



|   |  |                       |
|---|--|-----------------------|
|  | <b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>                             | <b>ET.AdRA.015.01</b> |
|   | <b><i>Execução dos trabalhos de Construção Civil</i></b> | <b>ECC</b>            |
|   | <b>EXECUÇÃO DE ATERROS</b>                               | <b>30/03/16</b>       |

## **I. DISPOSIÇÕES GERAIS**

- I.1. Os materiais obedecerão às normas indicadas na presente especificação ou equivalentes.
- I.2. Nos casos em que a execução de aterros não seja precedida de escavações, a preparação da superfície de escavação inclui todos os trabalhos de limpeza, desmatação, desenraizamento e decapagem.
- I.3. Nos aterros a executar em taludes deverá criar-se na superfície de fundação um entalhe em degraus, de modo a assegurar uma boa ligação entre esta e os aterros
- I.4. Após as operações de decapagem e saneamento a superfície de fundação deverá ser cuidadosamente regularizada até se obter uma boa superfície para colocação e compactação do aterro, tão limpa e suave quanto possível.
- I.5. No caso do aterro a executar sobre sistemas de drenagem subsuperficial, a colocação e compactação da 1ª camada de aterro sobre o geotêxtil far-se-á sempre de forma cuidadosa para evitar o punçoamento ou corte do geotêxtil.
- I.6. Os aterros têm sempre de ser construídos de forma a poderem dar perfeito escoamento às águas.
- I.7. A qualidade dos materiais e do trabalho de colocação e compactação dos solos em aterro deve ser verificada de modo contínuo durante o trabalho.
- I.8. Não é permitido o início da construção dos aterros sem que previamente a fiscalização tenha inspecionado e aprovado a área respetiva.

|   |  |                       |
|---|--|-----------------------|
|  | <b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>                             | <b>ET.AdRA.015.01</b> |
|   | <b><i>Execução dos trabalhos de Construção Civil</i></b> | <b>ECC</b>            |
|   | <b>EXECUÇÃO DE ATERROS</b>                               | <b>30/03/16</b>       |

- 1.9. Os aterros serão executados por camadas de acordo com o programa de trabalhos, com a espessura e o grau de humidade adequados aos meios de compactação.
- 1.10. A espessura máxima das camadas deverá, em princípio, ser da ordem de 0,30 m e o grau de compactação a atingir deverá ser superior a 95%.
- 1.11. Se houver que construir aterros com menos de 30 cm de espessura sobre o terreno natural a superfície sobre a qual irá assentar o novo aterro deve ser escarificada, regularizada e recompactada.


## **2. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO**

- 2.1. Os aterros são medidos por metro cúbico, não considerando empolamento e segundo os perfis teóricos e indicações do projeto.
- 2.2. Para efeitos de pagamento não serão tidos em consideração os volumes em excesso do perfil, a menos que estes tenham resultado de condicionamentos de ordem técnica, desde que devidamente comprovados e aprovados ou determinados previamente pela fiscalização.
- 2.3. Esta natureza de trabalhos inclui todos os trabalhos acessórios e complementares necessários, nomeadamente todos os encargos com preparação da superfície de fundação, cargas, transportes a qualquer distância, colocação, rega, compactação e regularização final das superfícies e, também, com ensaios e remoção e condução a vazadouro dos materiais que a fiscalização rejeitar.

## **3. SOLOS PARA ATERRO NA REGULARIZAÇÃO DE TALUDES**

### **3.1. Prescrições**

- 3.1.1. Os solos a utilizar nos aterros para regularização de taludes e sobre os sistemas de drenagem subsuperficial serão os solos de melhores características provenientes das escavações a executar em obra, desde que sejam aprovados pela fiscalização.

|   |  |                       |
|---|--|-----------------------|
|  | <b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>                             | <b>ET.AdRA.015.01</b> |
|   | <b><i>Execução dos trabalhos de Construção Civil</i></b> | <b>ECC</b>            |
|   | <b>EXECUÇÃO DE ATERROS</b>                               | <b>30/03/16</b>       |

3.1.2. Os solos a utilizar nos aterros devem obedecer ao seguinte:

- Estar isentos de ramos, folhas, raízes, ervas, lixo ou quaisquer detritos orgânicos;
- Ter características ajustadas a uma fácil colocação e compactação.

