

MANUAL DE INSTRUÇÕES REFERENTE ÀS TERRAPLENAGENS EM VIAS DE COMUNICAÇÃO

ANA RITA SOUSA E CASTRO

Relatório de Projecto submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM VIAS DE COMUNICAÇÃO

Orientador: Professor Doutor Adalberto Quelhas da Silva França

FEVEREIRO DE 2008

ESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2007/2008

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2007/2008 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

Aos meus Pais, à Bela e ao Zé

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e ao Zé, por todo o apoio e colaboração que sempre me ofereceram.

À Bela e ao Diogo por toda a colaboração e disponibilidade.

Ao meu orientador, o Professor Doutor Adalberto Quelhas da Silva França pelos ensinamentos transmitidos e por toda a ajuda prestada.

A todos os restantes familiares e amigos, que directa ou indirectamente me apoiaram durante este período.

RESUMO

Tratando-se de um texto de fim de curso o trabalho que agora se apresenta é, antes demais, o reflexo do gosto da autora pelas questões geotécnicas em obras rodoviárias. Procura ainda evidenciar o acumular dos seus conhecimentos académicos sobre o tema. De facto, as condições de correcta classificação e aplicação dos solos ou material rochoso em aterros ou leitos de pavimento carecem de juntar experiência profissional aos saberes de natureza curricular. Em qualquer caso procura apresentar uma metodologia diferente, com recurso ao auxílio informático, na classificação dos solos e sua aplicação nas terraplenagens de uma obra rodoviária. Assim, e usando a classificação do LCPC/SETRA como base, propõe-se um método de escolha sucessiva que, em ramificação, vai facilitar:

- A classificação de um solo ou material rochoso com base em resultados de alguns ensaios: granulometria, limites de plasticidade, equivalente de areia, azul de metileno, CBR, e Los Angeles;
- Em função desta e de alguns parâmetros de estado, dos quais releva a quantidade de água decorrente da sua exposição às condições meteorológicas, atingir as possíveis aplicações do solo nas várias camadas do aterro ou do leito do pavimento.

Procura-se ainda conseguir uma equivalência entre a classificação base usada e a unificada (e a Rodoviária) dado serem estas as que condicionam a sua aplicabilidade de acordo com o clausulado do Caderno de Encargos Tipo da ex-JAE.

PALAVRAS-CHAVE: Terraplenagens, Classificação dos Solos, Movimentos de Terras, Solos, Aplicação dos solos.

ABSTRACT

Being a text of end of degree, the work that is now presented is, above all, a reflection of the author's interest for geotechnical issues in road works. It also seeks to highlight her accumulated academic knowledge on the subject. Indeed, the conditions for correct classification and application of soil or rock material in landfills or beds of road surface need to add professional experience to the knowledge of curricular nature. In any case it tries to present a different methodology, with the help of computer science, in the classification of the soil and its application in earthwork of a road work. Thus, and using the classification of the LCPC / SETRA as a basis, a method of successive choice is proposed that, in branching, will facilitate:

- The classification of a soil or rock material based on results of some tests: size, limits of plasticity, equivalent of sand, methylene blue, CBR, and Los Angeles;
- In order to this and of some parameters of state, of which is relevant the amount of water resulting from the exposure to weather conditions, to reach the possible applications of the soil on various layers of the landfill or the bed of the road surface.

It also tries to achieve an equivalence between the classification used as basis and the unified (in Road) because these are those that determine its applicability in accordance with the "Caderno de Encargos" of ex-JAE.

KEYWORDS: earthwork, soils classification, earth moving, Soils, Soils application .

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	1
2. DIFICULDADES	3
3. ENSAIOS	5
3.1. ANÁLISE GRANULOMÉTRICA	5
3.2. EQUIVALENTE DE AREIA (EA)	5
3.3. ÍNDICES DE CONSISTÊNCIA (LIMITES DE ATTENBERG)	6
3.4. VALOR DO AZUL DE METILENO (VBS)	7
3.5. CALIFÓRNIA BEARING RATIO (CBR)	7
3.6. LOS ANGELES (LA)	8
4. PARÂMETROS QUE INFLUENCIAM A CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS	9
4.1. PARÂMETROS DA NATUREZA	9
4.1.1. GRANULOMETRIA	9
4.1.2. ARGILOSIDADE	10
4.2. PARÂMETROS DE COMPORTAMENTO MECÂNICO	10
4.2.1. COEFICIENTE DE LOS ANGELES (LA)	11
4.2.2. COEFICIENTE DE FRIABILIDADES DAS AREIAS (EA)	11
4.2.1. CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR).....	11
4.3. PARÂMETROS DE ESTADO	11
5. METODOLOGIA	13
5.1. CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS	13
5.1.1. SOLOS COM $DM_{\text{MÁX}} < 50 \text{ MM}$	13
5.1.2. SOLOS COM $DM_{\text{MÁX}} > 50 \text{ MM}$	15
5.1.3. MATERIAIS ROCHOSOS	16
5.1.4. MATERIAIS PARTICULARES.....	17
5.2. CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO MATERIAL EM ATERRO E/OU LEITO DE PAVIMENTO	17

6.UTILIZAÇÃO DO MANUAL DE INSTRUÇÕES REFERENTES ÀS TERRAPLENAGENS EM VIAS DE COMUNICAÇÃO	19
6.1 INTRODUÇÃO	19
6.2. SOLO COM DMÁX < 50 MM	20
6.3. SOLO COM DMÁX > 50 MM	23
6.4. MATERIAL ROCHOSO	29
6.5. MATERIAIS PARTICULARES	33
BIBLIOGRAFIA	34
ANEXO A1 – SOLOS A_i.....	35
ANEXO A2 – SOLOS B_i.....	59
ANEXO A3 – SOLOS C₁A_i.....	93
ANEXO A4 – SOLOS C₁B_i.....	121
ANEXO A5 – SOLOS C₂A_i.....	155
ANEXO A6 – SOLOS C₂B_i.....	175
ANEXO A7 – SOLOS D_i.....	203
ANEXO A8 – MATERIAL ROCHOSO.....	215
ANEXO A9 – MATERIAIS PARTICULARES.....	225

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1 – Ensaio equivalente areia	6
Fig. 2 – Gráfico do LCPC/SETRA	14

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

EA – Equivalente de areia

IP – Índice de plasticidade

LL – Limite de liquidez

LP – Limite de plasticidade

VBS – Valor do azul de metileno

CBR – California Bearing Ratio

LA – Los Angeles

LCPC – Le Laboratoire Central des ponts et Chaussées

SETRA – Le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

1

INTRODUÇÃO

O objectivo deste trabalho foi a criação de um Manual de Instruções referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação que permite, partindo das características de um material, classifica-lo (de acordo com a classificação Francesa do LCPC-SETRA) e conhecer as condições para a sua utilização em aterro e em leito de pavimento. A possibilidade de utilização dos diferentes materiais em aterro e em leito de pavimento estão de acordo com o especificado no Caderno de Encargos do EP.

Este trabalho foi realizado em PowerPoint, facilitando assim a sua consulta. Aqui será explicado o modo de funcionamento do Manual, e apresentados todos os parâmetros que influenciam a classificação dos materiais e as condições de utilização dos mesmos.

Toda a informação que pode ser obtida, partindo das características dos materiais, com o manual de instruções encontra-se em anexo.

2

DIFICULDADES

Na realização deste Guia de Terraplenagens surgiram algumas dificuldades, a primeira das quais estava relacionada com o modo de apresentação; após ponderação das vantagens e desvantagens das diferentes soluções foi decidido fazer a apresentação recorrendo ao PowerPoint.

Outra das dificuldades sentidas foi estabelecer uma relação entre a classificação usada pelo LCPC-Setra e a classificação Unificada, usada no Caderno de Encargos do EP, que foi ultrapassada após cruzamento da informação relativa às características de cada solo nas duas classificações.

Após estabelecer uma relação entre as duas classificações, foi ainda necessário aplicar as restrições expressas no Caderno de Encargos do EP aos solos, para assim obter as condições de utilização.

ENSAIOS

Neste trabalho foram usados alguns resultados de ensaios para a classificação dos materiais e obtenção das suas condições de utilização. De seguida são resumidos alguns desses ensaios.

3.1. ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Um solo é constituído normalmente por partículas de diferentes dimensões.

A análise granulométrica é constituída por duas fases: peneiração e sedimentação. O peso do material que passa em cada peneiro, referido ao peso seco da amostra, é considerado como a “percentagem de passados”, e representa-se graficamente em função das aberturas dos peneiros, que estão em escala logarítmica. A abertura nominal do peneiro é considerada como o “diâmetro” das partículas.

A análise por peneiração tem como principal limitação a abertura da malha dos peneiros, que não pode ser tão baixa como os diâmetros das partículas mais finas do solo.

Quando há interesse em conhecer a distribuição granulométrica da porção mais fina dos solos, usamos a técnica da sedimentação, que se baseia na Lei de Stokes: a velocidade de queda das partículas esféricas num fluído atinge um valor limite que depende do peso específico do fluído, da viscosidade do fluído, e do diâmetro da esfera.

Segundo Casagrande (1947), inicialmente as classificações baseavam-se apenas em critérios granulométricos, o que não era muito adequado para os solos argilosos, pois as suas características geotécnicas estão mais relacionadas com as propriedades plásticas.

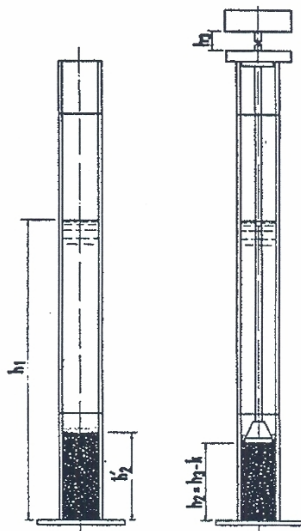
3.2. EQUIVALENTE DE AREIA (EA)

Este ensaio permite determinar o valor do Equivalente de Areia que exprime a quantidade e a qualidade dos elementos finos plásticos dum solo.

Quanto maior for o valor do EA mais o comportamento do solo se aproxima de um solo granular e portanto menor será a sua plasticidade.

De acordo com a especificação E-199, o ensaio consiste em introduzir numa proveta o solo preparado, para ser depois agitado sobre a palma da mão facilitando a libertação de bolhas de ar e a molhagem do provete, e em seguida deve ser deixado em repouso durante 10 minutos. Findo este tempo, a proveta deve ser convenientemente fechada com uma rolha de borracha, e fixada num agitador para ser submetida a uma agitação de 90 ± 1 ciclo em 30 ± 1 s. De seguida as paredes da proveta devem ser lavadas de cima para baixo com um tubo de lavagem, sendo este introduzido até ao fundo fazendo

subir os elementos argilosos, até que o líquido atinga o traço superior de referência. Deixa-se depois repousar sem perturbações durante 20 minutos \pm 10 s, e determina-se a altura h_1 do nível superior do floculado. Depois, faz-se descer lentamente o pistão na proveta, até repousar sobre a parte sedimentada, e determina-se h_3 , entre a face superior da peça guia e a face inferior do peso do pistão e a altura do sedimento h_2 , que se obtém pela diferença entre h_3 e a constante do aparelho k .



O equivalente de areia, E.A., dum provete é, por definição, dado por:

$$\frac{h_2}{h_1} \times 100 \quad (1)$$

Em que,

h_1 – Altura do nível superior do floculado em relação ao fundo da proveta

h_2 – altura do sedimento determinada com o auxílio do pistão.

O equivalente de areia E.A da amostra é a média aritmética dos valores determinados sobre os dois provetes, arredondados às unidades.

3.3. ÍNDICES DE CONSISTÊNCIA (LIMITES DE ATTEMBERG)

Como já foi referido anteriormente, utilizar apenas a distribuição granulométrica não caracteriza bem o comportamento dos solos sob o ponto de vista da engenharia. A fracção fina dos solos tem uma importância muito grande no seu comportamento.

A identificação da influência das partículas argilosas, pode ser feita por uma análise indirecta baseada no comportamento do solo na presença de água. Generalizou-se para isto, o emprego de ensaios e índices propostos pelo engenheiro químico Attemberg, adaptados e padronizados pelo professor de Mecânica dos Solos, Arthur Casagrande.

Um solo argiloso apresenta características muito diferentes que variam com o seu teor de humidade. Quando o solo está muito húmido, comporta-se como um líquido, perdendo parte da água, fica plástico e quando seca ainda mais fica quebradiço.

Os teores de humidade correspondentes às mudanças de estado, são:

- Limite de liquidez (LL);
- Limite de plasticidade (LP);

A diferença entre esses dois limites, é definida como índice de plasticidade (IP) do solo:

$$IP = LL - LP \quad (2)$$

O limite de liquidez é definido como o teor de humidade do solo com o qual uma ranhura nele feita requer 25 golpes para se fechar numa concha.

O limite de plasticidade é definido como o menor teor de humidade mínimo com o qual se consegue moldar um cilindro com 3 mm de diâmetro, rolando-se o solo com a palma da mão.

3.4. VALOR DO AZUL-DE-METILENO (VBS)

O valor do azul-de-metileno permite caracterizar a argilosidade de um solo. Representa a quantidade de azul-de-metileno que pode ser absorvida sobre as superfícies internas e externas das partículas do solo.

Consiste na determinação da quantidade de azul-de-metileno absorvido por 100 gr de solo, disperso em 100 cm³ de água.

O resultado exprime-se em gramas de azul-de-metileno por 100 gr de solo, indicando obrigatoriamente a fracção o/D sobre a qual se efectuou o ensaio.

3.5. CALIFÓRNIA BEARING RATIO (CBR)

É uma medida aferidora da capacidade de suporte de um solo.

O ensaio consiste em medir a força necessária para que um pistão normalizado penetre no solo até uma certa profundidade, com determinada velocidade.

O CBR é a força requerida para o pistão penetrar até essa profundidade, expressa em percentagem da força necessária para o mesmo pistão penetrar, até à mesma profundidade e com a mesma velocidade, num provete normalizado. Normalmente usam-se penetrações de 2,5 mm e 5 mm.

Os ensaios CBR podem ser realizados sobre provetes compactados em laboratório, imersos ou não, sobre amostras intactas e directamente sobre o solo “in situ”.

$$CBR(\%) = \frac{x}{y} \times 100 \quad (3)$$

Em que,

x – força, expressa em quilogramas-força, correspondente a uma dada penetração no provete do solo;

y – força, expressa em quilogramas-força, corresponde à mesma penetração num provete padrão.

3.6. LOS ANGELES

Permite avaliar a resistência de um agregado ou material rochoso à abrasão e choque e, indirectamente a resistência mecânica do agregado.

O princípio deste ensaio é fazer rodar uma amostra em conjunto com esferas de aço num tambor, e avaliar no final a quantidade de material retido no peneiro de 1,6 mm de abertura. O valor do LA mede a proporção de finos (<1,6mm) produzidos por fragmentação.

$$LA = \frac{m1 - m2}{m1} \times 100 \quad (4)$$

Em que,

m1 – massa do provete;

m2 – massa do agregado retido no peneiro de 1,68mm (nº12)

4

PARÂMETROS QUE INFLUENCIAM A CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS

Para a classificação dos solos neste projecto foram usados 3 parâmetros:

- Parâmetros de natureza;
- Parâmetros de comportamento mecânico;
- Parâmetros de estado.

