Com base nos registros históricos analisados (1967-2013), as vazões com 95% de probabilidade de recorrência anual estão em torno de 6.000 m<sup>3</sup>/s; as com retorno em 10 anos estão em torno de 13.400 m<sup>3</sup>/s (10% de probabilidade). As máximas entre 15.500 a 17.000 m<sup>3</sup>/s possuem uma recorrência entre 35 e 50 anos, respectivamente, com probabilidades respectivas de 4% e 2% de ocorrerem.

No baixo Branco, compartimento III, localidade de Santa Maria do Boiaçú distante ~106 km da foz com o rio Negro, a cota média entre mínimas e máximas oscila de 317 cm a

1.156 cm. Com base na curva de permanência, o período das cotas mínimas é representativo no mês de Março, quando 90% do nível do rio permanece com 256 cm. O mês de Julho é o mês representativo das cotas máximas, 90% do rio permanece acima de 900 cm, estando em média a 1.074 cm, um acréscimo de 251% entre as mínimas e máximas (Março e Julho). A vazão média para o mês de julho é de 8.000 m<sup>3</sup>/s. Esta variação do nível do baixo rio Branco representa em média 181% a mais do nível do rio para Boa Vista (compartimento I) e 132% a mais com relação a Caracará (compartimento II) (Figura 8).

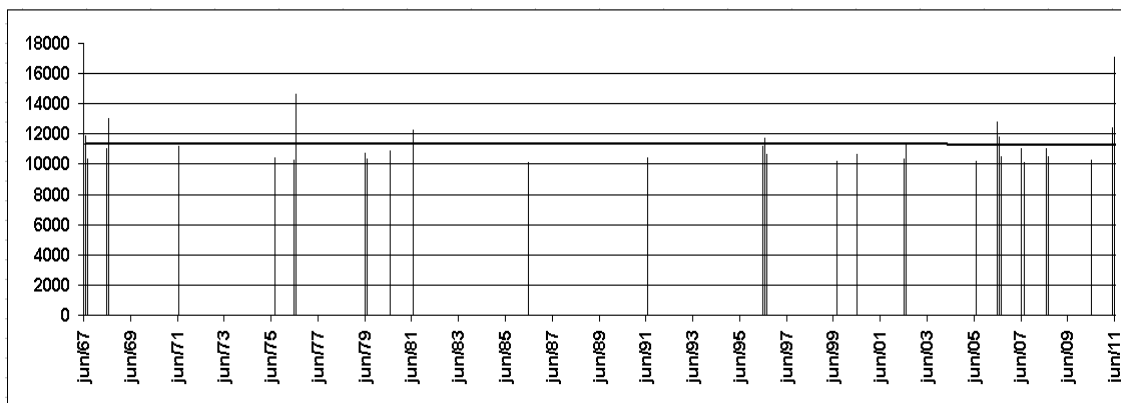
Em média, o rio Branco no trecho de Caracará transporta aproximadamente 35 mg/l de sedimentos em suspensão, com mínimos na estiagem com cerca de 10 a 20 mg/l e picos na cheia de 70 a 80 mg/l, caracterizando este rio não somente como de água branca típico, mas um padrão misto de água clara. Em épocas do ano o trecho do alto rio Branco pode transportar em média 9.072 ton/dia de sedimentos em suspensão, considerando uma vazão média de 3.000 m<sup>3</sup>/s e concentração média de 35mg/l de sedimentos, conforme metodologia em Carvalho (2009b).



Fonte: Dados das estações hidrométricas da Agência Nacional de Águas (ANA). Elaboração própria.

**Figura 8.** Comparativo das cotas entre as mínimas (A) e máximas (B) para as cidades de Boa Vista (alto Branco), Caracará (transição do alto Branco para médio Branco) e Santa Maria do Boiaçu (baixo Branco).