#### **4. ATERROS SOBRE AS SAPATAS E NO TARDOZ DE MUROS DE SUPORTE**

Os solos a utilizar nos aterros sobre as sapatas e no tardo de muros serão os de melhores características provenientes das escavações e deverão ter as características indicadas no projeto de execução. Estes materiais de aterro deverão ser compactados por forma a garantir um teor em água entre o W<sub>ópt</sub> e o W<sub>ópt</sub>-2 e deverão ter um ângulo de atrito mínimo de 38°.

#### **5. ATERROS EM TERRENOS NATURAIS**

##### **5.1. Condicionantes**

Tendo em conta as características do terreno em causa, poderão estar presentes as seguintes condicionantes:


- Nível freático elevado

Considera-se que os terrenos estão nestas condições quando este se encontra acima de 1,0 m de profundidade do terreno natural. Deverão ser garantidas condições de drenagem na base do aterro, que terá como função limitar o acesso da água à base do aterro evitando assim, os ciclos de secagem e de molhagem e a consequente degradação das propriedades mecânicas dos solos da base do aterro.

- Características deficientes do terreno natural

Quando não for possível a execução direta do aterro, por exemplo em aluviões de espessura significativa, deverá ser garantido o melhoramento dos terrenos de fundação.


No caso em que existam resíduos de betão a ser equacionados na utilização em aterros, será conveniente a sua “estabilização” em obra recorrendo a meios mecânicos, isto é, garantir que o

|   |  |                       |
|---|--|-----------------------|
|  | <b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>                             | <b>ET.AdRA.015.01</b> |
|   | <b><i>Execução dos trabalhos de Construção Civil</i></b> | <b>ECC</b>            |
|   | <b>EXECUÇÃO DE ATERROS</b>                               | <b>30/03/16</b>       |

material não apresente alteração da sua granulometria, por ação das cargas a aplicar posteriormente.

## **6. FASEAMENTO DE EXECUÇÃO TIPO PARA ATERRO**


- 6.1. Considera-se esta descrição do faseamento para aterros com alturas superiores a 1,50m.
- 6.2. Em caso de terrenos com condições desfavoráveis na sua base, a primeira camada, com 0,5 m de espessura, servirá de transição entre o terreno existente e estrutura de aterro a construir. Esta camada terá ainda como função garantir condições de circulação dos equipamentos para execução do aterro.
- 6.3. A camada será constituída por um enrocamento (“rachão”) com dimensão máxima das partículas de 0,25 m isenta de finos e sem matérias estranhas como sejam madeiras, varões de aço, borracha, etc.
- 6.4. Este material poderá ser obtido a partir de “stocks” existentes em obra desde que estes sejam convenientemente caracterizados.
- 6.5. Em caso de existir um nível freático elevado, deverá existir uma segunda camada constituída por brita 3/5 cm (material Tipo B), com 0,5 m de espessura, que constituirá o dreno da base do aterro. Este dreno terá como função limitar o acesso da água à base do aterro evitando assim, os ciclos de secagem e de molhagem e a consequente degradação das propriedades mecânicas dos solos da base do aterro.
- 6.6. A compactação desta camada de brita deverá ser executada por meio de duas passagens de cilindro compactador, sem vibração.
- 6.7. Entre a primeira e a segunda camada (camadas A e B) deverão ser instalados, uma geogrelha do tipo ParaGrid 30/05 da Maccaferri ou equivalente, com a função de uniformização e distribuição de tensões na base do aterro por forma a limitar os assentamentos diferenciais, e um geotêxtil de polipropileno não tecido do tipo Polyfelt TS 65 com 285 g/m<sup>2</sup> ou equivalente, com a função de separação entre os dois tipos de materiais.

