XXII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica
XI Simpósio Brasileiro de Engenheiros Geotécnicos Jovens
24 a 28 de agosto de 2026 – Brasília/DF
DOI: 10.47094/COBRAMSEG2026.5/88

Previsão de Comportamento e Controle Tecnológico de uma Fundação de um Empreendimento na Cidade de Natal/RN

Alyson Diego Silva Costa
Aluno de Graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil, alyson.costa.707@ufrn.edu.br

Osvaldo de Freitas Neto
Professor do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Brasil, E-mail: osvaldo.neto@ufrn.br

Ricardo Nascimento Flores Severo
Professor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Natal, Brasil, E-mail: ricardo.severo@ifrn.edu.br

Olavo Francisco dos Santos Júnior
Professor do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Brasil, E-mail: olavo.santos@ufrn.br

Clara Beatriz Fidelis da Silva
Aluna de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPCIVAM-UFRN), Natal, Brasil, clarabeatrizfideliss@gmail.com

Ayslanna Azevedo da Silva Dantas
Aluna de Graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Brasil, Email: ayslannaazevedo@gmail.com

Arthur Silva de Morais
Engenheiro Civil, Engegrout Geotécnica LTDA, Natal, Brasil, E-mail: arthur.morais@engegroutgeotecnica.com

Ronald Cavalcante Dantas
Engenheiro Civil, Incorporadora Martin Ferro, Natal, Brasil, E-mail: dantasronald1@gmail.com

RESUMO
O presente trabalho tem como objetivo analisar o comportamento da fundação de um empreendimento localizado na cidade de Natal/RN. Durante a análise, com o auxílio do ensaio de sondagem a percussão (SPT) e, através de métodos semiempíricos, foram estimadas a capacidade de carga e a carga admissível para as estacas escavadas visando avaliar qual o método mais se aproxima do resultado obtido na prova de carga, além de realizar uma previsão de recalque nas estacas de maneira isoladas. Com esses dados, foi feito um comparativo com a análise da fundação sob a ótica do comportamento em grupo, tanto em termos de eficiência de capacidade de carga, como também em termos de recalque em grupo. Como foram realizadas Prova de Carga Estática (PCE) no empreendimento analisado, foi realizada a extrapolação dos resultados obtidos através do método de Van der Veen (1953). Além disso, foi utilizado o método da rigidez de Decourt (1996) para estimar a carga de ruptura. Adicionalmente foram realizados ensaios de integridade nas estacas (PIT - Pile Integrity Test). Diante das análises, os métodos foram eficientes, evidenciando coerência entre valores teóricos e experimentais, confirmando desempenho satisfatório das estacas.

PALAVRAS-CHAVE: Capacidade de carga, Carga admissível, Recalque, Prova de Carga Estática, PIT.

ABSTRACT: This study aims to analyze the foundation behavior of a building located in Natal, Rio Grande do Norte, Brazil. During the analysis, using the Standard Penetration Test (SPT) and semi-empirical methods,

the load-bearing capacity and allowable load for the bored piles were estimated to evaluate which method most closely approximates the result obtained in the load test, as well as to predict settlement in the piles individually. With this data, a comparison was made with the foundation analysis from the perspective of group behavior, both in terms of load-bearing capacity efficiency and group settlement. Since Static Load Tests (SLT) were performed on the analyzed building, the results obtained were extrapolated using the Van der Veen method (1953). In addition, the Decourt stiffness method (1996) was used to estimate the failure load. Additionally, integrity tests were performed on the piles (PIT - Pile Integrity Test). Based on the analyses, the methods were efficient, demonstrating consistency between theoretical and experimental values, confirming satisfactory pile performance.

KEYWORDS: Load capacity, Allowable load, Settlement, Static Load Test, PIT.

