

7 Ensaio de laboratório

Neste capítulo serão apresentados os resultados dos ensaios de laboratório realizados. Estes ensaios visam a caracterização e a obtenção de parâmetros de resistência e deformabilidade do solo empregado no muro e no aterro experimental que serão utilizados em modelos analíticos e numéricos para a geração de previsões de comportamento da obra e dos ensaios de arrancamento.

7.1. Caracterização dos solos estudados

Durante a fase de campo da pesquisa foram retirados três blocos de solo indeformado do muro e três do aterro experimental. A Tabela 15 apresenta uma descrição das principais características dos blocos, de dimensões iguais a 25x25x25cm.

Tabela 15 – Localização dos blocos de solo indeformado.

Bloco	Localização	Posição horizontal	Cota/camada
1	Muro	E 21+00	1331,70
2	Muro	E 32+17	1330,80
3	Aterro experimental	Lado “seco”	1,80
4	Muro	E 20+05	1329,00
5	Aterro experimental	Lado “úmido”	1,30
6	Aterro experimental	Lado “seco”	1,30

Para os blocos retirados do muro de solo é indicada a cota da camada de origem, determinada por topografia. No caso dos blocos provenientes do aterro experimental é indicada a altura da camada correspondente ao bloco. Também são indicadas a posição horizontal em relação à referência topográfica de construção do muro e o lado do aterro experimental, conforme detalhado nos Capítulos 4, 5 e 6.

Depois de moldados, os blocos foram envolvidos com tela de tecido e parafina e acondicionados dentro de caixas de madeira com serragem, para evitar perda de umidade e deformações devido a impactos ou vibrações. Após a conclusão da fase de campo da pesquisa, os seis blocos foram levados por via rodoviária até o Laboratório de Mecânica dos Solos da PUC-Rio, no Rio de Janeiro.

O bloco 6 foi utilizado para ensaios de cisalhamento direto e as sobras da moldagem das amostras foram empregadas nos ensaios de caracterização. Os limites de Atterberg foram determinados segundo os procedimentos das normas brasileiras NBR7180 e NBR6459. Também foram realizadas análise granulométrica por peneiramento e sedimentação e determinação da densidade real dos grãos, conforme preconizam as normas brasileiras NBR6508 e NBR7181.

A densidade real dos grãos obtida foi de 2,703.

Na Figura 114 é apresentada a curva granulométrica do material. Cabe ressaltar que as frações passantes nas peneiras 40 e 200 foram de 92,2% e 77,9%, respectivamente.

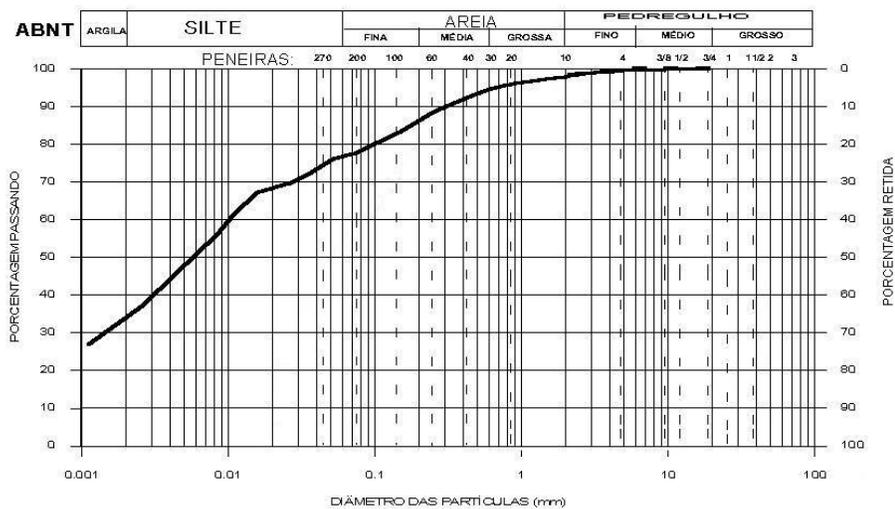


Figura 114 – Curva granulométrica do solo estudado.

Estes valores são próximos daqueles considerados no projeto, respectivamente, 84,9% e 74,2%, conforme indicado na Tabela 9. A diferença média, em torno de 6p.p., pode ser explicada pela heterogeneidade do solo. Os limites de plasticidade e liquidez obtidos foram de 28,5% e 51,0%, respectivamente, levando a um índice de plasticidade de 22,5%. O índice considerado em projeto, conforme indicado na Tabela 9, foi de 18%. Os dois valores obtidos são próximos e a diferença pode ser devida à heterogeneidade do solo ou à participação de diferentes laboratoristas na determinação dos índices.

7.2.

Ensaio de cisalhamento direto

Neste item são apresentados ensaios de cisalhamento direto em amostras obtidas do solo compactado do aterro experimental (blocos 5 e 6).

Os ensaios foram realizados nas condições inundada e umidade natural. A velocidade de cisalhamento dos ensaios foi definida em função da fase de adensamento das amostras do bloco 6, segundo as recomendações de Head (1982). Foi adotado o valor de 0,0487mm/min para todos os ensaios. Foram empregadas amostras de dimensões 101,6mm x 101,6mm x 20,0mm em todos os ensaios.

Conforme o projeto original do aterro experimental, a tensão vertical atuante nas amostras de geogrelha deveria variar de 7kPa a 39kPa. Após as modificações de geometria que serão relatadas no Capítulo 9, a maioria das amostras foi ensaiada sob tensões verticais menores que 26kPa.

As tensões escolhidas para os ensaios de cisalhamento do bloco 6 foram 10kPa, 21kPa e 41kPa. A Figura 115 e a Figura 116 apresentam, respectivamente, as curvas de tensão cisalhante *vs.* deslocamento horizontal e deslocamento vertical *vs.* deslocamento horizontal para os ensaios realizados na condição inundada no solo do bloco 6. A Figura 117 e a Figura 118 apresentam as mesmas curvas para os ensaios na umidade natural no solo do bloco 6. Na Figura 119 são apresentadas as envoltórias de resistência ao cisalhamento obtidas para as duas condições de umidade.

A Figura 120 e a Figura 121 apresentam, respectivamente, as curvas de tensão cisalhante vs. deslocamento horizontal e deslocamento vertical vs. deslocamento horizontal para os ensaios realizados na umidade natural no solo do bloco 5.

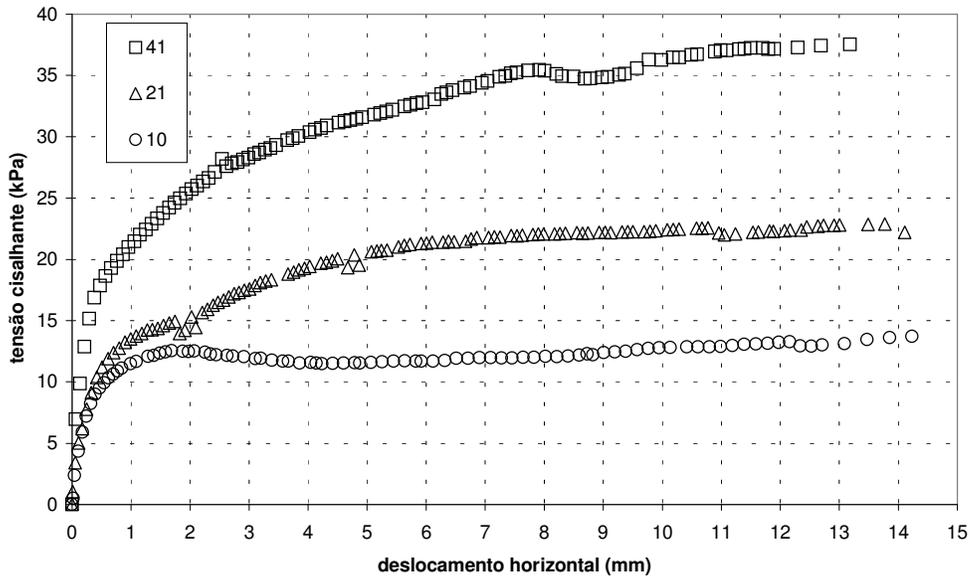


Figura 115 – Curvas tensão cisalhante vs. deslocamento horizontal na condição inundada, bloco 6.

