ESTIMATIVA DA VAZÃO DE REFERÊNCIA PARA A OUTORGA DO DIREITO DE USO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO RIO NEGRO, ESTAÇÃO CUCUÍ

Janaína da Fonseca Barbosa[1], Rosana Picanço Gato [2], Luiz Paulo Batista de Souza[3], João D'Anuzio Menezes de Azevedo Filho[4], Luciane Farias Ribas[5], Joecila Santos da Silva[6]

RESUMO

Este estudo caracteriza o regime hidrológico da estação fluviométrica Cucuí, código ANA 14110000, situada no alto Rio Negro, na bacia amazônica transfronteiriça, por meio da análise detalhada de séries históricas de vazões diárias, abrangendo cerca de 12.000 registros no período de 1994 a 2024. Utilizando ferramentas estatísticas robustas, foram elaborados o hidrograma médio anual, as curvas de máximas e mínimas anuais, além da curva de permanência, que permitiu determinar a vazão de referência Q95 com precisão. O hidrograma revela uma assimetria marcante, característica de rios de águas pretas, com picos elevados na estação chuvosa e vazões prolongadas na seca, sustentando ecossistemas frágeis de igapó e o pulso sazonal de inundação vital para a biodiversidade aquática e terrestre local. A Q95 calculada, de 1.144,7512 m³/s, atende integralmente ao Art. 8º, inciso XXVI, da Resolução CERH-AM nº 01/2016, que autoriza outorgas de direito de uso de água até 70% dessa vazão, promovendo o equilíbrio entre desenvolvimento e conservação. A estação Cucuí ganha relevância estratégica para o monitoramento de populações indígenas ribeirinhas, alertas precoces a estiagens climáticas intensificadas pelas mudanças globais e planejamento hídrico integrado. Assim, reforça-se a imperiosa necessidade de manutenção contínua e ampliação das séries históricas pela Agência Nacional de Águas (ANA), garantindo dados confiáveis para a governança sustentável da bacia amazônica.

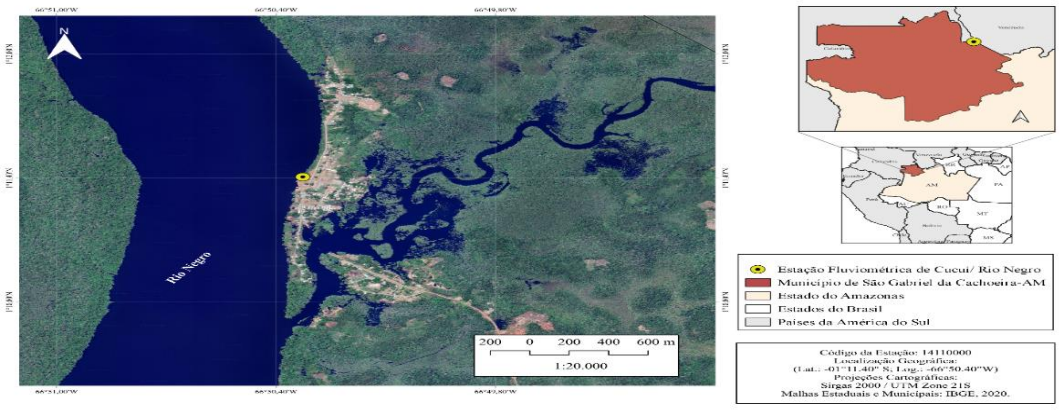
PALAVRAS-CHAVE: Estação Cucuí. Gestão de Recursos Hídricos. Rio Negro. Vazão de referência.

INTRODUÇÃO

A bacia do Rio Negro, na região amazônica, abriga sistemas hídricos de elevada relevância socioambiental, especialmente para comunidades ribeirinhas que dependem diretamente dos recursos aquáticos para abastecimento, transporte, pesca e práticas culturais, em um contexto de forte sazonalidade hidrológica e vulnerabilidade a eventos extremos. Nesse cenário, o monitoramento hidrológico de longo prazo em estações fluviométricas da bacia, como Cucuí, constitui base essencial para a compreensão do regime de vazões, da variabilidade sazonal e de tendências associadas a mudanças climáticas e a pressões antrópicas regionais, fornecendo insumos para a gestão integrada dos recursos hídricos (Diniz, 2022). A análise estatística de séries históricas, com elaboração de curvas de permanência e determinação de vazões de referência, como a Q95, tem sido amplamente empregada em estudos de regionalização e em avaliações de vazões mínimas em bacias amazônicas, destacando sua importância para o planejamento de usos múltiplos da água (Bendini; Tucci, 2007; Barros, 2016).

