CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOFÍSICA DAS ELETROFÁCIES DO SISTEMA AQUÍFERO QUATERNÁRIO (SAQ) EM SERGIPE – ESTUDO DE CASO NO SEHRES

Jéssica Alves Góes [1] ; Mariana Fátima Sá de Jesus [2]; Iasmin Hardman Santana [3]; Walter Sydney Dutra Folly [4]; Luiz Alberto Vedana [5]; Roger Dias Gonçalves [6]

RESUMO – A aplicação de métodos geofísicos, como eletrorresistividade, tem se mostrado eficaz na caracterização de aquíferos rasos, em regiões com dados hidrogeológicos limitados. No Campus da Universidade Federal de Sergipe (UFS), em São Cristóvão (SE), foi implantado o *Sergipe Hydrogeological Research Site* (SEHRES), voltado ao monitoramento do Sistema Aquífero Quaternário (SAQ), composto por Depósitos de Terraços Marinhos Pleistocênicos (Q1tm). Este estudo objetivou caracterizar eletrofácies do SAQ por meio da integração entre dados obtidos por Sondagem Elétrica Vertical (SEV) e Caminhamento Elétrico (CE), e dados provenientes de sondagem a trado. A combinação dessas abordagens permitiu associar propriedades elétricas à textura e composição dos sedimentos, aprimorando a interpretação dos modelos geoelétricos. Os resultados revelaram a presença de duas eletrofácies associadas à hidrofácies de arenito fino: uma zona não saturada com resistividade variando entre 1238 e 6500 Ωm e uma zona saturada com resistividade entre 255 e 950 Ωm. Anomalias localizadas de resistividade mais baixa (50 a 100 Ωm) indicam possíveis zonas argilosas com maior retenção hídrica, enquanto valores mais elevados em profundidade sugerem a presença de horizontes endurecidos (*orstein*). A caracterização das eletrofácies contribui para a compreensão do comportamento hidrodinâmico do SAQ, subsidiando estratégias de manejo sustentável da água subterrânea em ambientes costeiros.

ABSTRACT – The application of geophysical methods, such as electrical resistivity, has proven effective in characterizing shallow aquifers in regions with limited hydrogeological data. The Sergipe Hydrogeological Research Site (SEHRES) was established at the Federal University of Sergipe (UFS) Campus in São Cristóvão (SE), aimed at monitoring the Quaternary Aquifer System (SAQ), which is composed of Pleistocene Marine Terrace Deposits (Q1tm). This study aimed to characterize electrofacies of the SAQ through the integration of data obtained by Vertical Electrical Sounding (VES) and Electrical Profiling (EP), alongside data from auger drilling. The combination of these

[1]) Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, jessicalvesgoes@gmail.com
[2]) Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, marianasa534@gmail.com
[3]) Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, iasmimhardman@gmail.com
[4]) Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, wfolly@academico.ufs.br
[5]) Departamento de Geologia, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, lvedana@academico.ufs.br
[6]) Departamento de Geologia, Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, roger.dias@academico.ufs.br

approaches allowed for the association of electrical properties with sediment texture and composition, enhancing the interpretation of the geoelectrical models. The results revealed the presence of two electrofacies associated with the fine sandstone hydrofacies: an unsaturated zone with resistivity ranging from 1238 to 6500 Ωm, and a saturated zone with resistivity between 255 and 950 Ωm. Localized lower resistivity anomalies (50 to 100 Ωm) indicate possible clayey zones with higher water retention, while higher values at depth suggest the presence of hardened horizons (ortstein). The characterization of electrofacies contributes to understanding the hydrodynamic behavior of the SAQ, supporting sustainable groundwater management strategies in coastal environments.

Palavras-Chave – Hidrofácies; Sondagem elétrica vertical (SEV); Caminhamento elétrico (CE).