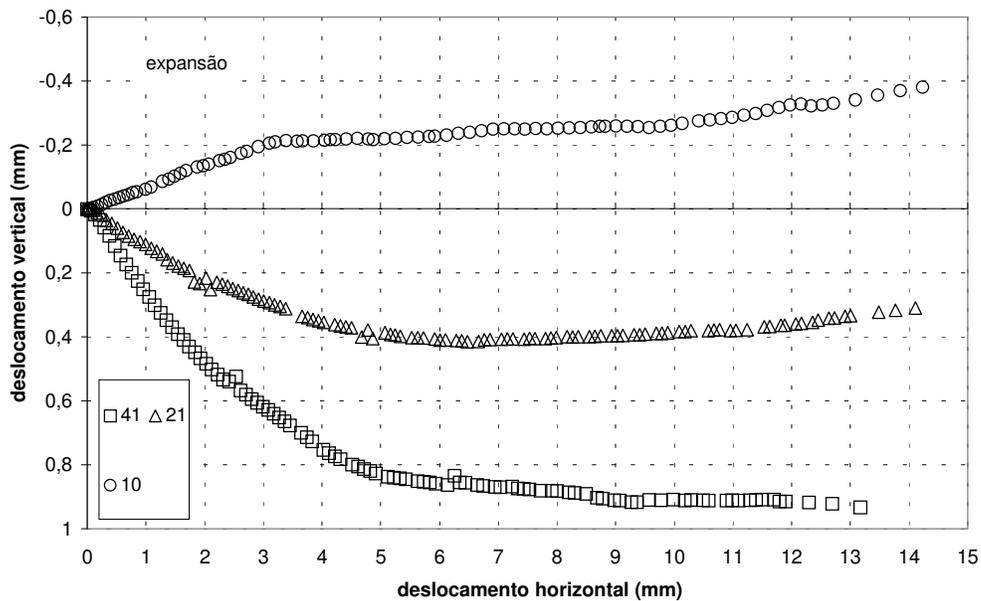


Figura 116 – Curvas deslocamento vertical vs. deslocamento horizontal na condição inundada, bloco 6.

Na Figura 122 é apresentada a envoltória de resistência ao cisalhamento obtida. Foram utilizadas quatro tensões verticais efetivas: 11kPa, 27kPa, 50kPa e 79kPa. As dimensões das amostras e a velocidade foram as mesmas empregadas nos ensaios do bloco 6.

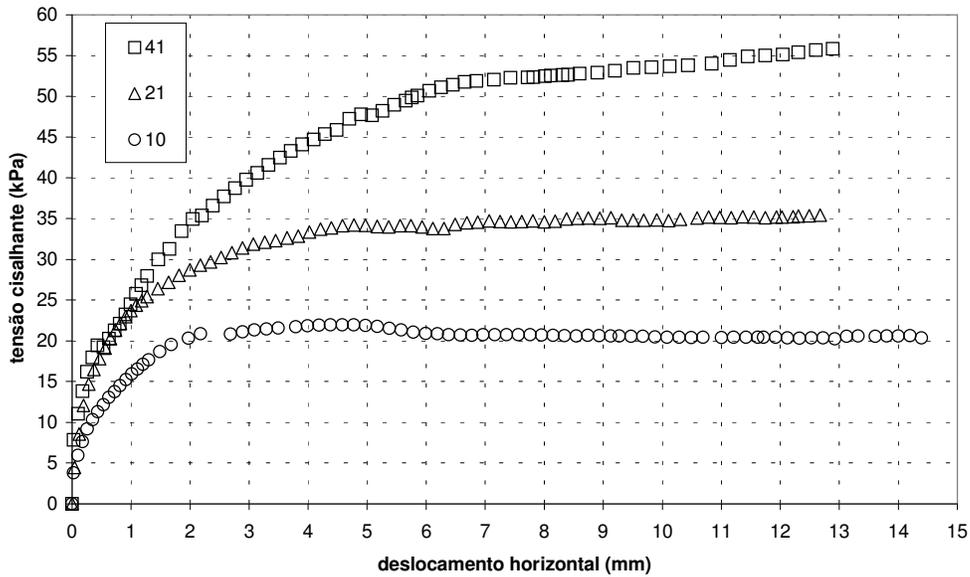


Figura 117 – Curvas tensão cisalhante vs. deslocamento horizontal na umidade natural, bloco 6.

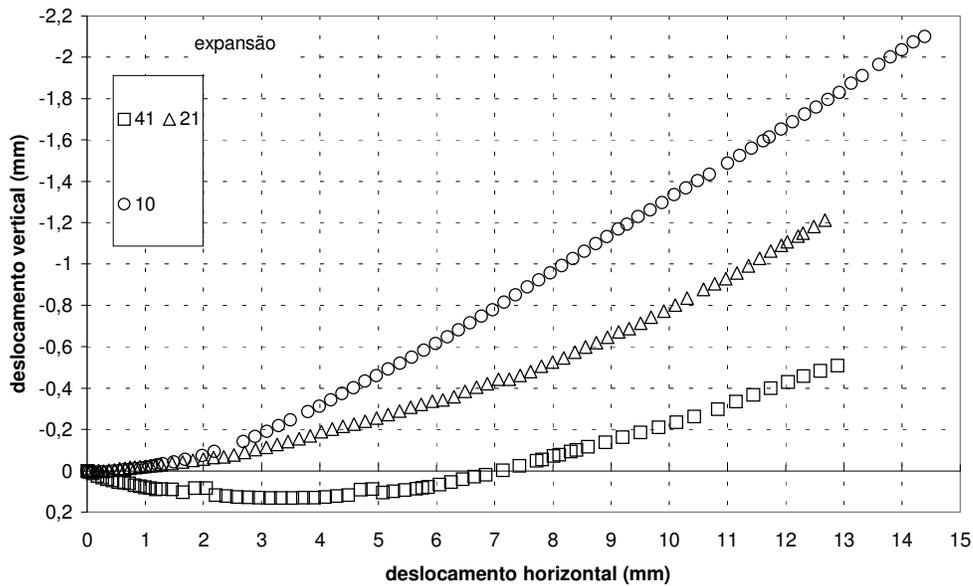


Figura 118 – Curvas deslocamento vertical vs. deslocamento horizontal na umidade natural, bloco 6.

