

DOI: 10.47094/COBRAMSEG2024/605

Caracterização de Depósitos de Solos Moles do Sudeste do Brasil: Contribuições para o Desenvolvimento de um Banco de Dados Geotécnico

Luisa Muylaert de Menezes Póvoa

Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico, Instituto Federal do Espírito Santo, Colatina, Brasil,
luisa.povoa@ifes.edu.br

Paulo César de Almeida Maia

Professor da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, Brasil,
maia@uenf.br, maia@uenf.br

Lara Médici Martinelli

Aluno, Instituto Federal do Espírito Santo, Colatina, Brasil, laramedicimartinelli@gmail.com

RESUMO: O litoral brasileiro, notável por sua vasta extensão, é marcado pela presença de extensivos depósitos de solos moles, originários do período Quaternário. Esses solos são caracterizados pela predominância de partículas argilosas, valores de NSPT que geralmente variam entre 3 e 5 golpes, alta compressibilidade, baixa permeabilidade, alto teor de matéria orgânica e capacidade de carga reduzida. Essas características representam desafios consideráveis em termos de recalque e estabilidade estrutural. Especificamente, a região Sudeste do Brasil, e mais notavelmente o estado do Rio de Janeiro, se sobressai pela considerável acumulação de depósitos de solo mole, e essa região apresenta uma extensa quantidade de pesquisas realizadas na área, refletindo a complexidade do solo da região. Embora existam diversos estudos na área, ressalta-se a importância de manter atualizado um banco de dados geotécnicos específico para os solos moles da região em questão. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo contribuir com parâmetros geotécnicos e perfis geotécnicos dos solos moles ao longo do litoral da região Sudeste. Para isso, será utilizado os documentos fundamentais da literatura técnica da região para abarcar os estudos mais importantes, fornecendo parâmetros geotécnicos e perfis geotécnicos desses depósitos de solos moles. Os resultados alcançados nesta pesquisa podem ser aplicados na elaboração de anteprojetos para uma variedade de projetos de engenharia sobre esses depósitos de solo mole. Contudo, é fundamental ter cuidado na utilização dos dados em contextos práticos.

PALAVRAS-CHAVE: solo mole, SPT, perfil geotécnico.

ABSTRACT: The Brazilian coast, noted for its vast extent, is characterized by the presence of extensive deposits of soft soils, originating from the Quaternary period. These soils are typified by a predominance of clay particles, Standard Penetration Test (SPT) values that generally range between 3 and 5 blows, high compressibility, low permeability, high organic matter content, and reduced bearing capacity. These attributes pose considerable challenges in terms of settlement and structural stability, constituting an essential field of study for geotechnical engineering. Specifically, the Southeast region of Brazil, and more notably the state of Rio de Janeiro, stands out for the considerable accumulation of soft soil deposits, and this region presents an extensive amount of research conducted in the field, reflecting the soil's complexity in the region. Although numerous studies exist in this area, it is emphasized the importance of maintaining an up-to-date geotechnical database specific to the soft soils of the region in question. In this context, the present study aims to contribute geotechnical parameters and geotechnical profiles of the soft soils along the Southeastern coastal region. For this purpose, fundamental documents from the technical literature of the region will be utilized to encompass the most important studies, providing geotechnical parameters and profiles of these soft soil deposits. The results achieved in this research can be applied in the preparation of preliminary designs for a variety of engineering projects on these soft soil deposits. However, caution must be exercised in the practical application of these data.

KEYWORDS: soft soil, SPT, geotechnical profile.

1 INTRODUÇÃO

O litoral brasileiro, notável por sua vasta extensão, é marcado pela presença de extensivos depósitos de solos moles, originários do período Quaternário. Esses solos são caracterizados pela predominância de partículas argilosas, valores de NSPT que geralmente variam entre 3 e 5 golpes, alta compressibilidade, baixa permeabilidade, alto teor de matéria orgânica e capacidade de carga. Essas características representam desafios consideráveis em termos de recalque e estabilidade estrutural, constituindo um campo de estudo essencial para a engenharia geotécnica.

