ANÁLISE EXPLORATÓRIA DA FAVORABILIDADE HIDROGEOLÓGICA RASA NA PORÇÃO CENTRAL DA REGIÃO METROPOLITANA DE ARACAJU, SERGIPE

Anna Beatriz Bastos Oliveira[1]; Nyvia Maria Santos Ribeiro Saturnino[2]; Leandro Ramos Pinheiro[3]; Clívia Santana Maia Santos[4] & Roger Dias Gonçalves[5]

RESUMO – A caracterização hidrogeológica de áreas sedimentares é fundamental para compreender a distribuição e o potencial de exploração da água subterrânea. Este trabalho apresenta uma análise preliminar de favorabilidade hidrogeológica na região costeira do estado de Sergipe, abrangendo os municípios de Nossa Senhora do Socorro, Aracaju e São Cristóvão. A metodologia baseou-se na integração de dados litológicos de 18 poços tubulares, informações geológicas e análise espacial. As litologias descritas nos perfis foram agrupadas conforme seu comportamento hidrogeológico, distinguindo materiais mais permeáveis, como areia e cascalho, de materiais de menor permeabilidade, como argila, silte e folhelho. A partir dessa classificação, calculou-se a razão entre as espessuras acumuladas desses grupos litológicos, utilizada como índice relativo de favorabilidade hídrica. Os resultados indicaram elevada heterogeneidade sedimentar, condicionada pela diversidade de unidades geológicas presentes na área. As maiores favorabilidades foram associadas aos terraços marinhos pleistocênicos, enquanto os menores potenciais ocorreram nos depósitos flúvio-lagunares, de pântano e mangue, além de setores dominados por litologias finas. O mapa de favorabilidade gerado constitui uma ferramenta exploratória para subsidiar estudos hidrogeológicos futuros e auxiliar na identificação preliminar de áreas com maior potencial de armazenamento e circulação da água subterrânea.

ABSTRACT – The hydrogeological characterization of sedimentary areas is fundamental to understanding the distribution and exploitation potential of groundwater. This work presents a preliminary analysis of hydrogeological favorability in the coastal region of the state of Sergipe, encompassing the municipalities of Nossa Senhora do Socorro, Aracaju, and São Cristóvão. The methodology was based on the integration of lithological data from 18 tubular wells, geological information, and spatial analysis. The lithologies described in the profiles were grouped according to their hydrogeological behavior, distinguishing more permeable materials, such as sand and gravel, from lower permeability materials, such as clay, silt, and shale. Based on this classification, the ratio between the accumulated thicknesses of these lithological groups was calculated and used as a relative groundwater favorability index. The results indicated high sedimentary heterogeneity, conditioned by the diversity of geological units present in the area. The highest favorabilities were associated with Pleistocene marine terraces, while the lowest potentials occurred in fluvio-lagoonal, swamp, and mangrove deposits, as well as in sectors dominated by fine lithologies. The generated favorability

[1]) Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil. ab.bastos@academico.ufs.br
[2]) Grupo de Pesquisas Hidrogeológicas e Ambientais (GPHIDRA), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil. nyviasaturnino@academico.ufs.br
[3]) Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil. cliviasantana@academico.ufs.br
[4]) Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil. ramosleandro012@academico.ufs.br
[5]) Departamento de Geologia, Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil. roger.dias@academico.ufs.br

map constitutes an exploratory tool to support future hydrogeological studies and assist in the preliminary identification of areas with higher groundwater storage and circulation potential.

Palavras-Chave – hidrogeologia; favorabilidade aquífera; poços tubulares.

1 – INTRODUÇÃO

No estado de Sergipe, a disponibilidade de água subterrânea está diretamente condicionada à compartimentação geológica e à distribuição das unidades sedimentares da Bacia Sergipe-Alagoas e de suas coberturas quaternárias. A ocorrência de aquíferos está associada, principalmente, à presença de litologias mais permeáveis, como areias, arenitos e cascalhos, enquanto unidades argilosas, siltosas e pelíticas tendem a apresentar baixa condutividade hidráulica, atuando como aquitardes ou níveis de menor produtividade (Feitosa *et al*., 2008; CPRM, 2024). Nesse contexto, a análise litológica de poços tubulares constitui uma ferramenta fundamental para a avaliação preliminar da favorabilidade hidrogeológica.

