



AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA VAZÃO HÍDRICA NO PERÍODO CHUVOSO, EM SEIS NASCENTES DA SUB-BACIA DO RIO MUNDAÚ, EM SANTANA DO MUNDAÚ - ALAGOAS

Geovânia Ricardo dos Santos¹
Lucas Costa de Souza Cavalcanti²

RESUMO

As nascentes são o início das redes de fluxo, que fornecem uma ligação direta da paisagem terrestre com os sistemas fluviais, nesse sentido é importante que o monitoramento do potencial hídrico seja mensurado. O objetivo do trabalho foi realizar uma avaliação preliminar da vazão hídrica em seis nascentes da sub-bacia do Rio Mundaú, no município de Santana do Mundaú, Alagoas, no período chuvoso da região. Para a construção do diagrama ombrotérmico foram utilizadas as médias históricas do DCA/UFCG 1911-1990. Foram selecionadas 6 nascentes para mensuração do potencial hídrico, através do método volumétrico direto. As nascentes apresentam um bom potencial hídrico, sendo assim os dados mostram-se satisfatórios e com capacidade de uso, apesar de os dados serem apenas para um mês; As maiores vazões em litros por dia, foram para a nascente 5, com 14.360 L/d, nascente 3, com 13.045 L/d e nascente 2, com 12.002 L/d; A precipitação pluvial influencia diretamente na vazão hídrica das nascentes, uma vez que possibilita a recarga aquífera, entretanto, no que diz respeito a este estudo, são necessários avaliações mensais contínuas para melhor compreensão da dinâmica da área.

Palavras-chave: Nascentes de água, Potencial hídrico, Precipitação pluvial, Bacias hidrográficas.

RESUMEN

Los manantiales son el inicio de las redes de flujo, que proporcionan una conexión directa del paisaje terrestre con los sistemas fluviales, en este sentido es importante que se mida el seguimiento del potencial hídrico. El objetivo de este estudio fue realizar una evaluación preliminar del flujo de agua en seis manantiales de la subcuenca del Río Mundaú, en el municipio de Santana do Mundaú, Alagoas, durante la temporada de lluvias en la región. Para la construcción del diagrama ombrotérmico se utilizaron las medias históricas de DCA/UFCG 1911-1990. Se seleccionaron seis manantiales para medir el potencial hídrico, mediante el método volumétrico directo. Los seis manantiales muestran un buen potencial hídrico, por lo que los datos son satisfactorios y pueden utilizarse, aunque los datos son sólo de un mes; Los mayores caudales, en litros por día, se dieron en el manantial 5, con 14.360 L/d, el manantial 3, con 13.045 L/d y el manantial 2, con 12.002 L/d; Las precipitaciones influyen directamente en el flujo de agua de los manantiales, ya que permiten la recarga del acuífero, sin embargo, en lo que respecta a este estudio, son necesarias evaluaciones mensuales continuas para una mejor comprensión de la dinámica de la zona.

Palabras clave: Fuentes de agua, Potencial hídrico, Precipitación, Cuencas hidrográficas.

¹ Doutoranda do Curso de Geografia, no PPGeo da Universidade Federal de Pernambuco- UFPE, geovaniaricardos@gmail.com;

² Doutor em Geografia; Professor do PPGeo da Universidade Federal de Pernambuco- UFPE, lucascavalcanti3@gmail.com.



INTRODUÇÃO

As nascentes são ambientes importantes responsáveis pelo abastecimento de rios, riachos, regatos e ribeirões, portanto participam de forma direta da biodiversidade e manutenção de espécies da fauna e da flora. Esses locais estabelecem o sustento contínuo do fornecimento de água para a manutenção da bacia hidrográfica. As nascentes são consideradas por lei, áreas de preservação permanente (APP's), portanto merecem atenção no tocante a preservação e manejo, bem como aos estudos integrados que visem compreender a dinâmica desses ambientes.

Os fluxos das nascentes, ou seja, o seu potencial de vazão possui variações sazonais diretamente relacionadas ao comportamento climático regional, que se refletem em oscilações na vazão ao longo do ano hidrológico (FELIPPE; MAGALHÃES JÚNIOR, 2013). As zonas de descarga dos aquíferos, apresentam dinâmica completamente dependente da recarga da água subterrânea e dos processos hidrológicos (DAVIS e DEWIEST, 1966).