1 INTRODUÇÃO

O êxito de uma obra está diretamente atrelado ao conhecimento do solo e ao dimensionamento adequado da fundação, o que exige a realização de ensaios geotécnicos e a correta interpretação de seus resultados. Em edifícios, a estaca é a solução mais difundida, e sua capacidade de carga é usualmente prevista, no Brasil, a partir do ensaio SPT associado a métodos semiempíricos. Como a fundação raramente se resume a uma estaca isolada, deve-se considerar o comportamento em grupo: a interação entre estacas próximas, por superposição dos bulbos de tensão, tende a elevar os recalques e a reduzir a eficiência do conjunto (Cintra; Aoki, 2010).

A cidade de Natal/RN assenta-se predominantemente sobre os sedimentos da Formação Barreiras, que são perfis areno-siltosos e areno-argilosos de idade neógena, recobertos e circundados por dunas de areias finas quartzosas de origem eólica (Alheiros; Lima Filho, 1991; Moreira et al., 2019), em consonância com o perfil predominantemente arenoso, identificado nas sondagens deste estudo. Uma vez que o comportamento mecânico desses sedimentos é condicionado pela cimentação entre partículas e pela sucção (Santos Júnior; Coutinho; Severo, 2015), atributos não captados diretamente pelo SPT, o contexto geológico-geotécnico local influencia o desempenho das fundações profundas e a aderência dos métodos semiempíricos de previsão de capacidade de carga, majoritariamente calibrados a partir de bancos de dados de solos de outras regiões do país (Cintra; Aoki, 2010).

Além da previsão, a engenharia de fundações dispõe de métodos de validação experimental: a prova de carga estática, que confronta o comportamento real da estaca com o previsto em projeto (NBR 16903; ABNT, 2020), e o ensaio de integridade (PIT), que verifica a continuidade do fuste (ABNT, 2022).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo analisar o comportamento da fundação em estacas escavadas de um empreendimento localizado em Natal/RN. Especificamente, busca-se: (i) prever a capacidade de carga e a carga admissível por diferentes métodos semiempíricos, avaliando seu desempenho frente a um perfil arenoso da Formação Barreiras e discutindo as divergências à luz da origem de cada formulação e da geologia local; (ii) analisar o comportamento do grupo de estacas quanto à eficiência da capacidade de carga e ao recalque; (iii) confrontar as previsões com a prova de carga estática, extrapolando a curva carga × recalque pelo método de Van der Veen (1953) e estimando a carga de ruptura pelo método da rigidez de Décourt (1996); e (iv) verificar a integridade estrutural das estacas por meio do ensaio PIT.

2 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O edifício analisado está localizado na cidade de Natal/RN, é constituído por uma torre de 26 andares. A fundação da torre do empreendimento é composta por 118 estacas do tipo escavada a seco, com diâmetro de 50cm e 16m de profundidade agrupadas em 19 blocos de coroamento. As armaduras das estacas possuem o comprimento de 6m e, além disso, o fck do concreto utilizado foi de 25MPa. A Figura 1, mostrada a seguir, apresenta a planta de fundações da torre do empreendimento.