MATERIAL E MÉTODOS

Figura 1 – Área de estudo Rio Negro, estação Cucuí.



Fonte: Autores, 2025.

[1] Mestranda do PPG em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos da Universidade do Estado do Amazonas, Parintins, Amazonas, Brasil. E-mail: jdfb.mgr25@uea.edu.br.
[2] Mestranda do PPG em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos da Universidade do Estado do Amazonas, Parintins, Amazonas, Brasil. E-mail: rpg.mgr24@uea.edu.br.
[3] Mestrando do PPG em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos da Universidade do Estado do Amazonas, Parintins, Amazonas, Brasil. E-mail: lpbs.mgr24@uea.edu.br.
[4] Pós-Doutor em Geografia, Professor do Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfAgua/UEA. da Universidade do Estado do Amazonas, Parintins, Amazonas, Brasil. E-mail: jdazevedo@uea.edu.br.
[5] Doutora em Engenharia Civil, Professora no PPG em Gestão e Regulação dos Recursos da Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: lribas@uea.edu.br.
[6] Pós-Doutora em Ciências, Professora no PPG em Gestão e Regulação dos Recursos da Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: jsdsilva@uea.edu.br.

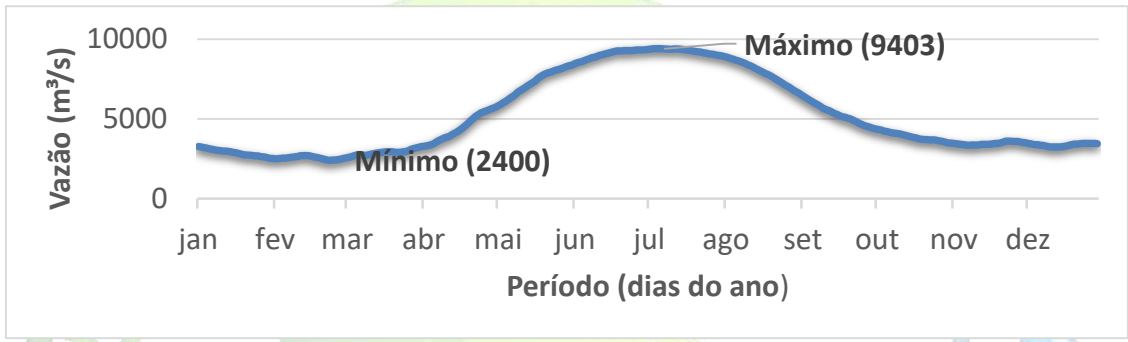


O Rio Negro constitui o maior afluente de água negra do rio Amazonas, com área de bacia de aproximadamente 712.000 km² e vazão média de 28.000 a 40.000 m³/s (Filizola; Guyot, 2011), apresentando regime hidrológico marcado por pluviometria anual entre 2.200 e 2.500 mm, temperaturas médias de 26-33°C e dois picos de cheia distintos: um de baixa amplitude no início do ano e outro mais intenso entre maio e julho, influenciado por fenômenos como El Niño e La Niña (Diniz, 2022). Sua bacia hidrográfica, com área superior a 700.000 km², caracteriza-se por águas escuras resultantes de alta concentração de ácidos húmicos e baixa carga de sedimentos, com profundidades variando de 5-35m em trechos normais, permitindo navegabilidade em cerca de 720 km durante cheias (Barros, 2016).

A partir dos dados de vazão disponíveis da estação escolhida, procedeu-se com elaboração de três ferramentas gráficas: o hidrograma, o gráfico de vazões máximas e mínimas e a curva de permanência. Para o desenvolvimento destas foi utilizado o software Microsoft Excel (Microsoft 365), versão 16.0.19328.20244, 64 bits, desenvolvido pela Microsoft Corporation, na organização dos dados e geração dos gráficos.