Nos últimos, uma série de estudos tem sido publicados na literatura técnica sobre esses depósitos de solos moles, com foco na análise de perfis geotécnicos e na caracterização de suas propriedades. Estas pesquisas são notáveis na região litorânea do Sudeste do Brasil, incluindo contribuições significativas de pesquisadores como Cunha (1988), Almeida e Marques (2002), Francisco (2004), Aragão (1975), Campos (2006), Carvalho (1980), Coutinho (1986), Vilela (1976), Lins e Lacerda (1980), Crespo Neto (2004), Sandroni e Deotti (2008), Spannenberg (2003), Baroni (2010), Queiroz (2013), Marques *et al.* (2008), Lima (2007) e Carneiro (2014). Ademais, trabalhos recentes de destaque incluem os de Conte (2019), Cobe *et al.* (2018), Nietiedt (2018), Nascimento (2016), Souza (2017), Paes (2017), Baroni (2016), Castello (2019), Abreu (2020) e Lima (2020).

Particularmente no Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica (COBRAMSEG), no período de 2002 a 2022, observou-se uma gama significativa de trabalhos publicados importantes sobre solos moles, principalmente no ano de 2016, que extrapolam os limites da região Sudeste do Brasil. Esse crescimento evidencia a implementação de uma série de projetos de infraestrutura no país, impulsionados principalmente pelos preparativos para as Olimpíadas do Rio 2016. A evolução do quantitativo dos trabalhos apresentados ao longo do período de 2002 a 2022 é claramente ilustrado na Figura 1.

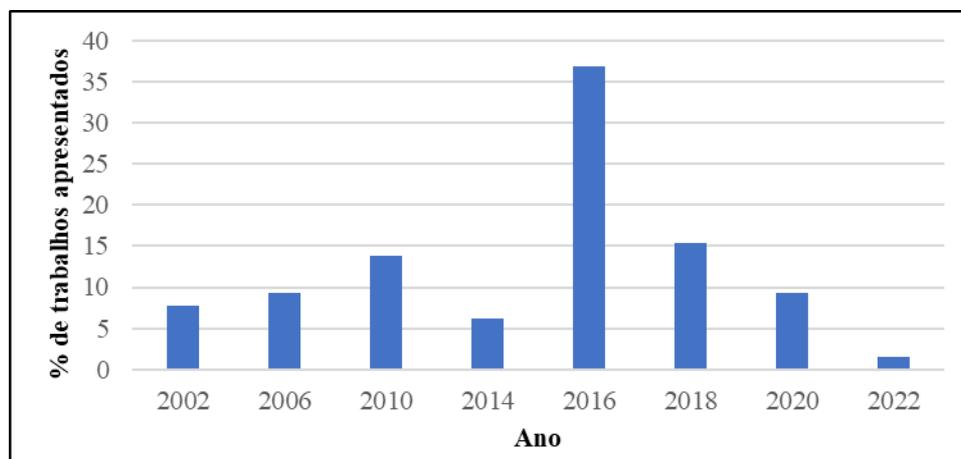


Figura 1. Evolução de trabalhos apresentados no COBRAMSEG no período de 2002 a 2022.

Verifica-se que apesar da quantidade expressiva de pesquisas sobre esses depósitos, é fundamental a atualização contínua de um banco de dados geotécnicos dedicado aos solos moles desta região específica. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo visa contribuir com parâmetros geotécnicos e perfis geotécnicos dos solos moles ao longo do litoral da região Sudeste. Para isso, será utilizado os documentos fundamentais da literatura técnica da região para abarcar os estudos mais importantes, fornecendo parâmetros geotécnicos e perfis geotécnicos desses depósitos de solos moles.

2 PERFIS TÍPICOS DE SOLO MOLE DA REGIÃO SUDESTE

Mediante uma revisão dos principais documentos na literatura técnica, foi possível compilar os perfis de solos dos depósitos localizados na região Sudeste do Brasil, conforme ilustrado na Figura 2. Esta avaliação sistemática indicou uma predominância de estudos e dados na região do Rio de Janeiro. Em contrapartida, nas áreas de São Paulo e Espírito Santo, observa-se uma notável deficiência publicações que abordem especificamente os parâmetros geotécnicos dos depósitos de solo mole.