1 – INTRODUÇÃO

A crescente pressão sobre os recursos hídricos, aliada à degradação das águas superficiais e ao aumento das demandas urbanas, evidencia a necessidade de explorar de forma mais eficiente os aquíferos subterrâneos (Reyes-Cedeño *et al.,* 2024). Nesse contexto, os métodos geofísicos têm ganhado destaque como ferramentas acessíveis e de baixo custo para investigação do subsolo, especialmente em regiões com escassez de dados hidrogeológicos (Oyeyemi *et al.,* 2023). Dentre esses métodos, a eletrorresistividade tem se mostrado eficaz na caracterização indireta de estruturas geológicas e zonas de saturação hídrica (Ekanem *et al*., 2022; Mohammed *et al*., 2023). Estudos recentes demonstram que técnicas como a Sondagem Elétrica Vertical (SEV) e o Caminhamento Elétrico (CE) permitem estimar parâmetros hidrogeológicos, estimar parâmetros hidrogeológicos e diferenciar unidades aquíferas com base em suas propriedades elétricas (Oguama *et al*., 2019; Opara *et al*., 2023; Hibbs, 2024). A integração de dados geofísicos com informações geológicas e dados diretos de campo aumenta a confiabilidade das interpretações hidrogeofísicas (Guimarães e Souza, 2022; Reyes-Cedeño *et al*., (2024).

O presente estudo foi desenvolvido no Sistema Aquífero Quaternário (SAQ), localizado no Campus da Universidade Federal de Sergipe (UFS), em São Cristóvão (SE), onde se encontra o *Sergipe Hydrogeological Research Site* (SEHRES), um *site* experimental voltado ao monitoramento contínuo e integrado do SAQ (Saturnino *et al*., 2024). A área está inserida em unidades hidrogeológicas granulares compostas por depósitos litorâneos pleistocênicos e sedimentos aluvionares recentes associados ao rio Poxim (SGB/CPRM, 2024). O SAQ caracteriza-se como um aquífero livre, raso e heterogêneo, formado predominantemente por depósitos arenosos de terraços marinhos e sedimentos flúvio-lagunares (Figura 1).

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo caracterizar as eletrofácies do SAQ por meio da integração de dados geoelétricos obtidos por SEV e CE com informações litossedimentares diretas, visando contribuir para o entendimento do comportamento hidrogeológico local e subsidiar estratégias de gestão sustentável das águas subterrâneas em ambientes costeiros.