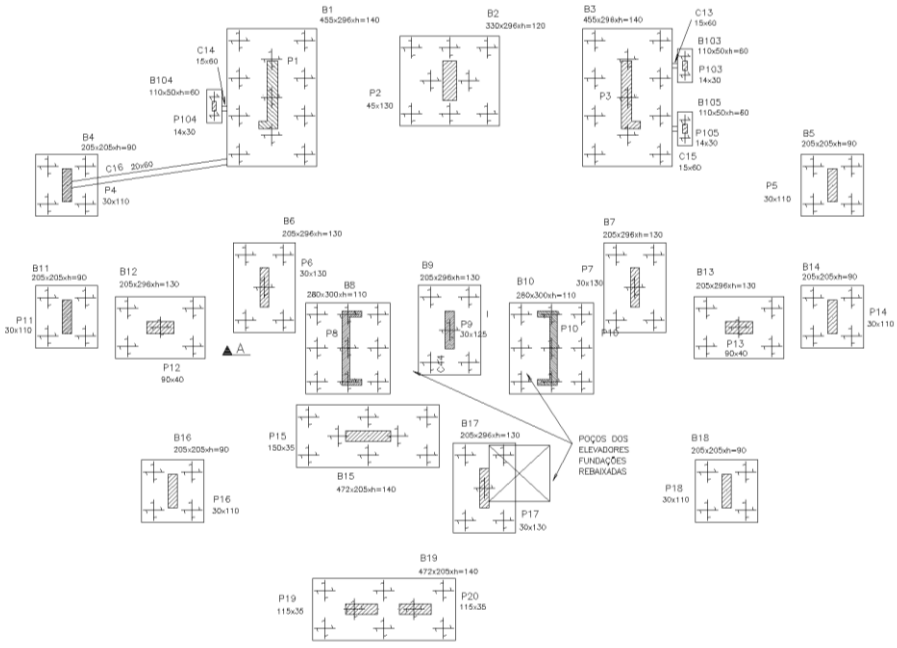


Figura 1. Planta de fundação da torre.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, foram realizados seis ensaios de sondagem à percussão (SPT) para a caracterização do subsolo, obedecendo aos critérios de execução e de parada estabelecidos pela NBR 6484:2020 (ABNT, 2020). A partir dos perfis obtidos, estimou-se a capacidade de carga e a carga admissível das estacas com cinco métodos semiempíricos: Aoki-Velloso (1975), Décourt-Quaresma (1978), Teixeira (1996), Vorcaro-Velloso (2000) e Brasfond (1991). Em todos eles foram computadas as parcelas de atrito lateral e de ponta; embora a NBR 6122 recomende desprezar a resistência de ponta em estacas escavadas, optou-se por considerá-la em função do controle executivo do furo, do apoio da ponta em camada de elevado Nspt e da concretagem realizada imediatamente após a perfuração. Os valores de Nspt não foram corrigidos quanto à eficiência energética do ensaio. Como tais formulações foram calibradas a partir de bancos de dados de diferentes regiões e tipos de estaca, seu desempenho foi avaliado pela razão entre a carga de ruptura prevista e a obtida na prova de carga (Qprev/QPCE), discutindo-se as divergências à luz da geologia local. Por fim, a eficiência do grupo foi estimada pelo método de Feld, que reduz a capacidade de cada estaca em 1/16 para cada estaca vizinha (Feld, 1943, apud Albuquerque; Garcia, 2020).

Para complementar a análise, previu-se o recalque das estacas isoladas e em grupo. A estaca isolada foi tratada pela teoria da elasticidade de Poulos e Davis (1980) sob carga de 1300 kN; o grupo, pelo método da estaca equivalente de Poulos (1993), que o substitui por uma estaca de mesmo comprimento e área em planta igual à do grupo (Ag), definindo o diâmetro equivalente $d_{eq} = \sqrt{(4 \cdot A_g/\pi)}$ e o módulo equivalente E_{eq} (Santos; Sousa; Silva, 2020). O módulo de deformabilidade do solo (Es) foi estimado a partir do Nspt pela correlação $E_s = \alpha \cdot K \cdot N$ (Cintra; Aoki, 2010), com os coeficientes α e K adotados conforme o tipo de solo de cada camada.

Foram também executadas provas de carga estáticas (PCE), seguindo a NBR 16903:2020. Conforme a NBR 6122:2022, deve-se executar o equivalente a 1% das estacas de mesmas características, respeitando o mínimo de uma; no empreendimento, realizaram-se duas, para ampliar o conjunto de dados. O ensaio foi conduzido em estágios de carregamento lento, até o dobro da carga admissível de projeto 2600 kN. A partir das curvas carga × recalque, a carga de ruptura foi estimada por dois procedimentos independentes: a extrapolação de Van der Veen (1953), em que a curva tende assintoticamente a um valor último e o método da rigidez de Décourt (1996). O uso de duas abordagens permite o cruzamento dos resultados e maior confiabilidade na carga última estimada.