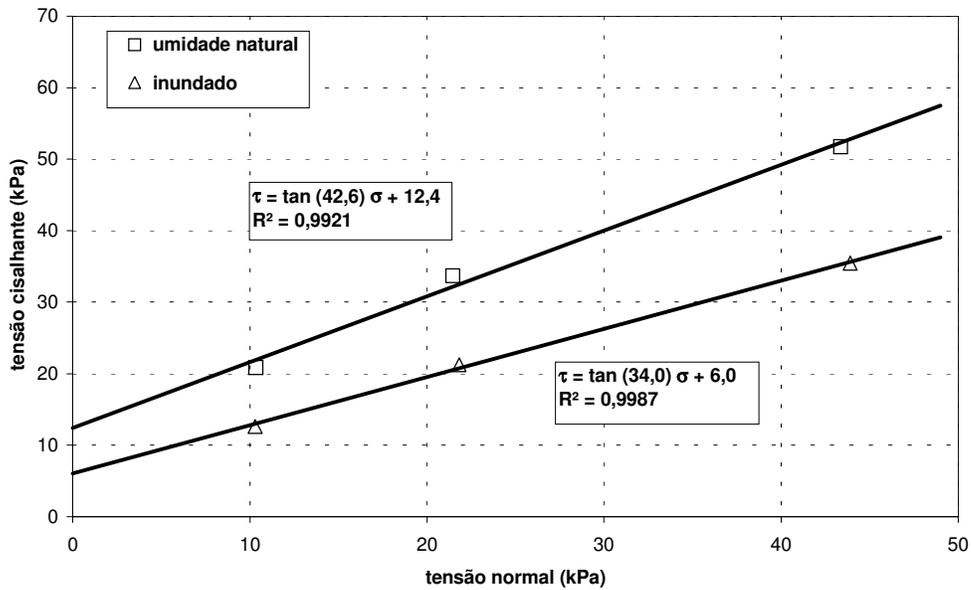


Figura 119 – Envoltórias de resistência ao cisalhamento para as duas condições de umidade, bloco 6.

Cabe ressaltar que, apesar da ampliação do intervalo de tensões, não foi percebida nenhuma curvatura significativa na envoltória.

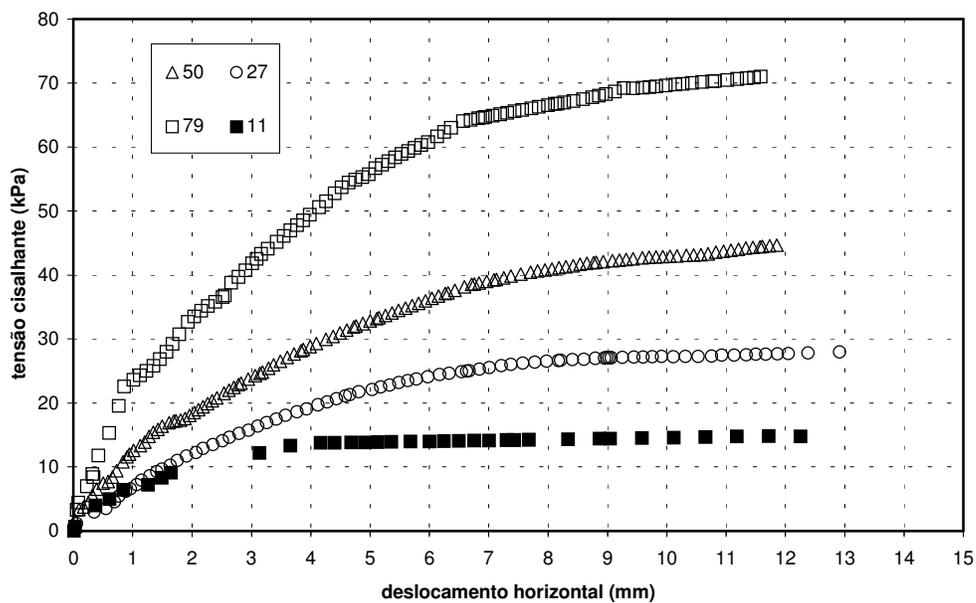


Figura 120 – Curvas tensão cisalhante vs. deslocamento horizontal na umidade natural, bloco 5.

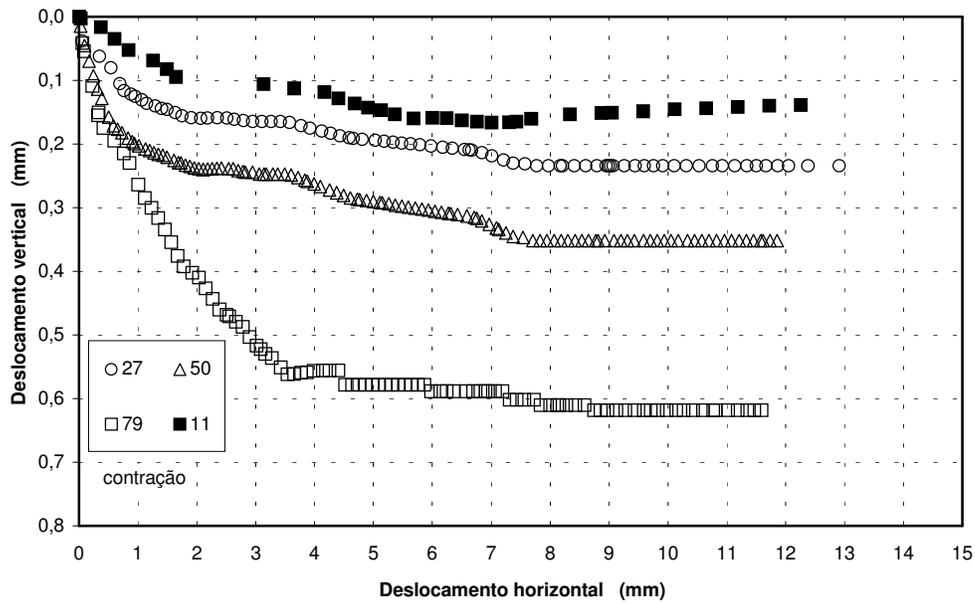


Figura 121 – Curvas deslocamento vertical vs. deslocamento horizontal na umidade natural, bloco 5.

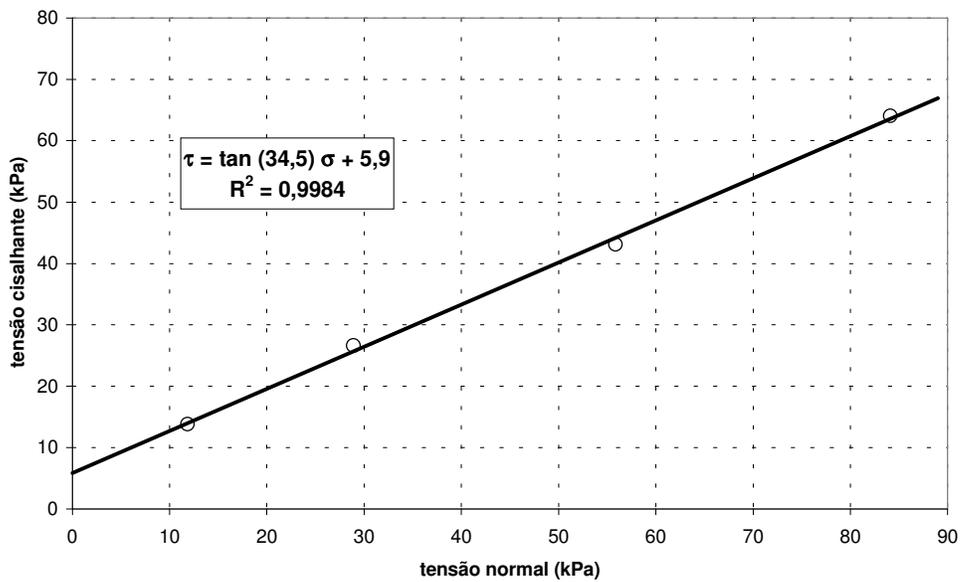


Figura 122 – Envoltória de resistência ao cisalhamento para umidade natural, bloco 5.

A Tabela 16 apresenta os índices físicos das amostras, antes e depois dos ensaios. São apresentados peso específico aparente, teor de umidade, índice de

vazios e grau de saturação. A Tabela 17 apresenta os parâmetros de resistência obtidos.