|   |  |                       |
|---|--|-----------------------|
|  | <b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>                             | <b>ET.AdRA.015.01</b> |
|   | <b><i>Execução dos trabalhos de Construção Civil</i></b> | <b>ECC</b>            |
|   | <b>EXECUÇÃO DE ATERROS</b>                               | <b>30/03/16</b>       |

- 6.8. Entre a segunda e a terceira camadas (camadas B e C) será instalado um geotêxtil de polipropileno não tecido do tipo Polyfelt TS 65 com 285 g/m<sup>2</sup> ou equivalente, com a função de separação entre os dois materiais.
- 6.9. A terceira camada corresponde ao aterro propriamente dito, será constituída por solos arenosos com percentagem de finos inferior a 12%.
- 6.10. Os solos a utilizar na execução desta camada deverão ser devidamente caracterizados por meio da realização de análises granulométricas, de ensaios de compactação pesada e de determinação do teor em água natural. Estes solos deverão ser colocados com um teor em água entre o W<sub>ópt</sub> - I e o W<sub>ópt</sub> + I garantindo-se um grau de compactação superior a 95%.
- 6.11. As condições de colocação destes solos deverão ser aferidas na fase inicial da execução do aterro recorrendo à realização de um aterro experimental onde, com recurso ao equipamento de compactação a utilizar em obra, se determina o número de passagens do cilindro compactador, o teor em água dos solos e a espessura das camadas mais eficiente em termos de produção em obra e que cumpra as especificações definidas no projeto.

## **7. ATERROS A EXECUTAR EM TALUDES**


- 7.1. Nos aterros a executar em taludes deverá criar-se na superfície de fundação um entalhe em degraus, de modo a assegurar uma boa ligação entre esta e os aterros, ou no caso de existir zonas do terreno natural com diferença de cota superiores a 1,0 m.
- 7.2. Os taludes de aterro finais, com inclinação de 1V/1,5H, deverão ser convenientemente protegidos com a colocação de uma camada de 0,10 cm de terra vegetal associada a uma hidrossementeira com espécies autóctones.
- 7.3. Para a execução deste aterro propõe-se a seguinte metodologia:
- Saneamento do terreno existente (aterro) com no mínimo 0,5 m de profundidade;

|   |  |                       |
|---|--|-----------------------|
|  | <b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>                             | <b>ET.AdRA.015.01</b> |
|   | <b><i>Execução dos trabalhos de Construção Civil</i></b> | <b>ECC</b>            |
|   | <b>EXECUÇÃO DE ATERROS</b>                               | <b>30/03/16</b>       |

- Regularização da superfície do terreno com 0,5 m de material do tipo A por forma a garantir condições de circulação dos equipamentos;
- Colocação de geogrelha e de geotêxtil entre os materiais do tipo A e do tipo B;
- Execução do dreno de brita com 0,5 m de espessura de material do tipo B;
- Colocação de um geotêxtil de separação entre os materiais do tipo B e C;
- Instalação de placas de medição de assentamentos, regularmente distribuídas pela base do aterro para monitorizar a evolução dos assentamentos ao longo do tempo;
- Execução do aterro com o material do tipo C;
- Instalação de marcas topográficas para controlo topográfico do topo do aterro;
- Proteção dos taludes com 0,10 m de terra vegetal e hidrossementeira.

## **8. EXECUÇÃO DE ATERROS EXPERIMENTAIS**

- 8.1. Como referido anteriormente a execução dos aterros com materiais do tipo C deve ser precedida da execução de pelo menos um aterro experimental ou sempre que se preveja a aplicação de solos de proveniências distintas das inicialmente consideradas.
- 8.2. Os aterros experimentais têm como finalidade aferir em obra as condições de colocação dos solos mediante a execução de um aterro onde, com recurso ao equipamento de compactação a utilizar em obra, se determina os valores mais eficientes em termos de produção de obra para o número de passagens do cilindro compactador, o teor em água dos solos e a espessura das camadas a aplicar.
- 8.3. Os aterros experimentais deverão ser executados de acordo com a seguinte metodologia:
  - Seleção em obra de uma área de terreno regular e homogéneo que permita a delimitação de três faixas com 20,0 m de comprimento e 5,0 m de largura;
  - Colocação de uma camada de solo em cada faixa com três espessuras diferentes, por exemplo 0,20, 0,25 e 0,30, com o teor em água natural do solo;


|   |  |                       |
|---|--|-----------------------|
|  | <b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>                             | <b>ET.AdRA.015.01</b> |
|   | <b><i>Execução dos trabalhos de Construção Civil</i></b> | <b>ECC</b>            |
|   | <b>EXECUÇÃO DE ATERROS</b>                               | <b>30/03/16</b>       |

