

Compressibilidade de uma Argila Orgânica Mole do Bairro Chão de Estrelas no Recife

Felipe Melo de Assis Rocha

Unicap e UFRPE - Recife/PE, Brasil, feliperocha.eng@hotmail.com

Ana Nery Cadete

UFPE, - Recife/PE, Brasil, aninhacadete@yahoo.com.br

Joaquim Teodoro Romão de Oliveira

Unicap e UFPE - Recife/PE, Brasil, jtrdo@uol.com.br

Silvio Romero de Melo Ferreira

UFPE, UPE e UNICAP - Recife/PE, Brasil, sr.mf@hotmail.com

RESUMO: A planície aluvionar do Recife apresenta mais de 50% de sua área com argilas moles. O presente artigo trata de uma investigação geotécnica realizada no bairro de Chão de Estrelas no Recife, de onde foram retiradas amostras indeformadas de argila mole às margens do rio Beberibe, com objetivo de determinar seus parâmetros físicos e de compressibilidade através dos ensaios de adensamento com drenagem vertical e radial. São apresentados também a influência da secagem prévia na determinação dos limites de consistência; a qualidade das amostras utilizadas; a tensão de pré-adensamento; e, a correção de curva de compressibilidade de campo. Foram utilizadas cinco amostras de dois furos de sondagem em profundidades diferentes e realizados seis ensaios de adensamento vertical e cinco por drenagem radial, utilizando-se incrementos de tensão menores que a anterior, ($\Delta\sigma/\sigma < 1$), na região que antecede a compressão virgem. A relação entre o coeficiente de adensamento horizontal e o vertical apresentou média de 3,94; constatou-se ainda que amostras, mesmo de boa qualidade, apresentam certo amolgamento.

Palavras-chaves: Argilas moles, Parâmetros de compressibilidade, Qualidade das amostras.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil tanto no que tange ao crescimento de uma demanda habitacional ou como aporte do desenvolvimento em infraestrutura, tem ocupado os já poucos espaços das grandes cidades. Essa ocupação muitas vezes apresenta fundações apoiadas em espessos depósitos de solos moles e passíveis de gerar recalques diferenciais indesejados em construções sobre eles alocados.

Exemplos clássicos a Torre de Pisa, na Itália e prédios da orla de Santos em São Paulo são bem conhecidos. No Recife destaca-se a Avenida Agamenon Magalhães, em pavimento rígido, apresentando desnivelamento da pista,

fissuras e danos estéticos e materiais aos usuários.

O local de abrangência deste estudo está a Capital Pernambucana, Recife, que em face do contexto de sua formação geológica, apresenta subsolo variado, com depósitos de argila mole e matéria orgânica em mais de 50% (cinquenta por cento) da sua área, podendo aflorar em superfície ou a profundidades de até 30 (trinta) metros, atingindo espessuras superiores a 15 (quinze) metros.

Devido a sua alta compressibilidade, baixa permeabilidade e resistência a presença desses depósitos são sempre motivo de preocupação entre os geotécnicos, não por outra razão, as argilas moles do Recife são estudadas desde muito tempo por diversos autores, dentre os

quais se destacam Costa (1960), Teixeira (1972), Amorim Jr. (1975), Carvalho (1975), Soares (1975), Coutinho (1980), Ferreira (1982), Ferreira et al (1986), Ferreira e Coutinho (1988), Oliveira (1991), Oliveira (2002), Bello (2004), Rocha (2016) e Cadete (2016) apresentando vasta literatura.

O crescimento da Cidade do Recife levou a elaboração em 2014 de projeto viário no Bairro de Chão de Estrelas, contemplando um programa de investigação geotécnica no local, cujo material coletado em dois pontos de investigação distintos foi utilizado para determinação dos parâmetros físicos e de compressibilidade do depósito.

Nesse contexto, buscando-se contribuir para um melhor entendimento do comportamento das argilas moles da cidade do Recife as amostras foram submetidas a ensaios de adensamento por drenagem vertical e radial e qualificadas, buscando-se também destacar os seguintes aspectos: a influência da secagem prévia na determinação dos Limites de Consistência das amostras; o valor mais preciso da tensão de pré-adensamento e estudar o efeito do amolgamento.

2 INVESTIGAÇÃO GEOTÉCNICA – DOS MATERIAIS E MÉTODOS

O local para a pesquisa é um depósito de argila orgânica mole de origem flúvio-marinha situado no bairro de Chão de Estrelas, limite com o bairro Campina do Barreto, Arruda e bairro Beberibe na zona norte da capital pernambucana.