Conforme percebe-se na Tabela 16, os teores de umidade iniciais médios dos blocos 5 e 6 foram de, respectivamente, 39,04% e 34,47% e os índices de vazios iniciais 1,13 e 0,99. Segundo as medições de umidade realizadas em campo, as respectivas camadas de solo tinham teores de umidade de, respectivamente, 37,9% e 32,0%. Em ambos os blocos, o grau de saturação inicial situava-se em torno de 93%.

Pode-se supor que as diferenças de teor de umidade entre campo e laboratório devem-se à heterogeneidade natural da distribuição do teor de umidade do solo no campo e ao método de medição.

No laboratório emprega-se secagem em estufa e no campo utilizava-se o método da frigideira. Além disto, cabe ressaltar que as determinações de umidade no campo não foram efetuadas em locais imediatamente adjacentes aos blocos retirados.

Apesar dos blocos 5 e 6 terem permanecido armazenados, antes da realização dos ensaios, por períodos de 28 e 4 meses, respectivamente, cabe ressaltar que não foram armazenados em câmara úmida.

Os blocos somente foram abertos para realização dos ensaios. Portanto, não há razões para supor que pudesse ocorrer ganho de umidade em qualquer dos blocos.

Pode-se perceber que as curvas tensão cisalhante *vs.* deslocamento horizontal não apresentaram picos significativos para os dois blocos ensaiados nas condições de umidade natural e amostra inundada.

As amostras moldadas do bloco 5 mostraram contração durante o cisalhamento, para todas as tensões ensaiadas, na umidade natural. No caso do bloco 6, não foi observado um comportamento uniforme. Nos ensaios em condição de umidade natural, todas as amostras expandiram, apesar de a mais confinada ter apresentado uma contração inicial. Nos ensaios com amostras inundadas ocorreu expansão na amostra de menor tensão vertical e contração das demais.

Tabela 16 – Índices físicos das amostras nos ensaios de cisalhamento direto.

Bloco	Condição de ensaio	σ'_v (kPa)	Valores iniciais				Valores finais			
			γ_{nat} (kN/m ³)	ω (%)	e	S (%)	γ_{nat} (kN/m ³)	ω (%)	e	S (%)
6	Umidade natural	10	18,27	34,4	0,95	97,8	17,91	33,1	0,97	92,1
		21	18,13	33,4	0,95	94,9	18,95	32,4	0,85	100,0
		41	17,91	34,0	0,98	93,4	19,78	33,1	0,78	100,0
	Inundado	10	18,23	34,9	0,96	98,0	18,11	40,8	1,06	100,0
		21	17,20	34,5	1,07	86,8	18,08	40,7	1,06	100,0
		41	17,86	35,7	1,02	95,1	18,07	38,0	1,03	100,0
5	Umidade natural	11	17,36	38,7	1,12	93,5	17,58	37,3	1,07	94,0
		27	17,31	39,2	1,13	93,6	17,97	38,4	1,04	99,6
		50	17,36	39,2	1,13	94,1	19,42	37,1	0,87	100,0
		79	17,19	39,1	1,15	92,2	20,37	36,1	0,77	100,0

Tabela 17 – Parâmetros de resistência dos ensaios de cisalhamento direto.

Bloco	Condição de ensaio	Ângulo de atrito (°)	Intercepto coesivo (kPa)
6	Umidade natural	42,6	12,4
	Inundado	34,0	6,0
5	Umidade natural	34,5	5,9

Comparando-se os ensaios realizados na umidade natural, nos blocos 5 ($\omega_0=39,04\%$) e 6 ($\omega_0=33,92\%$), observa-se que o ângulo de atrito aumenta de $34,5^\circ$ para $42,6^\circ$ e o intercepto coesivo de $5,9\text{kPa}$ para $12,4\text{kPa}$. O intercepto coesivo é muito sensível a variações de umidade e pode ter sido influenciado pelo menor teor de umidade do bloco 6. Entretanto, este aumento também pode ser devido a outras causas, uma vez que o grau de saturação dos dois blocos era muito semelhante.

Quanto ao ângulo de atrito, o aumento pode estar relacionado, em parte, à diferença no índice de vazios, de 1,13 para o bloco 5 e 0,96 para o bloco 6. Contudo, para explicar a diferença constatada, aproximadamente 8° , seria necessária maior quantidade de ensaios. Também cabe ressaltar que $42,6^\circ$ é um ângulo de atrito muito elevado para um solo silto-argiloso compactado. Esta discrepância pode ser estar relacionada a uma série de causas e, portanto, foi decidido descartar estes ensaios.

Também pode ser feita comparação entre os ensaios com amostras inundadas e na umidade natural, para o bloco 6. Neste caso os índices físicos iniciais são praticamente iguais, porém os parâmetros de resistência são bastante diferentes. Cabe ressaltar que os ensaios realizados na umidade natural apresentam forte tendência de expansão, ao contrário dos ensaios inundados.

7.3. Ensaio Triaxiais

Os blocos 1, 2 e 4 (Tabela 15) foram selecionados para a realização de ensaios triaxiais visando determinar as características de resistência e deformabilidade do solo do muro.

Quando foram realizadas as primeiras moldagens nos blocos 2 e 4 constatou-se que a proteção de parafina aplicada não foi satisfatória e os blocos estavam muito ressecados, com teores de umidade extremamente baixos, da ordem de 6%.

Não foi possível moldar corpos de prova do bloco 2, devido ao ressecamento. No bloco 4 foi possível a moldagem cuidadosa de três corpos de prova para ensaios triaxiais.

No bloco 1, provavelmente devido à espessa camada de parafina que o envolvia, o teor de umidade encontrado foi muito próximo ao medido em campo. Após desprezar-se a camada de solo mais externa do bloco (aproximadamente 2 cm de espessura), mais sujeita à influência da parafina, foram moldados quatro corpos de prova para ensaios triaxiais.

Foram moldadas amostras cilíndricas de 76mm de altura e 38mm de diâmetro. A tensão vertical atuante na base do muro de solo reforçado devido ao

peso do solo sobrejacente é de 90kPa. Nos ensaios triaxiais foram empregadas tensões confinantes de 30kPa, 70kPa e 150kPa.

Depois de moldadas, as amostras foram submetidas a ensaios triaxiais de compressão isotropicamente adensados e drenados (ensaios CID). A saturação foi realizada por percolação e aplicação de contra-pressão, monitorando-se o valor do parâmetro B, até atingir valores superiores a 0,97.

Em seguida, as amostras foram adensadas até as respectivas tensões efetivas de ensaio. Durante a fase de adensamento das primeiras amostras do bloco 1, foi determinada a velocidade de cisalhamento. Segundo as recomendações de Head (1986), foi adotada, para todos os ensaios, a velocidade de 0,0057mm/min, equivalente a uma taxa de deformação de 0,0073%/min. A duração total de cada ensaio foi de, aproximadamente, 44h.

Uma das amostras moldadas do bloco 1 foi empregada para a realização de um ensaio triaxial não adensado e não drenado (tipo UU), com a finalidade principal de observar o comportamento do solo estudado sob sollicitação não drenada, especialmente no que tange à geração de excesso de poropressão. Para permitir a equalização da poropressão ao longo de toda a amostra foi empregada a mesma velocidade de cisalhamento dos ensaios CID.

A Tabela 18 apresenta os índices físicos das amostras durante a moldagem e após a fase de cisalhamento para os ensaios triaxiais. Pode-se observar que o teor de umidade das amostras do bloco 4, que estavam inicialmente bastante ressecadas, aumentou consideravelmente. A umidade final, para os ensaios CID, foi muito semelhante, para as amostras dos dois blocos. A diferença (pequena) entre umidade final e inicial no ensaio UU deve-se provavelmente à heterogeneidade da distribuição da umidade no bloco que pode ter interferido na determinação da umidade inicial, durante a moldagem.

