

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE NASCENTES NO CARIRI CEARENSE POR MEIO DO ÍNDICE DE IMPACTO AMBIENTAL EM NASCENTES-IIAN

*Ryanne Bezerra de Melo*¹ ; *Celme Torres Ferreira da Costa*² ; *Paulo Roberto Tavares Lacerda*³ ;
*Ana Rute Batista Pereira*⁴ ; *Isaac Felix Victor*⁵

Abstract: Although the recurrent history of water scarcity typical of the northeastern semi-arid region of Brazil, the Cariri region of Ceará, located in the Araripe Sedimentary Basin, stands out for its significant underground water reserves. Its springs are essential for various uses but are under increasing anthropogenic pressure. With the aim of analyzing the preservation these environments, a characterization of the conservation status of four representative springs in the region was carried out: Farias and Guaribas (Barbalha-CE), Batateira (Crato-CE), and Saco (Porteiras-CE), using the Spring Environmental Impact Index (IIAN), with a focus on environmental diagnosis and sustainable water resource management. Among them, the Farias and Saco springs achieved the highest scores according to the method, falling short of the maximum score only due to anthropogenic exploitation and their location within private property. In contrast, the Guaribas spring received the lowest score, marking the lower limit of the category in which it was classified. The study showed that the springs are in a comfortable state of preservation, although improvements are still needed regarding access by domestic animals, anthropogenic use, and the surrounding area, as well as the expansion of the preservation radius provided by law.

Resumo: Apesar do histórico recorrente de escassez hídrica típico do semiárido nordestino, a região do Cariri cearense, situada na Bacia Sedimentar do Araripe, destaca-se pela expressiva reserva subterrânea de água que abriga. Suas nascentes são essenciais para diversos usos, mas sofrem crescente pressão antrópica. Com o objetivo de analisar a preservação desses ambientes, realizou-se uma caracterização do estado de conservação de quatro nascentes representativas da região: Farias e Guaribas (Barbalha-CE), Batateira (Crato-CE) e Saco (Porteiras-CE), aplicando o Índice de Impacto Ambiental em Nascentes (IIAN), com foco no diagnóstico ambiental e na gestão sustentável dos recursos hídricos. Em relação às nascentes Farias e Saco, observou-se que foram as nascentes que alcançaram a maior pontuação segundo o método, e que só não atingiram a pontuação máxima por sofrerem exploração antrópica e por se encontrarem dentro de propriedade privada. Em contrapartida, a nascente Guaribas apresentou a nota mais baixa, sendo o limite inferior da categoria a qual se enquadrou. O estudo demonstrou que as nascentes se encontram em um grau de preservação confortável, embora ainda necessitem de melhorias quanto ao acesso por animais domésticos, o uso antrópico e a área de inserção, bem como a ampliação do raio de preservação previsto em lei.

¹) Bolsista CNPq, Universidade Federal do Cariri, Av. Ten. Raimundo Rocha, 1639 - Cidade Universitária, Juazeiro do Norte, CE, (88) 9 9765-6808, ryannebmelo@hotmail.com

²) Prof. Titular, Universidade Federal do Cariri, Av. Ten. Raimundo Rocha, 1639 - Cidade Universitária, Juazeiro do Norte, CE, (88) 9 9980-1070, celme.torres@ufca.edu.br

³) Prof. Adjunto IV, Universidade Federal do Cariri, Av. Ten. Raimundo Rocha, 1639 - Cidade Universitária, Juazeiro do Norte, CE, (88) 98836-5768, paulo.tavares@ufca.edu.br

⁴) Bolsista BPI/Funcap, Universidade Federal do Cariri, Av. Ten. Raimundo Rocha, 1639 - Cidade Universitária, Juazeiro do Norte, CE, (88) 9 9903-2662, anarutebpereira@gmail.com

⁵) Bolsista CNPq, Universidade Federal do Cariri, Av. Ten. Raimundo Rocha, 1639 - Cidade Universitária, Juazeiro do Norte, CE, (88) 9 9961-7389, felix.isaac@aluno.ufca.edu.br

Palavras-Chave – Nascentes, semiárido, IIAN.

