



MUNICÍPIO DE JACUÍ/ MINAS GERAIS

"JACUÍ A MÃE DO SUDOESTE MINEIRO"

CNPJ: 18.186.056/0001-48

Gabinete da Prefeita

Praça Presidente Vargas, nº 72 – Centro – Jacuí/MG – CEP: 37.965-000
Tel.: (35) 3593-1260 - E-mail: gabinete@jacui.mg.gov.br / convenios@jacui.mg.gov.br

Jacuí, 29 de junho de 2022.

Ofício/Gab. Pref. n.º: 091/2022

Prezado Vereador,

Venho, através do presente, cumprimentar Vossa Senhoria e, em resposta ao Ofício n.º 045/2022 informar que a presente solicitação foi encaminhada ao Setor responsável e a resposta segue em anexo.

Aproveito o ensejo para reiterar-lhe minha respeitosa consideração.

Atenciosamente,

Maria Conceição dos Reis Pereira
Prefeita Municipal

Exmo. Sr.
PAULO ANTÔNIO SOARES
Nobre Edil da Câmara Municipal de Jacuí-MG
Nesta

MEMORIAL DESCRIPTIVO

1.0) PROJETO BÁSICO

O canal foi projetado com estrutura composta por um sistema misto de aduelas de seção transversal moldada in loco integrada com telha forma colaborante como mesoestrutura, conforme projeto estrutural anexo, **não sendo permitido alterações**. Foi elaborado o projeto que deverá ser cumprido, detalhando toda a estrutura do canal com respectivos acabamentos e placas de sinalização.

Conforme foi avaliado e projetado todo o canal é a melhor solução para os problemas de ordem estrutural que poderão afetar e interferir diretamente nas questões de segurança para o tráfego, bem como para a durabilidade da estrutura, desta forma será exigido, limitado a carga máxima e fiscalizado o cumprimento rigoroso do projeto e sistema construtivo apresentado. É integrante da Planilha Orçamentaria, a contratação de equipamentos de segurança das obras e equipes envolvidas, tais como Contêiner, com período de construção de 120 (cento e vinte) dias uteis, com objetivo de abrigar objetos da obra e com banheiros, etc. **Não sendo permitido a estadia de funcionários ou trabalhadores (operários) no local da obra, somente com autorização na forma das leis trabalhista.**

Todos os funcionários ou trabalhadores da empresa deverão utilizar os equipamentos de segurança exigidos pela legislação trabalhista, como limitados no perímetro da obra bem como a empresa deverá apresentar todos os treinamentos nas NR's. Desta forma, a empresa deverá manter o transporte diário de operários até o local de pousada contratado.

A Fiscalização Municipal manterá a fiscalização visual e fotográfica para o cumprimento das leis e exigências trabalhistas. A empresa deverá manter um profissional da engenharia no período diário de trabalho de forma integral, sendo de responsabilidade total da empresa, a segurança e manutenção do profissional de engenharia no local. Ao ausentar deverá passar a responsabilidade para o mestre de obras autorizado ou engenheiro substituto. Deverá ser mantido na obra placa indicativa da empresa contratada, conforme normas do CREA/MG. No período noturno deverá manter sinalização do entorno da obra com lâmpadas indicativas e de segurança, garantindo também a segurança do responsável noturno.

O não cumprimento de qualquer exigência acima trará penalidade para empresa na forma da lei. A obra deverá manter o perímetro de segurança limitado e iluminado, com geradores adequados.

2.0) SISTEMA CONSTRUTIVO

O sistema construtivo do projeto deve ser executado dentro dos padrões detalhados do projeto estrutural e demais necessários ao bom desenvolvimento da obra, **não sendo aprovado nenhuma alteração técnica**, sendo a execução explicativa na planilha orçamentária e memorial descritivo. Após execução das aduelas de seção transversal U moldada in loco no levantamento técnico e planilha orçamentária, conferência dos itens, execução de todo serviço de dobras, formas e concretagem e finalmente com aprovação da fiscalização, será iniciado a segunda etapa, compreendendo o Sistema de Execução da Laje Mista com concreto armado e fôrmas estruturais metálicas.

2.1) ADUELAS DE SEÇÃO TRANSVERSAL ABERTA “U” E COM CONCRETO ARMADO MOLDADA IN LOCO

As aduelas de seção transversal aberta de concreto armado moldadas in loco são elementos em forma de U, com ou sem mísulas internas nos cantos. Estes elementos, colocados justapostos, são utilizados na canalização de córregos ou na drenagem de águas pluviais.

As ações que podem atuar nas aduelas de seção aberta são:

- a) peso próprio;
- b) empuxos laterais produzidos pelo solo;
- c) pressões de água de dentro para fora e de fora para dentro do canal;
- d) empuxos laterais produzidos por sobrecargas na superfície;
- e) empuxos laterais produzidos por equipamento de compactação durante a execução do aterro

2.1.1) DIMENSIONAMENTO DE ADUELAS DE SEÇÃO TRANSVERSAL ABERTA “U”

PRESSÕES COM TERRAPLENO HORIZONTAL

Os valores do peso específico do solo e do coeficiente de empuxo do solo podem ser adotados com base na NBR 7187:2003 Projeto de pontes de concreto armado e de concreto pretendido, que estabelece o empuxo de terra nas estruturas é determinado de acordo com os princípios da mecânica dos solos, em função de sua 3 natureza (ativo, passivo ou de repouso), das características do terreno, assim como das indicações dos taludes e dos paramentos. Como simplificação, pode ser suposto que o solo não tenha coesão e que não haja atrito entre o terreno e a estrutura, desde que as solicitações assim determinadas estejam a favor da segurança. O peso específico do solo úmido deve ser considerado no mínimo igual a 18 kN/m³ e o ângulo de atrito interno no máximo igual a 30º. Os empuxos ativos e de repouso devem ser considerados nas situações mais desfavoráveis. Como esquematizado na Figura 01.

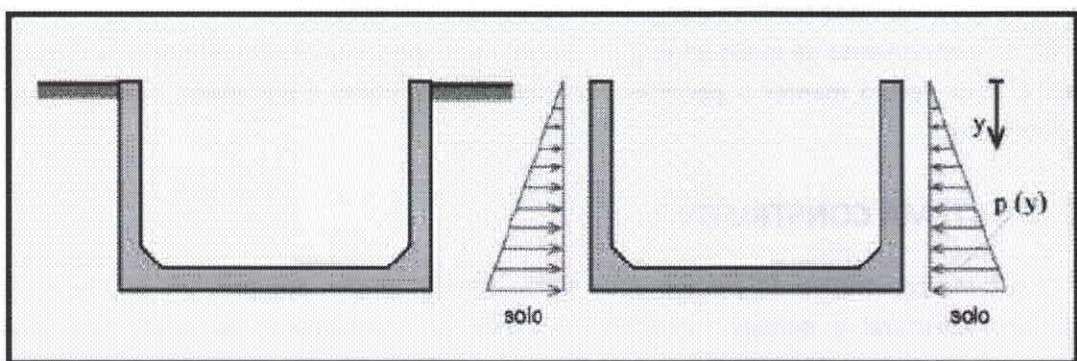


Figura 01

Na consideração das pressões de água nas paredes do canal fez-se as seguintes hipóteses:

- a) existe sistema de drenagem eficiente junto às paredes externas do canal, e neste caso, não se considera pressão de água de fora para dentro,
- b) não existe esse sistema de drenagem e, neste caso, dever-se-á considerar a pressão do solo submerso.

Por ser mais comum foi feito o projeto de canais, como de muros de arrimo, considerando a primeira hipótese. Naturalmente, neste caso foi feito o sistema de drenagem junto às paredes externas do canal. Como esquematizado na Figura 02.

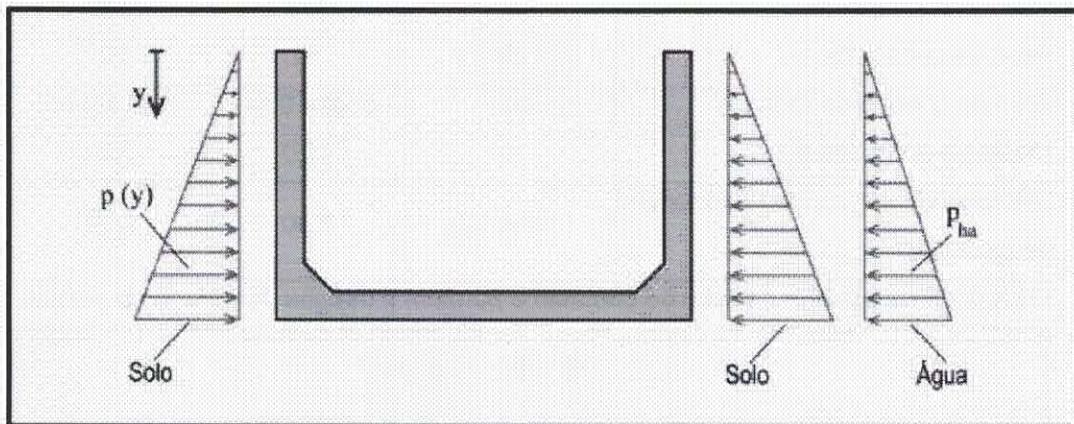


Figura 02

SOBRECARGAS RODOVIÁRIAS

Para as sobrecargas provenientes do tráfego rodoviário podem-se adotar as mesmas forças empregadas nos projetos das pontes. No Brasil, as cargas para o projeto de pontes são regulamentadas pela NBR-7188, que divide as pontes rodoviárias em três classes, discriminadas a seguir:

- Classe 45: na qual a base do sistema é um veículo-tipo de 450 kN de peso total;
- Classe 30: na qual a base do sistema é um veículo tipo de 300 kN de peso total;
- Classe 12: na qual a base do sistema é um veículo tipo de 120 kN de peso total.

As pontes Classe 12 correspondem a situações com passagem restrita de veículos leves. Normalmente, este caso é reservado apenas para situações particulares. Assim empregou-se as Classes 45 e 30. Na Tabela 01 apresenta-se o peso do veículo e os valores das forças distribuídas q e q' para pontes de Classes 45 e 30. A força distribuída q leva em consideração a ação de outros veículos mais afastados das zonas onde as forças produzem maiores esforços solicitantes. Já a força q' corresponde a sobrecargas nos passeios.

Classe da Ponte	Veículo-Tipo Peso Total (kN)	Forças Uniformemente Distribuídas	
		q (em toda a pista) kN/m ²	q' (em toda a pista) kN/m ²
45	450	5	3
30	300	5	3

Tabela 01

Considerando apenas o veículo-tipo, tem-se para as Classes 45 e 30 um conjunto de três eixos com duas rodas cada, o que resulta em seis rodas com o mesmo peso. Como esquematizado na Tabela 02.

