



Determinação de capacidade de carga de fundação direta através de métodos teóricos e semiempíricos

Jaime Mesquita de Souza

Colúvio Consultoria em Geologia e Geotecnia, Vitória, Brasil, jaime.souza@coluvio.com.br

RESUMO: A capacidade de carga para fundações diretas, usualmente determinada através do ensaio SPT, podem também ser obtidos por meio de métodos teóricos a partir de ensaios de resistência. Neste artigo, a determinação da capacidade de carga através de ensaio SPT são utilizados os métodos de Terzaghi e Peck (1967), Meyerhof (1965) e Teixeira (1996). Os métodos de Terzaghi (1943), Meyerhof (1963) e Hansen (1970) são utilizados para determinação da capacidade de carga a partir dos dados dos ensaios de resistência. Quando comparados as capacidades de carga oriundas dos resultados dos ensaios N_{spt} com os de resistência fica clara a diferença dos seus resultados. Parte desta diferença é proveniente do elevado valor da coesão obtido no horizonte argiloso contra um valor muito inferior do horizonte arenoso. Este trabalho apresenta os valores obtidos de capacidade de carga pelos métodos acima apresentados e as distorções que os resultados de ensaios diferentes podem trazer.

PALAVRAS-CHAVE: Capacidade de carga, fundação direta, método semiempírico, método teórico, Grupo Barreiras, Espírito Santo.

1 INTRODUÇÃO

O Grupo Barreiras assume um papel estratégico no desenvolvimento econômico e social do Espírito Santo a partir da ocupação de áreas expressivas dos maiores e mais populosos municípios capixabas, suas características geológico-geotécnicas e através da instalação das maiores indústrias do estado (Samarco, Vale, ArcelorMittal e Fibria). Apesar da importância do Grupo Barreiras, os dados geológicos no Espírito Santo ainda são escassos e não elucidativos, principalmente quanto: a área fonte dos sedimentos, posicionamento estratigráfico e a influência do tectonismo na sua evolução.

A maior expressão do Grupo Barreiras no estado, segundo o mapa geológico do estado do Espírito Santo na escala de 1:400.000 (CPRM, 2014), está ao norte da cidade de Vitória, onde gradativamente a sua extensão no sentido leste-oeste a partir da faixa litorânea alarga em direção ao estado da Bahia (figura 1). Também a norte de Vitória, o município de Pedro Canário apresenta-se inteiramente ocupado pelo Grupo

Barreiras enquanto que os municípios de Mucurici, Montanha, Conceição da Barra e Sooretama tem uma área superior a 80 % ocupada por esta unidade geológica. Os municípios de São Mateus, Jaguaré, Linhares, Aracruz e Boa Esperança possuem aproximadamente 50% dos seus territórios ocupados pelos sedimentos do Grupo Barreiras. Ao sul da capital, o Grupo Barreiras resume-se em porções descontínuas entre os municípios de Vila Velha, Guarapari, Anchieta, Itapemirim, Marataízes e Presidente Kennedy.

A crescente demanda da construção civil através dos projetos de imóveis residenciais e a expansão industrial nos municípios de abrangência do Grupo Barreiras demandam soluções cada vez mais econômicas com o objetivo de viabilizar a construção destes empreendimentos. Esta unidade geológica de origem sedimentar possui características que pode apresentar grande capacidade de carga para a fundação, podendo trazer uma redução no



custo destas construções em função de uma solução mais econômica quando comparada a fundação profunda, porém estudos da sua potencialidade estão restritos a poucos artigos acadêmicos e projetos industriais e residenciais, não publicados e com acesso reduzido.

juntamente com sondagens a percussão subsidiam o estudo. São apresentados a capacidade de carga do horizonte superficial de até 2 m de profundidade que não apresenta laterita e do horizonte inferior cimentado por óxido de ferro.