Em 2014 foi executada investigação geotécnica no local com a realização de vários furos de sondagem, destacando-se dois para essa pesquisa denominados Ilha 1 e Ilha 2. Da primeira foram coletadas três amostras nas profundidades de 2 m, 8 m e 11 m, enquanto da segunda duas amostras a 2m e 8m de profundidade.

A Tabela 1 apresenta a granulometria da Ilha 1 e da Ilha 2, enquanto a Figura 1 apresenta, respectivamente, os perfis geotécnicos da Ilha 1 e Ilha 2 provenientes da investigação geotécnica, ambos encontrados em Cadete (2016).

Tabela 1. Resultado da Granulometria por Cadete (2016).

	Prof. (m)	Areia média (%)	Areia fina (%)	Silte (%)	Argila (%)
Ilha - 1	2	10	37	16	37
Ilha - 1	8	0	3	33	64
Ilha - 1	11	0	46	10	44
Ilha - 2	2	12	17	11	60
Ilha - 2	8	0	1	26	73

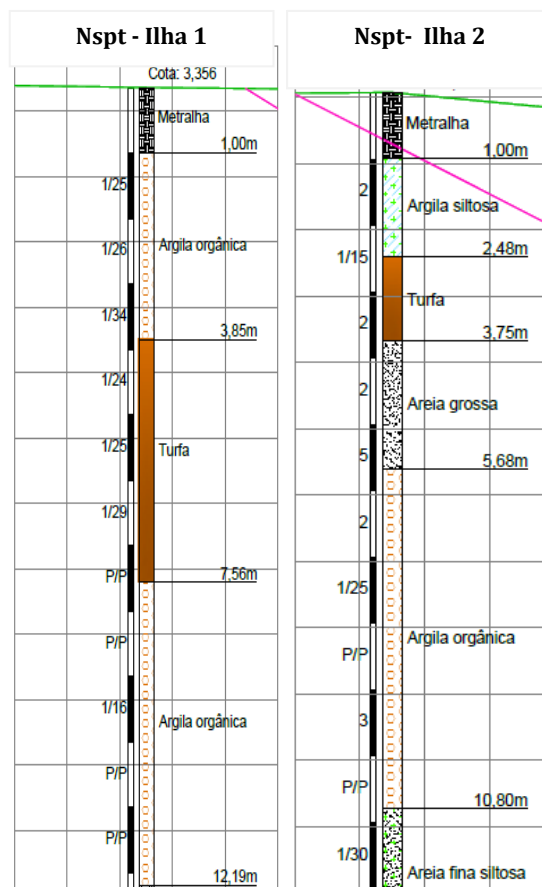


Figura 1. Perfil Geotécnico, respectivamente, da Ilha 1 e da Ilha 2 por Cadete (2016).

2.1 Ensaios Físicos.

Foram realizados cinco ensaios de caracterização física dos Limites de Atterberg sem secagem prévia da amostra nos primeiros 0,10 m de material do Shelby, com a finalidade de analisar a influência da secagem prévia no valores dos Índices de Plasticidade.

Os resultados foram comparados aos resultados de pesquisa anterior no mesmo local, encontrados em Cadete (2016) que realizou ensaios físicos de acordo com a NBR 6459/84 (Limite de Liquidez) e NBR 7180/84 (Limite de Plasticidade) com a secagem prévia da amostra.

2.2 Ensaio de Adensamento.

Os ensaios de adensamento foram realizados de acordo com a NBR 12.007/90 em prensas do tipo Bishop e células de adensamento fabricadas por Ronald Top.

A moldagem dos corpos de prova foram executadas cravando-se no Shelby o primeiro anel com 87,42 mm de diâmetro e 60 cm² de área, ponta biselada e 20mm de altura, lubrificados internamente com graxa de silicone para minimizar o atrito lateral entre o anel e o solo do amostrador, servindo também de guia para o segundo anel de 30mm de altura e pedra porosa radial, de forma que o solo argiloso contido em cada corpo de prova, hipoteticamente, apresentariam as mesmas características.

A aplicação da carga vertical, constante em cada estágio do ensaio, foi utilizando pesos previamente aferidos, apoiados em um braço de alavanca de 10:1.

