ESTIMATIVA DA VAZÃO DE REFERÊNCIA PARA A OUTORGA DO DIREITO DE USO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS NO RIO JURUÁ, AMAZONAS

Cleiviane Aparecida Nogueira Santos [1]; Gleisiane Lima da Silva [2]; Flávio Bernardo Silveira [3]; José Camilo Ramos de Souza [4]; Rafael Jovito Souza [5]; Rosana Picanço Gato [6]; Luis Paulo Batista de Souza [7]; Alfredo da Silva Ferreira [8]; Luciane Farias Ribas [9]; Joecila Santos da Silva [10]

RESUMO – A gestão dos recursos hídricos na Amazônia requer instrumentos que considerem a variabilidade hidrológica dos rios. Este estudo objetivou estimar a vazão de referência para a outorga do uso das águas superficiais no rio Juruá, a partir de dados da estação fluviométrica Gavião, em Carauari–AM. A análise de séries históricas de vazão permitiu a construção do hidrograma médio anual, a avaliação das vazões máximas e mínimas e a elaboração da curva de permanência, com destaque para a Q95, sob utilização de Microsoft Excel (versão 365) para análise de dados da plataforma que foram obtidos por meio do Portal HidroWeb, disponível no Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), que reúne séries históricas de dados hidrológicos coletados pela Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN). Os resultados evidenciam um regime hidrológico sazonal bem definido, indicando que a Q95 constitui um parâmetro essencial para a gestão sustentável e o uso racional dos recursos hídricos na bacia do rio Juruá.

Palavras-Chave – Estação Gavião. Outorga. Rio Juruá. Vazão de referência

[1]) Universidade do Estado do Amazonas: Estrada Odovaldo Novo, S/N Djard Vieira Parintins – CEP: 69152-470, (92) 98803-1124 e e-mail: cans.mgr25@uea.edu.br
[2]) Universidade do Estado do Amazonas: Estrada Odovaldo Novo, S/N Djard Vieira Parintins – CEP: 69152-470, (92) 9462-7662 e e-mail: glds.mgr25@uea.edu.br
[3]) Universidade do Estado do Amazonas: Estrada Odovaldo Novo, S/N Djard Vieira Parintins – CEP: 69152-470, (32) 8839-1518 e e-mail: imprensa@uea.edu.br
[4]) Universidade do Estado do Amazonas: Estrada Odovaldo Novo, S/N Djard Vieira Parintins – CEP: 69152-470, (92) 9475-7092 e e-mail: jramos@uea.edu.br
[5]) Universidade do Estado do Amazonas: Estrada Odovaldo Novo, S/N Djard Vieira Parintins – CEP: 69152-470, (92) 9433-5554 e e-mail: rjovito@uea.edu.br
[6]) Universidade do Estado do Amazonas: Estrada Odovaldo Novo, S/N Djard Vieira Parintins – CEP: 69152-470, (92) 99607-7043 e e-mail: rpg.mgr24@uea.edu.br
[7]) Universidade do Estado do Amazonas: Estrada Odovaldo Novo, S/N Djard Vieira Parintins – CEP: 69152-470, (92) 9105-1856 e e-mail: lpbds24@uea.edu.br
[8]) Universidade do Estado do Amazonas: Estrada Odovaldo Novo, S/N Djard Vieira Parintins – CEP: 69152-470, (92) 9332-9241 e e-mail: adsf24@uea.edu.br
[9]) Universidade do Estado do Amazonas: Estrada Odovaldo Novo, S/N Djard Vieira Parintins – CEP: 69152-470, (92) 99607-7043 e e-mail: lribas@uea.edu.br
[10]) Universidade do Estado do Amazonas: Estrada Odovaldo Novo, S/N Djard Vieira Parintins – CEP: 69152-470, (92) 8120-8998 e e-mail: jsdsilva@uea.edu.br

ABSTRACT – Water resources management in the Amazon requires instruments that take into account the hydrological variability of rivers. This study aimed to estimate the reference flow rate for granting surface water use rights in the Juruá River, based on data from the Gavião streamflow gauging station located in Carauari, Amazonas State, Brazil. The analysis of historical streamflow records enabled the construction of the mean annual hydrograph, the assessment of maximum and minimum flows, and the development of the flow duration curve, with emphasis on the Q95 flow. Microsoft Excel (version 365) was used to analyze data obtained from the HidroWeb Portal, available through the National Water Resources Information System (SNIRH), which compiles historical hydrological data collected by the National Hydrometeorological Network (RHN). The results reveal a well-defined seasonal hydrological regime, indicating that the Q95 flow constitutes an essential parameter for sustainable management and the rational use of water resources in the Juruá River Basin.

Keywords: Gavião Station. Water Rights Permit. Juruá River. Reference Flow.

1 INTRODUÇÃO

A diversidade de vida na Amazônia manifesta-se em sua rica fauna e flora, além de sua bacia hidrográfica, considerada uma das mais extensas e abundantes do planeta. Devido à sua ampla extensão territorial, a Bacia Amazônica conta com uma rede de estações hidrométricas destinada ao monitoramento da vazão, as quais são essenciais para o acompanhamento do comportamento hidrológico ao longo do curso das bacias hidrográficas.

A Bacia do Rio Juruá, situada na Amazônia, apresenta dinâmica hidrológica complexa, influenciada por seu comportamento meandrante, decorrente de processos de migração lateral e a jusante que promovem a renovação da planície fluvial (Costa *et al*., 2022). O monitoramento hidrológico do rio é realizado pela estação hidrométrica Gavião, localizada em Carauari–AM, cujos dados da rede hidrometeorológica permitem acompanhar as condições hídricas do rio (Júnior, 2025).

A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433/1997 (BRASIL ,1997), enfatiza a importância da outorga do direito de uso da água como instrumento fundamental para assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos dos recursos hídricos, a outorga tem como objetivo garantir o uso racional da água, independentemente do tamanho da bacia hidrográfica, sendo indispensável a fiscalização para a efetividade desse instrumento, como ressalta JR (2019, p.14) “a outorga de uso de recursos hídricos tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos das águas”.

As informações relativas à vazão ainda são pouco exploradas no contexto da gestão dos recursos hídricos na Bacia Amazônica, o que dificulta a tomada de providências para o enfrentamento de problemas ambientais e hidrológicos. Essa carência compromete a efetividade da outorga, instrumento fundamental para assegurar a gestão hídrica e o controle do uso múltiplo da água, destinado a atividades como pesca, navegação, abastecimento humano e uso industrial. No caso específico da região do rio Juruá, Guimarães (2022) destaca que, em função das diversas intempéries climáticas, a área apresenta elevada vulnerabilidade aos fenômenos climáticos, tornando necessárias estratégias adaptativas e ações dos entes governamentais para o suporte às comunidades locais. Nesse contexto, o monitoramento hidrológico assume papel fundamental, pois possibilita a realização de previsões e a emissão de alertas, contribuindo para a prevenção de impactos tanto para a população quanto para possibilitar ações governamentais.

No Brasil, o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) constitui um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433/1997 (BRASIL, 1997), sendo responsável por reunir, tratar e disponibilizar informações sobre a situação dos recursos hídricos em todo o território nacional, dentre as quais se destaca a vazão de monitoramento, conforme estabelece a referida legislação. Se tratando especificamente a respeito da bacia Juruá, esse estudo apresenta como objetivo geral estimar a vazão de referência para a outorga do direito de uso das águas Superficiais no Rio Juruá no Amazonas. Para objetivos específicos: a) construir o hidrograma médio anual, evidenciando os padrões sazonais de cheia e vazante do Rio Juruá; b) elaborar o gráfico de vazões máximas e mínimas anuais, destacando as variações extremas ao longo do período analisado; c) desenvolver a curva de permanência das vazões, determinando os percentis de permanência, em especial o valor da Q95.

Para a etapa metodológica, utilizou-se o software Microsoft Excel (versão 365) para a organização e tratamento dos dados hidrológicos, bem como para a construção do hidrograma médio anual, do gráfico de vazões máximas e mínimas e da curva de permanência.

2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A área de estudo corresponde ao rio Juruá, cuja a estação está inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Juruá, importante sub bacia da Bacia Amazônica, (Figura 1).

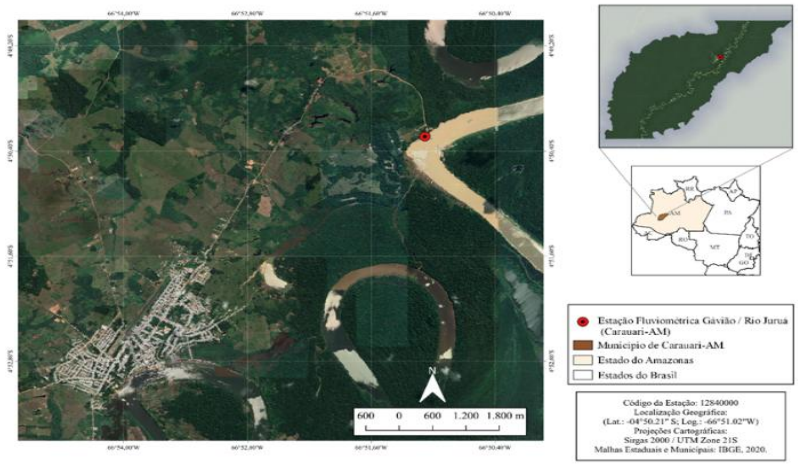


Figura 1 – Área de estudo rio Juruá

No contexto amazônico, segundo Costa *et al*. (2022) compreender a morfodinâmica dos rios meandrantes é fundamental, pois o fluxo contínuo das águas transforma a paisagem e impacta, de forma sazonal, as populações ribeirinhas, exigindo que cidades e comunidades se adaptem a essa dinâmica natural.

2.2 Área de estudo

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizados dados de vazão da Estação Fluviométrica Gavião, cadastrada no banco de dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)(2025) sob o código 12840000, obtidos por meio do Portal HidroWeb, integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), que reúne séries históricas coletadas pela Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN). O tratamento e a análise dos dados foram realizados no Microsoft Excel (versão 365), permitindo a elaboração do hidrograma médio anual, dos gráficos de vazões máximas e mínimas e da curva de permanência, com ênfase na determinação da vazão de referência Q95.

2.3 Área de estudo

2.3.1 Hidrograma

Este gráfico foi obtido a partir da ordenação, no Excel, dos dados de vazão de forma que cada coluna representasse um ano e cada linha dessa coluna, um dia. Sendo assim, uma matriz de 366 linhas (considerando o dia 29/fev) e Na (número de anos) colunas foi formada. De cada linha foi

retirado seu valor médio, representando, assim, a vazão média daquele dia considerando todos os anos registrados, conforme equação 1, de Montgomery e Runger (2003).

$$q_{md} = \frac{\sum q_d}{n_{rd}} \quad (1)$$

Onde:

q_{md} = vazão média diária m^3/s;
q_d = vazão diária m^3/s; e
n_{rd} = número de registros ao dia.

O gráfico foi elaborado colocando no eixo das abscissas os dias equivalentes ao período de um ano inteiro, do dia 01/jan ao dia 31/dez. No eixo das ordenadas foram distribuídas as vazões médias diárias considerando todos os anos.

2.3.2 Máximas e Mínimas

Utilizando-se da mesma organização dos dados para o hidrograma, a obtenção dos valores máximos e mínimos, entretanto, foi feita a partir dos dados de cada ano, separadamente, onde foram extraídos os valores máximos e mínimos anuais e, para fins de otimização do potencial de análise, foram inseridas as linhas representativas da média de cada grupo (média das máximas e média das mínimas). Onde:

$\bar{q}_{máx}$: vazão anual máxima m^3/s;
$\bar{q}_{mín}$: vazão anual mínima m^3/s;

O gráfico foi elaborado colocando no eixo das abscissas os anos equivalentes ao período estudado. No eixo das ordenadas foram distribuídas as vazões máximas e mínimas considerando todos os anos.

2.3.3 Curva de Permanência

A elaboração desta curva se deu, inicialmente, a partir da organização dos dados de vazão. Para a definição destas, adotou-se as equações 2, de Montgomery e Runger (2003).

$$A = q_{máx} - q_{mín} \quad (2)$$

Onde:

A: amplitude das classes;

$q_{máx}$ = vazão máxima registrada m^3/s; e

$q_{mín}$ = vazão mínima registrada m^3/s.

Em seguida, com auxílio do software Excel, ordenou-se as vazões de forma crescente, e atribuiu-se, a cada vazão, uma discriminação correspondente à sua posição na sequência, sendo 1 para a menor vazão registrada e nr para a maior vazão do conjunto. Sendo assim, calculou-se a frequência acumulada de cada vazão segundo as equações 3 e 4, de Montgomery e Runger (2003).

$$f = \frac{N_0}{n_r} \quad (3)$$

$$f_{acum} = f + f_a \quad (4)$$

Finalmente, partiu-se para a determinação da permanência das vazões, conforme equação 5, de Montgomery e Runger (2003).

$$P = 1 + f_{acum} \quad (5)$$

Onde:

f: frequência de ocorrência da vazão;

n_r: número de registros das vazões;

N_0: número de ocorrências da vazão;

f_a: frequência da vazão analisada;

f_{acum}: frequência acumulada; e

P: permanência da vazão.

Tais fórmulas foram fundamentais para construção do cálculo da vazão no rio Juruá.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O hidrograma da estação Gavião, no Rio Juruá, evidencia um regime hidrológico sazonal típico dos rios amazônicos, com dois períodos bem definidos. A fase de cheia inicia-se em janeiro, com elevação gradual das vazões, atingindo o pico entre abril e maio, com vazão máxima aproximada de 8.821 m³/s, caracterizando cheias prolongadas e ascensão lenta. A partir de junho, observa-se uma recessão mais rápida, com redução acentuada das vazões até agosto. O período de estiagem ocorre entre julho e outubro, quando se registra a vazão mínima anual, em torno de 858 m³/s, no mês de outubro. A recuperação das vazões tem início em novembro, marcando um novo ciclo hidrológico, refletindo a forte sazonalidade climática da região amazônica, (Figura 2).

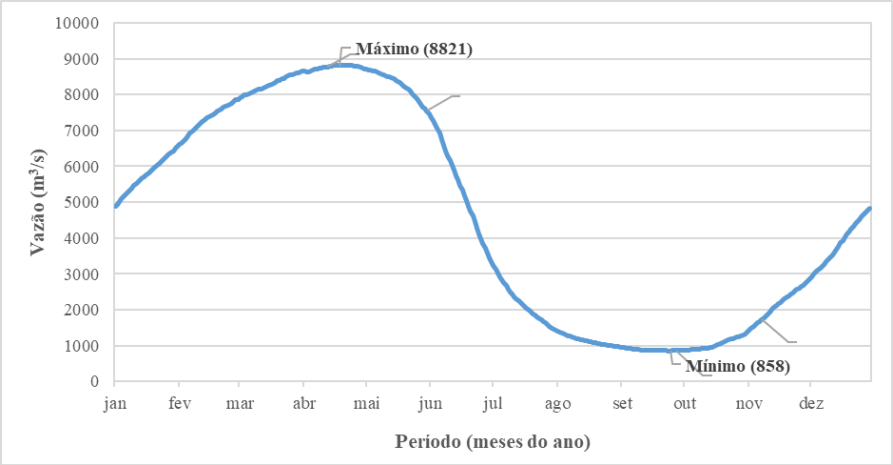


Figura 2 - Hidrograma de vazões médias do Rio Juruá em Gavião (1994-2024).

A vazão do rio Juruá é fundamental para a gestão dos recursos hídricos, pois indica a disponibilidade de água e subsidia a outorga do direito de uso, especialmente em períodos de menor vazão. A Resolução CERH-AM nº 01/2016 (AMAZONAS, 2016) destaca a análise da vazão como elemento essencial para avaliar a disponibilidade hídrica.