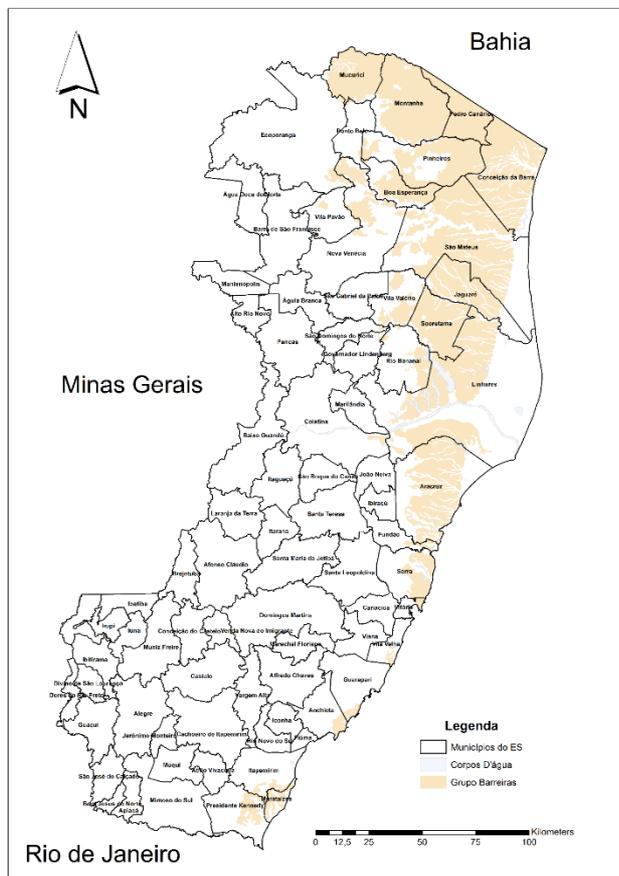


Figura 1. Distribuição do Grupo Barreiras no estado do Espírito Santo.

Neste artigo, são apresentados os resultados de sondagens a percussão, ensaios de caracterização e ensaios de resistência realizados no município de Vitória e Serra em dois horizontes com características geotécnicas distintas dentro do Grupo Barreiras. O objetivo do estudo é relacionar as suas características geológicas e os parâmetros geotécnicos determinantes para variação da capacidade de carga. Os dados provenientes de ensaios de resistência obtidos através do cisalhamento direto em amostras na condição higroscópica

1.2 Ocorrência de solos lateríticos no Brasil

Os solos tropicais são resultado dos processos geológicos oriundos das regiões tropicais úmidas. Os solos lateríticos são o produto de tais processos e estão representados no Brasil, principalmente nas regiões centro-oeste e norte. Na região sudeste e nordeste estão presentes principalmente no litoral, representados no Grupo Barreiras e no sul, tem a sua gênese intimamente ligada aos basaltos da Formação Serra Geral. A predominância da fração argilosa nos solos lateríticos é latente em todas as regiões do Brasil. Normalmente estes horizontes não oferecem um valor satisfatório de capacidade de carga para fundação direta, quando utilizado os métodos semiempíricos. O elevado valor da coesão, quando observada em solos não saturados, pode ser obtida em diversos tipos de solos lateríticos. Deste modo, o comportamento descrito acima pode ser observado nos solos lateríticos finos de outras unidades geológicas, como por exemplo, a Formação Serra Geral (figura 2).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Dentre os estudos pioneiros realizados no estado do Espírito Santo que tratam da ocorrência de minerais pesados e do posicionamento estratigráfico registram-se os trabalhos de Amador (1978), Amador & Dias (1978), Amador (1982a), Amador (1982b) e posteriormente os estudos realizados por Tamara (1995), Morais (2007), Miranda (2009), Ribeiro (2010) e Bricalli (2011) que tratam essencialmente de neotectônica, com exceção de Tamara (1995) que abordou o Grupo Barreiras dentro da região metropolitana de Vitória/ES no



posicionamento estratigráfico de suas unidades. Amador (1982a) relata a insistência de outros autores de tornar indiviso os depósitos cenozóicos continentais, como também a impraticabilidade de generalização do Grupo Barreiras no Nordeste para outras áreas de ocorrência.

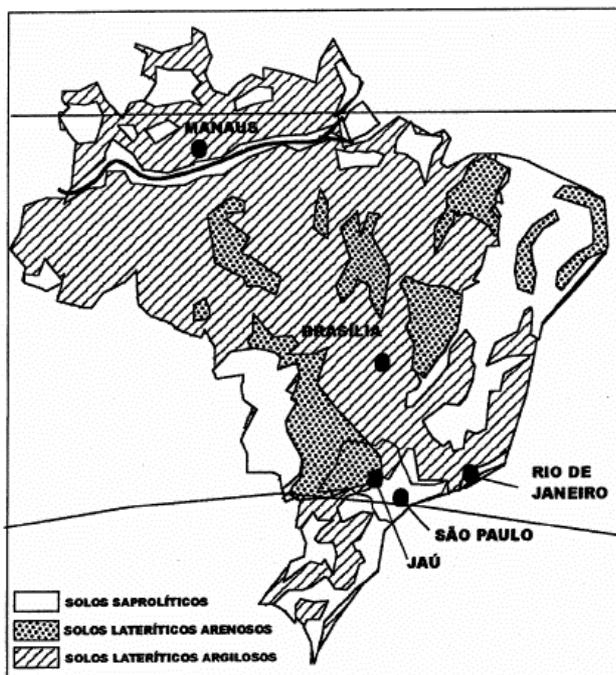


Figura 2. Distribuição dos solos lateríticos e saporlitos no Brasil (Nogami *et al*, 2000).

Os trabalhos de cunho geotécnico são dispersos e restritos praticamente aos dados gerados nos projetos de engenharia e implantação de empreendimentos.