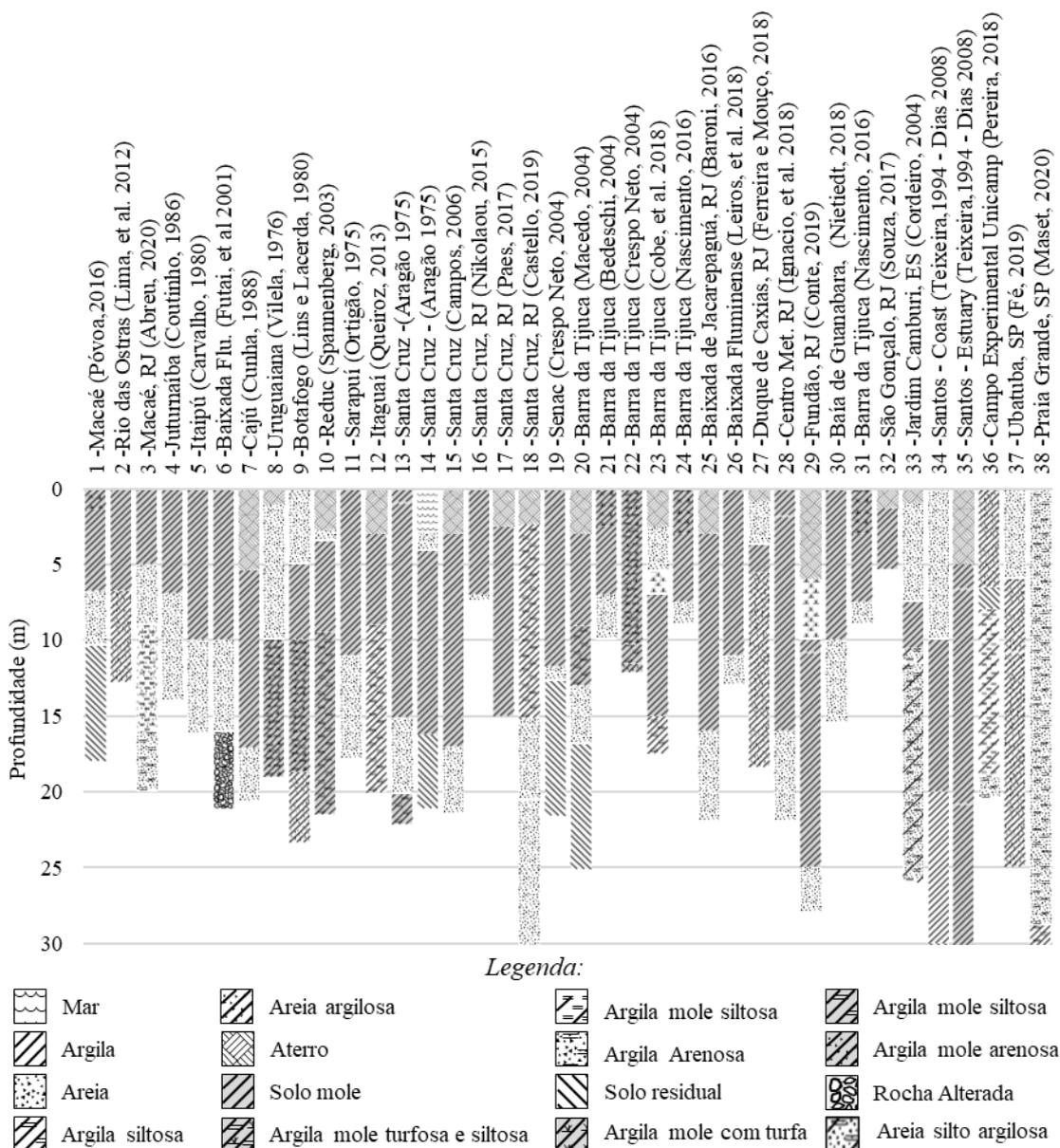


Figura 2. Perfis típicos de solo mole da região Sudeste

Nota-se na Figura 2 que, nos perfis estudados, é comum encontrar camadas de solo mole sobrepondo-se a outras camadas de solo mais resistentes, como areias e argilas arenosas. Especificamente na região do Rio de Janeiro, essas camadas de solo mole apresentam espessuras que variam consideravelmente entre 5 e 15 metros. As camadas de solo mole, caracterizadas por sua alta compressibilidade e baixa capacidade de suporte, estão presentes em diversas profundidades nos perfis analisados. No Centro Metropolitano do Rio de Janeiro e na Baixada de Jacarepaguá, assim como na região do Fundão, observamos camadas de argila mole de maior espessura, alcançando até 15 metros de profundidade.

