

NORMA

INFRA S.A.
INF-00070

rev 0
06.01.2025

Terra armada

Reinforced earth

INFRA S.A.

© INFRA S.A. 2025

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada em qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da INFRA S.A.

Sede da INFRA S.A.

SAUS, Quadra 01, Bloco 'G', Lotes 3 e 5. - CEP: 70.070-010

Asa Sul Brasília - DF

Telefone: +55 61 2029-6100

<https://www.infrasa.gov.br>

Sumário

Prefácio	iv
1 Objetivo	1
2 Finalidade do serviço	1
3 Disposições normativas.....	1
4 Premissas.....	1
5 Materiais	1
6 Execução	2
7 Controle.....	3
8 Manejo ambiental	4
9 Critério de medição	5

Prefácio

A INFRA S.A. é uma empresa pública, organizada sob a forma de sociedade anônima, de capital fechado, controlada pela União e vinculada ao Ministério dos Transportes, nos termos previstos na Lei nº 11.772, de 17 de setembro de 2008. A INFRA S.A. está sujeita ao regime jurídico das empresas privadas, inclusive quanto aos direitos e obrigações civis, comerciais, trabalhistas e tributárias.

A INFRA S.A. tem por objeto social prestar serviços na área de projetos, estudos e pesquisas, destinados a subsidiar o planejamento da logística e dos transportes no País, considerando as infraestruturas, as plataformas e os serviços pertinentes aos modos rodoviário, ferroviário, dutoviário, aquaviário e aeroaviário.

A Superintendência de Projetos e Custos (SUPRO) da INFRA S.A. tem por objetivo criar, revisar, zelar e organizar o acervo de Normas Técnicas de engenharia, com o intuito de melhorar os procedimentos da empresa. Ainda que a responsabilidade do conteúdo das normas seja de todo o corpo técnico da INFRA S.A., a SUPRO é a responsável pela gestão do processo de manutenção do acervo de Normas Técnicas de engenharia.

Para estabelecer a estrutura técnica aplicada à infraestrutura de logísticas de transporte nacional, foi elaborada a Norma Técnica INFRA S.A. REG-00001 – Numeração e organização das Normas Técnicas INFRA S.A., para regulamentação da padronização das Normas Técnicas da Instituição.

Esta Norma deve substituir a VALEC 80-ES-028A-23-8012 Rev 01.

Terra armada

1 Objetivo

A presente especificação estabelece as diretrizes básicas a serem seguidas na execução de terrenos reforçados por meio de terra armada, na construção da infraestrutura de via permanente ferroviária. São aqui especificados os materiais a serem utilizados, o procedimento construtivo, o controle de qualidade durante a execução e critério de medição.

2 Finalidade do serviço

Em função de sua alta capacidade de suporte de carga, a terra armada é utilizada em muros de grande altura ou que estejam sujeitos a grandes sobrecargas.

3 Disposições normativas

Os serviços desenvolvidos no âmbito da presente especificação devem ser realizados em observância ao conhecimento e à melhor técnica disponível e em conformidade com a norma NBR 9286, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, e demais aplicáveis, além de critérios julgados cabíveis pela INFRA S.A., os quais prevalecem sobre os demais.

4 Premissas

a) O muro em terra armada é uma estrutura de contenção flexível, que associa aterro com material selecionado e compactado, armaduras lineares de reforço, que são submetidos à tração, e elementos modulares moldados de revestimento, denominados escamas.

b) Sua tecnologia baseia-se na interação entre o aterro de material selecionado e os reforços - armaduras de alta aderência - que, corretamente dimensionados, produzem um maciço integrado, no qual as armaduras resistem aos esforços internos de tração desenvolvidos em seu interior. Esses maciços passam a se comportar como um corpo monolítico, suportando, além do seu peso próprio, as cargas externas para as quais foram projetados.

c) Sua aplicabilidade concentra-se nos Elementos Construtivos Especiais - ECE, como muro de greide, muro pé-de-talude e muro portante, assim definidos:

I. Muro de greide é o maciço onde o nível do aterro sobre o muro é plano e coincide com o nível do topo da última camada (escama) do muro;

II. Muro pé-de-talude é o maciço que possui, acima do topo do muro, talude maior que 50cm; e

III. Muro portante é o maciço em que o muro trabalha como contenção do aterro dos encontros da ponte ou do viaduto, e também como fundação da obra de arte.

5 Materiais

a) A terra armada utiliza, além do material selecionado de aterro, elementos pré-fabricados, que são:

I. Armadura;

II. Escama; e

III. Acessórios complementares.

b) A escama é o acabamento externo do maciço, constituído por paramentos ou peças moldadas de concreto.

c) A armadura é uma peça metálica linear que trabalha por atrito com o solo de aterro e responsável pela maior parte da resistência interna à tração do maciço, devendo apresentar as seguintes qualidades:

I. Suficiente resistência à ruptura;

II. Pequena deformabilidade sob cargas de serviço;

III. Adequado coeficiente de atrito com o material de aterro;

IV. Flexibilidade suficiente para não limitar a deformabilidade vertical do maciço em terra armada e proporcionar facilidade construtiva; e

V. Durabilidade suficiente.

d) As escamas têm função estrutural secundária, sendo responsáveis pelo equilíbrio das tensões da periferia próxima ao paramento externo. Constituem-se de placas moldadas de concreto, armado ou não, mantendo entre si juntas abertas para drenagem e articulação das peças.

e) Os acessórios complementares são constituídos por:

I. Dispositivo de ligação escama-armadura;

II. Tala de emenda de armaduras;

III. Junta entre as escamas;

IV. Parafuso;

V. Chumbador, para içamento das escamas, permitindo seu manuseio e montagem; e

VI. Sistema de pino e furo vertical, para permitir flexibilidade horizontal e movimento diferenciado entre escamas.

6 Execução

a) A tecnologia da terra armada caracteriza-se pela simplicidade e rapidez de construção. A maior parte da atividade construtiva concentra-se por trás do paramento, sem andaimes e sem interferências externas.

b) O solo de fundação deve ser objeto de reconhecimento, essencialmente por meio de sondagens a percussão e extração de amostras. O espaçamento dos furos de sondagem deve ser determinado de modo a configurar o perfil geotécnico do terreno.

c) Na hipótese de utilização de material de aterro pouco permeável, ou onde houver surgimento

significativo de água, devem ser previstos dispositivos que garantam drenagem adequada, sem carregamento de finos que possa comprometer a estabilidade do maciço.

d) O equipamento previsto, além daquele usual de terraplenagem, constitui-se de compactador manual, para a faixa situada a menos de 1m do paramento, e de guindaste de 2t, para o transporte das escamas.

e) A montagem é antecedida pela execução de soleira de concreto simples para fins de nivelamento e regularização do primeiro nível de escamas.

f) A construção da terra armada segue, então, a seguinte sequência:

I. Execução da primeira linha dos painéis de revestimento - escamas - sobre a soleira;

II. Fixação de uma camada de armaduras;

III. Lançamento da primeira camada de aterro, até o primeiro nível de armaduras;

IV. Espalhamento e compactação da primeira camada de aterro selecionado sobre o primeiro nível de armaduras;

V. Compactação da camada e aparafusamento das armaduras; VI - colocação das juntas verticais e horizontais;

VI. Montagem de nova linha de escamas, prosseguindo com o aterro e compactação, até o ponto onde deve ser instalado o segundo nível de armaduras; e

VII. O processo se repete até o topo, na altura prevista para o maciço.

7 Controle

7.1 Do aterro

a) Previamente à montagem, pelos resultados dos estudos geotécnicos, o material de aterro será submetido à aprovação da INFRA S.A..

b) A seleção dos materiais de aterro deve atender a critérios geotécnicos, químicos e eletroquímicos, de acordo com o preconizado no subitem 5.2.1 da norma NBR 9286, da ABNT.

c) O material do aterro pode ser solo natural ou de origem industrial, não devendo conter terra vegetal nem detritos domésticos.

7.2 Da escama

a) As escamas devem apresentar resistência compatível com as hipóteses de cálculo estrutural atribuídas às mesmas, como preconizado no subitem 5.2.3.1 da norma NBR 9286, da ABNT.

b) Deve-se evitar aceleradores de pega ou aditivos nocivos à galvanização das ligações integrantes das escamas.

c) O concreto utilizado deve ser ensaiado segundo a norma NBR 5739, da ABNT.

7.3 Da armadura e ligação

- a) As características mecânicas destes componentes são confirmadas por ensaio de tração, conforme as normas NBR 9286 e 6152, da ABNT.
- b) No que diz respeito à zincagem, deve-se observar as prescrições da norma NBR 6323, da ABNT.

7.4 Dos acessórios

- a) As juntas verticais são preenchidas com espuma de poliuretano de célula aberta ou outro material equivalente, que atue como filtro.
- b) As juntas horizontais são constituídas de aglomerado de partículas de cortiça.
- c) Os parafusos devem atender ao ensaio previsto na norma DIN 934.

8 Manejo ambiental

- a) Durante a execução da obra, devem ser preservadas as condições ambientais, com a exigência, entre outros, dos seguintes procedimentos:

I. O desmatamento e destocamento devem obedecer rigorosamente aos limites estabelecidos no projeto, sendo evitados acréscimos desnecessários, com a precaução de não expor os solos e taludes naturais à erosão;

II. Na operação de limpeza, a camada vegetal deve ser estocada, sempre que possível, para o futuro uso da recomposição vegetal do talude;

III. Não é permitida a queima do material removido;

IV. Todo o material excedente de escavação ou sobras, devem ser removidos das proximidades da obra, devendo ser transportado para local pré-definido em conjunto com a fiscalização, sendo vedado seu lançamento na faixa de domínio, nas áreas lindeiras, no leito de rios e em quaisquer outros locais onde possam causar prejuízos ambientais;

V. O tráfego de máquinas e funcionários deve ser disciplinado de forma a evitar a abertura indiscriminada de caminhos e acessos, pois acarretaria desmatamento desnecessário;

VI. A área afetada pelas operações de construção deve ser recuperada mediante a limpeza do canteiro de obras, devendo ainda ser efetuada sua recomposição ambiental; e

VII. Durante o desenvolvimento da obra deve ser evitado o tráfego desnecessário de veículos e equipamentos por terrenos naturais de modo a evitar a sua desfiguração.

- b) Além destas, devem ser observadas, no que couber, as disposições das Normas Ambientais da INFRA S.A. (NAVAS).

9 Critério de medição

A medição dos serviços de construção da terra armada é efetuada da seguinte forma:

- a) Aterro de elevação conforme densidade de fitas metálicas especificada em projeto: em m³;
- b) Muro de escama nos seguintes intervalos de altura: até 4 metros, de 4 a 6 metros, 6 a 8 metros, 8 a 10 metros e 10 a 12 metros (inclusive confecção e montagem das escamas e escoramentos necessários): em m²;
- c) Para casos específicos de muros que excedam o intervalo de 10 a 12 metros de altura, será desenvolvido estudo particular para sua remuneração em m²; e
- d) Soleira e outros elementos de concreto: em m³ segundo resistência característica.