A área estudada abrange diferentes unidades geológicas presentes em Sergipe, incluindo a Formação Barreiras, a Formação Calumbi, os terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos, os depósitos flúvio-lagunares e os depósitos de pântano e mangue. Essas unidades apresentam comportamentos hidrogeológicos distintos, reflexo de seus ambientes deposicionais e da variação lateral e vertical das fácies sedimentares. A Formação Barreiras, por exemplo, é caracterizada por sedimentos de origem continental, com alternância entre frações arenosas, argilosas e conglomeráticas, o que favorece grande variabilidade hidrogeológica local (Santos *et al*., 1998; CPRM, 2001). Já a Formação Calumbi apresenta predominância de folhelhos e argilitos, com intercalações areníticas subordinadas, condição geralmente associada a menor potencial aquífero em comparação com unidades arenosas mais expressivas (Feijó, 1994; Figueiredo, 2014).

Dessa forma, este trabalho avalia a favorabilidade hídrica relativa de uma área sedimentar em Sergipe a partir da razão areia argila observados em 18 perfis de poços. A interpolação espacial desses índices permite reconhecer zonas de maior e menor potencial hidrogeológico, destacando a influência da heterogeneidade litológica na circulação e no armazenamento da água subterrânea. Os resultados indicam maior favorabilidade nos terraços marinhos pleistocênicos e menor potencial nos depósitos flúvio-lagunares, de pântano e mangue, bem como nos setores dominados por litologias finas da Formação Calumbi.

O presente trabalho tem como objetivo realizar uma caracterização geológica e hidrogeológica preliminar de uma área na região costeira do estado de Sergipe, abrangendo os municípios de Nossa

Senhora do Socorro, Aracaju e São Cristóvão, por meio da integração de perfis litológicos de 18 poços tubulares, dados cartográficos e análise espacial. Busca-se calcular um índice relativo de favorabilidade hidrogeológica baseado na razão entre materiais permeáveis e pouco permeáveis em subsuperfície, relacionando os resultados às principais unidades geológicas da área.

2 – MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo está localizada na região costeira do estado de Sergipe, abrangendo os municípios de Nossa Senhora do Socorro, Aracaju e São Cristóvão, inserida na bacia hidrográfica do rio Poxim (Figura 1). Geologicamente, a área é caracterizada pela presença de depósitos sedimentares cenozoicos e quaternários, incluindo a Formação Barreiras, a Formação Calumbi, terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos, depósitos flúvio-lagunares e depósitos de pântano e mangue. O clima da região é do tipo tropical úmido, com precipitação média anual entre 1.200 e 1.800 mm, concentrada entre os meses de abril e agosto, e o relevo é predominantemente plano a suave-ondulado, condicionado pela dinâmica costeira e fluvial.