Os estudos realizados por Polido & Castello (1985, 1986, 1998) reúnem as características geotécnicas dos solos da Grupo Barreiras. Polido & Castello (1985) obtiveram algumas das características geotécnicas a partir de ensaios oedométricos na porção laterítica de um dos horizontes. Posteriormente este mesmo horizonte laterítico teve seu comportamento analisado ao receber uma fundação superficial (Polido & Castello, 1986). No município da Serra/ES, em diversos estágios de saturação mediram a sucção matricial, as variações nos parâmetros de resistência e a própria resistência

do solo. Os ensaios mostraram que entre 1,0 e 1,50 m de solo em perfil a umidade pode variar entre 40 e 75% e a sucção matricial nos extremos de umidade ser de 1500 a 1,2 kPa. O reflexo direto desta variação é o aumento da resistência quando a saturação do solo decrescer. Mello Junior (2002) seguiu a linha de estudos de solos não saturados tal como em Polido & Castello (1998), para avaliar a capacidade de carga quanto a ruptura de fundações superficiais. As provas de carga diretas e os métodos empíricos foram utilizados para avaliação da capacidade de carga, apoiadas nas sondagens (SPT e CPT) e ensaios de caracterização e resistência. As 7 provas de carga direta foram realizadas em condições diferentes e observou-se que a ruptura foi por punção e com certo nível de saturação foi observado o comportamento colapsível. Souza (2012) realizou estudos sobre estabilidade de talude no Grupo Barreiras no município de Vitória que revelou um horizonte mais superficial e argiloso e horizonte inferior arenoso através de sondagem SPT e ensaios de caracterização. Os ensaios de resistência a tensão de 400 kPa mostraram que o horizonte predominantemente argiloso apresenta grande variação quando saturado (decréscimo de 200%) diferente do horizonte arenoso quando saturado, a sua resistência sofre um decréscimo de aproximadamente 10%. Devido a coesão verdadeira do solo argiloso originária da cimentação por óxido de ferro, o horizonte superior do Grupo Barreiras se apresentou estável, inclusive com inclinação negativa, em relação ao horizonte inferior de predominância arenosa, em diversos pontos do talude estudado. As provas de carga em estacas hélices foi o tema abordado por Alledi (2013) na sua tese em que 3 provas foram realizadas dentro da Grupo Barreiras na Região Metropolitana de Vitória. Foram obtidos o SPT-T para cada perfil de solo. Através de instrumentação instalada nas estacas foi obtida a curva carga-recalque que posteriormente interpretada obteve-se carga de ruptura. Alledi (2013) também apresenta uma comparação entre os métodos semiempíricos empregados corriqueiramente e os dados



oriundos dos experimentos realizados para obtenção da capacidade de carga.

3 MÉTODO

3.1 Origem dos parâmetros geotécnicos

Foram determinados para obtenção dos dados para determinação da capacidade de carga dois locais distintos abrangidos pelo Grupo Barreiras dentro da Região Metropolitana de Vitória, ou seja, os municípios de Vitória e Serra, distantes cerca de 20 km. Mello Junior (2002) realizou ensaios de cisalhamento direto e sondagens SPT, dentre outros, no estudo que trata sobre a capacidade de carga de fundações superficiais no município da Serra no horizonte superficial do Grupo Barreiras. Para análise de estabilidade de taludes em Vitória, Souza (2012) executou uma extensa campanha de ensaios nos dois horizontes distintos do Grupo Barreiras. Para este estudo serão utilizados os dados oriundos do ensaio SPT e cisalhamento direto.

São utilizados os parâmetros geotécnicos da camada II composta por areia fina a média, muito argilosa, de grãos angulares e subangulares, cor marrom claro classificado com solo do tipo “SC” segundo o Sistema Unificado de Classificação (SUC) mais superficial com profundidade máxima de 2,45 m da região do município da Serra. Em Vitória são utilizados os parâmetros geotécnicos obtidos nos dois horizontes distintos, uma argila areno-siltosa de cor marrom (topo) e uma areia argilo-siltosa com pedregulho de cor vermelha (base). Os parâmetros de resistência (ângulo de atrito e coesão) foram obtidos na condição higroscópica. As tabelas 1, 2, 3 e 4 apresentam a caracterização dos solos do município da Serra e Vitória, respectivamente.

Tabela 1. Classificação granulométrica da camada II do município da Serra.

Horizonte	Areia (%)	Solos finos (%)
Camada II	60,84	39,16

Tabela 2. Resultados das análises de limites, peso específico e umidade da camada II do município da Serra.

Horizonte	LL	LP	IP	W (%)	γ_d (KN/m ³)
Camada II	44,90	15,61	29,30	10,82	16,68

Tabela 3. Classificação granulométrica dos horizontes do município de Vitória.

Horizonte	Argila	Silte	Areia	Pedregulho
Superior	58,10	5,11	35,87	0,92
Inferior	17,50	5,20	74,70	2,60

Tabela 4. Resultados das análises de limites e peso específico *in situ* do município de Vitória.