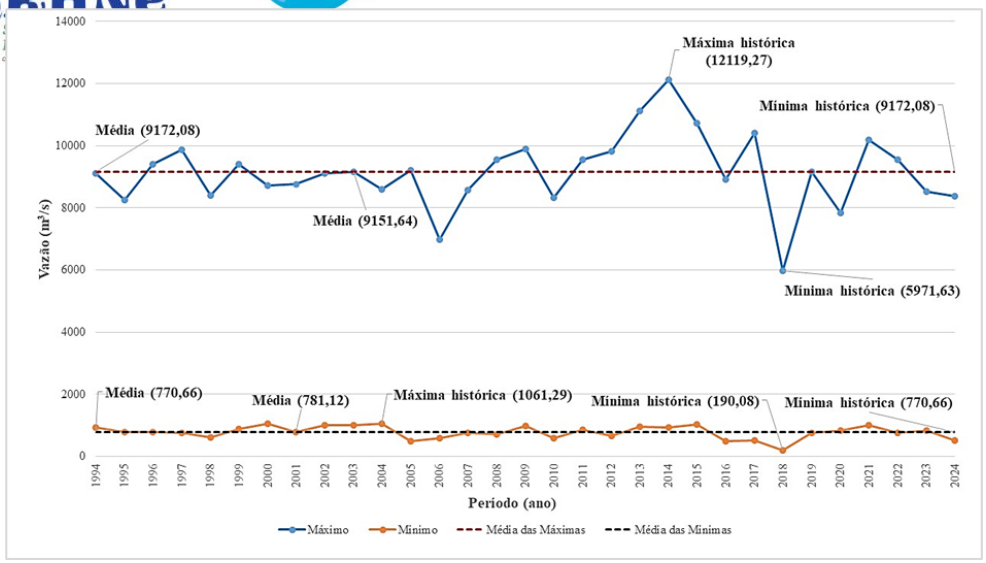


Figura 3 - Vazões máximas e mínimas anuais médias do Rio Juruá na estação Gavião (1994-2024)

O ano de 2014 apresentou a maior vazão máxima anual da série histórica (12.119,27 m³/s), valor significativamente superior à média das vazões máximas (9.151,64 m³/s). Em contraste, 2018 registrou a menor vazão mínima anual (190,08 m³/s), muito abaixo da média das vazões mínimas (781,12 m³/s).

O Rio Juruá apresenta a curva de permanência das vazões, obtida a partir dos dados da estação hidrométrica Gavião, destacando a vazão Q_{95} como referência hidrológica. A Q_{95} representa uma condição conservadora de disponibilidade hídrica e é amplamente utilizada para a outorga do direito de uso das águas superficiais, conforme estabelece a Resolução CERH-AM nº 01/2016, que prevê a suspensão de novos usos consuntivos quando a demanda atingir 70% dessa vazão, (Figura 4).

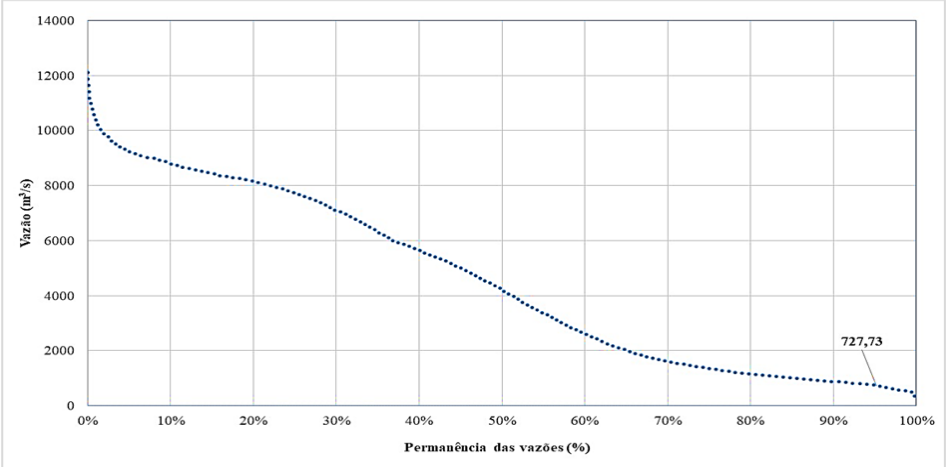


Figura 4 - Curva de permanência do rio Juruá em Gavião (1994-2024).

A curva de permanência das vazões da estação Gavião indica que a vazão de referência Q95 do rio Juruá é de aproximadamente 727,73 m³/s, valor que é igualado ou superado em 95% do tempo. Esse resultado representa uma condição conservadora de disponibilidade hídrica, característica dos períodos de estiagem, e constitui um parâmetro fundamental para o planejamento, a gestão e a outorga do direito de uso das águas superficiais no trecho analisado da bacia.