O provimento adequado de água em quantidade e qualidade é condição imperativa ao geoambiente e à dignidade e sobrevivência da pessoa humana, então é importante garantir que a água fornecida atenda aos requisitos de qualidade para os usos a que se destinam, sobretudo, nas comunidades rurais da Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú, onde minam as nascentes analisadas deste estudo. Muitos dos locais onde se localizam as nascentes encontram-se com sérios problemas de saneamento básico, contaminação dos solos, seja no descarte de resíduos sólidos, como por uso indiscriminado de agrotóxicos.

Os dados coletados nesta pesquisa são de análises iniciais da tese da primeira autora. Dado a importância do tema, o objetivo foi realizar uma avaliação preliminar da vazão hídrica em seis nascentes da sub-bacia do Rio Mundaú, no município de Santana do Mundaú, Alagoas, no período chuvoso da região.

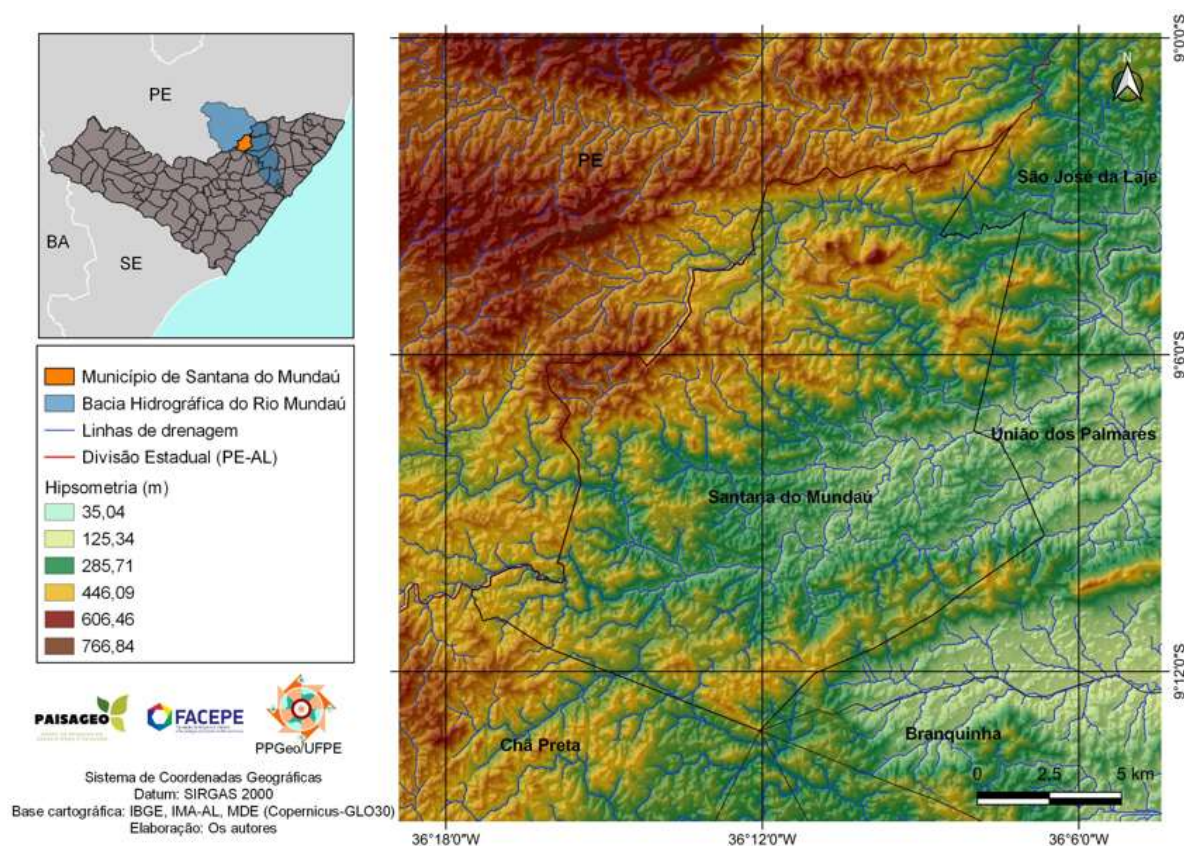
METODOLOGIA

Área geral de estudo

A pesquisa foi realizada no município de Santana do Mundaú, Estado de Alagoas (Figura 1), inserido na Região Geográfica Intermediária de Maceió e Região Geográfica Imediata de União dos Palmares (IBGE, 2017). A Sede do município encontra-se nas coordena-

das geográficas $-09^{\circ}10'05''$ S e $-36^{\circ}13'20''$ W, na altitude de 221 m (ALAGOAS, 2013).

Figura 1. Mapa de localização do município de Santana do Mundaú, Alagoas, com ênfase para a Bacia hidrográfica do rio Mundaú e hipsometria (m).