Em contraste, na área de Santos, as camadas de solo mole são ainda mais pronunciadas, atingindo espessuras de até 25 metros. Este aumento significativo na espessura das camadas de solo mole em Santos indica uma maior complexidade geotécnica.

No Espírito Santo, especificamente na região de Jardim Camburi, em Vitória, as camadas de solo mole também são bastante pronunciadas. As investigações geotécnicas na área mostram que as camadas de solo mole podem alcançar espessuras significativas, similarmente àquelas observadas no Rio de Janeiro e em Santos.

A variabilidade observada nas camadas de solo mole, tanto em termos de espessura quanto de profundidade, ressalta a importância de investigações geotécnicas específicas para cada projeto específico.

3 PARÂMETROS GEOTÉCNICOS DO SOLO MOLE DA REGIÃO SUDESTE

Complementarmente à Figura 1, as Tabelas 1, 2 e 3 oferecem uma síntese dos parâmetros geotécnicos obtidos a partir das investigações em algumas das áreas representadas na figura. Estas tabelas consolidam os parâmetros geotécnicos fundamentais, tais como espessuras dos solos moles, umidade natural (w_{nat}), limite de liquidez (LL), limite de plasticidade (LP), índice de plasticidade (IP), porcentagem de argila, peso específico natural (γ_{nat}), matéria orgânica (M.O), índice de vazios inicial (e_0), relação entre coeficiente de recompressão (C_s) e coeficiente de compressibilidade (C_c) e coeficiente de adensamento vertical (C_v). As observações a partir daqui são baseadas nas informações contidas nessas tabelas.

Tabela 1. Propriedades Geotécnicas de Depósitos de Solos Moles do Sudeste do Brasil (Parte-1)

	Macaé, RJ	Rio das Ostras, RJ	Juturnaíba, RJ	Itaipú, RJ	Caju	Uruguaiana
Referências	Póvoa, 2016	Lima <i>et al.</i> , 2012	Coutinho, 1986	Carvalho, 1980	Cunha, 1988	Vilela, 1976
Espessuras (m)	5-12	1-6,8	7	10	12	9
w_{nat} (%)	200	100-200	154±95,6	240±110	88	54,8±19,5
LL (%)	180	99-150	132±44	175±83	107	71±30
IP(%)	110	53-106	64±22	74±30	67	11
% argila	60-80	47-66	60,7±12,74			39,4±10,11
γ_{nat} (kN/m ³)	12,6	12-15	12,5±1,87	12±1,85	14,81	16,1±1,39
% M.O	7	07-11	19±10,63	32,63±20,46		2,56±1,04
e_0	5,2	2,6-5,2	3,74±1,98	6,72±3,1	2,38	1,42±0,36
CR= $C_c/1+e_0$	0,46	0,4-0,46	0,31±0,12	0,41±0,12	0,267	0,31±0,15
C_s/C_c	0,07	0,09-0,14	0,07±0,06		0,21	
c_v (cm ² /s)	1,2x10 ⁻⁷	1-9x10 ⁻⁴	1-10x10 ⁻⁴	5x10 ⁻⁴		

As espessuras dos solos moles variam significativamente entre as localidades, de 1 a 6 metros em Rio das Ostras (Lima *et al.*, 2012) até mais de 50 metros no Porto de Santos, conforme descrito por Massad (1994). Os dados da Tabela 1 mostram que essas espessuras estão em consonância com os valores apresentados nos perfis típicos na Figura 2. Essa variação reflete a diversidade dos ambientes deposicionais e históricos geológicos, influenciando as propriedades geotécnicas dos solos.

