

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
GOVERNO DO ESTADO DO ACRE
SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO E CULTURA -
SEE

PROJETO EXECUTIVO DE
ENGENHARIA PARA CONSTRUÇÃO
DE QUADRA POLIESPORTIVA NA
ESCOLA GOVERNADOR EDMUNDO
PINTO DE A NETO

MEMORIAL DESCRITIVO

JANEIRO/2025

1. MEMORIAL DESCRITIVO

1.1 Apresentação

Trata-se do modelo padrão de projeto de Construção de Quadra Poliesportiva coberta para implantação nos municípios do Estado do Acre.

Os volumes constituintes deste projeto foram assim definidos:

- Volume 01 - Projeto de Estruturas de Concreto
- Volume 02 - Projeto de Estruturas Metálicas
- Volume 03 - Projeto de Instalações Elétricas
- Volume 04 - Orçamento e Planejamento da Obra

Estes volumes, se conveniente, são divididos por Tomos. Cada Volume ou Tomo contém a metodologia que orienta a condução de cada etapa específica, discriminando os resultados obtidos, os quais são completados com tabelas, gráficos e desenhos referentes aos seus conteúdos.

Este é o Volume 01, que contém o memorial descritivo dos elementos que o compõem discriminando as soluções adotadas, os elementos que compõem os sistemas, a memória de cálculo, com conceito e síntese, onde justificamos as escolhas indicadas, as normas utilizadas e os materiais empregados.

E ainda juntado, as especificações técnicas que norteará a fiscalização nos procedimentos a serem tomados à execução, controle, medição e pagamentos dos serviços, além do detalhamento gráfico.

1.2 Generalidades

A estrutura será do tipo convencional.

Foi realizado um ensaio de sondagem geotécnica do tipo *Standart Penetration Test* (SPT) composto por três furos. Com os resultados coletados do ensaio em conjunto com as características das construções, foi definido o tipo de fundação mais adequada para o projeto.

Estão previstas vergas e contravergas para as janelas e vergas para as portas, moldadas in loco, com transpasses de 20 cm.

O concreto deverá apresentar resistência final de 20 Mpa para todos os elementos de projeto. Para tanto, antes do início da obra, a empresa responsável pela execução dos serviços deverá determinar o traço necessário a obtenção desse resultado, que deverá ser submetido a análise e aprovação da Fiscalização.

No orçamento está previsto a realização de ensaios de resistência a compressão simples, fck, para a verificação do concreto que for utilizado na obra. Para cada caminhão betoneira, estimada com volume de 7m³, que chegar no canteiro de obras, deverão ser realizados três ensaios, onde deverá ser medida a resistência aos 7(sete), 14(quatorze) e aos 28(vinte e oito) dias.

1.3 Estruturas de Concreto

1.3.1 Introdução

O concreto é um material que apresenta alta resistência às tensões de compressão, porém, apresenta baixa resistência à tração (cerca de 10 % da sua resistência à compressão). Assim sendo, é imperiosa a necessidade de juntar ao concreto um material com alta resistência à tração, com o objetivo deste material, disposto convenientemente, resistir às tensões de tração atuantes. Com esse material composto (concreto e armadura – barras de aço), surge então o chamado “concreto armado”, onde as barras da armadura absorvem as tensões de tração e o concreto absorve as tensões de compressão, no que pode ser auxiliado também por barras de aço (caso típico de pilares, por exemplo).

No entanto, o conceito de concreto armado envolve ainda o fenômeno da aderência, que é essencial e deve obrigatoriamente existir entre o concreto e a armadura, pois não basta apenas juntar os dois materiais para se ter o concreto armado. Para a existência do concreto armado é imprescindível que haja real solidariedade entre ambos o concreto e o aço, e que o trabalho seja realizado de forma conjunta.

Em resumo, pode-se definir o concreto armado como “a união do concreto simples e de um material resistente à tração (envolvido pelo concreto) de tal modo que ambos resistam solidariamente aos esforços solicitantes”.