Foram realizados cinco ensaios de adensamento com drenagem vertical, $\Delta\sigma/\sigma < 1$, próximo a tensão de pré-adensamento, com a finalidade de encontrar valores de σ_{vm} mais precisos. Ou seja, antes do trecho de compressão virgem utilizou-se incrementos de tensão menores que a tensão anterior a partir da tensão de 40 kPa até 80 kPa.

Concomitantemente foram realizados outros cinco ensaios de adensamento com drenagem radial, com a finalidade de obter o Coeficiente de Adensamento Radial, C_h , nas mesmas condições estabelecidas para o incremento de tensões utilizadas no adensamento por drenagem vertical.

Para analisar o efeito do amolgamento foi realizado um ensaio de adensamento em uma amostra completamente amolgada em laboratório nas mesmas condições de umidade e peso específico de campo e comparado seus resultados com os resultados de uma amostra indeformada de boa qualidade do mesmo solo.

Para essa mesma amostra amolgada foi realizada a reconstrução da curva de compressibilidade do campo por Schmertmann (1955) apud Oliveira (2002) e a estimativa da curva por Ábaco proposto por Oliveira (2002) tendo como referência amostras de boa qualidade obtidas pelo amostrador Sherbrooke.

Os ensaios de adensamento foram realizados com incremento de carga a cada 24 horas. O carregamento inicial do sistema foi de 10 kPa com leituras da variação da altura nos intervalos de tempo de 0,1; 0,25; 0,5; 1; 2; 4; 8; 15; 30; 60; 120; 240; 480 e 1440 min. O incremento de carga entre a tensão inicial de 10 kPa até 40 kPa foi igual à carga anterior ($\Delta\sigma_{vc}/\sigma_{vc}=1$), ou seja, 20 kPa e 40 kPa. A partir de então o incremento de tensão foi com intervalos de 10 kPa, ($\Delta\sigma_{vc}/\sigma_{vc}<1$), ou seja, 50, 60, 70 e 80 kPa, com a finalidade de determinar com maior precisão a tensão de pré-adensamento. Após essa última tensão, retornou-se ao incremento de carga igual à carga anterior ($\Delta\sigma_{vc}/\sigma_{vc}=1$), aplicando, sequencialmente, as tensões de 160, 320, 640 e 1280 kPa completando o ciclo de carregamento. O ciclo de descarregamento apresentou a sequência de 640, 160, 40 e 10 kPa, perfazendo um total de 15 dias do carregamento ao descarregamento do corpo de prova.

3 RESULTADOS

3.1 Parâmetros Físicos

A Tabela 2 apresenta os resultados dos Limites de Liquidez e Plasticidade obtidos da amostra Ilha 1 e Ilha 2, utilizando-se do procedimento normativo com a secagem prévia do material por Cadete (2016) e sem a secagem prévia pela presente Pesquisa, Rocha (2016).

Comparando os dois resultados tem-se que o Limite de Liquidez apresentou variação entre os procedimentos no intervalo de 10 - 40%, enquanto o Limite de Plasticidade apresentou variação de 9 - 34%. Portanto, o IP – Índice de Plasticidade do material sofreu influência do procedimento utilizado na obtenção desses parâmetros, variando de 4 - 38%, excluindo-se os resultados da Ilha 2 a 2 metros.

Os valores da presente Pesquisa estão abaixo da variação de 12,2 – 93,20 % à maior para a apresentada por Ferreira et al (1986) que determinou o WL da argila orgânica mole sem secagem prévia no bairro da Madalena, Clube Internacional do Recife, ao comparar seus dados com os de Teixeira (1972) que encontrou WL para o mesmo local com a secagem prévia do material

Tabela 2.Resultado dos Limites de Atterberg sem secagem prévia por Rocha (2016) e com secagem prévia por Cadete (2016), ambos para o bairro de Chão de Estrelas no Recife.

	Sem secagem prévia Ilha 1	Com secagem prévia Ilha 1	Sem secagem prévia Ilha 2	Com secagem prévia Ilha 2	Sem secagem prévia Ilha 1	Com secagem prévia Ilha 1	Sem secagem prévia Ilha 2	Com secagem prévia Ilha 2	Sem secagem prévia Ilha 1	Com secagem prévia Ilha 1
Prof.(m)	2,0		8,0		8,0		8,0		11,0	
WL (%)	49,70	38,00	50,90	55,00	95,00	68,00	78,80	65,00	27,70	25,00
WP (%)	36,90	26,00	41,29	32,00	57,88	41,00	49,61	37,00	17,49	16,00
IP (%)	12,80	12,00	9,61	23,00	37,12	27,00	29,19	28,00	10,21	9,00

3.2 Compressibilidade da Argila.

A Figura 3 apresenta as Curvas de Compressibilidade, índice de vazios versus log da tensão efetiva de consolidação, referentes à Ilha 1, obtidas tanto no ensaio de adensamento vertical como no radial, enquanto a Figura 4 apresenta as Curvas de Compressibilidade referentes à Ilha 2, também para os dois ensaios de adensamento. Estas curvas correspondentes a 24 horas de ensaio.