INTRODUÇÃO

A região do Cariri, localizada ao Sul do Estado do Ceará, é apontada como uma exceção à semiaridez do Nordeste brasileiro devido às condições hidrogeológicas que a compõem. Isso se dá principalmente pela capacidade de acumulação hídrica do aquífero suspenso presente na camada da Formação Exu, que prevalece em toda a Chapada do Araripe, sendo a Bacia Sedimentar do Araripe a maior reserva de água subterrânea existente no Estado (Guerra et al., 2020). Essa reserva é a principal fonte hídrica da região, atendendo aos usos de abastecimento público, industrial e irrigação, através de poços tubulares, poços escavados e fontes hidrológicas (Costa *et al.*, 2020).

Vale ressaltar que a região do Cariri conta com 293 fontes hidrológicas na Bacia Sedimentar do Araripe, com a surgência ocorrendo na encosta da Chapada. Em 2009, a Companhia de Gerenciamento de Recursos Hídricos (COGERH) inventariou 69 desses afloramentos, dos quais 58 estão situados no município do Crato, e 11 no município de Barbalha (Gomes *et al.*, 2007). A COGERH realiza o monitoramento de 10 fontes que afloram no Cariri Cearense, consideradas as mais importantes para a região, cuja relevância se dá pelas suas vazões de escoamento, consideradas altas, e pelas suas diversidades de uso (COGERH, 2023).

Em torno da temática no local, existe a preocupação a respeito da superexploração dos recursos hídricos da região, incluindo as fontes hidrológicas, esse receio envolve fatores que Villar (2016) exemplifica ao se referir à superexploração da água subterrânea, tais como a redução do volume de água contida nos aquíferos subterrâneos, a degradação da qualidade da água, a perda de ecossistemas e a diminuição do volume disponível de águas superficiais. Gonçalves *et al.* (2016) revela que a exploração da água deve manter um sistema equilibrado, respeitando a capacidade de renovação dos corpos de água, de modo que o volume retirado não seja superior ao que a reserva consiga repor.

Diante do exposto, esta pesquisa tem como objetivo caracterizar as nascentes da área de estudo, considerando seus aspectos qualitativos e ambientais, por meio da análise do Índice de Impacto Ambiental em Nascentes - IIAN, de modo a contribuir para o diagnóstico ambiental desses importantes recursos hídricos.

METODOLOGIA

Área de estudo

A Região do Cariri, localizada no sul do Estado do Ceará, conta com 29 municípios que juntos totalizam uma população de 1.156.735 habitantes, segundo o censo do IBGE de 2022 (IBGE, 2024). Na Região do Cariri está inserida a Bacia Sedimentar do Araripe, onde se encontra a maior reserva de água subterrânea do Estado. Sua relevância se dá pela qualidade da água, além de ser responsável pelo abastecimento de 90% da população dos municípios, por meio de poços tubulares e/ou nascentes (Cavalcante *et al.*, 2011; IPECE, 2015). A Chapada do Araripe é uma feição geomorfológica associada à formação geológica da Bacia Sedimentar do Araripe, ocupando uma área de aproximadamente 8.000 km² com altitudes variando de 700 a 1.000 m, cuja superfície se apresenta como uma chapada propriamente dita, agindo como o divisor de águas das bacias hidrográficas dos rios Jaguaribe (CE) ao norte, São Francisco (PE) ao sul e Parnaíba (PI) a oeste (Mendonça, 2000; Cavalcante et al., 2011). A sua diversificação litológica é a grande responsável pela acumulação hídrica e pelo afloramento de 344 nascentes que surgem na encosta da Chapada, sendo, portanto,

caracterizada por sequência alternadas de arenitos, siltitos, calcários, argilitos e folhelhos, o que gera uma alternância de aquíferos, aquíferos e aquíclides (DNPM, 1996; Gomes et al., 2007; Aguiar et al., 2012).

A formação Exu, localizada no topo da Chapada, é a principal fonte de recarga em virtude da porosidade e permeabilidade conferida pelo material que a constitui, sendo composto por um maciço arenoso. Tal porosidade associada à baixa declividade encontrada no topo da chapada proporciona a alta capacidade de acumulação hídrica, originando o Aquífero Superior (Fm. Exu e Araripina), o Aquífero do Grupo Santana (Fm. do Grupo Santana), o Aquífero Médio (Fm. Barbalha, Abaiara e Missão Velha), Aquífero (Fm. Brejo Santo) e o Aquífero Inferior (Fm. Mauriti), que propiciam o afloramento de inúmeras nascentes nas encostas da chapada responsáveis pelo nascimento dos cursos d'água de primeira ordem da bacia hidrográfica (Lima, 2015; Silva et al., 2022; Pereira et al., 2022).

