

LEVANTAMENTO GEOESPACIAL DE NASCENTES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO MUNDAÚ – PE/AL

Geovânia Ricardo dos Santos ¹
Lucas Costa de Souza Cavalcanti ²

INTRODUÇÃO

As nascentes integram-se a diversos fatores da paisagem ao longo do trajeto da recarga à descarga, nesta interface entre a superfície na forma de águas superficiais e água proveniente do subsolo, características importantes surgem, seja no componente físico-químico da água, ao local de descarga e de todo sistema de fluxo (TÓTH et al., 2022). Muitas designações foram utilizadas na definição do conceito de nascentes. Propondo um entendimento sucinto, Felipe, (2013) pontua que as nascentes são um “sistema ambiental natural em que ocorre o afloramento da água subterrânea de modo temporário ou perene, integrando à rede de drenagem superficial.

Particularmente, tratando-se de uma Bacia Hidrográfica interestadual, das dificuldades de gestão e monitoramento ambiental, a pesquisa realizada propõe-se a contribuir com conhecimento a um objeto de estudo: as nascentes, que é precursora dos rios. Muitas nascentes são extintas pela intervenção humana, mesmo antes de serem mapeadas. Se tratando de uma das Bacias mais importantes nos Estados de Pernambuco e Alagoas, que abrange um dos sistemas estuarinos mais importantes do país, esta pesquisa se faz necessária. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi realizar levantamento geoespacial de nascentes que compõem a Bacia Hidrográfica do Mundaú, Pernambuco e Alagoas.

Foram realizadas campanhas de campo em todas as Sub-bacias do Mundaú, onde foram mapeadas em sistema de coordenadas planas, com equipamento de posicionamento GPS Garmin 64x. Os dados foram tabulados em uma planilha e importados para o SIG Qgis 3.16.2 <https://www.qgis.org/pt_BR/>, posteriormente para compor a base cartográfica. Também foi realizada em algumas nascentes síntese das configurações mais expressivas na Bacia. Ao total, foram 49 nascentes mapeadas, distribuídas entre as seis Sub-bacias. De modo conclusivo, nota-se alterações bem expressivas nos ambientes das nascentes em decorrência do Uso e Cobertura da Terra.

¹ Doutoranda em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco- UFPE, geovania.grs@ufpe.br;

² Prof. Doutor em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, lucas.cavalcanti@ufpe.br.

REFERENCIAL TEÓRICO

As nascentes são ambientes importantes, fazem parte de processos naturais de superficial e subsuperficial conectados e são responsáveis pelo abastecimento dos córregos, rios, riachos, lagos. São ambientes alterados, de proteção e conservação ambiental comprometida, onde um dos principais prejuízos está na garantia de qualidade e quantidade da água, modificação nas interrelações do ecossistema, diminuindo a sobrevivência dos animais e plantas e até mesmo dos seres humanos (DUARTE, 2018).

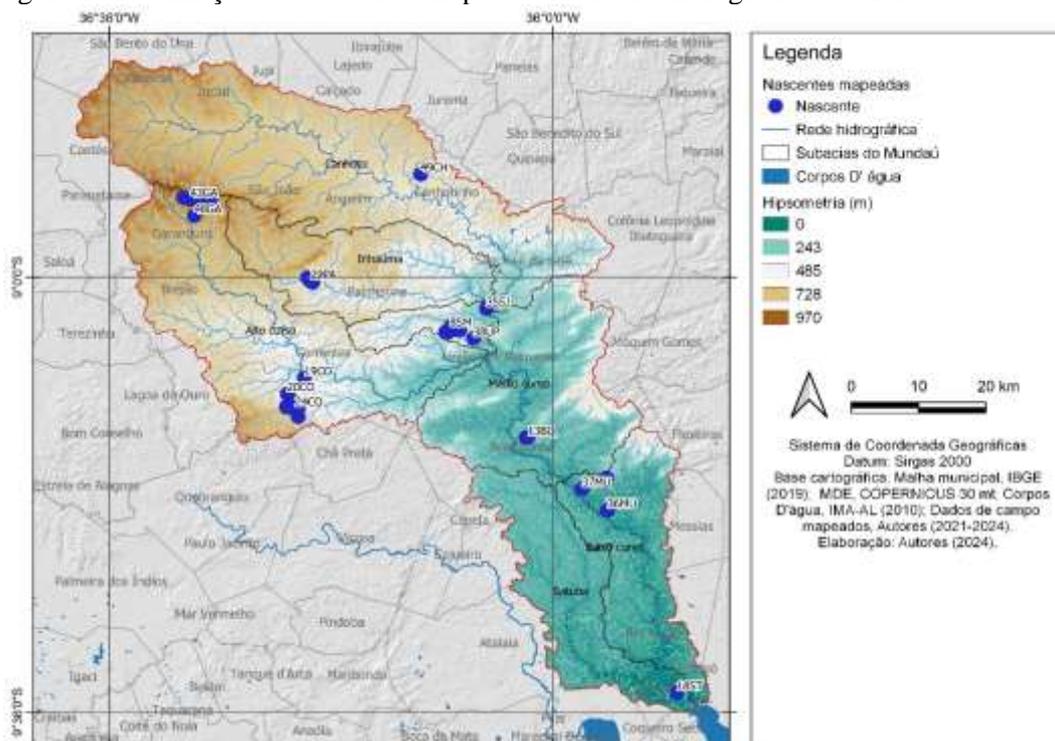
As nascentes, aquelas que dão início a rede de canais, determinam onde a água e os sedimentos começam a fluir, a partir de então, das nascentes dependem a constituição da estrutura da paisagem; processos relacionados à geomorfologia, que controlam o comprimento e rapidez com que a água e os sedimentos se movem, de armazenamento de água da chuva-vazão nas rochas (WU et al., 2019).