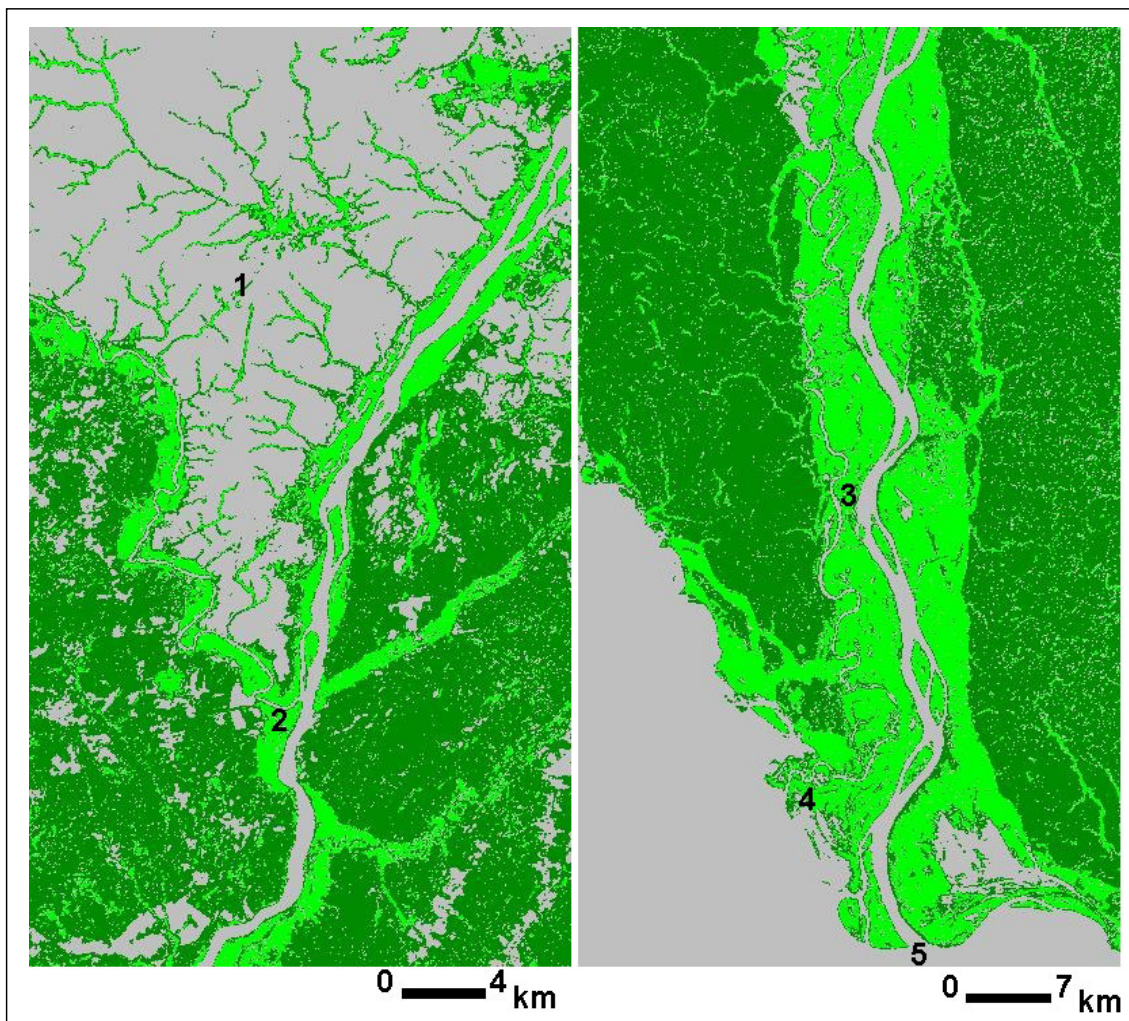
Fonte: Dados das estações hidrométricas da Agência Nacional de Águas (ANA). Elaboração própria.

**Figura 9.** Hidrograma das vazões máximas, acima de 10.000 m<sup>3</sup>/s para o período de 1967 a 2013, cidade de Caracaraí, trecho final do alto rio Branco. Linha de tendência de 11.200 m<sup>3</sup>/s.

### **Dinâmica Morfológica**

A caracterização do balanço sedimentar de um rio é a relação entre a taxa de erosão e sedimentação, de fundamental importância para se entender a dinâmica do canal, migrações de barras arenosas e formações de ilhas. Esta dinâmica proporciona uma variedade de morfologias típicas, como paleocanais, áreas de escoamento impedido, acreção de barras arenosas, dentre outras. No caso dos rios que drenam as áreas agradacionais de Roraima, principalmente da região do lavrado e sul de Roraima, são considerados como canais do tipo aluvial, região do Pediplano Rio Branco-Rio Negro.

O trecho do alto rio Branco está inserido estruturalmente no hemigraben do Tacutu. Esta falha é responsável pelo confinamento do trecho do alto rio Branco, com pouco desenvolvimento de uma planície fluvial (Figura 10), conforme discutido por Costa e Falcão (2011), Scalabrin e Wankler (2019). Devido à morfologia do canal do rio Branco, este apresenta trechos de baixa sinuosidade a retilíneo, composto por ilhas aluvionares, em diferentes posições marginais e centrais em relação ao canal. Estas características favorecem com que o canal do rio Branco apresente diferentes classes de sistemas lacustres e ilhas, com morfologias associadas à paleocanais e planícies meandriformes de rios menores (afluentes). No caso do baixo rio Branco, estes processos de migração do canal foram mais significativos, e muitas vezes influenciando à erros de interpretação, como no caso do rio Xeruíni. Como dito anteriormente, este rio possui uma dinâmica em formar canais meandriformes e paleocanais do tipo espiras de meandro, dos quais podem ser capturados por rios maiores, como neste caso, o contato de um paleocanal conectando o rio Branco com o Xeruíni, porém, o fluxo principal do Xeruíni flui para sua foz na margem esquerda do rio Negro (Figuras 7 e 10).