Apesar do ressecamento, o índice de vazios inicial foi bastante semelhante para os dois blocos, aproximadamente 0,93. O grau de saturação médio das amostras do bloco 1 foi de, aproximadamente, 87%.

A Figura 123 apresenta as curvas tensão desviadora *vs.* deformação axial para os ensaios CID realizados com amostras provenientes do bloco 4. Na Figura 124 são apresentadas as curvas deformação volumétrica *vs.* deformação axial e na Figura 125, as envoltórias de resistência ao cisalhamento de pico e volume constante, para o mesmo bloco.

A Figura 126 apresenta as curvas tensão desviadora vs. deformação axial para os ensaios CID realizados com amostras provenientes do bloco 1. Na Figura 127 são apresentadas as curvas deformação volumétrica vs. deformação axial e na Figura 128, as envoltórias de resistência ao cisalhamento de pico e volume constante, para o mesmo bloco.

Tabela 18 – Índices físicos das amostras dos ensaios triaxiais.

Bloco	Condição de ensaio	σ'_v (kPa)	Valores iniciais				Finais
			γ_{nat} (kN/m ³)	ω (%)	e	S (%)	ω (%)
4	CID saturado	150	14,73	6,5	0,92	19,3	33,8
		70	14,29	6,9	0,98	18,9	34,4
		30	14,93	6,8	0,90	20,6	36,3
1	CID saturado	150	17,91	29,4	0,91	86,7	33,1
		70	17,68	30,2	0,95	85,7	34,7
		30	18,21	29,6	0,89	90,3	34,6
	UU umid. natural	70	17,60	29,7	0,95	84,1	30,9

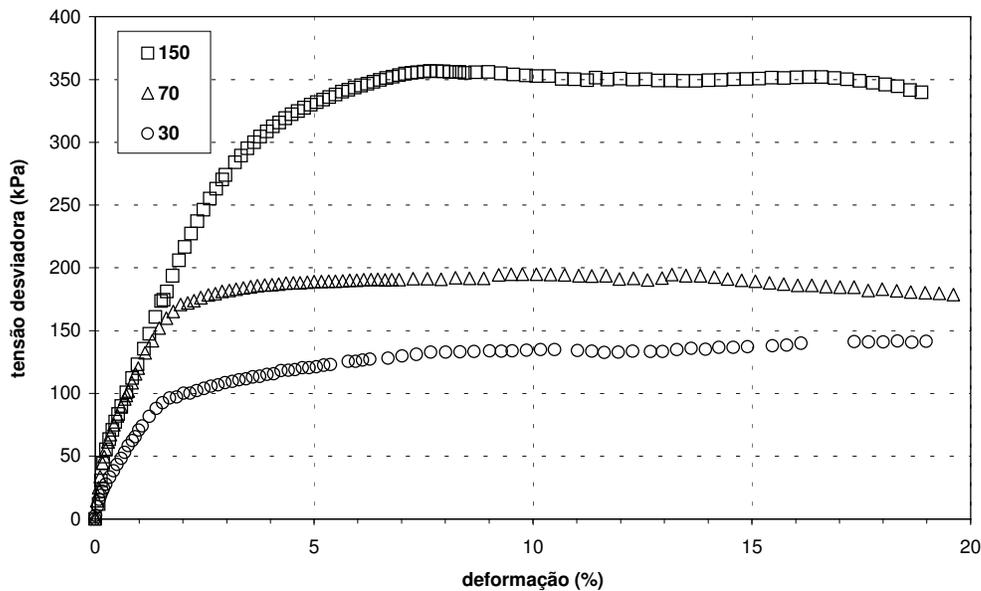


Figura 123 – Curvas tensão desviadora vs. deformação axial para ensaios CID, bloco 4.

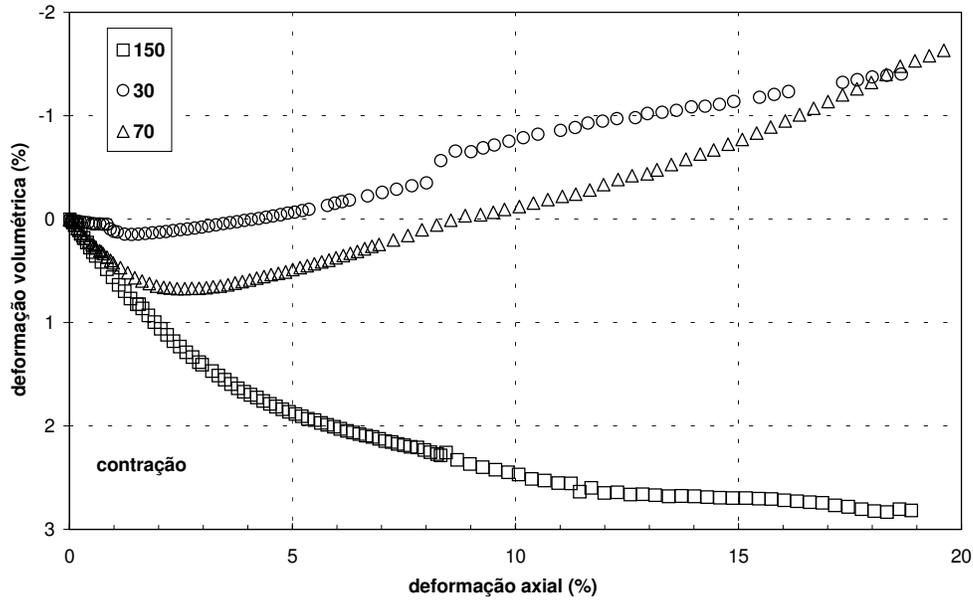


Figura 124 – Curvas deformação volumétrica vs. deformação axial para ensaios CID, bloco 4.

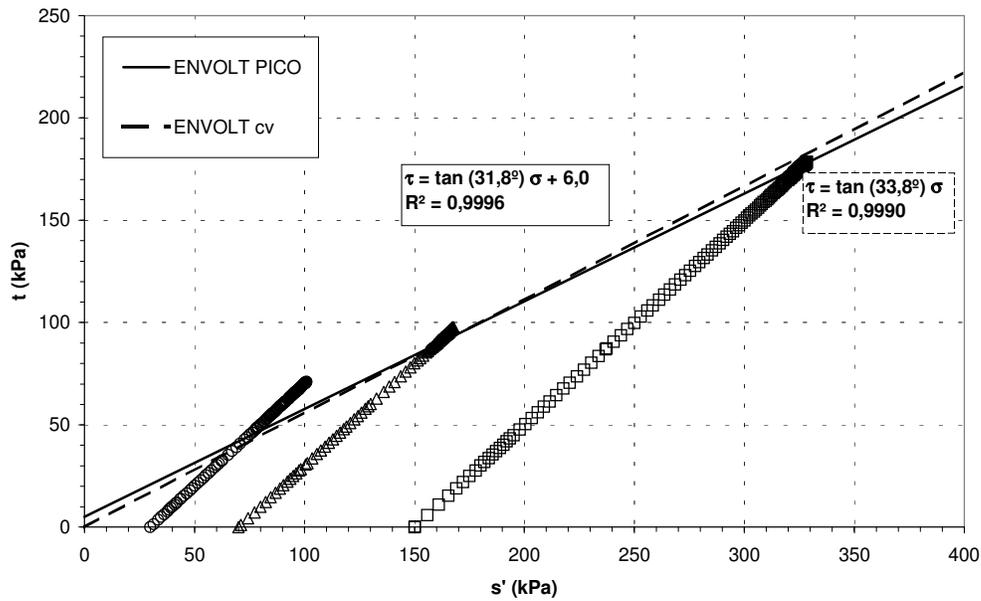


Figura 125 – Envoltórias de resistência ao cisalhamento de pico e a volume constante, bloco 4.