4.1. PARÂMETROS DE NATUREZA

Referem-se a características intrínsecas dos solos, que não variam ou variam muito pouco, com os diferentes usos a que vão estar sujeitos ao longo do tempo.

4.1.1. GRANULOMETRIA

Para classificar os solos neste projecto, fê necessário conhecer o valor do $D_{m\acute{a}x}$, a percentagem de passados no peneiro nº200 (abertura 80 μm) e no peneiro nº 10 (abertura de 2mm).

O valor do $D_{m\acute{a}x}$ corresponde á máxima dimensão dos maiores elementos contidos no solo. Um valor limite considerado foi $D_{m\acute{a}x}=50\text{mm}$, que permite distinguir os solos finos, arenosos com cascalho (classes A,B,D1 e D2) dos solos granulares grossos (classes C e D3).

A percentagem de passados no peneiro nº200 permite distinguir os solos ricos em finos e em grande medida, avaliar a sua sensibilidade à água. Um solo é tanto mais sensível à água quanto maior a sua perda de capacidade de suporte para um fraco aumento do seu teor de humidade. São considerados 2 valores limites 35% e 12%. O valor limite de 12%, é um limite convencional que permite estabelecer uma distinção entre os materiais arenosos e com cascalho, pobre ou rico em finos. O valor limite de 35% é o limite além do qual o comportamento do solo pode ser considerado como dependente da fracção fina ($\leq 80\mu\text{m}$). É este também o limiar da separação, na Classificação Rodoviária, entre os solos granulares, por um lado, e os solos siltosos ou argilosos, por outro.

Por seu lado a percentagem de passados no peneiro nº10, permite estabelecer uma distinção entre os solos com propensão para a areia ou para cascalho. Aqui foi apenas consideradoo valor limite de 70%, acima do qual os solos têm propensão para a areia e abaixo do qual têm propensão para o cascalho.

4.1.2. ARGILOSIDADE

Para caracterizar a argilosidade de um solo foram considerados os valores do índice de plasticidade (IP) e do azul-de-metileno (VBS).

O índice de plasticidade é o parâmetro mais vulgarmente utilizado para a caracterização da argilosidade, e a sua interpretação é tanto mais fiável quanto maior for a fracção 0-400µm contida no solo e a argilosidade desta fracção for também maior. Para valores da fracção 0-400µm superiores a 50% e valores de IP superior a 12 a interpretação é fácil, mas torna-se praticamente impossível quando a fracção 0-400µm toma valores inferiores a 35% e o IP valores inferiores a 7.

Os valores limites considerados para o IP foram:

- 12: Limite superior dos solos pouco argilosos;
- 25: Limite superior dos solos medianamente argilosos;
- 40: Limite entre os solos argilosos e muito argilosos.

O valor do azul-de-metileno (VBS) também permite caracterizar a argilosidade do solo, mas a sua aplicação na identificação dos solos é mais recente. Este parâmetro representa a quantidade de azul-de-metileno que se pode adsorver sobre as superfícies internas e externas das partículas do solo, ou dito de outra maneira, é uma grandeza directamente ligada à superfície específica do solo.

Os valores limites considerados para o VBS foram:

- 0.1: limite abaixo do qual podemos considerar que o solo é insensível à água (este critério deve ser completado pela verificação da quantidade dos passados no peneiro nº200. Se esta for menor ou igual a 12% existe confirmação;
- 0.2: limite acima do qual se manifesta alguma sensibilidade à água;
- 1.5: limite que distingue os solos arenosos-siltosos dos solos arenosos-argilosos;
- 2: limite que distingue solos siltosos pouco plásticos dos solos siltosos de plasticidade média;
- 6: limite que distingue os solos siltosos dos solos argilosos;
- 8: limite que distingue os solos argilosos dos muito argilosos.

O VBS é uma grandeza que exprime globalmente e segundo uma escala quase linear a quantidade e actividade da argila contida no solo estudado, e é aplicável na identificação de todos os solos. É por isso, que nesta classificação todas as classes de solos são identificadas parcial ou totalmente a partir deste parâmetro.

Contudo, o IP, no caso de solos medianamente argilosos e muito argilosos apresenta algumas vantagens relativamente ao VBS. Em primeiro lugar porque é um parâmetro para o qual dispomos de uma longa experiência na sua interpretação, depois porque ele é mais sensível do que o VBS logo que os solos se tornam verdadeiramente argilosos e finalmente sobretudo porque se trata de um parâmetro de identificação mas também de comportamento.

4.2. PARÂMETROS DE COMPORTAMENTO MECÂNICO

Estes parâmetros são utilizados para verificar a possibilidade de utilização dos diferentes solos em leito de pavimento. Permite distinguir os materiais cuja fracção granular é susceptível de resistir ao tráfego daqueles que correm o risco de se fragmentar transformando-se num solo constituído maioritariamente por finos.

4.2.1. COEFICIENTE DE LOS ANGELES (LA)

Como já foi referido, este parâmetro permite determinar a resistência à fragmentação de um solo granular, agregado ou material rochoso. Foi considerado um valor limite de 45, e assim os solos ficaram divididos em dois grupos: aqueles que apresentam valores inferiores a 45 e aqueles que apresentam valores superiores.

Os solos que apresentam valores inferiores a 45, são solos menos erodíveis que os solos que apresentam valores superiores a 45, e por isso apresentam melhores características na aplicação.

4.2.2. COEFICIENTE DE FRIABILIDADE DAS AREIAS

Os solos que apresentam valores inferiores a 60, são solos menos erodíveis que os solos que apresentam valores superiores a 60, e por isso apresentam melhores características na aplicação.

4.2.3. CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Como já foi referido, o valor do CBR é uma medida aferidora da capacidade de suporte de um solo. Neste trabalho foram considerados três valores, 3%, 5% e 8%:

- O valor de 3%, foi considerado como o valor mínimo requerido para a capacidade de suporte do corpo de aterro;
- O valor de 5%, foi considerado como o valor mínimo requerido para a capacidade de suporte da parte superior do aterro;
- O valor de 8%, foi considerado como o valor mínimo requerido para a capacidade de suporte do leito do pavimento.

4.3. PARÂMETROS DE ESTADO

Estes parâmetros não são próprios dos solos, mas do ambiente no qual se encontra.

Aqui foram considerados 5 estados hídricos diferentes:

- Estado muito húmido (th): A humidade é muito elevada e não permite em geral a reutilização do solo em condições técnico-económicas aceitáveis.
- Estado húmido (h): A humidade é elevada, mas permite contudo a reutilização do solo desde que sejam tomados alguns cuidados especiais (arejamento, tratamento e aterros de pequena altura).
- Estado de humidade média (m): humidade óptima ou próxima desta, corresponde ao estado que apresenta um mínimo de problemas na colocação em obra.
- Estado seco (s): humidade fraca, mas que mesmo assim permite a utilização em obra desde que sejam tomados alguns cuidados especiais (rega, sobre-compacção).
- Estado muito seco (ts): humidade é muito fraca e não permite em geral a reutilização do solo em condições técnico-económicas aceitáveis.

5

METODOLOGIA

Este manual foi realizado em PowerPoint, estabelecendo hiperligações entre diferentes slides, tendo por base o Manual Francês de classificação dos solos do LCPC-Setra.

Este programa permite classificar e conhecer as condições de utilização dos solos em aterros e em leito de pavimento, e permite ainda, conhecendo a natureza de um material rochoso, determinar as suas condições de utilização em aterro.

Permite também conhecer as condições de utilização de solos orgânicos e sub-produtos industriais.

Se pretendermos classificar um solo, é necessário começar por conhecer se o $D_{máx}$ é menor ou maior que 50mm.

5.1. CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS

As classificações dos solos tiveram por base um gráfico do Manual Francês do LCPC-SETRA que permite, estabelecendo combinações entre as percentagens de passados no peneiro nº10, no nº200 e os valores para o VBS e o IP, classificar os diferentes solos.

5.1.1. SOLOS COM $D_{MÁX} < 50$ MM

Se quisermos classificar um solo que tem $D_{máx} < 50$ mm, é necessário conhecer alguns dos seus parâmetros de natureza, nomeadamente a percentagem de passados no peneiro nº200 ou a percentagem de passados no peneiro nº10 e o valor do índice de plasticidade (IP) ou do valor do azul de metileno (VBS), e também um parâmetro de estado, a posição do teor de humidade natural (W_n) da fracção 0-20 relativamente ao teor de humidade óptimo referido ao ensaio Proctor normal.

Para todos os solos com $D_{máx}$ menor que 50mm (A1, A2, A3, A4, B1,B2,B3, B4,B5,B6, D1 e D2), foi necessário definir todas as combinações possíveis entre os parâmetros de natureza, que pudessem levar à sua classificação.

Para estabelecer estas combinações recorreu-se a um gráfico do Manual Francês, que permite uma classificação rápida dos solos.

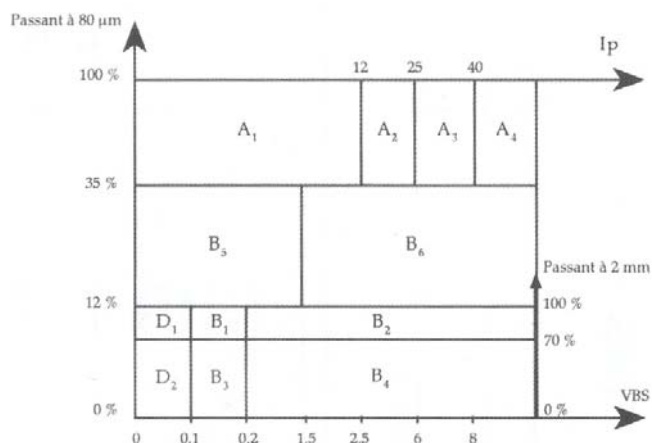


Fig. 1 – Gráfico do LCPC/SETRA

Numa primeira análise do gráfico constatou-se que os solos não podiam ser classificados com o contributo dos dois peneiros considerados neste trabalho; apenas poderiam ser classificados recorrendo a um dos peneiros. Assim sendo, o peneiro nº200 contribui para a classificação dos solos A1, A2, A3, A4, B5 e B6, e o peneiro nº 10 contribui para a classificação dos solos B1, B2, B3, B4, D1 e D2.

A percentagem de passados no peneiro nº200 considera-se dividida em três partes, menor que 12%, compreendida entre 12 e 35% e superior a 35%.

Se o valor da percentagem de passados for superior a 35%, e recorrendo ao VBS e ao IP podemos distinguir os solos A1, A2, A3 e A4.

Solo A1:

- % Passados no peneiro nº200 > 35%
- $IP \leq 12$ e/ou $VBS \leq 2,5$

Solo A2:

- % Passados no peneiro nº200 > 35%
- $12 < IP \leq 25$ e/ou $2,5 < VBS \leq 6$

Solo A3:

- % Passados no peneiro nº200 > 35%
- $25 < IP \leq 40$ e/ou $6 < VBS \leq 8$

Solo A4:

- % Passados no peneiro nº200 > 35%
- $IP > 40$ e/ou $VBS > 8$

Se o valor da percentagem de passados estiver compreendida entre 12 e 35%, recorrendo ao VBS podemos separar os solos B5 e B6.

Solo B5:

- $12\% < \% \text{ Passados no peneiro nº200} \leq 35\%$
- $VBS \leq 1,5$

Solo B6:

- 12% < % Passados no peneiro nº200 ≤ 35%
- VBS > 1,5

Se o valor da percentagem de passados for inferior a 12%, não podemos classificar nenhum tipo de solo, recorrendo somente a este peneiro, pois para uma percentagem inferior a 12 e para cada intervalo do VBS ou do IP existem sempre dois tipos de solos; para os distinguir é necessário recorrer adicionalmente á percentagem de passados no peneiro nº10.

A percentagem de passados no peneiro nº10 está dividida em 2 intervalos, menor que 70% e maior que 70%.

Se o valor da percentagem de passados for inferior a 70%, recorrendo ao VBS e ao valor do IP podemos classificar os solos D2, B3 e B4.

Solo D2:

- % Passados no peneiro nº10 <70%
- VBS ≤ 0,1

Solo B3:

- % Passados no peneiro nº10 <70%
- 0,1 < VBS ≤ 0,2

Solo B4:

- % Passados no peneiro nº10 <70%
- VBS > 0,2 e/ou IP > 12

Se o valor da percentagem de passados for superior a 70%, recorrendo ao VBS e ao valor do IP podemos classificar os solos D2, B3 e B4.

Solo D1:

- % Passados no peneiro nº10 > 70%
- VBS ≤ 0,1

Solo B1:

- % Passados no peneiro nº10 > 70%
- 0,1 < VBS ≤ 0,2

Solo B2:

- % Passados no peneiro nº10 > 70%
- VBS > 0,2

5.1.2. SOLOS COM $D_{m\acute{a}x} > 50$ MM

Se quisermos classificar um solo com $D_{m\acute{a}x} > 50$ mm, é necessário também conhecer os seus parâmetros de natureza e de estado, nomeadamente a percentagem de passados no peneiro nº200, o valor do azul de metileno (VBS) e a posição do teor de humidade natural (W_n) da fracção 0-20 relativamente ao ensaio Proctor Normal (W_{pn}). Estes solos podem ser classificados em 4 tipos diferentes D3, D4, C1 ou C2.

Se tivermos uma percentagem de passados no peneiro nº200 compreendida entre 5% e 35% então teremos um solo C2. Nestes casos, é necessário classificar a sua fracção fina, e para isso, usamos os parâmetros de natureza e os parâmetros de estado da fracção fina do solo ($D_{m\acute{a}x} < 50$ mm). A designação destes solos passa assim a ter 2 letras, designam-se C2Ai ou C2Bi.

O mesmo acontece se tivermos uma percentagem de passados no peneiro nº200 superior a 35%, pois aqui também será necessário classificar a fracção fina do solo. A designação destes solos será C1Ai ou C1Bi.

Se tivermos uma percentagem de passados no peneiro nº 200 inferior a 5% e $D_{m\acute{a}x}$ de 250mm, então teremos um solo D3, porém se o $D_{m\acute{a}x}$ for 500mm então o solo será um D4.

5.1.3. MATERIAIS ROCHOSOS

No caso de termos um material rochoso, é necessário conhecer á partida a sua classificação já que este manual apenas fornece as condições de utilização.

Para caracterizar um maciço rochoso, tendo em vista o seu emprego em aterro ou leitos de pavimento, o geotécnico procede em duas fases:

- A primeira consiste em identificar a natureza petrográfica da rocha, ficando assim conhecidas as características gerais da rocha e do seu comportamento previsível;
- A segunda, visa precisar como o material se comporta ao longo da extracção, da carga, do espalhamento, da compactação, sob a circulação de veículos pesados e sob a chuva.

Só no final desta segunda fase são conhecidos a granulometria, o comportamento sob a acção do tráfego e o seu carácter evolutivo. É necessário contudo admitir-se um certo grau de incerteza pelo facto destes dados resultarem de hipóteses que dependem de vários factores.

Os materiais rochosos podem ser divididos em duas famílias:

- Materiais rochosos oriundos de rochas sedimentares
- Materiais rochosos oriundos de rochas magmáticas ou metamórficas

As rochas sedimentares aparecem estratificadas em camadas, que resultam da sedimentação dos detritos transportados, em geral, por água ou ventos.

As rochas metamórficas são rochas que resultam de rochas pré-existentes que sofreram modificações na sua textura, estrutura e composição devido à variação das condições físicas (temperatura e pressão) e químicas.