Por fim, foi realizado o ensaio PIT (Pile Integrity Test), que avalia a integridade estrutural dos elementos de fundações profundas. No ensaio, um impacto de baixa energia aplicado no topo da estaca gera uma onda

de tensão que se propaga ao longo do fuste e reflete no pé e em eventuais variações de impedância. Um acelerômetro registra a resposta em velocidade ao longo do tempo (reflectograma) e, conhecida a velocidade de propagação da onda no concreto, a posição das reflexões permite confirmar o comprimento da estaca e identificar anomalias como estrangulamentos, alargamentos, variações de seção e falhas de concretagem. (ASTM D5882, 2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Ensaio de sondagem a Percussão (SPT)

Os seis furos revelaram um perfil em duas camadas distintas. Até cerca de 10–11 m, predomina uma areia siltosa amarelada de baixa resistência à penetração, com Nspt entre 2 e 10. A partir de 12 m, ocorre uma areia siltosa esbranquiçada, compacta e com pedregulhos, na qual o Nspt sobe abruptamente, partindo de 16. A Figura 2 resume os furos e as características do solo.

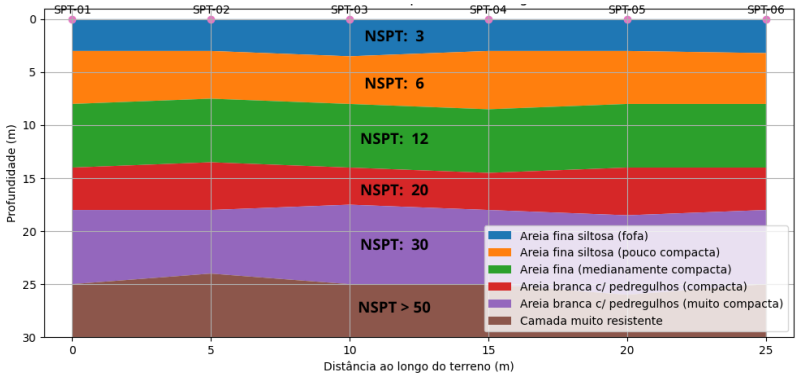


Figura 2. Perfil de sondagem do furo.

Essa transição define dois horizontes com papéis distintos na fundação, compatíveis com os sedimentos da Formação Barreiras que recobrem Natal: a camada superior, fácies residual arenosa menos resistente, e o horizonte inferior, mais denso e provavelmente com camadas enrijecidas com cimentação (Moreira et al., 2019). Assim, o fuste das estacas mobiliza atrito sobretudo na camada superficial, enquanto a ponta, a 16 m, apoia-se no horizonte competente, o que fundamenta a decisão de considerar a parcela de ponta no dimensionamento.

4.2 Estimativas de Capacidade de Carga e Recalque

4.2.1 Capacidade de carga

A Tabela 1 apresenta as cargas de ruptura e admissíveis obtidas pelos cinco métodos, considerando as parcelas de atrito lateral e de ponta.

Tabela 1. Capacidade de Carga e Carga Admissível das Estacas.

Método	Carga de Ruptura(kN)	Carga admissível(kN)
Aoki e Velloso (1975)	2066,3	1033,6
Decourt e Quaresma (1978)	1506,92	753,5
Teixeira (1996)	1948,42	974,2
Vorcaro-Velloso (2000)	4339,76	2168,8
Bransfond (1991).	2338,52	1169,3

Os resultados evidenciam dispersão expressiva entre os métodos, com a razão Qprev/Qexp variando de 0,56 a 1,61. Essa dispersão não é aleatória: reflete a origem de cada formulação, cujos coeficientes foram estabelecidos para domínios de validade específicos e a sua aderência ao perfil arenoso e cimentado do Barreiras (Nicoletti; Oliveira; Teixeira, 2023). Décourt-Quaresma (1978) e Teixeira (1996) forneceram as estimativas mais conservadoras, comportamento que, no caso do Décourt-Quaresma, alinha-se à sua

sensibilidade reconhecida a solos arenosos, para os quais tende a resultados conservadores subestimando a parcela de ponta, justamente a mais relevante neste caso. Já o método de Vorcaro-Velloso (2000), baseado em regressão sobre amplo banco de dados nacional, superestimou a capacidade em cerca de 60%. Aoki-Velloso (1975) e Brasfond (1991) apresentaram a melhor concordância. O primeiro tendo uma maior calibragem para os solos arenosos, tendo em vista que faz uma calibragem utilizando fatores de correlação e atrito de acordo com cada tipo de solo. Já o de Brasfond, o Brasfond foi concebido para estacas raiz, de modo que sua aderência a uma estaca escavada deve ser interpretada com cautela