O clima da área de estudo é Tropical Chuvoso com Verão Seco (As'), segundo a classificação de Köppen (JACOMINE et al., 1975). As médias históricas de precipitação pluvial são de 1.550,9 mm/ano e de temperatura do ar de 24,3 °C ao ano (UFCG, 2020).

A vegetação nativa da região é a Floresta Subperenifólia, uma formação densa, com porte na faixa de 20 m a 30 m e a Floresta Subcaducifólia, que tem um porte em torno de 20 m, uma razoável perda de suas folhas no período seco (EMBRAPA, 2012).

As classes de solos predominantes são os Argissolos Vermelho-Amarelo e Argissolos Amarelo (EMBRAPA, 2014). A área está inserida nas unidades geomorfológicas do Planalto da Borborema e do Modelado Cristalino, responsável drenagem das águas em direção ao oceano Atlântico na parte leste alagoana (JACOMINE et al., 1975).

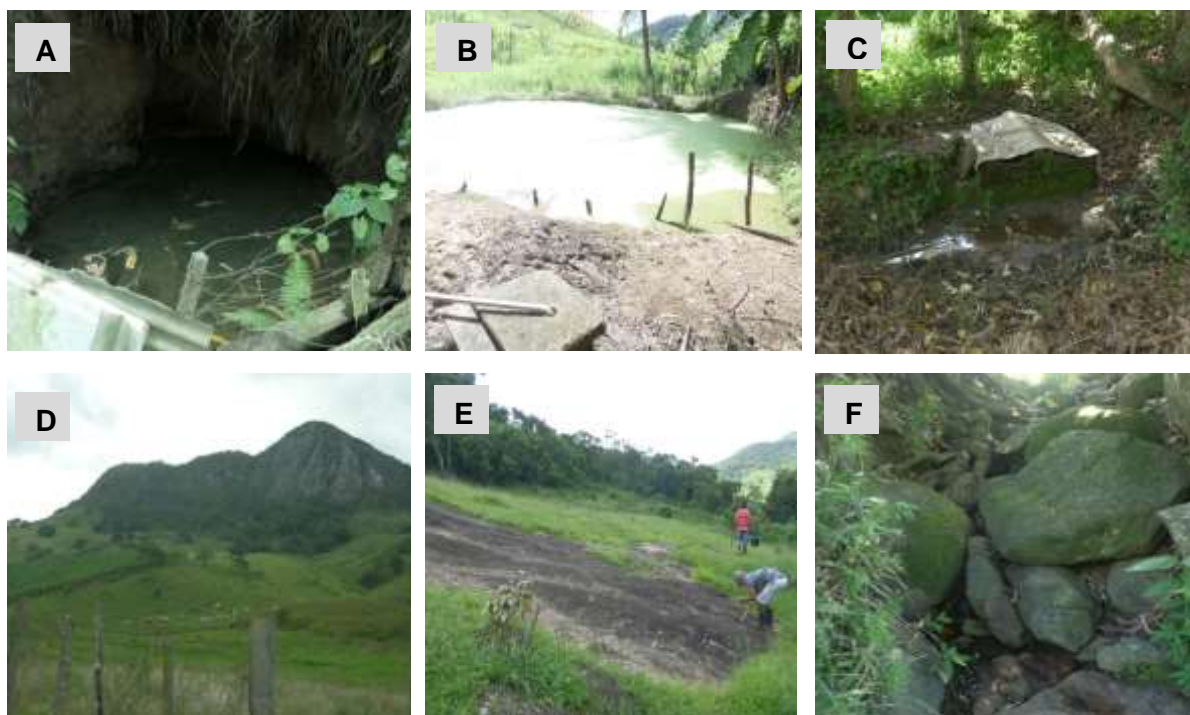


Área experimental

A avaliação foi realizada em ambientes rurais do município de Santana do Mundaú. As nascentes (Figuras 2A, B e C) encontram-se no povoado Duas Barras. Nesta região encontram-se diversos pontos de minadouros de água, que são utilizadas pela população local no consumo diário, irrigação de pequenas áreas de cultivo e abastecimento animal. Vale ressaltar que nenhum estudo científico publicado foi realizado nesta área, em relação a monitoramento do potencial hídrico.

A área experimental está inserida numa região geomorfologicamente caracterizada por morros de origem do cristalino, de relevo residual (Figura D), lajedos (Figura E) e blocos desagregados (Figura F). As nascentes fazem parte da Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú, um dos principais que drenam o território alagoano em direção ao Oceano Atlântico. A bacia do Rio Mundaú está localizada na região central do extremo Leste do Estado e tem sua cabeceira situada no Estado de Pernambuco, no município de Garanhuns (ALAGOAS, 1994).