As curvas de compressibilidade, tanto para Ilha 1 como para a Ilha 2, se mostraram com formas bastantes semelhantes, em alguns casos quase superpostas. Isto se deve as condições de moldagem de corpo de prova similares tanto para o ensaio de adensamento com drenagem vertical e radial, tendo sido executados a cravação dos anéis em sequência no material contido nos Shelby's.

A curva de compressibilidade da Ilha 1 na profundidade de 2 metros apresentou-se com pequena diferença na forma, considerada uma exceção às demais curvas e justificada pela própria heterogeneidade da amostra. Ademais, o OCR encontrado para esta profundidade foi de 3,99 sugerindo-se certo ressecamento.

Os resultados para os parâmetros de compressibilidade encontrados são apresentados nas Tabelas 3 e 4. Observa-se que a tensão de pré-adensamento (σ_{vm}) foi calculada pelo método de Pacheco Silva (1953) e pelo método de Casagrande com a finalidade de comparar os resultados e determinar qualquer variação dos valores apresentados.

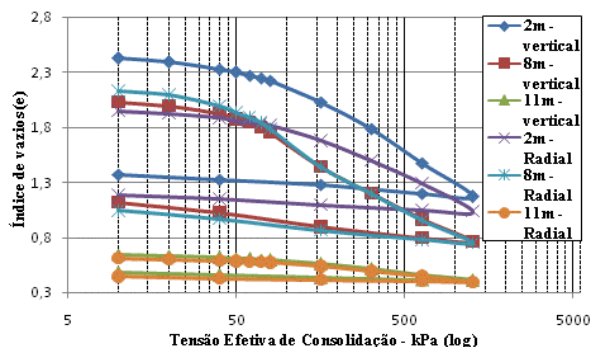


Figura 3. Curvas de Compressibilidade da Ilha 1.

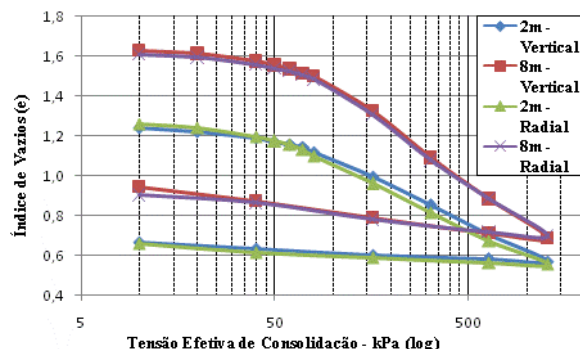


Figura 4. Curvas de Compressibilidade da Ilha 2.

A amostra de 8m, Ilha 1 e Ilha 2, apresentou trecho de compressão virgem não retilíneo, que segundo Ferreira (1982) é encontrado tipicamente nas argilas normalmente adensadas, estruturadas e em amostras de boa qualidade.

Os valores do Coeficiente de Adensamento (C_v e C_h), assim como do Coeficiente de Permeabilidade (K_v e K_h) decresceram com a profundidade. A Figura 5A apresenta a Curva de C_v para o ensaio de adensamento vertical, enquanto a Figura 5B apresenta a Curva de C_h para o ensaio de adensamento com drenagem radial.

Tabela 3. Resultados dos índices de vazios, tensão de pré-adensamento, Cc e Cs da Ilha 1.

Ilha 1							
Prof. (m)	2	2	8	8	11	11	
Ensaio	Vertical	Radial	Vertical	Radial	Vertical	Radial	
Trecho Reto			1º trecho (80 – 320kPa)	2º trecho (320 – 1280 kPa)	1º trecho (80 – 320kPa)	2º trecho (320 – 1280 kPa)	
Índice vazios iniciais (e_0)	2,494	1,981	2,074		2,168		0,666 0,623
Pré-adensamento kPa (Pacheco Silva)	90,00	100,00	45,00		40,00		67,00 75,00
Pré-adensamento kPa (Casagrande)	95,00	100,00	54,00		48,00		80,00 83,00
Cc - índice compressão	0,914	0,642	0,915	0,728	0,978	0,740	0,159 0,150
Cs - índice expansão	0,105	0,070	0,188		0,151		0,035 0,026

Tabela 4 Resultados dos índices de vazios, tensão de pré-adensamento, Cc e Cs da Ilha 2.

Ilha 2							
Prof. (m)	2	2	8	8			
Ensaio	Vertical	Radial	Vertical	Radial			
Trecho Reto			1º trecho (80 – 320 kPa)	2º trecho (320 – 1280 kPa)	1º trecho (80 – 320 kPa)	2º trecho (320 – 1280 kPa)	
Índice vazios iniciais (e_0)	1,277	1,281	1,670		1,637		
Pré-adensamento - kPa (Pacheco Silva)	60,00	44,00	66,00		66,00		
Pré-adensamento - kPa (Casagrande)	67,00	53,00	76,00		69,00		
Cc - índice compressão	0,478	0,677	0,676	0,649	0,677	0,618	
Cs - índice expansão	0,048	0,060	0,129		0,102		

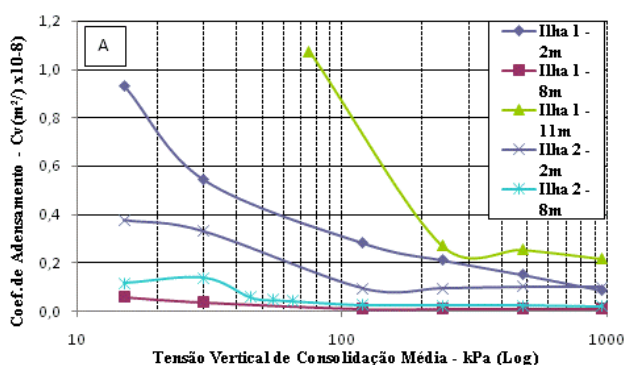


Figura 5A. Curvas do Coef. de Adensamento Vertical, Cv

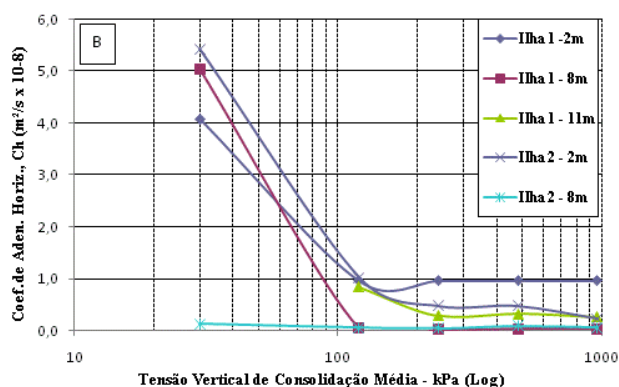


Figura 5B. Curvas do Coef. de Adens. Horizontal, Ch

. A relação C_h/C_v encontrada na região de compressão virgem pela presente Pesquisa apresentou C_h sempre maior que C_v variando de 1,03 a 11,17 com média de 3,94, com os valores da relação decrescendo com a profundidade. Destaca-se que na Ilha 1 aos 8 metros de profundidade a relação C_h/C_v foi de 1,29 a 3,79, enquanto na Ilha 2 também aos 8 metros de profundidade a relação C_h/C_v foi de 1,76 a 3,76.

O resultado da relação C_h/C_v é condizente com os resultados de Coutinho (1976) para argilas da Baixada Fluminense, de Coêlho (1997) para as argilas do SENAC na Barra da Tijuca/RJ, de Ferreira (1982) para as argilas do bairro da Madalena no Recife/PE e para os resultados de Bello (2011) nas argilas de Suape/PE, conforme Tabela 5.

Tabela 5. Resultados da relação C_h/C_v da literatura.

Local	Autores			
	Coutinho (1976)	Coelho (1997)	Ferreira (1988)	Bello (2011)
Baixada/RJ	1,5 – 2,5	-	-	-
Barra/RJ	-	1,1 - 5,75	-	-
Recife/PE	-	-	1,0 – 3,5	-
Suaçpe/PE	-	-		0,9-10,50

3.2.1 Histórico das Tensões.

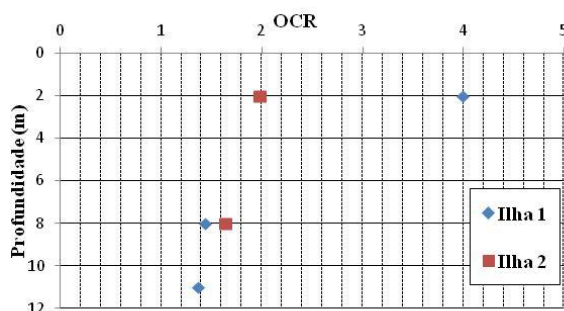
As Tabelas 6 e 7 apresentam os valores de OCR encontrados na presente Pesquisa e a Figura 6 apresenta os resultados de OCR *versus* profundidade (m). A tensão de pré-adensamento utilizada foi calculada pelo método Casagrande.

