

**CONSIDERAÇÕES TÉCNICAS GERAIS
PARA IMPLANTAÇÃO DOS
ATERROS SOBRE SOLO MOLE -
UTE - SÃO JOÃO DA BARRA - RJ.**

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO

2 – CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS

3 – PROCESSAMENTOS REALIZADOS

4 – CONCLUSÕES

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 – INTRODUÇÃO

1 – INTRODUÇÃO

Este relatório tem o objetivo de apresentar os estudos realizados para a implantação dos aterros necessários à execução das diversas estruturas, equipamentos e acessos viários da UTE - São João da Barra – RJ, a serem erguidos sobre horizontes de solos argilosos compressíveis.

A implantação se dará com aterros de altura projetada média de 1,00 m, assentes sobre horizontes de argila orgânica (solo compressível), ocorrentes nas fundações dos mesmos, com espessura média de 5,00 m situados à profundidade média de 13,00 m.

Estes horizontes de solos moles quando sujeitos a carregamentos, que induzem acréscimos das pressões efetivas verticais, sofrem recalques consideráveis, incompatíveis com as exigências de utilização das plataformas de terraplenagem.

Neste relatório são apresentadas as expectativas de recalques, bem como as medidas para dissipá-los durante a fase de obras, visando minimizar os efeitos prejudiciais à utilização dos terraplenos para a implantação da UTE, assim como os procedimentos executivos mais recomendados para o local.

2 – CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS

2 – CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS

As análises apresentadas foram lastreadas em parâmetros geotécnicos disponíveis na literatura nacional sobre os solos moles em geral, especificamente do Rio de Janeiro, a partir dos quais, procurou-se analisar a construção dos aterros em termos de capacidade de suporte e recalques totais, ou diferenciais.

A minimização dos efeitos dos recalques poderá ser alcançada pelo pré-carregamento das áreas e, freqüentemente, pela combinação deste com a instalação de drenos verticais (fibro- químicos ou de areia), os quais reduzem o intervalo de tempo necessário para a consolidação dos recalques e, conseqüentemente, para a estabilização das fundações dos aterros.

2.1 – Velocidade de Adensamento sob Carregamento Variável

A teoria de adensamento unidimensional de Terzaghi permite estimar o desenvolvimento de recalques de uma camada compressível sob a ação de um carregamento constante, desde que se conheça o coeficiente de adensamento (C_v).

Na prática, por motivos construtivos, o carregamento é sempre variável com o tempo. Terzaghi propôs um processo gráfico que permite obter, aproximadamente, o desenvolvimento dos recalques com o tempo nestas condições. Este cálculo é necessário, pois importantes recalques ocorrem antes de se atingir o período final de construção, com ou sem pré-carga.

Atualmente, com o auxílio da informática é possível obter soluções mais rigorosas para qualquer tipo de carregamento.

A estimativa da velocidade com que os recalques se desenvolverão é uma variável importante, pois subsidia critérios para uma tomada de decisões quanto ao tipo de tratamento para acelerá-los.

Tem-se verificado que os coeficientes de adensamento de laboratório, obtidos através de ensaios de corpos de prova de pequenas dimensões, chegam a ser até 100 vezes menores, em relação àqueles obtidos pelas observações de campo do comportamento de

obras similares. Atribui-se tal fato a diversos fatores, dentre eles, a presença de lentes finas e esparsas de areia nas camadas de solo compressível e na exata definição da altura de drenagem, isto é, se toda espessura (H) do solo mole, ou uma apenas uma parcela da mesma, contribui para a drenagem.

2.2 – Parâmetros Geotécnicos Adotados

Para efeito das análises efetuadas neste relatório, foi considerada a combinação de aterro projetado com altura de 1,00 m, acrescido de aterro de sobrecarga com 1,00 m de espessura, resultando aterro total de 2,00 m. O aterro será assente sobre solo mole compressível com espessura de 5,00 m.