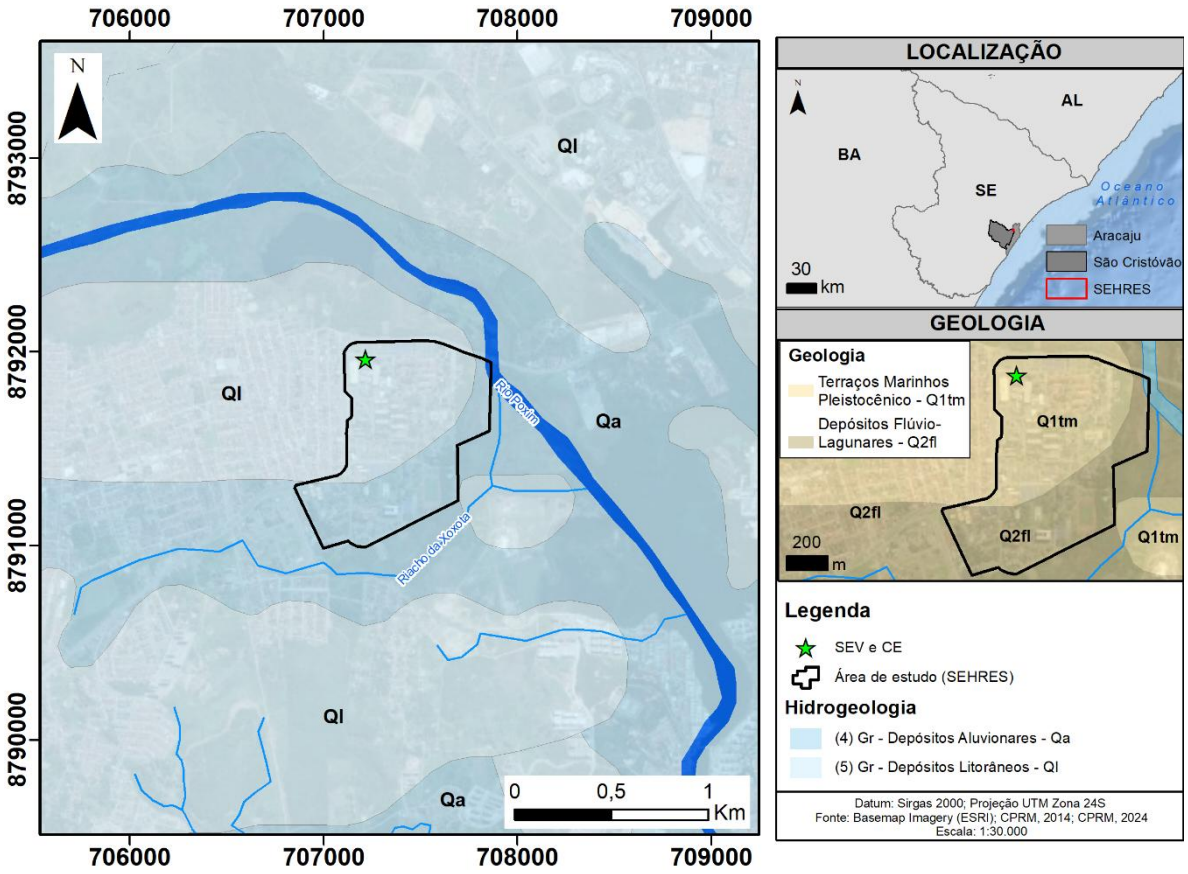


Figura 1 – Mapa hidrogeológico e geológico da área de estudo no SEHRES/UFS, com destaque para o ponto de aplicação da Sondagem Elétrica Vertical (SEV) e do Caminhamento Elétrico (CE). Fonte: adaptado de SGB/CPRM (2024); Góes *et al.* (2026)

2 – MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em uma área adjacente a um poço tubular de monitoramento, selecionada em função da disponibilidade de dados pretéritos e da existência de levantamentos geofísicos anteriores. As atividades de campo foram realizadas em três campanhas, entre abril e setembro de 2024. Na etapa inicial, foi executada uma sondagem a trado mecânico para caracterização sedimentológica local. Em seguida, foram realizados os ensaios geofísicos de Sondagem Elétrica Vertical (SEV) e Caminhamento Elétrico (CE), visando à caracterização geoelétrica da subsuperfície.

A SEV foi realizada com arranjo Wenner e abertura máxima AB/2 de 18 m, alcançando profundidade investigativa aproximada de 9,6 m. O CE utilizou arranjo dipolo-dipolo, espaçamento

de 4 m entre eletrodos e linha de aquisição de 48 m, permitindo a investigação de nove níveis teóricos de profundidade. Os levantamentos utilizaram os resistivímetros X5XTAL Power MultiPoint e um equipamento desenvolvido pelo NEGAA/UFS, empregados de forma complementar e validados por comparação direta dos dados obtidos.

Os dados de resistividade aparente da SEV foram processados no software IPI2WIN, enquanto os dados do CE foram invertidos no RES2DINV. Os modelos geoelétricos foram calibrados com base no nível freático medido em campo com medidor de nível elétrico milimetrado.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Sondagem a trado e parâmetros morfoscópicos

A sondagem a trado permitiu identificar sedimentos predominantemente arenosos, finos e bem selecionados, compostos majoritariamente por quartzo, compatíveis com depósitos de terraços marinhos pleistocênicos conforme descrito por Bittencourt *et al.* (1983). O nível freático foi registrado a 2,50 m de profundidade, valor compatível com estudos anteriores na área realizados por Falheiros e Folly (2019). A partir dessa profundidade observou-se alteração na coloração dos sedimentos, aumento da resistência à penetração e presença de material mais fino, sugerindo maior concentração de silte e argila nas camadas inferiores. Em 3,35 m a sondagem foi interrompida devido à presença de material impenetrável, interpretado como possível horizonte espódico cimentado (*orstein*). As análises granulométricas confirmaram a predominância da fração areia fina, com baixos teores de silte e argila nas camadas superficiais e aumento relativo dessas frações em profundidade. Essas informações foram utilizadas como parâmetros auxiliares na interpretação dos modelos geoelétricos obtidos pela SEV e pelo CE, especialmente na correlação entre variações de resistividade, nível freático e possíveis horizontes espódicos saturados.

Sondagem Elétrica Vertical (SEV)

Os dados de resistividade aparente foram organizados em gráfico de resistividade versus distância AB/2, em escala logarítmica, visando identificar padrões verticais de variação elétrica. Observou-se aumento progressivo da resistividade até AB/2 = 1 m, seguido por decréscimo acentuado, tendência compatível com os resultados obtidos por Folly e Senra (2016) e Falheiros e Folly (2019) em estudos realizados no mesmo campus. A partir de AB/2 = 10 m, os dados apresentaram oscilações atribuídas a ruídos de campo e limitações instrumentais, como mau contato dos eletrodos, instabilidades na leitura do potencial espontâneo (SP) e interferências eletroquímicas

locais. Durante esse intervalo, foi constatada instabilidade nas medições de SP, o que aumentou a incerteza associada à corrente elétrica e reduziu a resolução dos dados.