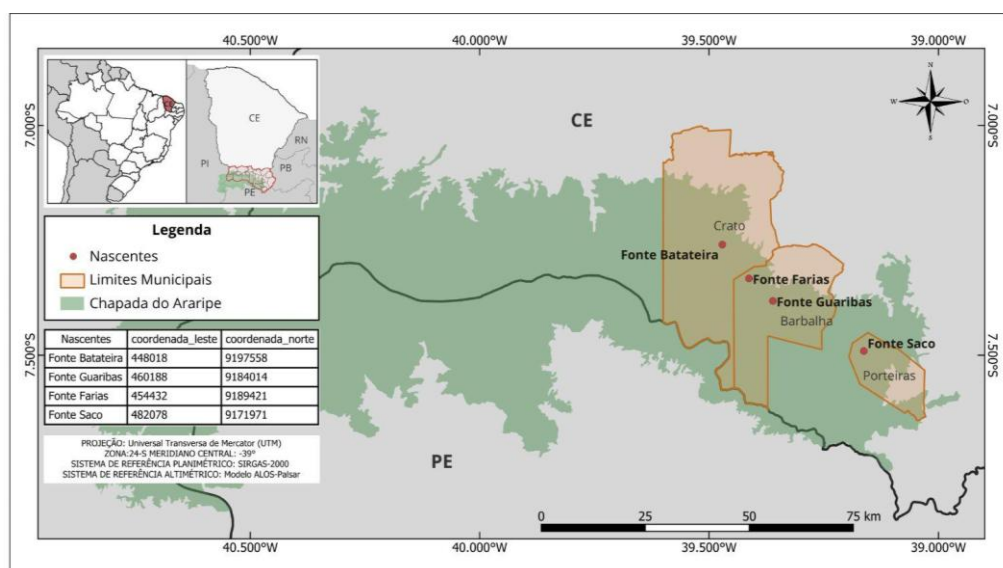
Nesta pesquisa foram analisadas as condições de conservação das nascentes da Batateira, Farias, Guaribas e Saco, apresentadas na Figura 1. A localização de cada uma das nascentes está representada no mapa de localização na Figura 2.

Figura 1 - Ponto de surgência das nascentes Batateira (a), Farias (b), Guaribas (c), e Saco (d)



Fonte: Autores, 2025

Figura 2 - Mapa de localização das nascentes Batateira, Farias, Guaribas e Saco



Fonte: Cogerh (2024); IBGE (2025). Elaboração: Autores (2025)

Para a avaliação das condições de conservação das nascentes, foram realizadas campanhas de campo em duas datas distintas. A primeira ocorreu em 6 de agosto de 2024, nas nascentes Batateira e Farias, e a segunda foi conduzida em 8 de outubro de 2024, nas nascentes Guaribas e Saco. A coleta de dados foi realizada no ponto de surgência. Foram realizados registros fotográficos com o objetivo de documentar e subsidiar a análise das condições observadas *in loco*. Para mensurar o grau de preservação de cada nascente, foi aplicada a metodologia de determinação de Índice de Impacto Ambiental em Nascentes - IIAN, desenvolvida por Gomes (2005).

Diversos autores contribuíram com o aprimoramento da metodologia supracitada. À lista de parâmetros, foram adicionadas outras variáveis por diferentes trabalhos, sendo as principais: o uso das nascentes, cuja quantificação difere da apresentada por Gomes (2005); o acesso a elas; a presença de equipamentos urbanos; a proximidade a áreas urbanas (Felippe, 2009; Paraguassú *et al.*, 2010; Felippe *et al.*, 2012). Desta forma, a metodologia do índice de impacto ambiental macroscópico em nascentes considera os parâmetros listados na Tabela 1, cuja classificação atribui valores qualitativos de “bom”, “médio” e “ruim”, quantificados em 3, 2 e 1 pontos, respectivamente.