Apresentam-se, a seguir, na Tabela 1, as considerações geométricas e os parâmetros geotécnicos adotados com base na literatura nacional referente aos solos moles, em geral, bem como os indicados pelo cliente:

TABELA 1 - Parâmetros Geotécnicos Adotados e Condições de Implantação		
Aterro		
Peso específico =	1,80	t/m3
Coesão Aparente =	2,00	t/m2
Ângulo de Atrito Interno =	28	graus
Altura do Aterro Projetado =	1,00	m
Altura do Aterro Sobrecarga =	1,00	m
Altura do Aterro Total (Prtojetado + Sobrecarga) =	2,00	m
Perfil do Subsolo		
Profundidade da camada de solo mole (topo) =	13,00	m
Peso específico do(s) solo(s) acima do solo mole =	1,65	m
Profundidade do nível d'água =	0,20	m
Espessura do Solo Mole =	5,00	m
Solo arenoso no topo da camada de solo mole =	Sim	-
Solo arenoso na base da camada de solo mole =	Sim	-
Argila Orgânica (solo mole compressível)		
Peso específico (sat) =	1,30	t/m3
Coesão não drenada (Su)	$0,75 + 0,19 * z$	t/m2
Ângulo de Atrito Interno (para carregamento imediato)	0	graus
Pressão de pré-adensamento (Ppa)	10,45	t/m2
Índice de vazios inicial (e0) =	3,50	
Coefficiente de Compressibilidade ou Índice de Compressão (Cc) =	1,80	
Relação de Compressão ($CR = Cc / (1 + e0)$)	0,40	
Coefficiente de Descompressão (Cs) =	0,27	
Relação de Descompressão ($SR = Cs / (1 + e0)$)	0,06	
Coefficiente de permeabilidade (k) =	1,00E-09	m/s
Coefficiente de adensamento vertical (cv) =		
mínimo	0,50	m2/ano
	0,00137	m2/dia
	1,59E-08	m2/s
máximo	4,00	m2/ano
	0,01096	m2/dia
	1,27E-07	m2/s
Coefficiente de adensamento horizontal ($ch=3* cv$) =		
mínimo	1,50	m2/ano
	4,11E-03	m2/dia
	4,76E-08	m2/s
máximo	6,00	m2/ano
	1,64E-02	m2/dia
	1,90E-07	m2/s
Geo-drenos Verticais		
Largura (b) =	10,00	mm
Espessura (t) =	5,00	mm
Capacidade de Desacarga Média =	5,00E-05	m3/s
Diâmetro equivalente (dw) =	9,55	mm

2.3 – Análises de Deformações / Recalques

Foram realizados cálculos de adensamento, considerando-se os parâmetros já alinhavados nos itens anteriores, admitindo-se para o terraplenos um recalque residual em torno de 20% do recalque total. Os estudos foram realizados para as situações de máximos carregamentos, já se considerando a aplicação da sobrecarga de terra.

2.4 – Recomendações Executivas

Tendo em vista os resultados obtidos, recomenda-se executar sobrecarga de terra de 1,00 m de altura sobre o aterro com 1,00 m, implantar drenos verticais em malhas triangulares com 1,40m de espaçamento e, após 3 a 4 meses do início das obras, retirar o material excedente da sobrecarga para áreas pré-determinadas pela obra e de acordo com a fiscalização.

Deverá ser executado, logo no início dos trabalhos, um tapete drenante composto por camada de areia com espessura de 0,50 m, envolto por mantas de geotêxtil (Bidim OP-40, ou similar) para evitar a colmatação da areia e a contaminação das primeiras camadas do aterro. No interior do tapete drenante deverá ser implantada geogrelha para aumentar o fator de segurança à ruptura do aterro quando de sua execução, que é a fase mais crítica em termos de ruptura.

Este tapete drenante deverá ser assente diretamente sobre o solo local, sem a necessidade de remoção da camada de vegetação mais rasteira, sendo procedida somente a poda das vegetações mais elevadas e o destocamento.