Apesar dessas limitações, o ponto final da curva foi medido simultaneamente pelos dois resistivímetros utilizados, apresentando valores compatíveis, o que valida a calibração dos equipamentos e a confiabilidade dos resultados.

A inversão dos dados no software IPI2WIN resultou em um modelo composto por quatro camadas geoelétricas, com erro RMS de 7,34%. A adoção de um modelo com quatro camadas está de acordo com a tendência à redução no número de camadas interpretadas durante o período chuvoso, em razão da menor diferenciação entre zonas saturadas e não saturadas. A SEV foi realizada no final de julho, mês tipicamente úmido na região, o que corrobora essa interpretação.

Na Tabela 1, observa-se que a primeira camada apresenta espessura de 0,16 m e resistividade de 1238 Ω·m, compatível com o horizonte superficial, possivelmente rico em matéria orgânica. A segunda camada, com espessura de 1,41 m e resistividade de 2515 Ω·m, corresponde a um sedimento arenoso seco e menos condutivo. A terceira camada, com 8,01 m de espessura e resistividade de 255,1 Ω·m, inicia-se a 1,58 m de profundidade e representa a zona saturada. Esse valor é coerente com o nível freático medido durante a SEV (1,59 m). A quarta camada, abaixo de 9,59 m, apresenta resistividade de 1,41 Ω·m, valor típico de materiais mais argilosos e condutivos.

Tabela 1 – Parâmetros do modelo geoelétrico obtido pela sondagem elétrica vertical (SEV) com arranjo Wenner. Fonte: Góes *et al.* (2026)

Nível Geoelétrico	Resistividade (Ωm)	Espessura (m)	Profundidade (m)	Zona
1	1238	0,16	0,164	Zona não Saturada
2	2515	1,41	0,164 – 1,58	
3	255,1	8,01	1,58 – 9,59	Zona Saturada
4	1,41	-	9,59	

Caminhamento Elétrico (CE)

Os dados de resistividade obtidos no Caminhamento Elétrico variaram entre 100 e 6500 Ω·m. Na representação da pseudo-seção 2D, cores quentes indicam valores de resistividade mais elevados, enquanto cores frias representam valores mais baixos (Figura 2). A seção 2D resultante mostra resistividades moderadas nas camadas mais superficiais, uma anomalia de baixa resistividade na região central e uma anomalia de alta resistividade na porção inferior direita da seção.

Para aumentar a confiabilidade do modelo, foi aplicado um filtro por meio da ferramenta "*RMS error statistics*" do software RES2DINV, visando remover *outliers* com erro relativo superior a 100% em relação ao modelo teórico ajustado. A filtragem resultou em erro absoluto final de 28,4%.

O nível d'água medido no poço de monitoramento próximo, no dia da aquisição dos dados do CE, foi de 1,80 m. Esse valor foi utilizado como referência para delimitar a zona saturada na seção 2D, sendo representado por linha pontilhada preta. A partir dessa profundidade, os valores de resistividade observados são consistentemente inferiores a 700 Ω·m, compatíveis com a presença de sedimentos saturados.