Quanto a eficiência da capacidade de carga, a Tabela 2 apresenta a eficiência do grupo de estacas correspondente à disposição mostrada na Figura 1, evidenciando que os blocos com menor quantidade de estacas apresentaram maiores valores de eficiência, em virtude da menor interação entre os elementos de fundação. Todos os blocos tiveram eficiência superior a 70%.

4.2.2 Previsão de Recalque

Outro aspecto fundamental a ser analisado no dimensionamento de fundações é a previsão dos recalques das estacas, tanto para estacas isoladas quanto para estacas em grupo. Para a análise da estaca isolada, foi aplicado o método proposto por Poullos e Davis (1980), considerando a carga aplicada de 1300 kN para a estaca isolada. Já para a análise do comportamento das estacas em grupo, foram consideradas as cargas transmitidas pelos pilares a cada bloco de fundação, sendo essas solicitações apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Recalque e Eficiência das estacas em grupos.

Estaca Isolada e Grupo de Estacas	Carga (kN)	Recalque (mm)	Eficiência (%)
Estaca isolada	1300,0	1,87	100
Bloco 1	11102,5	26,12	75
Bloco 2	10039,2	18,65	77
Bloco 3	11206,3	26,37	75
Bloco 4	5283,9	13,53	81
Bloco 5	5229,9	13,68	81
Bloco 6	6363,1	16,03	80
Bloco 7	6564,1	16,54	80
Bloco 8	9641,1	20,51	72
Bloco 9	5812,4	14,65	80
Bloco 10	10630,4	22,61	72
Bloco 11	4553,1	11,91	79
Bloco 12	6440	16,23	80
Bloco 13	6309,2	15,90	80
Bloco 14	4591,9	12,01	81
Bloco 15	8237,7	20,38	75
Bloco 16	5081,1	13,29	81
Bloco 17	6623,4	16,69	80
Bloco 18	5344,2	13,98	81
Bloco 19	9461,2	23,41	75

Diante do exposto, os blocos mais carregados, com mais de cinco estacas, apresentaram os maiores recalques, entre 20 e 26 mm, em decorrência da maior superposição dos bulbos de tensão. A admissibilidade desses valores, contudo, deve ser avaliada pela tolerância da estrutura aos recalques totais e diferenciais, e não por critérios de ruptura. O recalque diferencial máximo ocorreu entre os pilares P3 e P11, de 14,46 mm, correspondendo a uma distorção angular da ordem de 1/1369, bem inferior aos limites usualmente associados ao início de danos em edificações, situados entre 1/300 e 1/500 (Velloso; Lopes, 2010).

Cabe registrar que o recalque previsto para a estaca isolada (1,87 mm sob 1300 kN) situou-se abaixo do medido na prova de carga (10,67 mm sob 2600 kN). Ainda que correspondam a níveis de carga distintos, a comparação sugere que a previsão pela teoria da elasticidade tende a subestimar o recalque, comportamento coerente com a sensibilidade do método ao módulo de deformabilidade, estimado indiretamente a partir do

Nspt. Tal observação não compromete a conclusão de segurança, uma vez que mesmo as magnitudes medidas permanecem dentro dos limites admissíveis de distorção, mas reforça a importância de confrontar previsões com resultados experimentais.

4.3 Prova de Carga

A execução do ensaio Prova de Carga Estática seguiu os parâmetros da NBR 16903:2020 e buscou analisar o comportamento real da fundação do empreendimento em comparativo com as previsões de projeto.

