



RELATÓRIO EXECUTIVO DE HIDROLOGIA DO ESTADO DE RORAIMA PARA O ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO DO ESTADO DE RORAIMA (ZEE-RR)

Execução e realização

SECRETARIA DE
PLANEJAMENTO E
DESENVOLVIMENTO



GOVERNO
DE RORAIMA

Governo do Estado de Roraima
Secretaria de Estado do Planejamento e Desenvolvimento (SEPLAN)
Centro de Geotecnologias, Cartografia e Planejamento Territorial de Roraima
(CGPTERR)
Coordenadoria Especial Técnica do Zoneamento Ecológico-Econômico de Roraima
(CETZEE/RR)
Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA)

Relatório Executivo de Hidrologia do Estado de Roraima para o Zoneamento
Ecológico Econômico do Estado de Roraima (ZEE-RR)

Fábio Luiz Wankler

Carlos Sander

Boa Vista

2018

GOVERNO DO ESTADO DE RORAIMA

Antônio Olivério Garcia de Almeida

Governador

Frutuoso Lins Cavalcante Neto

Vice-governador

**SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO
(SEPLAN)**

Emerson Carlos Baú

Secretário

Diego Prandino Alves

Secretário Adjunto de Planejamento e Desenvolvimento

Ronald Brasil Pinheiro

Secretário Adjunto do Centro de Geotecnologia, Cartografia e Planejamento
Territorial (CGPTERR)

Francisco Pinto dos Santos

Coordenador Especial Técnico do Zoneamento Ecológico-Econômico de Roraima –
(CETZEE-RR)

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Mediana de vazões e vazão mínima mensais do rio Branco.....	19
Tabela 2 - Mediana de vazão e vazão mínima diária do rio Branco.	19
Tabela 3 - Mediana de vazões e vazão mínima mensais do rio Uraricoera.....	25
Tabela 4 - Mediana de vazão e vazão mínima diários do rio Uraricoera.	25
Tabela 5 - Mediana de vazões e vazão mínima mensais do rio Mucajaí.....	28
Tabela 6 - Mediana de vazões e vazão mínima mensais do rio Mucajaí.....	28
Tabela 7 - Mediana de vazões e vazão mínima mensais do rio Tacutu.....	30
Tabela 8 - Mediana de vazões e vazão mínima anuais do rio Tacutu.....	31

Lista de Quadros

Quadro 1 - Dados hidrográficos das principais bacias do estado de Roraima.....	10
Quadro 2 - Ocorrência dos principais elementos pesados nas águas superficiais da rede hidrográfica do estado de Roraima.....	12

Lista de Figuras

Figura 1 - Valores aproximados de Alcalinidade, Condutibilidade Elétrica, Cloretos (Cl) e pH das bacias hidrográficas do Jufari, Jauaperi, Jatapu, Anauá, Catrimani, Mucajaí, Branco, Tacutu e Uraricoera. Simbologia: Ja - Jafari; Jau - Jauaperi; Jat -Jatapu; An - Anauá; Ca - Catrimani; Mu - Mucajaí; Br - Branco; Ta - Tacutu; Ur - Uraricoera. Sem número - trecho completo; 1 - baixo curso; 2 - médio curso; 3 alto Curso. ...	12
Figura 2 - Vista da margem esquerda do médio curso do rio Branco no município de Boa Vista, mostrando duas sand flats (mega conjuntos de barras fluviais) aflorando durante a vazante do rio. Ao fundo, morrotes adjacentes à planície aluvial.	15
Figura 3 - Vista do Rio Tacutu da sede da Fazenda Caju, localizada próximo à ponte sobre o rio Tacutu, BR 401, município de Normandia.	16
Figura 4 - Foto da margem direita do baixo rio Branco, comunidade de Amaju/Cachoeirinha, município de Caracarái, mostrando o aspecto dos bancos de solapamento no período de vazante do baixo rio Branco.	17
Figura 5 - Hidrograma com as médias mensais das vazões do rio Branco, na estação Caracarái, período de 1967 a 2017.	17
Figura 6 - Vista da margem esquerda do rio Tacutu, localizada a um quilômetro à jusante da cidade de Bonfim, mostrando a coloração esverdeada da fase de vazante dos rios da Bacia do alto Rio Branco.	21
Figura 7 - Vista da Av. Nossa Senhora de Consolata, centro de Boa Vista durante a enchente de 2011.	22
Figura 8 - Lago formado em um braço abandonado do rio Uraricoera.	23
Figura 9 - Vista da ponte sobre o rio Uraricoera (BR 174).	24
Figura 10 - Hidrograma com as médias mensais das vazões do rio Uraricoera, na estação Passarão, no período 1977-2017.	24
Figura 11 - Vista do rio Mucajai - região de transição do Clima Af para Aw.	26
Figura 12 - Hidrograma com as médias mensais das vazões do rio Mucajaí, na estação Mucajaí, no período de 1995 a 2017.	27
Figura 13 - Vista do médio curso do rio Tacutu, na fase de vazante. Ao fundo, observa-se a ponte internacional que liga o Brasil com a Guiana.	29

Figura 14 - Hidrograma com as médias mensais das vazões do rio Tacutu, na estação Bonfim, no período 1984 de 2017..... 30

Figura 15 - Vista do canal do médio curso do rio Tatucu no pico da vazante crítica de 2015, mostrando os fragmentos de lateritas depositados durante a erosão do banco de solapamento do canal. Foto: tomada na margem esquerda do rio, dentro da área urbana da cidade de Bonfim. 32

PARA AUDIÊNCIA PÚBLICA, NÃO DEFINITIVO

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 METODOLOGIA	8
3 REDE HIDROGRÁFICA	10
3.1 Caracterização	10
3.2 Bacia hidrográfica do rio Branco	15
3.2.1 Vazões de referência.....	18
3.2.2 Carga de sedimentos do rio Branco	20
3.2.3 Recorrência de cheias e seu impacto na área urbana de Boa Vista	21
3.2.4 Bacia hidrográfica do rio Uraricoera	23
3.2.5 Bacia hidrográfica do rio Mucajaí.....	26
3.2.6 Bacia hidrográfica do rio Tacutu.....	29
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

Roraima é um território cujo isolamento geográfico da região contribuiu para que tivesse taxas de crescimento demográfico irrisórias durante séculos. Com a construção das rodovias BR 174, BR 401 e BR 201, sua ocupação tornou-se mais efetiva, embora sempre próxima às margens da bacia do Rio Branco. Assim, indiretamente, a rede de drenagem impôs uma delimitação geográfica para nucleação de áreas urbanas e a expansão da apropriação do território.

A sazonalidade climática do estado, marcada por uma estação chuvosa com uma concentração de chuvas muito acentuada, a natureza instável dos solos cujo nível freático raso convertia as estradas em alagadiços de difícil acesso, e as dificuldades logísticas para a construção de pontes para transposição dos canais de maior envergadura, impôs às rodovias pioneiras traçados relativamente paralelos as vertentes dos principais rios do estado.

A partir destas estradas, uma rede de estradas abertas para as frentes de assentamento agrícola (vicinais) se expandem, configurando uma geometria análoga a uma "espinha de peixe". Esta rede de estradas acabou condicionando a ocupação das bacias hidrográficas. Nas regiões dos altos cursos dos rios Uraricoera, Mucajai e Tacutu, cujas áreas montanhosas e de cobertura florestal densa são esparsamente ocupadas tanto devido a não existência de uma malha viária devido tanto ao relevo acidentado como à implantação de territórios indígenas nestas áreas.

Dificuldades de acesso devido à natureza instável dos solos e sistemas fluviais da região podem ser exemplificadas na porção conhecida como "Baixo rio Branco". Localizada na porção sudoeste do estado, ela inicia a jusante das corredeiras do Bem-Querer e se estende até o extremo sul do estado, ocupando uma planície alagadiça, até o extremo sul do estado. Esta região inclui a rede hidrográfica do baixo curso do rio Branco e as áreas topograficamente planas das bacias Jufari e Catrimani, que têm uma das mais baixas taxas demográficas do Brasil, suas atividades econômicas ligadas ao extrativismo e pesca esportiva.