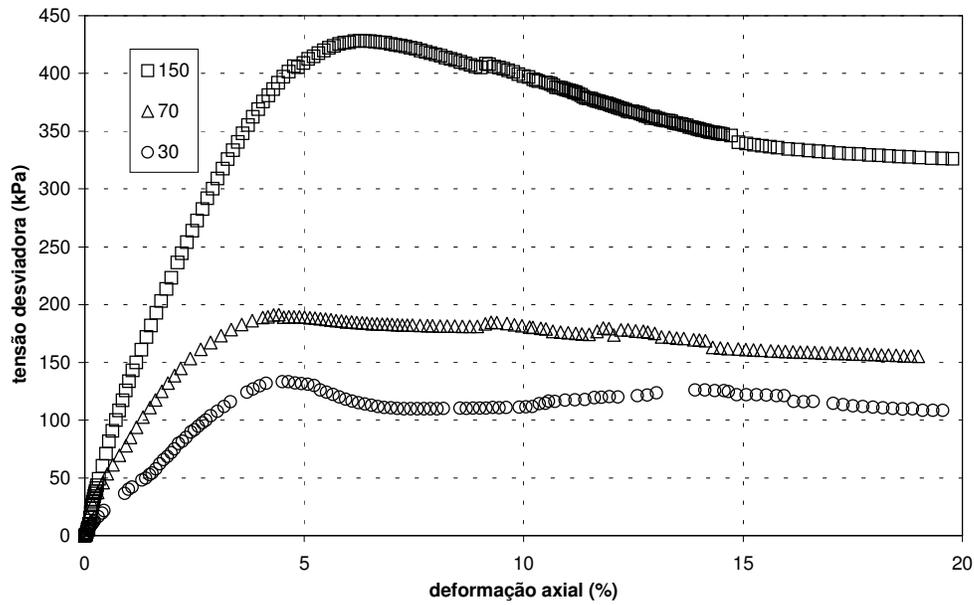


Figura 126 – Curvas tensão desviadora vs. deformação axial para ensaios CID, bloco 1.

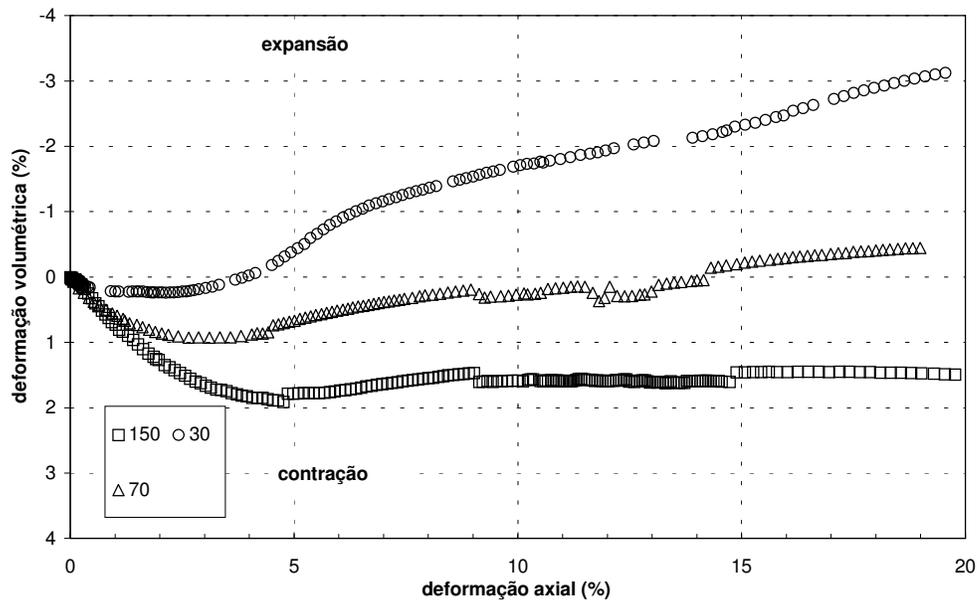


Figura 127 – Curvas deformação volumétrica vs. deformação axial para ensaios CID, bloco 1.

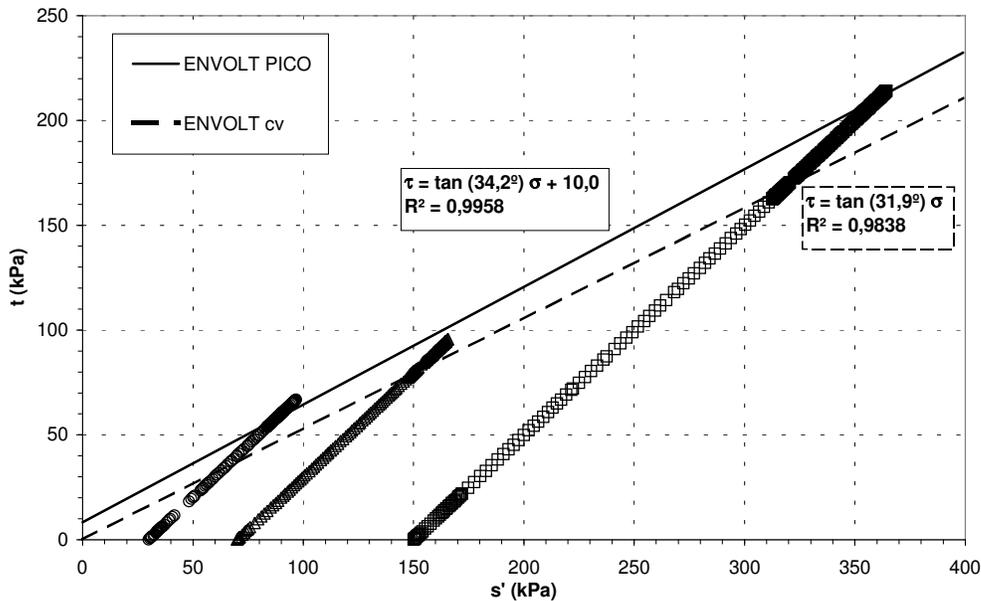


Figura 128 – Envoltórias de resistência ao cisalhamento de pico e a volume constante, bloco 1.

Na Figura 129 é apresentado o excesso de poropressão gerado durante o cisalhamento no ensaio UU, sob tensão total confinante de 70 kPa. A tensão confinante efetiva inicial foi de 32 kPa. A Figura 130 apresenta as curvas tensão efetiva desviadora vs. deformação axial e tensão total desviadora vs. deformação axial, para o ensaio UU.

Pode-se observar, pelos resultados obtidos, que os solos dos dois blocos apresentaram tendência a contrair durante o cisalhamento. Na tensão confinante mais baixa a fase de contração é rápida, sendo seguida de expansão. Na tensão confinante mais elevada, a expansão dura todo o ensaio, e na tensão de 70kPa, observa-se um comportamento intermediário.

Os parâmetros de resistência de pico do bloco 1 foram um pouco mais elevados que os do bloco 4. O ressecamento das amostras provavelmente influenciou os valores dos parâmetros obtidos, por isso considera-se que os resultados obtidos através do bloco n.º1 são mais confiáveis.