Tabela 6. Resultado do OCR para a Ilha 1.

Ilha 1			
Prof. (m)	Tensão Efetiva de Campo (kPa)	Tensão de pré-adensamento (kPa)	OCR
2	23,80	95,00	3,99
8	37,60	54,00	1,44
11	58,40	80,00	1,37

Tabela 7. Resultado do OCR para a Ilha 2.

Ilha 2			
Prof. (m)	Tensão Efetiva de Campo (kPa)	Tensão de pré-adensamento (kPa)	OCR
2	33,90	67,00	1,98
8	46,50	76,00	1,63

Figura 6. Resultados de OCR *versus* profundidade (m).

O depósito estudado encontra-se em estado ligeiramente pré-adensado ou normalmente adensado, com exceção da profundidade de 2 metros na Ilha 1 que pode ter sofrido algum ressecamento decorrente da oscilação do lençol freático ou pela própria heterogeneidade da amostra. Observou-se que o OCR diminuiu seu valor com a profundidade, característica típica de depósitos de argilas moles do Recife como foi observado por Coutinho e Ferreira (1988), Ferreira (1982) e Oliveira (1991) no bairro da Madalena, Clube Internacional do Recife, e por Bello (2004) no bairro de Dois Irmãos.

3.2.2 Qualidade das Amostras.

O resultado da qualidade das amostras utilizadas na presente Pesquisa foi apresentado conforme três critérios: Lunne et al (1997), Hong & Onitsuka (1998), ambos apud Oliveira (2002), e Coutinho (2007) apud Bello (2011). Os resultados dos dois primeiros estão apresentados nas Tabelas 8 e 9, sendo C_{CLB} a inclinação do trecho de recompressão da curva oedométrica da amostra natural e C_{CLR} a inclinação deste trecho para o solo completamente amolgada. A Tabela 10 apresenta a classificação das amostras por Oliveira (2002) que sugeriu uma Nota (N) para determinar a qualidade das amostras direta e objetivamente se utilizando como referência de cálculo o Grau de Amolgamento (SD%) de Hong & Onitsuka (1998). Já a Tabela 11 apresenta a qualidade da amostra pelo critério de Coutinho (2007).

Pelos critérios de Lunne et al (1997), Hong & Onitsuka (1998) e Coutinho (2007) as amostras do estudo foram classificadas como boa a regular. A exceção ficou por conta da amostra da Ilha 1 aos 11 metros que foi classificada como pobre por Lunne et al (1997) e Coutinho (2007), porém o critério deste último Autor limita o OCR a 2,5, fato que não encontra aplicação na classificação da amostra da Ilha 1 aos 2 metros de profundidade que apresentou OCR em torno de 4.

Tabela 8. Classificação por Lunne et.al.(1997).

Classificação - Ilha 1				Classificação - Ilha 2		
Prof. (m)	Critério Lunne			Critério Lunne		
	OCR	$\Delta e/e$	Classificação	OCR	$\Delta e/e$	Classificação
2	3,99	0,051	Regular	1,98	0,072	Regular
8	1,44	0,071	Regular	1,64	0,048	Regular
11	1,37	0,093	Pobre	-	-	-

Tabela 9. Classificação por Hong & Onitsuka.(1998).

Classificação - Ilha 1					Classificação - Ilha 2			
Prof. (m)	Critério Hong & Onitsuka				Critério Hong & Onitsuka			
	WL	CLR	CLB	SD%	WL	CLR	CLB	SD%
2	1,696	0,17	0,047	27,14	1,707	0,18	0,039	22,08
8	1,978	0,27	0,059	22,13	1,897	0,24	0,035	14,60
11	1,442	0,09	0,029	32,62	-	-	-	-

Tabela 10. Classificação por Oliveira (2002).