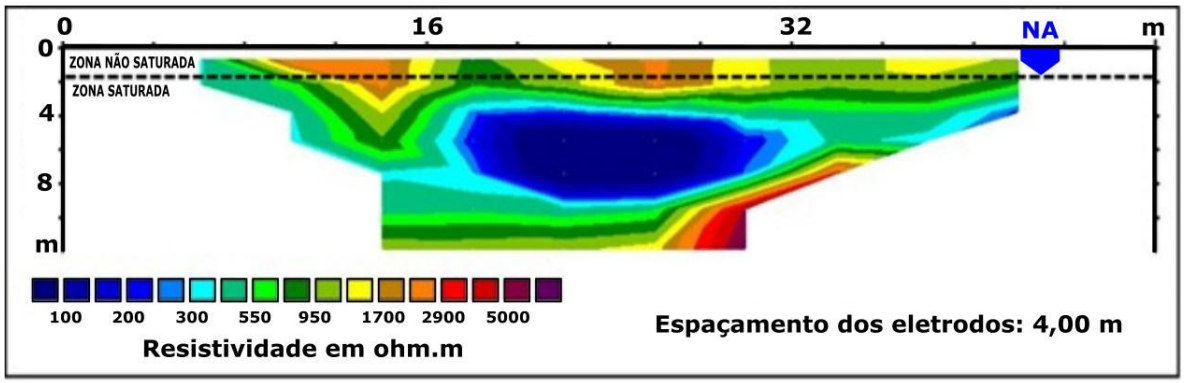


Figura 2 – Seção 2D obtida no RES2DINV, arranjo DD, com nove níveis teóricos de profundidade e após aplicação de filtragem para remoção de valores discrepantes. Fonte: Góes *et al.* (2026)

As anomalias de moderada resistividade encontradas na porção mais superficial da seção 2D podem ser atribuídas à presença de uma camada de cimento no local onde as linhas foram realizadas, dificultando a infiltração e elevando a resistividade. Os valores variando de 1700 e 2900 Ωm são típicos de sedimentos.

É importante destacar que o local onde a linha DD foi realizada era um antigo canteiro de obras. Após a inutilização deste canteiro, os materiais de construção ficaram dispersos no local até serem recobertos por uma vegetação de gramíneas, que se desenvolveu naturalmente no local.

A anomalia de baixa resistividade, situada na porção central da seção a aproximadamente 3 m de profundidade, pode estar relacionada a variações na granulometria e no teor de umidade. Esse padrão é coerente com os dados da sondagem a trado e da análise granulométrica, que indicaram aumento de silte e presença de argila nessa profundidade. O acúmulo de frações finas reduz a permeabilidade e favorece a retenção hídrica, explicando os baixos valores de resistividade. Essa transição granulométrica de areia fina para areia siltosa também foi registrada em perfil SPT realizado anteriormente na área (comunicação interna, LTI Construções).

A anomalia de alta resistividade identificada em torno de 8 m de profundidade pode ser associada a uma camada mais 'seca' ou menos permeável em comparação com a camada sobrejacente. Uma camada resistiva análoga foi observada por Peixoto *et al*. (2019) em 45 SEVs executadas ao longo da faixa costeira dos municípios de Aracaju e Barra dos Coqueiros. Nessas investigações, essas camadas de alta resistividade foram identificadas a aproximadamente 10 m de profundidade e atribuídas a sedimentos compactos e menos permeáveis, associados aos terraços marinhos pleistocênicos. Essas unidades foram interpretadas como a base da cunha salina em razão de sua baixa permeabilidade. Ressalta-se que, enquanto a área investigada por Peixoto *et al.* (2019) está ao nível do mar, o presente estudo foi realizado em cota altimétrica de 9,4 m.

Como abordado anteriormente, é comum forma-se em terraços marinhos pleistocênicos espodossolos com horizonte endurecido e menos permeável chamado de orstein (Coelho *et al*., 2010). Esse horizonte pode ser o responsável pela anomalia de alta resistividade em observada em profundidade. A camada mais superficial desses solos permite uma drenagem rápida da água na superfície, enquanto o horizonte *orstein* age como um impedimento, dificultando a infiltração em profundidade, o que explicaria o lençol freático elevado em períodos chuvosos (Silva *et al.,* 2020), como ocorre no SAQ, e proporciona as condições hidromórficas típicas dos espodossolos. Esse cenário hidromórfico é coerente com a anomalia de baixa resistividade identificada em profundidade, refletindo maior teor de umidade retida.

Caracterização da unidade hidrofaciológica

A partir da integração entre os modelos geoelétricos obtidos pelas técnicas de SEV e CE com os dados obtidos pela sondagem a trado, foi possível caracterizar a hidrofácies dominante do SAQ na área do SEHRES. O modelo geoelétrico final reflete variações de resistividade diretamente associadas ao grau de saturação e às características texturais dos sedimentos, em consonância com a geologia local (Tabela 2).

Tabela 2 – Faixas de resistividade elétrica associadas às eletrofácies identificadas no SAQ a partir da SEV e do CE. Fonte: Góes *et al.* (2026)

Zona	Eletrofácies	Resistividade (Ωm)
Não Saturada	Sedimentos Superficiais	1238 a 2900
Saturada	Arenito Fino	255 a 950

A unidade aquífera corresponde a um arenito fino, muito bem selecionado, típico dos terraços marinhos pleistocênicos. Quando saturada, essa unidade apresenta resistividade entre 255 e 950 Ω·m.