Em contrapartida, temos a rede hidrográfica do médio curso do rio Branco, do baixo curso do rio Uraricoera e do médio e baixo curso do rio Tacutu que apresentam a maior concentração populacional do estado. Nesta região, localizam-se as sedes de

5 dos quinze municípios de Roraima, bem como, devido à existência de rodovias federais e estaduais, os principais assentamentos agrícolas e áreas de produção agropastoris do estado.

Tal configuração mostra a importância do diagnóstico hidrológico do sistema alto e médio rio Branco, o qual é tratado com grande destaque neste trabalho, em escala de 1:250.000, e envolveu a construção de um banco de dados estruturado sobre a rede hidrográfica do Estado. Espera-se que isto possibilite o processo de consultas espaciais e atualização dos dados e informações regionais, bem como o cruzamento das informações do diagnóstico com os demais estudos que compõem este zoneamento, o que permitirá a definição das unidades dos sistemas ambientais e zonas de fragilidade natural potencial, possibilitando aos gestores públicos e privados um melhor planejamento e tomadas de decisões acerca do uso dos recursos naturais estaduais de forma sustentável.

Espera-se que o cruzamento das informações do diagnóstico com os demais estudos que compõem este zoneamento permitirá a definição das unidades dos sistemas ambientais e zonas de fragilidade natural potencial, possibilitando aos gestores públicos e privados um melhor planejamento e tomadas de decisões acerca do uso dos recursos naturais estaduais de forma sustentável.

2 METODOLOGIA

O estudo envolveu o levantamento bibliográfico, construção de um banco de dados, incluindo a rede de drenagem e os dados fluviométricos, para determinação das variações da descarga dos principais cursos fluviais do estado, carga sedimentar e química da rede hidrográfica, regime de chuvas e recorrência de cheias.

Como fontes de referências para o arcabouço teórico deste estudo, utilizou-se dados públicos e de pesquisas científicas, cujas referências e análises relevantes encontram-se descritas no relatório técnico final de Hidrologia. Foram analisados os seguintes tópicos: a) para as fontes de dados fluviométricos utilizou-se os dados de ANA (2018) CGPTERR/SEPLAN/RR (2018); b) caracterização da bacia, da dinâmica fluvial e, de forma mais detalhada, do canal do alto rio Branco; c) a análise da

distribuição pluviométrica e do regime fluvial da bacia do rio Branco no estado de Roraima; d) a análise da recorrência das Cheias do Rio Branco e seus impactos.

Na construção do mapa hidrológico, utilizou-se o banco de dados de CGPTERR (2018) e os dados fluviométricos da Hidroweb (ANA 2018).

As dez bacias identificadas neste estudo foram selecionadas com base em sua área, mas também considerou-se seu posicionamento em relação às zonas climáticas do estado, sua fisiografia e hierarquia, sendo que, neste último caso, identificou-se bacias que são afluentes de outras redes hidrográficas como as do rio Negro ou rio Trombetas, ou que são afluentes principais da Bacia do rio Branco. Todas as bacias são da Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas 2013 de ANA (2018b), cujos limites de bacia foram definidos com base no método de equidistância, definido em ANA (2018c). Em relação a determinação do seu regime de descarga e cheias e secas, o rio Branco apresenta um limitado volume de dados em aspectos temporais e espaciais dos processos fluviométricos. Basicamente, devido à inexistência de séries alusivas a desembocadura do rio Branco se adotou a estação de Caracaraí como base das contribuições hidrológicas.

Em relação a descarga, a determinação da variação ao longo do ano hidrológico e a origem dos volumes fornecidos, utilizou-se dados de vazão de quatro estações fluviométricas localizadas na bacia do alto rio Branco, bem como o estudo de Sander (2015). O tempo de permanência do fluxo diário e mensal, e seus respectivos valores Q (Q_{50} , Q_{90} e Q_{95} , para os valores diários; Q_{50} e Q_{95} , para os cálculos mensais) com base nos dados de ANA (2018), seguiu a metodologia descrita em Christofolletti (1981) e Tucci (1997).

O estudo da carga sedimentar foi feita a partir de fontes secundárias coletadas na fase de levantamento bibliográfico. O levantamento de dados feito durante a construção deste relatório detectou uma carência de informações sobre a carga sedimentar das bacias Xeruni, Mucucua, Jauaperi e Jatapu o que não permitiu uma avaliação sobre seus produtos de sedimentação. Contudo, é preciso salientar que as estimativas para o rio Branco são baseadas em amostragens com intervalos muito espaçados, realizadas 2 a 3 vezes ao ano (ANA, 2018). Estes longos intervalos sem amostragem dificultam observação dos picos de carga suspensa e impediram a confecção de uma melhor estimativa de produção anual de sedimentos para este sistema. A caracterização química das águas superficiais do estado baseou-se nos

dados da Hidroweb ANA (2018) e CPRM (2018) e de pesquisas científicas anteriores, referenciadas no relatório técnico final.

O tempo de recorrência das cheias do Rio Branco e seus efeitos na cidade de Boa Vista, forma determinados com base de dados limnimétricos fornecidos pela ANA (2018) para o fechamento da série 1968-2013. A análise dos dados considerou estudos científicos anteriores. A partir destas informações, foram definidas as cotas máximas anuais de cheias do rio Branco na cidade de Boa Vista e os maiores eventos de inundação de toda a série, que serviram posteriormente para a definição do tempo de retorno e áreas afetadas das duas maiores cheias, utilizando o modelo de Gumbel (CHRISTOFOLETTI, 1981).

3 REDE HIDROGRÁFICA

3.1 Caracterização

O estado de Roraima apresenta uma área de 225.805,34 km², onde estão localizadas 10 bacias hidrográficas, sendo que seis delas (Uraricoera, Tacutu, Catrimani, Mucajaí, Branco, Anauá) formam a bacia do rio Branco, cuja área total é de 181.490,99 km², ou 80,37 % da área do estado. Os restantes 19,63% correspondem às bacias dos rios Jatapu, Jufari, Mapuera, Jauaperi. As dimensões das bacias e o comprimento total dos canais principais encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1 - Dados hidrográficos das principais bacias do estado de Roraima.

Rio	Extensão (Km)	Bacia	Área (Km ²)	Área (%)
Mucajaí	601,2	Rio Mucajaí	19.840,819	8,79%
Catrimani	615,8	Rio Catrimani	14.296,122	6,33%
Anauá	439,9	Rio Anauá	20.134,955	8,92%
Uraricoera	652,9	Rio Uraricoera	50.945,955	22,56%
Tacutu	324,3	Rio Tacutu	30.018,121	13,29%
Jufari	257,2	Rio Jufari	4.111,621	1,83%
Jauaperi	460,3	Rio Jauaperi	30.561,452	13,53%

Mapuera	*	Rio Mapuera	508,627	0,23%
Jatapu	185,8	Rio Jatapu	9.132,642	4,04%
Branco	1014,7	Rio Branco (Médio e Baixo Curso)	46.255,022	20,48%
* O canal principal da bacia do Mapuera se localiza fora do limites do estado de Roraima.				

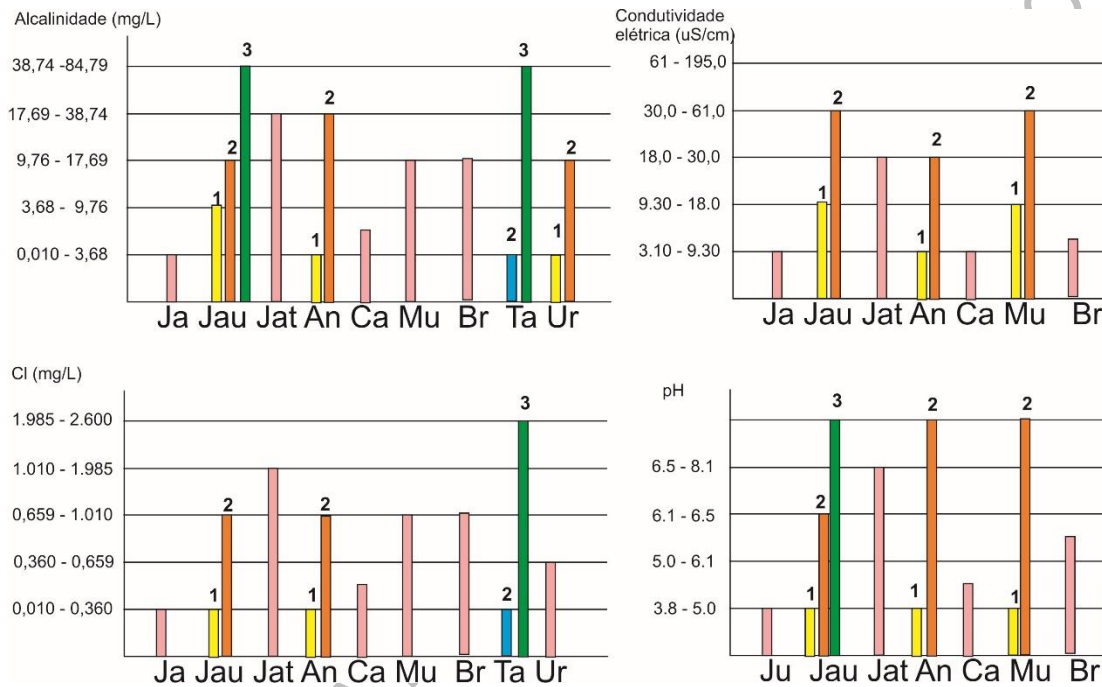
Fonte: Modificado de ANA (2018).