Figura 2. Nascente 1 (A), Nascente 5 (B), Nascente 6 (C), relevo residual (D), lajedado (E) e blocos rochosos desagregados (F).

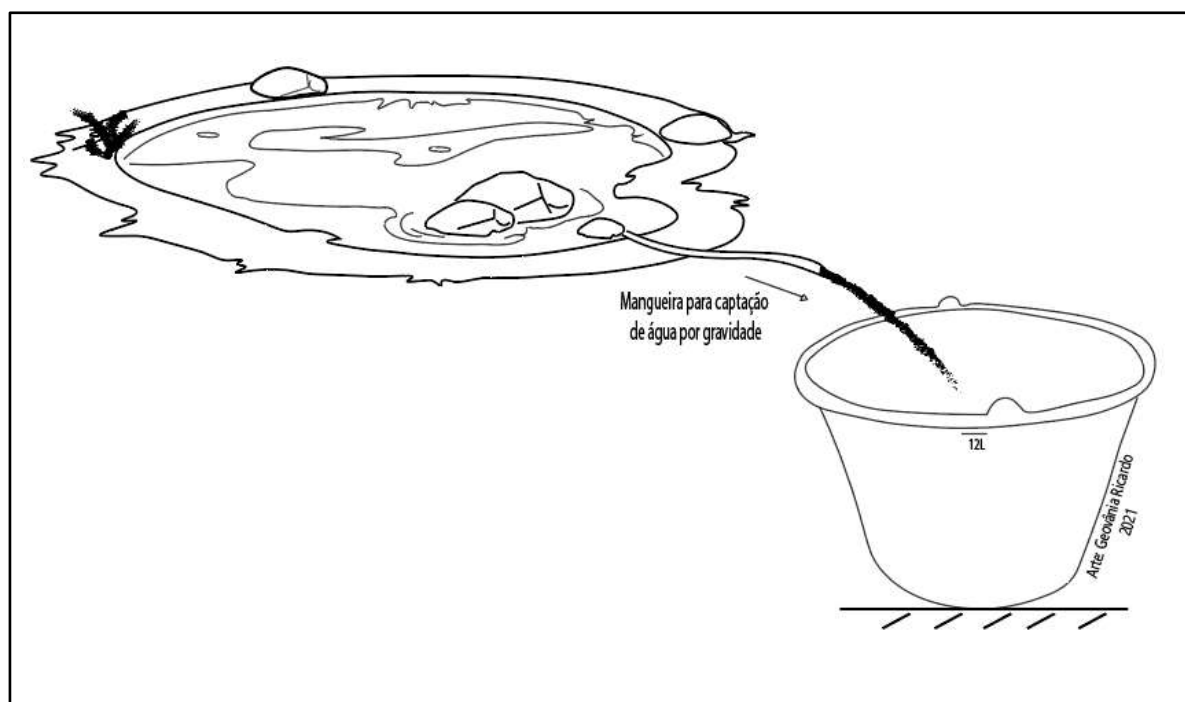


Descrição da pesquisa

Para a construção do diagrama ombrotérmico foram utilizados da base de dados histórica do Departamento de Ciências Atmosféricas UFCG (2020), período de 1911-1990, para os valores de precipitação pluvial (mm) e temperatura do ar (°C). O valor de precipitação pluvial referente ao mês de maio de 2021, foi fornecido pelo site da Semarh/AL, da qual possui pluviômetro instalado no município.

Para a medição da vazão, foram escolhidas 6 (seis) nascentes, das quais foram nomeadas e identificadas como NC 1, NC 2, NC 3, NC 4, NC 5 e NC 6. Para a mensuração da vazão de água foi utilizado o método volumétrico direto (Figura 3), para medição de pequenas vazões, que se baseia no tempo gasto que um determinado fluxo leva para ocupar um recipiente de volume conhecido (TUCCI e SILVEIRA, 2009).

Figura 3. Esquema do método volumétrico direto, para mensuração da vazão em nascentes.



Foi utilizado um balde de 12 litros ($0,012 \text{ m}^3$) e com um cronômetro em mãos, o tempo foi registrado. Foram realizadas 6 medidas. Então a vazão foi dada por:

$$Q = (v/t) \sum Q/n \quad (1)$$

Em que:

Q é a vazão média;



v é o volume do testemunho (em metros cúbicos);

t é o tempo (em segundos) e,

n é o número de repetições das medidas.