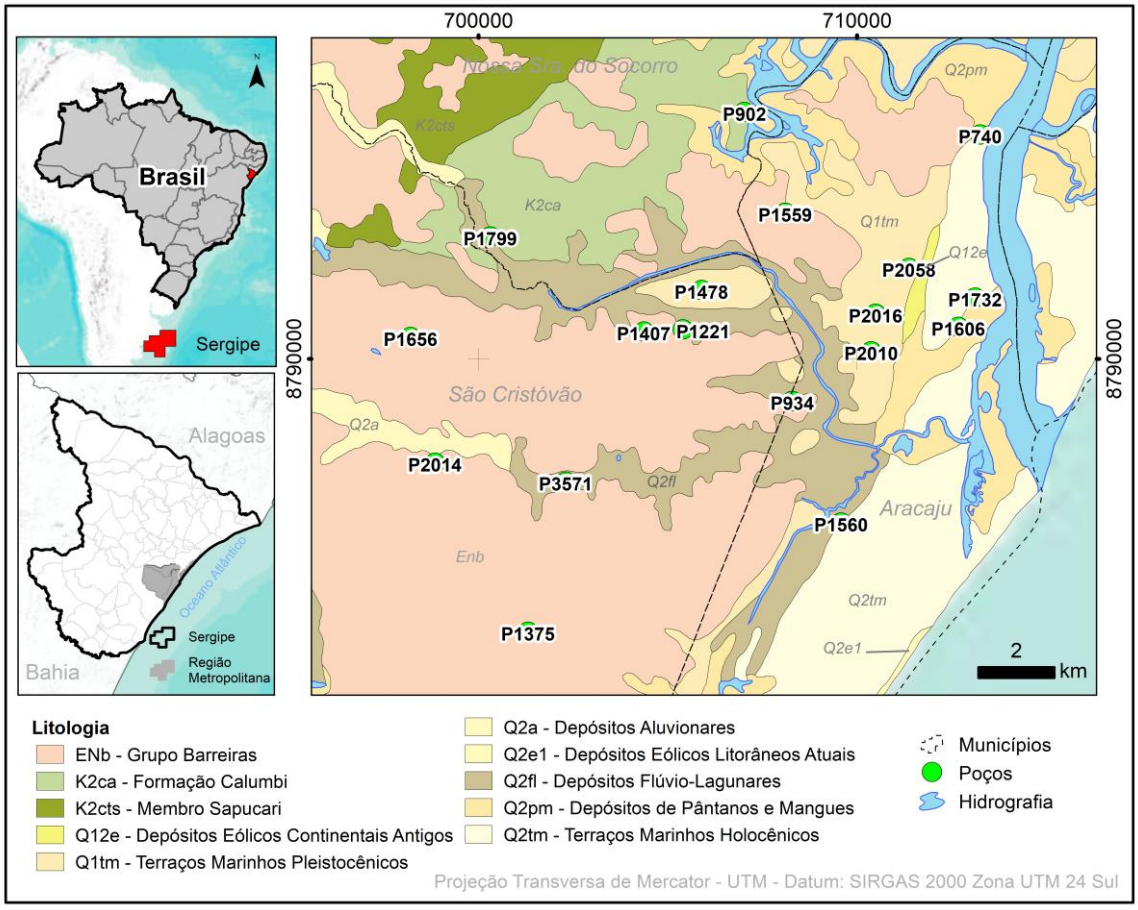


Figura 1- Localização da área de estudo e dos poços. Fonte da geologia: CPRM (2014).

Com base nesse contexto, o desenvolvimento do trabalho iniciou-se pelo levantamento bibliográfico e cartográfico da área de estudo, contemplando mapas geológicos e topográficos. Em seguida, foram coletados e analisados dados de perfis construtivos de poços tubulares. Essas informações foram organizadas em planilha eletrônica, contendo a identificação dos poços, coordenadas geográficas, altitude, profundidade inicial e final dos intervalos descritos, litologia identificada e espessura das camadas. As descrições litológicas presentes nos perfis dos poços foram analisadas individualmente e posteriormente simplificadas em classes principais. Posteriormente, os dados foram importados para o software Leapfrog Geo 2025.3, utilizado para a análise e visualização tridimensional dos perfis litológicos, permitindo observar a distribuição espacial das unidades em subsuperfície e auxiliar na interpretação geológica e hidrogeológica da área estudada.

A análise de favorabilidade adotada neste trabalho foi baseada em uma adaptação simplificada do conceito de favorabilidade hidrogeológica aplicado por Costanzo e Vidal (2020), no qual variáveis litológicas associadas à presença de rochas reservatório são utilizadas para indicar áreas com maior potencial de exploração de água subterrânea. Para isso, foram somadas as espessuras dos intervalos compostos por materiais arenosos e cascalhosos, considerados de maior potencial hidrogeológico, e as espessuras dos intervalos compostos por materiais argilosos, siltosos e lamosos, associados a menor permeabilidade. Posteriormente, foi calculada a razão entre esses dois grupos litológicos, conforme a relação descrita na Equação 1 a seguir.

$$R = \frac{\sum \text{areia}}{\sum \text{argila}} \tag{1}$$

Nessa relação, R representa um índice litológico relativo de favorabilidade hídrica. Valores mais elevados indicam maior predominância de materiais permeáveis em relação aos materiais finos, sugerindo condições mais favoráveis ao armazenamento e à circulação da água subterrânea. Em contrapartida, valores mais baixos indicam maior influência de sedimentos finos, associados a menor permeabilidade e menor potencial aquífero. Com os valores obtidos para cada poço, foi elaborado um mapa de razão areia-argila, com o objetivo de analisar a distribuição do potencial hídrico relativo.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os 18 poços analisados estão distribuídos em diferentes unidades geológicas, abrangendo a Formação Barreiras, a Formação Calumbi, os terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos, os depósitos flúvio-lagunares e os depósitos de pântano e mangue, conforme ilustrado na Figura 2. A distribuição tridimensional dos perfis litológicos pode ser vista na Figura 3.