Cabe destacar que, de acordo com as informações de biólogos da ONG AQUASIS, chegou-se à constatação de que o termo “uso pela fauna” se apresentava inadequado para o estudo, sendo adaptado para o termo “uso por animais de criação”, visto que o uso pela fauna nativa é positiva e favorece a biodiversidade local, por outro lado, o uso por animais de criação, ou exóticos, podem causar impactos como contaminação e pisoteio do solo, compactando-o e dificultando os processos de infiltração.

Tabela 1 – Parâmetros macroscópicos.

Parâmetro Macroscópico	Qualificação		
	Ruim (1)	Médio (2)	Bom (3)
Cor da água	escura	clara	transparente
Odor da água	forte	com odor	ausente
Lixo	muito	pouco	ausente
Materiais flutuantes	muito	pouco	ausente
Espumas	muito	pouco	ausente
Óleos	muito	pouco	ausente
Esgoto	presença	evidência	ausente
Vegetação	degradada ou ausente	exótica	nativa em bom estado
Uso por animais de criação	presença	evidência	ausente
Uso antrópico	presença	evidência	ausente
Proteção (cerca)/acesso	ausente	presente, mas com fácil acesso	presente, mas com difícil acesso
Áreas Construídas	A menos de 50 m	Entre 50 e 100 m	Acima de 100 m
Tipo de área de inserção	Informação ausente	Propriedade privada	Área protegida

Fonte: Adaptado de Gomes (2005), Felippe e Magalhães (2012) e Leal *et al.* (2017).

Por meio das campanhas de campo foi possível verificar a maioria dos parâmetros indicados pela metodologia, como cor, odor, presença de lixo, materiais flutuantes, espumas, óleos e esgoto, além dos usos antrópicos ou por animais de criação, a proteção e as condições de acesso. Além das campanhas de campo, foram adquiridas e processadas imagens de satélite utilizando o *software* QGIS, permitindo uma análise mais detalhada do entorno das nascentes, com ênfase na cobertura vegetal e na ocupação antrópica. As áreas de inserção, tomou-se conhecimento por meio da Cogerh.

A atribuição quantitativa aos valores qualitativos gera à nascente uma pontuação com base no seu enquadramento em cada uma das variáveis apresentadas. Assim, o afloramento poderá pontuar no mínimo 11 pontos, quando todos os parâmetros forem considerados ruins, e no máximo 39 pontos, caso todos os parâmetros sejam considerados bons (Leal et al., 2017). Dessa forma, foi possível calcular o somatório da pontuação de cada tópico avaliado para cada uma das quatro nascentes. Resultando em uma nota final a qual permitiu atribuir um grau de conservação associado a tal resultado, conforme a classificação da Tabela 2.

Tabela 2 – Classificação das nascentes quanto à preservação.

Classe	Grau de Preservação	Pontuação
A	Ótima	37 a 39
B	Boa	34 a 36
C	Razoável	31 a 33
D	Ruim	28 a 30
E	Péssimo	< 28

Fonte: Gomes (2005).

RESULTADOS

A seguir, são apresentados os resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia proposta nas quatro nascentes avaliadas: Batateira, Farias, Guaribas e Saco, todas localizadas na região da Chapada do Araripe, no Cariri cearense. A avaliação seguiu os parâmetros definidos pela metodologia IIAN, resultando na atribuição de pontuações e classificações de conservação para cada uma das áreas.