Horizonte	LL	LP	IP	γ (KN/m ³)
Superior	51	33	18	17,52
Inferior	NL	NP	-	16,97

A tabela 5 apresenta os resultados dos ensaios de resistências de ambas as áreas estudadas na sua condição higroscópica.

Tabela 5. Parâmetros de resistência na condição higroscópica de ambas as áreas estudadas.

Horizonte	Coesão (kPa)	Atrito ($^{\circ}$)
Superior	94,45	54,46
Inferior	7,40	39,69
Camada II	52,6	32,4

Os resultados das sondagens a percussão SP03, SP04 e SP05, da camada II, dentro da subárea “R” (Mello Junior, 2002) são apresentados na tabela 6. Estas areias são classificadas como pouco compacta ($5 \leq N_{spt} \leq 8$) e medianamente compacta ($9 \leq N_{spt} \leq 18$). No estudo realizado por Souza (2012), representados na tabela 7, a argila do horizonte superior é classificada como média ($6 \leq N_{spt} \leq 10$), rija ($11 \leq N_{spt} \leq 19$) e dura ($19 \leq N_{spt}$). O solo arenoso que compõe o horizonte inferior é classificado como compacto ($19 \leq N_{spt} \leq 40$) e muito compacto ($40 \leq N_{spt}$). Os resultados das sondagens a percussão serão utilizados para determinação da capacidade de carga através de métodos semiempíricos.

Tabela 6. Valores de N_{spt} da camada II.



Horizonte	Profundidade (m)	SP03	SP04	SP05
Camada II	0,50 – 0,95	8	8	5
	1,00 – 1,45	8	6	6
	1,50 – 1,95	7	7	6
	2,00 – 2,45	9	7	6

Tabela 7. Valores de N_{spt} do horizonte superior e inferior.

Horizonte	Profundidade (m)	SP01	SP02
Superior	1,00 – 1,45	20	5
	2,00 – 2,45	20	12
	3,00 – 3,45	14	22
	4,00 – 4,45	9	29
	5,00 – 5,45	13	29
Inferior	6,00 – 6,45	37	61
	7,00 – 7,45	35	53
	8,00 – 8,45	27	45
	9,00 – 9,45	37	43
	10,00 – 10,45	30	57
	11,00 – 11,45	37	61

3.2 Determinação da capacidade de carga

A determinação da capacidade de carga é realizada através da planilha elaborada por Oliveira e Amancio (2016) onde as autoras oferecem os métodos descritos acima como também a partir dos resultados de prova de carga.

Com o objetivo de padronizar a determinação da capacidade de carga serão consideradas neste estudo sapatas quadradas com 1,00 m de lado e profundidade de 1,45 m sem a presença de N.A, uma vez que em nenhuma das sondagens foi encontrada água. O tipo de ruptura utilizado para determinação da capacidade de carga pelo método teórico é por punção devido aos baixos valores de N_{spt} para os dados provenientes da camada II. Para os horizontes superior e inferior a generalizada é a utilizada devido os altos valores de N_{spt} determinarem solos rígidos e conduzirem para este tipo de ruptura. Nos resultados também serão informados a tensão admissível. Para este tipo de análise o fator de segurança utilizado, segundo a NBR 6122 (ABNT, 2010), é igual a 3. A planilha elaborada por Oliveira e Amancio (2016) oferece a alternativa de inserção de um recalque admissível no método semiempírico, que neste artigo é de 1 mm. O N_{spt} utilizado para

determinação da capacidade de carga pelo método semiempírico é o menor valor dentre as sondagens de cada horizonte na mesma profundidade de modo a atuar a favor da segurança.

Para determinação da capacidade de carga através do ensaio SPT serão utilizados os métodos de Terzaghi e Peck (1967), Meyerhof (1965) e Teixeira (1996). Os métodos de Terzaghi (1943), Meyerhof (1963) e Vésic (1975) determinarão a capacidade de carga com os parâmetros de resistência oriundos dos ensaios de cisalhamento direto na condição higroscópica.

4 RESULTADOS

Os resultados da capacidade de carga e tensão admissível determinados através de métodos semiempíricos são apresentados nas tabelas 8, 9 e 10.

Tabela 8. Resultados de capacidade de carga e tensão admissível através do método de Terzaghi e Peck (1967).

Horizonte	Capacidade de carga (kPa)	Tensão admissível (kPa)
Superior	264,00	88,00
Inferior	4488,00	1496,00
Camada II	396,00	132,00

Tabela 9. Resultados de capacidade de carga e tensão admissível através do método de Meyerhof (1965).

Horizonte	Capacidade de carga (kPa)	Tensão admissível (kPa)
Superior	45,00	15,00
Inferior	333,00	111,00
Camada II	54,00	18,00

Tabela 10. Resultados de capacidade de carga e tensão admissível através do método de Teixeira (1996).