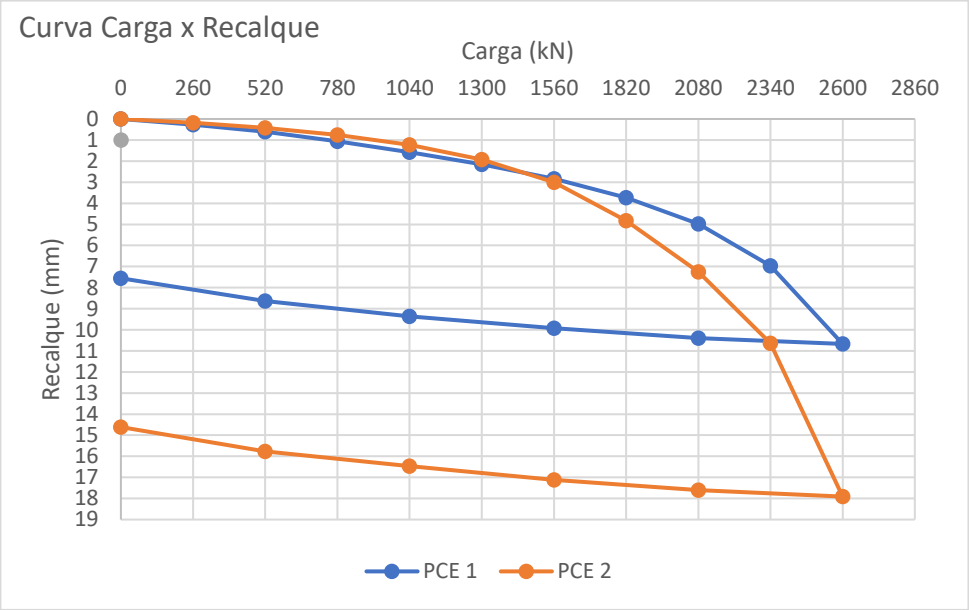


Figura 3. Curva Carga x Recalque PCE-1 e PCE-2.

A partir do relatório da PCE, confirmou-se desempenho satisfatório das estacas: o ensaio foi conduzido até 2.600 kN, com recalques de 10,67 mm (PCE-1) e 17,91 mm (PCE-2). No descarregamento, a recuperação elástica foi de 3,11 mm e 3,30 mm, respectivamente, indicando deformações residuais relevantes, porém sem caracterizar ruptura.

Como o ensaio não atingiu a ruptura, a curva carga × recalque foi extrapolada pelo método de Van der Veen (1953), obtendo-se uma carga de ruptura de aproximadamente 2.700 kN, apenas ligeiramente superior à carga máxima aplicada (2.600 kN), o que indica que a estaca foi solicitada até as proximidades de sua capacidade última estimada por esse método.

A carga de ruptura foi também estimada pelo método da rigidez de Décourt (1996), baseado na curva carga × rigidez, tendo uma carga de ruptura física da ordem de 3.480 kN, observando-se uma diferença relevante em relação à extrapolação de Van der Veen. Essa divergência é fisicamente coerente com o perfil do subsolo, o fuste mobiliza atrito ao longo da camada de areia siltosa (Nspt de 2 a 10 até cerca de 11 m), enquanto a ponta, apoiada na areia compacta com Nspt ≥ 16, exige maiores deslocamentos para se mobilizar plenamente. Como o ensaio foi interrompido a 2.600 kN, antes da ruptura, a parcela de ponta não foi totalmente desenvolvida, o que explica a carga última superior estimada pela rigidez e evidencia a reserva de resistência da fundação.

4.4 Ensaio de Integridade (PIT)

Para complementar as verificações da qualidade e segurança da fundação foi realizado o ensaio de PIT (Pile Integrity Test), seguindo as normativas da ASTM D5882, com o objetivo de avaliar as características geométricas nas 118 estacas, como por exemplo se houve estrangulamento do fuste, falhas de concretagem, além de verificar se o comprimento previsto foi executado. A Figura 4 a seguir, mostra um dos parâmetros obtidos no ensaio.