A falta de proteção pela vegetação nativa, a facilidade no acesso às nascentes, o uso constante e a vegetação alterada, são aspectos que influenciaram negativamente na avaliação dos elementos naturais, surgindo a necessidade de implantação de estratégias para conservação (SANTOS e SANTOS, 2021), sobretudo nos ambientes de nascentes.

MATERIAIS E MÉTODOS

As nascentes pesquisadas encontram-se inseridas em diferentes contextos da paisagem e são contribuintes de diversos rios, que pertencem a Bacia do Mundaú. Esta, encontra-se em domínio interestadual, em Pernambuco e Alagoas, Nordeste Brasileiro (Figura 1). As nascentes principais contribuintes do Rio Mundaú, que dá nome a Bacia, iniciam-se no município de Garanhuns-PE, desaguando no território de Alagoas, no Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba (CELMM). A Bacia divide-se Alto curso, Médio e Baixo curso, Canhoto, Inhaúmas e Satuba (Figura 1).

Figura 1- Localização das nascentes mapeadas na Bacia Hidrográfica do Mundaú.



Fonte: Primeira autora (2024).

Foram realizados trabalhos de campo no período de Janeiro de 2021 a Dezembro de 2023. Realizou-se identificação e mapeamento de nascentes em todas as Sub-bacias da Bacia do Mundaú. Utilizou-se GPS Garmin 64x para obtenção de coordenadas planas. As coordenadas foram organizadas numa planilha em formato “.csv” e importado para o software SIG Qgis 3.16.2 <https://www.qgis.org/pt_BR>, para construção da base cartográfica.

As nascentes foram fotografadas e codificadas com número e letra referente ao município, para melhor discussão dos dados. Foi realizada síntese da configuração das nascentes 32GA e 33GA, localizadas no Alto curso, 10BQ e 13BQ, no Médio curso e 18ST, no Satuba (FELIPPE, 2013; FELIPPE, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Levantamento e geoespacialização das nascentes na Bacia

As nascentes mapeadas estão sob domínio de paisagens e uso do solo distintos, aduzindo diferentes conflitos no uso da terra, locais urbanos em expansão, áreas rurais de propriedade privada desmatadas, locais de assentamentos agrários que apresentam constante modificação do solo e em rodovias de tráfego. Durante as observações de campo, nota-se intensas alterações

que subsistem do micro ao macro- ambiente. Um dos impactos mais notórios se dá na substituição ou retirada da vegetação nativa, descumprindo assim as vigências estabelecidas pela Lei 12.651/2012 “Código florestal brasileiro”, onde estabelecem que as nascentes são APP’s (Áreas de Proteção Permanente) devendo estar com cobertura de vegetação nativa correspondente a 50 metros.

O Estado de Alagoas é conhecido pelas águas, que leva em seu nome, reforça-se aqui a importância no monitoramento das nascentes, medidas de recuperação, conservação e manejo, que urgem diante a escassez hídrica. Na Bacia do Mundaú, defronte as constantes ocorrências de inundação e alagamentos, a investigação da complexidade das nascentes é um subsídio a gestão, conservação e entendimento do Sistema de Bacia.

Foram levantadas e mapeadas neste estudo, um total de 49 nascentes na Bacia do Mundaú, situadas nas sub-bacias Alto Curso, Médio e Baixo Curso, Inhaúmas, Canhoto e Satuba (Quadro 1). Foram contabilizadas no Alto Curso, 19 nascentes, contidas em municípios de Garanhuns e Correntes; no Médio Curso, 19 nascentes, entre os municípios de Santana do Mundaú, São José da Laje, União dos Palmares e Branquinha; no Baixo Curso, 6 nascentes, em Murici; no Inhaúmas, 3 nascentes, localizada em Palmeirina; no Canhoto, 1 nascente, em Canhotinho e no Satuba 1 nascente, município de Satuba (Quadro 1).

Tendo em vista o relevo como determinante na ocorrência e dinâmica das nascentes, a hipsometria demonstra que, nas maiores concentrações altitudes, contribui para o maior entalhamento da rede hídrica neste local, maior dinâmica de escoamento superficial e suscetibilidade de erosão das encostas (SILVA et al., 2024). Observando-se as características morfoestruturais da Bacia, as maiores elevações ocorrem nas Sub-bacias do Alto Curso, Inhaúmas e Canhoto, ao passo que, o Médio Curso seguem setores de rebaixamento do terreno, tidas como Depressão periférica, até os Depósitos sedimentares do Quaternário, nas Sub-bacias do Baixo Curso e Satuba.

Quadro 1- Número de nascentes mapeadas nas Sub-bacias e municípios.

Sub-bacias	Município	Número de nascentes mapeadas
Alto Curso	Garanhuns	6
	Correntes	13
Inhaúmas	Palmeirina	3
Canhoto	Canhotinho	1
Médio Curso	Santana do Mundaú	13
	São José da Laje	1
	União dos Palmares	1
	Branquinha	4
Baixo Curso	Murici	6

Fonte: Primeira autora (2021-2023), com base em trabalhos de campo.

Síntese das configurações das nascentes

Alto curso: maiores magnitude de vazão

Ressaltando as características oportunas encontradas nas 49 nascentes mapeadas, este tópico buscou realizar uma síntese das configurações das nascentes. As nascentes 32GA e 33GA (Figura 2A e D) são elencadas com as maiores magnitudes de vazão entre as sub-bacias. De tal maneira, estrutura e relevo atuam sobre a taxa de quantidade de água. A estrutura morfológica de exfiltração Duto e Olho, posteriormente, são as tendências que ocorrem nestas nascentes. Além disso, as exfiltrações acontecem de modo múltiplo, ou seja, dois Dutos e dois Olhos de exfiltração. Felipe (2013) relata que as nascentes originadas nesse contexto apresentam o duto, com as águas exfiltrando de modo pontual, em alguns casos, pode haver exfiltração múltipla, ou seja, mais de um duto relacionado a uma mesma nascente.

As maiores vazões estão associadas a exfiltrações em Duto e Olho, que também podem ocorrer de forma pontual, são nestas configurações que estão associadas as maiores médias de vazões, o que reforça a associação com a energia dos fluxos já que os dutos são feições puramente erosivas (FELIPPE, 2009).

Em contrapartida, estes fatores também são controlados e influenciados por sua estrutura geológica. Quando investigado a litologia, os aquíferos de armazenamento desta região são de origem fissural e constituição rochosa quartzítica, conferindo uma particularidade: concentração do fluxo subterrâneo, grande intensidade no volume de água, ocorrência de diversas nascentes em um ambiente.

Os aquíferos fissurais possuem poros extremamente pequenos e não conectados, forçando a água em direção às discontinuidades físicas da rocha, onde se acumula e flui com maior energia (FELIPPE, 2009). Tal é a concentração de energia, que o deflúvio formado posterior a nascentes 33GA (Figura 2D), o fluxo é intenso (Figura 2E), de tal modo que diversos canais de 1ª ordem são formados. Ainda, a atuação das encostas, de relevo acentuado a montante da exfiltração, sobretudo no período chuvoso, tem influência na condição estrutural da paisagem. Como as nascentes encontram-se em fundo de vale, os fluxos escoam para a regiões baixas, promovendo carreamento grande quantidade de sedimentos e posteriormente, excedente de erosão (Figura 2B).

Os registros de alteração dos ambientes de nascente remontam desde o século XIX. Desde então, nas décadas de 20, a utilização das nascentes passou a ser intensa com o sistema

de encanamento para o abastecimento público, através da água da nascente Pau Pombo (33GA) e conseguinte para as nascentes Vila Maria (32GA) e Pau Amarelo (46GA); só em 1970 o uso das nascentes para o abastecimento urbano de Garanhuns foi suspenso pela suspeita de contaminação por esgoto (SOARES, 2015). Resquícios advindos da época ainda são encontrados, como a lavanderia manual, da qual recebe água captada da nascente 32GA (Figura 2C).

Figura 2- Ambiente de afloramento da nascente 32GA (A), ambientes de nascentes erodidos, pelo carreamento dos sedimentos na nascente 32GA, no período chuvoso (B)*, captação da água da nascente 32GA para a lavanderia manual (C), exfiltração da nascente 33GA (D), deflúvio dos canais de 1ª ordem (E).



Fonte: Autora (2021-2023). *11B- Acervo de campo de Iaponan Cardins de Sousa Almeida.

Médio curso e Satuba: nascentes com maiores indicativos de contaminação e poluição

A influência humana prevê alterações preocupantes nos sistemas de águas doces. As características geomórficas das nascentes, a qualidade da água e a garantia de conservação, já se encontram comprometidas em todos espaços. O painel encontrado nas nascentes 10BQ, 13BQ (Figuras 3A a 3D) e 18ST (Figura 3E e F) refletem os impactos das atividades agrícolas

e urbanos. Usualmente comum nos espaços rurais, o uso e aplicação de agrotóxicos nas proximidades dos cursos d'águas, construção de residências e contaminação da água são problemas que atingem o equilíbrio das paisagens e da saúde pública, já que a água das nascentes é utilizada no consumo diário.

Não se pode esperar que qualquer hidrossistema de nascente seja semelhante em termos de condições hidrogeológicas e ecológica como anteriormente, em vias de condições equilibradas e naturais. A recuperação da singularidade das nascentes, a ideia de compensação de mitigação de problemas nunca será verdadeiramente alcançada se estes ambientes ainda sejam impactados (AMOR *et al.*, 2022).

Figura 3- Nascente 10BQ (A) com aspecto de água turvo (A), nascente 13BQ em processo de eutrofização (B), nascente 18ST e aparatos urbanos próximo a nascente (C).



Fonte: Primeira autora (2021-2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram identificadas e mapeadas 49 nascentes distribuídas nas seis Sub-bacias da Bacia do Mundaú. No diagnóstico de campo observam-se uma gama de aspectos antropogênicos no sistema de nascente: descaracterização natural da nascente, pressão urbana, intervenção agrícola, compactação do solo, desmatamento da vegetação nativa. Muitos ambientes de exfiltração das nascentes encontram-se amplamente atingidos por uma infinidade de atividades do uso e cobertura da terra. As nascentes do Mundaú são ambientes de importância, pela estrutura morfológica, geológica, geomorfológica e ecoidrológica, que requerem medidas de recuperação, preservação e conservação.

Palavras-chave: Afloramento de água; Mapeamento, Diagnóstico ambiental, Intervenção antropogênica.

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco, pela concessão da bolsa de doutorado. Projeto submetido e aprovado no edital FACEPE 14/2021.

REFERÊNCIAS

AMOR, A. H.; ZDON, A.; FRAGA, N. S.; COHEN, B.; MEJIA, M. P.; MAXWELL, R.; PARKER, S. S. Statistical evaluation of the similarity of characteristics in springs of the California Desert, United States. **Front. Environ. Sci.**, v. 10, n. 24, p. 1-10, out. 2022.

DUARTE, J. P. P. Importância e função das nascentes nas propriedades rurais: uma análise conceitual dos cinco passos para sua proteção. In. IX Congresso Brasileiro de Gestão ambiental, 9, 2018, São Bernardo do Campo. **Anais...** São Bernardo do Campo, 2018. p. 1-9.

FELIPPE, M. F. **Gênese e dinâmica de nascentes: contribuições a partir da investigação hidrogeomorfológica em região tropical**. 2013, 254 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

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, Belo Horizonte, 2009.

SANTOS, D. R. C. da S. SANTOS, V. C. dos. Impactos ambientais macroscópicos e qualidade da água em nascentes localizadas na Vila Bananeira, Arapiraca-AL. **Diversitas Journal**, Maceió, v. 6, n. 1, p. 481-498, jan/mar. 2021.

SILVA, M. H. M. e; SILVA, F. L.; MORAIS, M. A.; MORAIS, M. A. V.; PAULA, C. da S. Dinâmica geoambiental e qualidade da água na bacia do baixo Paranaíta, Amazônia Mato-grossense. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 17, n. 3, p. 1812-1832, mai/jun. 2024.

SOARES, A. B. **Análise da problemática socioambiental de nascentes urbanas no município de Garanhuns-PE**. 2015. 153 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

TÓTH, Á. KOVÁCS, S.; KOVÁCS, J.; MÁDL-SZÓNYI, J. Springs regarded as hydraulic features and interpreted in the context of basin-scale groundwater flow. **Journal of Hydrology**, Connecticut, v. 610, n. 4, p. 1-14, abr. 2022.

WU, J.; EY, L.; WU, C.; CHANG, Q.; XIN, Z.; ZHANG, C.; ZHOU, H. Spatial variation of channel head curvature in small mountainous watersheds. **Hydrology research**, London, v. 50, n. 5, p. 1251-1266, out. 2019.