A armadura do concreto armado é chamada “armadura passiva”, o que significa que as tensões e deformações nela aplicadas devem-se exclusivamente aos carregamentos aplicados nas peças onde está inserida.

O trabalho conjunto do concreto e do aço é possível porque os coeficientes de dilatação térmica dos dois materiais são praticamente iguais. Outro aspecto positivo é que o concreto protege o aço da oxidação (corrosão), garantindo a durabilidade do conjunto. Porém, a proteção da armadura contra a corrosão só é garantida com a existência de uma espessura de concreto entre a barra de aço e a superfície externa da peça (denominado cobertura), entre outros fatores também importantes.

1.3.2 Elementos estruturais de projeto

É considerada estrutura todos os elementos que envolvam concreto armado ou que cumpram função estrutural, no caso deste projeto, fundação (bloco sobre estacas) e viga de fundação (baldrame).

1.3.3 Fundações

A engenharia de fundações tem como objetivo determinar formas seguras e econômicas de se transferir cargas estruturais ao terreno.

Fundação, por definição, é a parte da estrutura que está em contato direto com o solo e transmitindo cargas a este, e basicamente existem dois tipos de fundação, as diretas ou rasas e as profundas.

Fundações diretas ou rasas são todos os tipos de estruturas de fundação que atinja profundidade até um máximo de duas vezes a menor dimensão do elemento estrutural (do nível do terreno até a base da fundação), ou seja, constituem uma fundação mais superficial, daí o seu nome, isto devido à existência de topos rochosos ou extratos rígidos próximos ou aflorando a superfície.

Com exceção do “Radier”, são fundações de baixo custo e de fácil execução, não se exigindo mão de obra especializada, nem equipamentos complexos para sua execução, utilizada normalmente para obras de pequeno porte, onde as cargas envolvidas são de pequena intensidade, fator esse que acarreta em uma tensão atuante da fundação no solo muito pequena, logo, como o limitante deste tipo de fundação é a carga admissível pelo solo, esta se torna conveniente.

De acordo com o relatório da sondagem realizado “in loco”, que pode ser visto em anexo, torna-se favorável o uso de fundação do tipo estaca raiz com blocos de coroamento, que é constituída de concreto armado, destinada a distribuir ao solo as cargas concentradas de um pilar.

1.3.4 Vigas

Pela definição da NBR 6118, vigas “são elementos lineares em que a flexão é preponderante”. As vigas são classificadas como barras e são normalmente retas e horizontais, destinadas a receber ações das lajes, de outras vigas, de paredes de alvenaria, e eventualmente de pilares, etc. A função das vigas é basicamente vencer vãos e transmitir as ações nelas atuantes para os apoios, geralmente os pilares.

As ações são geralmente perpendicularmente ao seu eixo longitudinal, podendo ser concentradas ou distribuídas. Podem ainda receber forças normais de compressão ou de tração, na direção do eixo longitudinal. As vigas, assim como as lajes e os pilares, também fazem parte da estrutura de contraventamento responsável por proporcionar a estabilidade global dos edifícios às ações verticais e horizontais.

As armaduras das vigas são geralmente compostas por estribos, chamados “armadura transversal”, e por barras longitudinais, chamadas “armadura longitudinal”.

1.3.5 Caracterização geral

A estrutura será em concreto armado, com fck de 200 kg/cm² (20MPa) para vigas e para os elementos de fundação será considerado 200 kg/cm² (20MPa).

O concreto utilizado deverá ser o usinado em caminhão betoneira e deve ser atingido a resistência característica do concreto a compressão (fck) mínimo indicado em projeto de 20MPa. A classe de agressividade foi considerada moderada ou Classe II, no qual mostra a tabela a seguir, o cobrimento da armadura deve seguir conforme indicado em projeto.

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana(1), (2)	Pequeno
III	Forte	Marinha(1)	Grande
		Industrial(1), (2)	
IV	Muito forte	Industrial(1), (3)	Elevado
		Respingos de maré	

NBR 6118 - Tabela 6.1: Classes de agressividade ambiental

(1) Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

(2) Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) em: obras em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos, ou regiões onde chove raramente.

(3) Ambientes quimicamente agressivos tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Como dito anteriormente a produção de concreto poderá ser através de betoneiras, estas são classificadas da seguinte forma:

- Móvel, na forma de transporte por caminhão betoneira, com um sistema movido por uma correia aço acoplada a um motor normalmente alimentado por um sistema de transmissão do veículo e hidráulico.
- Fixa, como é conhecida no Brasil equipada com motor para que a mistura fique homogênea.
- Semi-fixa, o mesmo que fixa porem pode ser facilmente removida, pois possui rodas.
- Automática, movida por um motor sincronizada equipada com esteiras rolantes.

Os aços são classificados conforme sua resistência, definida pela sua composição e processo de fabricação. Assim, têm-se as classificações CA-25, CA-50 e CA-60.

As armaduras utilizarão aço CA-50 que difere do CA-25, por ser nervurado, que deverá ser produzido de acordo com as especificações da norma 7480. Este tipo de aço deverá ser utilizado para bitolas acima de 6,3 mm. O aço CA-60 apresenta capacidade de soldabilidade com ótimo dobramento e alta resistência. Sendo assim, é indicado para a produção de estribos com bitola inferior a 5,0mm.

As fôrmas serão em madeira de caixaria disponíveis na região e adquiridas/retiradas em local apropriado e provido de licença ambiental para exploração.

Sobre as aberturas serão colocadas vergas as quais deverão exceder à largura do vão em pelo menos 40 cm.

As últimas duas fiadas sob os peitoris das janelas serão assentadas com argamassa de cimento e areia média (1:3), e deverão ser colocadas duas varas de ferro 4,2 mm em cada fiada, excedendo a largura das mesmas.

2. MEMÓRIAS DE CÁLCULO

2.1 Cálculo da estrutura de concreto

O projeto estrutural foi calculado e dimensionado com a utilização dos softwares *AltoQi Eberick, CAD/TQS*. As principais características dos softwares são:

Obtenção de esforços: O processamento da estrutura é segmentado em dois modelos distintos: a grelha do pavimento e o pórtico espacial. Um resumo dos resultados fornece informações referentes às cargas aplicadas e deslocamentos obtidos, bem como à estabilidade global.

As vigas e os pilares da edificação constituem um sistema reticular de Pórtico Unifilar, onde é possível visualizar diretamente todos os esforços internos resultantes que são utilizados para o dimensionamento dos elementos estruturais.

Modelo estrutural refinado: São criados os modelos de grelha dos pavimentos e do pórtico espacial levando em conta a seção dos pilares e criando automaticamente trechos rígidos nas vigas, considerando as excentricidades de forma no modelo. Na visualização do pórtico espacial também é possível verificar as barras das vigas unidas ao centro de gravidade do pilar através desses trechos rígidos.

As reações de apoio das lajes são calculadas no modelo de grelha, que considera a rigidez real das vigas e transfere na forma de cargas concentradas para o modelo do pórtico, gerando diagramas de esforços mais precisos. As reações das barras da grelha que estão contidas na seção do pilar são transmitidas diretamente a esses, sem gerar reações de apoio nas vigas.

Dimensionamento de vigas: Pode-se exibir para cada uma das vigas o seu conjunto de diagramas de esforços solicitantes, do qual são obtidas as condições de dimensionamento das armaduras. Podem-se gerar pranchas com o detalhamento das vigas, escolhendo-se os elementos a serem incluídos na prancha.

O detalhamento pode ser modificado pelo usuário através de um editor de ferros próprio. Todos os ferros gerados pelos programas, bem como as alterações feitas pelo usuário são atualizados na relação dos materiais. É apresentado através do diagrama de flechas do pavimento, os valores dos deslocamentos dos nós da viga e as flechas nos elementos. Os programas destacam as vigas que tiveram flechas excessivas aos limites recomendados.