Roraima pertence, em sua quase totalidade, à região hidrográfica do Rio Negro, com as bacias hidrográficas Jauaperi, Jufari e Rio Branco sendo afluentes da margem esquerda do rio Negro e apenas os rios Jatapu e Mapuera, que ocorrem no extremo sudeste do estado, são afluentes, respectivamente, dos rios Uatumã e Trombetas que, por sua vez, são afluentes do rio Amazonas. Apesar de representar menos de 19% da área de drenagem do rio Negro, a bacia do rio Branco como um todo, incluindo importantes afluentes como o Anauá, Catrimani e Xeriuini, pode ser responsável por mais da metade da carga em suspensão do rio Negro.

O padrão da variação das vazões da rede de drenagem do estado é em função das diferentes zonas climáticas presentes. Assim, embora acompanhem à variação da precipitação pluviométrica, o aumento de vazão dos rios e a amplitude destas variações é diferente em cada bacia. Assim, as estações ocidentais, submetidas às chuvas dos climas Af e Am, mostram menores amplitudes de descarga diária que as orientais, com grande influência dos climas Aw.

A composição química da água dos rios de Roraima (Figura 1 e Quadro 2), reflete a riqueza química dos minerais e rochas e de fatores pedogenéticos.

Figura 1 - Valores aproximados de Alcalinidade, Condutibilidade Elétrica, Cloretos (Cl) e pH das bacias hidrográficas do Jufari, Jauaperi, Jatapu, Anauá, Catrimani, Mucajaí, Branco, Tacutu e Uraricoera. Simbologia: Ja - Jafari; Jau - Jauaperi; Jat -Jatapu; An - Anauá; Ca - Catrimani; Mu - Mucajaí; Br - Branco; Ta - Tacutu; Ur - Uraricoera. Sem número - trecho completo; 1 - baixo curso; 2 - médio curso; 3 alto Curso.



Fonte: Modificado de Figueiredo e Marmos (2017).

Como exemplo, os valores de pH levemente ácidos são identificados nas bacias do rio Branco, baixo rio Uraricoera, baixo rio Mucajaí, médio e baixo rio Tacutu, com pH de 6,1 a 6,5 de águas claras que cortam depósitos sedimentares cenozoicos, quimicamente pobres, mas cujas nascentes são oriundas da elevação do planalto residual da Amazônia, onde há formação de elúvios e colúvios a partir de rochas granitóides, vulcânicas e metamórficas expostas nas vertentes.

Quadro 2 - Ocorrência dos principais elementos pesados nas águas superficiais da rede hidrográfica do estado de Roraima.

Elemento	Caracterização
As - Arsênio	Apresenta baixos teores na maior parte do Estado, inferiores a 89 ppm em 84% das amostras. No alto rio Branco concentram-se os maiores valores (0,004 mg/l,

	restritos às bacias do alto rio Cauamé (rio Branco) e rio Parimé (rio Uraricoera), mas abaixo do VMP para águas de Classe 1 0,1 mg/L).
Cd - Cádmio	Apresenta valores muito baixos (valor máximo de 0,004 ppm) em todo o Estado, exceto no baixo rio Jufari, médio rio Anauá e alto rio Tacutu, com ocorrências pontuais acima de 0,004 pm, ou seja, acima do VMP para águas doce de classe 1 (0,001 ppm).
Cr - Cromo	Apresenta valores extremamente baixos em todo o Estado, menores que o VMP para águas doces dos rios de classe 1 (< 0,05 mg/L). A maior parte da rede hidrográfica apresenta valores entre 0,0005 a 0,003 ppm. Os valores mais altos (0,0003 a 0,013 mg/L) restringem-se ao baixo rio Branco, Catrimani e Jufari.
Cu - Cobre	Apresentam baixíssimos valores em todo o Estado, menores que 0,002 mg/L, muito abaixo do VMP que é de 0,009 mg/L.
Hg - Mercúrio	Os dados de sedimentos mostraram valores muito baixos em todas as bacias estudadas, com 98% dos casos abaixo de 0,08 ppm, inferior ao valor de referência do (BRASIL, 2012; N1) que é 0,17 ppm. Somente uma área do Estado apresentou um valor elevado, a margem esquerda do médio curso do rio Jufari com 0,21 ppm.
Ní - Níquel	Os dados de sedimentos de corrente e solos mostram valores muito baixos em praticamente todas as bacias estudadas. Contudo, destaca-se os valores acima do limiar N1 (BRASIL, 2012) na região do Baixo rio Catrimani e Baixo rio Branco, cuja origem não foi determinada.
Pb - Chumbo	Apresentou valores muito baixos em praticamente todas as bacias estudadas, sendo que algumas ocorrências pontuais, identificadas nas amostras coletadas em tributários dos rios Cotingo e Maú (margem esquerda do médio rio Tacutu) apresentaram valores acima do VMP (0,01 mg/L) para águas doces de classe 1, onde não se recomenda o consumo da água superficial. A sua origem, possivelmente, é geogênica.
Zn - Zinco	Apresentou valores baixos em praticamente todas as drenagens do Estado, não ultrapassando o VMP para águas doces de classe 1, 0,180 mg/L (BRASIL, 2012). Os mais elevados (entre 0,275 a 4.8 mg/L) foram registrados nos tributários dos rio Cotingo e Maú (margem esquerda do médio rio Tacutu), cuja origem pode estar associada ao efeito de atividades antrópicas (atividade garimpeira do passado) ou geogênicas.

Fonte: Modificado de Figueiredo e Marmos (2017).

Rios com valores de pH alcalinos concentram-se nas regiões onde predominam rochas granitóides e terrenos metamórficos, como o caso de alguns tributários do alto Anauá, médio Mucajaí e alto Cotingo. Nestas áreas a tectônica condicionou a rede de

drenagem, formando encachoeiramentos e soleiras nas quais afloram o embasamento cristalino, facilitando a dissolução destes elementos a partir da decomposição destas rochas diretamente nas águas superficiais. Da mesma forma os maiores valores de condutibilidade no alto Jauaperi (30,1 a 61,30 uS/cm), alto Anauá e baixo Jatapu (9,30 a 18,0 uS/cm), todas áreas do sul do Estado, em que afloram rochas graníticas e metamórficas. Os maiores valores de alcalinidade são registrados em áreas com afloramentos de granitóides e rochas metamórficas, como nas regiões do Alto Jauaperi, Anauá e Jatapu, que apresentam 17,69 a 38,74 mg/L.

Os trechos dos canais que cortam área de sedimentos cenozoicos e recentes os valores são baixos, entre 3,10 e 9,30 Us/cm, como é caso do Jufari, baixo Jauarepi, baixo Anauá, rio Branco, baixo e médio Tacutu, baixo Mucajaí e Uraricoera. Em relação as drenagens do baixo rio Branco, como os rios Jufari, Catrimani, baixo Jauaperi, baixo Anauá, estas são de águas pretas, mostram-se ácidas com valores entre 3,8 e 5,0 de pH, o que reflete nas áreas de drenagem a presença de ácidos húmicos e fúlvicos na água (Figura 1).

No tocante a composição química de elementos metais pesados da rede hidrográfica, os identificados nas bacias hidrográficas de Roraima (Quadro 2) apresentam valores muito abaixo do exigido pelo valor máximo permitido (VMP) para águas doces de classe 1 (BRASIL, 2005).

Destaca-se contudo, a presença de valores elevados de sulfato (6,4 mg/L), bem como Cl e Na em um curso d'água que bordejia a estação de tratamento de esgotos da capital. Esta ocorrência, mesmo mostrando uma concentração máxima do sulfato muito abaixo do VMP para águas doces classe 1 do CONAMA (250 mg/L) é muito destacada em relação ao restante dos registros em todo o estado de Roraima, entre 0,001 a 0,037 mg/L. Assim, tais parâmetros, embora não sejam alarmantes, podem ser indicativos de um processo de contaminação por dejetos orgânicos, pois esta anomalia ocorre em um tributário dentro do perímetro urbano de Boa Vista e alerta sobre a necessidade de mais estudos sobre a qualidade das águas do estado, pois não existem bancos de publicação abertas à consulta a respeito da caracterização química das águas, o efeito das fontes poluidoras devido a aglomerados urbanos e, tampouco, sobre o efeito das atividades produtivas.

3.2 Bacia hidrográfica do rio Branco

Esta é a principal bacia hidrográfica de Roraima (Figura 2). Se considerarmos áreas do baixo e médio curso do rio Branco e seus afluentes principais, Uraricoera, Tacutu, Mucajaí, Anauá e Catrimani, a bacia do rio Branco ocupa uma área de 80,37% (181.490,99 km²) do território do estado. As demais (19,83% do território) correspondem às bacias Jufari, Mapuera, Jauaperi, Jatapu que, por se localizarem em regiões remotas e em áreas indígenas, ainda não possuem estações de monitoramento fluviométrico, nem estudos científicos que possibilitem sua caracterização. Assim, esta discussão se centralizará na bacia do alto e médio curso do rio Branco, 44,52% (100.526,92 km²) do território, e seus afluentes principais, os rios Uraricoera e Tacutu que ocupam respectivamente, 22,56% (50.945,95 km²) e 13,29% (30.018,12 km²) do território, drena praticamente todo o estado de Roraima.

Figura 2 - Vista da margem esquerda do médio curso do rio Branco no município de Boa Vista, mostrando duas sand flats (mega conjuntos de barras fluviais) aflorando durante a vazante do rio. Ao fundo, morrotes adjacentes à planície aluvial.



Foto: Acervo Hidros/UFRR (março de 2009).

A hipsometria da bacia do Rio Branco revela que sua maior parte está abaixo da cota de 500 metros, sendo a altitude média de 309 metros, a sua maior altitude é o Monte Roraima, com 2.875 metros e a menor, na sua foz, é de cerca de 60 metros (RORAIMA, 1992). Seus principais afluentes são: (i) pela margem direita, de montante a jusante, os rios Cauamé, Mucajaí, Ajarani, Água Boa do Univini, Catrimâni e Xerui; e (ii) pela margem esquerda, de montante a jusante, os rios Quitauaú, Cachorro, Anauá e Itapará. Na área da bacia, destacam-se também o rio Surumu, afluente do rio Tacutu (Figura 3) e o rio Cotingo, afluente do rio Surumu.

Figura 3 - Vista do Rio Tacutu da sede da Fazenda Caju, localizada próximo à ponte sobre o rio Tacutu, BR 401, município de Normandia.



Foto: Fábio Luiz Wankler (dezembro de 2015).

A bacia do rio Branco pode ser dividida em alto, médio e baixo rio Branco. Esta divisão apresenta importantes variações na sua geomorfologia, pluviosidade e vegetação. O trecho superior compreende toda a extensão dos rios Parima (nascente do rio Uraricoera) e Uraricoera, perfazendo uma distância aproximada de 665 km. O trecho médio, por sua vez, compreende a extensão do canal do rio Branco a partir da confluência dos rios Uraricoera e Tacutu até as corredeiras do Bem Querer, nas proximidades da cidade de Caracaraí (a norte), com extensão de 155 km. Apesar de mais curto que os trechos superior e inferior, tal unidade representa uma zona singular

de eventos geológicos e marca a transição entre o Planalto das Guianas e a Planície Amazônica.

O trecho inferior do rio Branco (Figura 4) compreende o trecho do sopé das Corredeiras do Bem Querer e a foz deste sistema no rio Negro, com uma distância de 404 km, marcado em boa parte dos trechos por áreas alagadas e planícies aluviais de até 10 km de largura, com declividades que vão de 46 m (limite superior com até 12m (junto ao rio Negro)).

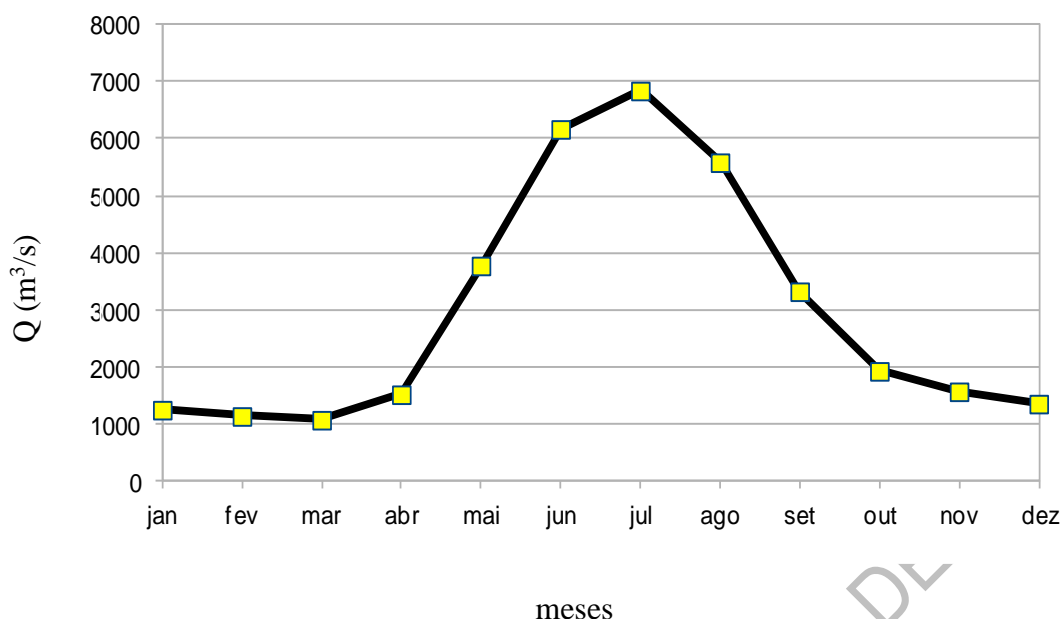
Figura 4 - Foto da margem direita do baixo rio Branco, comunidade de Amaju/Cachoeirinha, município de Caracarái, mostrando o aspecto dos bancos de solapamento no período de vazante do baixo rio Branco.



Fonte: Ramão Luciano Nogueira Hayd (fevereiro de 2016).

Existem dois períodos (cheias e vazantes) bem distintos no regime hidrológico do rio Branco. Estes regimes são demonstrados através do hidrograma do rio Branco (Figura 5).

Figura 5 - Hidrograma com as médias mensais das vazões do rio Branco, na estação Caracarái, período de 1967 a 2017.



Fonte: ANA (2018).

O período de cheias do rio Branco ocorre durante o verão boreal, tendo início de forma tímida no mês de março com vazões médias mensais em torno 1.000 m³/s. Este volume de água aparentemente é alimentado pela crescente pluviosidade no trecho ocidental do estado, envolvendo as cabeceiras das bacias dos rios Uraricoera e Mucajaí. A curva do hidrograma mostrou que a vazão sobe vertiginosamente entre abril e junho, atingindo seu máximo em julho, com médias mensais ficando próximo à casa dos 7.000 m³/s. Este pico, quando comparado ao período extremo de vazante (mês de março) representa um acréscimo médio de vazão de 7 vezes à descarga mensal.