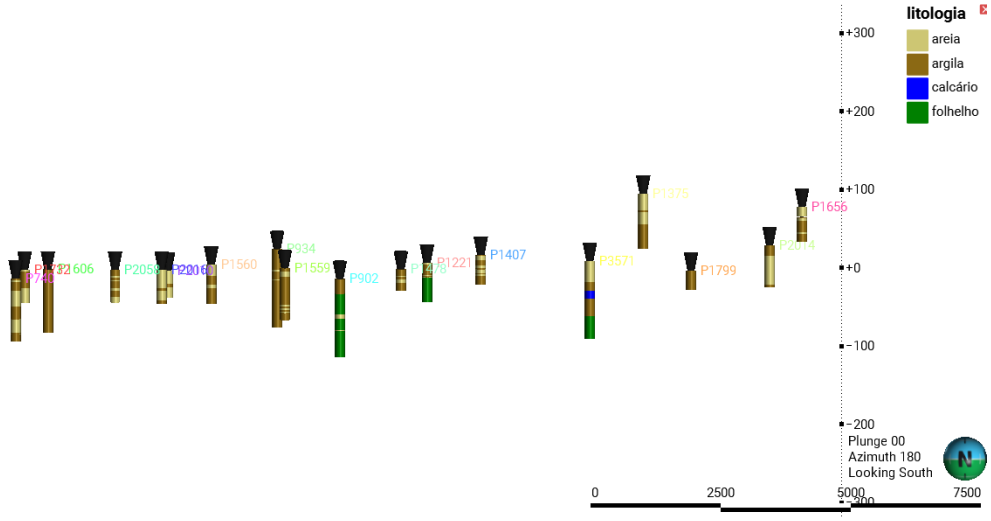


Figura 2 - Visão tridimensional dos poços e suas litologias.

A partir da razão areia-argila calculada para cada poço, foi gerado o mapa de razão areia-argila apresentado na Figura 3, que permite visualizar a distribuição do potencial hídrico relativo sobre a área de estudo e identificar padrões associados às diferentes unidades geológicas. Os resultados evidenciam elevada heterogeneidade espacial, reflexo da diversidade litológica em subsuperfície, e são discutidos a seguir por unidade geológica.