Caracterização das Nascentes

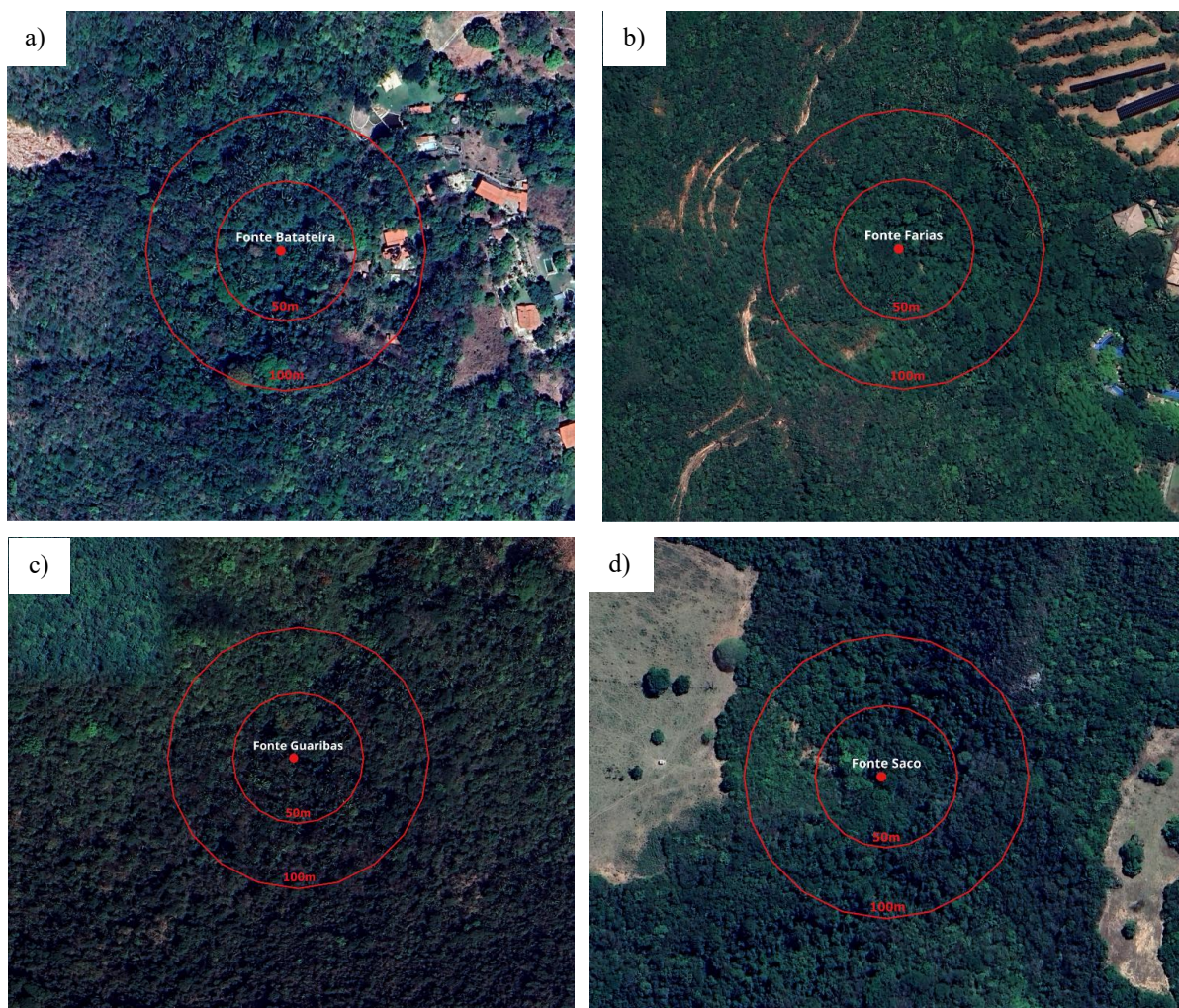
Inicialmente, foi feita a análise sobre a área de inserção das nascentes selecionadas, que revelou que as quatro encontram-se em Área de Proteção Ambiental – APA, porém todas estão dentro de áreas particulares, com destaque para a nascente Farias que se localiza dentro do Parque Arajara Park, o qual é responsável pela conservação da nascente Farias.

Quanto ao uso por animais de criação, não foram encontradas evidências de sua ocorrência nos dias que campanhas de campo foram realizadas, no entanto, em uma conversa com um dos participantes do painel de especialistas, se obteve a informação que há a presença de cães nas nascentes, que chegam a acessá-las. Por outro lado, durante as visitas às nascentes Farias e Guaribas foram avistadas espécies nativas: um sagui na nascente Farias, e um Soldadinho-do-Araripe, na Guaribas.