3.2.1 Vazões de referência

A Tabela 1 apresenta os valores, por mês, do rio trecho médio do rio Branco. O menor valor da mediana das vazões (Q₅₀) do rio Branco é em fevereiro, quando a vazão pode chegar a 980,00 m³/s, sendo que o menor valor de vazão mínima de referência (Q₉₅) é no mês de março, com 340,00 m³/s, ou seja, no limiar da fase de transição para estação chuvosa nesta região que começa em abril. Na estação úmida, estes valores são proporcionalmente bem mais altos que os observados na estação seca. Na estação úmida, os valores de Q₅₀ e Q₉₅ chegam a, respectivamente, 6.974,00

e 3.499,00 m³/s, todas registradas no mês de julho, ápice da estação úmida na região central de Roraima.

Tabela 1 - Mediana de vazões e vazão mínima mensais do rio Branco.

Rio Branco - Série Histórica: 01/1967 a 05/2018

Estação: Caracarái	Q ₅₀	Q ₉₅
Janeiro	1019,01	575,00
Fevereiro	980,00	342,00
Março	990,00	340,00
Abril	1252,73	470,00
Mai	3911,90	1015,00
Junho	6247,29	2600,00
Julho	6974,00	3499,00
Agosto	5660,00	2990,00
Setembro	3220,00	1320,00
Outubro	1862,07	730,00
Novembro	1511,16	580,00
Dezembro	1300,52	583,00

Fonte: ANA (2018).

A influência da sazonalidade climática na vazão do rio Branco é constatada ao compararmos os valores mensais com os valores de referência diárias (Tabela 2). Os valores de Q₅₀ e Q₉₅ diários têm, respectivamente, 1.912,60 e 448,54 m³/s, ou seja, a vazão mínima diária superestima os valores de vazão mínima mensais de 10 meses de um ano hidrológico. O valor de Q₅₀ diários, por outro lado, são subestimados em todo o período da estação chuvosa, entre os meses de maio e setembro.

Tabela 2 - Mediana de vazão e vazão mínima diária do rio Branco.

Rio Branco - Valores Diários: 01/1967 a 05/2018

Estação: Caracarái	Q ₅₀	Q ₉₅	Q ₉₀
	1.912,60	448,54	582,42

Fonte: ANA (2018).

Assim, conclui-se que a sazonalidade climática do estado condiciona valores de mediana e vazão mínima mensais muito variáveis. Tal característica deve ser levada em conta nos procedimentos futuros de outorga dos recursos hídricos, pois,

como esclarece o manual Técnico da Agência Nacional de Águas (ANA, 2013), a determinação de vazão mínima para outorga deve considerar a sazonalidade nas vazões naturais da bacia causadas pelo padrão climático que o estado apresenta.

A partir dos resultados deste estudo, constata-se que os procedimentos de outorga natural devem considerar a vazão mínima de referência seja Q_{95} mensal. Tal procedimento não só permite uma demanda maior nos meses mais úmidos como restringe o uso nos meses mais secos de forma mais eficiente.

Quanto às vazões extremas do rio Branco, destacam-se as cheias de 1976 (10 de julho), com $15.735 \text{ m}^3/\text{s}$, de 2006 (22 de junho), com $12.779,76 \text{ m}^3/\text{s}$ e 2011 (09 de junho), com $12.763,4 \text{ m}^3/\text{s}$, que representam os três maiores registros de descarga do sistema rio Branco. Outrossim, apresenta uma forte queda da descarga no intervalo de agosto a outubro, chegando a uma média mensal de $2.000 \text{ m}^3/\text{s}$ em outubro. Este valor delimita o início do período de vazante da bacia, a partir da qual a descarga é reduzida gradativamente até a metade, atingindo uma média mensal de $1.000 \text{ m}^3/\text{s}$ no mês de março. Contudo, quando são analisados dados de débitos diários, ocorrem valores de descarga bem inferiores para o ápice da vazante. Como exemplo, temos o caso de 1998 (24 de março) que, sob a influência de um *El Niño* de forte intensidade, a descarga chegou a um patamar crítico de $178 \text{ m}^3/\text{s}$ no extremo da estação seca daquele ano (ANA, 2018).

Esta acentuada variabilidade da descarga ao longo da história e de seu ano hidrológico da Bacia do rio Branco reflete a forte condição de tropicalidade da região, com períodos de cheias e vazantes muito claros e com recorrências aparentemente relacionadas a fenômenos climáticos cíclicos, como os ENOS (*El Niño* Oscilação do Sul). Os dados históricos de cheia na estação de monitoramento do rio Branco em Boa Vista mostram uma média histórica de cheias máximas anuais de 63,21 metros a.n.m.

3.2.2 Carga de sedimentos do rio Branco

O canal do alto rio Branco tem largura média superior a um quilômetro e declividade média aproximada de $0,11 \text{ m}/\text{km}$. Apresenta um visível adensamento dos depósitos de material de fundo, com depósitos de barras, zonas convexas, opostas a posição do talvegue e as grosseiras, expostos em boa parte a partir da metade final

do período de vazante. A granulometria é composta por sedimentos de diâmetro areia média (43,33%) e areia grossa (41,11%), e uma pequena parte de amostras de seixo (8,89%), areia muito grossa (5,56%) e grânulo (1,11%).

A sua carga dissolvida apresenta uma coloração barrenta no período de pico das cheias semelhante a do rio Solimões (Amazonas). Durante a vazante, a coloração passa a apresentar um padrão de água mais escura. Já no período extremo da vazante, as águas passam a apresentar uma coloração límpida e esverdeada (Figura 6). Os valores de pH e condutividade elétrica, eles estão entre 6,6 e 12,86 μS_{20} , respectivamente, e a baixa condutividade atribuída à pobreza de sais minerais dissolvidos na água.

Assim o rio Branco pode ser classificado com um rio de águas claras, com pH entre 6,15 e 7,14, condutividade elétrica entre 7,5 a 7,77 μScm e um índice de turbidez entre 58,6 e 64,6 UNT.

Figura 6 - Vista da margem esquerda do rio Tacutu, localizada a um quilômetro à jusante da cidade de Bonfim, mostrando a coloração esverdeada da fase de vazante dos rios da Bacia do alto Rio Branco.



Foto: Fábio Luiz Wankler (março de 2010).

3.2.3 Recorrência de cheias e seu impacto na área urbana de Boa Vista

Os eventos de recorrência tem um tempo médio de retorno das cheias da cota limnimétrica de 8 m (cota 64,15 metros a.n.m) ocorre a cada 5 anos. Considerando a maior série histórica da bacia, a maior cheia do rio Branco foi registrada em 2011 (Figura 7) e atingiu a cota de 66,42 metros a.n.m, sendo sua recorrência estimada em 42 anos. A segunda maior cheia ocorreu em 1976 e alcançou 65,94 metros a.n.m. com sua recorrência. O impacto destas cheias pode ser significativo, pois a cheia de 2011 inundou uma area de 6,16 km² da área urbana de Boa Vista. Considerando que a série histórica da bacia do rio Branco é inferior a 100 anos, existe a possibilidade de não serem conhecidos eventos de maior magnitude. Se ocorrer uma cheia que ultrapasse a cota de 67,42 metros a.n.m., ou seja, um acréscimo de 1 metro de cota em relação a cheia de 2011, a planta urbana de Boa Vista sofreria uma inundação 6,96km² da sua área urbana, causando um alagamento 13% superior ao da maior cheia histórica conhecida. Assim, é fundamental a manutenção do atual sistema de monitoramento e sua ampliação para dimensionar os efeitos das cheias na bacia do rio Branco em outras regiões.

Figura 7 - Vista da Av. Nossa Senhora de Consolata, centro de Boa Vista durante a enchente de 2011.



Fonte: Fábio Luiz Wankler (junho de 2011).

3.2.4 Bacia hidrográfica do rio Uraricoera

O rio Uraricoera (Figuras 8 e 9) representa a extensão montante do rio Branco, com cerca de 50.945,95 km² (22,56% do estado de Roraima) representa a área de drenagem dos trechos médio e superior do rio Branco (com referência à estação de Caracarái).