Item	Unidades	Tipo 45	Tipo 30
Quantidade de eixos	Eixo	3	3
Peso total do veículo	kN	450	300
Peso de cada roda	kN	75	50
Área de contato da roda (1)	m^2	0,20 x 0,50	0,20 x 0,40
Distância entre eixos	m	1,50	1,50
Distâncias entre centros das rodas de cada eixo	m	2,00	2,00

(1) A dimensão 0,20m da área de contacto é paralela à direção do tráfego do veículo

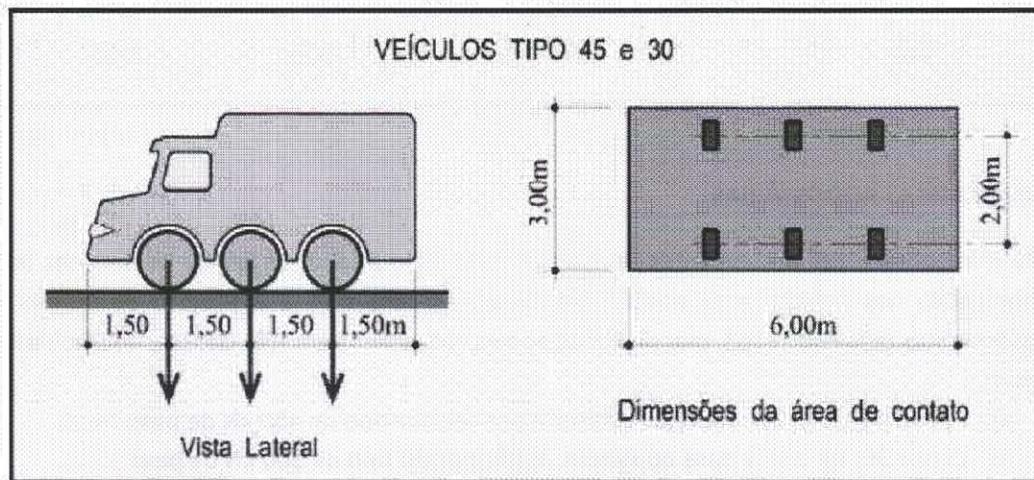


Tabela 02

Assim como em outras estruturas, foi necessário levar em consideração que os veículos atuam de forma dinâmica. Na falta de análise mais rigorosa, este efeito é levado em conta multiplicando as cargas por um coeficiente de impacto. Na falta de informações específicas, fez-se o uso dos valores da Tabela 03 abaixo, que é uma adaptação dos valores para tubos enterrados.

Distância da roda à parede do canal (m)	ϕ
$\leq 0,30$	1,3
$\leq 0,60$	1,2
$\leq 0,90$	1,1
$> 0,90$	1,0

Tabela 03

2.1.2) DIMENSIONAMENTO DA ARMADURA E DO CONCRETO DAS ADUELAS

O concreto deve ser dosado para ter características compatíveis com o processo de execução da aduela e deve ser objeto de controle de qualidade adequado à produção de componentes realizados in-loco. Um dos aspectos que deve ser considerado na dosagem do concreto é a durabilidade, em função das condições do uso do elemento. O concreto das aduelas deve atender as especificações do projeto de norma 18:600- 6-002:2005 que estabelece a relação

água/cimento não superior a 0,50 e o consumo mínimo de cimento de 250 kg por metro cúbico de concreto.

A utilização de tela soldada apresenta uma série de vantagens para a armação de aduelas de concreto. Entre outras, estas vantagens são:

- a) Redução do tempo da mão-de-obra com o corte, dobramento e colocação e amarração da armadura, em relação ao processo convencional;
- b) Redução do consumo de aço, da ordem de 20%; devido à diferença da resistência de escoamento do aço da tela soldada com o aço da armadura CA50, normalmente empregado nos outros casos;
- c) Melhores condições de posicionamento na colocação da armação e de manutenção deste posicionamento durante o processo de moldagem;
- d) Boas condições de aderência devido à armadura transversal soldada, tanto com fios lisos como com fios corrugados, o que possibilita melhores condições de atendimento ao estado limite de fissuração inaceitável;
- e) Melhor acabamento devido aos diâmetros relativamente finos dos fios empregados, de forma que as aduelas armadas com telas soldadas proporcionam paredes mais lisas.

Naturalmente, os aços para a armação das aduelas devem atender às especificações dos aços para concreto armado, conforme as normas vigentes sobre o assunto.

Uma das principais finalidades do cobrimento da armadura nas peças de concreto é a proteção química, que está relacionada com a proteção da armadura contra corrosão, e consequentemente, com a durabilidade da peça. Os fatores de maior influência na proteção da armadura contra a corrosão, tendo em vista o ataque de agentes agressivos externos, são o valor do cobrimento e a qualidade do concreto. Esta qualidade está relacionada, entre outros fatores, com a quantidade de cimento, a relação água/cimento e o adensamento do concreto.

Conforme o projeto de norma 18:600-06-002:200, o cobrimento mínimo da armadura da aduela deve ser de 30mm. No entanto, em se tratando de aplicações em ambientes com agressividade forte ou muito forte, o cobrimento deve atender aos valores prescritos na NBR 6118:2003.

O dimensionamento estrutural da aduela consistiu-se basicamente em calcular a armadura para atender aos estados limites. Normalmente, as armaduras são calculadas para o estado limite último por solicitações normais (momento fletor e força normal). Ainda com relação ao estado limite último, deve ser feita a verificação da resistência à força cortante. É necessária ainda a verificação do estado limite de fissuração inaceitável.

De acordo com a NBR 6118:2003, o dimensionamento e as verificações devem ser feitos minorando as resistências dos materiais. Os coeficientes de minoração são especificados as seguir:

- a) Coeficiente de minoração da resistência do concreto – 1,4 em geral
- b) Coeficiente de minoração da resistência do aço – 1,15 em geral. Se for empregado um controle rigoroso no processo de produção da aduela, o coeficiente de minoração da resistência do concreto pode ser reduzido para 1,3.

O cálculo da armadura é feito nas seguintes posições:

- a) Canto inferior e
- b) Meio da laje de fundo.

Na Figura 03 abaixo estão representadas estas posições.

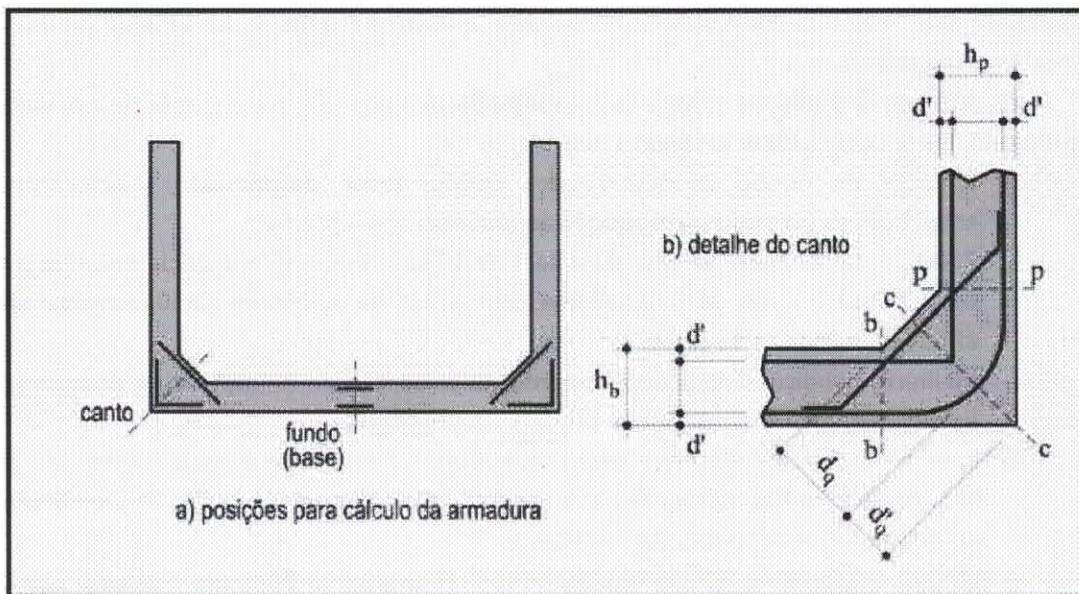


Figura 03

A altura útil da armadura nas paredes laterais e na laje de fundo pode ser estimada em função do cobrimento. O valor recomendado para esta estimativa é espessura destes elementos menos 35mm ($d'=35\text{mm}$). Nos cantos das aduelas, a altura útil da armadura sofre uma significativa mudança, conforme está mostrado na Figura 03. Desta forma, na quina da aduela são analisadas três seções: seção pp, seção cc e seção bb. Nas seções pp e bb, as alturas úteis da armadura coincidem com as alturas úteis da laje de fundo e da parede lateral, estimadas com $d'=35\text{mm}$. Na seção cc, a altura útil pode ser estimada com a altura total considerando a mísula e $dq'=70\text{mm}$. A armadura nos cantos é a maior das obtidas da análise das três seções

A armadura é constituída de telas soldadas e, se necessário, complementadas com barras de aço. As telas soldadas dispostas na face interna são retas e as telas soldadas dispostas na face externa são em forma de U e L, transpassando nos cantos e se estendendo até $\frac{1}{4}$ do vão da laje (laje de fundo ou parede lateral). Desta forma, as seções de aço nos cantos correspondem à soma de duas telas. As barras, quando necessárias, são empregadas na forma reta, na face interna ou face externa, no meio dos vãos da laje (laje de fundo ou parede lateral), ou na forma 20 de L no lado externo dos cantos. O arranjo da armadura incluiu ainda barras nas faces internas dos cantos. Como pode ser analisado na Figura 04.

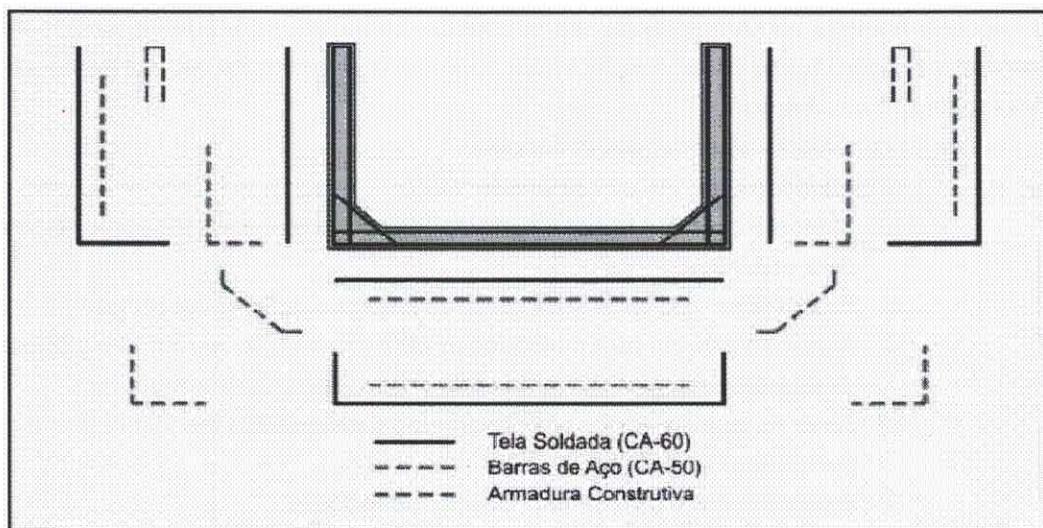


Figura 04.

O cálculo da armadura principal das aduelas foi feito de acordo com as hipóteses de cálculo da NBR 6118:2003 para solicitações normais. Este assunto é tratado por um grande número de publicações sobre o projeto de estruturas de concreto armado.

Na elaboração dos algoritmos de cálculo da armadura do programa foram empregadas as indicações para o dimensionamento de seção retangular submetidas à flexão composta com grande excentricidade, apresentadas em FUSCO, adaptando a formulação para possibilitar o emprego de armaduras com dois tipos de aço (CA-60 das telas e CA-50 das barras).

No cálculo das áreas de aço nas seções especificadas na seção adotou-se a seguinte estratégia:

- Cálculo da armadura mínima, nas faces internas e faces externas, no meio do vão da laje;
- Escolha das telas soldadas para atender a armadura mínima;
- Cálculo da armadura adicional, para atender as solicitações;

O cálculo das áreas das armaduras adicionais é feito de forma iterativa objetivando ajustar as armaduras interna e externa a atender às solicitações.

2.1.3) DIMENSIONAMENTO DE FÔRMAS DE MADEIRA PARA ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

De modo breve, pode-se definir a fôrma como um item auxiliar para moldar e dar geometria ao concreto armado, com uma função básica de suportar o concreto fresco até que ele possa se auto suportar. Já o escoramento compreende todos os elementos que servem de suporte provisório, com função de apoiar integralmente o sistema de fôrmas.

Utilizadas desde o início da história do concreto armado, as fôrmas constituem um conjunto de elementos que permitem dar forma a estrutura. Portanto, ela é uma estrutura provisória e deve atender algumas condições para que sua montagem e desfôrma garantam a modelagem projetada.