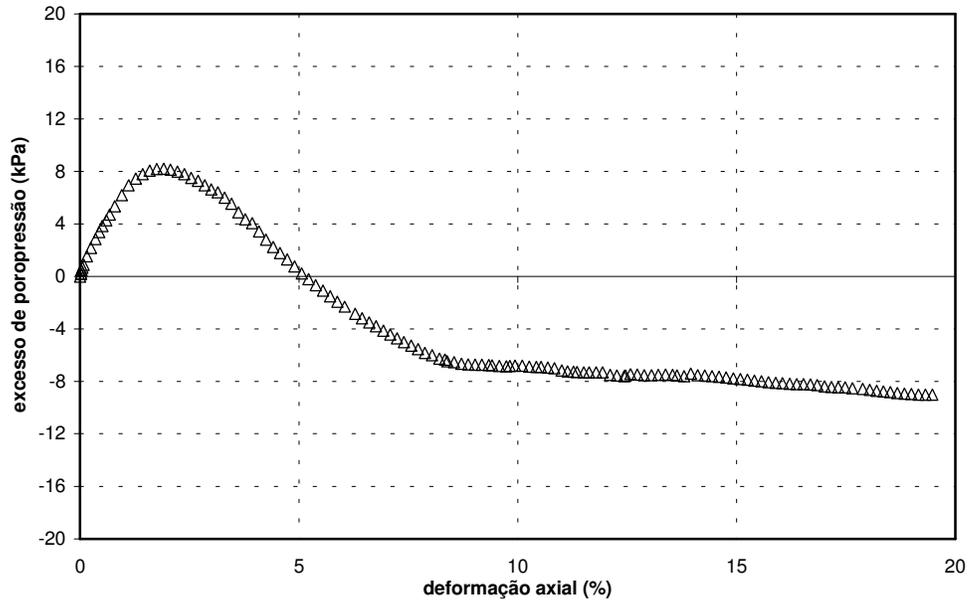


Figura 129 – Excesso de poropressão vs. deformação axial para o ensaio UU, bloco 1.

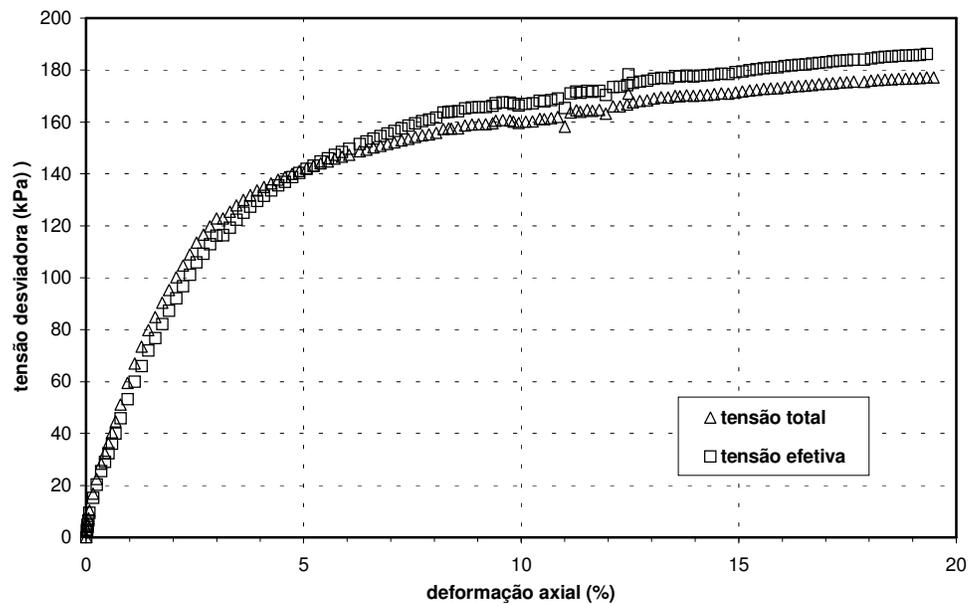


Figura 130 – Curvas tensão desviadora (total e efetiva) vs. deformação axial para o ensaio UU, bloco 1.

O ensaio UU foi realizado para observar a capacidade de geração de excesso de poropressão pelo solo.

Durante o ensaio UU foi gerado, inicialmente, um excesso de poropressão positivo. O valor máximo atingido foi de 8 kPa. Após o máximo, o excesso de poropressão decaiu constantemente, até estabilizar-se em torno de -8 kPa, tendo sido aproximadamente nulo no momento da ruptura. Estes valores representam menos de 5% da tensão desviadora máxima e não geram grande diferença entre as curvas de tensões efetiva e total, conforme percebe-se na Figura 130.

Um dos parâmetros utilizados na análise numérica, que será apresentada mais adiante, é a rigidez secante correspondente à metade da tensão desvio de ruptura, E_{50} . A Figura 131 apresenta a variação do referido índice de rigidez com a tensão confinante para os ensaios do bloco 1. A mesma variação é apresentada, para os ensaios do bloco 4, na Figura 132.

Cabe ressaltar que, para a maior tensão confinante, as amostras dos dois blocos apresentam valores de E_{50} muito próximos. Entretanto, para as tensões confinantes de 30 e 70kPa os valores de E_{50} do bloco 4 são significativamente maiores. Enquanto a rigidez das amostras do bloco 1 sempre aumenta com a tensão confinante, nas amostras do bloco 4 ocorre um máximo de rigidez na tensão confinante de 70kPa.

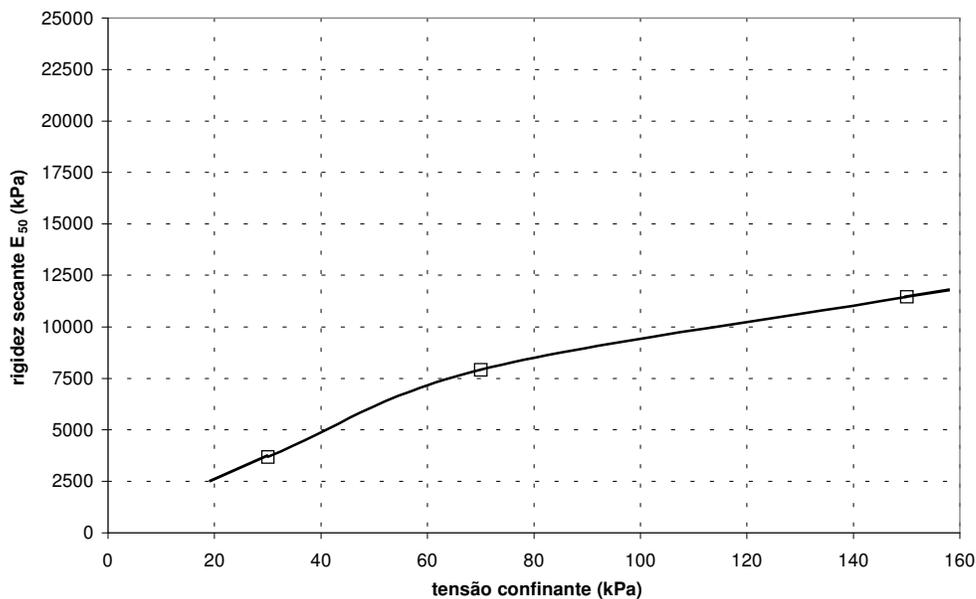


Figura 131 – Rigidez secante a 50% da tensão desviadora de ruptura vs. tensão confinante, bloco 1.