A maior parte do deflúvio para os períodos críticos de vazante que abastece o rio Branco vem desta bacia, com pelo menos 50% da descarga ou um volume médio mensal de 500 m³/s (Figura 10). Por outro lado, o Uraricoera contribuiu para o volume de vazão do rio Branco de forma bem menos representativa em seu período máximo de cheias, representando algo em torno de 36% da descarga de pico do rio Branco, o que representa, aproximadamente, uma vazão de 2.500 m³/s. A menor amplitude do sistema Uraricoera em sua descarga mensal apresenta variação de 5 vezes. Isso deve-se ao regime de chuvas de sua bacia, onde predomina climas mais úmidos e com melhor distribuição de chuvas.

Figura 8 - Lago formado em um braço abandonado do rio Uraricoera.



Foto: Fábio Luiz Wankler (Novembro de 2017).

Figura 9 - Vista da ponte sobre o rio Uraricoera (BR 174).

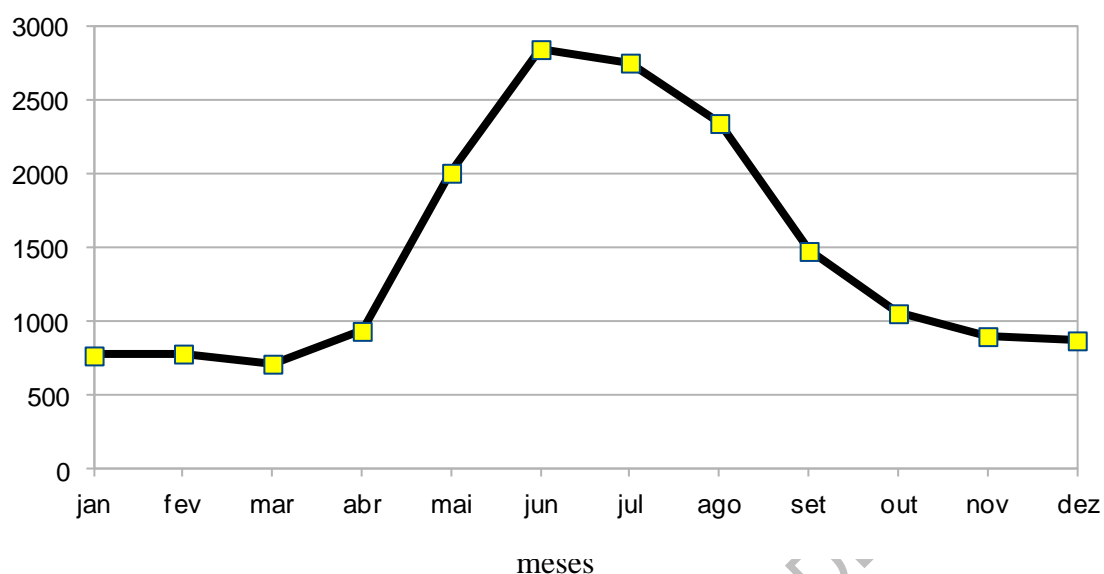


Foto: Fábio Luiz Wankler (Novembro de 2017)

Esta pequena amplitude reflete nos valores da mediana das vazões (Q_{50}) e vazão mínima de referência (Q_{95}) mensais, como mostrado na Tabela 03. Observou-se que o menor valor de Q_{50} ocorre em março, quando a vazão mediana pode chegar a $498,48 \text{ m}^3/\text{s}$, enquanto que o valor de vazão mínima (Q_{95}) só ocorre em abril, com $208,00 \text{ m}^3/\text{s}$, ou seja, o comportamento é similar ao observado no trecho médio do rio Branco em termos de sazonalidade das vazões e picos de vazão, mas sua amplitude e volume de vazão são bem menores. Na comparação dos dados de vazão mensais com diários (Tabela 4) observou-se o mesmo comportamento que foi observado no rio Branco.

Figura 10 - Hidrograma com as médias mensais das vazões do rio Uraricoera, na estação Passarão, no período 1977-2017.

Q (m^3/s)



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 3 - Mediana de vazões e vazão mínima mensais do rio Uraricoera.

Rio Uraricoera - Valores mensais - (05/1977-05/2018)

Estação Uraricoera	Q ₅₀	Q ₉₅
Janeiro	640,00	321,82
Fevereiro	698,26	236,32
Março	498,48	215,00
Abril	905,00	208,00
Maio	1971,00	751,00
Junho	2826,56	1518,00
Jullho	2837,00	1290,00
Agosto	2210,00	1135,00
Setembro	1566,94	648,20
Outubro	997,41	419,00
Novembro	872,00	408,00
Dezembro	779,42	351,70

Fonte: ANA (2018).

Tabela 4 - Mediana de vazão e vazão mínima diários do rio Uraricoera.

rio Uraricoera - série - 05/1977 - 05/2018			
Estação: Uraricoera	Q ₅₀	Q ₉₅	Q ₉₀
	1119,19	272,00	354,848

Fonte: ANA (2018).

Estes resultados sugerem que o uso da vazão mínima do rio Branco com referência para outorga pode levar a superestimativas sobre a capacidade da vazão, pois a mesma mostra-se heterogênea em seu comportamento hidrológico. Ao compararmos os dados de vazão dos principais afluentes do rio Branco, concluímos, complementando a sugestão anterior de vazão mínima mensal de Q_{95} , que este procedimento deve ser para cada uma das bacias hidrográficas do sistema rio Branco, bem como para bacias que pertencem a outros sistemas hidrográficos mas que se localizam no território.

3.2.5 Bacia hidrográfica do rio Mucajaí

O rio Mucajaí é uma bacia paralela a do rio Uraricoera e mantém uma dinâmica similar (Figura 11). Drenando uma área equivalente a 19.840,82km², (8,79% do Território de Roraima) apresenta deflúvio médio mensal oscilando entre 200 e 1.090 m³/s (Figura 12), com variação de 5,5 vezes. Os rios Uraricoera e Mucajaí são importantes contribuintes da dinâmica do rio Branco, o que fica bem claro ao comparar o comportamento da variação das descargas médias mensais destes três rios.

Os valores da mediana das vazões (Q_{50}) e vazão mínima de referência (Q_{95}) do rio Mucajaí estão na Tabela 5. Observou-se que o menor valor de Q_{50} é em fevereiro, quando a vazão mínima pode chegar a 50,00 m³/s, sendo que o valor de vazão mínima no mês é de março, com 222,50 m³/s, ou seja, apresenta um comportamento similar ao observado nos rios Uraricoera e Branco.

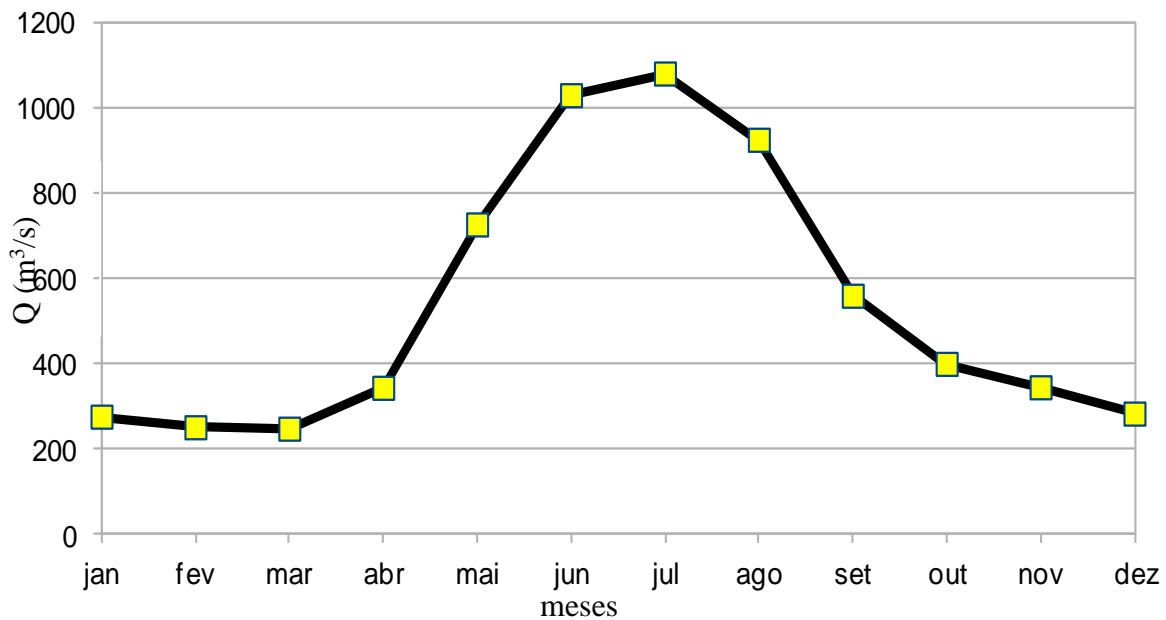
Da mesma forma que foi observado nas bacias citadas, a sua estação úmida apresenta valores proporcionalmente bem mais altos que na estação seca, com os Q_{95} e Q_{50} chegando a, respectivamente, 587,10 m³/s (julho) e 1118,00 m³/s (junho).