RESULTADOS

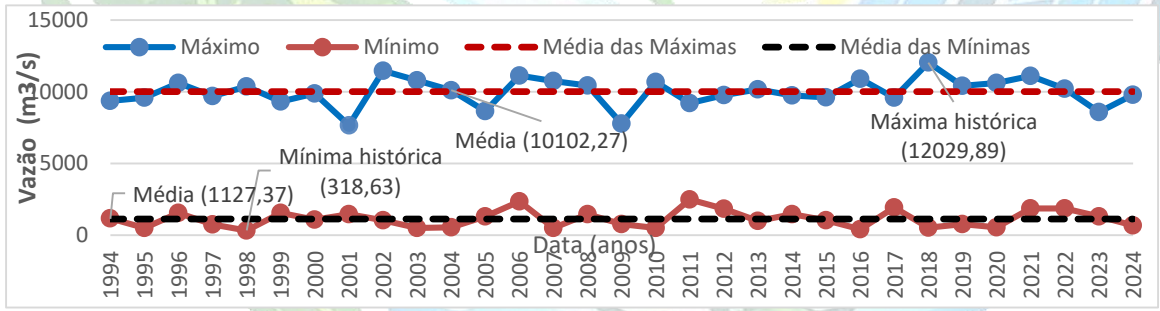
Figura 2 – Hidrograma de vazões médias do Rio Negro, em Cucuí (1994-2024).



Fonte: Autores, 2025.

A dinâmica fluvial apresenta elevações duplas ao longo do ciclo anual, configurando um perfil hidrodinâmico característico da zona equatorial. Tal assimetria — com ascensões lentas seguidas de retrações abruptas — modula o regime de alagamentos, condicionando cadeias tróficas, atividades pesqueiras e mobilidade local. A vigilância sistemática detecta oscilações críticas, atenuando vulnerabilidades agravadas por alterações globais do clima.

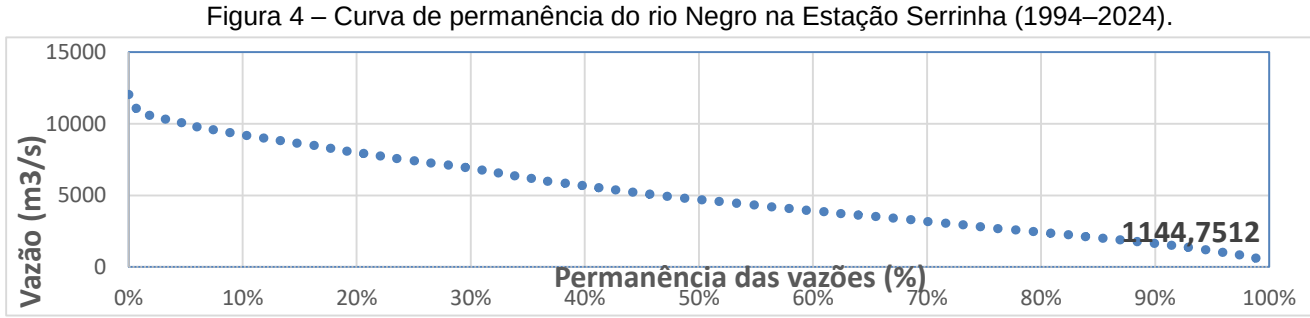
Figura 3 – Vazões máximas e mínimas anuais médias do Rio Negro, na Estação Cucuí (1994–2024).



Fonte: Autores, 2025.

Essas vazões extremas orientam outorgas e planejamento na sub-bacia do Negro, com Q95 mais restritiva que no baixo curso, protegendo ecossistemas de igapó e navegação ribeirinha. Dados da ANA via HidroAPP permitem modelagem de riscos, essenciais para comunidades indígenas e gestão transfronteiriça com a Colômbia e Venezuela.

Figura 4 – Curva de permanência do rio Negro na Estação Serrinha (1994–2024).



Fonte: Autores, 2025.