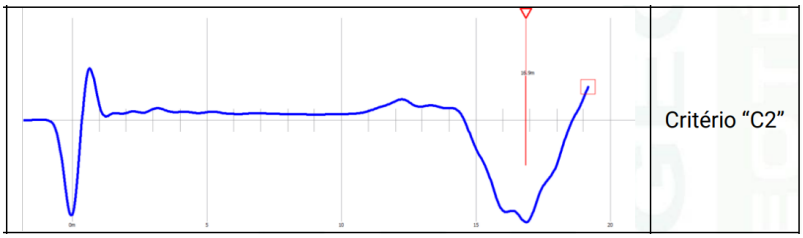


Figura 4. Ensaio PIT.

Na estaca ilustrada, o reflectograma indicou comprimento de 16,9 m, compatível com os 16 m de projeto. A pequena diferença é atribuível à velocidade de propagação adotada no concreto, confirmando a execução do comprimento previsto. O sinal apresentou variações de impedância pouco significativas em relação ao sinal inicial e exibiu reflexão nítida na ponta, indicando ausência de descontinuidades relevantes ao longo do fuste; a estaca pode, assim, ser considerada aparentemente íntegra. De modo geral, as 118 estacas ensaiadas, apresentaram integridade satisfatória sem anomalias encontradas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quanto à capacidade de carga, os métodos semiempíricos apresentaram dispersão expressiva: Aoki-Velloso (1975) teve a melhor aderência entre os aplicáveis a estacas escavadas, enquanto Décourt-Quaresma (1978) e Teixeira (1996) se mostraram conservadores e Vorcaro-Velloso (2000) superestimou a capacidade. Tais divergências decorrem menos de diferenças de parâmetros do que da origem de cada formulação — calibrada em outras regiões — e da natureza arenosa da formação barreiras. Na análise de grupo, todos os blocos apresentaram eficiência superior a 70%.

A subestimativa sistemática observada — o método de Aoki-Velloso (1975), de melhor aderência, ainda subestimou a capacidade em cerca de 20% — sugere a pertinência de uma calibração regional. A introdução de um fator de correção ajustado às areias da região de Natal poderia reduzir o erro sistemático, conforme recomendam Velloso e Lopes (2010) para a aplicação regional de métodos semiempíricos. Tal calibração, contudo, exige a constituição de um banco de dados local de provas de carga, configurando-se como recomendação para trabalhos futuros.

A discrepância de ~30% entre Van der Veen (2.700 kN) e o método da rigidez (3.480 kN) decorre das hipóteses de cada modelo: Van der Veen ajusta a curva a uma assíntota — estimativa mais conservadora quando há pequenos deslocamentos —, enquanto a rigidez extrapola o decaimento da rigidez, projetando maior mobilização de ponta. Coerente com a ruptura progressiva esperada em areia, ambos delimitam um intervalo para a carga última, e não um valor único..

Os recalques previstos mantiveram-se admissíveis, com distorção angular máxima de 1/1369 — bem inferior ao valor usualmente associado ao início de fissuração de alvenarias (da ordem de 1/500) e compatível com os critérios de deslocamentos-limite da NBR 6118. O ensaio PIT indicou integridade aparente das estacas e a execução do comprimento de projeto.

Conclui-se que a fundação atende aos critérios de segurança e deformabilidade. Sobretudo, o estudo evidencia que, em solos da formação barreiras, a dispersão entre os métodos semiempíricos reforça o papel fundamental da prova de carga como instrumento de validação e aponta a calibração regional como caminho para previsões mais confiáveis

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albuquerque, P.J.R.; Garcia, J.R. (2020) Engenharia de fundações. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC.

Alheiros, M.M.; Lima Filho, M.F. (1991) A Formação Barreiras: revisão geológica da Faixa Sedimentar Costeira de Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Estudos Geológicos (Série B), v. 10, p. 77-88.