Classificação - Ilha 1			Classificação - Ilha 2	
Prof. (m)	Nota proposta por Oliveira (2002)		Classificação	
	(N) = (100-SD%)/10	Classificação	(N) = (100-SD%)/10	Classificação
2	7,29	Boa	7,79	Boa
8	7,79	Boa	8,54	Boa
11	6,74	Regular	-	-

Tabela 11. Classificação por Coutinho (2007).

Classificação - Ilha 1				Classificação - Ilha 2		
Prof. (m)	Critério Coutinho(2007)					
	OCR	$\Delta e/e$	Classificação	OCR	$\Delta e/e$	Classificação
2	3,99	0,051	Boa a Regular	1,98	0,072	Boa a Regular
8	1,44	0,071	Boa a Regular	1,64	0,048	Muito Boa a Excelente
11	1,37	0,093	Pobre	-	-	-

3.2.3Reconstrução da Curva de Compressibilidade da Amostra Amolgada em Laboratório.

A amostra completamente amolgada em laboratório tem sua curva de compressibilidade apresentada na Figura7 juntamente com a curva de compressibilidade de sua amostra de referência, classificada de boa a excelente qualidade, além de dois métodos de correção: O método de Schmertmann (1955) que propõe a obtenção da curva de compressibilidade do campo; e, o método de Oliveira (2002) que propõe uma curva de compressibilidade baseada em valores de um ábaco contendo dados e parâmetros de amostras de boa qualidade coletadas pelo amostrador Sherbrooke.

O efeito do amolgamento diminuiu a tensão de pré-adensamento, consequentemente, a correção de parâmetros de compressibilidade se fez necessária. Utilizando-se da metodologia de correção proposta por Oliveira (2002) a tensão

de pré-adensamento passou de 76 kPa para 88 kPa. Mais detalhes podem ser encontrados em Rocha (2016).

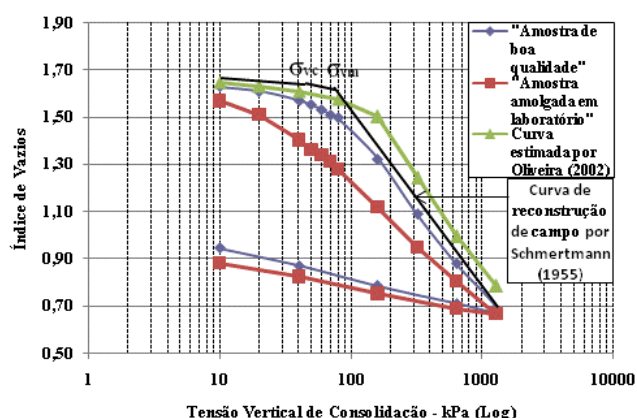


Figura 7. Curvas de Compressibilidade e correções por Schmertmann (1955) e por Oliveira (2002).

4 CONCLUSÕES

- O método de obtenção do Limite de Liquidez e de Plasticidade sem secagem prévia do material tem influência nos seus resultados.
- A qualidade das amostras foram classificadas como boa e regular, com exceção da amostra da Ilha 1 a 11 metros que foi considerada pobre.
- As formas das curvas de compressibilidades apresentadas nos ensaios de adensamento, vertical e radial, foram semelhantes.
- A relação Ch/C_v apresentou média de 3,94.
- O cálculo da tensão de pré-adensamento por Pacheco Silva (1953) revelou resultados inferiores de 15 a 20% em relação aos valores obtidos pelo método de Casagrande.
- Pelo incremento de tensão menores que a tensão anterior ($\Delta\sigma_{vc}/\sigma_{vc} < 1$) foi possível determinar valores de tensão de pré-adensamento mais precisos.
- O efeito do amolgamento diminuiu a tensão de pré-adensamento. Uma alternativa para estimativa desta tensão é a correção das curvas de compressibilidade que foram apresentadas.