No rio Cucuí, essa Q95 garante o equilíbrio entre usos consuntivos e não consuntivos, protegendo a biodiversidade local do alto Rio Negro. O valor reduzido reflete a escala sub-bacia, com área de influência menor, mas reforça a gestão integrada, harmonizando outorgas upstream e downstream na bacia amazônica transfronteiriça. A adoção rigorosa desse critério minimiza riscos de sobre-exploração, especialmente em cenários de secas prolongadas influenciadas por

mudanças climáticas.

O regime hidrológico apresenta, através de seu hidrograma de vazões, dois picos, o mínimo com 2.400 m³/s (abril) e o máximo com 9403 m³/s (julho). O estudo sugere que a vazão máxima ocorreu em 2018, com vazão de aproximadamente 12.029,89 m³/s, enquanto a vazão mínima ocorre em 1998, atingindo aproximadamente 318,63 m³/s. Já a curva de permanência, elaborada a partir da ordenação crescente das vazões diárias nos registros históricos da Estação Cucuí, determina a vazão Q95 em 1144,7512 m³/s, valor superado em 95% do tempo analisado. Esse parâmetro, conforme o Art. 8º, inciso XXVI, da Resolução CERH-AM nº 01, de 19 de julho de 2016, define a vazão de referência para outorgas de direito de uso de águas superficiais no Amazonas, permitindo concessões seguras de até 70% dessa vazão para evitar déficits hídricos durante estiagens.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos caracterizam um regime hidrológico perene com elevada sazonalidade na estação Cucuí, onde a vazão Q95 de 1.144,75 m³/s emerge como parâmetro regulatório central. A configuração bimodal do hidrograma médio, com elevações sustentadas entre março e julho e reduções críticas de setembro a dezembro, evidencia a sensibilidade do alto Rio Negro a oscilações pluviométricas, demandando planejamento prospectivo que incorpore vazões extremas em planos de bacias para prevenção de déficits hídricos e otimização de outorgas escalonadas. Esses dados são fundamentais para atualização de curvas-chave e simulações de cenários climáticos, fortalecendo a governança participativa e a resiliência socioambiental no contexto amazônico.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho contou com apoio da CAPES (Código 001), ANA (Convênio CAPES/UNESP nº 951420/2023), ProfÁgua, UEA, CESP e FAPEAM, pelo suporte técnico-científico e financeiro. Agradecimentos à ANA pela cessão de dados hidrológicos distribuídos gratuitamente.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Inventário das estações fluviométricas. Brasília: ANA, 2009. Disponível em: https://www.ana.gov.br/arquivos/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2009/InventarioDasEstacoesFluviometricas.pdf. Acesso em: 20 dez. 2025.

BARROS, Calina Grazielli Dias. Contribuição à Regionalização de Vazão Mínima de Referência na Amazônia Legal. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2016. Disponível em: https://ppgec.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2016/calina.pdf. Acesso em: 20 dez. 2025.

BENDINI, Hernán Eduardo; TUCCI, Carlos Eduardo Moretti. Estimativa da variabilidade espacial de vazões mínimas na bacia do Paraná. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 12, p. 1-15, 2007.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO AMAZONAS (CERH-AM). Resolução CERH-AM nº 01, de 19 de julho de 2016. Manaus: IPAAM, 2016. Disponível em: https://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/Res-CERH-01-16.pdf. Acesso em: 20 dez. 2025
.

DINIZ, Nayara Pinheiro. Fluxo de sedimentos na bacia do Rio Negro, Amazonas, Brasil. 2022. 68 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2022. Disponível em: https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/9128/5/Dissertacao_NayaraDiniz_PPGGEO.pdf. Acesso em: 20 dez. 2025.

FILIZOLA, Naziano; GUYOT, Jean Loup. Fluxo de sedimentos em suspensão nos grandes rios da bacia Amazônica. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 566–576, 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbgeo/a/H9RqgJd3FW6zhtYMpv3gngd/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 19 dez. 2025.

MONTGOMERY, Douglas C.; RUNGER, George C. Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003 (2ª Edição).

SILVA, Marinoé Gonzaga da. Modelagem ambiental na bacia hidrográfica do Rio Poxim-Açu/SE e suas relações antrópicas. 2013. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, 2013. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/4286/1/MARINOE_GONZAGA_SILVA.pdf. Acesso em: 18 dez. 2025.