4 CONCLUSÃO

A estimativa da vazão de referência para o rio Juruá evidencia-se como um elemento para o fortalecimento da gestão dos recursos hídricos na região amazônica. A análise hidrológica realizada demonstrou que o comportamento do rio é fortemente influenciado pela sazonalidade climática, refletindo variações significativas entre os períodos de cheia e de estiagem, o que demanda atenção especial no planejamento do uso da água.

A construção do hidrograma médio anual, aliada à avaliação das vazões máximas, mínimas e à curva de permanência, permitiu compreender de forma integrada a dinâmica fluvial do rio Juruá. Nesse contexto, a vazão Q95 mostrou-se um parâmetro técnico adequado para subsidiar o processo de outorga, pois representa uma condição conservadora de disponibilidade hídrica, contribuindo para evitar conflitos entre usuários e minimizar impactos ambientais.

Além do aspecto técnico, os resultados reforçam a necessidade de articulação entre instrumentos legais, planejamento territorial e participação social, sobretudo em municípios amazônicos que dependem intensamente dos rios para o desenvolvimento socioeconômico. Assim, a utilização consistente da vazão de referência no processo decisório não deve ser vista apenas como uma exigência normativa, mas como uma estratégia para promover o uso sustentável da água, garantindo sua disponibilidade para as gerações atuais e futuras.

Este estudo contribui para o aprimoramento das práticas de gestão hídrica no rio Juruá, ao fornecer subsídios técnicos que podem apoiar gestores públicos, pesquisadores e a sociedade na construção de políticas mais eficazes e alinhadas às especificidades ambientais da Amazônia.

AGRADECIMENTOS - O Presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) através do Convênio CAPES/UNESP Nº. 951420/2023. Agradecimentos ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos

Hídricos - ProfÁgua (Mestrado Profissional em Rede Nacional) pelo apoio técnico científico aportado até o momento. Agradecimentos à ANA pela cessão dos dados hidrológicos distribuídos gratuitamente. Reconhecemos o apoio financeiro da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), por meio dos projetos PARHINTINS e GRHAMA.

REFERÊNCIAS

AMAZONAS. *Resolução CERH-AM N° 01, de 19 de julho de 2016*. Estabelece critérios técnicos a serem utilizados pelo Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas – IPAAM para o processo de análise de pedido de outorga do direito de uso de recursos hídricos de domínio do Estado do Amazonas. Manaus: RESOLUÇÃO CERH-AM No 01/2016, 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *HidroWeb: apresentação*. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao. Acesso em: 05 jun. 2026.

BRASIL. *Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do Art. 21 da Constituição Federal, e altera o Art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 05 jun. 2026.

COSTA, J. da S. *et al*. A migração de meandros no bairro rio Juruá e as implicações na gestão hídrica urbana de Carauari/AM. *Revista Presença Geográfica*, [s. l.], vol. 9, no 2, p. 105–113, 2022. Disponível em: http://portal.amelica.org/ameli/journal/274/2744715004/.

GUIMARÃES, D. F. da S. *O Clima Ritma a Vida: o Território do Médio Rio Juruá, a Mudança Climática e os Sistemas Socioecológicos Ribeirinhos*. 2022. 105–113 f. - UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS, [*s. l.*], 2022. Disponível em: https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/9104.

JR, Arlindo P.; SOBRAL, Maria do C. *Gestão de bacias hidrográficas e sustentabilidade*. Barueri: Manole, 2019. *E-book*. p.14. ISBN 9788520458037. Disponível em: https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788520458037/. Acesso em: 05 jun. 2026.

JÚNIOR, Antônio Pereira M.; LOPES, Frederico Wagner de A. Recursos Hídricos: as Águas na Interface Sociedade-Natureza. Porto Alegre: Oficina de Texto, 2025. E-book. p.138. ISBN 978-65-86235-88-3. Disponível em: https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/978-65-86235-88-3/. Acesso em: 05 jun. 2026.

MONTGOMERY, D. C. e RUNGER, G. C. *Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros*. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003 (2ª Edição).