Alonso, U.R. (2019) Previsão e controle das fundações. 3 ed. São Paulo: Blucher.

Aoki, N. E Velloso, D. A. (1975) Aproximate Method to Estimate the Bearing Capacity of Piles. Proceedings of the 5th Pan American Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Buenos Aires, vol. 1.

Araújo, F.S.; Araújo, R.C. (2023) Comparação da acurácia dos métodos de Aoki-Velloso e Décourt-Quaresma em relação a provas de carga na obtenção da capacidade de carga de estacas hélice contínua. Revista Brasileira de Iniciação Científica (RBIC), Itapetininga, v. 10, e023035.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (2023) NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto — Procedimento. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira De Normas Técnicas (2020). NBR 6484: Sondagens de simples reconhecimento com SPT — Método de ensaio. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira De Normas Técnica (2020). NBR 16903: Prova de carga estática em fundação profunda. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira De Normas Técnica (2022). ABNT NBR 6122: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro.

ASTM INTERNATIONAL (2016). ASTM D5882: Standard test method for low strain impact integrity testing of deep foundations. West Conshohocken.

Brasfond Fundações Especiais S.A. (1991). Estacas raiz. Catálogo, 38 p.

Cintra, J.C.A.; Aoki, N. (2010) Carga admissível em fundações profundas. São Paulo: Oficina de Textos.

Décourt, L.; Quaresma, A. R. (1978) Capacidade de Carga de Estacas a partir de Valores de SPT. In: Anais do 6° COBRAMSEF, Rio de Janeiro, vol.1, p. 45-53

Décourt, L. (1996) A ruptura de fundações avaliada com base no conceito de rigidez. In: Seminário de Engenharia de Fundações Especiais e Geotecnia - SEFE 3, São Paulo. Anais... ABMS. v. 1, p. 215–224.

Moreira, M.M.; Souza, N.M.; Arraes, K.A. (2019) Caracterização geotécnica dos materiais inconsolidados do município de Natal-RN: suscetibilidade e risco potencial de deslizamentos e inundações. In: Barbosa, F.C. (Org.). Engenharia e geotecnia: princípios fundamentais. 1. ed. Piracanjuba: Conhecimento Livre. p. 224-232.

Nicoletti, R.S.; Oliveira, D.C.A.; Teixeira, V.R. (2023) Análise comparativa de métodos semiempíricos destinados ao cálculo da capacidade de carga de estacas. REPAE – Revista de Ensino e Pesquisa em Administração e Engenharia, São Paulo, v. 9, n. 3, p. 51-70.

Poulos, H. G.; Davis, E. H. (1980) Pile Foundations Analysis and Design, John Wiley and Sons, New York, 397p.

Santos, J.M.; Sousa, R.S.; Silva, A.B. (2020) Comparação do método empírico de Harry G. Poulos e E. H. Davis (1980) utilizado na previsão de recalques em fundações profundas. In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Campinas. Anais... ABMS. Disponível em: <https://proceedings.science/p/149397?lang=pt-br>. Acesso em: 5 mar. 2026.

Santos Júnior, O.F.; Coutinho, R.Q.; Severo, R.N.F. (2015) Propriedades geotécnicas dos sedimentos da Formação Barreiras no litoral do Rio Grande do Norte – Brasil. Geotecnia, n. 134, p. 87-108.

Teixeira, A. H. (1996) Projeto e Execução de Fundações. In: SEFE 3, São Paulo. Anais... São Paulo: ABEF/ABMS. v. 1, p. 33-50

Van Der Veen, C. (1953) Bearing capacity of a pile. In: International conference soil mechanics foundation engineering, 3., Zurich. Proceedings... Zurich, 1953. v. 2.

Velloso, D.A.; Lopes, F.R. (2010) Fundações: critérios de projeto, investigação do subsolo, fundações superficiais e fundações profundas. São Paulo: Oficina de Textos.

Vorcaro, M. C. Estimativa de carga última compressiva em estacas a partir do SPT por regressão linear múltipla. Tese (Doutorado) – COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, 2000.