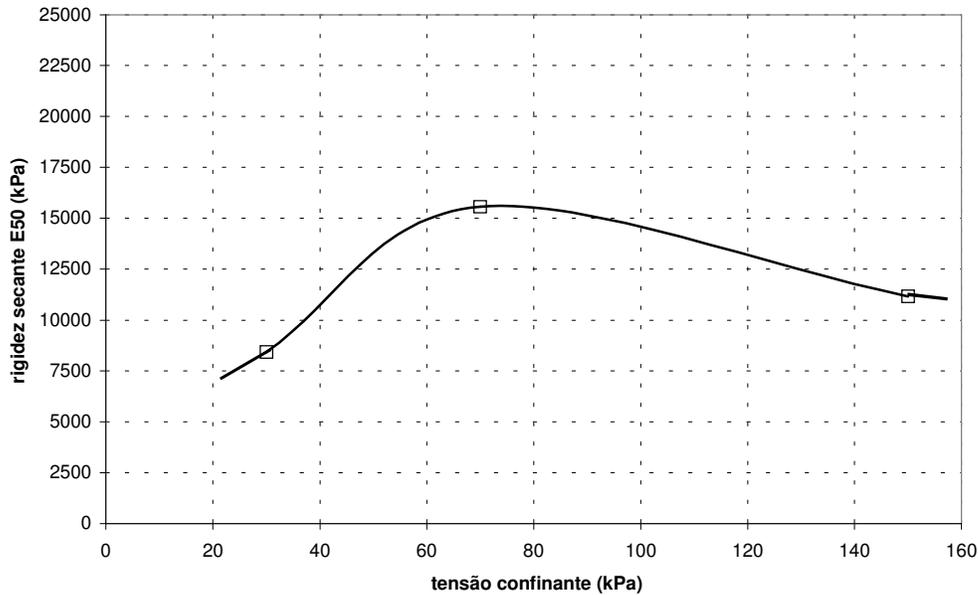


Figura 132 – Rigidez secante a 50% da tensão desviadora de ruptura vs. tensão confinante, bloco 4.

Este efeito pode ser devido ao ressecamento das amostras do bloco 4. O solo ressecado apresentava-se muito rígido quando o bloco foi aberto, provavelmente devido à grande sucção atuante.

Caso esta sucção tenha ultrapassado as tensões devidas à compactação do solo, pode ter ocorrido um sobre-adensamento adicional das amostras, quando da saturação das mesmas. As amostras do bloco 4 teriam, portanto, razão de sobre adensamento (RSA) maior que as do bloco 1, devido à sucção induzida pelo ressecamento. Isto explicaria a maior rigidez nas tensões de 30 e 70kPa.

Possivelmente, o adensamento a 150kPa teria levado o solo a uma nova condição de normalmente adensado, explicando a semelhança de E_{50} para os dois blocos nesta tensão.

Contribui para esta suposição a ausência de pico nas curvas tensão vs. deformação do bloco 4 e os menores parâmetros de resistência de pico. Entretanto, cabe ressaltar que os índices de vazios iniciais para os dois blocos foram muito semelhantes.

O assunto é complexo e demandaria estudos mais aprofundados e mais ensaios para uma explicação precisa. Tendo em vista as perturbações e incertezas

causadas pelo ressecamento, os parâmetros de resistência e deformabilidade adotados para o solo do muro serão os correspondentes ao bloco 1.

A Tabela 19 apresenta os parâmetros de resistência e deformabilidade obtidos por meio dos ensaios triaxiais. O parâmetro E_{50}^{ref} é a rigidez secante E_{50} interpolada para uma tensão confinante de referência de 100 kPa.

Tabela 19 - Parâmetros de resistência e deformabilidade dos ensaios triaxiais

Bloco	Condição de ensaio	Ângulo de atrito (°)	Intercepto coesivo (kPa)	Rigidez E_{50}^{ref} (MPa)
1	CID saturado	34,2	10,0	9,5
4	CID saturado	31,8	6,0	14,5

7.4. Considerações finais

Neste Capítulo, foram descritos sucintamente os procedimentos empregados nos ensaios de laboratório realizados para caracterizar o solo empregado e suas propriedades de resistência e deformabilidade.

Os ensaios de caracterização consistiram de limites de Atterberg, determinação da massa específica real dos grãos e análise granulométrica. Constatou-se que o solo empregado é silto-argiloso, com índice de plasticidade de 22,5%. A caracterização realizada nesta pesquisa apresentou resultados semelhantes às propriedades do solo adotadas no projeto do muro de solo reforçado.

Também foram apresentados os resultados de ensaios de cisalhamento direto em amostras moldadas a partir de blocos retirados do aterro experimental (blocos 5 e 6).

Os teores de umidade dos blocos retirados do aterro experimental foram semelhantes aos das camadas compactadas em campo. Constatou-se que o grau de saturação inicial dos dois blocos era próximo, em torno de 93%. As curvas tensão cisalhante vs. deslocamento horizontal não apresentaram picos significativos. Os

parâmetros obtidos por ensaios inundados e ensaios na umidade natural foram bastante diferentes, especialmente o ângulo de atrito.

Os blocos 1, 2 e 4 foram utilizados para investigar os parâmetros de resistência e deformabilidade do solo do muro, por meio de ensaios de compressão triaxial isotropicamente adensados e drenados. Os blocos 2 e 4 apresentaram-se muito ressecados quando do início da campanha de ensaios, provavelmente devido ao longo tempo de estocagem e proteção insuficiente. O bloco 1 apresentou teor de umidade muito semelhante ao medido em campo.

Não foi possível realizar moldagem de amostras no bloco 2 e, devido ao ressecamento do bloco 4, seus resultados foram descartados. Os ensaios do bloco 1 foram considerados mais confiáveis. As curvas tensão desviadora *vs.* deformação axial apresentaram pico. Em todas as amostras ocorreu contração durante o cisalhamento, mas na amostra sob menor tensão confinante, a fase de contração foi muito rápida, sendo seguida de prolongada expansão.

Foi realizado um ensaio não adensado não drenado (tipo UU) para observar a capacidade de geração de excesso de poropressão pelo solo do bloco 1. Constatou-se que o máximo excesso de poropressão gerado representa menos de 5% da tensão desviadora máxima total.

Constatou-se que módulo de rigidez depende da tensão confinante.

Os parâmetros de resistência obtidos nos ensaios de cisalhamento direto com amostras inundadas do bloco 6 e ensaios de compressão triaxial com amostras saturadas do bloco 1 são bastante semelhantes. Não foi observada diferença significativa no ângulo de atrito, mas cabe ressaltar que se tratava de solos provenientes de dois blocos diferentes, com teores de umidade diferentes.

A Tabela 20 resume as condições dos ensaios de laboratório e os parâmetros de resistência e deformabilidade obtidos, para as amostras dos blocos 1, 4, 5 e 6. O bloco 3 não foi utilizado.

Tabela 20 – Resumo das condições de ensaio e dos parâmetros de resistência e deformabilidade.

Bloco	Ensaio	Condição	Valores iniciais				Finais	Tensões (kPa)	Velocidade (mm/min)	ϕ' (°)	c' (kPa)	Rigidez E_{50}^{ref} (MPa)
			γ_{nat} (kN/m ³)	ω (%)	e	S (%)	ω (%)					
1	Triaxial	CID saturado	17,93	29,7	0,92	87,6	34,1	30, 70 e 150	0,0057	34,2	10,0	9,5
4	Triaxial	CID saturado	14,65	6,7	0,93	19,6	34,8	30, 70 e 150	0,0057	31,8	6,0	14,5
5	Cisalhamento direto	Umidade natural	17,31	39,0	1,13	93,4	37,2	11, 27, 50 e 79	0,0487	34,5	5,9	–
6	Cisalhamento direto	Umidade natural	18,10	33,9	0,96	95,4	32,9	10, 21 e 41	0,0487	42,6	12,4	–
6	Cisalhamento direto	Inundado	17,76	35,0	1,02	93,3	39,8	10, 21 e 41	0,0487	34,0	6,0	–