REFERENCIAL TEÓRICO

As nascentes ou as cabeças de canal são o início das redes de fluxo, que fornecem uma ligação direta da paisagem terrestre com os sistemas fluviais e, assim, ditam as áreas de origem hidrológica, densidade de drenagem e tempos de viagem de água para a bacia hidrográfica (JULIAN, 2018).

A vazão entende-se pelo volume da água que passa por uma determinada seção e é expressa comumente no sistema internacional (SI) de medidas em m^3/s e essa descarga (vazão) aumenta da montante (região mais alta do rio) para a jusante (áreas rio abaixo) até sua foz (CARVALHO, 2008). Os debates sobre a complexidade da dinâmica das nascentes necessitam da utilização de dados hidrológicos, na medida que é um dos passos essenciais para se compreender esses importantes sistemas ambientais (PASSOS et al., 2018).

O entendimento da formação e do comportamento das nascentes pode ser compreendido por classificações, sendo elas: quanto à sua origem (nascentes de encosta, de depressão, difusa, lençóis artesianos, falhas geológicas e rochas cársticas) e quanto à vazão dos seus fluxos (perenes, intermitentes, temporárias e efêmeras). Em relação a classificação de vazão, medidos em litros por minuto, temos assim a seguinte classe/magnitude (Tabela 1): (VALENTE; GOMES, 2005).

Tabela 1. Classificação das nascentes quanto a magnitude dos valores de vazão (L/m).

Classe ou Magnitude	Vazão (L/min)
1	> 170.000
2	17.000 – 170.000
3	1.700 – 17.000
4	380 – 1.700
5	38 – 380
6	4 – 38
7	0.6 - 4
8	< 0.6

Fonte: Valente e Gomes (2005); Linsey et al. (1975).



Outras classificações de nascentes podem ser encontradas na literatura. Cabe mencionar a reclassificação de Felipe (2009) pelo método *grade of membership* – GoM, com base em um modelo de probabilidade multinomial, que considera: morfologia da nascente, tipo de exfiltração, existência de contato, vazão média anual, razão de vazão, migração, profundidade média do manto geológico, posição dos afloramentos e sazonalidade. A partir dessas características relacionadas, Felipe (2009) propôs uma nomenclatura, de seguintes termos: freática, dinâmica, sazonal erosiva, flutuante, sazonal de encosta e antropogênica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

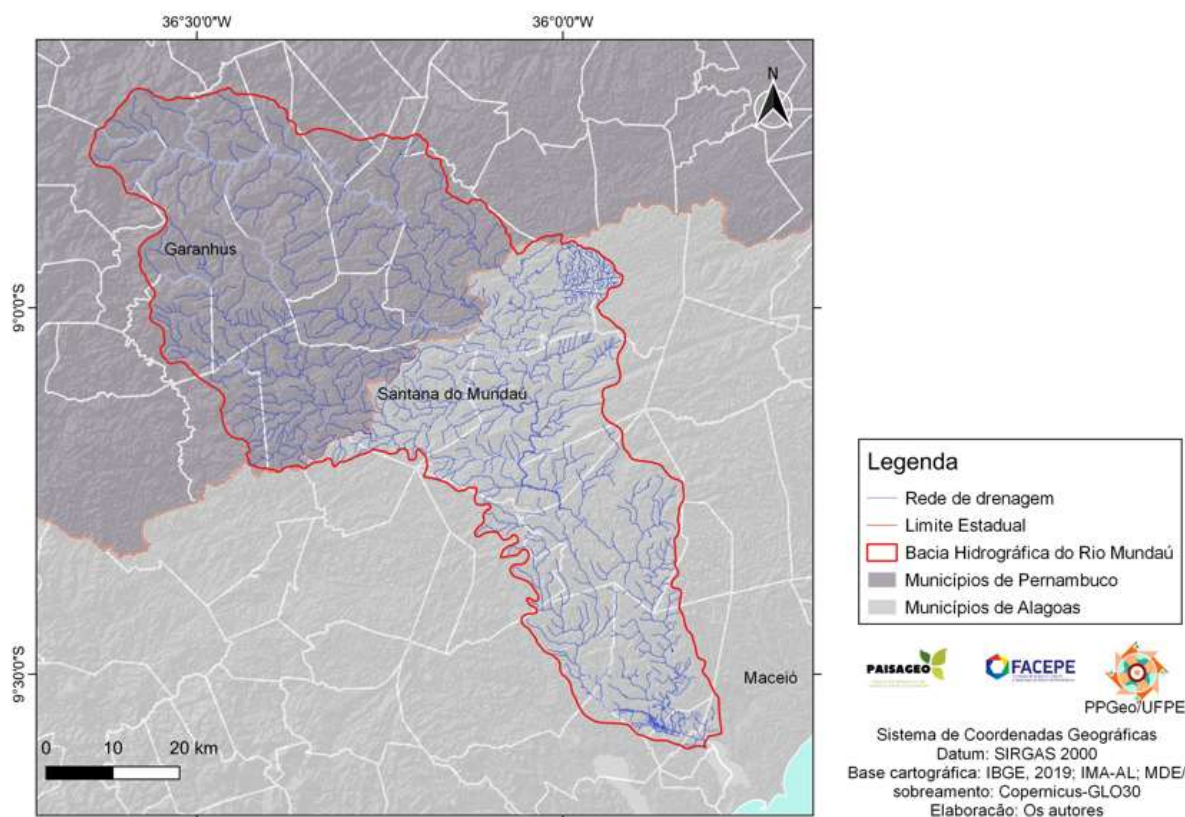
A Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú - BHRM

A Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú (Figura 4) drena do território de Pernambuco, em direção ao território de Alagoas (ALAGOAS, 1994). Está localizada nos Estados de Alagoas, com 45,10% (2010,37 km²) da área da bacia, e Pernambuco, com 54,90% da área da bacia (2447,50 km²), totalizando-se uma área de 4457,87 km² e perímetro de 382,68 km. A área de drenagem da bacia do Rio Mundaú envolve 31 municípios, com parte ou todo território inserido na bacia, sendo 16 municípios no Estado de Pernambuco (Argelim, Brejão, Caités, Calçado, Canhotinho, Capoeiras, Correntes, Garanhuns, Jucati, Jupi, Jurema, Lagoa de ouro, Lajedo, Palmeirina, Quipapá e São João) e 15 municípios em Alagoas (Atalaia, Branquinha, Capela, Chá preta, Flexeiras, Ibateguara, Messias, Murici, Pilar, Rio largo, Santana do mundaú, São José da Laje, Satuba e União dos palmares) (MARCUIZZO et al., 2011).

Nos últimos 100 anos, 7 grandes cheias assolaram a região (1914, 1941, 1969, 1988, 1989, 2000, 2010); no último evento de cheia, em 2010, as lâminas precipitadas e a distribuição espacial da chuva ao longo das bacias foram excepcionais, vindo da cabeceira em sentido a foz, acompanhando a onda de cheia, contribuindo para os altos níveis atingidos pelos rios em um curto intervalo de tempo. O evento ocorreu durante o período chuvoso da bacia, período compreendido entre os meses de maio e julho, indicando que a chuva antecedente foi fator determinante para intensificação da cheia (OLIVEIRA et al., 2014), dessa maneira, cabe ressaltar a importância no monitoramento das vazões dos rios e das nascentes, uma vez que o acompanhamento permite compreender a dinâmica da totalidade da bacia.



Figura 4. Limites da Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú, nos Estados de Pernambuco e Alagoas.