Em condições não saturadas, os valores variam de 1238 a 6500 Ω·m, comportamento condizente com a variação do conteúdo de umidade no solo.

Adicionalmente, identificou-se uma anomalia de baixa resistividade, entre 50 e 100 Ω·m, por volta de 3 m de profundidade. Essa faixa coincide com o aumento do teor de silte e argila identificado na análise granulométrica, indicando redução da permeabilidade e maior retenção hídrica, o que justifica os baixos valores de resistividade nessa zona.

Por outro lado, a anomalia de alta resistividade observada a cerca de 8 m de profundidade pode representar uma camada mais seca ou compactada, provavelmente associada a um horizonte cimentado do tipo *orstein*. Esses horizontes são característicos de espodossolos desenvolvidos em ambientes pleistocênicos, como descrito por Coelho *et al*. (2010) e corroborado por Peixoto *et al.* (2019). Essa camada pode atuar como uma barreira à percolação, condicionando a elevação do nível freático durante o período chuvoso e influenciando o armazenamento local da água subterrânea.

4 – CONCLUSÕES

Os resultados obtidos por meio da SEV mostraram-se consistentes com estudos anteriores, permitindo a delimitação precisa do nível freático no SAQ. Apesar de limitações pontuais no ensaio de CE, a aplicação de filtros estatísticos no processamento dos dados contribuiu para reduzir o erro global e preservar a estrutura geoelétrica interpretável. Os dados da sondagem a trado foram fundamentais para a interpretação das seções 2D, permitindo a associação entre resistividade elétrica, grau de saturação e características texturais dos sedimentos. Foi possível identificar duas eletrofácies principais vinculadas a um arenito fino pleistocênico: uma zona não saturada, com resistividade variando entre 1238 e 6500 Ω·m, e uma zona saturada, com resistividade entre 255 e 950 Ω·m. Anomalias pontuais, como a de baixa resistividade (~50–100 Ω·m), foram associadas a sedimentos mais finos com maior retenção hídrica, enquanto a anomalia de alta resistividade (~6500 Ω·m) foi relacionada à presença de horizontes cimentados (*orstein*), comuns em espodossolos desenvolvidos sobre terraços marinhos.

A integração entre métodos indiretos e dados diretos permitiu a caracterização detalhada da unidade hidrofaciológica do SAQ na área do SEHRES, demonstrando a eficácia de técnicas acessíveis e complementares para estudos hidrogeofísicos em ambientes costeiros. Para trabalhos futuros, recomenda-se a realização de novos ensaios em diferentes épocas do ano e em outros pontos do SEHRES, com a inclusão de sondagens SPT e análises geoquímicas, visando validar a presença de horizontes cimentados e aprimorar os modelos geoelétricos e hidrogeológicos da região costeira.

REFERÊNCIAS

BITTENCOURT, A. C. S. P.; MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J. M. L.; FERREI-RA, Y. D. A. (1983). "*Evolução paleogeográfica quaternária da costa do Estado de Sergipe e da costa sul do Estado de Alagoas*". Revista Brasileira de Geociências,13 (2), pp. 93-97.

COELHO, M. R.; VIDAL-TORRADO, P.; COOPER, M.; CALEGARI, M. R. (2010). "*Datação e gênese de espodossolos em ambientes tropicais e subtropicais do Brasil*". Revista Brasileira de Ciência do Solo, 34 (5), pp.1535-1548.

EKANEM, K. R.; GEORGE, N. J.; EKANEM, A. M. (2022). "*Parametric characterization, protectivity and potentiality of shallow hydrogeological units of a medium-sized housing estate, Shelter Afrique, Akwa Ibom State, Southern Nigeria*". Acta Geophysica, 70 (1), pp. 879–895.

FALHEIROS, M. O.; FOLLY, W. S. D. (2019). "*Estudo da variação sazonal do lençol freático sob o campus da Universidade Federal de Sergipe via sondagens elétricas verticais*". In Anais do XII Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe, São Cristóvão, Mar. 2019, 56, pp. 1-5.

FOLLY, W. S. D.; SENRA, A. S. (2016). "*A low-cost resistivimeter for use in practical lectures of applied geophysics*". Revista Brasileira de Geofísica, 34 (1), pp. 25.