Os materiais oriundos das rochas sedimentares podem ser de tipos diferentes; no manual serão considerados os seguintes tipos:

- Rochas carbonatadas, nomeadamente os calcários;
- Rochas argilosas;
- Rochas siliciosas, nomeadamente grés;
- Rochas magmáticas.

Serão ainda consideradas rochas magmáticas e metamórficas, nomeadamente granitos e basaltos.

5.1.4. MATERIAIS PARTICULARES

No caso de termos um material particular, é necessário conhecer á partida a sua classificação já que este manual apenas fornece as condições de utilização.

Materiais particulares considerados:

- Materiais naturais contendo matérias orgânicas (terra, húmus florestal,lodo..);
- Cinzas volantes silico-aluminosas de centrais térmicas;
- Xistos hulhíferos;
- Fosfogesso;
- Matérias de demolição.

5.2. CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO MATERIAL EM ATERRO E/OU LEITO DE PAVIMENTO

Depois de classificado um solo, é possível conhecer algumas das suas características gerais, e também saber se é possível utilizar esse solo em aterro e/ou em leito de pavimento.

Os solos em que é possível a sua utilização em mais de que uma parte do aterro, na parte superior do aterro, na parte inferior ou no corpo e/ou no leito de pavimento, é necessário seleccionar onde queremos aplicar o solo.

Antes de conhecermos as condições de utilização dos solos é necessário seleccionar as condições meteorológicas na aplicação dos solos. Nestes casos, em regra, o solo deverá ser utilizado no local onde, economicamente, é mais valorizado o seu uso.

No caso de termos um material rochoso, um material orgânico ou um sub-produto industrial, devemos seleccionar no organigrama/lista o tipo de material para o qual pretendemos conhecer as condições de utilização.

6

UTILIZAÇÃO DO MANUAL DE INSTRUÇÕES REFERENTES ÀS TERRAPLENAGENS EM VIAS DE COMUNICAÇÃO

6.1. INTRODUÇÃO

A consulta deste manual é simples. Para começar é necessário seleccionar no slide o tipo de material que pretendemos classificar e/ou conhecer as condições de utilização em aterro e leito de pavimento, ou seja, seleccionar o solo com $D_{máx} < 50\text{mm}$, o solo com $D_{máx} > 50\text{mm}$, o material rochoso, ou o Material particular.

1. Seleccionar o material a classificar



Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Classificação dos materiais segundo a sua natureza:

- Solos com $D_{máx.} \leq 50\text{ mm}$
- Solos com $D_{máx.} > 50\text{ mm}$
- Materiais rochosos
- Materiais particulares

6.2. SOLO COM DMÁX < 50MM

Para facilitar a compreensão sobre o modo de utilização do programa e a título de exemplo, admitindo que temos um solo com $D_{máx} < 50\text{mm}$ com as seguintes características:

- %passados no peneiro nº200 esta compreendida entre 35 e 100%
- VBS está compreendido entre 2,5 e 6;
- $0,9 \leq W_n \leq 1,1 W_{opn}$;
- Situação meteorológica na aplicação: evaporação importante.

Para classificar este solo fazemos:

1. Seleccionar a percentagem de passados no peneiro nº10 que para este exemplo está compreendida entre 0 e 70%.

Mestrado Integrado FEUP	
Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação	
% passados no peneiro nº10 :	% passados no peneiro nº200:
- <u>Está compreendido entre 0 e 70%</u>	- <u>Está compreendido entre 12% e 35%</u>
- <u>Está compreendido entre 70% e 100%</u>	- <u>Está compreendido entre 35% e 100%</u>

2. Seleccionar o valor do VBS do solo, está compreendido entre 0 e 0,1

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Índice de plasticidade (IP):	Valor do azul de metileno (VBS):
- <u>Está compreendido entre 0 e 12;</u>	- <u>É inferior a 2,5;</u>
- <u>Está compreendido entre 12 e 25;</u>	- <u>Está compreendido entre 2,5 e 6;</u>
- <u>Está compreendido entre 25 e 40;</u>	- <u>Está compreendido entre 6 e 8;</u>
- <u>É superior a 40.</u>	- <u>É superior a 8.</u>

3. Seleccionar a posição do teor de humidade natural (W_n) relativamente ao proctor normal (W_{opn})

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Teor de humidade do solo:

- $W_n \geq 1,25 W_{opn}$
- $1,1 W_{opn} \leq W_n < 1,25 W_{opn}$
- $0,9 W_{opn} \leq W_n < 1,1 W_{opn}$
- $0,7 W_{opn} \leq W_n < 0,9 W_{opn}$
- $W_n < 0,7 W_{opn}$

4. Depois desta última selecção fica conhecida a classificação do solo e as suas características gerais.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Solo A2 m

Siltes medianamente plásticos, Argilas e Margas pouco plásticas, Solos argilosos com areia fina, no estado hídrico médio;

A característica média dos solos desta subclasse faz com que eles se prestem à utilização dum grande gama de equipamento de terraplenagem.

5. Seleccionando a classificação do solo, obtemos informação sobre a possibilidade de utilização deste solo em aterro ou em leito de pavimento.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Estes solos apenas poderão ser utilizados no corpo do aterro. Não poderão ser utilizados na presença de chuva intensa.

Situação meteorológica aquando da aplicação:

- Chuva fraca;
- Não chove, nem há evaporação importante;
- Evaporação importante.

6. Seleccionando a situação meteorológica de evaporação importante vem:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Quando existem condições de evaporação importantes é necessário adoptar uma das seguintes soluções para se poder usar este solo em aterro:

Solução 1:
W: humedificação superficial para manter o estado
C: compactação média

Solução 2:
C: compactação intensa
H: Altura média do aterro acima da camada em questão ($\leq 5m$)

Ficamos assim a conhecer as condições de utilização deste solo, que só pode ser aplicado no corpo do aterro numa situação meteorologia de evaporação importante.

6.3. SOLO COM $D_{m\acute{a}x} > 50mm$

Aqui procede-se de modo análogo ao utilizado para os solos com $D_{m\acute{a}x} < 50mm$, e para facilitar a compreensão do programa vamos recorrer a um exemplo.

Exemplo:

Características do solo:

- %passados no peneiro n° 200 > 35%;
- Situação meteorológica na aplicação: evaporação importante.

Características da fracção fina (0/50):

- %passados no peneiro n°200 esta compreendida entre 35 e 100%
- $IP < 12$;
- $0,9 \leq W_n \leq 1,1$ Wopn.

Para classificar este solo fazemos:

1. Seleccionar o tipo de material a classificar, “Solos com $D_{m\acute{a}x} > 50\text{mm}$ ”

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Classificação dos materiais segundo a sua natureza:

- Solos com $D_{m\acute{a}x.} \leq 50 \text{ mm}$
- Solos com $D_{m\acute{a}x.} > 50 \text{ mm}$
 - Materiais rochosos
 - Materiais particulares

2. Seleccionar a opção com %passados no peneiro nº 200 >35%

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

$D_{m\acute{a}x} > 50 \text{ mm}$

- Passados no peneiro nº 200 < 5% e $D_{m\acute{a}x}$ 250mm;
- Passados no peneiro nº 200 < 5% e $D_{m\acute{a}x}$ 500mm;
- Passados no peneiro nº 200 > 35 %;
- Passados no peneiro nº 200 compreendido entre 5% e 35%;

3. Seleccionar “classificar a fracção fina ($D_{\max} \leq 50\text{mm}$) do solo”

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

C1

O comportamento dos solos desta classe pode ser justamente apreciado pela sua fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm é necessária no caso dos solos constituídos por elementos angulosos. Esta pode-se fazer visualmente por um geotécnico experiente, desde que D_{\max} do solo ultrapasse 200mm;

A identificação dos solos desta classe deverá ser precisada com a ajuda de um duplo símbolo do tipo $C_1(A_1)$ ou $C_1(B_1)$, para isso será necessário classificar a fracção fina ($D_{\max} \leq 50\text{mm}$) do solo.

Antes da aplicação é necessário retirar os elementos lamelares ($D_{\max} > 3D_{\min}$) e com $D_{\max} > 300\text{mm}$, excepto quando a fracção fina obitar a aplicação.

4. Necessário classificar a fracção fina, para isso, seleccionar a opção que corresponde á %passados no peneiro nº200 estar compreendida entre 35 e 100%

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Passados no peneiro nº 10:	Passados no peneiro nº 200:
- <u>Está compreendido entre 0 e 70%</u>	- <u>Está compreendido entre 12% e 35%</u>
- <u>Está compreendido entre 70% e 100%</u>	- <u>Está compreendido entre 35% e 100%</u>

5. Seleccionar a opção que corresponde a um valor do IP menor que 12

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Índice de plasticidade (IP):	Valor do azul de metileno (VBS):
- <u>Está compreendido entre 0 e 12;</u>	- <u>É inferior a 2,5;</u>
- <u>Está compreendido entre 12 e 25;</u>	- <u>Está compreendido entre 2,5 e 6;</u>
- <u>Está compreendido entre 25 e 40;</u>	- <u>Está compreendido entre 6 e 8;</u>
- <u>É superior a 40.</u>	- <u>É superior a 8.</u>

6. Seleccionar a opção que corresponde a um valor compreendido entre 0,9 e 1,1

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Teor de humidade do solo:

- $W_n \geq 1,25 W_{opn}$
- $1,1 W_{opn} \leq W_n < 1,25 W_{opn}$
- $0,9 W_{opn} \leq W_n < 1,1 W_{opn}$
- $0,7 W_{opn} \leq W_n < 0,9 W_{opn}$
- $W_n < 0,7 W_{opn}$

7. Seleccionar a classificação do solo

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Solo C1A1 m

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico médio;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80% e materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe A;

A fracção 0/50mm é um silte pouco plástico, silte aluvionar, saibro finos pouco poluído, solos siltosos com areia;

O tempo de reacção às variações do ambiente hídrico e climático é relativamente curto mas pode variar bastante. A permeabilidade varia dentro de grandes limites, em função da granulometria, da plasticidade e da compactidade;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

8. Seleccionar a situação meteorológica de “evaporação importante”

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Estes solos apenas podem ser usados no corpo do aterro.

Estes solos colocam-se facilmente, mas são muito sensíveis às condições meteorológicas que podem muito rapidamente paralisar os trabalhos, devido a um excesso de teor de humidade ou inversamente conduzir a um material seco de difícil compactação.

Na presença de chuva intensa não se pode utilizar este solo.

Situação meteorológica aquando da aplicação:

- Chuva fraca;
- Não chove, nem há evaporação importante;
- Evaporação importante.

9. Ficam assim conhecidas as condições de utilização para este solo exemplo.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Quando existem condições de evaporação importantes é necessário adoptar uma das seguintes soluções para se poder usar este solo em aterro:

Solução 1:
W: humedificação superficial para manter o estado
C: fraca compactação

Solução 2:
C: compactação intensa
H: Altura média do aterro acima da camada em questão (≤ 5 m)

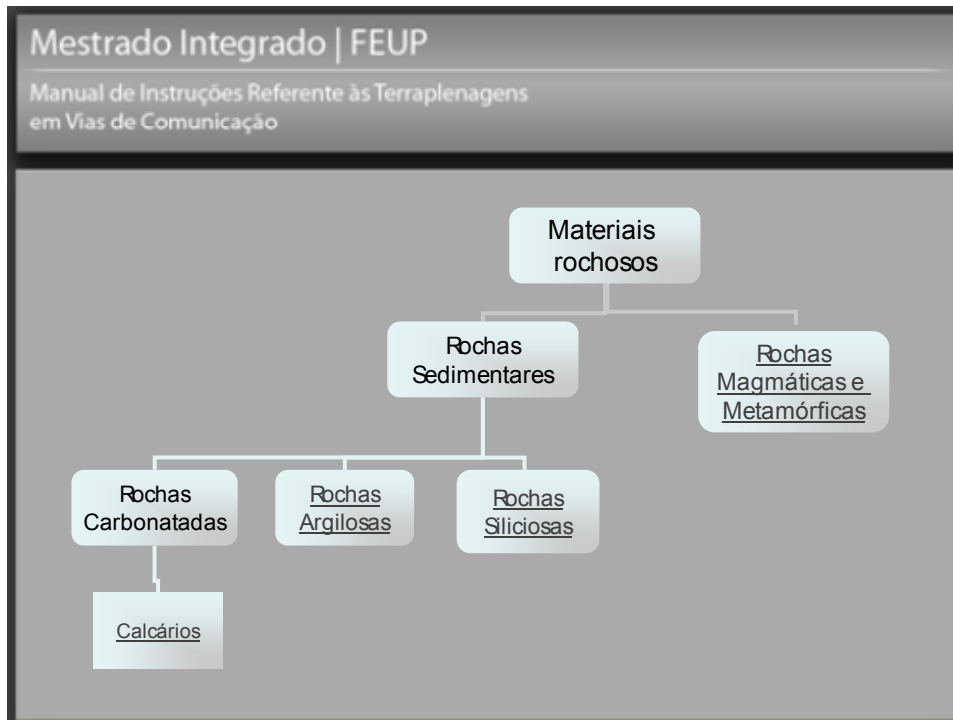
Solução 3:
E: extracção frontal
C: compactação intensa

6.3. MATERIAL ROCHOSO

Como já foi referido, é necessário seleccionar no diagrama o tipo de material rochoso, para o qual pretendemos conhecer as condições de utilização.

Exemplo: condições de utilização de um material rochoso que é uma rocha carbonatada, mais concretamente um calcário.

1. Seleccionar o material rochoso no diagrama do qual pretendemos conhecer as condições de utilização



2. Seleccionar as condições que devem ser garantidas

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

R1 - Calcários Rochosos diversos

Esta classe reagrupa o conjunto da gama dos materiais calcários rochosos.

As suas características predominantes, face à sua utilização nos aterros, são a friabilidade e, eventualmente, para os mais fragmentáveis a gelibilidade;

De uma maneira geral estes materiais não são materiais rochosos evolutivos e não colocam problemas particulares no emprego de aterros;

Devemos garantir as condições seguintes.....

3. Seleccionar a classificação do material

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

R1 - Calcários Rochosos diversos

Devemos garantir que:

- $D_{máx} < 0,5$ m e $D_{máx} < 2/3$ espessura da camada após recalque ou $D_{máx} < 0,30$ m para materiais solo-enrocamento com granulometria continua extensa;
- Na construção de pedraplenos ou materiais do tipo solo-enrocamento:
 - % passados no peneiro 1" < 30%;
 - % passados no peneiro nº 200 < 5%;
 - % (peso) das partículas alongadas ($D_{máx} \geq 3D_{min}$) < 30%

Devem ser ainda excluídos os materiais com resistência inferior a 30Mpa nos ensaios à compressão simples

4. São então apresentadas as condições de utilização para este exemplo:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes materiais rochosos apenas podem ser utilizados no corpo do aterro e PIA desde que se garanta $LA < 50$.

São materiais rochosos são e habitualmente insensíveis á humidade, e por isso podem ser utilizados em todas as condições meteorológicas desde que se adopte uma compactação média.

6.3. MATERIAIS PARTICULARES

Tal como já foi referido, é necessário seleccionar o tipo de material particular, para o qual pretendemos conhecer as condições de utilização. Como exemplo, considera-se que se pretende conhecer as condições de utilização de um material natural que contém matéria orgânica.

