

GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO RIO NEGRO FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Andrea Barros de Oliveira[1], Joecila Santos da Silva[2], Flávio Wachholz[3]

RESUMO

As enchentes e as vazantes são fenômenos comuns que ocorrem todos os anos e a cidade de Manaus, localizada no baixo Rio Negro, está sujeita a eventos anuais deste curso d'água, além da influência do Rio Amazonas. As enchentes e vazantes podem ser grandiosas e nas últimas décadas, as cheias e secas exponenciais, tem acontecido com grande frequência neste curso, o que dificulta as previsões. Assim, este trabalho tem por objetivo analisar a variação das cotas do Rio Negro por meio da análise de cotagramas, identificando padrões de cheia e vazante ao longo do período de 1998 a 2024, coletando e organizando dados fluviométricos históricos referentes às cotas, com base em registros de estações hidrométricas e órgãos oficiais, como a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Elaborou-se cotagramas representativos das variações de nível do Rio Negro, identificando períodos de cheias e vazantes e suas respectivas magnitudes, para então discutir o uso dos dados fluviométricos como instrumento de apoio à gestão hídrica, destacando sua importância para o planejamento, a prevenção de desastres e a formulação de políticas públicas voltadas à adaptação climática.

PALAVRAS-CHAVE: Amazonas. Baixo Rio Negro. Cotagrama. Eventos Extremos. Gestão Hídrica.

INTRODUÇÃO

A cidade de Manaus, localizada no baixo rio Negro, está sujeita a eventos anuais de cheias e secas do sistema hidrológico Rio Negro e Solimões, principalmente nos últimos anos, eventos esses que podem tanto inundar quanto causar grandes secas em vastas áreas durante um período de tempo considerável, o que gera inúmeros problemas para a população, não só da cidade, como também a ribeirinha. Logo se torna fundamental a existência de um sistema que preveja e alerte sobre os níveis do rio Negro em Manaus, para que a população e as autoridades possam se preparar adequadamente para os eventos extremos que poderão ocorrer.

Portanto, de forma a contribuir para a previsão de eventos hidrológicos críticos, a CPRM publica uma série de relatórios onde demonstram a situação atual das vazões e/ou níveis dos principais rios das bacias hidrográficas brasileiras, assim, para o funcionamento do Sistema de Previsão do Alerta de Cheias em Manaus, o site da CPRM (2023), discorre que "torna-se imprescindível a realização de atividades de campo e modelagem de informações em escritório e em laboratórios de geoprocessamento".

E para fazer o levantamento dessas informações dos eventos hidrológicos, o órgão lança mão de alimentar o banco de dados de cheias e vazões com as mais variadas informações pertinentes, tais como: datas e períodos de ocorrências de cheias e mínimas, bem como seus tipos e classificações; áreas e bairros atingidos; registros fotográficos; até mesmo informações sobre perdas materiais.

Essas observações se iniciaram em 1902 e utilizou-se um cotagrama típico de estação fluviométrica do Porto de Manaus, o que auxiliou na correlação entre as cotas de um determinado dia com a cota do pico de cheias e vazantes, se tornando uma das ferramentas principais que permite a todos prever a magnitude dos eventos hidrológicos.

Os cotagramas caracterizam-se pela mostra da ocorrência de um pico anual com um tempo de ascensão longo, associadas ao acompanhamento dos níveis e das precipitações nos principais rios da bacia amazônica e as previsões de chuva possibilitam a realização da previsão e alerta de cheias/vazantes em Manaus (Oliveira, Medeiros e Pinto, 2009). Analisar os dados fluviométricos se faz relevante para compreender as variações do nível das águas do rio e os impactos causados por elas, e os cotagramas são ferramentas que permitem visualizar com precisão toda e qualquer oscilação ocorrida no regime hidrológico, o que fornece embasamento para tomada de decisões dos órgãos públicos para a formulação de estratégias para adaptar, ou mesmo mitigar, os eventos extremos.

MATERIAL E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do Rio Negro abrange aproximadamente 11% da área total da bacia amazônica, com cerca de 1.400 quilômetros de extensão, e possui um volume de água superior ao do Rio Amazonas. Suas nascentes se encontram na Colômbia, atravessando o Brasil e desaguando no Rio Amazonas. O Rio Negro é único devido ao seu grande ecossistema de águas escuras, conforme afirmam Horbe e Oliveira (2008) "O Rio Negro é o maior ecossistema de águas pretas da bacia Amazônica, com pouca carga sedimentar sendo transportada, em comparação ao Solimões, sua coloração escura deve-se à matéria orgânica dissolvida proveniente da decomposição da floresta."

Os autores Leite et al. (2012) relembram que o PH do Rio Negro alcança níveis altos de acidez, entre 3,8 a 4,9, provenientes da decomposição dessa matéria orgânica, tendo como resultado a sua coloração, temperatura e velocidade. Essas características proporcionam diversos habitats que contribuem para a manutenção de uma grande diversidade de espécies de peixes e outros animais, além de ser uma importante fonte de recursos naturais para as populações que habitam a região. Marinho (2019) enfatiza que o clima é um importante fator de controle dos fluxos de água na região, destacando a relação entre a vazão do Rio Negro e as áreas que mais recebem precipitação na bacia amazônica. Sua posição média da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) traz o verão austral do noroeste

[1]Aluna do PROFÁGUA da Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail:abdo.mgr25@uea.edu.br.
[2]Docente no PROFÁGUA. Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: jsdsilva@uea.edu.br.
[3]Docente no PROFÁGUA. Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: fwachholz@uea.edu.br.



amazônico como sendo um importante indicador do clima na região, o que tem um impacto significativo na quantidade de chuvas e na vazão do Rio Negro.

Há uma variação na média de descarga do Rio Negro, mas estima-se que a média da descarga é 28.400m³/s durante o ano, segundo Molinier et al. (1997). Enquanto Liebmann e Marengo (2001) ressaltam que a taxa de precipitação média anual varia mais de 50% dentro da bacia do Rio Negro, com valores entre 2000 a 2500 mm/a próximo a Manaus e aproximadamente 3000 mm/a no Noroeste. Além disso, a topografia e altitude do local também influenciam a taxa de precipitação na bacia. Nas regiões com maior altitude e relevo mais escarpado, é possível notar chuvas mais intensas e frequentes. O conhecimento e estudo desses fatores são fundamentais para entender as dinâmicas da bacia hidrográfica do Rio Negro e para garantir uma gestão sustentável dos seus recursos naturais.

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados os dados de cota da estação “MANAUS”, cadastrada no banco de dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) sob o código 14990000, obtida a partir do Portal da Hidroweb (https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas), que pertence ao Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), e que disponibiliza os mais diversos dados hidrológicos coletados por meio da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN). A escolha da estação utilizou como critério principal a quantidade de dados de cota disponíveis para ela, onde o período definido de dados compreendeu de 01/01/1998 a 31/12/2024, adotando-se 26 anos como quantidade mínima de anos necessários. A partir dos dados de cota disponíveis para a estação, procedeu-se com elaboração de três ferramentas gráficas: o cotagrama, a ocorrência das máximas e mínimas e as cotas máximas e mínimas. Para o desenvolvimento das ferramentas, contou-se com o auxílio do software Excel, desenvolvido pela Microsoft Excel, como apoio na organização dos dados e geração das curvas.

RESULTADOS

Desde 1902, o Rio Negro vem sendo monitorado e sua maior cheia registrada foi no ano de 2021 chegando a uma cota máxima de 30,02m, ocasionando grandes impactos sociais e trazendo diversas problemáticas para as cidades localizadas na margem do rio, como deslizamento de encostas e alagamentos de inúmeras residências, acarretando em um grande número de pessoas desabrigadas ao longo de suas margens. Comparando a diferença entre a cheia de 2021 e a de 2012, a segunda maior cheia registrada, que contou com uma cota máxima de 29,97m, houve uma diferença de 9 anos para que um novo recorde fosse catalogado. No entanto, um ano após o recorde de 2021, foi registrado mais uma grande cheia a entrar entre as cinco maiores já catalogadas. Chegando à cota máxima de 29,75m, o ano de 2022, foi assinalado como a 4º maior cheia registrada na cidade de Manaus. Em terceiro lugar, com uma cota máxima de 29,77m, o ano de 2009 também teve uma enchente considerável e em quinto lugar, o ano de 1953 atingiu uma cota máxima de 29,69. Comparando a 5º cota máxima com as demais, primeiro, nota-se que levou 56 anos para que um novo recorde fosse assinalado, no entanto, a partir de 2009 estas enchentes exponenciais foram acontecendo de maneira considerável em um espaço de tempo curto, ou seja, em menos de uma década ou até mesmo um ano, grandes cheias podem acontecer, o que acaba dificultando a criação de um padrão que ajude a entender essa periódica.

A vazante no Rio Negro tem início por volta do mês de março até o mês de setembro. A maior estiagem já registrada no Rio Negro foi durante o ano de 2024, onde ele teve uma cota mínima de 12,13m, atingida no dia 03/11/2024, o que acarretou em diversas problemáticas voltadas a questões sociais, econômicas e ambientais por toda a Amazônia Ocidental, principalmente para a população ribeirinha. A segunda maior vazante do Rio Negro foi assinalada no ano anterior à última vazante, em 2023, em 4º lugar está o registro de 1963 marcando em sua cota mínima 13,64m, apenas 1cm a mais do que em 2010, que foi o 3º maior registro aferido, onde há uma diferença de 47 anos para esse novo registro. E por fim, vem o ano de 1906 com a cota mínima de 14,20m. Portanto é perceptível o espaço de tempo das maiores vazantes já registradas no Rio Negro, pode-se notar que o intervalo entre elas também está começando a diminuir gradativamente.

A partir do cotagrama elaborado para o período, observou-se que o Rio Negro apresenta dois períodos hidrológicos bem definidos ao longo do ano, onde percebe-se claramente suas características singulares, a inundação ocorre durante o período compreendido entre os meses de maio a julho, onde o nível de água alcança um valor médio máximo de 29,11 m, no mês de junho. A estiagem ocorre durante os meses de agosto a novembro, com um nível médio mínimo de 16,77 m, no mês de outubro. Foi possível também identificar que é possível identificar que 77% dos anos tiveram o pico de cheia no mês de junho, 17% em julho e 3% em maio, enquanto 60% dos meses tiveram o pico de estiagem no mês de outubro, 30% em novembro, 7% em dezembro e 0% em setembro.

Quanto aos eventos de máxima e mínima anuais, a máxima histórica no valor de 30,02m ocorreu no ano de 2021, a média das cotas máximas é de 29,11m e a mínima dentre as cotas máximas, do período histórico analisado, corresponde ao registro de 28,10m, no ano de 2005. A mínima histórica apresentada na série temporal é de 12,13m, que ocorreu no ano de 2024. A média das cotas mínimas equivale a 16,77m e a máxima dentre as cotas mínimas anuais, registradas para período de análise, foi de 19,23m, no ano de 2004. Ao longo da série histórica de 1998 a 2024, constatou-se a ocorrência de 04 eventos máximos com valores correspondentes a 30,02m, 29,97m, 29,77m e 29,75m, registrados nos anos 2021, 2012, 2009 e 2022, respectivamente, bem como a ocorrência de 03 eventos mínimos com valores correspondentes a 12,13m, 12,70m e 13,63m, nos anos de 2024, 2023 e 2010, respectivamente, com cada evento apresentando extremos com magnitudes cada vez maiores.