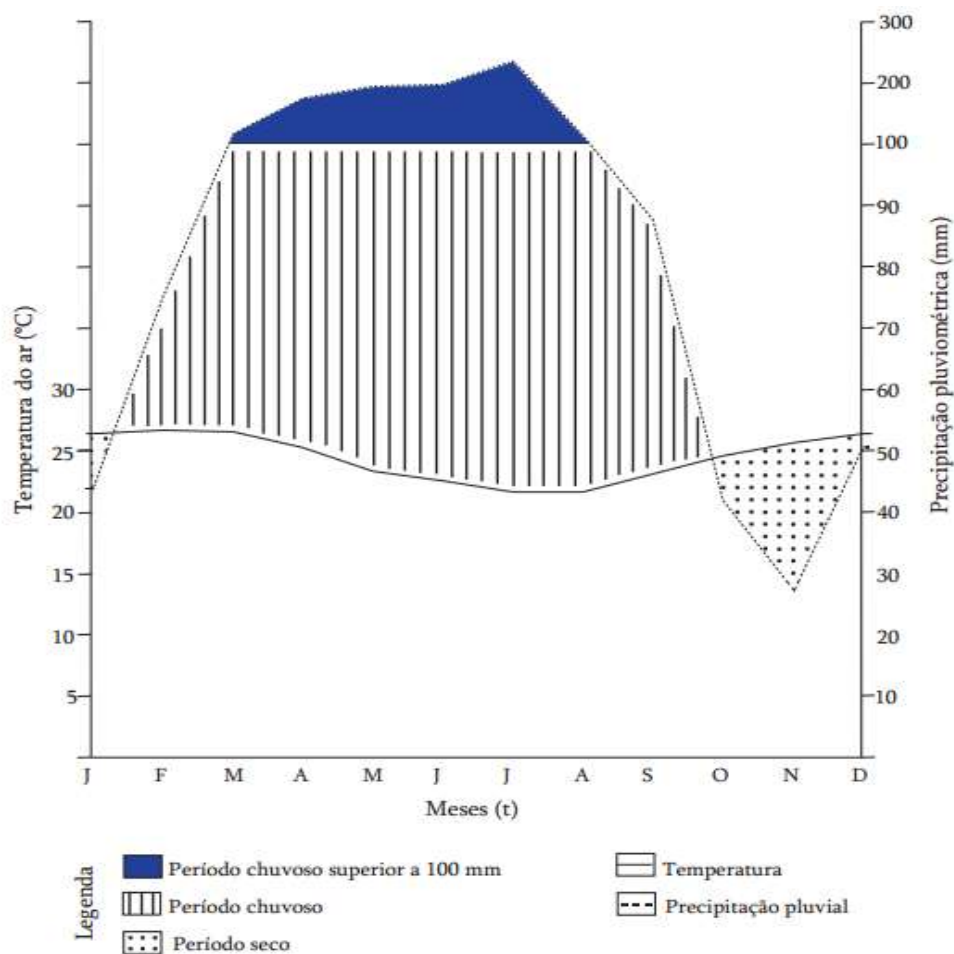


Médias históricas de precipitação pluvial e temperatura do ar

Com base nos dados médios da normal climática estimada, da base de dados da UFCG (2020) para o período de 1911-1990, do município de Santana do Mundaú, observou-se duas estações climáticas, uma seca (estiagem) e outra chuvosa.

Contatou-se ainda que no município há uma elevada precipitação pluvial com regime uniforme de chuvas, apresentando níveis superiores a 100 mm, distribuídos entre Março e Agosto (Figura 5). O período seco ocorre no início de Outubro, se estendendo a uma parte do mês de Janeiro, já o período chuvoso ocorre de Fevereiro a Setembro (Figura 5). A condição climática é um dos principais reguladores na recarga dos lençóis freáticos e por sua vez, das nascentes. A água que flui no exutório de uma bacia hidrográfica é uma resultante complexa da vazão das nascentes que nela existem, das perdas por infiltração e evaporação e dos ganhos por exfiltração e pluviosidade (FELIPPE; MAGALHÃES JÚNIOR, 2013).

Figura 5. Diagrama ombrotérmico de Santana do Mundaú – AL, para o período de 1911 a 1990.



Avaliação do Potencial Hidrico das nascentes

Foram mensuradas a vazão de 6 nascentes da região no mês de maio de 2021, que compreende o período chuvoso da região. Notou-se de acordo com as médias que todas as nascentes apresentam boa carga hídrica de abastecimento, apesar de médias para um mês. Cabe mencionar que para melhor compreensão do potencial hidrico de cada nascentes faz-se necessário o monitoramento mensal e a longo prazo, no decorrer dos períodos climáticos para melhor avaliação. De acordo com Felipe e Magalhães Júnior (2009) a formação de canais ao longo da bacia hidrográfica está condicionada pela vazão. Indicando assim, a importância do monitoramento da vazão.

Das seis nascentes mensuradas, foi obtido valores de vazão da água em L/s, L/h L/d, m³/d, m³/h e m³/d (Tabela 2). Dentre as nascentes avaliadas, as que apresentaram maior vazão



por dia foram a NC 5 (14.360 L/d – 14,36 m³/d), NC 3 (13.045 L/d – 13,04 m³/d) e a NC 2 (12.002 L/d – 12 m³/d) (Tabela 2).

As demais, NC 1, NC 4 e NC 6, apresentaram menores valores de vazão em detrimento as demais, com (7.391 L/d – 7,39 m³/d), (5.110 L/d – 5,11 m³/d) e (7.206 L/d – 7,21 m³/d), respectivamente (Tabela 2). Para o mês avaliado a precipitação pluvial foi de 207 mm (Tabela 2). As nascentes dependem de diversos fatores para sua manutenção, como menciona Julian (2018) a topografia, geologia, clima, vegetação e uso da terra influenciam os padrões de escoamento, o mecanismo dominante para o início do fluxo irá variar dependendo das características da paisagem.

Tabela 2. Média de vazão das nascentes no mês de Maio de 2021, nas seis nascentes.