Além disso, cabe mencionar a contagem de machos da espécie do Soldadinho-do-Araripe registrada em documentos internos da ONG Aquasis para cada uma das nascentes. Assim, a nascente Batateira é a que detém a maior quantidade de machos registrados dentre as nascentes avaliadas, apresentando uma média de 6 machos entre os anos de 2015 a 2019. A nascente Farias apresentou uma média de 4 machos entre os anos de 2016 a 2022. A nascente Guaribas conta com uma média de macho, calculada para os anos de 2016 a 2022. Por fim, a nascente Saco não apresenta nenhum macho registrado por não fazer parte das áreas habitadas ou possivelmente habitadas pela espécie, no entanto, em conversa com um biólogo da Aquasis, tomou-se conhecimento de relatos de avistamento da ave nas proximidades da nascente, mas não há dados oficiais que confirmem o registro. Apesar disso, o Soldadinho-do-Araripe pode ser considerado como espécie indicadora de qualidade para o local, dado que a nascente tem potencial para abrigar a ave.

Para avaliar a cobertura vegetal e a presença de edificações no entorno das nascentes, além das visitas de campo, também foram realizadas análises de imagens de satélite, por meio do software Qgis, considerando os raios de 50 m e 100 m propostos na metodologia do IIAN. Desta forma, durante as visitas de campo, observou-se que as nascentes apresentaram uma boa conservação da vegetação no seu entorno. No entanto, ao avaliar as imagens de satélite (Figura 3), observou-se alguns achados.

Figura 3 - Imagens de satélite das nascentes Batateira (a), Farias (b), Guaribas (c), e Saco (d)



Fonte: Cogerh, 2024; IBGE, 2025; Google Earth, 2025.

Conforme a Figura 4, a nascente Batateira, apesar do bom estado de conservação da vegetação dentro do raio de 50 m, apresentou a presença de edificações dentro do raio de 100 m, e uma pequena área que invade a delimitação de 50 m. Já as nascentes Farias e Guaribas apresentaram um elevado grau de conservação, não demonstrando quaisquer avarias no seu entorno, exceto áreas de deslizamento fora do raio de 100 m da fonte Farias. Por outro lado, a nascente Saco apresentou uma pequena área desmatada entre as delimitações dos raios de 100 e 50 m, com uma parte invadindo o raio de 50 m. Além disso, convém mencionar uma grande área desmatada próxima à nascente Saco, que apesar de estar fora do raio estipulado pela metodologia do IIAN, são motivo de preocupação pois podem impactar negativamente nas nascentes e no lençol freático, considerando que a cobertura vegetal exerce um papel fundamental na promoção da infiltração, favorecendo a recarga hídrica ao permitir a percolação de volumes mais expressivos de água.

Foi verificada na nascente Batateira a presença de tela de sombrite acima do córrego até o ponto de captação, com a finalidade de evitar a obstrução dos equipamentos de transporte de água por folhas, bem como cercas e câmeras de segurança instalados para a proteção do local, que apesar de presentes no local, não são suficientes para dificultar o acesso à nascente. A nascente Farias é protegida pelo parque aquático Arajara Park, onde a visita à nascente só é possível com o acompanhamento de algum dos profissionais responsáveis pela visita, bem como mediante pagamento de ingresso ou autorização para adentrar o local, além disso, o local ainda conta com câmeras de segurança para reforçar a proteção da nascente. Em contraste, a nascente Guaribas não apresentou quaisquer medidas de proteção, permitindo livre acesso à nascente. A nascente Saco apresentou apenas a presença de cercas instaladas para proteger o ponto de surgência da água, porém, conforme detalhado pelo técnico da Cogeh, o proprietário das terras onde a nascente está localizada não permite a entrada de pessoas ao local, o que pode dificultar o acesso indevido por infratores.

A análise da qualidade da água nas nascentes revelou que a maioria delas apresentou boas condições, não sendo constatada nenhuma inconformidade quanto aos parâmetros analisados pelo método IIAN, com exceção da nascente Guaribas, onde a água apresentou leve odor e a presença de mosquitos e outros insetos. Por outro lado, todas as nascentes apresentaram sinal de pressão antrópica, especialmente as nascentes Batateira, Farias e Guaribas, que apresentaram um significativo grau de canalização. A primeira delas destina grande parte da água para o abastecimento humano e irrigação, apesar disso, observou-se um volume significativo de água excedente que não era direcionado ao tanque de captação em diversos pontos e a existência um corpo hídrico a montante da fonte, conhecido popularmente como “açudinho”. A respeito da nascente Farias cabe mencionar que parte da água explorada é utilizada pelo parque aquático para atividades de lazer. A nascente Guaribas também apresentou alto grau de utilização ao ponto de gerar conflitos pela partilha da água que, conforme relatado pelo técnico da Cogeh, a instalação de uma estrutura mais complexa para distribuir a água nos barriletes não foi suficiente para inibir as intervenções por parte dos infratores. Já a nascente Saco, também possui barrilete de distribuição, mas foi possível verificar a existência de um lago artificial próximo ao tanque de captação, por onde recebe as águas que são acumuladas pelo barramento feito com sacos de areia.