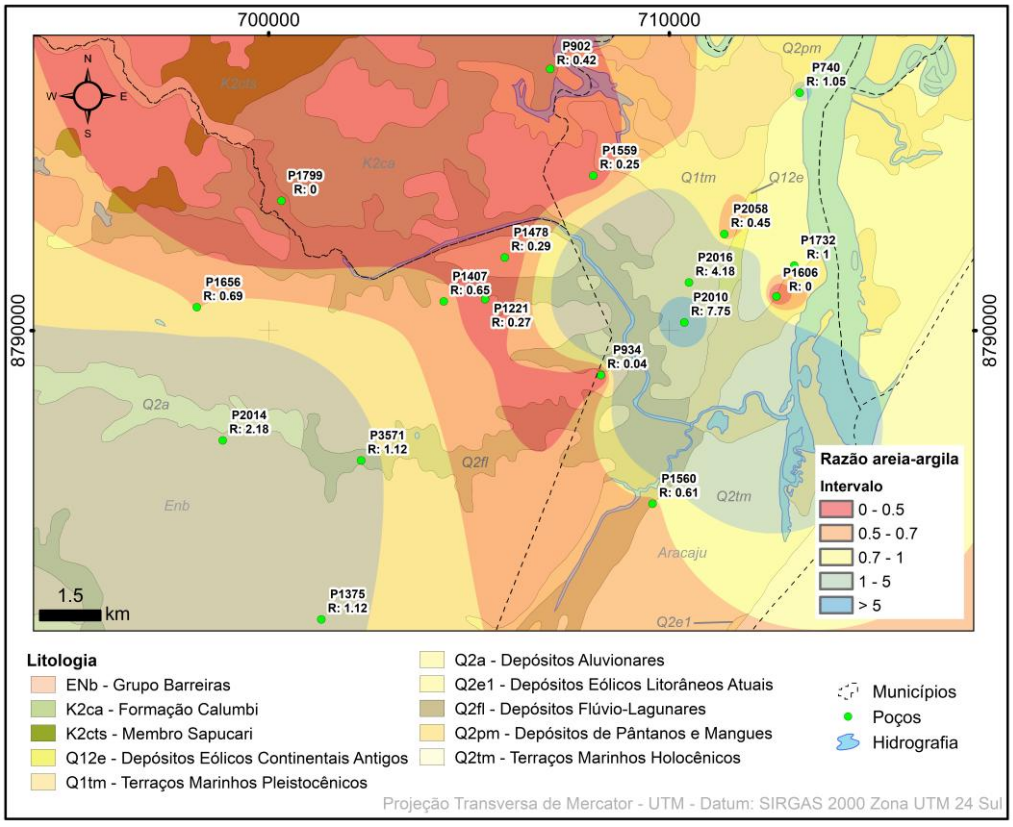


Figura 3 - Mapa de distribuição espacial areia-argila.

Na porção leste da área de estudo, associada aos terraços marinhos pleistocênicos, observa-se a maior favorabilidade hidrogeológica entre as unidades analisadas. Esses depósitos são constituídos predominantemente por sedimentos arenosos quartzosos de granulometria fina a média, com boa seleção e estruturas indicativas de retrabalhamento costeiro, características que favorecem maior porosidade efetiva e permeabilidade. Esse comportamento é evidenciado pelo poço P2010, que apresenta a maior razão areia/argila do conjunto analisado, com valor de 7,75, refletindo amplo predomínio de materiais permeáveis em subsuperfície, conforme ilustrado na coluna estratigráfica da Figura 4.