Horizonte	Capacidade de carga (kPa)	Tensão admissível (kPa)
Superior	360,00	120,00
Inferior	1704,00	568,00
Camada II	402,00	134,00

Quando a determinação da capacidade de carga é determinada pelos valores oriundos do ensaio SPT nota-se que destacadamente o



horizonte inferior oferece a maior capacidade de carga. Os horizontes superior e camada II mostram valores de N_{spt} bem próximos de acordo com os critérios estabelecidos, ou seja, da escolha dos menores valores de N_{spt} .

A tabelas 11, 12 e 13 apresentam os resultados da capacidade de carga e tensão admissível determinados através de métodos teóricos.

Tabela 11. Resultados de capacidade de carga e tensão admissível através do método de Terzaghi (1943).

Horizonte	Capacidade de carga (kPa)	Tensão admissível (kPa)
Superior	142678,31	48678,15
Inferior	3583,86	1194,62
Camada II	1257,86	419,29

Tabela 12. Resultados de capacidade de carga e tensão admissível através do método de Meyerhof (1963).

Horizonte	Capacidade de carga (kPa)	Tensão admissível (kPa)
Superior	353117,31	120292,85
Inferior	5454,32	1818,11
Camada II	1572,57	524,19

Tabela 13. Resultados de capacidade de carga e tensão admissível através do método de Vésic (1975).

Horizonte	Capacidade de carga (kPa)	Tensão admissível (kPa)
Superior	227128,22	76850,84
Inferior	4912,97	1637,66
Camada II	1833,57	611,19

O horizonte inferior apresenta valores de capacidade de carga majorados em mais de 100% nos 3 métodos teóricos apresentados, quando comparado com a camada inferior. Os valores de capacidade de carga para o horizonte superior apresentam valores superiores a 40 vezes o valor do horizonte inferior.

4 CONCLUSÕES

Este artigo apresenta uma comparação entre horizontes da mesma formação geológica, de modo que o leitor note as diferenças entre o tipo de análise realizada para determinação da capacidade de carga de fundação direta e compreenda a relação direta do processo de

evolução do Grupo Barreiras, entre os seus dois horizontes, e a influência direta nos parâmetros geotécnicos.

A presença de cimento composto por óxido de ferro, foi determinada através do ensaio de difração de raios x (Souza, 2012). Este ensaio acusou a presença do mineral hematita (Fe_2O_3) na fração argila, que juntamente com a presença de laterita na fração granulométrica pedregulho, somada a condição de confinamento imposta pelo ensaio SPT, determina os elevados valores de capacidade de carga apresentados para o horizonte inferior no método semiempírico. Queiroz de Carvalho (2003) *apud* Martínez (2003) cita o incremento da coesão em função da presença de minerais compostos por ferro e alumínio. Segundo o autor, a coesão se torna mais efetiva na presença de materiais amorfos e menos efetiva na presença de minerais cristalinos. A influência da presença de ferro nos solos, quando no estado cristalino, contribui imediatamente no ângulo de atrito, no estado amorfo, o ferro atua como cimentante, sintetiza Martínez (2003). A oscilação do NA, através da oxidação e redução do ferro, controla a formação de óxidos ou hidróxidos sob a forma de laterita e demais minerais (Silva, 2007). A dinâmica do ferro em camadas de predominância da fração argila é referida por Silva (2007) como mais evidente devido à fixação mais eficiente deste íon, proveniente de uma superfície específica maior desta fração granulométrica. Silva (2007) cita que a maior permeabilidade da areia permite o livre trânsito do ferro solúvel nos grãos minerais, sendo o efeito de fixação deste, menos evidente que nas argilas. Os blocos endurecidos ferruginosos (avermelhados), segundo Alheiros (2004) *apud* Silva (2007), são estruturas cimentadas por óxido de ferro. Estas estruturas são formadas devido à percolação de ferro em solução, que juntamente com algum silte e argila obstrui os poros do solo (Silva, 2007). Apesar da presença de óxido de ferro destaca-se a fraca atuação ou até ausência deste cimentante nas amostras retiradas, juntamente com os elevados teores de areia.