1. Seleccionar o material a classificar, “Materiais naturais contendo matéria orgânica”

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

F - Solos orgânicos e sub-produtos industriais

Podem ser:

- Materiais naturais contendo matérias orgânicas (terra, húmus florestal, lodo trufa...);
- Cinzas volantes silico-aluminosas de centrais térmicas;
- Xistos hulhíferos;
- Xistos de minas de potassa;
- Fosfogesso;
- Materiais de demolição;

2. Seleccionar a classificação do material

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

F1 – Materiais naturais contendo matérias orgânicas

A presença destes materiais, está localizada em locais de fácil identificação, os mais orgânicos são facilmente identificáveis devido à cor escura e ao cheiro característico;

O parâmetro característico destes materiais é o seu teor em matérias orgânicas (% MO).

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Solos não utilizáveis em aterros devido ao seu elevado teor em M.O. Existe risco de assentamentos por acção bioquímica e de corte por características insuficientes.

Pode ser utilizado na cobertura de aterros antes do arrelvamento, se o teor em matéria orgânica não for muito elevado (M.O. < 10%)

São então assim, apresentadas as condições de utilização do material.

BIBLIOGRAFIA

- [1] FRANÇA, A. *Sebenta de Vias de Comunicação I*. Porto, 2000.
- [2] FRANÇA, A. *Sebenta de Vias de Comunicação II*. Porto, 2000.
- [3] FERNANDES, M. *Sebenta de Mecânica dos Solos, Vol.I*. FEUP, Porto, 1994.
- [4] FERNANDES, M. *Sebenta de Mecânica dos Solos Vol II.*. FEUP, Porto, 1995.
- [5] Le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC), Le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA). *Réalisation des Remblais et des couches de forme, Fascicule I, Principes généraux*. Paris, 2000.
- [6] Le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (LCPC), Le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA). *Réalisation des Remblais et des couches de forme, Fascicule II, Annexes techniques*. Paris, 2000.
- [7] BRANCO, F., PEREIRA, P., SANTOS, L. *Pavimentos Rodoviários*. Edições Almedina SA, Coimbra, 2006.
- [8] Trabalho no âmbito do protocolo JAE/LNEC. *Geotêxteis: Principais Tipos Propriedades e Ensaio*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Agosto de 1994.
- [9] Trabalho no âmbito do protocolo JAE/LNEC. *Emprego de Geotêxteis em Obras Rodoviárias*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Agosto de 1994.
- [10] SILVEIRA, E., SILVEIRA, A. *Mecânica dos Solos para Engenheiros Rodoviários Vol.I*. Edgard Blucher Editor, São Paulo.
- [11] SILVEIRA, E., SILVEIRA, A. *Mecânica dos Solos para Engenheiros Rodoviários Vol.II*. Edgard Blucher Editor, São Paulo.
- [12] BASTOS, C. *Estrutura dos Solos*
<http://www.fag.edu.br/professores/deboraf/Mec%20nica%20dos%20Solos/ESTRUTURA.pdf>.
20/11/2007.
- [13] BASTOS, C. *Estrutura dos Solos*.1998
<http://www.fag.edu.br/professores/deboraf/Mec%20nica%20dos%20Solos/GEOLOGIA.pdf>.
20/11/2007.
- [14] RAMEL, Y. *Estrutura dos Solos*. 2005.
http://lmswww.epfl.ch/Common_Documents/Amis_LMS+R/Pres_Y.Ramel_Compactage_LMS.pdf.
7/11/2007.
- [15]. *Caracterização de Materiais, Instrumentação e Observação de Aterros Rodoviários no Lanço Régua/Reconcos do IP3*. 2005.
http://www.global.estgp.pt/engenharia/Alunos/eSebentas/CongressoGeotecnia/TEXTOS/Tema2/T2_A4.PDF. 7/11/2007
- [16]. Classificação dos Solos (Texto Complementar).
<http://etg.ufmg.br/~jisela/pagina/Texto%20Complementar%20Classificacao%20Solos.pdf>. 7/11/2007.
- [17] Cristiane Salermo Schmitz. *Mecânica dos Solos*.
http://www.cefetrts.tche.br/~edifica/apostilas/ap_mesol1.pdf. 7/11/2007

Anexo A1 – Solos Ai

Solos A1:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Solo A1 th

Siltes pouco plásticos, siltes aluvionares, saibros finos pouco poluídos, solos siltosos com areia, no estado hídrico muito húmido.

O tempo de reacção às variações do ambiente hídrico e climático é relativamente curto mas a sua permeabilidade pode variar dentro de grandes limites, em função da granulometria e da plasticidade . O que torna imprevisível o seu comportamento face aos processos de compactação.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Solos inutilizáveis neste estado.

A redução do teor em humidade através da colocação em depósito provisório ou drenagem (vários meses) pode ser encarada depois de um estudo específico e para o poder considerar do tipo A_{1h}.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo A1 h

Siltes pouco plásticos, siltes aluvionares, saibros finos pouco poluídos, solos siltosos com areia, no estado hídrico húmido.

O tempo de reacção às variações do ambiente hídrico e climático é relativamente curto mas a sua permeabilidade pode variar dentro de grandes limites, em função da granulometria e da plasticidade . O que torna imprevisível o seu comportamento face aos processos de compactação.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos só podem ser usados no corpo do aterro, pois para fracas variações do teor em água mudam drasticamente de consistência.

Na presença de chuva, mesmo esta sendo fraca, não podemos utilizar estes solos.

Situação meteorológica aquando da aplicação:

- Não chove, nem há evaporação importante;
- Evaporação importante.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na ausência de chuva e de condições de evaporação importantes, é possível a utilização deste solo em aterro, desde que se adopte a seguinte solução:

Solução:

T: tratamento com um reagente adaptado

C: compactação média

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Quando existem condições de evaporação importantes é necessário adoptar uma das seguintes soluções para se poder usar este solo em aterro:

Solução 1:

C: fraca compactação

H: aterro de fraca altura acima da camada em questão (≤ 3 m)

Solução 2:

E: extracção em camadas finas

W: redução do teor em humidade por arejamento

R: camadas finas

C: compactação média

H: Altura média do aterro acima da camada em questão (≤ 5 m)

Solução 3:

T: tratamento com um reagente adaptado

C: compactação média

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo A1m

Siltes pouco plásticos, siltes aluvionares, saibros finos pouco poluídos, no estado hídrico médio.

Estes solos mudam brutalmente de consistência com fracas variações de teor em água, em particular quando o seu W_n está próximo do W_{opn} .

O tempo de reacção às variações do ambiente hídrico e climático é relativamente curto, mas pode variar bastante. A permeabilidade varia dentro de grandes limites, em função da granulometria, da plasticidade e da compactidade.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos apenas podem ser usados no corpo do aterro.

Estes solos colocam-se facilmente, mas são muito sensíveis às condições meteorológicas que podem muito rapidamente paralisar os trabalhos, devido a um excesso de teor de humidade ou inversamente conduzir a um material seco de difícil compactação.

Na presença de chuva intensa não se pode utilizar este solo.

Situação meteorológica aquando da aplicação:

- Chuva fraca;
- Não chove, nem há evaporação importante;
- Evaporação importante.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na presença de chuva fraca, é possível a utilização deste solo em aterro, desde que se adopte a solução seguinte:

Solução:

E: extracção frontal

C: compactação média

H: altura média do aterro acima da camada em questão ($\leq 5\text{m}$)

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na ausência de chuva e de condições de evaporação importantes, é possível a utilização deste solo em aterro, desde que se adopte a seguinte solução:

Solução:

C: Compactação média

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Quando existem condições de evaporação importantes é necessário adoptar uma das seguintes soluções para se poder usar este solo em aterro:

Solução 1:

W: humedificação superficial para manter o estado
C: fraca compactação

Solução 2:

C: compactação intensa
H: Altura média do aterro acima da camada em questão (≤ 5 m)

Solução 3:

E: extracção frontal
C: compactação intensa

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo A1s

Siltes pouco plásticos, siltes aluvionares, saibros finos pouco poluídos, no estado hídrico seco.

O tempo de reacção às variações do ambiente hídrico e climático é relativamente curto mas a sua permeabilidade pode variar dentro de grandes limites, em função da granulometria e da plasticidade . O que torna imprevisível o seu comportamento face aos processos de compactação.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos apenas poderão ser utilizados no corpo do aterro, e após uma mudança do estado hídrico, passando a ser considerado A1m, por aumento do seu teor de humidade, em cerca de 2%.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo A1 ts

Siltes pouco plásticos, siltes aluvionares, saibros finos pouco poluídos, no estado hídrico muito seco.

O tempo de reacção às variações do ambiente hídrico e climático é relativamente curto, mas pode variar bastante. A permeabilidade varia dentro de grandes limites, em função da granulometria, da plasticidade e da compacidade.

Não devem ser aplicados, a não ser que se transformem em solos A1m, por acréscimo do teor de humidade em cerca de 4%.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem economicamente ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Solos A2:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Solo A2 th

Siltos medianamente plásticos, Argilas e Margas pouco plásticas, Solos argilosos com areia fina, no estado hídrico muito húmido;

Devido ao estado hídrico ser muito húmido não será possível a utilização de uma grande gama de equipamento de terraplanagem.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Estes solos não podem ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo A2 h

Siltes medianamente plásticos, Argilas e Margas pouco plásticas,
Solos argilosos com areia fina, no estado hídrico húmido;

Como estes solos estão no estado hídrico húmido, não é possível
usar todos os equipamentos de terraplanagem.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos apenas podem ser utilizados no corpo do aterro, uma
vez que apresentam uma fraca capacidade de suporte;

Na presença de chuva, mesmo esta sendo fraca, não podemos
utilizar este solo com garantias de qualidade suficientes.

Situação meteorológica aquando da aplicação:

- Não chove, nem há evaporação importante;
- Evaporação importante.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na ausência de chuva e de condições de evaporação importante, é possível a utilização deste solo em aterro, desde que se aplique no corpo do aterro e se tenham as precauções seguintes:

Solução 2:

C: compactação fraca

H: altura do aterro fraca acima da camada em questão (≤ 3 m)

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Quando existem condições de evaporação importantes é necessário adoptar uma das seguintes soluções para se poder usar este solo em aterro:

Solução 1:

E: extracção em camadas delgadas

W: redução do teor de humidade por arejamento

R: colocação em camadas finas

C: compactação média

H: Altura média do aterro acima da camada em questão (≤ 5 m)

Solução 2:

T: tratamento com cal

C: compactação média

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo A2 m

Siltos medianamente plásticos, Argilas e Margas pouco plásticas, Solos argilosos com areia fina, no estado hídrico médio;

A característica média dos solos desta subclasse faz com que eles se prestem à utilização dum grande gama de equipamento de terraplenagem.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos apenas poderão ser utilizados no corpo do aterro. Não poderão ser utilizados na presença de chuva intensa.

Situação meteorológica aquando da aplicação:

- Chuva fraca;
- Não chove, nem há evaporação importante;
- Evaporação importante.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na presença de chuva fraca, é possível a utilização deste solo em aterro, desde que se adopte a solução seguinte:

Solução:

E: extracção frontal

C: compactação média

H: altura do aterro média acima da camada em questão ($\leq 5\text{m}$)

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na ausência de chuva e de condições de evaporação importante, é possível a utilização deste solo em aterro, desde que se adopte a solução seguinte:

Solução:

C: compactação média

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Quando existem condições de evaporação importantes é necessário adoptar uma das seguintes soluções para se poder usar este solo em aterro:

Solução 1:

W: humedificação superficial para manter o estado

C: compactação média

Solução 2:

C: compactação intensa

H: Altura média do aterro acima da camada em questão ($\leq 5\text{m}$)

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo A2 s

Siltos medianamente plásticos, Argilas e Margas pouco plásticas, Solos argilosos com areia fina, no estado hídrico seco;

Como os solos desta sub-classe estão no estado hídrico seco, não poderão ser utilizados todos os tipos de equipamentos de terraplanagem.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos apenas poderão ser utilizados no corpo do aterro, e após uma mudança do estado hídrico, passando a ser considerado A2m, com aumento do teor de humidade em cerca de 2%.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo A2 ts

Siltos medianamente plásticos, Argilas e Margas pouco plásticas,
Solos argilosos com areia fina, no estado hídrico muito seco;

Como os solos desta sub-classe estão no estado hídrico muito
seco, só poderiam ser utilizados meios de compactação muito
potentes, o que é incompatível com a compactação destes solos.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem ser usados em aterro nem no leito do
pavimento.

Solos A3:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Solo A3 th

Argilas e Argilas Margosas, Siltes medianamente a bastante plásticos, no estado hídrico muito húmido;

Estes solos são muito colantes ou muito deslizantes neste estado hídrico, o que dificulta a colocação em obra;

A sua permeabilidade muito reduzida torna as suas variações de teor em água muito lentas no lugar.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Estes solos não podem ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo A3 h

Argilas e Argilas Margosas, Siltes medianamente a bastante plásticos, no estado hídrico húmido;

Estes solos são colantes ou deslizantes neste estado hídrico, o que dificulta a colocação em obra;

A sua permeabilidade muito reduzida torna as suas variações de teor em água muito lentas, no lugar.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo A3 m

Argilas e Argilas Margosas, Siltes medianamente a bastante plásticos, no estado hídrico médio;

Estes solos são muito coerentes neste estado hídrico;

A sua permeabilidade muito reduzida torna as suas variações de teor em água muito lentas, no lugar.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo A3 s

Argilas e Argilas Margosas, Siltes medianamente a bastante plásticos, no estado hídrico seco;

Estes solos são muito coerentes neste estado hídrico;

A sua permeabilidade muito reduzida torna as suas variações de teor em água muito lentas, no lugar.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo A3 ts

Argilas e Argilas Margosas, Siltes medianamente a bastante plásticos, no estado hídrico muito seco;

Estes solos são coerentes neste estado hídrico;

A sua permeabilidade muito reduzida torna as suas variações de teor em água muito lentas, no lugar.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Solos A4:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Solo A4

Argilas e Argilas margosas muito plásticas;

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Estes solos não podem ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Anexo A2 – Solos Bi

Solos B1:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Solo B1

Areias Siltosas ou argilosas

Materiais arenosos geralmente insensíveis à água. Mas, em certos casos (extracção abaixo do nível freático), essa insensibilidade deverá ser confirmada (estudo complementar) até porque o equivalente de areia é superior a 35%.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Estes solos podem ser usados na parte superior do aterro com precaução e apenas se o seu CBR for conveniente e no corpo do aterro sem restrições;

Estes solos são geralmente insensíveis à humidade;

Podem colocar problemas de traficabilidade se a sua granulometria for uniforme e se forem secos, em certos casos, com maior percentagem de passados no peneiro nº200 (≈12%) com muita chuva pode ser igualmente difícil circular sobre eles.

Não podem ser utilizados em presença de chuva intensa;

Condições de utilização em todas as situações meteorológicas, com excepção da chuva intensa.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Em todas as situações meteorológicas, com excepção da chuva intensa, podemos usar estes solos na PSA, ou no corpo do aterro desde que se adopte a solução seguinte:

Solução:

C: compactação média

Solos B2:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo B2 th

Areias Siltosas (pouco argilosas), no estado hídrico muito húmido;

A plasticidade dos finos pode tornar estes solos sensíveis à água;

O estado hídrico destes solos, pode variar muito rapidamente, função da permeabilidade, com as variações climáticas;

Quando são extraídas abaixo do nível freático e colocados em depósito provisório, conservam um estado hídrico “húmido” a “muito húmido”.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem economicamente ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo B2 h

Areias Siltosas (pouco argilosas), no estado hídrico húmido;

A plasticidade dos finos pode tornar estes solos sensíveis à água;

O estado hídrico destes solos, pode variar muito rapidamente, função da permeabilidade, com as variações climáticas;

Quando são extraídas abaixo do nível freático e colocados em depósito provisório, conservam um estado hídrico “húmido” a “muito húmido”.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solos muito sensíveis às situações meteorológicas, e apenas poderão ser utilizados no corpo do aterro.