De acordo com o verificado no estudo, foi possível determinar o grau de conservação de cada nascente conforme apresentado nas Tabelas 3 e 9.

Tabela 3 – Caracterização das nascentes

Parâmetro Macroscópico	BATATEIRA			FARIAS			GUARIBAS			SACO		
	R	M	B	R	M	B	R	M	B	R	M	B
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Cor da água			X			X			X			X
Odor da água			X			X	X					X
Lixo			X			X			X			X
Materiais flutuantes			X			X			X			X
Espumas			X			X			X			X
Óleos			X			X			X			X
Esgoto			X			X			X			X
Vegetação			X			X			X			X
Uso antrópico	X			X			X			X		
Uso por animais de criação	X					X	X					X
Proteção (cerca)/acesso		X				X	X					X
Áreas Construídas		X				X			X			X

Tipo de área de inserção	X	X	X	X
TOTAL	32	36	31	36

Fonte: Autores, 2024

Tabela 4 - Grau de Preservação das nascentes

Nascente	Classe	Grau de Preservação	Pontuação
Batateira	C	Razoável	32
Farias	B	Boa	36
Guaribas	C	Razoável	31
Saco	B	Boa	36

Fonte: Autores, 2024

Diante dos resultados obtidos, alguns destaques podem ser feitos. Em relação às nascentes Farias e Saco, observou-se que foram as nascentes que alcançaram a maior pontuação segundo o método, com uma nota equivale ao limite superior da categoria a qual se enquadram, e que só não atingiram a pontuação máxima por sofrerem exploração antrópica e por se encontrarem dentro de propriedade privada. Em contrapartida, a nascente Guaribas apresentou a nota mais baixa, sendo o limite inferior da categoria a qual se enquadrou.

CONCLUSÃO

O estudo revelou que as nascentes não se encontram em grau de preservação preocupante, no entanto que ainda há muitas melhorias que podem ser adotadas. Dentre os problemas verificados que impactaram no grau de preservação das nascentes, se destaca o acesso de animais domésticos, o uso antrópico e a área de inserção.

Diante disso, algumas melhorias podem ser propostas para garantir uma maior preservação destas, como a instalação de cercamentos mais eficientes a fim de evitar a circulação de cães e infratores no local. A execução de operações de regularização de usuários durante campanhas de medição de vazão por parte do órgão gestor das nascentes, de forma a verificar interferências nos dispositivos de distribuição e aplicar as punições cabíveis aos responsáveis, e a desapropriação das áreas em favor do Estado, para garantir a preservação efetiva e eficiente das áreas.

Além disso, observou-se que os raios propostos pela metodologia podem não ser suficientes, visto que a área das nascentes é um ambiente sensível às alterações ambientais, como o desmatamento, que impacta na infiltração e recarga do lençol freático. A formação Exu da Chapada do Araripe é especialmente sensível a esse tipo de modificação por ser onde ocorre a recarga do aquífero, por tanto, a análise do desmatamento na área merece atenção para além dos raios de 50 e 100 m.

Por fim, a metodologia utilizada se mostrou essencialmente importante para se tomar conhecimento dos caminhos para melhorar a conservação das nascentes e alcançar a sustentabilidade nesses ambientes, para garantir um ambiente favorável à fauna, flora e vida humana, bem como garantir um monitoramento integrado com a qualidade ambiental desses ambientes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap) pelo apoio financeiro concedido à pesquisa. O fomento proporcionado vem contribuindo diretamente para o avanço do conhecimento sobre nascentes e sua integração na agenda científica dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Robério Bôto de et al. Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas: relatório diagnóstico aquífero Missão Velha bacia sedimentar do Araripe. Belo Horizonte: CPRM, 2012. E-book.

CAVALCANTE, Itabaraci Nazareno; VERÍSSIMO, Liano Silva. A importância das águas subterrâneas do vale do cariri, chapada do araripe–estado do Ceará. Os recursos hídricos do ceará: integração, gestão e potencialidades, p. 66, 2011.