- Compactação das diferentes camadas, com os equipamentos a usar em obra, determinando-se a baridade seca ao fim de 2, 4 e 8 passagens de cilindro compactador;
- Repetição das operações anteriores para teores de humidade do solo correspondentes ao teor em água ótimo -I, ótimo e ótimo +I.

8.4. Com os resultados dos ensaios de determinação da baridade seca e dos teores de humidade para cada espessura de camada considerada opta-se pela conjugação dos fatores, teor em água do solo, número de passagens do cilindro compactador e espessura de camada que garanta os graus de compactação especificados e que seja mais eficiente em termos de produção de obra.

## 9. CONTROLO DE EXECUÇÃO DOS ATERROS

- 9.1. No que diz respeito ao controlo da execução do aterro este deverá incidir quer na caracterização dos materiais tipo C a colocar em aterro quer no controlo dos parâmetros de compactação durante a execução do aterro.
- 9.2. O início da execução do aterro obrigará à execução de ensaios de caracterização e de compactação pesada dos possíveis solos a aplicar. Esta caracterização em conjunto com a execução dos aterros experimentais irá permitir definir claramente o modo de execução do aterro.
- 9.3. De referir que, sempre que se pretenda mudar de mancha de empréstimo ou sempre que os materiais a colocar em aterro sejam diferentes dos inicialmente caracterizados deverá proceder-se à sua caracterização acompanhada das análises granulométricas, por peneiração e sedimentação, determinação dos limites de consistência, teor em água natural e dos ensaios de compactação pesada por forma a se decidir acerca da necessidade ou não da realização de um novo aterro experimental.
- 9.4. Independentemente da necessidade de se proceder à caracterização dos solos, aquando da exploração de uma nova zona de empréstimo ou sempre que se verifiquem mudanças nos solos a colocar em

|   |  |                       |
|---|--|-----------------------|
|  | <b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b>                             | <b>ET.AdRA.015.01</b> |
|   | <b><i>Execução dos trabalhos de Construção Civil</i></b> | <b>ECC</b>            |
|   | <b>EXECUÇÃO DE ATERROS</b>                               | <b>30/03/16</b>       |

aterro, deverá, a cada 1500 m<sup>3</sup> de solos colocados em aterro, proceder-se à realização de ensaios granulométricos por peneiração, de determinação do teor em água natural.

- 9.5. No que diz respeito ao controlo dos parâmetros de compactação durante a execução do aterro deverá ser realizado um ensaio de determinação do peso volúmico aparente, pelo método da garrafa de areia a cada 3000 m<sup>3</sup> de solos colocados em aterro. Além destes ensaios deverá ser realizado um ensaio de determinação do peso volúmico aparente, pelo método nuclear e um ensaio de determinação do teor em água pelo método “Speedy”, a cada 750 m<sup>3</sup> de solos colocados em aterro.

## **10. SISTEMA DE OBSERVAÇÃO E ACOMPANHAMENTO DOS ASSENTAMENTOS**

- 10.1. Para o acompanhamento dos assentamentos do aterro a executar prevê-se a instalação de placas de controlo de assentamentos e de marcas topográficas regularmente distribuídas pela zona a aterrar, com uma área de abrangência mínima, por cada dispositivo, de 1000 m<sup>2</sup>.
- 10.2. As placas de controlo de assentamentos serão instaladas no topo da camada B da estrutura do aterro e terão como finalidade a medição dos assentamentos desde a fase inicial da execução do aterro com o material tipo C. Estas placas deverão ser devidamente protegidas à medida do avanço do aterro para que se evite a sua danificação por equipamentos da obra.