REFERÊNCIAS

- Amorim Jr. W.M. (1975). *Contribuição Ao Estudo das Argilas Orgânicas de Pernambuco*. Dissertação de Mestrado – COPPE/ UFRJ, Rio de Janeiro, 1975.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Solo – Determinação do Limite de Liquidez – Método de ensaio* - NBR 6459, Rio de Janeiro, 1984.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Solo – Determinação de Limite de Plasticidade – Método de ensaio* - NBR 7180. Rio de Janeiro, 1984.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Solo – Ensaio de Adensamento Unidimensional – Método de ensaio* - NBR 12007. Rio de Janeiro, 1990.
- Bello, M.I.M. (2004). *Estudo de Ruptura em Aterros sobre Solos Moles: Aterro do Galpão Localizado na BR 101 – PE*. Dissertação de Mestrado – UFPE, 2004.
- Bello, M.I.M. (2011). *Parâmetros Geotécnicos e Banco de Dados de Argilas Moles: O Caso de Suape*. Tese de Doutorado – UFPE, 2011.
- Cadete, A.N.M. (2016). *Avaliação da Resistência Não Drenada de uma Argila Orgânica Mole do Bairro de Chão de Estrelas em Recife-PE*. Dissertação de Mestrado. UFPE. No Prelo.
- Carvalho, J.B.A. (1975) *Algumas propriedades físico-químicas e de engenharia de uma argila orgânica mole do Recife*, Dissertação de Mestrado – UFPE.
- Costa, A.J. (1960) *O Subsolo do Recife*, Separata do Boletim Técnico da Secretaria de Viação e Obras, ITEP, Recife, 58/61.
- Coelho, L.B.M. (1997) *Considerações a Respeito de um Ensaio Alternativo para a Determinação de Adensamento Horizontal dos Solos*, Dissertação de Mestrado – COPPE/ UFRJ.
- Coutinho, R.Q. (1976). *Características de Adensamento com Drenagem Vertical e Radial em Argila Mole da Baixada Fluminense*. Dissertação de Mestrado – COPPE/UFRJ, 1976.
- Coutinho, R.Q. (1980). *Estudo da Caracterização Geotécnica da Argila Orgânica do Recife*. Pesquisa CNPq, Relatório de Atividades. Período 1978 – 1980.
- Coutinho, R.Q. (1986). *Aterro Experimental Instrumentado Levado à Ruptura Sobre Solos Orgânicos – Argilas Moles da Barragem de Juturnaíba*. Tese D. Sc. – COPPE/UFRJ.
- Coutinho, R.Q. & Ferreira, S.R.M. (1988). *Argilas orgânicas do Recife - Estudos de caracterização e de Compressibilidade em Seis Depósitos*. In: *Simp. Depósitos Quaternários das Baixadas Litorâneas brasileiras* - SIDEQUA, v. 01. p.3.35-3.54.
- Coutinho, R.Q.; Oliveira, J.T.R. & Oliveira, A.T.J. (1988). *Estudo Quantitativo da Qualidade de Amostras de Argilas Moles Brasileiras - Recife e Rio de Janeiro*. In: XI COBRAMSEG - Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, ABMS. Brasília, v. 02. p. 927-936.
- Ferreira, S.R.M. (1982). *Compressibilidade de uma Argila Mole do Recife*. Dissertação de Mestrado – COPPE/UFRJ, 1982.
- Ferreira, S.R.M.; Amorim Jr, W. M. e Coutinho, R.Q. (1986). *Argila Orgânica do Recife – Contribuição ao Banco de Dados*. Anais do VIII Cong. Bras. Mec. Solos e Eng. de Fund. Porto Alegre, v. I, p. 183 – 197.
- Ferreira, S.R.M. & Coutinho, R.Q. (1988). *Quantificação do Efeito do Amolgamento nas Características de Compressibilidade de Argila Mole - Rio de Janeiro e Recife*. In: *Simp. Depósitos Quaternários das Baixadas Litorâneas Brasileiras* - SIDEQUA, v. 01. p.3.55-3.69.
- Oliveira, J.T.R. (1991). *Ensaio Piezocones em um depósito de Argila Mole na Cidade do Recife*. Dissertação de Mestrado - COPPE/UFRJ.
- Oliveira, J.T.R. (2002). *A Influência da Qualidade da Amostra no Comportamento Tensão-Deformação – Resistência de Argilas Moles*. Tese de Doutorado - COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro.
- Pacheco Silva, F. (1953). *Shearing Strength of a Soft Clay Deposit near Rio de Janeiro*. *Geotechnique*, v.3, p. 300-306.
- Rocha, F.M.A. (2016). *Compressibilidade de uma Argila Orgânica Mole do Bairro de Chão de Estrelas em Recife-PE*. Dissertação de Mestrado- UNICAP. 2016.
- Soares, V.B. (1975) *Propriedades de Resistência de uma argila orgânica do Recife*, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba, 64 p. 1975
- Teixeira, D.C.L. (1972). *Características Geotécnicas dos Depósitos de Argila Mole do Recife à Influência da Matéria Orgânica*. Dissertação de Mestrado – COPPE/UFRJ.