Não poderão ser utilizados na presença de chuva, mesmo que esta seja fraca.

Situação meteorológica aquando da aplicação:

- Não chove, nem há evaporação importante;
- Evaporação importante.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na ausência de chuva e de condições de evaporação importante, é possível a utilização deste solo em aterro, desde que se adopte uma das soluções seguintes:

Solução 1:

T: tratamento com um reagente adaptado
C: compactação média

Solução 2:

C: compactação fraca
H: aterro de fraca altura acima da camada em questão ($\leq 3\text{m}$)

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Quando existem condições de evaporação importantes é necessário adoptar uma das seguintes soluções para se poder usar este solo em aterro:

Solução 1:

E: extracção em camadas
W: redução do teor de humidade por arejamento
R: camadas finas
C: compactação média
H: aterro de média altura acima da camada em questão ($\leq 5\text{m}$)

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo B2 m

Areias Siltosas (pouco argilosas), no estado hídrico húmido;

A plasticidade dos finos pode tornar estes solos sensíveis à água;

O estado hídrico destes solos, pode variar muito rapidamente, função da permeabilidade, com as variações climáticas;

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solos muito sensíveis às situações meteorológicas, e apenas poderão ser utilizados no corpo do aterro.

Não podem ser utilizados na presença de chuva, mesmo que esta seja fraca.

Situação meteorológica aquando da aplicação:

- Não chove, nem há evaporação importante;
- Evaporação importante.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na ausência de chuva e de condições de evaporação importantes, é possível a utilização deste solo no corpo do aterro, desde que se adopte a seguinte solução:

Solução 1:

C: compactação média

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Quando existem condições de evaporação importantes é necessário adoptar uma das seguintes soluções para se poder usar este solo no corpo do aterro:

Solução 1:

C: compactação intensa

Solução 2:

W: bombagem para manter o estado

C: compactação média

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo B2 s

Areias Siltosas (pouco argilosas), no estado hídrico seco;

A plasticidade dos finos pode tornar estes solos sensíveis à água;

O estado hídrico destes solos, pode variar muito rapidamente, função da permeabilidade, com as variações climáticas;

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos apenas poderão ser utilizados no corpo do aterro, e após uma mudança do estado hídrico, passando a ser considerado B2m.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo B2 ts

Areias Siltosas (pouco argilosas), no estado hídrico muito seco;

A plasticidade dos finos pode tornar estes solos sensíveis à água;

O estado hídrico destes solos, pode variar muito rapidamente, função da permeabilidade, com as variações climáticas;

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem economicamente ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Solos B3:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Solo B3

Materiais de granulometria extensa;

Materiais gravilhosos geralmente insensíveis à água. Mas, em certos casos (extracção abaixo do nível freático), essa insensibilidade deverá ser confirmada (estudos complementares).

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Estes solos podem ser usados na parte superior do aterro, no corpo do aterro e na parte inferior do aterro;

Estes solos são insensíveis à humidade, e pouco erodíveis;

Estes solos podem ser aplicados em todas as situações meteorológicas desde que se adopte uma compactação média.

Solos B4:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo B4 th

Granulometrias extensas com alguma fracção fina (percentagem de passados no peneiro nº200 está compreendida entre 12 e 35%), no estado hídrico muito húmido;

A plasticidade dos seus finos torna estes solos sensíveis à água;

Eles são mais gravilhosos que os solos B2 e a sua fracção arenosa é menor, por esta razão, são em geral permeáveis;

Reagem rapidamente às variações de ambiente hídrico e climático.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo B4 h

Granulometrias extensas com alguma fracção fina (percentagem de passados no peneiro n°200 está compreendida entre 12 e 35%), no estado hídrico húmido;

A plasticidade dos seus finos torna estes solos sensíveis à água;

Eles são mais gravilhosos que os solos B2 e a sua fracção arenosa é mais fraca, por esta razão, são em geral permeáveis;

Reagem rapidamente às variações de ambiente hídrico e climático.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos apenas poderão ser utilizados no corpo do aterro, e após uma mudança do estado hídrico, passando a ser considerado B4m.

Na falta de outros poderão, nas mesmas condições ser utilizados na p.s.a desde que o seu CBR tenha valores economicamente compatíveis.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo B4 m

Granulometrias extensas com alguma fracção fina (percentagem de passados no peneiro nº200 está compreendida entre 12 e 35%), no estado hídrico médio;

A plasticidade dos seus finos torna estes solos sensíveis à água;

Eles são mais gravilhosos que os solos B2 e a sua fracção arenosa é mais fraca, por esta razão, são em geral permeáveis;

Reagem rapidamente às variações de ambiente hídrico e climático.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos apenas podem ser usados no corpo do aterro. São muito sensíveis à situação meteorológica.

Na presença de chuva intensa não podem ser utilizados.

Na falta de outros poderão, nas mesmas condições ser utilizados na p.s.a desde que o seu CBR tenha valores economicamente compatíveis.

Situação meteorológica aquando da aplicação:

- Chuva fraca;
- Não chove, nem há evaporação importante;
- Evaporação importante.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na presença de chuva fraca, é possível a utilização deste solo em aterro, desde que se adopte a solução seguinte:

Solução:

E: extracção frontal

C: compactação média

H: aterro de altura média/alta acima da camada em questão ($\leq 7\text{m}$)

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na ausência de chuva e na ausência de condições de evaporação importantes, é possível a utilização deste solo em aterro, desde que se adopte a solução seguinte:

Solução 1:

T: tratamento com um reactivo adaptado

C: compactação média

Solução 2:

C: compactação fraca

H: aterro altura média/alta acima da camada em questão ($\leq 7\text{m}$)

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Quando existem condições de evaporação importantes é necessário adoptar uma das seguintes soluções para se poder usar este solo em aterro:

Solução 1:

C: compactação intensa

Solução 2:

W: irrigação para manter o estado

C: compactação média

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo B4 s

Granulometrias extensas com alguma fracção fina (percentagem de passados no peneiro n°200 está compreendida entre 12 e 35%), no estado hídrico seco;

A plasticidade dos seus finos torna estes solos sensíveis à água;

Eles são mais gravilhosos que os solos B2 e a sua fracção arenosa é mais fraca, por esta razão, são em geral permeáveis;

Reagem rapidamente às variações de ambiente hídrico e climático.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos apenas poderão ser utilizados no corpo do aterro.

Estes solos são muito difíceis de colocar em obra devido à sua fraca capacidade de suporte.

Não podem ser utilizados na presença de chuva, mesmo que esta seja fraca.

Situação meteorológica aquando da aplicação:

- Não chove, nem há evaporação importante;
- Evaporação importante.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na ausência de chuva e na ausência de condições de evaporação importantes, é possível a utilização deste solo no corpo do aterro, desde que se adopte uma das soluções seguintes:

Solução 1:

T: tratamento com um reactivo adaptado

C: compactação média

Solução 2:

C: compactação fraca

H: aterro de altura fraca acima da camada em questão (≤ 3 m)

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Quando existem condições de evaporação importantes é necessário adoptar uma das seguintes soluções para se poder usar este solo em aterro:

Solução 1:

R: camadas finas

C: compactação intensa

Solução 2:

W: escarificação da camada subjacente

R: camadas médias a finas

C: compactação média

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo B4 ts

Granulometrias extensas com alguma fracção fina (percentagem de passados no peneiro n°200 está compreendida entre 12 e 35%), no estado hídrico muito seco;

A plasticidade dos seus finos torna estes solos sensíveis à água;

Eles são mais gravilhosos que os solos B2 e a sua fracção arenosa é mais fraca, por esta razão, são em geral permeáveis;

Reagem rapidamente às variações de ambiente hídrico e climático.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem economicamente ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Solos B5:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Solo B5 th

Saibros e granulometrias extensas muito siltosos, no estado hídrico muito húmido;

A proporção de finos e a fraca plasticidade destes últimos, aproxima muito o comportamento destes solos com os solos A_1 .

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Estes solos não podem economicamente ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo B5 h

Saibros e granulometrias extensas muito siltosos, no estado hídrico húmido;

A proporção de finos e a fraca plasticidade destes últimos, aproxima muito o comportamento destes solos com os solos A_1 .

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos podem ser usados no corpo do aterro ou na parte superior deste, desde que o CBR atinja valores que conduza a um pavimento económico;

É necessário arejar o material, para restabelecer o estado B5m.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo B5 m

Saibros e granulometrias extensas muito siltosos, no estado hídrico médio;

A proporção de finos e a fraca plasticidade destes últimos, aproxima muito o comportamento destes solos com os solos A₁.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos podem ser usados na parte superior do aterro, ou no corpo do aterro, desde que o CBR atinja valores que conduza a um pavimento económico;

Estes solos são muito sensíveis à situação meteorológica, que pode muito rapidamente interromper a obra devido ao excesso de teor de humidade ou ao contrario, conduzir a um material seco difícil de compactar.

não podem ser utilizados na presença de chuva, mesmo esta sendo fraca.

Situação meteorológica aquando da aplicação:

- Não chove, nem há evaporação importante;
- Evaporação importante.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na ausência de chuva e na ausência de condições de evaporação importantes, é possível a utilização deste solo em aterro, desde que se adopte a solução seguinte:

Solução:

C: compactação médias

R: camadas finas

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Quando existem condições de evaporação importantes é necessário adoptar uma das seguintes soluções para se poder usar este solo em aterro:

Solução 1:

W: irrigação para manter o estado hídrico

C: compactação média

R: camadas finas a médias

Solução 2:

C: compactação intensa

R: camadas finas a médias

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo B5 s

Saibros e granulometrias extensas muito siltosos, no estado hídrico seco;

A proporção de finos e a fraca plasticidade destes últimos, aproxima muito o comportamento destes solos com os solos A_1 .

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos podem ser usados no corpo do aterro ou na parte superior deste, desde que o CBR atinja valores que conduza a um pavimento económico;

É necessário humedecer o material, para restabelecer o estado B5m, e em seguida seguir as precauções estabelecidas para esse estado hídrico, desde que não exista uma situação de chuva intensa.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo B5 ts

Saibros e granulometrias extensas muito siltosos, no estado hídrico muito seco;

A proporção de finos e a fraca plasticidade destes últimos, aproxima muito o comportamento destes solos com os solos A₁.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem economicamente ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Solos B6:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Solo B6 th

Sabros e e materiais de granulometria extensa, argilosos a muito Argilosos, no estado hídrico muito húmido;

A influência dos finos é preponderante. O comportamento do solo aproxima-se do solo fino tendo a mesma plasticidade que os seus finos.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Estes solos não podem economicamente ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo B6 h

Saibros e e materiais de granulometria extensa, argilosos a muito Argilosos, no estado hídrico húmido;

A influência dos finos é preponderante. O comportamento do solo aproxima-se do solo fino tendo a mesma plasticidade que os seus finos.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos podem ser usados no corpo do aterro;

É necessário humedecer o material, para restabelecer o estado hídrico médio (m).

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo B6 m

Saibros e e materiais de granulometria extensa, argilosos a muito Argilosos, no estado hídrico médio;

A influência dos finos é preponderante. O comportamento do solo aproxima-se do solo fino tendo a mesma plasticidade que os seus finos.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos apenas podem ser utilizados no corpo do aterro. Em situações de falta pode ser analisado o seu uso na p.s.a.(estudo económico);

Estes solos não põem qualquer problema de utilização em aterro excepto com chuva elevada;

Na ausência de chuva, eles apresentam em geral uma boa traficabilidade devido á presença de uma fracção granular importante.

Situação meteorológica aquando da aplicação:

- Não chove, nem há evaporação importante;
- Evaporação importante.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na ausência de chuva e na ausência de condições de evaporação importantes, é possível a utilização deste solo em aterro, desde que se adopte a solução seguinte:

Solução:

C: compactação média

R: camadas finas a médias

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Quando existem condições de evaporação importantes é necessário adoptar a seguinte solução para se poder usar este solo em aterro:

Solução:

R: camadas finas a médias

C: compactação intensa

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo B6 s

Saibros e e materiais de granulometria extensa, argilosos a muito Argilosos, no estado hídrico seco;

A influência dos finos é preponderante. O comportamento do solo aproxima-se do solo fino tendo a mesma plasticidade que os seus finos.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos podem ser usados no corpo do aterro, desde que não exista chuva intensa;

Para ser usado este solo é necessário humedecer, para restabelecer o estado B6m.

Ou ainda, se a situação meteorológica aquando da aplicação for:

- Chuva fraca;
- Não chove, nem há evaporação importante;
- Evaporação importante.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na presença de chuva fraca, é possível a utilização destes solos no corpo do aterro, desde que adopte a solução seguinte:

Solução:

R: Camadas finas a médias

C: compactação média

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na ausência de chuva e na ausência de condições de evaporação importantes, é possível a utilização destes solos no corpo do aterro, desde que adopte a solução seguinte:

Solução:

R: Camadas finas a médias

C: compactação intensa

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na presença de condições de evaporação importantes, é possível a utilização destes solos no corpo do aterro, desde que adopte a solução seguinte:

Solução:

R: Camadas finas

C: compactação intensa

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo B6 ts

Saibros e e materiais de granulometria extensa, argilosos a muito Argilosos, no estado hídrico muito seco;

A influência dos finos é preponderante. O comportamento do solo aproxima-se do solo fino tendo a mesma plasticidade que os seus finos.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem economicamente ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Anexo A3 – Solos C₁A_i

Solos C₁A₁:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C₁A₁ th

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80% e materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe A;

A fracção 0/50mm é um silte pouco plástico, silte aluvionar, saibro finos pouco poluído, solos siltosos com areia;

O tempo de reacção às variações do ambiente hídrico e climático é relativamente curto mas a sua permeabilidade pode variar dentro de grandes limites, em função da granulometria e da plasticidade. O que torna imprevisível o seu comportamento face aos processos de compactação;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o D_{máx} do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solos inutilizáveis neste estado.

A redução do teor em humidade através da colocação em depósito provisório ou drenagem (vários meses) pode ser encarada depois de um estudo específico e para o poder considerar do tipo C₁A₁h.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1A1 h

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80% e materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe A;

A fracção 0/50mm é um silte pouco plástico, silte aluvionar, saibro finos pouco poluído, solos siltosos com areia;

O tempo de reacção às variações do ambiente hídrico e climático é relativamente curto mas a sua permeabilidade pode variar dentro de grandes limites, em função da granulometria e da plasticidade. O que torna imprevisível o seu comportamento face aos processos de compactação;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos só podem ser usados no corpo do aterro, pois para fracas variações do teor em água mudam drasticamente de consistência.

Na presença de chuva, mesmo esta sendo fraca, não podemos utilizar estes solos.