Os valores elevados do ângulo de atrito e



coesão do horizonte superior, quando comparados ao horizonte inferior pode ser explicado, segundo Bandeira (2003), pela presença de grumos de argila que faz o solo se comportar como arenoso, apresentando valores elevados do ângulo de atrito. A presença de grumos de argila foi detectada através do ensaio granulométrico sem defloculante (Souza, 2012). O incremento da sucção também é apontado por Campos (1997) *apud* Martínez (2003) como fator para elevação do ângulo de atrito. Segundo Campos (1997), a sucção é responsável pela variação estrutural do solo, aumentando o grau de entrosamento entre os grãos e, conseqüentemente, aumentando a tendência de dilatação do material não saturado, dilatação esta observada no ensaio de cisalhamento direto executado na condição higroscópica. Os valores de coesão se apresentam em 7,40 e 2,72 kPa para a condição higroscópica e saturada, respectivamente. O efeito da saturação no horizonte superior reduziu o ângulo de atrito pela metade e dividiu a coesão por 7 vezes. O efeito da saturação no horizonte inferior foi menor, com praticamente a manutenção do ângulo de atrito e redução à terça parte da coesão, que já apresentava valor baixo, na condição higroscópica. Lima (2002) também atribui redução da coesão a amostras saturadas do Grupo Barreiras. A discussão sobre valores de coesão e ângulo de atrito somente ilustra as condições saturadas para os dois horizontes e não foi considerada neste estudo uma vez que não foi encontrado N.A. nas sondagens SPT. Polido & Castello (1986) e Mello Junior (2002) também teceram considerações a respeito da relação da sucção e aumento da resistência em solos do Grupo Barreiras.

Os valores de capacidade de carga apresentados a partir do N_{spt} apresentam coerência, porém com grande variação quando comparados os resultados do método de Meyerhof (1965) com Terzaghi e Peck (1967) e Teixeira (1996) (figuras 2, 3 e 4). O horizonte inferior foi a que mais variou quando comparados os métodos de Terzaghi e Peck (1967) e Teixeira (1996).

Quando comparados os resultados do método teórico os valores do horizonte superior para os três métodos testados são irreais. Estes valores devem-se aos valores de coesão e ângulo de atrito elevados e também em função da dimensão da sapata (figuras 3 a 8).

1. DADOS DE ENTRADA		2. TENSÃO ADMISSÍVEL (kPa)	
1.1 Parâmetros do Solo		TERZAGHI E PECK (196)	1496,00
N_{spt}	37	MEYERHOF (1965)	111,00
		TEIXEIRA (1996)	568,00
1.2 Geometria da Fundação			
B	1 m		
L	1 m		
D	0 m		
1.3 Parâmetros de Projeto			
Padm	1 mm		

Figura 3. Determinação da capacidade de carga através de método semiempírico do horizonte superior.

1. DADOS DE ENTRADA		2. TENSÃO ADMISSÍVEL (kPa)	
1.1 Parâmetros do Solo		TERZAGHI E PECK (196)	88,00
N_{spt}	5	MEYERHOF (1965)	15,00
		TEIXEIRA (1996)	120,00
1.2 Geometria da Fundação			
B	1 m		
L	1 m		
D	0 m		
1.3 Parâmetros de Projeto			
Padm	1 mm		

Figura 4. Determinação da capacidade de carga através de método semiempírico do horizonte inferior.

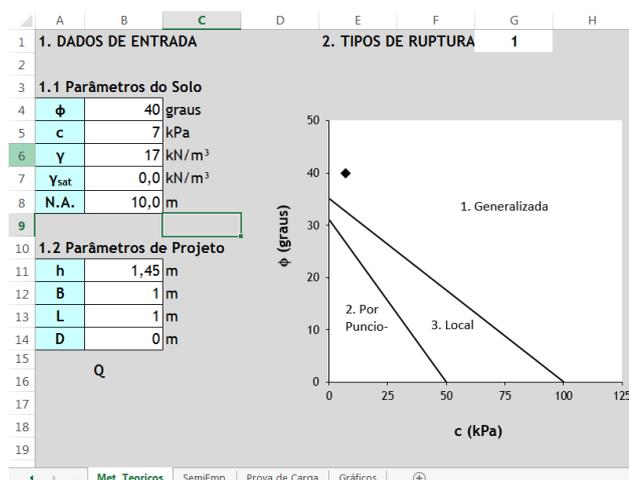
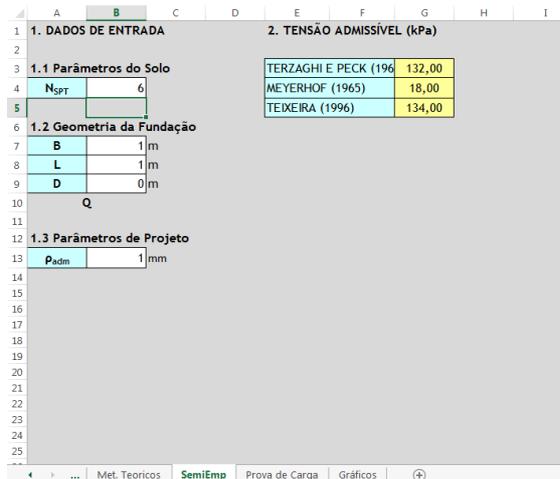


Figura 5. Determinação da capacidade de carga através de método semiempírico do horizonte camada II.

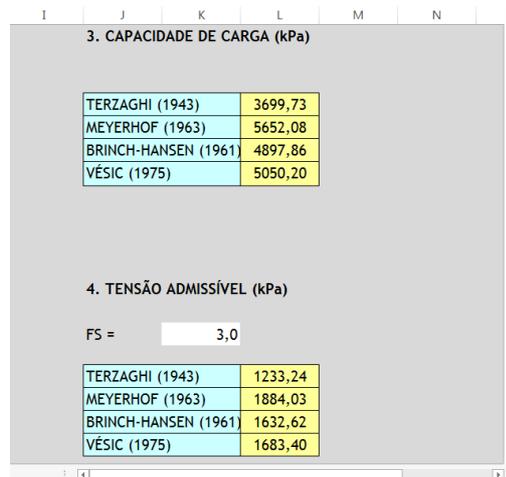
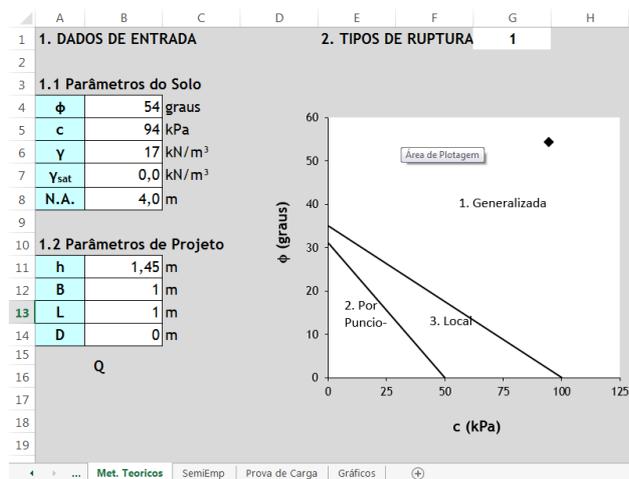


Figura 7a e b. Determinação da capacidade de carga através de método teórico do horizonte inferior.

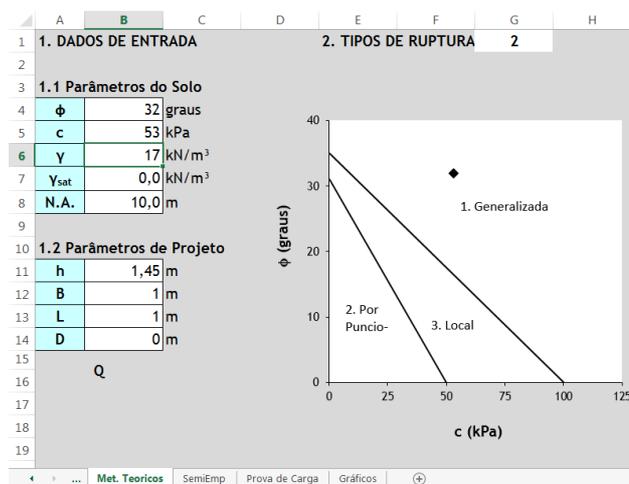
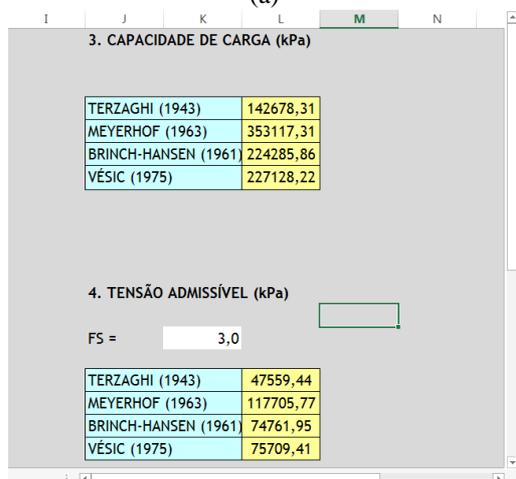


Figura 6a e b. Determinação da capacidade de carga através de método teórico do horizonte superior.



3. CAPACIDADE DE CARGA (kPa)	
TERZAGHI (1943)	1257,86
MEYERHOF (1963)	1572,57
BRINCH-HANSEN (1961)	1711,46
VÉSIC (1975)	1833,57

4. TENSÃO ADMISSÍVEL (kPa)	
FS =	3,0
TERZAGHI (1943)	419,29
MEYERHOF (1963)	524,19
BRINCH-HANSEN (1961)	570,49
VÉSIC (1975)	611,19

(b)

Figura 8a e b. Determinação da capacidade de carga através de método teórico do horizonte camada II.

5 RECOMENDAÇÕES

Estudos mais elaborados quanto ao recalque utilizando ensaios oedométricos e a utilização de métodos numéricos (MEF) são sugeridos para enriquecimento das informações a respeito do comportamento de fundações diretas em solos tropicais lateríticos não saturados.