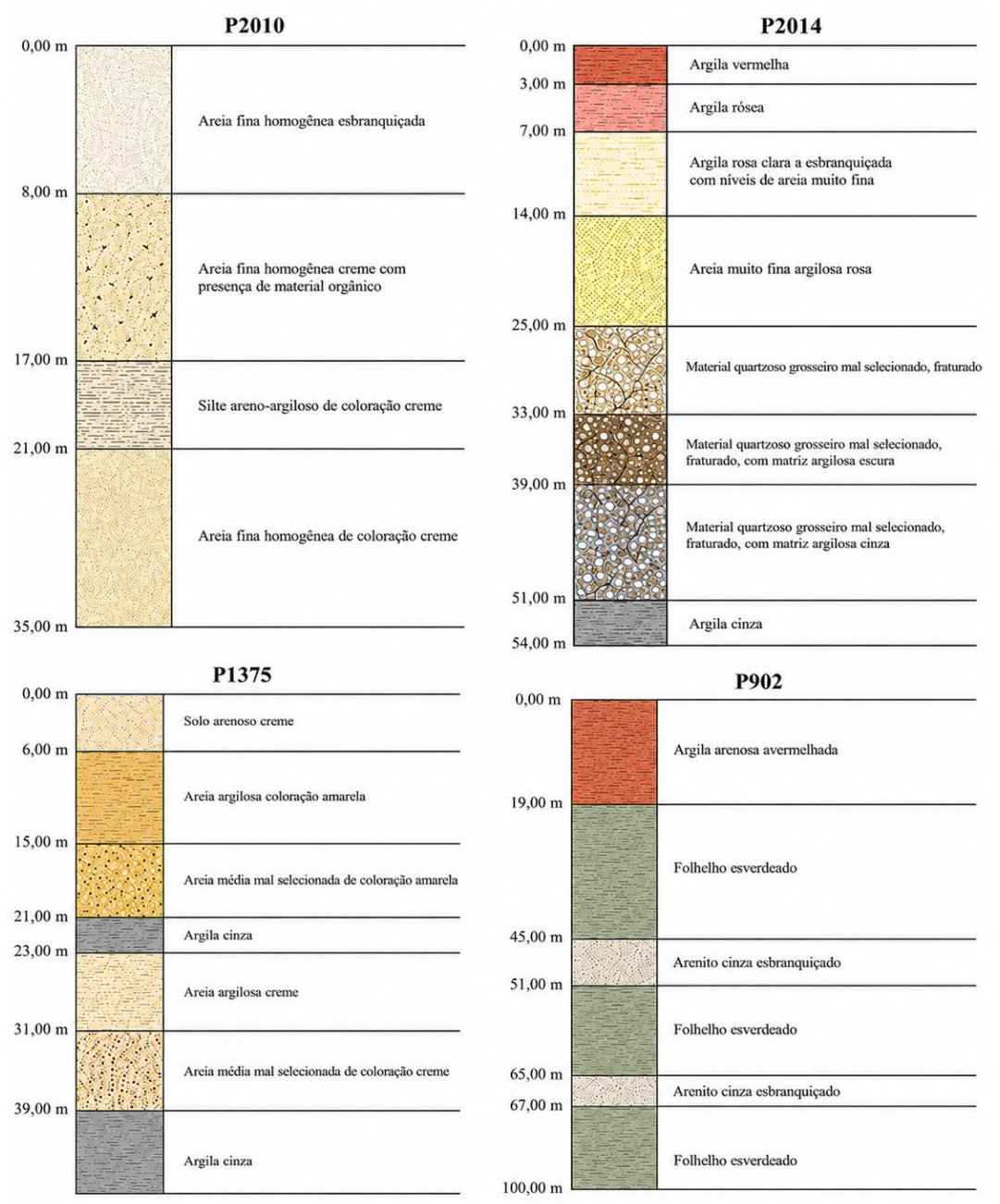


Figura 4 – Perfis litológicos dos poços P2010, P2014, P1375 e P902.

Entretanto, a favorabilidade dessa unidade não é homogênea. Setores influenciados por ambientes de menor energia deposicional, como zonas lagunares e estuarinas, podem apresentar intercalações de sedimentos mais finos que reduzem a condutividade hidráulica localmente. Isso é observado nos poços P2058 e P1478, com razões de 0,45 e 0,29 respectivamente, indicando maior participação de argilas e siltes em subsuperfície. O poço P2016 apresenta razão de 4,18, sustentada pelo amplo predomínio de areia e cascalho ao longo de quase todo o perfil, com apenas dois intervalos argilosos de pequena espessura: um siltito amarelado entre 24 e 27,5 m e uma argila plástica entre 39 e 44 m.

Na porção associada aos terraços marinhos holocênicos, os poços P740 e P1732 apresentam razões areia/argila de 1,05 e 1,00 respectivamente, refletindo uma distribuição praticamente equilibrada entre materiais permeáveis e finos em subsuperfície. Esses valores são moderados, superior à observada nas unidades dominadas por argila, mas significativamente inferior à dos terraços pleistocênicos. Essa condição é coerente com a natureza desses depósitos mais recentes, que embora constituídos por sedimentos arenosos quartzosos inconsolidados a pouco consolidados, apresentam intercalações argilosas mais frequentes, possivelmente associadas a variações locais de energia deposicional relacionadas à ação de ondas, marés e influência estuarina.

Na porção centro-oeste da área, associada à Formação Barreiras os poços P934, P1559 e P1221 apresentam as menores razões areia- argila (0,04, 0,25 e 0,27 respectivamente) indicando forte predomínio de sedimentos argilosos em subsuperfície e baixo potencial hidrogeológico local. Em contrapartida, P2014 e P1375 (Figura 4) apresentam razões de 2,18 e 1,12, sugerindo a presença de intervalos arenosos mais expressivos e níveis localmente mais permeáveis dentro da unidade, possivelmente associados a fácies de canal intercalados na sequência, essa dispersão reflete a heterogeneidade faciológica característica dessa unidade, constituída por sedimentos arenosos, argilosos e areno-argilosos de origem predominantemente continental a transicional, com variação lateral e vertical de fácies associada a sistemas fluviais, leques aluviais e retrabalhamento continental. Os poços P1407 e P1656, com razões de 0,65 e 0,69, ocupam uma posição intermediária. Essa variabilidade reforça que, mesmo dentro de uma mesma unidade geológica, o potencial aquífero depende da distribuição local das fácies em subsuperfície.

Na porção associada à Formação Calumbi, representada pelo poço P902 (Figura 4), observa-se a condição de menor favorabilidade esperada, dado o caráter predominantemente argiloso e pelítico dessa unidade. A Formação Calumbi é constituída essencialmente por folhelhos, argilitos, siltitos e intercalações carbonáticas depositados em ambiente marinho de baixa energia, sendo reconhecida na como unidade de baixa permeabilidade na Bacia Sergipe-Alagoas. Para fins deste trabalho, os

intervalos de folhelho foram excluídos do cálculo do índice por representarem a base impermeável do sistema, e a razão areia/argila de 0,42 foi obtida a partir dos demais intervalos do perfil: arenitos e argilitos intercalados. Esse valor indica baixa favorabilidade hidrogeológica, com predomínio de materiais finos em relação às frações mais permeáveis. A eventual captação de água subterrânea nesse setor estaria condicionada às intercalações arenosas subordinadas presentes no perfil, de caráter localizado e com capacidade produtiva limitada.