De certa maneira, as fôrmas ainda são entendidas como um item auxiliar para moldar o concreto armado, tendo como função básica suportar o concreto no estado fresco até seu estado de endurecimento.

Características básicas, algumas das atribuições:

- a) Moldar o concreto no seu estado fresco;
- b) Manter o concreto fresco e sustentá-lo até que tenha resistência suficiente para se auto sustentar;
- c) Proporcionar à superfície do concreto a textura definida em projeto
- d) Ajudar no suporte para o posicionamento da armação, permitindo a colocação de espaçadores, garantindo o cobrimento necessário da armadura;
- e) Servir de suporte para o posicionamento de elementos das instalações e outros itens embutidos;
- f) Proteger o concreto contra choques mecânicos; e
- g) Garantir estanqueidade para que não haja perda de água do concreto, facilitando a cura.

A Desforma do sistema, somente poderá ocorrer quando o concreto atingir o endurecimento capaz de suportar os esforços que nele atuarem. Os prazos para remoção do sistema de fôrmas, segundo Maranhão (2000, p. 164), são destacados na Tabela 04. Demonstrando uma variação no tempo de desforma em função do tipo de cimento utilizado no concreto, sendo que o tempo de retirada das fôrmas com a utilização do cimento ARI (alta resistência inicial) é menor, em comparação ao cimento Portland comum.

Tipos de fôrmas	Cimento Portland CP-IV	Cimento Portland CP-V (alta resistência inicial)
Paredes, pilares e faces laterais de vigas	03 dias	02 dias
Lajes de até 10cm de espessura	07 dias	03 dias
Faces inferiores de vigas com reescoramento	14 dias	07 dias
Lajes com mais de 10cm de espessura e faces inferiores de vigas com menos de 10m de vão	21 dias	07 dias
Arcos e faces inferiores de vigas com mais de 10m de vão	28 dias	10 dias

Fonte: Adaptado pelo autor com base em Maranhão (2000, p. 164).

Tabela 04

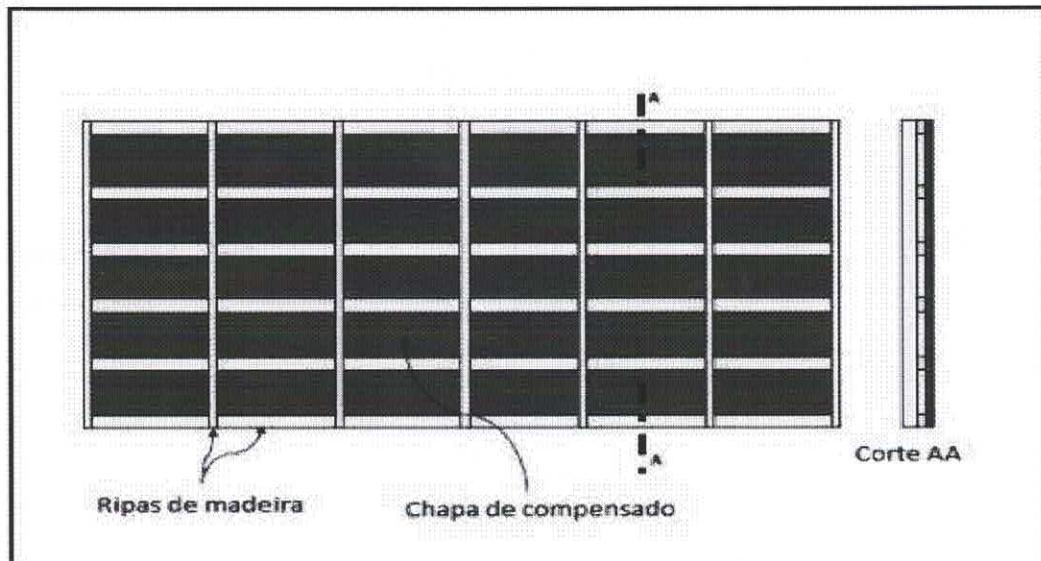
PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DA MADEIRA

As principais características físicas da madeira, importantes para o correto dimensionamento, para o controle de qualidade das fôrmas e para a utilização nas construções em geral são de acordo com Nazar (2007, p. 51):

- a) Teor de umidade;
- b) Densidade;
- c) Retratilidade;
- d) Resistência ao fogo;
- e) Durabilidade natural;
- f) Resistência química;

Ao utilizar tabuas para fôrmas das paredes das aduelas, é adequado reforçar as chapas a fim de obter um melhor rendimento pelo aumento da rigidez delas. Além do mais, como visto anteriormente é de suma importância que o concreto fresco (mole) permaneça com as

dimensões projetadas e executadas até o seu estado final (endurecido). Assim que lançado o concreto à fôrma, a mesma é submetida à pressões devidas as cargas atuantes. Basicamente o reforço dos painéis pode ser feito através de madeira (tábuas, ripas, pontaletes), peças metálicas ou sistemas mistos de peças de madeira e metálicas, conforme apresenta a Figura 05.

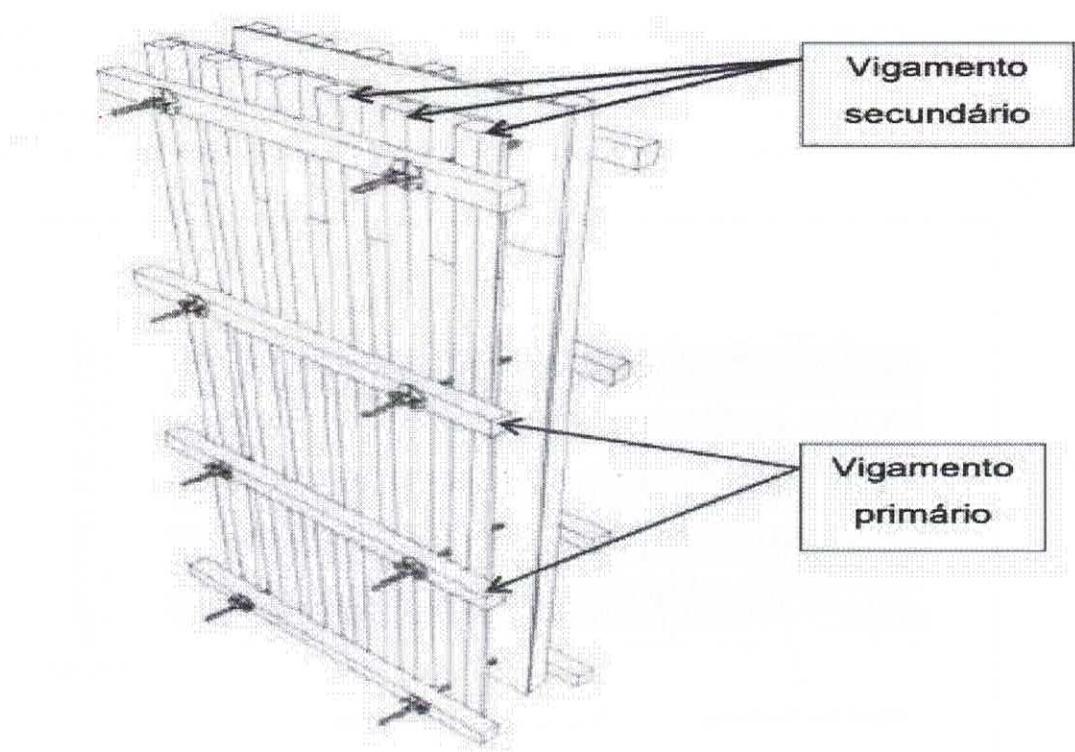


Fonte: Adaptado pelo autor com base em Hollerschmid (2015, p. 18).

Figura 05

Para o dimensionamento das fôrmas das laterais das aduelas, o principal fator é em função da altura de concretagem. De acordo com Silva (1998, p. 67), as fôrmas dos pilares compreendem desde sua base até o fundo do steel deck por ele suportada. Nas estruturas de canais com aduelas do tipo U, é adotado a concretagem, por via de regra, uma única vez, **sem reaproveitamento** deste modo, as fôrmas devem prever estas alturas de concretagem.

Especial atenção para as fôrmas verticais, que são, prumo, esquadro, verificação dos tensores, travamento dos cantos e verificação dos espaçadores. O travamento de cantos, em peças prismáticas, como no caso de fôrmas quadradas e retangulares, a pressão gerada em ambos os lados da fôrma, gera uma força resultante nos cantos, com tendência de abertura e consequentemente uma torção da estrutura. O combate a estes esforços é efetuado por travamentos das fôrmas e nos vigamentos principais, com uso de tirantes. Conforme demonstrado na Figura 06.



Fonte: SH Fôrmas (2008, p. 115).

Figura 06

MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO DE FÔRMAS PARA AS LATERAIS DE CANAIS

As etapas da metodologia adotadas para o dimensionamento do sistema de fôrmas para as laterais das aduelas seguiram os roteiros de cálculo estipulados abaixo. E relacionados a Tabela 05.

Especificação das dimensões das aduelas;

- a) Cálculo do empuxo (pressão) do concreto exercido sobre a fôrma, com auxílio de planilha eletrônica; 59
- b) Cálculo da altura hidrostática, onde se dá o valor máximo do empuxo do concreto, com auxílio de planilha eletrônica;
- c) Escolha da espessura do compensado conforme Tabela 05. Cada espessura possui diferentes propriedades físicas e mecânicas, que interferem diretamente nos resultados;
- d) Cálculo do espaçamento máximo do vigamento secundário (sarrafo posicionado no sentido vertical da fôrma), com auxílio de planilha eletrônica;
- e) Escolha das dimensões do sarrafo de estruturação (vigamento primário) posicionado no sentido horizontal da fôrma
- f) Cálculo do espaçamento máximo do vigamento primário, com auxílio de planilha eletrônica;
- g) Análise dos resultados

Compensado (mm)	Dimensões		Nº de laminas	Módulo de elasticidade (E) (kgf/cm ²)	Momento de inércia (J) (cm ⁴)	Módulo de resistência (W) (cm ³)	Tensão admissível (kgf/cm ²)
	a	b					
18	110	220	9	70949	53,46	59,40	102,00
18	110	220	7	63383	53,46	59,40	102,00
15	110	220	7	69130	30,94	41,25	85,00
15	110	220	5	69331	30,94	41,25	85,00
12	110	220	5	68990	15,84	26,40	68,00

Fonte: Adaptado pelo autor com base em Nazar (2007, p. 102).

Tabela 05

2.2) LAJES EM STEEL DECK OU TELHA FORMA COLABORANTE

A execução da laje em steel deck (Figura 07) é um processo utilizado em obras que necessitam de maior rapidez de execução, outra importância que faz diferença é a menor quantidade de armadura aplicada na laje, tornando-a mais esbelta. O manuseio e aplicação pode ser feito com auxílio de caminhão Munck ou guindaste ou manual a depender do peso próprio de cada placa e das recomendações estabelecidas pelo engenheiro de segurança, a montagem deve ser estritamente realizadas com montadores especializados e treinados em NR's de altura e trabalho a quente, inclusive para a concretagem e adensamento.

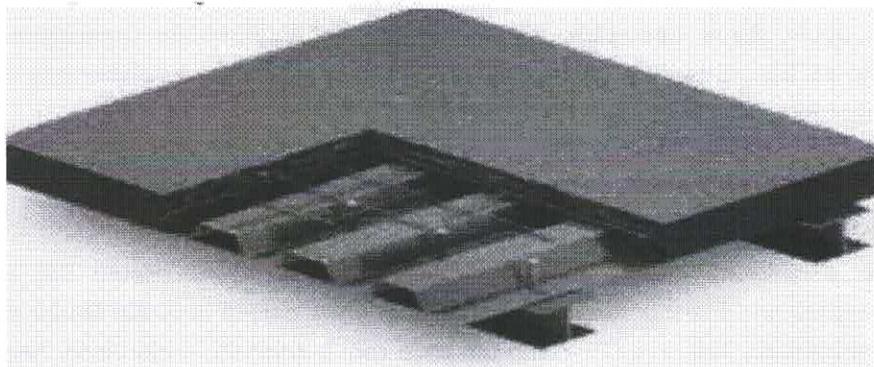


Figura 07

Toda esta estrutura alivia os escoamentos, garante a qualidade da obra a ser executada com concreto usinado de 30 Mpa, comprovado através dos ensaios.

Para a execução do projeto é obrigatório que a Empresa licitante atenda o Sistema Construtivo de Laje Mista, cumprindo as exigências de apresentar “Atestados de Capacidade Técnica emitido pelo conselho competente que fiscalizam a responsabilidade técnica das profissões”, respeitando as Normas integrantes do sistema, entre elas a NBR 6118, NBR 8800, NBR 7.008/2003, entre outras, que detalham o uso das fôrmas colaborantes e a malha anti-fissuração para concretagem.

LAJES EM STEEL DECK

Segundo a ABNT NBR 8800 o comportamento da laje com forma de aço incorporada, também conhecida como laje mista de aço e concreto, ou seja, a laje mista em questão, contém um comportamento diferenciado no sistema estrutural. Isso deve-se ao desempenho do concreto o qual atua em conjunto com a forma de aço de forma estrutural, funcionando

assim, como parte ou até toda armadura de tração da laje. Assim sendo, nesta tipologia construtiva, até o momento inicial do concreto atingir 75% da resistência à compressão especificada por projeto, a forma de aço é a principal responsável por suportar isoladamente as ações permanentes e a sobrecarga de construção.

Ainda sobre a importância do correto desempenho da forma de aço, este elemento deverá ser capaz de transmitir o cisalhamento longitudinal na interface entre o aço e o concreto, como explicita a NBR 8800, onde a qual mesmo cita: "A aderência natural entre o aço e o concreto não é considerada efetiva para o comportamento misto, o qual deve ser garantido por: ligação mecânica por meio de mossas nas formas de aço trapezoidais e ligação por meio do atrito devido ao confinamento do concreto nas formas de aço reentrantes".

A norma técnica brasileira citada insere como destaque a importância da correta da verificação de vários parâmetros construtivos para garantir o correto desempenho estrutural do elemento como a verificação da forma de aço na fase inicial, ou seja, de projeto, quanto a verificação da laje na fase final, ou seja, em sua execução.

A verificação da laje na fase final baseia-se resumidamente e de forma simplória na verificação dos estados-limites últimos e na verificação do estado-limite de serviço (fissuração do concreto e deslocamento vertical).

Para o devido conhecimento, foi explicitada a importância do elemento para o sistema e a importância da verificação do estado-limite de serviço, a qual se encontra na etapa construtiva da obra, sendo necessário então a devida e correta apuração de técnica em sua execução para o seu correto desempenho estrutural e de todo o sistema.

Sendo assim, faz-se necessário a comprovação de Atestado de Capacidade Técnica da execução da laje mista com forma de aço utilizando telha-forma colaborante atendendo e comprovando aplicação dos padrões da NBR 16.421:2015

2.2.1) DIMENSIONAMENTO DAS LAJES MISTAS STEEL DECK

Para o dimensionamento das lajes mistas tipo Steel Deck (Figura 08) se fez duas considerações principais: o dimensionamento da forma para o concreto fresco considerando as sobrecargas de obra, e a laje como um todo com o concreto endurecido. Segundo a NBR 8800 (2008, p. 211) "Na fase inicial, ou seja, antes do concreto atingir 75% da resistência à compressão especificada, a fôrma de aço suporta isoladamente as ações permanentes e a sobrecarga de construção." A partir do momento em que o concreto atinge sua resistência de projeto o sistema misto de aço e concreto começa a funcionar como um sistema monolítico. De acordo com a NBR 8800 (2008, p. 219) "Para os estados-limites últimos de lajes mistas de aço e concreto, deve-se considerar que todo o carregamento é sustentado pelo sistema misto de aço e concreto."

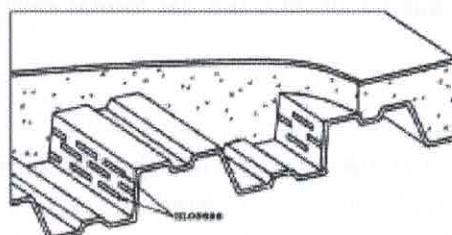


Figura 08

Para o dimensionamento, utilizou Tabela 06 pré estabelecidas por empresas brasileiras com as características da laje. No caso são as tabelas de cargas disponibilizadas pelos fabricantes, que mesclam dados tais como espessura das chapas, vãos máximos permitidos, peso próprio da laje, espessura da laje, tipo (forro ou piso).

MF-75								
	Altura total da laje	Espessura Steel	Vãos Máximos sem Escoramento				Peso Próprio	3.000
			Simples (mm)	Duplos (mm)	Triplos (mm)	Balanço (mm)		
Lajes de Piso	140	0,95	2.850	3.500	3.600	1.350	2,52	5,76
	140	1,25	3.500	4.150	4.250	1.600	2,55	8,31
	150	0,8	2.000	3.000	3.100	1.100	2,74	4,93
	150	0,95	2.650	3.400	3.500	1.300	2,75	6,33
	150	1,25	3.400	4.000	4.100	1.550	2,79	9,13
	160	0,8	1.850	2.900	3.000	1.100	2,97	5,37
	160	0,95	2.500	3.300	3.400	1.250	2,99	6,9
	160	1,25	3.250	3.900	4.000	1.500	3,02	9,95
	170	0,8	1.700	2.800	2.900	1.050	3,21	5,82
	170	0,95	2.350	3.200	3.300	1.250	3,23	7,47
	170	1,25	3.150	3.800	3.900	1.450	3,26	10,78
	180	0,8	1.550	2.750	2.850	1.050	3,44	6,26
	180	0,95	2.200	3.100	3.200	1.200	3,46	8,04
	180	1,25	3.050	3.700	3.800	1.450	3,5	11,6
	190	0,8	1.450	2.650	2.750	1.000	3,68	6,71
	190	0,95	2.100	3.050	3.150	1.200	3,7	8,62
	190	1,25	3.000	3.600	3.700	1.400	3,73	12,43
	200	0,8	1.400	2.600	2.650	1.000	3,91	7,16
	200	0,95	1.950	2.950	3.050	1.150	3,93	9,19
	200	1,25	2.900	3.500	3.650	1.400	3,97	13,25

Tabela 06

O vão efetivo a ser considerado é a distância entre os eixos dos apoios da laje e no sentido das nervuras da fôrma de aço.

As cargas permanentes de acordo com a NBR 6118 (2014, p. 56) “As ações permanentes diretas são constituídas pelo peso próprio da estrutura, enchimentos e revestimentos, pelos pesos dos elementos construtivos fixos, das instalações permanentes e dos empuxos permanentes.” Para efeito de cálculo desta rotina, será considerado apenas o peso próprio dos elementos constituintes da estrutura da laje, o concreto e a fôrma de aço.

As cargas acidentais conforme a NBR 6120 (1980, p. 1) carga accidental “É toda aquela que pode atuar sobre a estrutura de edificações em função do seu uso (pessoas, móveis, materiais diversos, veículos etc.).” Para definir qual o valor mais adequado para a ocupação da laje a ser dimensionada consultar a Tabela 2 da NBR 6120:1980

CONCRETO DO STEEL DECK

A espessura da camada de concreto constitui a capa de compressão e contribui para um maior momento de inércia do sistema, ela também depende dos esforços atuantes.

O tipo de concreto a ser definido segue a necessidade de projeto, logo, pode-se estimar um valor para o dimensionamento e, posteriormente, alterá-lo a fim de se adequar aos resultados desejados pelo usuário. De acordo com a NBR 6118 (2014, p. 1) “A classe C20, ou superior, se aplica a concreto com armadura passiva e a classe C25, ou superior, a concreto com armadura

ativa." Pelo sistema de lajes em estudo estar trabalhando com armaduras frouxas (sem protensão), as mesmas são armaduras passivas. Conforme Tabela 07.

MF-75								
	Altura total da Steel	Espessura Steel	Vãos Máximos sem Escoramento				Peso Próprio	3.000
			Simples (mm)	Duplos (mm)	Triplas (mm)	Balanço (mm)		
Lajes de Piso	150	0,8	2.000	3.000	3.100	1.100	2,74	4,93
	160	0,8	1.850	2.900	3.000	1.100	2,97	5,37
	170	0,8	1.700	2.800	2.900	1.050	3,21	5,82
	180	0,8	1.550	2.750	2.850	1.050	3,44	6,26
	190	0,8	1.450	2.650	2.750	1.000	3,68	6,71
	200	0,8	1.400	2.600	2.650	1.000	3,91	7,16

Tabela 07

Portanto, os valores de resistência do concreto a serem utilizados para o dimensionamento de lajes Steel Deck devem estar compreendidos entre C20 e C50, no caso foi adotado C30.

STUD BOLT "CONECTORES"

A atenção à execução da laje também é importante, sobretudo no que diz respeito ao correto posicionamento e fixação da fôrma metálica na estrutura de apoio, com stud bolt à distribuição uniforme do concreto durante a concretagem e à colocação de arremates de contenção lateral do concreto.

Com a função de transferir o cisalhamento longitudinal na interface aço-concreto e impedir o deslizamento relativo entre os dois materiais, peças como os stud bolts devem ser especificadas em projeto e atender às prescrições da NBR 8800:2008

Ao projetar foi levado em conta que a combinação dos dois componentes gera cuidados adicionais. É preciso garantir que a viga de aço e a laje de concreto trabalhem juntas, de maneira a resistirem aos esforços impostos ao elemento estrutural.

Os conectores de cisalhamento (Figura 09) são os componentes empregados para resistir a esses esforços e estabelecer ligação mecânica entre aço e concreto. Eles foram especificados em projetos anexos de modo a atender à NBR 8800 – Projetos de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios, de 2008. Existem duas classes de conectores: os dúctéis – tipo pino com cabeça, perfil U laminado e tipo pino com gancho –, que são os mais usuais; e os não-dúcteis.



Figura 09

A instalação da laje deve ser executada atendendo o projeto e seu desenvolvimento. O trabalho deve começar pela montagem das fôrmas, sendo importante, antes de elevar as chapas, é necessário que a estrutura metálica esteja executada, ou seja a estrutura suportante deve estar concluída, garantindo a estabilidade da obra. Esses conectores deverão ser soldados à viga, através da fôrma de aço, com um equipamento de solda por eletro-fusão. O conector mais utilizado no sistema de lajes e vigas mistas é o tipo pino com cabeça. Concluídas

a montagem, a fixação da fôrma metálica e a instalação dos conectores, pode-se dar início à instalação das armaduras adicionais das lajes.

Para a execução do projeto é obrigatório que a Empresa licitante atenda o Sistema Construtivo de Laje Mista, cumprindo as exigências de apresentar “Atestado de Capacidade Técnica comprovando a prestação de serviços utilizando fixadores tipo Stud-Bolt.

Em relação ao correto desempenho técnico, os conectores tipo Stud-Bolt devem garantir a solidarização da estrutura metálica com a laje, garantindo simultaneamente a redução no peso da mesma. A correta disposição destes conectores dentro da laje deve ser estritamente supervisionada por profissional especializado, o qual será responsabilizado por qualquer tipo de avaria, erro construtivo e pelo não correto desempenho estrutural final. Essa supervisão detalhada é fortemente apoiada também por profissionais e estudantes científicos da construção civil especificadamente em estudos de universidades federais e conceituadas como a Universidade Federal de Itajubá (Sistema misto steel deck e suas aplicações na construção civil – vol. 8, núm 12, 2019) e revistas de publicações científicas com enfoque na promoção do desenvolvimento científico e tecnológico, como a Research, Society and Development (ISSN: 2525-3409).

Ainda no âmbito internacional, a normativa de referência técnica para garantir o controle de qualidade e a garantia da correta instalação de lajes mistas, a QA/QC – 2011 Standard for, exige inúmeras qualificações dos profissionais de instalação e de inspeção como documentos comprobatórios de experiência técnica e certificados comprobatórios de cursos de qualificação e especialização técnica, como exemplo, o certificado de AWI (Associate Welding Inspector.)

Baseado na impreterível importância do acompanhamento e supervisão de profissionais especializados para garantir a correta instalação e o correto desempenho da estrutura de forma individual (elementos como os conectores mencionados) e como um todo, faz-se necessária a apresentação de Atestado de Capacidade Técnica comprovando a prestação de serviços utilizando fixadores Stud-Bolt

2.2.2) DIMENSIONAMENTO STUD BOLT CONECTORES

Para os conectores tipo pino com cabeça, a norma estabelece que seu comprimento mínimo, após a instalação, deve ser de quatro vezes seu diâmetro. Suas dimensões e sua ligação com o elemento estrutural de aço devem atender aos requisitos da norma americana de soldagem da AWS D1.1 (*American Welding Society*). “O conector de cisalhamento deve estar firmemente ligado aos componentes, afixado por solda na viga de aço e por aderência na laje de concreto”, comenta Bragança. Conforme demonstrado no Gráfico 01.



Gráfico 01

Os conectores devem ser soldados à mesa superior do steel deck com solda contínua, ao menos nas duas extremidades de sua mesa. Ambos os tipos de conectores devem ser recobertos por uma camada mínima de 10 mm, ficando completamente embutidos na laje.

No caso de conectores stud bolts em lajes mistas (steel deck), o conector deve ter projeção mínima de 40 mm sobre a forma metálica. Eles devem ser posicionados e instalados de cada lado da seção de momento fletor máximo, podendo ser uniformemente espaçados entre essa seção e as seções adjacentes de momento nulo.

A norma brasileira ainda define que o espaçamento máximo entre linhas de centro de conectores deve ser igual a oito vezes a espessura total da laje, não podendo ultrapassar 915 mm no caso de lajes mistas (steel deck) com nervuras perpendiculares ao perfil de aço.

2.2.3) DIMENSIONAMENTO DO TIPO DE AÇO DAS FORMAS METALICAS

O tipo de aço da fórmula é definido de acordo com a necessidade do dimensionamento do sistema, de forma que resista ao momento fletor positivo atuante. De acordo com a NBR 14762:2010 os aços com resistência ao escoamento inferior a 250 MPa não são utilizados na prática, o que implica dizer que, a tensão de escoamento do aço deve ser igual ou superior a 250 MPa. A Tabela 08 apresentada é disponibilizada pela NBR 14762:2010 e expressa os tipos de chapas finas de aço e suas especificações

Especificação	Grau	f _y (MPa)	f _u (MPa)
ABNT NBR 6649 / ABNT NBR 6650 Chapas finas (a frio/a quente) de aço-carbono	CF-26	260/260	400/410
	CF-28	280/280	440/440
	CF-30	—/300	—/490
ABNT NBR 5004 Chapas finas de aço de baixa liga e alta resistência mecânica	F-32/Q-32	310	410
	F-35/Q-35	340	450
	Q-40	380	480
	Q-42	410	520
	Q-45	450	550
ABNT NBR 5920 / ABNT NBR 5921 Chapas finas e bobinas finas (a frio/a quente), de aço de baixa liga, resistentes à corrosão atmosférica	CFR 400	—/250	—/380
	CFR 500	310/370	450/490
ABNT NBR 7008 / ABNT NBR 7013 / ABNT NBR 14964 Chapas finas e bobinas finas com revestimento metálico ^b	ZAR 250	250	360
	ZAR 280	280	380
	ZAR 320	320	390
	ZAR 345	345	430
	ZAR 400	400	450

^a A faixa de espessura disponível varia de acordo com o produtor de aço.
^b Graus conforme ABNT NBR 7008.

Tabela 08

A geometria da fôrma de aço é trapezoidal, sendo ela reentrante ou não.

Esta forma geométrica permite um maior momento de inércia com menor peso próprio do sistema e também uma ligação mecânica e de atrito. Além da fôrma geométrica, levou-se em consideração mossas ou reentrâncias na fôrma para garantir a aderência entre os materiais, de forma a garantir que trabalhem como um sistema misto. Como demonstrado na Figura 10.

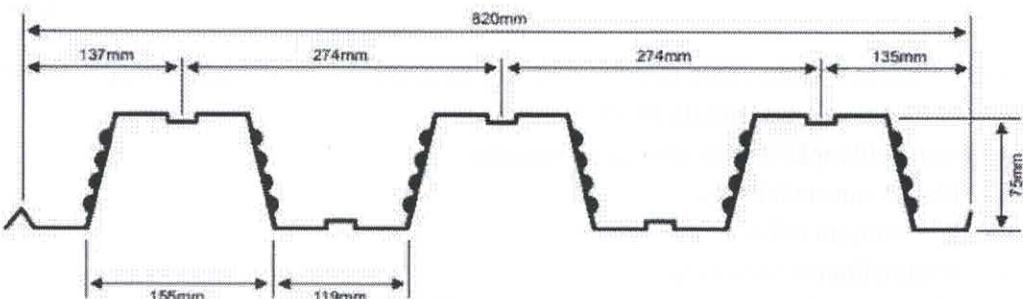


Figura 10

A espessura da fôrma de aço foi garantida pela necessidade do sistema. No caso de maior momento fletor positivo atuante no sistema, maior a espessura de aço necessária para que resista a estas solicitações. Foi realizada na definição das espessuras, fôrmas e dimensões comerciais existentes no mercado.

2.2.4) DIMENSIONAMENTO DAS TELAS ELETROSOLDADAS

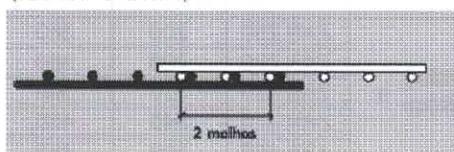
As Telas Soldadas de Aço Nervurado são uma armadura pré-fabricada, constituída por fios de aço 60 nervurado longitudinais e transversais, de alta resistência mecânica, sobrepostos e soldados entre si em todos os pontos de cruzamento (nós), por corrente elétrica (caldeamento), formando malhas quadradas ou retangulares. Os fios utilizados na fabricação das Telas Soldadas são obtidos por laminação a frio, a partir de matéria-prima de alta qualidade (fio-máquina). Através desse processo, o aço é encruado e nervurado, atingindo elevados valores de limites de escoamento e resistência. Os fios são preparados em dimensões

apropriadas e dispostas automaticamente em cruz, sendo então soldados por “processo a ponto”, sem adição de qualquer outro material, através de máquinas eletrônicas de alta precisão. As Telas Nervuradas oferecem melhor aderência entre o aço e o concreto, ligação dos elementos estruturais e controle da fissuração.

Neste tipo de laje Steel Deck, a tela soldada tem fundamental importância na capa de compressão, controlando as fissuras e evitando o aparecimento de trincas. Sua determinação pode ser vista na Figura 10.1.

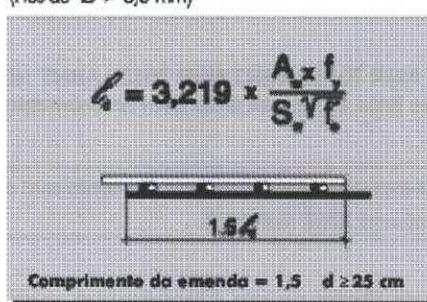
Armaduras Principais

(Fios de $\varnothing \geq 8,0 \text{ mm}$)



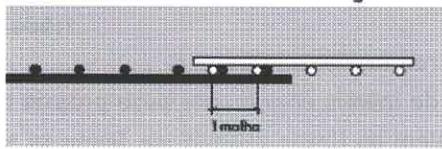
Armaduras Principais

(Fios de $\varnothing > 8,0 \text{ mm}$)



Expressão para Cálculo do Comprimento da Emenda para $\varnothing > 8 \text{ mm}$

Armaduras de Distribuição



$l = 3,219 \times \frac{A_s f_y}{S_y f'_c}$
Comprimento da emenda = 1,5 $d \geq 25 \text{ cm}$

l = Comprimento da ancoragem (cm)
 A_s = Área de um fio a ser emendado (cm^2)
 f_y = Tensão de escoamento do aço (MPa)
 S_y = Espaçamento do fio a ser emendado (cm)
 f'_c = Resistência à compressão do concreto (MPa)

Figura 10.1

As telas Soldadas e malhas para piso de concreto são usadas como armadura inferior (positiva) e superior (negativa), nas lajes de concreto armado.

Vantagens na utilização de tela soldada nervurada:

- a) Menor consumo de aço
- b) Economizam mão-de-obra
- c) Racionalizam a construção
- d) Eliminam o arame de amarração com tela soldada
- e) Garantem os espaçamentos dos fios
- f) Controlam as trincas
- g) Reduzem as perdas
- h) Diminuem o tempo de execução

Recobrimento do concreto:

Nas telas soldadas deve ser de 1,5 cm, como mostra a Figura 10.2



Figura 10.2

2.3) SINALIZAÇÃO HORIZONTAL E LONGITUDINAL

Segundo o art. 87 do Código de Trânsito Brasileiro (CTB), existem 6 tipos de sinais de trânsito, sendo eles sinais verticais, sinais horizontais, dispositivos de sinalização auxiliar, sinais luminosos, sonoros e gestos do agente de trânsito.

De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro, em seu Anexo I da Lei Nº 9.503 de 1997, os sinais de trânsito são divididos em dois termos: as placas e a sinalização.

As placas (Figura 11) são colocadas nas laterais ou suspensas nas pistas, podem conter textos e/ou símbolos. A sinalização é um agrupamento de recursos de segurança, colocado nas vias para melhorar o tráfego de veículos.

A importância se da através dos sinais de trânsito que o tráfego de veículos fica organizado. Os sinais também passam mais segurança, tanto para os pedestres, como para os condutores de automóveis. Sem os sinais de trânsito, todos ficariam desorientados, sem saber qual direção seguir, em qual velocidade, onde pedestres poderiam atravessar, entre outras situações que poderiam resultar em acidentes.

Em relação a extrema importância da correta produção, execução e inspeção de serviços de sinalização horizontal e vertical, toda e qualquer obra de arte deve ser devidamente identificada por estas sinalizações. A veracidade desta informação é irrefutável e de pleno conhecimento geral.



Figura 11

Acidentes e penalizações severas ocorrem devido à erros de execução de corretas sinalizações, como ocorreu na conduta da sentença dada pela 1^a Turma Recursal do Tribunal de Justiça do DF a qual condenou o DF a indenizar um motociclista por danos morais e materiais devido ao acidente de trânsito decorrente pela ausência de sinalização devida. Outro exemplo de penalizações à erros de projetos e execução de sinalização horizontal e vertical se deu na BR-381 na Grande BH no ano de 2020, onde os diversos erros da sinalização acarretaram na interdição da BR-381.

Ressalta-se que o processo construtivo de uma obra de arte não se resume à construção de uma simples ponte, e sim de toda a conjuntura do sistema de todos os seus elementos e componentes, sendo estes necessários para o correto produto final, objeto estimado deste processo documental.

3.0) MEDIDAS DE SEGURANÇA

3.1) MEDIDAS DE SEGURANÇA TÉCNICAS

O projeto de aduelas em U moldadas in-loco e das laje em Steel Deck devem ser detalhado e executado conforme projeto estrutural, com relatório fotográfico antes da concretagem, coleta para amostragem e teste e pôr empresa que apresente atestado comprovatório;

- a) Os Atestados de Capacidade Técnica de obras semelhantes executadas, deverão serem apresentados e emitidos pelo conselho de engenharia ou outro competente que fiscalizam a responsabilidade técnica das profissões, com as exigências de obras semelhantes.
- b) O concreto utilizado deverá ser executado com bomba em toda estrutura com resistência 30 Mpa, conforme etapas de execução e acompanhamento de laboratório.

3.2) MEDIDAS DE SEGURANÇA TRABALHISTAS

3.2.1) DA DOCUMENTAÇÃO

Conforme é cediço, as licitações públicas pautam-se num conjunto de formalidades, que devem ser observadas quando fundadas na legislação em vigor. Assim, é dever da Administração Pública exigir dos interessados, que pretendem fornecer produtos ou serviços, todos os documentos compatíveis com o ramo do objeto licitado e desconsiderar qualquer um deles é infringir a lei.

Nesse sentido, é importante ressaltar em um primeiro momento a obrigação das empresas participantes do certame de implantar o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA), regulamentado pela NR-9 e o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), regulamentado pela NR-07. Tais documentos deveriam ser exigidos e comprovados na fase de habilitação técnica, tendo por objetivo evitar problemas futuros. Entretanto, o Edital de Licitação faz essa solicitação apenas no momento da assinatura do contrato, o que pode gerar dissabores e até uma possível anulação do processo licitatório, caso a empresa vencedora não atenda às regulamentações.

Da mesma forma, evidencia-se a obrigação das empresas, que expõem seus trabalhadores a agentes nocivos, de elaborar o Laudo Técnico das Condições Ambientais de Trabalho (LTCAT). Tal documento também deveria ser exigido no momento da habilitação técnica, promovendo celeridade ao processo licitatório.

Isso não restringe o caráter competitivo do certame, uma vez que, na teoria, as empresas já deveriam estar regulares com as normas, caso contrário, estariam sujeitas à penalidade prevista no Art. 133 da Lei nº 9528/97.

3.2.2) DO SEGURO-GARANTIA

Um grande desafio da Administração Pública está relacionado a extensa quantidade de obras inacabadas que existem no país. O seguro-garantia é um importante instrumento para garantir a execução das obrigações contratuais de fazer, fornecer e prestar, que são celebradas pela licitante. Porém, o Edital de Licitação é omisso neste ponto e não solicita o seguro, o que representa um risco para União e para todos os envolvidos direta ou indiretamente.

A Constituição Federal prevê em seu art. 37, XXI, a possibilidade de exigir o seguro-garantia das licitantes no certame: "*permitirá as exigências de qualificação técnica e econômica indispensáveis à garantia do cumprimento das obrigações*". Essa exigência é indispensável a

fim de resguardar o Poder Público de empresas que não tenham condições de arcar com a consecução do objeto da licitação, mormente nos casos de serviços essenciais à coletividade.

O objetivo é garantir segurança jurídica aos contratos firmados pela Administração Pública, inclusive para que não haja solução de continuidade na prestação de serviços públicos indispensáveis, os quais, se paralisados, provocarão graves prejuízos à população.

3.2.3) DA LISTAGEM DOS TRABALHADORES

Outro ponto importante está relacionado às pessoas que trabalharão na obra. Deve-se apresentar uma listagem detalhada dos homens que atuarão, com o nome dos encarregados, além dos devidos treinamentos fornecidos. A empresa precisa comprovar, no quadro de funcionários, que detém profissionais habilitados para execução de toda a obra. E isso deveria ser apresentado na fase de habilitação técnica, visto que tais documentos são indispensáveis como primazia para um trabalho seguro e de acordo com a lei.

3.2.4) DA COMPROVAÇÃO DE NR'S

É fundamental citar, a princípio, as Normas Regulamentadoras (NR), que são de observância obrigatória tanto pelos empregadores quanto pelos trabalhadores com o objetivo de garantir um ambiente de trabalho seguro aos envolvidos, prevenindo a ocorrência de doenças e de acidentes. No momento da contratação, as empresas devem apresentar documentos específicos que atestem os procedimentos de saúde e segurança adotados, vejamos alguns deles:

- ✓ Segurança na Operação de Máquinas e Equipamentos, regulamentado pela NR-12 (as máquinas e equipamentos deverão estar de acordo com a norma, bem como os trabalhadores devidamente capacitados);
- ✓ Segurança no Trabalho a Quente (capacitação dos trabalhadores para a realização do trabalho a quente, com solda, esmeril, corte, etc., bem como equipamentos necessários em conformidade com a NR-12/NR-10);
- ✓ Trabalho em Altura (capacitação dos trabalhadores para a realização da atividade em Altura, bem como documentos previstos na NR-35, equipamentos necessários - E.P.Is/ E.P.Cs)
- ✓ Segurança do Trabalho em Canteiro de Obras (capacitação dos trabalhadores para a realização do trabalho seguro em Canteiro de Obras em conformidade com a NR-18);
- ✓ Andaimes (capacitação dos trabalhadores, habilitados na montagem de andaimes);
- ✓ Direção defensiva (capacitação aos condutores de veículos utilizados no trabalho).

No que tange aos serviços que envolvem estruturas metálicas, é imprescindível a regularidade com a NR-15. Devido ao tipo de atividade a ser exercida, a empresa deve estar em dia com as obrigações estabelecidas na norma regulamentadora em questão, pois gera um grau de insalubridade capaz de gerar danos à saúde dos trabalhadores. Vejamos um dos dispositivos que devem ser respeitados:

- 15.4.1 A eliminação ou neutralização da insalubridade deverá ocorrer:
- a) com a adoção de medidas de ordem geral que conservem o ambiente de trabalho dentro dos limites de tolerância;
 - b) com a utilização de equipamento de proteção individual.

Por isso, ressalta-se a necessidade das empresas terceirizadas apresentarem também os documentos relativos à capacitação dos trabalhadores e à segurança, bem como aqueles apresentados pela licitante na fase de habilitação, como os de regularidade tributária e fiscal.

3.2.5) DA SUBEMPREITADA

Algo que deve ser destacado também é que após a Reforma Trabalhista, a nova disposição legal do art. 4º-A da Lei n.º 6.019/74, estabeleceu uma condição importante: a empresa terceirizada deverá ter “capacidade econômica compatível com a execução” da prestação dos serviços. Isso significa que, caso a tomadora de serviços contrate uma terceirizada que não possua “capacidade econômica”, ela se responsabilizará solidariamente com o vínculo trabalhista. Por isso, a importância de apresentar todos os documentos que foram exigidos na fase de licitação, como as certidões negativas e os certificados de regularidade.

No momento da assinatura do contrato, a empresa tem de demonstrar ainda que os veículos automotores utilizados, quando de frota própria, possuem seguro e que os condutores habilitados têm curso de direção defensiva.

Outro ponto importante está relacionado às pessoas que trabalharão na obra. Deve-se apresentar uma listagem detalhada dos homens que atuarão, com o nome dos encarregados, além dos devidos treinamentos fornecidos. A empresa precisa comprovar, no quadro de funcionários, que detém profissionais habilitados para execução de toda a obra e, caso parte do serviço seja subempreitado, deve apontar na contratação a empresa terceirizada que realizará o trabalho. Esses documentos são indispensáveis como primazia para um trabalho seguro e de acordo com a lei.

3.2.6) DAS EXIGÊNCIAS

Por todo o exposto, requer-se que os documentos listados abaixo sejam solicitados na fase de habilitação, como forma de garantir a celeridade do processo licitatório. Além disso, ressalta-se a importância de exigir o seguro-garantia das licitantes, tendo em vista a segurança da Administração Pública e da população.

Doc.01	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA);
Doc.02	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO);
Doc.03	Laudo Técnico das Condições Ambientais de Trabalho (LTCAT);
Doc.04	Documento que ateste que as máquinas e equipamentos estão de acordo com a norma, bem como os trabalhadores devidamente capacitados, conforme NR-12;
Doc.05	Documento que ateste a capacitação dos trabalhadores para a realização do trabalho a quente, com solda, esmeril, corte, etc., bem como equipamentos necessários em conformidade com a NR-12/NR-10;
Doc.06	Documento que ateste a capacitação dos trabalhadores para a realização da atividade em Altura, bem como os previstos na NR-35, equipamentos necessários - E.P.Is/ E.P.Cs;
Doc.07	Documentos da empresa terceirizada, caso haja, relativos à capacitação dos trabalhadores e à segurança, bem como aqueles apresentados pela licitante na fase de habilitação, como os de regularidade tributária e fiscal;
Doc.08	Documento que comprove que os veículos automotores de frota própria possuem seguro e os motoristas têm curso de direção defensiva;
Doc.09	Listagem dos homens que trabalharão na obra, com o nome dos profissionais habilitados para execução de cada serviço;

4.0) MEMORIAL DESCRIPTIVO

O projeto executivo apresentado deverá ser cumprido integralmente com a execução de todos itens relacionados no Memorial descritivo de detalhamento técnico utilizado para a execução da obra integrante da Planilha Orçamentaria de licitação conforme Projeto Básico, sendo;

- 1- Fornecimento da Placa de Obra em chapa galvanizada a ser fixada na lateral esquerda da obra, na entrada do perímetro estimado para obra.
- 2- A locação topográfica, irá determinar os marcos de referência de nível nas duas laterais do rio. Os marcos serão fixados sempre com referência e destacados com pintura e observação anotada no mesmo.
- 3- A limpeza e locações dos equipamentos deverão ser em terreno preparado e com proteção nos pisos, sendo para abrigo do pessoal e técnicos, banheiros no padrão técnico do SINAPE.
- 4- Deverá ser instalado no canteiro de obras os equipamentos elétricos, com regulador de tensão equipado com motor diesel de 100KVA e tanque com volume nos padrões para as atividades locais. O abastecimento deverá ser incluído para na planilha de orçamento e custo.
- 5- A contratada deverá arcar com as despesas de transporte, veículos de manutenção da equipe técnica, alimentação e hospedagem de pessoal, considerando as exigências do Ministério do trabalho.
- 6- Deverá ser incluído na planilha orçamentaria as despesas e demais serviços com as equipes técnicas, incluindo exigências in loco de engenheiro RT., mestre de obras e outros conforme necessidade.
- 7- Retirada de todo material da ponte existente, incluindo tabuleiro e vigas de aço existentes in loco, sendo de obrigações da contratante, bem como o descarte desse material
- 8- Ainda nesta fase preliminar deverá ser de obrigação da contratante a toda a movimentação de terra, esta orientada por um engenheiro civil e um topografo fornecidos pelo contratado
- 9- Na etapa de pre-base das aduelas in loco deverá ocorrer um lastro de concreto magro
- 10- Para o fornecimento do concreto estrutural, usinado de 30 Mpa, inclusive seu lançamento, adensamento e acabamento, incluindo o deslocamento de bomba.
- 11- Nas aduelas contara com a fase de corte das ferragens, dobra e armação de Aço tipo CA50/60. Nesta etapa, será feita pela fiscalização o acompanhamento também fotográfico.
- 12- Nesta etapa, serão executados os trabalhos principais com a laje de transição, utilizando formas exigidas e detalhada no projeto estrutural utilizando forma do tipo Steel Deck, denominada telha forma colaborante, incluindo laterais da laje de concreto conforme projeto estrutural, com chapas ou tabuas de madeira de altura da laje, espessura e vão de acordo com o projeto estrutural e o padrão especificado para as formas STEEL DECK.
- 13- A laje de concreto será executada com 25,00(vinte e cinco) cm atendendo as especificações do projeto estrutural, para posterior lançamento do concreto estrutural de 30 Mpa.

- 14- Para a execução da laje será instalado as formas com os acessórios de fixação das mesmas no sentido longitudinal e os fixadores para costuras e rufos, para posterior instalação da armação estrutural atendendo os detalhes do projeto incluindo os resultados de laboratório de Desempenho e Caracterização.
- 15- O Guarda Roda, será instalado, incluindo tubos redondos de 4,0(quatro) polegadas na chapa de 3,35 mm, com a respectiva tinta de fundo anticorrosivo de alta aderência e demais acabamentos necessários.
- 16- Para as mesmas deve ser previsto a pintura conforme detalhado para acabamento, utilizando fundo anticorrosivo de alta aderência.
- 17- Deverá para o acabamento final fazer previsão dos serviços de desmobilização da obra.
- 18- Para complementar, inclui o fornecimento e instalação de placas em aço carbono com película refletiva (grau tipo 01), indicando o limite de velocidade e limite de e demais exigências e cuidados necessários a serem respeitados, conforme aprovação da fiscalização.
- 19- Necessariamente, também, para a conclusão da obra, deve ser incluído no projeto o fornecimento e instalação de placas em aço carbono com película refletiva (Grau Tipo 1), medindo 2,00x1,00m, indicando o nome da passagem, conforme definido pela fiscalização

5.0) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - procedimento. Rio de Janeiro, 2003.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7187: Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido - procedimento. Rio de Janeiro, 2003.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7188: Carga móvel em ponte rodoviária e passarela de pedestre. Rio de Janeiro, 1984.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8681: Ações e segurança nas estruturas - procedimento. Rio de Janeiro, 2003.
5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto 18:600.06- 002:2005: Aduelas (galerias celulares) de concreto armado pré-fabricadas – requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2006.
6. BOWLES, J. E. Foundation analysis and design. Tokyo: McGraw-Hill & Kogakusha, 1977.
7. EL DEBS, M. K. Projeto estrutural de tubos circulares de concreto armado. São Paulo, IBTS, 2003.
8. FUSCO, P. B. Estruturas de concreto: solicitações normais. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1981.
9. HEGER, F. J.; MCGRATH, T. Crack width control in design of reinforced concrete pipe and box sections. ACI Journal, v.81, n.2, p.149-184, March – April, 1984.
10. MOLICA JR., S. O uso da tela soldada no combate à fissuração. São Paulo: IBTS, s.d.
11. MOLITERNO, A. Caderno de muros de arrimo. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

12. RODRIGUES, P. P. F.; CASSARO, C.F. Pisos industriais de concreto armado. São Paulo: IBTS, 2002. 2ed. 13. VELOSO, D. A.; LOPES, F. R. Fundações. v1. Rio de Janeiro: COPPEUFRJ, 1996.
13. NBR14762: Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio. Rio de Janeiro, 2010.
14. NBR6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
15. NBR6120: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 1980.
16. BELTRÃO, Allyson José do Nascimento. Comportamento estrutural de lajes mistas com corrugações na alma de perfis de chapa dobrada. 2003. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
17. CORREIA, Emanuel A. S. Análise e dimensionamento de estruturas de madeira. Porto: Universidade do Porto, 2009.
18. COSTA JUNIOR, Tomaz F.; S. FILHO, Antônio F. Emprego de fôrmas de madeira em estrutura de concreto. Salvador: Universidade Católica do Salvador, 2008.
19. DA CRUZ, Rosana M. Pressão lateral em fôrmas para concreto. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1997.
20. GESUALDO, Francisco A. R. Estruturas de madeira. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2003.
21. HOLLERSCHMID, Milton. Utilização de fôrmas na construção de edifícios. São Paulo: Universidade Anhembi Morumbi, 2003.
22. VERÍSSIMO, G. S.; VALENTE, I.; PAES, J. L. R.; CRUZ, P. J. S., FAKURY, R.H. Análise Experimental de um conector de cisalhamento em chapa de aço dentada para estruturas mistas de aço e concreto, XXXII Jornadas Sulamericanas de Engenharia Estrutural, UNICAMP, 2006.
23. OLIVEIRA, A. F. N.;VERÍSSIMO, G. S; FAKURY, R.H.; RODRIGUES, F. C.,PAES, J. L. R.; Programa Experimental para avaliação de desempenho do conector dentado em sistemas de pisos mistos com pré-laje de concreto, Relatório Técnico, Departamento de Engenharia de Estruturas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil, 2006.
24. MALITE, M. Análise do comportamento estrutural de vigas mistas aço-concreto constituídas por perfis de chapa dobrada. São Carlos. 253p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1993.
25. MALITE M.; NIMIR, W. A.; SÁLES, J. J.; GONÇALVES, R. M. Cold-formed shear connectors for composite constructions. 14th International Specialty Conference on cold-formed steel structures Proc. 1998

6.0) ANEXOS DE ESTUDOS PARA REFERÊNCIAS DE CÁLCULO

Propriedades físicas e mecânicas da madeira

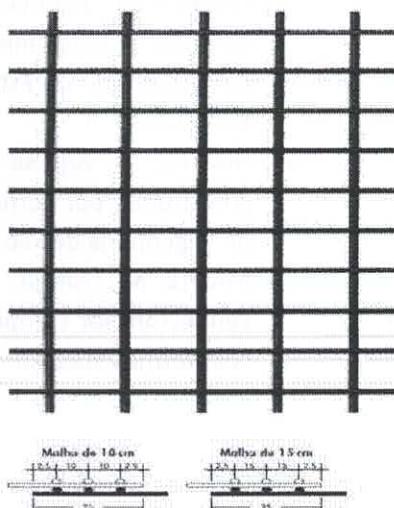
PEÇA (cm)	PBQ (pol)	M. Inércia	Mod. Resist.	Mom. Resist.	E. Constante	MÉDIO DO VÃO		BALANÇO	
						V (m)	FLECHA (m)	MOMENTO (m)	FLECHA (m)
b	b	b	b	J (m³)	M (m)				
25	7	1	3	9,37E-07	2,42E-05	2,14E-03	1,30E-01	2,30E-01	1,71E-01
25	10	1	4	2,22E-06	4,37E-05	3,00E-02	1,00E-01	3,10E-01	3,00E-01
25	15	1	6	7,48E-05	9,88E-05	8,88E-02	2,48E-01	1,70E+00	6,84E-01
25	25	1	9	2,93E-05	2,21E-04	1,90E-01	3,00E-01	5,84E+00	1,54E+00
25	30	1	12	5,90E-05	3,03E-04	3,00E-01	4,00E-01	1,30E+00	8,00E+00
7	7	3	3	2,81E-08	7,07E-05	6,02E-02	3,00E-01	6,40E-01	5,10E-01
7	12	3	45	9,48E-05	1,66E-04	1,40E-01	5,00E-01	2,10E+00	1,10E+00
7	15	3	6	2,25E-05	2,05E-04	2,57E-01	7,00E-01	5,10E+00	3,24E+00
7	30	3	12	1,00E-04	1,00E-03	1,00E+00	1,47E+00	4,15E+01	8,21E+00
25	25	1	1	3,47E-08	2,73E-05	2,00E-03	4,00E-02	8,00E-03	1,00E-02
7	25	3	1	1,04E-07	8,19E-06	7,00E-03	1,20E-01	2,40E-02	5,70E-02
10	25	4	1	1,00E-07	1,00E-06	9,00E-03	1,00E-01	3,00E-02	7,00E-02
15	25	6	1	2,08E-07	1,84E-05	1,40E-02	2,40E-01	4,80E-02	1,14E-01
30	25	12	1	4,16E-07	5,20E-05	2,80E-02	4,00E-01	9,60E-02	2,20E-01
12	7	4,5	3	4,21E-06	1,11E-04	6,62E-02	5,00E-01	9,70E-01	7,70E-01
15	7	6	3	5,62E-06	1,47E-04	1,20E-01	7,00E-01	1,00E+00	8,11E-01
30	7	10	8	1,12E-05	2,95E-04	2,00E-01	1,47E+00	2,50E+00	1,62E+00

Tabela Consultiva de peso da tela soldada para estrutura de concreto armado

Tela soldada para estruturas de concreto armado

Normas: NBR 7481, NBR 5916 e NBR 7480 da ABNT

Designação	Apresentação	Espaçamento entre fios		Diâmetro		Dimensões		Peso	
		LONG. cm	TRANS. cm	LONG. cm	TRANS. cm	LARG. cm	COMP. cm	kg/m²	kg/Peso
Aço LA 60 harmonizado									
Q 61	Painel	15	15	3,4	3,4	2,45	6	0,92	14,2
Q 75	Painel	15	15	3,8	3,8	2,45	6	1,21	17,7
Q 92	Painel	15	15	4,2	4,2	2,45	6	1,48	21,9
Q 113	Painel	10	10	3,8	3,8	2,45	6	1,80	26,4
L 113	Painel	10	20	3,8	3,8	2,45	6	1,21	17,7
Q 138	Painel	10	10	4,2	4,2	2,45	6	2,20	32,3
R 138	Painel	10	15	4,2	4,2	2,45	6	1,83	26,9
M 138	Painel	10	20	4,2	4,2	2,45	6	1,65	24,3
L 138	Painel	10	30	4,2	4,2	2,45	6	1,47	21,6
Q 158	Painel	10	10	4,5	4,5	2,45	6	2,52	37,0
R 159	Painel	10	15	4,5	4,5	2,45	6	2,13	31,0
M 159	Painel	10	20	4,5	4,5	2,45	6	1,90	27,9
L 159	Painel	10	30	4,5	4,5	2,45	6	1,69	24,8
Q 194	Painel	10	10	5,0	5,0	2,45	6	2,11	45,7
R 194	Painel	10	15	5,0	5,0	2,45	6	2,00	38,2
M 194	Painel	10	20	5,0	5,0	2,45	6	2,34	34,4
L 194	Painel	10	30	5,0	5,0	2,45	6	2,09	36,7
T 194	Painel	30	10	5,0	5,0	2,45	6	2,11	31,0
Q 246	Painel	10	10	5,6	5,6	2,45	6	3,91	57,5
R 246	Painel	10	15	5,6	5,6	2,45	6	3,26	47,9
M 246	Painel	10	20	5,6	5,6	2,45	6	2,94	43,2
L 246	Painel	10	30	5,6	5,6	2,45	6	2,62	38,5
T 246	Painel	30	10	5,6	5,6	2,45	6	2,65	38,8
Q 283	Painel	10	10	6,0	6,0	2,45	6	4,48	65,9
R 283	Painel	10	15	6,0	6,0	2,45	6	3,74	55,0
M 283	Painel	10	20	6,0	6,0	2,45	6	3,37	49,9
L 283	Painel	10	30	6,0	6,0	2,45	6	3,00	44,1
Q 395	Painel	15	15	8,0	8,0	2,45	6	5,37	78,9
L 395	Painel	15	30	8,0	8,0	2,45	6	3,46	51,2
T 395	Painel	30	15	8,0	8,0	2,45	6	3,45	50,7
Q 396	Painel	10	10	7,1	7,1	2,45	6	6,28	92,3
L 396	Painel	10	30	7,1	7,1	2,45	6	5,91	57,5
Q 503	Painel	10	10	8,0	8,0	2,45	6	7,97	117,3
L 503	Painel	10	30	8,0	8,0	2,45	6	4,72	70,1
T 503	Painel	30	10	8,0	8,0	2,45	6	4,76	70,0
Q 636	Painel	10	10	9,0	9,0	2,45	6	10,89	148,3
L 636	Painel	10	30	9,0	9,0	2,45	6	5,84	85,8
Q 795	Painel	10	10	10,0	10,0	2,45	6	12,46	183,2
L 795	Painel	10	30	10,0	10,0	2,45	6	7,03	103,3



Outras dimensões mediante consulta
inclusive para telas tipo T, L, R ou M.
* Tela FG 9B: tela para vigas massivas
armadas fabricada em CA/SC (iso).
Consultar prazo de produção.

Tabela Consultiva de peso de Vergalhão CA 50 e CA 60

Rolo (pol.)	Rolo (mm)	Peso barro (kg)	Peso aproximado (kg/m)
1/4"	6,30	2,940	0,245
5/16"	8,00	4,740	0,395
3/8"	10,00	7,404	0,617
1/2"	12,50	11,556	0,963
5/8"	16,00	18,936	1,578
3/4"	20,00	29,592	2,466
1"	25,00	46,236	3,853
1 1/4"	32,00	75,756	6,313
1 9/16"	40,00	110,380	9,865

Rolo (mm)	Peso barro (kg)	Peso aproximado (kg/m)
4,70	1,308	0,109
5,00	1,848	0,154
6,00	2,664	0,222
7,00	3,624	0,302
8,00	4,740	0,395
9,50	6,696	0,558

Tabela Consultiva de Peso dos Tubos Redondos

TUBO REDONDO			Peso teórico sujeito a variações de acordo com a norma.																	
Dimensões e Peso			0,75	0,80	0,90	0,95	1,06	1,11	1,20	1,25	1,50	1,55	1,90	1,95	2,00	2,25	2,65	2,70	3,00	
[pol.]	[mm]	[kg]	BF	B2	BF	B2	BF	BZ	BF	BZ	BF	BZ	BF	BZ	BF	BQ	BQ	BQ	BQ	
5/8"	18,87	Kg/metro	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,4	2,6	2,7	3,2	3,3								
3/4"	20,00	Kg/metro	2,0	2,2	2,4	2,5	2,8	2,8	3,2	3,3	4,0	4,8	4,9	5,0						
7/8"	22,22	Kg/metro	2,4	2,5	2,8	3,0	3,3	3,5	3,7	3,9	4,6	4,7	5,7	5,8	6,0	6,6				
1"	25,40	Kg/metro	2,7	2,8	3,2	3,4	3,6	3,8	4,2	4,4	5,2	5,4	6,5	6,7	6,8	7,0				
1 1/8"	28,57	Kg/metro	3,1	3,3	3,7	3,9	4,3	4,5	4,9	5,1	6,0	6,2	7,5	7,7	7,9	8,5				
1 1/4"	31,75	Kg/metro	3,4	3,7	4,1	4,3	4,8	5,0	5,4	5,8	6,7	6,9	8,4	8,6	8,8	9,8	11,4	11,8	12,8	
1 3/8"	34,92	Kg/metro		4,0	4,5	4,8	5,0	5,6	6,0	6,2	7,4	7,7	9,3	9,5	9,7	10,0	12,7	12,9	14,2	
1 1/2"	38,10	Kg/metro		4,4	5,0	5,2	5,8	6,1	6,6	8,8	8,1	8,4	10,2	10,4	10,7	11,9	13,9	14,1	15,6	
1 3/4"	44,45	Kg/metro		5,2	5,9	6,2	6,9	7,2	7,6	8,1	9,7	10,0	12,1	12,4	12,7	14,2	16,8	16,8	18,6	
2"	50,80	Kg/metro		5,9	6,5	7,0	7,8	8,2	8,8	9,2	10,9	11,3	13,7	14,1	14,4	16,2	18,9	19,2	21,2	
2 1/4"	57,15	Kg/metro		6,7	7,5	7,9	8,8	9,2	9,9	10,3	12,4	12,8	15,5	15,9	16,3	18,3	21,4	21,8	24,0	
2 1/2"	63,50	Kg/metro		7,4	8,3	8,8	9,8	10,2	11,1	11,5	13,8	14,2	17,3	17,6	18,2	20,4	23,9	24,3	26,8	
3"	76,20	Kg/metro		10,0	10,6	11,6	12,3	13,0	13,9	16,0	17,1	20,9	21,4	22,0	24,0	26,8	29,4	32,5		
3 1/4"	86,80	Kg/metro										19,4	20,0	24,9	25,1	25,7	26,6	33,8	34,6	38,1
3 3/4"	95,25	Kg/metro										20,8	21,5	26,2	26,9	27,6	31,0	36,3	37,0	40,8
4"	101,60	Kg/metro										22,3	22,8	28,0	28,8	29,5	33,1	38,8	39,5	43,8
4 1/2"	114,20	Kg/metro										25,0	25,0	31,6	32,4	33,2	37,2	43,8	44,6	49,4
5"	127,00	Kg/metro										27,8	28,7	33,1	36,1	37,0	41,5	48,8	49,7	55,0
6"	152,4	Kg/metro														58,7		66,3		

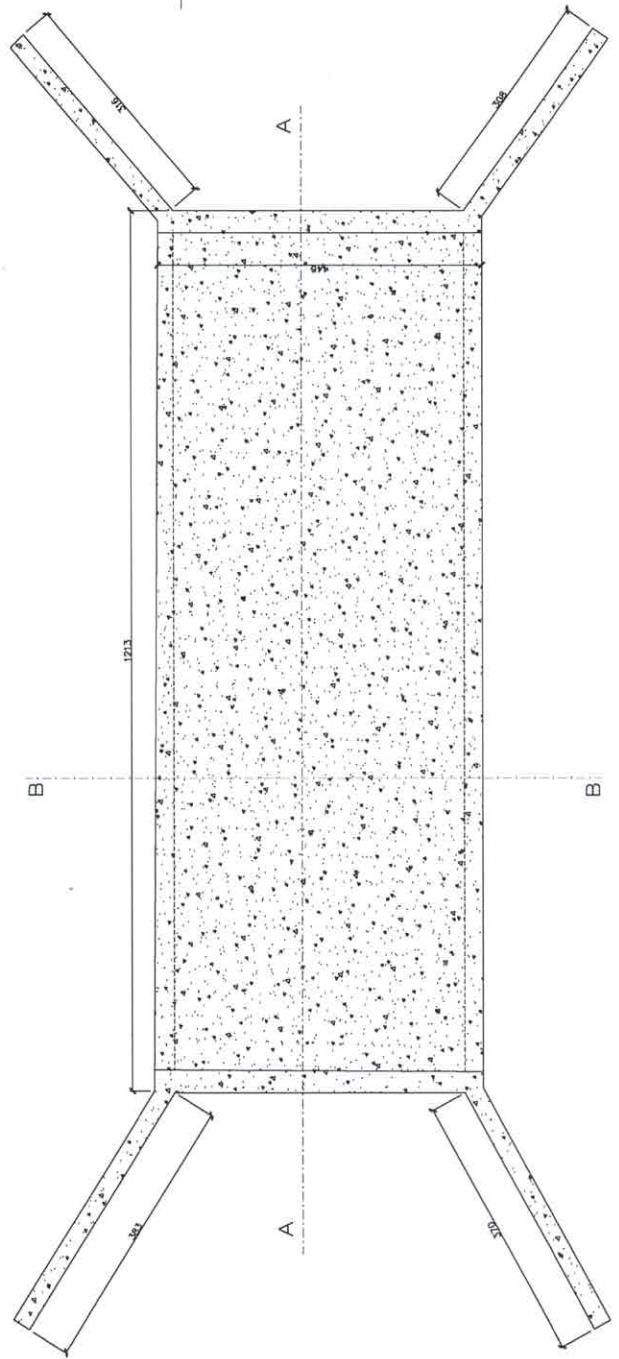
7.0) CAPACIDADE TÉCNICA

Para participação do processo licitatório a empresa licitante deverá apresentar certidão de Acervo Técnico na qual irá habilitar a mesma dos itens considerados de maior relevância;

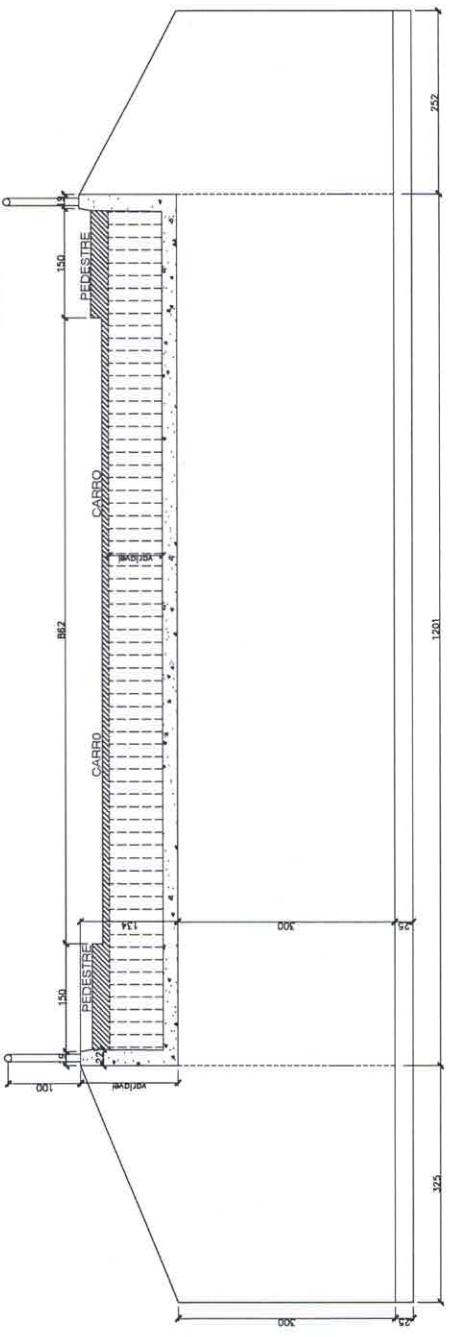
- 1- Atestado de Capacidade Técnica comprovando a execução de laje mista com forma de aço utilizando telha forma colaborante atendendo e comprovando aplicação dos padrões da NBR-16.421/2015. Com no mínimo 20 metros quadrados.
- 2- Atestado de Capacidade Técnica comprovando a execução de aço CA50 e CA60 **em obras de pontes, canal ou aduelas.** Com no mínimo 6.900,00 Kg
- 3- Atestado de Capacidade Técnica comprovando a execução de serviços de sinalização horizontal e ou vertical.
- 4- Atestado de Capacidade Técnica comprovando a execução de serviços de fornecimento de concreto estrutural bombeado **em obras de pontes, canal ou aduelas.** Com capacidade mínima de 54,00 metros cúbicos.

8.0) PRAZO DE EXECUÇÃO

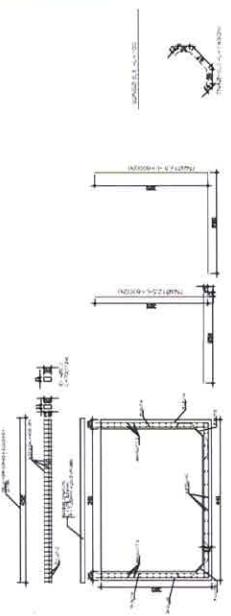
O prazo para execução deverá ser conforme estimado neste Projeto Básico, iniciando após emissão da Ordem de Serviços, sendo definido conforme autorização da Secretaria de Obras e Gabinete do Prefeito, exigindo um Prazo de 120 (cento e vinte) dias uteis, conforme detalhado no Memorial Descritivo e projeto básico.



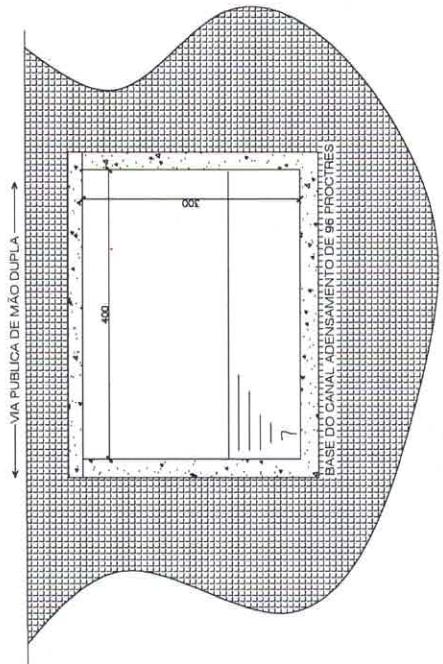
Corte B-B



CORTE A-A



Corte B-B



A

PROJETO :	ESTRUTURAL		
CONTABIL:	SAC/DO/ANALIS/ESTRUT/01/01		
CÓDIGO:	PUBLICA		
LOCAL:	ACIAI MEI		
PROPRIETÁRIO:	TRELIÇA INDUSTRIAL DE ALUMINIO E PLASTICO LTDA		
AUTOR DO PROJ:	TRELIÇA INDUSTRIAL DE ALUMINIO E PLASTICO LTDA		
NEW STUDIO:	TRELIÇA INDUSTRIAL DE ALUMINIO E PLASTICO LTDA		
ORG. COORDENADOR DA TECN:	TRELIÇA INDUSTRIAL DE ALUMINIO E PLASTICO LTDA		
TIPOLOGIA :	FABRICA		
DATA INICIO/PROJ:	01/01/01		
DATA FIM/PROJ:	01/01/01		
DES. MARCOS:			