Situação meteorológica aquando da aplicação:

- Não chove, nem há evaporação importante;
- Evaporação importante.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na ausência de chuva e de condições de evaporação importantes, é possível a utilização deste solo em aterro, desde que se adopte a seguinte solução:

Solução:

T: tratamento com um reagente adaptado

C: compactação média

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Quando existem condições de evaporação importantes é necessário adoptar uma das seguintes soluções para se poder usar este solo em aterro:

Solução 1:

C: fraca compactação

H: aterro de fraca altura acima da camada em questão (≤ 3 m)

Solução 2:

E: extracção em camadas finas

W: redução do teor em humidade por arejamento

R: camadas finas

C: compactação média

H: Altura média do aterro acima da camada em questão (≤ 5 m)

Solução 3:

T: tratamento com um reagente adaptado

C: compactação média

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1A1 m

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico médio;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80% e materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe A;

A fracção 0/50mm é um silte pouco plástico, silte aluvionar, saibro finos pouco poluído, solos siltosos com areia;

O tempo de reacção às variações do ambiente hídrico e climático é relativamente curto mas pode variar bastante. A permeabilidade varia dentro de grandes limites, em função da granulometria, da plasticidade e da compacidade;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o D_{\max} do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos apenas podem ser usados no corpo do aterro.

Estes solos colocam-se facilmente, mas são muito sensíveis às condições meteorológicas que podem muito rapidamente paralisar os trabalhos, devido a um excesso de teor de humidade ou inversamente conduzir a um material seco de difícil compactação.

Na presença de chuva intensa não se pode utilizar este solo.

Situação meteorológica aquando da aplicação:

- Chuva fraca;
- Não chove, nem há evaporação importante;
- Evaporação importante.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na presença de chuva fraca, é possível a utilização deste solo em aterro, desde que se adopte a solução seguinte:

Solução:

E: extracção frontal

C: compactação média

H: altura média do aterro acima da camada em questão ($\leq 5m$)

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na ausência de chuva e de condições de evaporação importantes, é possível a utilização deste solo em aterro, desde que se adopte a seguinte solução:

Solução:

C: Compactação média

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Quando existem condições de evaporação importantes é necessário adoptar uma das seguintes soluções para se poder usar este solo em aterro:

Solução 1:

W: humedificação superficial para manter o estado
C: fraca compactação

Solução 2:

C: compactação intensa
H: Altura média do aterro acima da camada em questão (≤ 5 m)

Solução 3:

E: extracção frontal
C: compactação intensa

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1A1 s

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80% e materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe A;

A fracção 0/50mm é um silte pouco plástico, silte aluvionar, saibro finos pouco poluído, solos siltosos com areia;

O tempo de reacção às variações do ambiente hídrico e climático é relativamente curto mas a sua permeabilidade pode variar dentro de grandes limites, em função da granulometria e plasticidade;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos apenas poderão ser utilizados no corpo do aterro, e após uma mudança do estado hídrico, passando a ser considerado C1A1m.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1A1 ts

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80% e materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe A;

A fracção 0/50mm é um silte pouco plástico, silte aluvionar, saibro finos pouco poluído, solos siltosos com areia;

O tempo de reacção às variações do ambiente hídrico e climático é relativamente curto mas pode variar bastante. A permeabilidade varia dentro de grandes limites, em função da granulometria, da plasticidade e da compacidade;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Não devem ser aplicados, a não ser que se transformem em solos C1A1m, por acréscimo do teor de humidade.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Solos C₁A₂:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1A2 th

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80% e materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe A;

A fracção 0/50mm é um siltes medianamente plástico, Argilas e Margas pouco plásticas, solo argiloso com areia fina, no estado hídrico muito húmido;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o D_{máx} do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1A2 h

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80% e materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe A;

A fracção 0/50mm é um silte medianamente plástico, Argilas e Margas pouco plásticas, Solos argilosos com areia fina, no estado hídrico húmido;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos apenas podem ser utilizados no corpo do aterro, uma vez que apresentam uma fraca capacidade de suporte;

Na presença de chuva, mesmo esta sendo fraca, não podemos utilizar este solo com garantias de qualidade suficientes.

Situação meteorológica aquando da aplicação:

- Não chove, nem há evaporação importante;
- Evaporação importante.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na ausência de chuva e de condições de evaporação importante, é possível a utilização deste solo em aterro, desde que se aplique no corpo do aterro e se tenham as precauções seguintes:

Solução 2:

C: compactação fraca

H: altura do aterro fraca acima da camada em questão (≤ 3 m)

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Quando existem condições de evaporação importantes é necessário adoptar uma das seguintes soluções para se poder usar este solo em aterro:

Solução 1:

E: extracção em camadas delgadas

W: redução do teor de humidade por arejamento

R: colocação em camadas finas

C: compactação média

H: Altura média do aterro acima da camada em questão (≤ 5 m)

Solução 2:

T: tratamento com cal

C: compactação média

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1A2 m

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico médio;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80% e materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe A;

A fracção 0/50mm é um silte medianamente plástico, Argilas e Margas pouco plásticas, Solos argilosos com areia fina, no estado hídrico médio;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos apenas poderão ser utilizados no corpo do aterro. Não poderão ser utilizados na presença de chuva intensa.

Situação meteorológica aquando da aplicação:

- Chuva fraca;
- Não chove, nem há evaporação importante;
- Evaporação importante.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na presença de chuva fraca, é possível a utilização deste solo em aterro, desde que se adopte a solução seguinte:

Solução:

E: extracção frontal

C: compactação média

H: altura do aterro média acima da camada em questão ($\leq 5\text{m}$)

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na ausência de chuva e de condições de evaporação importante, é possível a utilização deste solo em aterro, desde que se adopte a solução seguinte:

Solução:

C: compactação média

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Quando existem condições de evaporação importantes é necessário adoptar uma das seguintes soluções para se poder usar este solo em aterro:

Solução 1:

W: humedificação superficial para manter o estado

C: compactação média

Solução 2:

C: compactação intensa

H: Altura média do aterro acima da camada em questão ($\leq 5\text{m}$)

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1A2 s

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80% e materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe A;

A fracção 0/50mm é um silte medianamente plástico, Argilas e Margas pouco plásticas, Solos argilosos com areia fina, no estado hídrico seco;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos apenas poderão ser utilizados no corpo do aterro, e após uma mudança do estado hídrico, passando a ser considerado C1A2m.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1A2 ts

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80% e materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe A;

A fracção 0/50mm é um silte medianamente plástico, Argilas e Margas pouco plásticas, Solos argilosos com areia fina, no estado hídrico muito seco;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm;

Como os solos desta sub-classe estão no estado hídrico muito seco, só poderiam ser utilizados meios de compactação muito potentes, o que é incompatível com a compactação de uma argila.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Solos C₁A₃:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1A3 th

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm pode ser uma argila, Argilas Margosas, siltes medianamente a bastante plásticos, no estado hídrico muito húmido. Estes solos são muito colantes ou muito deslizantes neste estado hídrico, o que dificulta a colocação em obra;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o D_{máx} do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1A3 h

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm pode ser uma argila, Argilas Margosas, siltes medianamente a bastante plásticos, no estado hídrico muito húmido. Estes solos são muito colantes ou muito deslizantes neste estado hídrico, o que dificulta a colocação em obra;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1A3 m

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico médio;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm pode ser uma argila, Argilas Margosas, siltes medianamente a bastante plásticos, no estado hídrico muito húmido. Estes solos são muito colantes ou muito deslizantes neste estado hídrico, o que dificulta a colocação em obra;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1A3 s

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm pode ser uma argila, Argilas Margosas, siltes medianamente a bastante plásticos, no estado hídrico muito húmido. Estes solos são muito colantes ou muito deslizantes neste estado hídrico, o que dificulta a colocação em obra;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1A3 ts

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm pode ser uma argila, Argilas Margosas, siltes medianamente a bastante plásticos, no estado hídrico muito húmido. Estes solos são muito colantes ou muito deslizantes neste estado hídrico, o que dificulta a colocação em obra;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o D_{\max} do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Solos C₁A₄:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1A4 th

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é uma argilas ou uma argilas margosas muito plásticas;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o D_{máx} do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1A4 h

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é uma argilas ou uma argilas margosas muito plásticas;
O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1A4 m

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico médio;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é uma argilas ou uma argilas margosas muito plásticas;
O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1A4 s

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é uma argilas ou uma argilas margosas muito plásticas;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1A4 ts

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é uma argilas ou uma argilas margosas muito plásticas;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Anexo A4 – Solos C₁B_i

Solos C₁B₁:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1B1

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é uma areias siltosa ou argilosa;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o D_{máx} do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos podem ser usados na parte superior do aterro com precaução e apenas se o seu CBR for conveniente e no corpo do aterro sem restrições;

Estes solos são geralmente insensíveis à humidade;

Podem colocar problemas de traficabilidade se a sua granulometria for uniforme e se forem secos, em certos casos, com maior percentagem de passados no peneiro n^o200 (≈12%) com muita chuva pode ser igualmente difícil circular sobre eles.

Não podem ser utilizados em presença de chuva intensa;

Condições de utilização em todas as situações meteorológicas, com excepção da chuva intensa.

Em todas as situações meteorológicas, com excepção da chuva intensa, podemos usar estes solos na PSA, ou no corpo do aterro desde que se adopte a solução seguinte:

Solução:

C: compactação média

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1B2 th

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é uma areia siltosa (pouco argilosas), no estado hídrico muito húmido;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem economicamente ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Solo C1B2 h

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é uma areia siltosa (pouco argilosas), no estado hídrico húmido;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Solos muito sensíveis às situações meteorológicas, e apenas poderão ser utilizados no corpo do aterro.

Não poderão ser utilizados na presença de chuva, mesmo que esta seja fraca.

Situação meteorológica aquando da aplicação:

- Não chove, nem há evaporação importante;
- Evaporação importante.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na ausência de chuva e de condições de evaporação importante, é possível a utilização deste solo em aterro, desde que se adopte uma das soluções seguintes:

Solução 1:

T: tratamento com um reagente adaptado
C: compactação média

Solução 2:

C: compactação fraca
H: aterro de fraca altura acima da camada em questão ($\leq 3\text{m}$)

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Quando existem condições de evaporação importantes é necessário adoptar uma das seguintes soluções para se poder usar este solo em aterro:

Solução 1:

E: extracção em camadas
W: redução do teor de humidade por arejamento
R: camadas finas
C: compactação média
H: aterro de média altura acima da camada em questão ($\leq 5\text{m}$)

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1B2 m

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico médio;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é uma areia siltosa (pouco argilosas), no estado hídrico médio;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solos muito sensíveis às situações meteorológicas, e apenas poderão ser utilizados no corpo do aterro.

Não podem ser utilizados na presença de chuva, mesmo que esta seja fraca.

Situação meteorológica aquando da aplicação:

- Não chove, nem há evaporação importante;
- Evaporação importante.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na ausência de chuva e de condições de evaporação importantes, é possível a utilização deste solo no corpo do aterro, desde que se adopte a seguinte solução:

Solução 1:

C: compactação média

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Quando existem condições de evaporação importantes é necessário adoptar uma das seguintes soluções para se poder usar este solo no corpo do aterro:

Solução 1:

C: compactação intensa

Solução 2:

W: bombagem para manter o estado

C: compactação média

Solo C1B2 s

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é uma areia siltosa (pouco argilosas), no estado hídrico seco;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Estes solos apenas poderão ser utilizados no corpo do aterro, e após uma mudança do estado hídrico, passando a ser considerado B2m.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1B2 ts

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é uma areia siltosa (pouco argilosas), no estado hídrico muito seco;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem economicamente ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Solo C1B3

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é um material de granulometria extensa;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Estes solos podem ser usados na parte superior do aterro, no corpo do aterro e na parte inferior do aterro;

Estes solos são insensíveis à humidade, e pouco erodíveis;

Estes solos podem ser aplicados em todas as situações meteorológicas desde que se adopte uma compactação média.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1B4 th

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é um material de granulometrias extensa com alguma fracção fina (percentagem de passados no peneiro nº200 está compreendida entre 12 e 35%);

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem economicamente ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Solo C1B4 h

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é um material de granulometrias extensa com alguma fracção fina (percentagem de passados no peneiro nº200 está compreendida entre 12 e 35%);

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o D_{máx} do solo ultrapasse 200mm.

Estes solos apenas poderão ser utilizados no corpo do aterro, e após uma mudança do estado hídrico, passando a ser considerado B4m.

Na falta de outros poderão, nas mesmas condições ser utilizados na p.s.a desde que o seu CBR tenha valores economicamente compatíveis.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1B4 m

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico médio;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é um material de granulometrias extensa com alguma fracção fina (percentagem de passados no peneiro nº200 está compreendida entre 12 e 35%);

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o D_{máx} do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos apenas podem ser usados no corpo do aterro. São muito sensíveis à situação meteorológica.

Na presença de chuva intensa não podem ser utilizados.

Na falta de outros poderão, nas mesmas condições ser utilizados na p.s.a desde que o seu CBR tenha valores economicamente compatíveis.

Situação meteorológica aquando da aplicação:

- Chuva fraca;
- Não chove, nem há evaporação importante;
- Evaporação importante.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na presença de chuva fraca, é possível a utilização deste solo em aterro, desde que se adopte a solução seguinte:

Solução:

E: extracção frontal

C: compactação média

H: aterro de altura média/alta acima da camada em questão ($\leq 7m$)

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na ausência de chuva e na ausência de condições de evaporação importantes, é possível a utilização deste solo em aterro, desde que se adopte a solução seguinte:

Solução 1:

T: tratamento com um reactivo adaptado

C: compactação média

Solução 2:

C: compactação fraca

H: aterro altura média/alta acima da camada em questão ($\leq 7m$)

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Quando existem condições de evaporação importantes é necessário adoptar uma das seguintes soluções para se poder usar este solo em aterro:

Solução 1:

C: compactação intensa

Solução 2:

W: irrigação para manter o estado

C: compactação média

Solos C₁B₄:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1B4 s

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é um material de granulometrias extensa com alguma fracção fina (percentagem de passados no peneiro nº200 está compreendida entre 12 e 35%);

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o D_{máx} do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos apenas poderão ser utilizados no corpo do aterro.

Estes solos são muito difíceis de colocar em obra devido à sua fraca capacidade de suporte.

Não podem ser utilizados na presença de chuva, mesmo que esta seja fraca.

Situação meteorológica aquando da aplicação:

- Não chove, nem há evaporação importante;
- Evaporação importante.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na ausência de chuva e na ausência de condições de evaporação importantes, é possível a utilização deste solo no corpo do aterro, desde que se adopte uma das soluções seguintes:

Solução 1:

T: tratamento com um reactivo adaptado

C: compactação média

Solução 2:

C: compactação fraca

H: aterro de altura fraca acima da camada em questão (≤ 3 m)

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Quando existem condições de evaporação importantes é necessário adoptar uma das seguintes soluções para se poder usar este solo em aterro:

Solução 1:

R: camadas finas

C: compactação intensa

Solução 2:

W: escarificação da camada subjacente

R: camadas médias a finas

C: compactação média

Solo C1B4 ts

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é um material de granulometrias extensa com alguma fracção fina (percentagem de passados no peneiro nº200 está compreendida entre 12 e 35%);

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Estes solos não podem economicamente ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Solos C₁B₅:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1B5 th

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é um saibro ou um material de granulometria extensa muito siltoso;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o D_{máx} do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem economicamente ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Solo C1B5 h

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é um saibro ou um material de granulometria extensa muito siltoso;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Estes solos podem ser usados no corpo do aterro ou na parte superior deste, desde que o CBR atinja valores que conduza a um pavimento económico;

É necessário arejar o material, para restabelecer o estado B5m.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1B5 m

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico médio;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é um saibro ou um material de granulometria extensa muito siltoso;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o D_{máx} do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos podem ser usados na parte superior do aterro, ou no corpo do aterro, desde que o CBR atinja valores que conduza a um pavimento económico;

Estes solos são muito sensíveis à situação meteorológica, que pode muito rapidamente interromper a obra devido ao excesso de teor de humidade ou ao contrario, conduzir a um material seco difícil de compactar.

não podem ser utilizados na presença de chuva, mesmo esta sendo fraca.