Figura 11 - Vista do rio Mucajaí - região de transição do Clima Af para Aw.



Fonte: Fábio Luiz Wankler (maio de 2007).

Figura 12 - Hidrograma com as médias mensais das vazões do rio Mucajaí, na estação Mucajaí, no período de 1995 a 2017.



Fonte: ANA (2018).

No caso das vazões diárias (Tabela 6), a adoção deste critério para determinação da vazão de referência de bacia mostrou as mesmas restrições observadas nos rios Branco e Uraricoera. Já no caso do valor Q_{90} , embora seja

utilizado em muitos estados da federação no lugar da Q_{95} , recomendado por ANA (2013), observou-se que, no caso de Roraima, deve-se considerar o que SILVA *et al.* (2006) observaram sobre a determinação de vazões mínimas de outorga.

Tabela 5 - Mediana de vazões e vazão mínima mensais do rio Mucajaí.

Rio Mucajaí - Valores Mensais - Série Histórica: 03/1995 a 05/2018

Estação Mucajaí	Q_{50}	Q_{95}
Janeiro	226,56	44,62
Fevereiro	253,14	50,00
Março	222,50	75,00
Abril	321,87	77,00
Mai	840,00	280,00
Junho	1118,00	535,00
Julho	1060,15	587,10
Agosto	979,00	448,00
Setembro	594,00	319,00
Outubro	402,94	197,00
Novembro	285,00	125,00
Dezembro	258,00	75,00

Fonte: ANA (2018).

Tabela 6 - Mediana de vazões e vazão mínima mensais do rio Mucajaí.

Rio Mucajaí - Série Histórica: 03/1995 a 05/2018

Estação: Mucajaí	Q_{50}	Q_{95}	Q_{90}
	423,163	67,633	99,331

Fonte: ANA (2018).

Os autores afirmam que a disponibilidade hídrica, a despeito dos sistemas jurídicos e econômicos, é uma das muitas variáveis a serem consideradas na atividade de gerenciamento de recursos hídricos, porém, apresenta diferentes interpretações, dependendo da vazão de referência adotada. Assim, é necessário que a vazão de referência represente o limite superior de utilização da água em um curso d'água sem risco. Assim, a adoção da variável Q_{90} ao invés de Q_{95} deve ser vista com cautela, pois tornaria mais vulnerável o sistema devido aos extremos hídricos observados no estado causado pelo os efeitos do ENOS.

3.2.6 Bacia hidrográfica do rio Tacutu

A bacia do Tacutu é o principal contribuinte de margem esquerda do rio Branco e, embora corresponda a um terço da sua área, apresenta uma contribuição bastante variável à descarga do alto rio Branco (Figuras 13). Constatou-se que o forte crescimento da descarga a partir de abril coincide com a subida dos níveis Bacia hidrográfica do rio Tacutu, ou seja, o incremento da vazão do rio Branco sofre influência de suas bacias orientais.

Figura 13 - Vista do médio curso do rio Tacutu, na fase de vazante. Ao fundo, observa-se a ponte internacional que liga o Brasil com a Guiana.



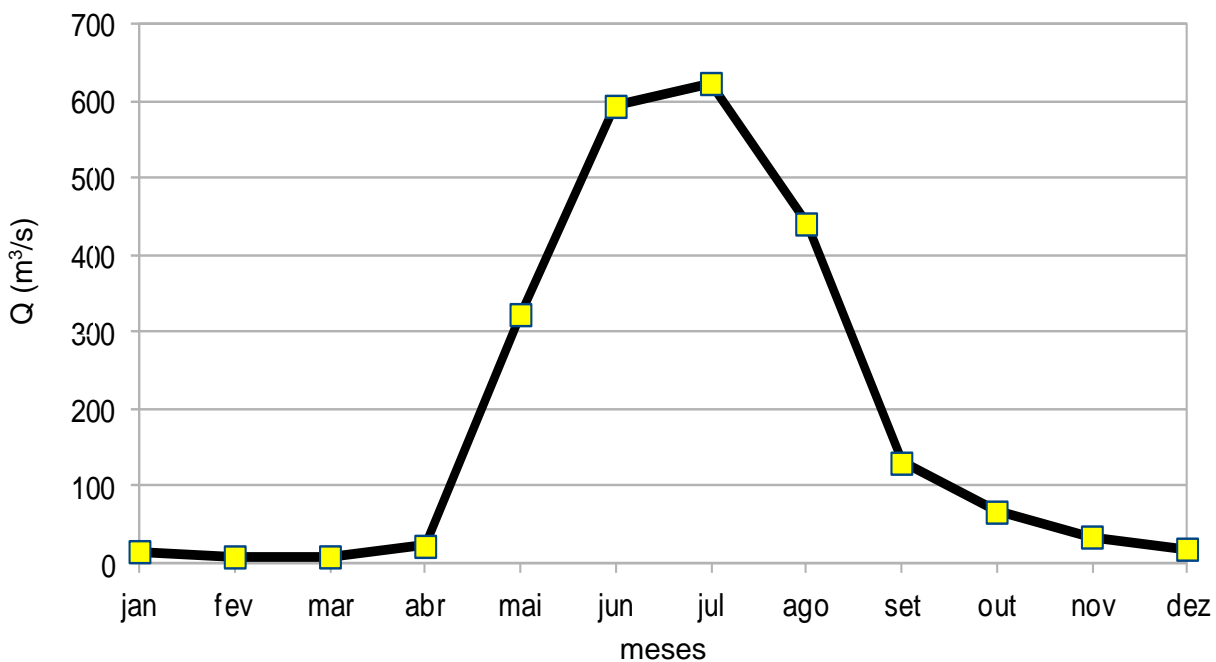
Fonte: Fábio Luiz Wankler (janeiro de 2018)

Este fenômeno deve-se ao fato de que a área da bacia do rio Tacutu se localiza numa região de estiagens prolongadas (chuvas abaixo de 60mm/ano) com duração entre 4 e 7 meses, com chuvas concentradas entre os meses de maio e agosto (Figura 15). Assim, este regime de chuvas reflete na variação dos débitos, com médias mensais com amplitude de 67 vezes, entre 10 e 620 m³/s (Figura 14).

Esta bacia, contudo, está sujeita a forte amplitude hídrica. Em estudos anteriores foram mensuradas cheias de 2.246 m³/s (04/06/2000) e vazantes com

valores de 0,386 m³/s (13/11/1989), ou seja, uma variação de 5.818,65 vezes registrada na estação Bonfim (EVANGELISTA, SANDER e WANKLER, 2008; SANDER, 2015; ANA, 2018). Esta alta amplitude de vazão se reflete nos dados de curva de permanência tanto nos valores de vazão de referência mensais como diários. No caso dos valores mensais de vazão na estação seca, a vazão mínima é inferior a 1,60 m³/s (Tabela 7) durante quatro meses, enquanto a vazão diária Q₉₅ é de 1,7 m³/s (Tabela 8).

Figura 14 - Hidrograma com as médias mensais das vazões do rio Tacutu, na estação Bonfim, no período 1984 de 2017.



Fonte: ANA (2018).

Tabela 7 - Mediana de vazões e vazão mínima mensais do rio Tacutu.

Rio Tacutu - Serie mensal - Série Histórica: 07/1984 a 04/2018.