Os índices de vazios iniciais (e_0) e os teores de umidade natural (w_{nat}) dos solos moles analisados variam significativamente entre as diferentes localidades, evidenciando uma correlação entre esses parâmetros. Na Barra da Tijuca, RJ, o w_{nat} varia entre 500-600%, enquanto o e_0 é de 10,2 (Nascimento, 2016). Em Itaipú, RJ, o w_{nat} é de 240±110% e o e_0 é de 6,72±3,1 (Carvalho, 1980). Em Sarapuú, RJ, o w_{nat} é de 143±21,7% e o e_0 é de 3,71±0,57 (Almeida e Marques, 2002). Esses valores altos de w_{nat} estão associados a maiores índices de vazios. Por outro lado, em locais como Uruguaiana, o w_{nat} é de 54,8±19,5% e o e_0 é de 1,42±0,36, e em Botafogo, RJ, o w_{nat} é de 35% e o e_0 é de 1,1 (Lins e Lacerda, 1980). Esses menores teores de umidade estão correlacionados com menores índices de vazios, indicando solos com menor compressibilidade.

Skempton (1970) observou que em solos argilosos normalmente adensados, o aumento do teor de umidade resulta em um aumento do índice de vazios, uma conclusão que é consistente com os dados observados nas tabelas analisadas. Esta variação está também associada à atividade coloidal da argila, onde maior superfície específica das partículas leva a uma maior retenção de água, resultando em um maior índice de vazios.

Os limites de liquidez (LL) dos solos moles variam significativamente, indo de 38% em Botafogo (Lins e Lacerda, 1980) a 540% na Barra da Tijuca (Nascimento, 2016). Da mesma forma, os índices de plasticidade (IP) também apresentam ampla variação, de 11% em Botafogo (Lins e Lacerda, 1980) a 336% na Barra da

Tijuca (Nascimento, 2016). Os dados indicam que os limites de liquidez são superiores ao teor de umidade natural em várias localidades, o que é característico de solos sensitivos, conforme descrito por Almeida e Marques (2002).

Tabela 2. Propriedades Geotécnicas de Depósitos de Solos Moles do Sudeste do Brasil (Parte-2)

	Botafogo, RJ	REDUC	Sarapuá, RJ	Itaguaí	Santa Cruz, RJ	Guaratiba (Fidei) RJ	SENAC
Referências	Lins e Lacerda, 1980	Spannenberg, 2003	Almeida e Marques, 2002	Queiroz, 2013	Campos, 2006	Lima, 2020	Crespo Neto, 2004
Espessuras (m)	6	11-13	12	2-7	5-15	5-10	3-12
w _{nat} (%)	35	74,9-133,87	143±21,7	84	114,97-119	21-185	72-500
LL (%)	38	113,7	120±18	70	56-121	26-148	70-450
IP(%)	11	85	73±16	40	25-77	12-101	47-250
% argila	28	35	70		36,7-64,6	15,7-66,2	28-80
γ _{nat} (kN/m ³)	17,04	13-14,3	13,1±0,49	14,7	13,13	13,1-19,28	12,5
% M.O		6,6±1		1,3-15,8	1,2-4,13	0,32-0,69	
e ₀	1,1	1,94±3,55	3,71±0,57	2	3,16-4,79	0,6-4,7	1-11,1
CR=C _c /1+e ₀	0,16	0,54	0,41±0,07	0,25	0,19-0,45	0,24-0,46	0,29-0,52
C _s /C _c	0,19	0,1	0,15±0,02		0,07-0,14	0,08-0,24	0,17-80
c _v (cm ² /s)	30x10 ⁻⁴	2x10 ⁻⁴	9x10 ⁻⁴	1x10 ⁻⁴		0,1-1x10 ⁻³	

Tabela 3. Propriedades Geotécnicas de Depósitos de Solos Moles do Sudeste do Brasil (Parte-3)

	Barra da Tijuca, RJ	Baixada de Jacarepaguá	Fundão, RJ	Baía de Guanabara	São Gonçalo, RJ	Porto de Santos Argilas SFL
Referências	Nascimento (2016)	Baroni (2016)	Conte (2019)	Nietiedt (2018)	Souza (2017)	Massad (1994)
Espessuras (m)	7,5	13	19	10	4	<50
w _{nat} (%)	500-600	72-1200	90,33	60-125	146,3	75 -150
LL (%)	536-540	88-218	154	92-149	141	40 - 150
IP(%)	300-336	47-133	101	70-114	96	20 - 90
% argila	49	19-60	73			
γ _{nat} (kN/m ³)	18,89	11,5	14,65			13,5 -16,3
% M.O	50-56	10	3,8			
e ₀	10,2	2-11,6	2,26	1,6 - 3,2		2 - 4
CR=C _c /1+e ₀		0,27-0,38	0,48	0,308 - 0,452	0,4	0,33 - 0,51
C _s /C _c		0,13	0,09	0,175 - 0,594		8 - 12
c _v (cm ² /s)		1,3-6,3x10 ⁻⁴		1x10 ⁻⁴ - 2x10 ⁻³	2x10 ⁻⁴	

Em relação, a porcentagem de argila nos solos moles observa-se que ela também varia. Os maiores valores de argila são encontrados em Macaé (até 80%), e os menores na Baixada de Jacarepaguá (19%). A porcentagem de matéria orgânica nos solos moles varia de 1,2% a 56%. Esses valores indicam uma ampla

variação na quantidade de matéria orgânica presente nos solos analisados. Valores acima de 10% são considerados altos, sugerindo que alguns desses solos possuem uma quantidade significativa de matéria orgânica.

A variação dos valores de CR indica que a compressibilidade dos solos varia consideravelmente entre as localidades. Solos com maior CR tendem a ser mais compressíveis, resultando em maiores recalques. Por exemplo, na REDUC, o CR é de 0,54 (Spannenberg, 2003), indicando alta compressibilidade. Em contraste, em Botafogo, RJ, o CR é de 0,16 (Lins e Lacerda, 1980), sugerindo menor compressibilidade.

Martins e Lacerda (1994) ressaltam que a razão de compressão (CR) é crucial para avaliar o recalque por adensamento e que a precisão dessa avaliação depende da qualidade das amostras. Erros significativos podem ocorrer devido à forma da curva do ensaio ser afetada pelo amolgamento, ressaltando a importância de amostras de alta qualidade para análises precisas.

Observa-se que a relação entre o coeficiente de recompressão (C_s) e o coeficiente de compressibilidade (C_c), expressa como C_s/C_c , varia entre as localidades. Valores altos de C_s/C_c indicam uma maior capacidade do solo de recuperar elasticamente após a remoção da carga, enquanto valores baixos sugerem menor capacidade de recuperação elástica. Os menores valores de C_s/C_c são observados em Juturnaíba (0,07), e os mais altos em Rio das Ostras (0,14).

Em relação aos valores do coeficiente de adensamento vertical (C_v), verifica-se uma considerável variação entre as diferentes regiões analisadas. O valor mínimo de C_v é de $1,2 \times 10^{-7}$ cm²/s em Macaé, RJ (Póvoa, 2016), enquanto o valor máximo é de 2×10^{-3} cm²/s na Baía de Guanabara, RJ (Nietiedt, 2018). Outros valores intermediários incluem $1-9 \times 10^{-4}$ cm²/s em Rio das Ostras, RJ (Lima et al., 2012) e 30×10^{-4} cm²/s em Botafogo, RJ (Lins e Lacerda, 1980). Esses dados demonstram uma diferença de ordem de grandeza de aproximadamente 10^4 , indicando uma significativa variação na capacidade de adensamento dos solos nas diferentes regiões analisadas. Segundo Aragão (1975), essa dispersão dos valores de C_v está relacionada aos diferentes graus de pré-adensamento ao longo da camada. Essas variações refletem a heterogeneidade das condições do solo, onde o grau de pré-adensamento pode causar dispersões significativas nos valores de C_v .

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que este estudo contribuiu significativamente para a sistematização de perfis estratigráficos e parâmetros geotécnicos, servindo como base para avaliações de viabilidade e planejamento de obras em depósitos sedimentares. No entanto, há uma expressiva falta de dados publicados sobre o Espírito Santo, destacando a necessidade de expandir o banco de dados geotécnicos dessa área. É essencial uma análise cuidadosa dos dados apresentados em contextos práticos.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal do Espírito Santo, campus Colatina, por tornar possível esta pesquisa, e pela bolsa ofertada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, A. D. V., (2020) *Parâmetros geotécnicos do depósito de solo mole para o projeto da nova pista do aeroporto de Macaé/RJ*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro/ UFRJ, 235 p.
- Almeida, M.S.S., Marques, M.E.S. (2002) *The Behavior of Sarapuí Soft Organic Clay*, International Workshop on Characterization and Engineering Properties of Natural Soils.
- Aragão, C. J. C. (1975) *Propriedades Geotécnicas de alguns depósitos de argila mole na área do Grande Rio*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Rio de Janeiro-RJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro/ UFRJ.

- Baroni, M. (2010) *Investigação geotécnica em argilas orgânicas muito compressíveis em depósitos da Barra da Tijuca*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Rio de Janeiro-RJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro / UFRJ, 270p.
- Baroni, M. (2016) *Comportamento geotécnico de argilas extremamente moles da baixada de Jacarepaguá*. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Rio de Janeiro-RJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro/ UFRJ, 292p.
- Campos, A. C. S. L. D. (2006) *Características de compressibilidade de uma argila mole da Zona Industrial de Santa Cruz, Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro –RJ, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro/ PUC-Rio, 175p.
- Carneiro, R. (2014) *Previsão do comportamento da argila mole da Baixada de Jacarepaguá: o efeito da submersão do aterro e do adensamento secundário*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Rio de Janeiro-RJ, Universidade Estadual do Rio de Janeiro/ UFRJ, 140p.
- Carvalho, J. (1980) *Estudo da compressão secundária em depósito de argila mole de Itaipu*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Rio de Janeiro-RJ, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro/ PUC-Rio.
- Castello, J. P. (2019) *Avaliação das características de compressibilidade e adensamento de um depósito de argila mole de Santa Cruz, Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro-RJ, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC-Rio, 213p.
- Cobe, R. P., Sayão, A. D. S. F. J., Sandroni, S. S. (2018) *Considerações sobre deslocamentos em estacas causados por sobrecargas assimétricas*. XIX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Salvador, Bahia, Brasil.
- Conte, M. A. G. (2019) *Investigação da relação índice de vazios-tensão vertical efetiva na compressão edométrica de uma argila mole da ilha do Fundão, RJ*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Rio de Janeiro-RJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro/ UFRJ, 238p.
- Cordeiro, D. D. (2004) *Obtenção de parâmetros geotécnicos de areias por meio de ensaios de campo e de laboratório*. Dissertação de Mestrado, Vitória, ES, Universidade Federal do Espírito Santo/ UFES, 198p.
- Coutinho, R. Q. (1986) *Aterro experimental instrumentado levado a ruptura sobre solos orgânicos de Juturnaíba*. Tese de Doutorado, Rio de Janeiro-RJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ, 646p.
- Crespo Neto, F.N. (2004). *Efeito da velocidade de rotação na tensão cisalhante obtida em ensaio de palheta*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Rio de Janeiro-RJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro/ UFRJ, 302p.
- Cunha, R.P. (1988) *Análise de Ruptura de um Aterro Sanitário Sobre a Argila Mole do Caju*. Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ.
- Dias, M. S. (2008) *Cidade de Santos: Comparação entre as propriedades geotécnicas do subsolo de alguns trechos da orla de Santos*, 6° SEFE, Vol. 2, p.331 -342.
- Fé, G. E. S. S. (2019) *Avaliação da solicitação lateral em estacas. Estudo paramétrico a partir do caso do Condomínio Anêmona, Ubatuba/SP*. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro-RJ, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro/ PUC-Rio, 125p.
- Ferreira, C. V., Mouço, D. L. (2018) *Aterro por carregamento A vácuo para aceleração de recalque sobre solos moles: sistema membrana impermeável ou dreno-a-dreno*. XIX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Salvador, Bahia, Brasil.
- Francisco, G.M. (2004). *Estudo dos efeitos do tempo em estacas de fundação em solos argilosos*. Tese de D.Sc, Rio de Janeiro, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro /UFRJ.
- Futai, M.M, Almeida, M.S.S & Lacerda, W.A. (2001) *Propriedades geotécnicas das argilas do Rio de Janeiro*. Encontro Propriedades de Argilas Moles Brasileiras, Rio de Janeiro, p.138-165.

- Leiros, L. H. M., Freitas Neto, O. D., Santos Junior, O. F. D. (2018) *Estimativa de recalques em aterro sobre solo mole*. XIX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Salvador, Bahia, Brasil.
- Lima, B. (2007) *Modelagem numérica da construção de aterro instrumentado na Baixada Fluminense, Rio de Janeiro*, Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Rio de Janeiro-RJ, Universidade Estadual do Rio de Janeiro/ UERJ, 136p.
- Lima, B.; Almeida, R.; Barreto, E.C. (2012) *Caracterização geotécnica de depósito de argila mole em Rio Das Ostras – RJ*, Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Porto de Galinhas.
- LIMA, I. S. (2020) *Caracterização do Solo Mole do Campus Fidei, Rio de Janeiro - RJ*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, 2020. 179 f.: il.; 29,7 cm.
- Lins, A. H. P., Lacerda, W. A. (1980) *Ensaio triaxiais de compressão e extensão na argila cinza do Rio de Janeiro em Botafogo*, Solos e Rochas, Revista Brasileira de Geotecnia, Vol.3, n°2, p.5 – 29.
- Marques, M. E. S; Lima, B. T.; Oliveira, J.R.M., Antoniutti Netto, L., Almeida, M. S. S.; (2008) Caracterização geotécnica de um depósito de solo compressível de Itaguaí, Rio de Janeiro. In: Congresso Luso-Brasileiro De Geotecnia, 4., Coimbra, Portugal. Anais... Coimbra.
- Martins, I.S.M. & Lacerda, W.A. (1994). *Sobre a relação índice de vazios-tensão vertical efetiva na compressão unidimensional*. Solos e Rochas, Revista Brasileira de Geotecnia, 17(3):157-166.
- Maset, V. L. (2020) *Modelo para análise do comportamento de estacas escavadas de grande diâmetro com fluido estabilizante na Baixada Santista submetidas a cargas axiais*. Dissertação de Mestrado, São Paulo – SP, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo/ USP, 152 p.
- Nascimento, T. Z. (2016) *Comportamento em laboratório e em campo de uma argila muito mole estabilizada com cimento*. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro – RJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro/ UFRJ, 165 p. Rio de Janeiro,
- Nietiedt, J. A. (2018) *Análise da confiabilidade de estaqueamento através da teoria bayesiana*. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro-RJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro/ UFRJ, 159 p.
- Paes, I. T. (2017) *Características geotécnicas de uma argila mole de Santa Cruz, Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro – RJ, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro/ PUC-Rio, 203 p.
- Póvoa, L. M. D. M. (2016) *Caracterização geotécnica de um depósito de solo mole em área de baixada localizada em Macaé-RJ*. Dissertação de Mestrado, Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual Do Norte Fluminense Darcy Ribeiro/ UENF, 157 p.
- Queiroz, C.M. (2013) *Propriedades geotécnicas de um depósito de argila mole da região de Itaguaí-RJ*. Dissertação de Mestrado, Belo Horizonte – MG, Universidade Federal de Minas Gerais/ UFMG, 118p.
- Sandroni, S. S., Deotti, L.O.G. (2008) Instrumented test embankments on piles AND geogrid platforms at the Panamerican Village, Rio de Janeiro. In: PAN AMERICAN GEOSYNTHETICS CONFERENCE & EXHIBITION, 1., 2008, Cancún Mexico. Proceedings... Cancún, 1 CDROM.
- Skempton, A.W. (1970). *The Consolidation of Clays by Gravitational Compaction*. Q.J. Geo. Soc., London, 125, 373–412.
- Souza, G. L. A. D. (2017) *Estudo da influência da duração do carregamento em projetos de aterros sobre solos moles destinados à construção de vias sujeitas ao tráfego de veículos especiais ultra-pesados*. Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro – RJ, Universidade do Estado do Rio de Janeiro/ UERJ, 111 p.
- Spannenberg, M (2003) *Caracterização geotécnica de um depósito de argila mole da baixada fluminense*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Rio de Janeiro - RJ, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro/ PUC-Rio, 183p.
- Vilela, T. F., (1976) *Determinação dos parâmetros de resistência, “Creep” e de relaxação de tensões de uma argila mole do Rio de Janeiro*, Dissertação de Mestrado, COPPE/ UFRJ.