Quando do início dos serviços de terraplenagem o solo local não oferecer condições mínimas de suporte para os maquinários convencionais, deverá ser lançado um forro de rachão sobre o mesmo, na espessura média de 0,50 m, para propiciar acesso adequado daqueles.

3 – PROCESSAMENTOS REALIZADOS

3.1 – ESTIMATIVAS DE RECALQUES.

O Quadro 1 a seguir indica as tensões verticais efetivas no centro da camada de solo mole e os recalques totais estimados com base nas expressões abaixo indicadas.

Para argila normalmente adensada:

$$s = H * (C_c / (1+e_0)) * \log (\sigma_f' / \sigma_i');$$

Para argila pré-adensada:

$$s = H * (((C_c / (1+e_0)) * \log (\sigma_f' / \sigma_m)) + ((C_s / (1+e_0)) * \log (\sigma_m / \sigma_i')))$$

Onde:

- H = espessura da camada de solo mole (m);
- s recalque estimado (m);
- C_c = índice de compressão;
- C_s = índice de descompressão;
- e_0 = índice de vazios inicial;
- σ_v = tensão de pré-adensamento no centro da camada de solo mole (t/m^2);
- σ_f' = tensão efetiva final no centro da camada de solo mole (t/m^2);
- σ_i' = tensão efetiva inicial no centro da camada de solo mole (t/m^2);

QUADRO 1 - PRESSÕES E RECALQUES			
Espessura de solo mole (m) =		5,00	
Altura total do aterro (projetado+sobrecarga) (m) =		2,00	
Item		Considerando-se argila normalmente adensada	Considerando-se argila pré-adensada
pressão efetiva inicial no meio da camada de solo mole (t/m ²)	σ_0	9,20	9,20
pressão efetiva final no meio da camada de solo mole (t/m ²)	σ_f	12,80	12,80
recalque total (cm)	ρ	28,68	19,28
80% do recalque total (cm)	ρ_{80}	22,95	15,42
coesão não drenada média (t/m ²)	S_u	3,70	3,70

4 – CONCLUSÕES

4. – CONCLUSÕES

Com base nas considerações técnicas expostas neste relatório, recomendamos a implantação de tratamento para aceleração dos recalques dos horizontes de solo mole, ocorrentes nas fundações dos aterros a serem erguidos, mediante execução de colchão drenante assente diretamente sobre a superfície do terreno, cravação de geodrenos verticais geossintéticos, distribuídos em malha triangular com espaçamento de 1,40 m e sobrecarga de terra.

Os alteamentos dos aterros deverão ser processados em 2 (duas) etapas. A primeira com aterro de altura igual a 1,00m e a segunda com aterro de altura de 1,00m, tais que permitam o ganho de resistência da camada de solo mole, entre o término da 1ª Etapa e o início da 2ª Etapa, mediante dissipação da poro-pressão, inerente ao processo de adensamento da mesma.

Os tempos estimados para as efetivações de 80% dos recalques totais, para cada combinação de altura de aterro e de espessura de solo mole, deverão estar entre 3 e 4 meses.

As etapas construtivas deverão ser monitoradas mediante utilização de, no mínimo, placas de recalques e de piezômetros tipo Casagrande, para medição dos recalques e das poro-pressões.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

5. – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Para a realização deste relatório foram consultadas as seguintes publicações:

- 5.1 - INTRODUÇÃO À MECÂNICAS DOS SOLOS – MILTON VARGAS;
- 5.2 - MECÂNICA DOS SOLOS E SUAS APLICAÇÕES – VOL.2 – HOMERO PINTO CAPUTO;
- 5.3 - INTRODUÇÃO À MECÂNICA DOS SOLOS DOS ESTADOS CRÍTICOS – J.A.R. ORTIGÃO – 2ª ED.
- 5.4 - SOLOS DO LITORAL DE SÃO PAULO – ABMS – 1994;
- 5.5 – MANUAL DE ESTABILIZAÇÃO E REFORÇO DE ATERROS SOBRE SOLOS MOLES UTILIZANDO GEOTÊXTEIS – PROF. ENNIO MARQUES PALMEIRA – UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA.