

Especificações Técnicas de Projetos Estruturais Padronizados para construção de Passagens de Veículos Rodoviários (TB-45)

1- Introdução

Estas especificações técnicas referem-se à elaboração dos Projetos Estruturais Padronizados para dimensionamento das armaduras, caracterização geométrica e demais definições de fabricação das Galerias Celulares Pré-fabricadas Industrialmente, também conhecidas como “Aduelas”, utilizadas para a construção de passagem de veículos rodoviários sobre córregos (“pontes padronizadas”), com as seguintes definições:

1.1- Seções transversais: retangulares (quadradas) fechadas e monolíticas com as seguintes dimensões internas:

- 1,50 x 1,50 m
- 2,00 x 2,00 m
- 2,50 x 2,50 m
- 3,00 x 3,00 m

1.2- Alturas de aterro sobre a laje superior:

- de 0,50 a 1,00 m
- de 1,00 a 2,50 m
- de 2,50 a 5,00 m

1.3- Sobrecarga Acidental ou Carga Móvel: Rodoviária proveniente do TB-45

1.4- Classe de Agressividade Ambiental: Classe III (Forte) com os seguintes parâmetros:

- Concreto Estrutural com Fck maior ou igual a 30 MPa
- Cobrimento nominal das armaduras = 40 mm
- Fator água/cimento máximo de 0,47
- Consumo mínimo de cimento = 330 Kg/m³ de concreto

Muros de Ala

Para facilitar e dar agilidade e praticidade a este Projeto de Padronização decidiu-se adotar os Muros de Ala já padronizados pelo DNIT em seu “Álbum de Projetos – Tipo de dispositivo de drenagem,” publicado pelo IPR – Instituto de Pesquisas Rodoviárias – Publicação 736.

2- Principais Normas de Referência

- ABNT NBR 15396 – “Aduelas (galerias celulares) de concreto armado – Requisitos e métodos de ensaios”
- ABNT NBR 6118 – “Projeto de estruturas de concreto – Procedimento”
- ABNT NBR 12655 – “Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento”

3- Metodologia empregada no Dimensionamento Estrutural

O modelo de cálculo utilizado corresponde a um pórtico plano, composto por “n” elementos finitos, apoiado elasticamente no solo. A reação do solo na base das aduelas é simulada pelo efeito de molas fictícias, que são consideradas aplicadas nos nós, gerados pelo programa, que dependem do número de divisões determinadas pelo usuário.

O valor do módulo de reação utilizado no cálculos corresponde a um solo de média resistência de 25 MPa/m.

O cálculo da estrutura é iterativo e em todos os pontos em que houver tração nas molas fictícias, estas são retiradas da estrutura, que é novamente calculada. Esta operação é repetida até que todas as molas fictícias estejam comprimidas. Este programa faz esta iteração automaticamente.

As armaduras principais são calculadas conforme hipóteses da NBR 6118, dimensionadas para seção retangular submetida à flexão composta com grande excentricidade (flexo-compressão), levando-se em consideração a utilização de dois tipos de aço: CA-60 (telas soldadas) e CA-50 (barras).

As armaduras são calculadas nas seguintes posições:

- meio da laje de cobertura
- cantos superiores
- meio das paredes verticais

Galerias Celulares Pré-fabricadas Industrialmente (Aduelas)

- cantos inferiores
- meio da laje inferior

Para a determinação das situações críticas são feitas as análises para as seguintes combinações:

- Carregamento simétrico com pressão vertical máxima e pressão horizontal mínima.
- Carregamento simétrico com pressão horizontal máxima e pressão vertical mínima.
- Carregamento simétrico com pressão vertical máxima e pressão horizontal máxima.

Neste dimensionamento estrutural não estão sendo considerados os efeitos de arqueamento do solo, nem favoráveis ou desfavoráveis ao dimensionamento das armaduras. Também não estamos considerando uma possível redistribuição de esforços decorrentes de uma situação de fissuração do concreto tracionado em níveis baixos de solitação ou plastificação do concreto ou armadura em níveis mais altos. Não está sendo considerada a não-linearidade dos elementos que compõe o modelo estrutural adotado (pórtico plano constituído por “n” elementos finitos).

Para as verificações do Estado Limite Último por momento fletor e por força cortante, consideram-se os coeficientes de ponderação para combinação normal de carregamentos, conforme valores indicados abaixo:

Para a situação de Efeito Desfavorável		Para a situação de Efeito Favorável	
Peso Próprio	1,30	Peso Próprio	1,00
Ação do solo	1,35	Ação do solo	1,00
Ação da carga móvel	1,50	Ação da carga móvel	-----
Ação da água	1,20	Ação da água	-----

4- Classe de agressividade ambiental (CAA)

Na falta de definição do cliente será adotada a Classe de agressividade ambiental III – Agressividade Forte – Grande risco de deterioração da estrutura. Desta forma, visando a durabilidade das peças e em atendimento a esta Classe de Agressividade Ambiental, foram adotados os seguintes parâmetros:

- Relação água/cimento em massa menor ou igual a 0,47
- Concreto estrutural com F_{ck} maior ou igual a 30 MPa
- O concreto a ser utilizado deverá ser inerte à reações álcalis-agregado

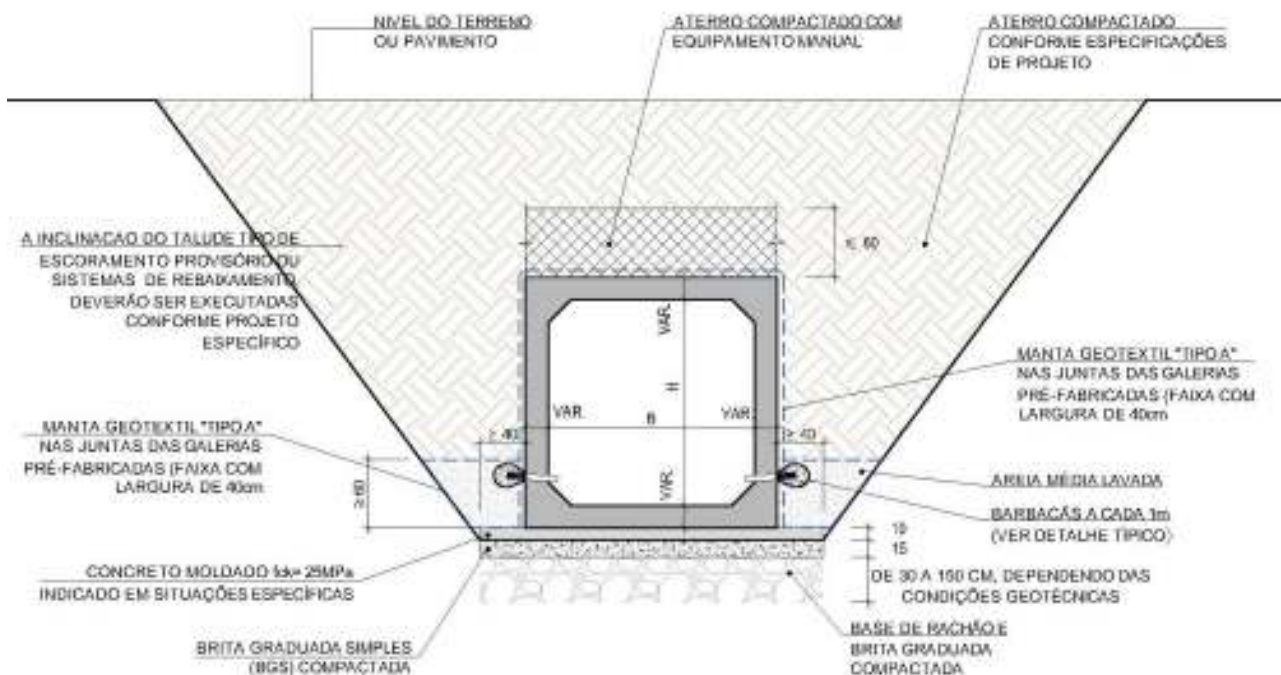
Galerias Celulares Pré-fabricadas Industrialmente (Aduelas)

- Cobrimento nominal das armaduras igual a 40 mm
- Abertura máxima de fissura para a combinação frequente de ações menor ou igual a 0,3 mm
- Na constatação da presença de contaminação por esgoto sanitário, todas as peças deverão ser fabricadas com cimentos resistentes a sulfatos (Cimento RS)

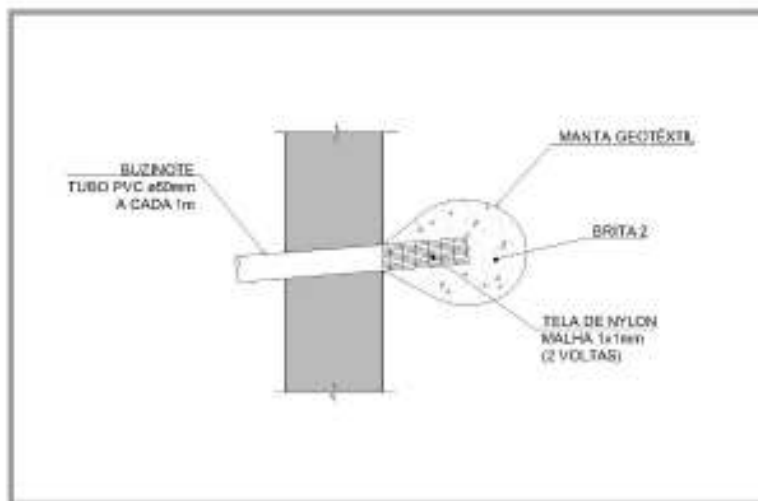
5- Presença do lençol freático

Na constatação da presença do lençol freático próximo à laje superior das Aduelas, devem ser executados drenos de alívio das pressões hidrostáticas nas paredes verticais, conforme detalhado em projeto, para prevenção dos possíveis efeitos de flutuação das peças.

- Para situações atípicas, fazer a verificação da possibilidade de flutuação, onde o coeficiente global de segurança deverá ser maior ou igual a 1,10.



ESPECIFICAÇÃO DRENOS / Sem escala



ESPECIFICAÇÃO BARBACÃS / Sem escala

6- Definições Geotécnicas

- Na falta de definição geotécnica específica, o terreno de fundação deve ser compatível para tensão admissível conforme tabela abaixo. A liberação deve ser feita por técnico especializado, aprovada pela fiscalização.

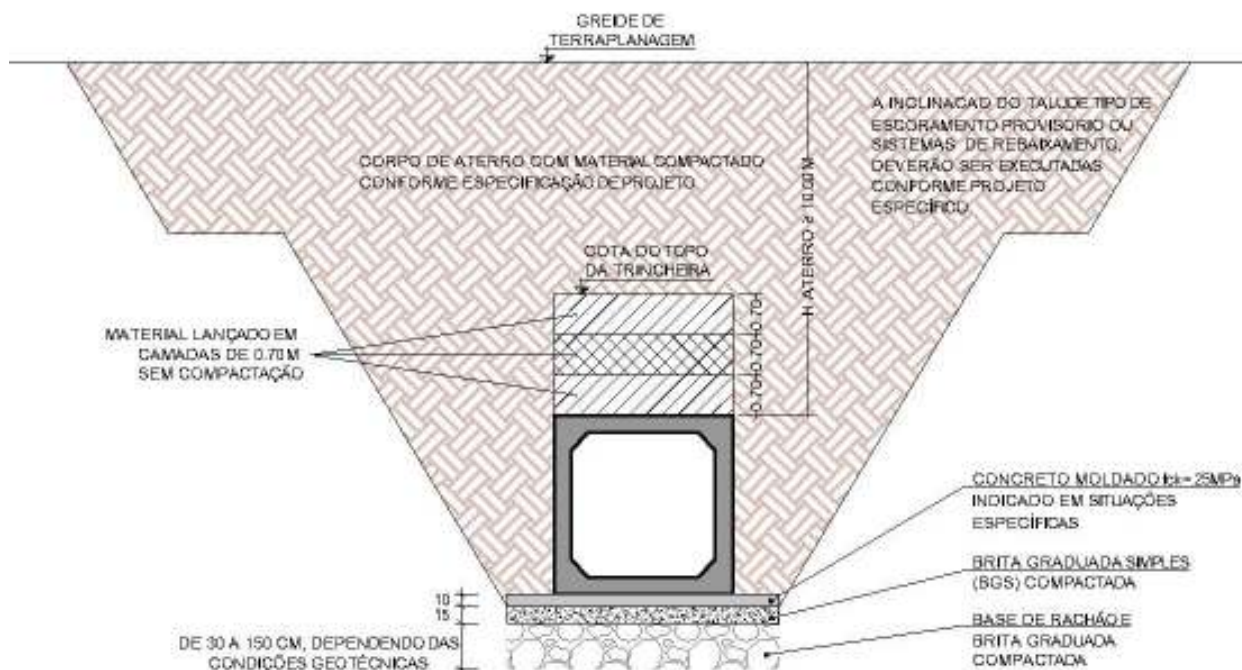
Aterro(m)	Tensão Admissível (Kgf/cm ²)
Até 05,00	1,0
Até 10,00	2,0 (não aplicável nesta padronização)
Até 15,00	3,0 (não aplicável nesta padronização)
Até 20,00	4,0 (não aplicável nesta padronização)
Até 25,00	5,0 (não aplicável nesta padronização)

- A execução do aterro sobre a laje superior das Aduelas deverá ser feita por equipamento de menor porte, como os compactadores manuais. Somente após os 50 cm é que fica liberada a utilização de equipamento de compactação auto propelido. Recomenda-se não utilizar os efeitos vibratórios dos equipamentos até uma altura mínima de aterro de 2,00 metros. As orientações técnicas de execução do aterro, especificadas em projeto, deverão ser respeitadas. Para situação de aterro sobre a laje superior das Aduelas menor que 0,50 m, recomenda-se a execução de laje de concreto armado moldada "in loco", com espessura mínima de 15 cm, para travamento das peças.

- Para as situações de grandes alturas de aterro sobre a laje superior (aterros maiores que 10 metros) recomenda-se executar os dois primeiros metros do aterro sobre as

Galerias Celulares Pré-fabricadas Industrialmente (Aduelas)

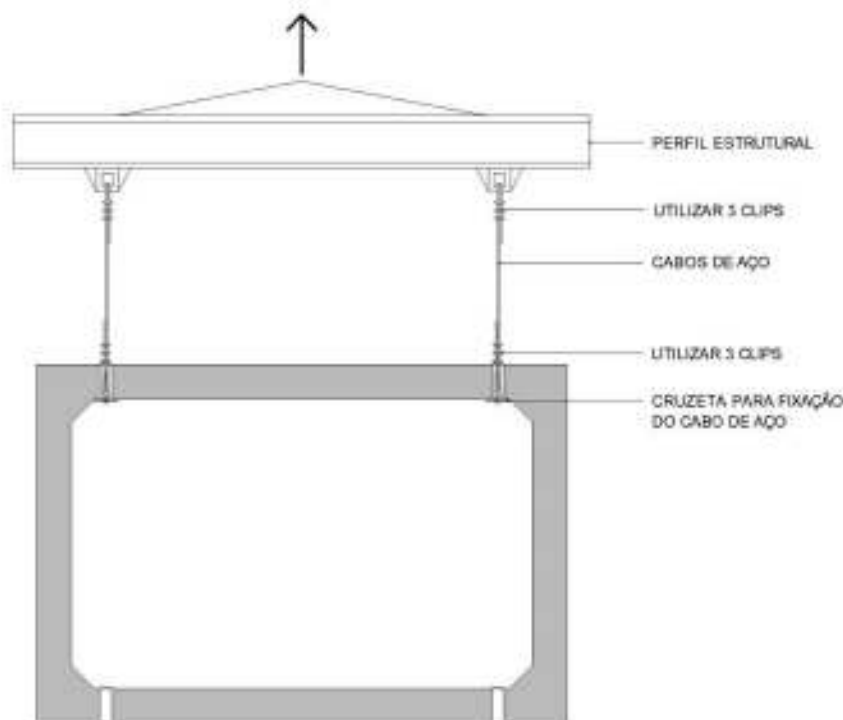
peças com material apenas lançado e não compactado, para obtenção de uma distribuição de cargas mais favorável. Os aterros laterais às peças devem ser muito bem compactados, com controle desta compactação se possível. (não aplicável nesta padronização).



ESPECIFICAÇÃO GRANDES ATERROS / Sem escala (não aplicável para este caso de padronização)

- A base (“berço”) para assentamento das peças deve ser projetada por engenheiro especialista, que deverá levar em consideração os estudos geotécnicos do solo local e as alturas do aterro sobre a laje superior das peças, considerando-se que possuem o sistema de encaixe do tipo macho-fêmea, fazendo com que a estrutura seja reticulada no sentido longitudinal e não devem apresentar riscos de desencaixe do “sistema macho-fêmea”.

7- Sugestão para manuseio das peças



ADUELA MONOLÍTICA / Sem escala

8- Considerações Gerais

8.1- As faces internas deverão ser executadas com formas planas e perfeitamente alinhadas, para redução da rugosidade e ganho de desempenho hidráulico.

8.2- As lajes superiores devem ser devidamente identificadas e atentar para não inverter a posição da galeria durante a fase de assentamento, pois as armaduras das lajes superior e inferior são diferentes.

8.3- Os furos de içamento e assentamento das peças estão posicionados na laje superior e deverão ser fechados com “graute”; Os demais furos deverão seguir as orientações específicas em cada projeto.

8.4- Recomenda-se que todas as aduelas sejam rejuntadas interna e externamente com argamassa de areia e cimento, sendo obrigatório adotar a utilização de manta geotextil

Galerias Celulares Pré-fabricadas Industrialmente (Aduelas)

sobre o rejunte externo evitando-se o carreamento do solo por eventuais fugas de líquido interno (vide detalhe no projeto).

8.5- Na verificação estrutural durante a fase de manuseio das peças, foi admitido o concreto estrutural com F_{ck} mínimo de 20 MPa.

8.6- O ensaio para controle de resistência do concreto deve ser realizado por compressão axial de corpos de prova cilíndricos, que devem ser moldados durante o processo de fabricação das peças, com adensamento similar ao utilizado no processo de fabricação das Aduelas. Não é permitida a extração de corpos de prova de Aduelas já fabricadas e/ou assentadas como programa regular de controle da resistência para fins de aceitação ou rejeição das peças.

8.7- Para as aduelas assentadas em linhas duplas ou triplas, é importante que as linhas de aduelas sejam separadas em 10 cm e que este espaço seja preenchido com concreto magro ($F_{ck} = 10$ Mpa), para garantia do confinamento lateral entre as peças, condição para a garantia da hipótese de cálculo adotada no dimensionamento estrutural.

8.8- Observar que para as situações de assentamento em linhas duplas ou triplas e dependendo das alturas de aterro sobre a laje superior, deverão também ser posicionados estribos (armadura transversal) nas paredes verticais (vide detalhe).

8.9- Todas as galerias celulares são fabricadas em conformidade com a NBR 15.396 – “Aduelas (galerias celulares) de concreto armado pré-moldadas - Requisitos e Métodos de Ensaio” da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

8.10- Para situações não previstas em projeto ou alterações significativas de utilização, consultar o responsável técnico pelo projeto executivo.

9- Responsável Técnico pelo Projeto Estrutural

Eng. Alírio Brasil Gimenez – CREA: 060.139.8699 - Responsável Técnico