Fonte: Imagem Jers e modelo de elevação da SRTM. Elaboração própria.

**Figura 10.** Em tons de verde claro vegetação aluvial (planícies fluviais) e verde escuro vegetação de terra firme. Legenda: 1 – Veredas do lavrado; 2 – Planície pouco desenvolvida (alto Branco); 3 – Planície bem desenvolvida (baixo Branco); 4 – Foz do rio Xeruiuni; 5 - Foz do rio Branco.

Percebe-se ao longo do rio Branco uma tendência de estabilização de ilhas, favorecendo o incremento por anexação lateral ou soldamento (bancos acrescidos), e formação de lagos. Estes processos possuem maior dinâmica no alto trecho, com relativa instabilidade em relação ao baixo rio Branco, estável e bem desenvolvido. As barras arenosas **são** pacotes sedimentares móveis (areias variando com textura fina, média e grossa), emersas sem cobertura vegetal. Quando ocorre processo de estabilização destas feições, é devido à vegetação pioneira, com gramíneas e arbustos, servindo de barreira para sedimentos mais finos. Este processo permite que espécies mais exigentes a nutrientes colonizem o local, como a *Cecropia polystachya* (embaúba), indicador de ambiente recentemente perturbado.

O processo de anexação de ilhas à planície de inundação ocorre mais significativamente ao longo da margem esquerda e porção central do canal, caracterizado por trechos com maior grau de entrelaçamento, perceptível pelo comprimento do canal

até sua foz com 572 km de extensão, cerca de 10 km a mais que pela margem direita, com uma distância média insular de 2,3 km.

Com relação às classes de ilhas laterais, centrais e anexadas (Tabela 1), observou-se que as categorias mais representativas são ilhas centrais, ilhas lateral esquerda, e lateral direita respectivamente, com maior dinâmica de sedimentação pela margem esquerda do canal (Tabela 2).

Com relação aos trechos do canal, para a situação em 1975, no alto rio Branco as ilhas representavam 10,85%, abrangendo 24,48 km<sup>2</sup>, sendo as mais representativas neste trecho ilhas central com 16,15 km<sup>2</sup>. No médio rio Branco as ilhas representavam 30,23% do canal, as quais abrangiam total de 64,76km<sup>2</sup>, com maior abrangência areal para as categorias central, com 45 km<sup>2</sup>, e lateral esquerda com 15,22 km<sup>2</sup>. No baixo rio Branco, as ilhas correspondiam a 59% do total de ilhas, sendo as central (121,85 km<sup>2</sup>) e lateral direita (35,52 km<sup>2</sup>) com maior abrangência (Tabela 2).

Para a situação em 2020, no caso do alto rio Branco, este representava 11,58% do total de ilhas, as quais abrangem 25 km<sup>2</sup> (Coeficiente de Variação 1,18), com destaque para ilhas centrais e lateral esquerda; no trecho médio do rio Branco representavam 29,72 % das ilhas, com área total de 67,71 km<sup>2</sup> (CV 1,57), sendo as mais representativas as central e lateral esquerda. No baixo rio Branco estas correspondem a 58,78%, abrangendo 222,18 km<sup>2</sup> (Tabela 2).

Durante o período de 1975 a 2020 ocorreu um progressivo aumento de área insular, com 23 ilhas formadas. Assim como as barras arenosas, as ilhas laterais predominam o canal do alto rio Branco e início do médio trecho. Elas são formadas pelo processo de estabilização das barras arenosas, as quais migram lateralmente, próximas às margens do canal, e se estabilizam por acreção lateral e horizontal, sendo colonizadas pela vegetação pioneira (herbáceas e arbustos).

Com relação a área insular ao longo do canal, em 1975 as ilhas variavam entre 21.187 m<sup>2</sup> a 22,67 km<sup>2</sup>, abrangendo área total de 307,53km<sup>2</sup>. Para 2020 variavam entre 7.000 m<sup>2</sup> a 22,8 km<sup>2</sup>, com 314,98 km<sup>2</sup>. Em 45 anos houve um aumento de 7,45 km<sup>2</sup> de área insular, o que representa um acréscimo a uma taxa anual de 165.500 m<sup>2</sup> ao longo do canal do rio Branco (Tabela 2).

Com relação às áreas por categoria, em 1975 estas abrangiam conforme segue: i) Ilhas Anexada Direita com total de 11,97 km<sup>2</sup> (mín. 0,049 ~ máx. 7 km<sup>2</sup>); ii) Anexada Esquerda com 40,84 km<sup>2</sup> (mín. 0,010 ~ máx. 22,67 km<sup>2</sup>); iii) Central com 144,33 km<sup>2</sup> (mín. 0,050 ~ 15,50km<sup>2</sup>); iv) Centro Direita com 5,9 km<sup>2</sup> (mín. 0,11 km<sup>2</sup> ~ máx. 0,42 km<sup>2</sup>); v) Centro Esquerda com 44,72 km<sup>2</sup> (mín. 1 ~ 18 km<sup>2</sup>); vi) Lateral Direita com 39,17 km<sup>2</sup> (mín. 0,036 ~ 19,63 km<sup>2</sup>); e vii) Lateral Esquerda com 35,23 km<sup>2</sup> (mín. 0,08 ~ 6 km<sup>2</sup>).

Para o ano de 2020 abrangiam: i) Ilhas Anexada Direita com total de 14,33 km<sup>2</sup> (mín. 0,062 ~ máx. 7 km<sup>2</sup>); ii) Anexada Esquerda com 41 km<sup>2</sup> (mín. 0,066 ~ máx. 22,8 km<sup>2</sup>); iii) Central com 183,75 km<sup>2</sup> (mín. 0,063 ~ 15,50km<sup>2</sup>); iv) Centro Direita com 5,4 km<sup>2</sup> (mín. 0,11 km<sup>2</sup> ~ máx. 0,42 km<sup>2</sup>); v) Centro Esquerda com 44,72 km<sup>2</sup> (mín. 1 ~ 18 km<sup>2</sup>); vi) Lateral Direita com 39,04 km<sup>2</sup> (mín. 0,048 ~ 19,63 km<sup>2</sup>); e vii) Lateral Esquerda com total de 36,57 km<sup>2</sup> (mín. 0,08 ~ 6,8 km<sup>2</sup>).

**Tabela 1.** Classificação das ilhas aluviais do canal do rio Branco, para os anos de 1975 e 2020.

Classe	1975	2020	Acréscimo
Lateral esquerda	37	39	2
Central	42	49	7
Anexada esquerda	9	11	2
Lateral direita	23	28	5
Anexada direita	5	11	6
Centro direita	5	6	1
Centro esquerda	8	8	0
<b>Núm.Total</b>	<b>129</b>	<b>152</b>	<b>23</b>

Fonte: Elaboração própria.

**Tabela 2.** Representatividade das áreas (km<sup>2</sup>) por categoria das ilhas no alto, médio e baixo rio Branco para os anos 1975 e 2020.

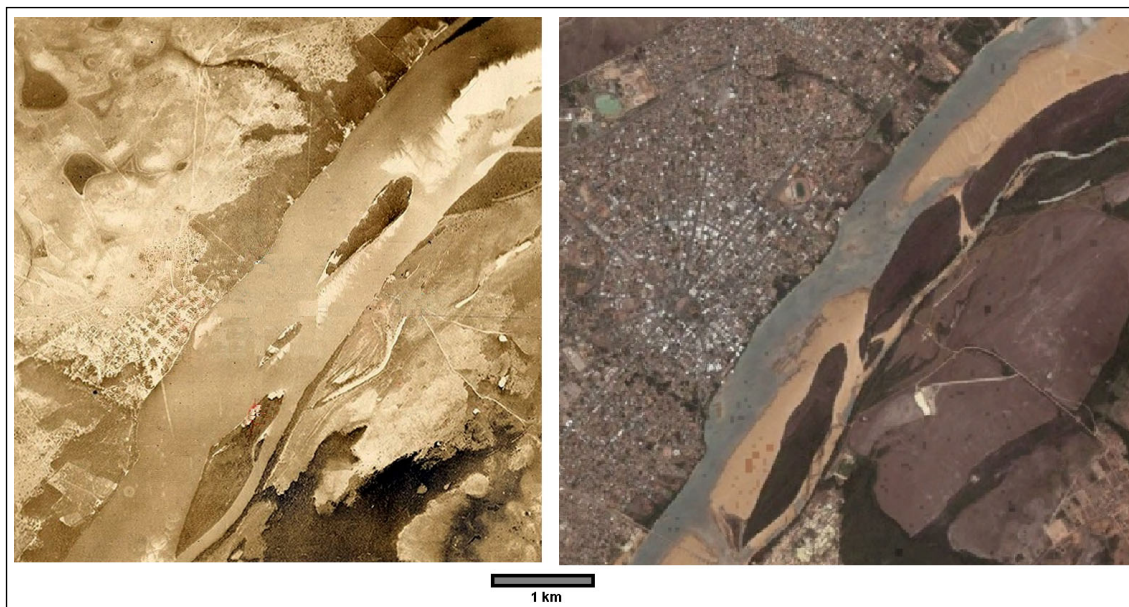
Classe	(1975)			(2020)			Acréscimo
	Alto	Médio	Baixo	Alto	Médio	Baixo	
Anexada direita	0	1,34	10,63	0,15	1,42	12,76	2,36
Anexada esquerda	6,34	2,5	32	6,34	2,57	32,10	0,17
Central	16,15	45	121,85	16,15	45,31	122,29	0,59
Lateral direita	0,27	0,7	35,52	0,47	2,64	36,06	2,55
Lateral esquerda	1,72	15,22	18,29	1,83	15,77	18,97	0,55
<b>Núm.Total</b>	<b>14</b>	<b>39</b>	<b>76</b>	<b>19</b>	<b>44</b>	<b>87</b>	<b>19</b>
<b>Área Total (km<sup>2</sup>)</b>	<b>24,48</b>	<b>64,76</b>	<b>218,29</b>	<b>25,09</b>	<b>67,71</b>	<b>222,18</b>	<b>7,45</b>
Coeficiente de Variação	1,07	1,51	1,60	1,18	1,57	1,73	

Fonte: Elaboração própria.

Um dos trechos mais dinâmicos do rio Branco, ocorre nas proximidades de Boa Vista, trecho denominada de Complexo Surrão-Praia Grande por Carvalho e Morais (2014), formado pelo processo de estabilização da Ilha São Bento do Surrão e Ilha Canhapucare (Praia Grande).

Desde 1943, também discutido por Carvalho e Morais (2014), houve uma considerável evolução dos processos de anexação das barras arenosas e ilhas na margem esquerda do rio Branco, em particular no Complexo do Surrão-Praia Grande, o qual se deu por estabilização lateral e longitudinal (Figuras 11 e 12). Em 1943 possui uma área de 6,58 km<sup>2</sup>, sendo que em 2014 abrangia 7,76km<sup>2</sup>, um aumento insular de 1,18 km<sup>2</sup> em 71 anos, o que representa um acréscimo anual de 16.619 m<sup>2</sup>.





Fonte: Fotografia Aérea USAF; imagem Landsat 8 (OLI). Acervo Mepa/UFRR.

**Figura 11.** Complexo Surrão-Praia Grande, frente a cidade de Boa Vista. Processo de soldamento a montante e acreção lateral, anexando-se a margem esquerda da planície de inundação. Imagem esquerda 1943; Imagem direita Landsat 8 (OLI) 2014.



Fonte: Acervo Mepa/UFRR.

**Figura 12.** Estabilização de barra arenosa (soldamento a montante da ilha). Praia Grande, frente a cidade de Boa Vista.

Esta dinâmica de processos insulares aluviais dão a região do rio Branco uma variada morfologia da planície fluvial, por exemplo, os sistemas lacustres. Foram identificados 842 lagos ao longo da planície fluvial do rio Branco, os quais correspondem as classes de lagos menores; acreção lateral; espiras de meandro; meandro abandonado; canal abandonado; e lagos em ilhas (insulares) devido à acreção lateral (Tabela 3). A área total dos lagos é de 184,17 km<sup>2</sup>, dos quais 6,84 km<sup>2</sup> estão no alto rio Branco; 23,09 km<sup>2</sup> no médio curso e 154,24 km<sup>2</sup> no baixo rio Branco; os quais representam 5,78% da planície fluvial. Abaixo descreve-se as classes dos lagos para o rio Branco:

- i) Lagos menores: são de pequena extensão, com índice de forma em média de 1.3 (circulares), em médio com 20.000 m<sup>2</sup> (0,02km<sup>2</sup>), representando 41,33% do total de lagos do rio Branco. São mais significativos no baixo e alto rio Branco;
- ii) Lago de canal abandonado: representam canais colmatados pelo desvio do fluxo principal, porém, sem uma definição de sua forma. Esta classe representa 24,58% dos lagos, com maior representatividade no baixo rio Branco;
- iii) Lago de acreção lateral: classe que representa processos de anexação de ilhas estabilizadas às margens, com progressiva colmatagem de pequenos canais secundárias, representam 10% do total, com maior representatividade no alto Branco, e um balanço entre o médio e baixo;
- iv) Lago de meandro abandonado: indicam canais abandonados, associados a paleo meandros (em forma de ferradura), correspondem 2% do total, com maior representatividade no baixo Branco e médio respectivamente. Sua ausência no alto Branco evidencia um padrão típico retilíneo neste trecho, semi-controlado pelo hemigraben do Tacutu;
- v) Lago espiras de meandros: indicam uma migração em padrão meandriforme do canal, com sucessivos lagos compostos em forma de ferradura, representam 2% do total, com maior representatividade no baixo Branco, em trechos de contato com afluentes, principalmente com o do rio Xeruini;
- vi) Os lagos insulares: importantes para identificar o processo de estabilização de ilhas aluvionares, representativas do rio Branco em todo seu trecho, com exceção da falha do Bem Querer (ilhas rochosas – granitos e gnaisses). Os lagos insulares identificados foram: a) Lago insular de acreção lateral: representando 16,38% do total entre os sistemas lacustres, indicando processo de estabilização rápido, com formatos alongados, distribuídos ao longo do canal, porém, com maior representatividade no baixo Branco; b) Lago insular de bancos acrescidos: representam 3,44% do total, mais significativos no baixo rio Branco, formados por sucessivos aportes de barras arenosas, ao longo da ilha, favorecendo o aumento areal no sentido longitudinal.

**Tabela 3.** Classificação dos sistemas lacustres da planície fluvial do rio Branco, para o ano de 2020.

<b>Classe</b>	<b>alto</b>	<b>médio</b>	<b>baixo</b>	<b>total</b>	<b>%</b>
Lagos menores	44	10	294	348	41,33
Lago de acreção lateral	41	19	25	85	10
Lago insular de bancos acrescidos	4	0	25	29	3,44
Lago insular de acreção lateral	14	33	91	138	16,38
Lago espiras de meandro	4	0	13	17	2
Lago de meandro abandonado	1	5	12	18	2
Lago de canal abandonado	3	13	191	207	24,58
<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>6,84</b>	<b>23,09</b>	<b>154,24</b>	<b>184,17</b>	
<b>Total</b>	<b>111</b>	<b>80</b>	<b>651</b>	<b>842</b>	<b>100</b>

Fonte: Elaboração própria.

## CONCLUSÃO

Trata-se de uma região insuficientemente descrita, e há poucos relatos de como funcionam os processos hidrogeomorfológicos e suas interações com suas morfologias associadas na bacia hidrográfica do rio Branco. Neste sentido, é necessário pesquisas dentro desta temática para a classificação, valorização, e dar subsídios para que demais ações possam ser realizadas com intuito do gerenciamento e planejamento territorial de Roraima.

Estudos como este possibilitam condições de estabelecer critérios de avaliação para o planejamento e gerenciamento do uso de ambientes de áreas úmidas, por exemplo, lagos e áreas insulares, os quais são dinâmicos, e vulneráveis à ação humana. São ambientes os quais necessitam de uma atenção do poder público, com intuito de caracterizar e gerenciar as ações da população, a qual faz uso destes ambientes.

Roraima é um Estado peculiar, do ponto de vista geomorfológico e dos aspectos da dinâmica física/ecológica de suas áreas úmidas, pertencente à Amazônia setentrional. É uma região ainda insuficientemente descrita, em termos de processos hidrogeomorfológicos e biológicos, é necessário um melhor entendimento de como as florestas e as áreas abertas alagadas nesta região, juntamente com processos geomorfológicos funcionam. Neste aspecto pesquisas voltadas para a questão do meio físico-biótico são chaves para a compressão destes ambientes, como realizado por Carvalho et al. (2016).

Podemos caracterizar os rios de Roraima sendo na maioria autóctones, com exceção dos cerca de 12.300 km<sup>2</sup> da bacia do rio Branco que nascem na Guiana. Estas áreas úmidas formam um complexo sistema lacustre nas áreas abertas, como o lavrado no nordeste de Roraima, com planícies fluviais bem desenvolvidas e as campinaranas ao sul do Estado, com rios meandriformes, extensos depósitos aluviais e terraços, cujo padrão de drenagem muitas vezes é de difícil identificação, amorfos.

Estes estudos possibilitam condições de estabelecer critérios de avaliação para o planejamento e gerenciamento do uso de ambientes de áreas úmidas, por exemplo, lagos e áreas insulares, as quais são dinâmicas, e vulneráveis à ação humana, conforme apontado no estudo de referência dos ribeirinhos do rio Branco em Carvalho e Morais 2014. São ambientes os quais necessitam de uma atenção do poder público, com intuito de caracterizar e gerenciar as ações da população, a qual faz uso destes ambientes, como propostas do uso múltiplo de áreas úmidas de ambientes de savana, conforme discutido por Paixão et al. (2019).

Estudos em escalas maiores relacionado à dinâmica morfológica do canal e planície de inundação devem ser feitos, uma vez que os dados aqui apresentados referem-se a mapeamento em escala 1:50.000 e apresentam limites quando comparados com escalas 1:25.000 ou maiores com uso de imagens atuais de alta resolução espacial.

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A.N. A formação Boa Vista: Significado geomorfológico e geoecológico no contexto do relevo de Roraima. In: BARBOSA, R., FERREIRA, E.J.; CASTELLÓN, E.G. (org.) **Homem, ambiente e ecologia no Estado de Roraima**. Manaus: Editora do Inpa. 1997. 613p.
- BAYER, M; CARVALHO, T. Processos morfológicos e sedimentos no canal do rio Araguaia. **Revista de Estudos Ambientais**. v.10, n.2. p.24-31. 2008.
- BRIDGE, J. **Rivers and Floodplains**. Ed. Blackwell Science. 380p. 2003.

- CARVALHO, T. Avaliação do transporte de carga sedimentar no médio rio Araguaia. **Revista Geosul**, v.24, n.47, p.147-160. 2009.
- CARVALHO, T. Sistemas e Ambientes Denudacionais e Agradacionais, uma primeira aproximação para o estado de Roraima, norte da Amazônia. **Revista Acta Geográfica**, v.16, n.8, p.77-98. 2014.
- CARVALHO, T. Estimativa de Descarga Líquida em Sistemas Fluviais: Uma abordagem para Análise Ambiental In: **Ciência, Pesquisa e Inovação Tecnológica na Amazônia**. 1 ed. Boa Vista: Editora UFRR, 2015, v.1, p. 137-168.
- CARVALHO, T.; BAYER, M. Utilização dos produtos da “Shuttle Radar Topography Mission” (SRTM) no mapeamento geomorfológico do Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 9, p. 35-41, 2008.
- CARVALHO, T.; LATRUBESSE. Aplicação de modelos digitais do terreno (MDT) em análises macrogeomorfológicas: o caso da Bacia do Araguaia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 5:85-93. 2004.
- CARVALHO, T.; MORAIS, R. Aspectos hidrogeomorfológicos do sistema fluvial do baixo rio Uraricoera e alto rio Branco como subsídio à gestão de terras. **Geografias**, v.10, n.2, p.118-135, 2014.
- CARVALHO, T.; ZUCHI, M. Morfometria e caracterização do meio físico de ambientes lacustres no vão do Paranã-Goiás, Brasil. Uma primeira aproximação. **Terra**, 25(38):111-140. 2009.
- CARVALHO, T.; CARVALHO, C.; MORAIS, R. Fisiografia da paisagem e aspectos biogeomorfológicos do lavrado, Roraima, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.17, p.94 – 107. 2016.
- COSTA, J.; FALCÃO, M. Compartimentação morfotectônica e implicações de evolução do relevo do hemigráben do Tacutu no Estado de Roraima. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.12, n.1, pg.85-94.
- CPRM. Serviço Geológico do Brasil. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**. Projeto Roraima Central, Folhas NA.20-X-B e NA.20-X-D (inteiras), NA.20-X-A, NA.20-X-C, NA.21-V-A e NA.21-VC (parciais). Escala 1:500.000. Estado do Amazonas. Brasília: CPRM, 1999. CD-ROM.
- DIETRICH, W.E. Settling velocities of natural particles. **Water Resource, Res.** v.18. 1615-1626p, 1982.
- FRANCO, E. M.S., Del’Arco, J.O., Rivetti, M. 1975. **Capítulo II Geomorfologia**. Folha NA.20 Boa Vista e parte das folhas NA.21 Tumucumaque, NB.20 Roraima e NB.21. In: RadamBrasil, Levantamento de Recursos Naturais. DNPM, Projeto RadamBrasil, Rio de Janeiro, RJ. 137-180p.
- JUNK, W.J. General aspects of floodplain ecology with special reference to amazonian floodplains. In: JUNK, W. (org.) **The Central Amazon Floodplains. Ecology of a Pulsing System**. Nova Iorque: Springer Verlag, Berlin, Heidelberg. 1997. p.3-17.
- KNIGHTON, A.D. **Fluvial Forms and Processes: A new perspective**. Arnold, London. 1998, 320p.
- LATRUBESSE E.M., STEVAUX, J. C.; SINHA. R. Grandes Sistemas Fluviais Tropicais: uma visão geral. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.6, n.1, 1-18, 2005.
- LATRUBESSE, E.; CARVALHO, T.M. **Geomorfologia. Governo do Estado de Goiás e Distrito Federal**, Secretaria de Indústria e Comércio, Superintendência de Geologia e Mineração – 2 – Série Geologia e Mineração, 2006, 127p.