GÓES, J. A., DE JESUS, M. F. S., SANTANA, I. H., FOLLY, W. S. D., VEDANA, L. A., & GONÇALVES, R. D. (2026). "*Caracterização hidrogeofísica das eletrofácies do sistema aquífero quaternário (SAQ) no litoral de Sergipe, Brasil*". Águas Subterrâneas, 40 (2), pp. 1-11.

GUIMARÃES, E. N.; SOUZA, L. S. B. (2022). "*Arquitetura geoelétrica do sistema aquífero Boa Vista, Boa Vista/RR (porção urbana-zona oeste)*". Revista Geociências, 41 (1), pp. 151 - 168.

HIBBS, B. J. (2024). "*Hydrogeological, Hydrochemical, and Geophysical Analysis of a Brine-Contaminated Aquifer Addressing Non-Unique Interpretations of Vertical Electrical Sounding Curves*". Water, 16 (24), pp. 3557.

IPI2WIN (versão 7.01.03) Resistivity Sounding Interpretation, Moscow State University.

MOHAMMED, M. A. A.; SZABÓ, N. P.; SZŰCS, P. (2023). "*Exploring hydrogeological parameters by integration of geophysical and hydrogeological methods in northern Khartoum state, Sudan*". Groundwater for Sustainable Development, 20 (1), pp. 100891.

OGUAMA, B. E.; IBUOT, J. C.; OBIORA, D. N.; AKA, M. U. (2019). "*Geophysical investigation of groundwater potential, aquifer parameters, and vulnerability: a case study of Enugu State College of Education (Technical)".* Modeling Earth Systems and Environment, 5 (1), pp. 1123–1133.

OPARA, A. I.; EDWARD, O. O. I.; EYANKWARE, M. O.; AKAKURU, O. C.; OLI, I. C.; UDEH, H. M. (2023). "*Use of geo-electric data in the determination of groundwater potentials and vulnerability mapping in the southern Benue Trough Nigeria".* International Journal of Environmental Science and Technology, 20 (1), pp. 8975–9000.

OYEYEMI, K. D.; AIZEBEOKHAI, A. P.; OLAOJO, A. A.; OKON, E. E.; KALU, D. V.; METWALY, M. (2023). "*Hydrogeophysical Investigation in Parts of the Eastern Dahomey Basin, Southwestern Nigeria: Implications for Sustainable Groundwater Resources Development and Management*". Water, 15 (16), pp. 2862.

PEIXOTO, A. S.; FALHEIROS, M. O.; FOLLY, W. S. D. (2019) *"Caracterização dos sedimentos costeiros dos municípios de Aracaju e Barra dos Coqueiros via levantamentos de resistividade elétrica*". Revista GeoNordeste, 1, pp. 105-121.

REYES-CEDEÑO, I. G.; HERNANDEZ-MARIN, M.; PACHECO-MARTINEZ, J.; RICO-MARTINEZ, R.; ARZATE-CARDENAS, M. A.; PACHECO-GUERRERO, A.; LUNA-VILLAVICENCIO, H.; PADILLA-CENICEROS, R. (2024) *"Application of Vertical Electrical Sounding and Toxicity Tests for the Analysis of Vertical Hydraulic Connectivity through the Vadose Zone".* Water, 16 (2), pp. 222.

SATURNINO, N. M. R. S.; JESUS, M. de F. S. de; DIAS, L. S. S.; SANTOS, C. S. M.; GONÇALVES, R. D. (2024) *"Aplicação do método WTF para estimativa de recarga subterrânea no Sistema Aquífero Quaternário em Sergipe, Brasil".* Revista Scientia Plena, 20 (8) pp. 1-10.

SGB/CPRM. Mapa Hidrogeológico de Sergipe. Escala 1:2.500.000. Rio de Janeiro, 2024.

SILVA, T. R. G.; BARBOSA JUNIOR, M. R.; SANTOS, S. B. T.; RODRIGUES, M. A.; SANTOS, C. G.; SANTOS, M. A. L. (2020). "*Espodossolos: características, limitações e potencialidades".* Revista Ambientale, 12, pp 1-7.

TEIXEIRA, L. R. Mapa. Geológico do Estado de Sergipe. Escala 1:250.000. Sergipe, CPRM/CODISE, 2014.