Nascentes	Médias						Precipitação pluvial
	L/s	L/h	L/d	m ³ /s	m ³ /h	m ³ /d	mm
NC 1	0,09	307,95	7.391	0,00009	0,31	7,39	207
NC 2	0,14	500,10	12.002	0,00014	0,50	12,00	
NC 3	0,15	543,52	13.045	0,00015	0,54	13,04	
NC 4	0,06	212,92	5.110	0,00006	0,21	5,11	
NC 5	0,17	598,32	14.360	0,00017	0,60	14,36	
NC 6	0,08	300,24	7.206	0,00008	0,30	7,21	

Onde: L – Litros; s – segundo; h – hora; d – dia; m³ - Metros cúbicos; mm – Milímetros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As nascentes apresentam um bom potencial hídrico, sendo assim os dados mostram-se satisfatórios e com capacidade de uso, apesar de os dados serem apenas para um mês;

As maiores vazões em litros por dia, foram para a nascente 5, com 14.360 L/d, nascente 3, com 13.045 L/d e nascente 2, com 12.002 L/d;

A precipitação pluvial influencia diretamente na vazão hídrica das nascentes, uma vez que possibilita a recarga aquífera, entretanto, no que diz respeito a este estudo, são necessários avaliações mensais contínuas para melhor compreensão da dinâmica da área.

REFERÊNCIAS

ALAGOAS – GOVERNO DO ESTADO DE ALAGOAS. **Perfil municipal de Santana do Mundaú**. Maceió: SEPLANDE, 2013, 27 p.



ALAGOAS – GOVERNO DO ESTADO DE ALAGOAS. **Os recursos hídricos do Estado de Alagoas**. Maceió: SEPLANDE, 1994, 41 p.

CARVALHO, T. M. de. Técnicas de medição de vazão por meios convencionais e não convencionais. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 1, n. 1, p. 73-83, mai/ago. 2008.

DAVIS, S. N. DEWIEST, R. J. M. **Hidrogeology**. New York: John Wiley & Sons, 1966. 463 p.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 4. ed. Brasília: EMBRAPA, 2014. 374 p.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Zoneamento agroecológico de Alagoas**: levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Alagoas. 1. ed. Recife: EMBRAPA, 2012. 238 p.

FELIPPE, M. F. **Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte - MG com base em variáveis geomorfológicas, hidrológica e ambientais**. 2009. 275 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2009.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Relação entre precipitação e vazão de nascentes no município de Lagoa Santa-MG. In: XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20., 2013, Recife. **Anais...** Recife: ABRH, 2013. p. 1-8.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JR, A. P. Análise da variabilidade da vazão das nascentes no Parque das Mangabeiras (Belo Horizonte-MG) em relação aos seus condicionantes ambientais. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 13., 2009, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009. p. 1-17.

IBGE – Instituto Brasileiro Geográfico e Estatístico. **Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias 2017**. 1. ed. Rio de Janeiro: IBGE, Coordenação de Geografia, 2017. 82p.

JACOMINE, P. K. et al. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Alagoas**. 1. ed. Recife: EMBRAPA, 1975, 532 p.

JULIAN, J. P. Channel Heads. **Earth Systems and Environmental Sciences**, Arábia Saudita, v. 2, p. 1-5, jul, 2018.

LINSLEY, R. K.; KOHLER, M. A.; PAULHUS, J. L. H. **Applied Hidrology**. 1. ed. New Delhi: Macgraw-Hill, 1975. 689 p.



MARCUZZO, F. F. N.; ROMERO, V.; CARDOSO, M. R. D. Detalhamento hidromorfológico da Bacia do Mundaú. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 19, 2011, Maceió. Anais... Maceió, 2011. p. 1-19.

OLIVEIRA, D. L.; SOUZA, V. C. B. de; FRAGOSO JÚNIOR, C. R. Análise Hidrológica da cheia excepcional ocorrida em junho de 2010 nas bacias dos rios Mundaú e Paraíba do Meio em Alagoas e Pernambuco. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 279-293, jul/set, 2014.

PASSOS, B. M. et al. De onde vêm as águas das nascentes? Estudo preliminares em duas nascentes do campus da UFJF. In: III SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL, 3., 2018, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: UFJF, 2018. p. 1-6.

TUCCI, C. E. M.; SILVEIRA, A. L. L. da. **Hidrologia: Ciência e aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS. 2009. 943 p.

UFCG-Universidade Federal de Campina Grande. **Dados climatológicos do Estado de Alagoas**. Campina Grande: CTRN/DCA, 2020. Disponível em: <www.dca.ufcg.edu.br>. Acesso: julho de 2020.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. Conservação de nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras. 1. ed. Viçosa: Aprenda Fácil. 2005. 210 p.