Nos depósitos flúvio-lagunares, os três poços analisados evidenciam a heterogeneidade típica desses ambientes de transição entre sistemas fluviais e lagunares. O poço P1799, com razão areia/argila igual a zero, representa a condição menos favorável de toda a área de estudo, com perfil inteiramente constituído por argila plástica, sem qualquer intervalo arenoso identificado. Os poços P1560 e P3571 apresentam condições moderadas, com razões de 0,61 e 0,82 respectivamente, indicando maior participação relativa de materiais arenosos, porém ainda com predomínio de sedimentos finos característicos desse ambiente deposicional.

Nos depósitos de pântano e mangue, representados pelo poço P1606, observa-se a menor favorabilidade hidrogeológica entre todas as unidades analisadas, juntamente com o P1799. O perfil do poço é inteiramente constituído por argila e siltito, sem nenhum intervalo arenoso identificado, resultando em razão areia/argila igual a zero. Além da baixa permeabilidade intrínseca dos sedimentos finos, esse ambiente impõe condicionantes adicionais à qualidade da água subterrânea: a proximidade com zonas estuarinas e de maré favorece a influência de águas salobras, enquanto a decomposição de matéria orgânica em condições de drenagem restrita tende a gerar ambiente redutor, com potencial impacto sobre parâmetros físico-químicos. Esses fatores, somados à ausência de frações permeáveis em subsuperfície, tornam essa unidade a menos indicada para aproveitamento hídrico subterrâneo na área de estudo.

4 – CONCLUSÃO

A distribuição espacial da razão areia-argila na porção central da região metropolitana de Aracaju é fortemente condicionada aos ambientes deposicionais das unidades geológicas rasas. Considerando que áreas com maior proporção de materiais arenosos e cascalhosos tendem a apresentar melhores condições relativas para armazenamento e circulação da água subterrânea, enquanto os setores dominados por argilas, siltes e folhelhos sugerem menor potencial aquífero, os resultados apresentam elevada heterogeneidade na área estudada, especialmente em unidades com variação lateral e vertical de fácies. Nesse contexto, o índice areia-argila mostrou-se adequado como ferramenta exploratória para reconhecer zonas de maior e menor favorabilidade hídrica relativa.

Por fim, ressalta-se que o mapa gerado deve ser interpretado como uma representação preliminar do potencial hidrogeológico, não substituindo estudos hidrogeológicos detalhados e análise da continuidade espacial das fácies sedimentares. Recomenda-se, para trabalhos futuros, a incorporação de dados de vazão, rebaixamento, testes de bombeamento e qualidade da água, a fim de refinar a interpretação apresentada.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Seequent® pela licença acadêmica do Leapfrog Geo e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo incentivo ao projeto CNPQ/MCTI Nº 44/2024 Processo: 421509/2025-2.

REFERÊNCIAS

COSTANZO, C. P.; VIDAL, A. C. (2020). "Análise de favorabilidade para exploração de água subterrânea em aquífero costeiro, Estado do Maranhão". *Águas Subterrâneas* 34(2), pp. 177-190.

CPRM (2024). *Mapa hidrogeológico do estado de Sergipe*. Serviço Geológico do Brasil, Rio de Janeiro – RJ. 1 mapa, color., escala 1:250.000.

FEIJÓ, F. J. (1994). "Bacias de Sergipe e Alagoas". *Boletim de Geociências da Petrobras* 8(1), pp. 149-161.

FEITOSA, F. A. C. et al. (2008). *Hidrogeologia: conceitos e aplicações*. 3. ed. rev. e ampl., CPRM/LABHID, Rio de Janeiro – RJ/Recife – PE, 812 p.

FIGUEIREDO, M. N. (2014). *Modelos deposicionais comparados dos reservatórios areníticos santonianos-campanianos da Formação Calumbi, Bacia Sergipe-Alagoas*. Dissertação, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão – SE.

SANTOS, R. A. et al. (1998). *Geologia e recursos minerais do estado de Sergipe: texto explicativo do mapa geológico do estado de Sergipe*. CPRM/CODISE, Rio de Janeiro – RJ. Escala 1:250.000. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil – PLGB.

SANTOS, R. A. et al. (2001). *Geologia e recursos minerais do estado de Sergipe*. CPRM, Salvador – BA.