Situação meteorológica aquando da aplicação:

- Não chove, nem há evaporação importante;
- Evaporação importante.

Na ausência de chuva e na ausência de condições de evaporação importantes, é possível a utilização deste solo em aterro, desde que se adopte a solução seguinte:

Solução:

C: compactação médias

R: camadas finas

Quando existem condições de evaporação importantes é necessário adoptar uma das seguintes soluções para se poder usar este solo em aterro:

Solução 1:

W: irrigação para manter o estado hídrico

C: compactação média

R: camadas finas a médias

Solução 2:

C: compactação intensa

R: camadas finas a médias

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1B5 s

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é um saibro ou um material de granulometria extensa muito siltoso;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o D_{\max} do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos podem ser usados no corpo do aterro ou na parte superior deste, desde que o CBR atinja valores que conduza a um pavimento económico;

É necessário humedecer o material, para restabelecer o estado B5m, e em seguida seguir as precauções estabelecidas para esse estado hídrico, desde que não exista uma situação de chuva intensa.

Solo C1B5 ts

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é um saibro ou um material de granulometria extensa muito siltoso;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Estes solos não podem economicamente ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Solos C₁B₆:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1B6 th

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é um saibro ou um material de granulometria extensa argiloso a muito argiloso;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o D_{máx} do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Solo C1B6 h

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é um saibro ou um material de granulometria extensa argiloso a muito argiloso;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Estes solos podem ser usados no corpo do aterro;

É necessário humedecer o material, para restabelecer o estado hídrico médio (m).

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1B6 m

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico médio;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é um saibro ou um material de granulometria extensa argiloso a muito argiloso;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos apenas podem ser utilizados no corpo do aterro. Em situações de falta pode ser analisado o seu uso na p.s.a.(estudo económico);

Estes solos não põem qualquer problema de utilização em aterro excepto com chuva elevada;

Na ausência de chuva, eles apresentam em geral uma boa traficabilidade devido á presença de uma fracção granular importante.

Situação meteorológica aquando da aplicação:

- Não chove, nem há evaporação importante;
- Evaporação importante.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na ausência de chuva e na ausência de condições de evaporação importantes, é possível a utilização deste solo em aterro, desde que se adopte a solução seguinte:

Solução:

C: compactação média

R: camadas finas a médias

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Quando existem condições de evaporação importantes é necessário adoptar a seguinte solução para se poder usar este solo em aterro:

Solução:

R: camadas finas a médias

C: compactação intensa

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C1B6 s

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é um saibro ou um material de granulometria extensa argiloso a muito argiloso;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos podem ser usados no corpo do aterro, desde que não exista chuva intensa;

Para ser usado este solo é necessário humedecer, para restabelecer o estado B6m.

Ou ainda, se a situação meteorológica aquando da aplicação for:

- Chuva fraca;
- Não chove, nem há evaporação importante;
- Evaporação importante.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na presença de chuva fraca, é possível a utilização destes solos no corpo do aterro, desde que adopte a solução seguinte:

Solução:

R: Camadas finas a médias

C: compactação média

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na ausência de chuva e na ausência de condições de evaporação importantes, é possível a utilização destes solos no corpo do aterro, desde que adopte a solução seguinte:

Solução:

R: Camadas finas a médias

C: compactação intensa

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Na presença de condições de evaporação importantes, é possível a utilização destes solos no corpo do aterro, desde que adopte a solução seguinte:

Solução:

R: Camadas finas

C: compactação intensa

Solo C1B6 ts

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80% e materiais rolados;

A fracção 0/50mm é um saibro ou um material de granulometria extensa argiloso a muito argiloso;

O comportamento destes solos pode ser avaliado pela fracção 0/50mm;

A avaliação da proporção da fracção 0/50mm pode ser realizada visualmente por um geotécnico experiente, desde que o $D_{máx}$ do solo ultrapasse 200mm.

Estes solos não podem ser usados em aterro nem no leito do pavimento.

Anexo A5 – Solos C₂A_i

Solos C₂A₁:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C₂A₁ th

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm não excede 60 a 80%;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/D_{máx};

A importância da influencia da fracção 50/D_{máx} é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C₂A₁ h

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80%. Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe A;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/D_{máx};

A importância da influencia da fracção 50/D_{máx} é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C₂, classificar a fracção 0/50mm.

Solo C2A1 m

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico médio;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80%. Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe A;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Solo C2A1 s

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80%. Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe A;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C2A1 ts

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe A;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes materiais não deverão ser utilizados, se se verificar uma das seguintes condições:

- Fracção grossa é um material rochoso argiloso (margas, xistos sedimentares e argilitos);
- Fracção grossa é um material rochoso Carbonatado, Silicioso, Magmático ou Metamórfico com $Fr > 7$ ou $LA > 50$.

Não se verifica nenhuma das condições anteriores.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Fracção fina:

- A percentagem de passados no peneiro nº200 é menor que 10%;
- A percentagem de passados no peneiro nº200 é maior que 10%;

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Podem ser usados no corpo do aterro e na PIA com precaução.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Apenas podem ser utilizados no corpo do aterro.

Solos C₂A₂:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C₂A₂ th

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe A;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/D_{máx};

A importância da influencia da fracção 50/D_{máx} é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C₂, classificar a fracção 0/50mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C₂A₂ h

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe A;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/D_{máx};

A importância da influencia da fracção 50/D_{máx} é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C₂, classificar a fracção 0/50mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C2A2 m

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico médio;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe A;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C2A2 s

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe A;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Solo C2A2 ts

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede é menor que 60 a 80%. Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe A;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Estes materiais não deverão ser utilizados, se se verificar uma das seguintes condições:

- Fracção grossa é um material rochoso argiloso (margas, xistos sedimentares e argilitos);
- Fracção grossa é um material rochoso Carbonatado, Silicioso, Magmático ou Metamórfico com $Fr > 7$ ou $LA > 50$.

Não se verifica nenhuma das condições anteriores.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Fracção fina:

- A percentagem de passados no peneiro nº200 é menor que 10%;
- A percentagem de passados no peneiro nº200 é maior que 10%;

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Podem ser usados no corpo do aterro e na PIA com precaução.

Apenas podem ser utilizados no corpo do aterro.

Solos C₂A₃:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C2A3 th

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe A;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C2A3 h

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico húmido;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe A;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Solo C2A3 m

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico médio;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe A;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Solo C2A3 s

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe A;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C2A3 ts

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe A;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes materiais não deverão ser utilizados, se se verificar uma das seguintes condições:

- Fracção grossa é um material rochoso argiloso (margas, xistos sedimentares e argilitos);
- Fracção grossa é um material rochoso Carbonatado, Silicioso, Magmático ou Metamórfico com $Fr > 7$ ou $LA > 50$.

Não se verifica nenhuma das condições anteriores.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Fracção fina:

- A percentagem de passados no peneiro nº200 é menor que 10%;
- A percentagem de passados no peneiro nº200 é maior que 10%;

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Podem ser usados no corpo do aterro e na PIA com precaução.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Apenas podem ser utilizados no corpo do aterro.

Solos C₂A₄:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C₂A₄

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm excede 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe A;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como
da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função
da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C₂, classificar a fracção 0/50mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes materiais não deverão ser utilizados, se se verificar uma das
seguintes condições:

- Fracção grossa é um material rochoso argiloso (margas, xistos sedimentares e argilitos):
- Fracção grossa é um material rochoso Carbonatado, Silicioso, Magmático ou Metamórfico com Fr > 7 ou LA >50.

Não se verifica nenhuma das condições anteriores.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Fracção fina:

- A percentagem de passados no peneiro nº200 é menor que 10%;
- A percentagem de passados no peneiro nº200 é maior que 10%;

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Podem ser usados no corpo do aterro e na PIA com precaução.

Apenas podem ser utilizados no corpo do aterro.

Anexo A6 – Solos C₂B_i

Solos C₂B₁:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C2B1

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80%. Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe B;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes materiais não deverão ser utilizados, se se verificar uma das seguintes condições:

- Fracção grossa é um material rochoso argiloso (margas, xistos sedimentares e argilitos):
- Fracção grossa é um material rochoso Carbonatado, Silicioso, Magmático ou Metamórfico com Fr > 7 ou LA >50.

Não se verifica nenhuma das condições anteriores.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Fracção fina:

- A percentagem de passados no peneiro nº200 é menor que 10%;
- A percentagem de passados no peneiro nº200 é maior que 10%;

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Podem ser usados no corpo do aterro e na PIA com precaução.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Apenas podem ser utilizados no corpo do aterro.

Solos C₂B₂:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C₂B₂ th

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe B;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C₂, classificar a fracção 0/50mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C₂B₂ h

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe B;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C₂, classificar a fracção 0/50mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C2B2 m

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico médio;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe B;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C2B2 s

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe B;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Solo C2B2 ts

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe B;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Estes materiais não deverão ser utilizados, se se verificar uma das seguintes condições:

- Fracção grossa é um material rochoso argiloso (margas, xistos sedimentares e argilitos);
- Fracção grossa é um material rochoso Carbonatado, Silicioso, Magmático ou Metamórfico com $Fr > 7$ ou $LA > 50$.

Não se verifica nenhuma das condições anteriores.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Fracção fina:

- A percentagem de passados no peneiro nº200 é menor que 10%;
- A percentagem de passados no peneiro nº200 é maior que 10%;

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Podem ser usados no corpo do aterro e na PIA com precaução.

Apenas podem ser utilizados no corpo do aterro.

Solos C₂B₃:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C2B3

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe B;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da
50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da
continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes materiais não deverão ser utilizados, se se verificar uma das seguintes condições:

- Fracção grossa é um material rochoso argiloso (margas, xistos sedimentares e argilitos):
- Fracção grossa é um material rochoso Carbonatado, Silicioso, Magmático ou Metamórfico com Fr > 7 ou LA >50.

Não se verifica nenhuma das condições anteriores.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Fracção fina:

- A percentagem de passados no peneiro nº200 é menor que 10%;
- A percentagem de passados no peneiro nº200 é maior que 10%;

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Podem ser usados no corpo do aterro e na PIA com precaução.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Apenas podem ser utilizados no corpo do aterro.

Solos C₂B₄:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C₂B₄ th

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe B;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C₂, classificar a fracção 0/50mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C₂B₄ h

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe B;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C₂, classificar a fracção 0/50mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C2B4 m

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico médio;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe B;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C2B4 s

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe B;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Solo C2B4 ts

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe B;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Estes materiais não deverão ser utilizados, se se verificar uma das seguintes condições:

- Fracção grossa é um material rochoso argiloso (margas, xistos sedimentares e argilitos);
- Fracção grossa é um material rochoso Carbonatado, Silicioso, Magmático ou Metamórfico com $Fr > 7$ ou $LA > 50$.

Não se verifica nenhuma das condições anteriores.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Fracção fina:

- A percentagem de passados no peneiro nº200 é menor que 10%;
- A percentagem de passados no peneiro nº200 é maior que 10%;

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Podem ser usados no corpo do aterro e na PIA com precaução.

Apenas podem ser utilizados no corpo do aterro.

Solos C₂B₅:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C2B5 th

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe B;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C2B5 h

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe B;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Solo C2B5 m

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico médio;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe B;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Solo C2B5 s

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe B;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C2B5 ts

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe B;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes materiais não deverão ser utilizados, se se verificar uma das seguintes condições:

- Fracção grossa é um material rochoso argiloso (margas, xistos sedimentares e argilitos);
- Fracção grossa é um material rochoso Carbonatado, Silicioso, Magmático ou Metamórfico com $Fr > 7$ ou $LA > 50$.

Não se verifica nenhuma das condições anteriores.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Fracção fina:

- A percentagem de passados no peneiro nº200 é menor que 10%;
- A percentagem de passados no peneiro nº200 é maior que 10%;

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Podem ser usados no corpo do aterro e na PIA com precaução.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Apenas podem ser utilizados no corpo do aterro.

Solos C₂B₆:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C₂B₆ th

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe B;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C₂, classificar a fracção 0/50mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C₂B₆ h

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico húmido;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe B;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C₂, classificar a fracção 0/50mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C2B6 m

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico médio;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80%. Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe B;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo C2B6 s

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80%. Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe B;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Solo C2B6 ts

Argilas de sílex, argilas de ligação, aluviões grosseiros, no estado hídrico muito seco;

Materiais angulosos cuja proporção da fracção 0/50mm é menor que 60 a 80%.
Materiais rolados. A fracção 0/50mm é um solo da classe B;

O comportamento destes solos depende não só da fracção 0/50mm como da 50/Dmáx;

A importância da influencia da fracção 50/Dmáx é difícil de avaliar, é função da continuidade granulométrica e do ângulo dos elementos;

Apesar de tudo é útil para estes solos, C2, classificar a fracção 0/50mm.

Estes materiais não deverão ser utilizados, se se verificar uma das seguintes condições:

- Fracção grossa é um material rochoso argiloso (margas, xistos sedimentares e argilitos);
- Fracção grossa é um material rochoso Carbonatado, Silicioso, Magmático ou Metamórfico com $Fr > 7$ ou $LA > 50$.

Não se verifica nenhuma das condições anteriores.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Fracção fina:

- A percentagem de passados no peneiro nº200 é menor que 10%;
- A percentagem de passados no peneiro nº200 é maior que 10%;

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Podem ser usados no corpo do aterro e na PIA com precaução.

Apenas podem ser utilizados no corpo do aterro.

Anexo A7 – Solos D_i

Solos D₁:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Solo D1

Areias aluvionares limpas, areias de dunas ou tudo isto com alguma percentagem de seixos;

Estes solos não têm coesão e são permeáveis. A sua granulometria, sempre mal graduada e maioritariamente de pequeno calibre, torna-os muito erodíveis e de uma traficabilidade difícil.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

Classificação segundo o comportamento		
Parâmetros e valores limites deduzidos	Subclasse	
O seu emprego em leito de pavimento sem Tratamento com LH necessita, da medição Da sua resistência mecânica (Los Angels-LA) Ou friabilidade dos saibros (FS).	FS≤60	<u>D</u> ₁₁
	FS>60	<u>D</u> ₁₂

O solo D_{11} pode ser aplicados em:

- Leito de pavimento;
- PSA (Parte Superior do Aterro);
 - Corpo do aterro;
 - Parte inferior do aterro.

Aplicação em leito de pavimento do solo D_{11} :

São constituídos por agregados resistentes que permitem a sua aplicação em leito de pavimento após terem sofrido uma correcção granulométrica ou um tratamento com um ligante hidráulico;

Não podem ser aplicados em presença de chuva forte;

Na ausência de chuva, ou na presença de chuva fraca, podem ser aplicados, após o tratamento e em camadas de 0,20m de espessura;

No caso de os elementos mais grossos serem rolados carecem de uma britagem para exporem uma superfície rugosa.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Aplicação do solo D_{11} :

São constituídos por agregados resistentes que permitem a sua aplicação, contudo se a sua granulometria for uniforme, poderão colocar problemas de traficabilidade.