Um melhor entendimento das questões estratigráficas e do processo de litificação do Grupo Barreiras no Espírito Santo se fazem necessários.

REFERÊNCIAS

Alledi, C.T.D.B. Transferência de carga de estacas hélice contínua instrumentadas em profundidade. 2013. 293 f. Tese (Doutorado em Engenharia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Amador, E.S. Depósitos do "Grupo Barreiras" no Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, 1978, Recife, Anais... Recife: SBG, 1978. v. 1, 1982, P. 139.

Amador, E.S. O Barreiras pleistocênico no Estado do Espírito Santo e seu relacionamento com depósitos de minerais pesados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32, 1982, Salvador, Anais... Salvador: SBG, 1982. v. 4, 1982, P. 1462-1473.

Amador, E.S. Depósitos relacionados à unidade inferior do

Grupo Barreiras no Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32, 1982, Salvador, Anais... Salvador: SBG, 1982. v. 4, 1982, P. 1451-1461.

Amador, E.S., DIAS, G.T. Considerações preliminares sobre depósitos do Terciário Superior do norte do Espírito Santo. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v. 50, n.1, p.121-132, 1978.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 6122: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2010.

Bandeira, A. P. N. Mapa de risco de erosão e escorregamento das encostas com ocupações desordenadas no Município de Camaragibe-PE. 2003. 209 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Bricalli, L. L. Padrões de lineamento e fraturamento neotectônico no estado do Espírito Santo. 2011. 221 p. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências – IGEO/UFRJ- Programa de pós-graduação em Geologia – Rio de Janeiro.

Campos, T.M.P. Resistência ao cisalhamento de solos não saturados. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SOLOS NÃO SATURADOS, 3, 1997, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: Ed. Freitas Bastos. P 399-416.

Lima, A.F. Comportamento geomecânico e análise de estabilidade de uma encosta da Formação Barreiras na área urbana da cidade de Recife. 2002. 186 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Martínez, G. S. e S. Estudo do comportamento mecânico de solos lateríticos da Formação Barreiras. 2003. 266 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Mello Junior, J. de O. Estudo de capacidade de carga quanto à ruptura de fundações superficiais em um solo não saturado. 2002. 198 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo.

Meyerhof, G. G. Some recent research on the bearing capacity of foundations, Vol. 1 – n. 1 – 1963, 16-22 p.

Meyerhof, G. G. Shallow foundations. Journal of Soil Mechanics and Foundations Division ASCE, Vol. 91, n. 2, 1965, 21-31 p.

Miranda, D. J. Tensões e fraturamento neotectônico na área emersa da bacia do Espírito Santo. 2009. 113 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Morais, R. M. O. Sistemas fluviais terciários na área emersa da bacia do Espírito Santo (Formações Rio Doce e Barreiras). 2007. 139 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.



- Janeiro.
- Nogami, J. S., Villibor, D. F., Beligni, M. e Cincerre, J. R., 2000. “Pavimentos com Solos Lateríticos e gestão de manutenção de Vias Urbanas”. São Paulo.
- Oliveira, B. L. M.; Amancio, L. B. Otimização do cálculo da capacidade de carga e tensão admissível do solo para sapatas isoladas. Revista Eletrônica de Engenharia Civil, Vol. 12, nº 2, 2016, 53-66 p.
- Polido, U. F.; Castello, R. R *Geotechnical parameter of a lateritic soil of Barreiras Formation in Espírito Santo. In: INTERNATINAL CONFERENCE ON GEOMECHANICS IN TROPICAL LATERITIC AND SAPROLITIC SOILS, 1ª, Brasília: ABMS / ISSMGE, 1985*
- Polido, U. F.; Castello, R. R. Comportamento de uma fundação superficial em solo residual laterítico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES, 8ª, Porto Alegre: ABMS, 1986.
- Polido, U. F.; et al. Resistência ao cisalhamento de um solo não saturado da Formação de Barreiras, Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA, 11ª, Brasília: ABMS, 1998.
- Silva, M.M. DA. Estudo geológico-geotécnico de uma encosta com problemas de instabilidade no Município de Camaragibe – PE. 2007. 436 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Tamara G. 1995. Contribuição ao Estudo do Grupo Barreiras na Região Metropolitana de Vitória (ES). 1995. 73 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Teixeira, A. H. Projeto e execução de fundações. Seminário de Engenharia de Fundações Especiais e Geotecnia, 3. Anais... Vol. 1, São Paulo, 1996, 33-50p.
- Terzaghi, K. Theoretical soil mechanics. New York, John Wiley & Sons, Inc, 1943.
- Terzaghi, K.; PECK, R. B. Soil mechanics in engineering practice. 2nd ed. New York, J. Wiley, 1967, 729 p.
- Vésic, A. S. Bearing capacity of shallow foundations. In: H. F. Winterkorn; H. Y. Fang (Eds.); New York: Van Nostrand Reinhold Co., 1975.