CONCLUSÃO

Os ciclos hidrológicos nos informam o intervalo, em dias, das cotas máximas e mínimas de um ano a outro, o que facilita a percepção de quando um ano será mais cheio ou seco, esses dados ajudam a identificar e confirmar os anos que abrigam eventos extremos. Ao longo do desenvolvimento deste trabalho, pode-se perceber a importância da utilidade do cotagrama para a criação de um sistema eficiente na previsão e alerta de cheias e vazantes na cidade de Manaus, por meio do monitoramento constante dos níveis do Rio Negro. Os dados coletados ao longo desse monitoramento, permitem a visualização de como esses eventos estão evoluindo ao longo dos anos, o que torna possível a comparação dos eventos atuais com os já anteriormente registrados, o que pode ajudar na antecipação e previsão de futuras situações extremas e de risco, permitindo que autoridades e a população se prepare com antencedência na adoção de medidas preventivas que os auxiliem na redução dos impactos negativos causados pelos eventos extremos de cheia e seca dos rios.

Assim, a construção de cotagramas serve para se basear e comparar o momento atual com o passado. Portanto, no âmbito da análise, apesar dos resultados demonstrarem que, este ano, a cota da cheia do rio está abaixo de média em relação aos últimos anos, deve-se observar com atenção o processo de cheia do rio Negro, pois os aumentos excepcionais estão ocorrendo de maneira sucessiva. Além disso, ressalta-se que o rio Negro ainda estará em processo de cheia ao final deste período de análise, chegando ao seu ponto máximo próximo aos meses de julho.

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. Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua, da Universidade do Estado do Amazonas (UEA) pelo apoio técnico científico aportado até o momento. Estendemos nossos agradecimentos aos laboratórios LABRIOS e RHASA, pelas contribuições acadêmicas e institucionais. Reconhecemos, ainda, o apoio financeiro da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), por meio dos projetos PARHINTINS e GRHAMA, e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pela bolsa concedida à primeira autora.

REFERÊNCIAS

CPRM, **Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais**. Disponível em: https://www.cprm.gov.br/sace/manaus_metodologia.php. Acesso em: 02 out. 2025.

HORBE, Adriana Maria Coimbra; OLIVEIRA, Liliam Greicy de Souza. Química de igarapés de água preta do nordeste do Amazonas Brasil. **Acta Amazonica**, v. 38, p. 753-759, 2008. Disponível em: https://www.scielo.br/j/aa/a/3X6sSxrhBPSvdJ8YchkxtPw/?lang=pt. Acesso em: 04 out. 2025.

LEITE, Marcos Esdras; DE ALMEIDA, Maria Ivete Soares de Almeida Soares; VELOSO, Gabriel Alves; FERREIRA, Maykon Fredson Freitas. Sensoriamento remoto aplicado ao mapeamento da dinâmica do uso do solo na bacia do rio pacuí, no norte de Minas Gerais, nos anos de 1989, 1999 e 2009. **Revista Do Departamento De Geografia**, 23, 217-231, 2012. Disponível em: https://doi.org/10.7154/RDG.2012.0023.0009. Acesso em: 02 out. 2025.

LIEBERMANN, Brant; MARENGO, José Antônio. Interannual variability of the rainy season and rainfall in the Brazilian Amazon basin. **Journal of Climate**, 2001. Disponível em: https://doi.org/10.1175/1520- 0442(2001)014%3C4308:IVOTRS%3E2.0.CO;2. Acesso em: 04 out. 2025.

MARINHO, Rogério Ribeiro. **Integração de dados de campo e sensoriamento remoto no estudo do fluxo de água e matéria no arquipélago de Anavilhanas, rio Negro-Amazonas**, 2019. Tese (Doutorado em Clima e Ambiente) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Amazonas, 2019.

MOLINIER, Michel; GUYOT, Jean-Loup; CALLÈDE, Jacques; GUIMARÃES, Valdemar; OLIVEIRA Eurides de; FILIZOLA, Naziano. Hydrologie du bassin amazonien. In: **Environnement et développement en Amazonie brésilienne**. Paris: Editions Belin, 1997, pp. 24-41. Disponível em: https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers16-08/010012191.pdf. Acesso em: 02 out. 2025.

OLIVEIRA, Daniel; MEDEIROS, Adriana; PINTO, Eber José de Andrade, 2009. Previsão e Alerta de cheias em Manaus. *In:* SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, XVIII, 2009, Campo Grande. **Anais [...].** Campo Grande, 2009.