Para limitar estes problemas, uma humedificação poderá ser eficaz.

Podem ser aplicados no aterro e em todas as condições meteorológicas, desde que se adopte uma compactação forte, com cilindro vibrador na p.i.a., nos espaldares ou no corpo do aterro. No momento da compactação devem ser regados.

No caso de os elementos mais grossos serem rolados carecem de uma britagem para exporem uma superfície rugosa.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

O solo D_{12} pode ser aplicado em:

- Leito de pavimento;
- Aterro.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem ser usados em leito de pavimento.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não têm coesão e são permeáveis. A sua granulometria, sempre mal graduada e de pequeno calibre torna-os muito erodíveis, é portanto necessário medir a sua resistência mecânica;

Se estes solos apresentarem um valor de $CBR > 8\%$ poderão economicamente ser usados na p.s.a.;

Sem qualquer avaliação do CBR poderão ser colocados em qualquer das partes do aterro;

Estes solos podem ser usados em todas as condições meteorológicas, mas temos de adoptar uma compactação média;

No caso de os elementos mais grossos serem rolados carecem de uma britagem para exporem uma superfície rugosa.

Solos D₂:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo D₂

Materiais de granulometria extensa aluvionares limpos, areias praticamente sem fracção fina;

Estes solos são sem coesão e permeáveis;

Depois de compactados, quanto mais graduados forem, menos erudíveis e mais aptos a suportar o tráfego serão.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

O solo D₂₁ pode ser aplicado em:

- Leito de pavimento;
- Aterro.

Classificação segundo o comportamento

Parâmetros e valores limites deduzidos		subclasses
O seu emprego em leito de pavimento sem Tratamento com LH necessita, da medição Da sua resistência mecânica (Los Angels-LA)	LA \leq 45	D ₂₁
	LA $>$ 45	D ₂₂

Aplicação em leito de pavimento do solo D₂₁:

Estes solos são utilizáveis em leito de pavimentos no seu estado natural, uma vez que a resistência dos agregados é suficientemente elevada;

Podem ser aplicados com chuva intensa ou na ausência desta, e sempre em camadas com 0,20m de espessura máxima.

No caso de os elementos mais grossos serem rolados carecem de uma britagem para exporem uma superfície rugosa.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Aplicação do solo D₂₁:

Estes solos não têm coesão e são permeáveis. Depois da compactação quanto mais graduados forem, menos erodíveis e mais aptos a suportar o tráfego serão;

Podem ser aplicados em todas as condições meteorológicas, desde que se adopte uma compactação forte com cilindro vibrador;

No caso de os elementos mais grossos serem rolados carecem de uma britagem para exporem uma superfície rugosa.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

O solo D₂₂ pode ser aplicado em:

- Leito de pavimento;
- Aterro.

Estes solos não podem ser usados em leito de pavimento.

Estes solos são insensíveis à humidade;

Eles podem colocar problemas de traficabilidade se a sua granulometria for uniforme e se estiverem secos;

Em presença de chuva elevada, estes solos não podem ser utilizados em aterros, com garantias de qualidade suficiente;

Podem sem restrições ser usados na p.i.a., espaldares e corpo do aterro. Sempre com compactação pesada com cilindro vibrador e com camadas finas a médias.

Solos D₃:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solo D3

Seixos médios a grossos praticamente sem fracção fina;

Materiais sem coesão e permeáveis, demasiado graúdos e daí inadequados à mistura com vista a um tratamento que responda à qualidade de “leito de pavimento”;

Na parte superior dos aterros, não podem ser utilizados;

Em contra-partida são muito úteis nas camadas inferiores (p.i.a.) particularmente em terrenos inundáveis. Deve-se adoptar uma compactação pesada com cilindros vibradores.

Solos D₄:

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

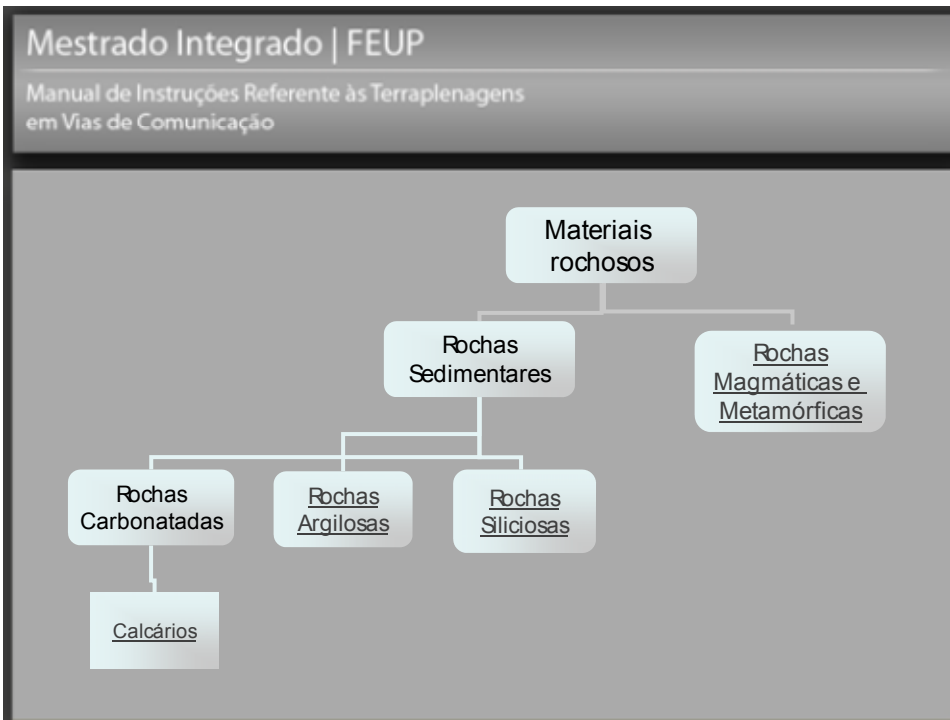
Solo D4

Material constituído por blocos de dimensão entre 250 e 500mm. Totalmente inúteis para o leito do pavimento e aterro excepto PIA, dada a sua insensibilidade à água os tornar adquados.

A compactação deve ser pesada, com cilindros vibradores e os materiais abundantemente regados.

Para lhe conferir uma maior capacidade podem ser, com vantagem, misturados com iguais quantidades de solos D1 ou D2, constituindo um pedrapleno de materiais muito grosseiros.

Anexo A8 – Material Rochoso



Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens em Vias de Comunicação

R1 - Calcários Rochosos diversos

Esta classe reagrupa o conjunto da gama dos materiais calcários rochosos.

As suas características predominantes, face à sua utilização nos aterros, são a friabilidade e, eventualmente, para os mais fragmentáveis a gelibilidade;

De uma maneira geral estes materiais não são materiais rochosos evolutivos e não colocam problemas particulares no emprego de aterros;

Devemos garantir as condições seguintes....

R1 - Calcários Rochosos diversos

Devemos garantir que:

- $D_{máx} < 0,5$ m e $D_{máx} < 2/3$ espessura da camada após recalque ou $D_{máx} < 0,30$ m para materiais solo-enrocamento com granulometria continua extensa;
- Na construção de pedraplenos ou materiais do tipo solo-enrocamento:
 - % passados no peneiro 1" $< 30\%$;
 - % passados no peneiro nº 200 $< 5\%$;
 - % (peso) das partículas alongadas ($D_{máx} \geq 3D_{min}$) $< 30\%$

Devem ser ainda excluídos os materiais com resistência inferior a 30Mpa nos ensaios à compressão simples

Estes materiais rochosos apenas podem ser utilizados no corpo do aterro e PIA desde que se garanta $LA < 50$.

São materiais rochosos são e habitualmente insensíveis á humidade, e por isso podem ser utilizados em todas as condições meteorológicas desde que se adopte uma compactação média.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

R2 - Rochas Argilosas

Os materiais desta classe caracterizam-se pelo facto de possuírem uma estrutura, mais ou menos resistente, na qual são aprisionadas proporções muito variáveis de minerais argilosos susceptíveis de aumentarem de volume.

Devemos garantir as condições seguintes....

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

R2 - Rochas Argilosas

Devemos garantir que:

- $D_{m\acute{a}x} < 0,5 \text{ m}$ e $D_{m\acute{a}x} < 2/3$ espessura da camada após recalque ou $D_{m\acute{a}x} < 0,30 \text{ m}$ para materiais solo-enrocamento com granulometria continua extensa;
- Na construção de pedraplenos ou materiais do tipo solo-enrocamento:
 - % passados no peneiro 1" $< 30\%$;
 - % passados no peneiro nº 200 $< 5\%$;
 - % (peso) das partículas alongadas ($D_{m\acute{a}x} \geq 3D_{min}$) $< 30\%$

Devem ser ainda excluídos os materiais com resistência inferior a 30Mpa nos ensaios à compressão simples

Estes materiais nunca devem ser utilizados.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

R3 – Rochas Siliciosas

Os materiais desta classe podem ser assimilados aos conglomerados de grãos de saibro, ligados entre eles por um cimento natural de sílica ou de calcite;

A resistência mais ou menos grande desta cimentação confere a estes materiais comportamentos variáveis (riscos de arranjo após colocação em obra quando não são suficientemente compactados);

Devemos garantir as condições seguintes.....

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

R3 – Rochas Siliciosas

Devemos garantir que:

- $D_{m\acute{a}x} < 0,5 \text{ m}$ e $D_{m\acute{a}x} < 2/3$ espessura da camada após recalque ou $D_{m\acute{a}x} < 0,30 \text{ m}$ para materiais solo-enrocamento com granulometria continua extensa;
- Na construção de pedraplenos ou materiais do tipo solo-enrocamento:
 - %passados no peneiro 1" < 30%;
 - %passados no peneiro nº 200 < 5%;
 - %(peso) das partículas alongadas ($D_{m\acute{a}x} \geq 3D_{min}$) < 30%

Devem ser ainda excluídos os materiais com resistência inferior a 30Mpa nos ensaios à compressão simples

Devem ser excluídos todos os materiais fragmentáveis ou com um $Fr < 7$, podem ser aplicados somente na PIA.

Os xistos sedimentares nunca podem ser aplicados na PIA, isto no caso das rochas magmáticas e metamórficas.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

R4 – Rochas Magmáticas e Metamórficas

Os materiais desta classe podem ter características mecânicas muito diferentes, em partículas, a sua fragmentabilidade e a sua friabilidade podem variar bastante (de fraca a muito elevada).

Devemos garantir as condições seguintes.....

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

R4 – Rochas Magmáticas e Metamórficas

Devemos garantir que:

- $D_{máx} < 0,5$ m e $D_{máx} < 2/3$ espessura da camada após recalque ou $D_{máx} < 0,30$ m para materiais solo-enrocamento com granulometria continua extensa;
- Na construção de pedraplenos ou materiais do tipo solo-enrocamento:
 - %passados no peneiro 1" $< 30\%$;
 - %passados no peneiro nº 200 $< 5\%$;
 - %(peso) das partículas alongadas ($D_{máx} \geq 3D_{min}$) $< 30\%$

Devem ser ainda excluídos os materiais com resistência inferior a 30Mpa nos ensaios à compressão simples

Devem ser excluídos todos os materiais fragmentáveis ou com um $Fr < 7$, podem ser aplicados somente na PIA.

Os xistos sedimentares nunca podem ser aplicados na PIA, isto no caso das rochas magmáticas e metamórficas.

Anexo A9 – Materiais Particulares

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

F - Solos orgânicos e sub-produtos industriais

Podem ser:

- Materiais naturais contendo matérias orgânicas (terra, húmus florestal, lodo trufa...);
- Cinzas volantes silico-aluminosas de centrais térmicas;
- Xistos hulíferos;
- Xistos de minas de potassa;
- Fosfogesso;
- Materiais de demolição;

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

F1 – Materiais naturais contendo matérias orgânicas

A presença destes materiais, está localizada em locais de fácil identificação, os mais orgânicos são facilmente identificáveis devido à cor escura e ao cheiro característico;

O parâmetro característico destes materiais é o seu teor em matérias orgânicas (% MO).

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Solos não utilizáveis em aterros devido ao seu elevado teor em M.O. Existe risco de assentamentos por acção bioquímica e de corte por características insuficientes.

Pode ser utilizado na cobertura de aterros antes do arrelvamento, se o teor em matéria orgânica não for muito elevado (M.O.<10%)

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

F2 – Cinzas volantes silico-aluminosas de centrais térmicas

Estes materiais constituem o resíduo da combustão do carbono nas centrais térmicas. Estes materiais são constituídos por elementos finos ($60\% < 80\mu\text{m}$), relativamente homométricos, esféricos porosos, mas não apresentam nenhuma plasticidade;

O parâmetro característico destes materiais é a relação entre o seu teor em água natural e o seu teor em água ótima do Proctor normal.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem ser utilizados.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

F3 – Xistos hulhíferos

Estes materiais são provenientes de resíduos de extracção de carvão, alguns já estão depositados à várias décadas em entulheiras nas proximidades das minas;

Os xistos não queimados assemelham-se bastante aos solos sensíveis à água;

Os xistos queimados têm propriedades geotécnicas que se assemelha à dos solos e materiais rochosos insensíveis à água;

O parâmetro determinante para estes materiais é o facto de eles poderem suportar ou não uma combustão uma vez colocada a escória.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Estes solos não podem ser utilizados.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

F4 – Xistos de minas de potassa

Estes materiais provêm de resíduos da extracção de minerais de potassa. Estão depositados na proximidade de minas, por vezes à várias décadas;

O parâmetro determinante para estes materiais é o seu teor em cloreto de sódio que determina o risco de dissolução e de poluição.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Materiais normalmente inutilizáveis em aterro (riscos de assentamento e poluição).

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

F5 - Fosfogesso

Trata-se de uma pedra de gesso artificial, sub produto da fabricação do adubo fosfatado, guardado por via hidráulica nas proximidades das unidades de fabrico;

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Materiais normalmente inutilizáveis em aterro (risco de poluição por dissolução).

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de ComunicaçãoF6 – Materiais de demolição

Estes materiais têm uma composição muito variável, que depende da diversidade da sua origem e do tipo de recolha aplicada para os agrupar;

A sua identificação será facilmente realizada através da observação visual dos depósitos e uma investigação sobre as origens da constituição desses depósitos;

Ao parâmetros determinantes para estes materiais são:

- A presença de elementos putrescíveis e de gesso;
- A execução de uma operação de elaboração (crivagem, trituração, homogeneização).

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

F6 – Materiais de demolição

Classificação dos materiais	
Valores limites	Sub-classe
Evolução visual	E_{71} Materiais de demolição sem gesso. Contendo elementos putrescíveis, triturados, crivados.
Evolução visual	E_{72} Materiais de demolição não contendo elementos putrescíveis, elementos crivados.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

A identificação deste materiais deve ser completada pela medição de parâmetros considerados aquando da classificação dos solos.

Devem-se adoptar as condições aplicáveis às classes de solos ou de materiais rochosos a que são assimiláveis tendo em conta os valores dos parâmetros de identificação.

Mestrado Integrado | FEUP

Manual de Instruções Referente às Terraplenagens
em Vias de Comunicação

Os materiais F_{72} são normalmente inutilizáveis em aterro (riscos de instabilidade ou roturas localizadas).