Estação Bonfim	Q ₅₀	Q ₉₅
Janeiro	6,03	1,60
Fevereiro	3,05	1,25
Março	2,67	0,95
Abril	6,60	1,03
Maio	261,54	6,30
Junho	595,00	110,00
Jullho	632,00	290,00

Agosto	455,00	136,00
Setembro	114,00	26,20
Outubro	48,75	7,30
Novembro	24,45	4,80
Dezembro	8,45	2,64

Fonte: ANA (2018)

Tabela 8 - Mediana de vazões e vazão mínima anuais do rio Tacutu.

Rio Tacutu - Valores Anuais - Série Histórica: 01/1967 a 05/2018			
Estação: Bonfim	Q50	Q95	Q90
		29,95	1,378

Fonte: ANA (2018)

Na estação úmida, os valores de mediana e vazão mínima mensal são mais de 50% inferiores aos observados nas bacias do Uraricoera e do rio Branco, apresentando um pico em julho, com Q95 com 290,00 m³/s e Q50 com 632,00 m³/s. Os valores diários apresentam Q95 com 1,375 m³/s e Q50 com 29,95 m³/s. Se considerarmos estes últimos valores, eles sugerem que a vazão apresenta condições de "risco" (ANA, 2013) ao longo de todo o ano hídrico. Uma condição de risco é quando a vazão é superada, em uma porcentagem grande do tempo, a garantia de manutenção de fluxo residual nos cursos de água. Assim, o período de maio até agosto não oferece condições de risco, enquanto que de outubro a abril o rio Tacutu está nesta condição (Figura 15).

No caso da vazão Q₉₀, muito utilizada como referência na área de meio ambiente e recursos hídricos em muitos estados brasileiros, mostra que a região do rio Tacutu apresenta valores quase dramáticos que sugerem condição de risco ao longo de todo o ano: 1,75 m³/s.

Deste modo, considerando os valores Q₉₅ mensais e diários (Tabela 7 e 8), a estação seca na Bacia do Tacutu é um período crítico para o uso da bacia para muitas atividades produtivas que demandam um volume de extração de água superficial. No caso da vazão mediana, no período de janeiro a maio, os valores são inferiores a vazão mediana diária de 29,95 m³/s e vazões muito superiores na estação úmida, sendo que julho é o maior volume de vazão mínima com 632,00 m³/s, reflexo da

grande amplitude do ciclo de chuvas na região, o que diferencia esta área em relação a outras bacias hidrográficas do estado.

Devemos ressaltar que esta análise pode estar sendo influenciada pelo fato que existem vazios de monitoramento hidrológico na região do baixo rio Tacutu. Importante frisar que região pode ser estratégica no entendimento dos regimes de cheias do rio Branco, como é o caso das bacias como dos rios Maú e Surumu que são sistemas responsáveis pela drenagem de toda a parcela setentrional da bacia, onde as condições de distribuição pluviométrica são bastante distintas das observadas no alto rio Tacutu. Estudos anteriores reconheceram as vazões dos rios Mau e Surumu, se consideradas em conjunto, são praticamente da mesma ordem de grandeza que as vazões do rio Tacutu medidas na estação fluviométrica de Bonfim, o que resultam em um incremento considerável na vazão do rio Tacutu, e, conseqüentemente, influenciam o rio Branco.

Figura 15 - Vista do canal do médio curso do rio Tacutu no pico da vazante crítica de 2015, mostrando os fragmentos de lateritas depositados durante a erosão do banco de solapamento do canal. Foto: tomada na margem esquerda do rio, dentro da área urbana da cidade de Bonfim.



Foto: Fábio Luiz Wankler (março de 2011).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estado de Roraima tem uma rede de drenagem repleta de sistemas fluviais complexos e ainda pouco compreendidos em termos de comportamento hidrológico. A condição de forte variabilidade destes sistemas deve-se à influência dos diferentes tipos climáticos, refletindo a forte condição de tropicalidade da região, com períodos de cheias e vazantes muito claros, interagindo com aspectos estruturais como a geologia e geomorfologia que, por fim, promovem uma forte variabilidade da descarga ao longo da história e de seu ano hidrológico.

A porção setentrional (alto e médio rio Branco), cujo limite sul é a estação fluviométrica de Caracarái) apresenta seu período de cheias durante o verão (boreal), associado ao início da vigência da estação chuvosa, entre os meses de maio e agosto. O período de vazante, tem ápice entre os meses de janeiro e primeira quinzena de abril.

As parcelas ocidentais da rede hidrográfica (rios Uraricoera e Mucajaí) são responsáveis pela manutenção da maior parte dos débitos mensais do sistema do alto rio Branco. O rio Tacutu, por outro lado, mostra grande variabilidade. Assim, a bacia do alto rio Branco é fortemente influenciada pelos sistemas Uraricoera e Mucajaí.

A heterogeneidade complexa da fisiografia não permite estabelecer um padrão comum da carga de leito a todas as bacias. A influência antrópica, embora visível, ainda apresenta baixo nível de interferência, dada a baixa densidade demográfica e de intensificação, modificação e ocupação do uso de solo no estado. Assim estes fatores se mostram, no momento, pouco expressivos, mas não necessariamente inexistentes.

O rio Branco é um rio de águas brancas, que no período de pico das cheias, apresenta uma coloração esbranquiçada/barrenta, e na vazante, este padrão de água torna-se mais escuro, por vezes, dada a redução da carga em suspensão, e passa a apresentar uma coloração límpida e esverdeada. Em grande parte dos tributários do baixo rio Branco, bem como muitas bacias marginais, como a Jurari, Catrimani e Jauaperi, ocorre um predomínio de rios de águas escuras (pretas).

A bacia do Branco como um todo, incluindo importantes afluentes como o Anauá, Catrimani e Xeriuni, pode ser responsável por mais da metade da carga em suspensão do rio Negro.

O entendimento do impacto da dinâmica hidrográfica sobre as atividades produtivas implica na necessidade de estudos mais avançados para avaliação da capacidade de cada bacia no fornecimento de água para atividades agrícolas e do abastecimento urbano, dado as características de forte redução da vazão dos sistemas fluviais sujeitos a práticas de irrigação. Também mostra a necessidade de aprofundar em estudos relacionados às oscilações climáticas, em especial a influência de evento ENOS sobre a hidrologia do estado.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **HIDROWEB/Sistema de Informações Hidrológicas**. Disponível em: < <http://hidroweb.ana.gov.br/>> Acesso em 23 de agosto de 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **A gestão de recursos hídricos em Roraima**. Disponível em: < <http://progestao.ana.gov.br/portal/progestao/panoramados-estados/rr>> Acesso em 15 de outubro de 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. Disponível em :**Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas 2013 - Parte 1**. Disponível em: <http://dadosabertos.ana.gov.br/datasets/707f0e9a8bbf4b31b02c3c4508377749_0?geometry=-227.812%2C86.553%2C132.187%2C89.597> Acesso em 25 de setembro de 2018. (2018b)

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Codificação de bacias hidrográficas pelo método Otto Pfafstetter**. Disponível em: <http://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/104>> Acesso em 30 de setembro de 2018. (2018c)

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos da Agência Nacional de Águas**. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2013.

CENTRO DE GEOTECNOLOGIA, CARTOGRAFIA E PLANEJAMENTO TERRITORIAL - CGPTERR. **Base Cartográfica do Estado de Roraima**. Disponível em <https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.-htm.>. Acesso em: 25 de setembro de 2017.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1981. 313p.

COMISSÃO NACIONAL DE CARTOGRAFIA - CONCAR. **Normas técnicas da Cartografia Brasileira**. Decreto Federal nº 89.817 de 29 de junho de 1984. disponível em: <<http://www.concar.gov.br/detalheDocumentos.aspx?cod=8>>. Acessado em 17 de novembro de 2017.

FIGUEIREDO, F. A.; MARMOS, J. L. **Atlas geoquímico do estado de Roraima**. Recife: CPRM, 2017. 227p.

BRASIL. **RESOLUÇÃO CONAMA Nº 454, DE 1º DE NOVEMBRO DE 2012**. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2012/res_conama_454_2012_materiaiserdragadoemaguasjurisdicionaisbrasileiras.pdf> Acessado: 28/02/2019.

SANDER, C. **Geomorfologia da planície aluvial do alto rio Branco em Roraima: Dinâmica e processos evolutivos**. Orientador: Dr. Nelson Vicente Lovatto Gasparetto, 2015. 230f. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá, 2015.