COGERH. Gerência de Monitoramento Qualitativo e Quantitativo. Companhia de Gestão de Recursos Hídricos, Crato, CE: 2023.

COSTA, Celme Torres F. et al. Análise multivariada aplicada ao estudo hidroquímico das águas subterrâneas na bacia sedimentar do Araripe–CE. Águas Subterrâneas, São Paulo - SP, v. 34, n. 2, abr. 2020.

DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral. Cadastro de fontes: avaliação hidrogeológica da Bacia Sedimentar do Araripe. Recife: DNPM, 1996.

FELIPPE, Miguel Fernandes. Caracterização e Tipologia de Nascentes em Unidades de Conservação de Belo Horizonte-MC com Base em Variáveis Geomorfológicas Hidrológicas e Ambientais. Dissertação (Mestrado em Geografia e Análise Ambiental) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

GOMES, Priscila Moreira; DE MELO, Celine; DO VALE, Vagner Santiago. Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia-MG: análise macroscópica. Sociedade & Natureza, v. 17, n. 32, p. 103-120, 2005.

GOMES, Carisia Carvalho; COSTA, Celme Torres; MESQUITA, Francisco José Felix. Atuação da Cogerh na Gestão das Fontes Naturais de Água na Chapada do Araripe-Região Do Cariri-CE. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 8., 2007, São Paulo. Anais. São Paulo: ABRH, 2007.

GONÇALVES, Roger Dias; ENGELBRECHT, Bruno Zanon; CHANG, Hung Kiang. Análise hidrológica de séries históricas da bacia do Rio Grande (BA): Contribuição do sistema aquífero urucuia. Águas Subterrâneas, v. 30, n. 2, p. 190-208, 2016.

GUERRA, Maria Daniely Freire; DE SOUZA, Marcos José Nogueira; DA SILVA, Edson Vicente. Veredas da Chapada do Araripe: subespaços de exceção no semiárido do estado do Ceará, Brasil. Ateliê Geográfico, Goiânia - GO, v. 14, n. 2, p. 51-66, ago. 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Cidades e Estados. 2024. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados>>. Acesso em: 8 jun. 2024.

IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. As regiões de planejamento do Estado do Ceará. 2015.

LEAL, Mariana Santos; TONELLO, Kelly Cristina; DIAS, Herly Carlos Teixeira; MINGOTI, Rafael. Caracterização hidroambiental de nascentes. *Revista Ambiente & Água*, v. 12, p. 146-155, 2017.

LIMA, F. J. D. Evolução geomorfológica e reconstrução paleoambiental do setor subúmido do Planalto Sedimentar do Araripe: um estudo a partir dos depósitos colúviais localizados nos municípios de Crato e Barbalha-Ceará, 2015. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, 2015.

MENDONÇA, Luiz Alberto Ribeiro et al. Qualidade da água na chapada do araripe e sua vulnerabilidade. *Águas Subterrâneas*, 2000.

PARAGUASSÚ, Larissa; MIRANDA, Vinícius; FELIPPE, Miguel; MAGALHÃES, Antônio. Influência da urbanização na qualidade das nascentes de parques municipais em Belo Horizonte-MG. VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia, p. 1-16, 2010.

PEREIRA, Rosagleyde da Silva; MOURA-FÉ, Marcelo Martins de. Evolução geomorfológica do Pontal da Santa Cruz, Santana do Cariri/CE: contexto regional. In: *Semana Universitária da URCA*. In: VII Semana de Iniciação Científica da URCA, 12 a 16 de dezembro de 2022, Crato/CE. Tema: Divulgação Científica, Independência e Soberania Nacional. *Anais... Crato/CE: Editora da URCA*, 2022. p. 1-6.

SILVA, João Victor Mariano; MOURA FÉ, Marcelo Martins; COSTA, Celme Torres Ferreira. Análise ambiental integrada das nascentes de Crato–CE: fundamentos para o desenvolvimento sustentável. *Pesquisas em Geociências*, v. 49, n. 3, p. e123641-e123641, 2022.

VILLAR, P. C. As águas subterrâneas e o direito à água em um contexto de crise. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v.19, n.1, p. 83-102, 2016.