- LEOPOLD, L.; WOLMAN, M.G.; MILLER, J.P. **Fluvial process in Geomorphology. San Francisco:** H.W. Freeman. 1964.201p.
- MANGELSDORF, K.; SHEURMANN, M. **River morphology – A guide for geoscientists and engineers.** Berlin Heidelberg New York: Springer - Verlag –New York. 25p. 1990.
- MELACK, J.M.; HESS, L. Remote sensing of the distribution and extent of wetlands in the Amazon basin. In JUNK, W.J.; PIEDEDE, M. (eds.) **Amazonian floodplain forests: Ecophysiology, ecology, biodiversity and sustainable management.** Springer. 2010.
- MERTES, L.A.K. Rates of flood-plain sedimentation on the Central Amazon River. **Geology.** v.22 171-174p. 1990.
- MORAIS, R. P.; CARVALHO, T. M. Aspectos dinâmicos da paisagem do lavrado, nordeste de Roraima. **Revista Geociências,** v. 34, n.1, p. 55-68, 2014.
- PAIXÃO, E.; ARRUDA, E.; JUNK, W.; CUNHA, C. Buscando Soluções Sustentáveis para Áreas Úmidas savânicas florestadas brasileiras via uso múltiplo. **Revista Bio Brasil,** n. 2 (Temática: Diagnóstico e Manejo de Áreas Úmidas em Áreas Protegidas), pg. 19-33, 2019.
- SANDER, C.; CARVALHO, T. M; GASPARETTO, N. Breve Síntese da Dinâmica Fluvial do Rio Branco, nas adjacências da cidade de Boa Vista, Roraima. **Revista Geográfica Acadêmica,** v.7, n1, p.60- 69. 2013.
- SANDER, C.; GASPARETTO, N.; SANTOS, M. Variações da carga sedimentar de fundo e morfologia dos perfis transversais batimétricos no trecho inferior da bacia do alto rio Branco, Roraima. **Revista Geográfica Acadêmica ,** v. 9, p. 130-145, 2015.
- SANDER, C. WANKLER, F. L. CARVALHO, T. M. Dinâmica fluvial do sistema do alto rio Branco, estado de Roraima. In: HOLANDA, E. C.; NETA, L. C. B. (Orgs). **Geociências na Pan-Amazônia.** Boa Vista: Editora da UFRR, 2016. V. 1, 276 p.
- SCALABRIN, M.; WANKLER, F.L. Análises geométrica e topológica dos sistemas de fraturas na bacia do Tacutu, Roraima. In: BARBOSA, V.; DAVID, M.; GORAYEB, P.; NASCIMENTO, R (Eds.). **16º Simpósio de Geologia da Amazônia,** 2019, Manaus – AM: Even 3. 2019. vol.1. pg. 312-316.
- STEVAUX, J.C.; FILHO, E.E.; MARTINS, D.P. Characteristics and dynamics of the Paraná river channel bedform: na approach to study the influences of the Porto Primavera Dam, Sand mining, and channel construction. In: **Structure and function of the Paraná river and its floodplain.** 15-18p. 2004.
- SILVA, T.; CARVALHO, T. Compartimentação das bacias dos rios Uraricoera e Tacutu, Roraima, com base em parâmetros geomorfométricos do relevo. **Revista Ciência Geográfica,** v. 24, n2, 2020.
- VELOSO, H.P., GÓES-FILHO, L., Leite, P.F., BARROS-SILVA, S., FERREIRA, H.C., LOUREIRO, R.L., TEREZO, E.F.M. Capítulo IV - Vegetação: As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos, estudo fitogeográfico. Folha NA.20 Boa Vista e parte das folhas NA.21 Tumucumaque, NB.20 Roraima e NB.21. In: **Projeto RadamBrasil. Rio de Janeiro, RJ.** 1975. p.305-404.
- SCHUMM, S. A. **The Fluvial System.** Ed. John Wiley and Sons, Nova Iorque. p.338. 1977.
- WITTMANN, F., JUNK, W. J., PIEDEDE, M. T. F. The várzea forests in Amazonia: flooding and the highly dynamic geomorphology interact with natural forest succession. **Forest Ecology and Management,** v.196, p.199 – 212. 2004.