Dimensionamento de pilares: O dimensionamento dos pilares é feito pelo processo iterativo, ou processo da linha neutra, que leva em conta, inclusive, a posição das armaduras. Por esse processo, são traçados diagramas de interação entre os momentos resistentes e solicitantes de cálculo, para cada combinação. Com isso o dimensionamento torna-se mais seguro.

O dimensionamento das seções dos pilares e a escolha das armaduras podem ser feitos por pavimento ou por lance de pilar, da maneira que for mais conveniente ao usuário.

A seguir, apresentamos a memória de cálculo resumida dos itens que compõem o projeto.

3. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

3.1 Concreto

3.1.1 Objetivo

Definir as diretrizes para os serviços inerentes à execução de concretos e argamassas empregados em estruturas de concreto.

3.1.2 Condições específicas

Os concretos e argamassas a serem empregados nas estruturas de concreto, deverão obedecer à presente especificação.

O concreto será composto de cimento Portland, água, agregado miúdo e agregado graúdo; em casos especiais, após aprovação da Fiscalização, poderão ser utilizados aditivos químicos para melhorar certas propriedades do concreto.

A argamassa será composta de cimento Portland, agregado miúdo e água e deverá atender à especificação NBR 7200 da ABNT.

O concreto e a argamassa também poderão ser pré-usinados, bombeados ou lançados diretamente nas formas ou locais de concretagem. O concreto produzido na obra poderá também ser admitido.

a. Concreto produzido na obra

Deverá ser utilizado cimento Portland adequado às exigências do projeto estrutural e à agressividade do meio ambiente, objetivando a produção de concretos resistentes e duráveis e que atendam às especificações da ABNT.

Caberá à Fiscalização aprovar o cimento a ser empregado, podendo exigir a apresentação de certificado de qualidade, quando julgar necessário.

Todo cimento deverá ser entregue no local da obra, em sua embalagem original. O cimento deverá ser armazenado em local seco e abrigado durante um curto tempo ou curto período, de maneira para não comprometer sua aplicabilidade. Também a forma de empilhamento deverá satisfazer esta condição.

a.1) Agregados

É fundamental que se tenha um perfeito conhecimento dos agregados a serem utilizados para a obtenção de um concreto de boa resistência e durabilidade, visto que eles constituem aproximadamente 75% da composição do concreto, sendo os materiais mais menos homogêneos dentre os utilizados nas estruturas de concreto armado e estão subdivididos em duas categorias:

a.1.1) Agregado miúdo

Areia de origem natural ou resultante do britamento de rochas estáveis, ou a mistura de ambas, cujos grãos passam pela peneira ABNT 4,8mm e ficam retidas na peneira ABNT 0,075mm. Deve ser limpo, resistente e durável, isento de sulfatos e cloretos, e não apresentar substâncias nocivas, como torrões de argila, matéria orgânica, etc.

a.1.2) Agregado graúdo

Pedregulho ou brita proveniente de rochas estáveis, ou a mistura de ambas, cujos grãos passam pela peneira de malha quadrada com abertura nominal de 152mm e ficam retidas na peneira ABNT 4,8mm, isentos de partículas aderentes e outras sem substâncias nocivas, como torrões de argila e matéria orgânica.

Os agregados a serem utilizados nas estruturas de concreto armado deverão obedecer às exigências contidas nas NBR-7211 – “Agregado para concreto” e NBR-6118 da ABNT.

Quando os agregados forem medidos em volume, as padiolas ou carrinhos, especialmente construídos, deverão trazer, na parte externa, em caracteres bem visíveis, o material, o número de padiolas por saco de cimento e o traço respectivo. A Fiscalização deverá ser chamada para conferir os caixotes ou carrinhos especiais e só após sua aprovação em diário os mesmos poderão ser usados.

b. Aço

O aço utilizado deverá atender as especificações constantes do projeto estrutural, bem como as prescrições contidas na NBR-7480 – “Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado” e da NBR-6118 da ABNT.

As barras e fios devem apresentar suficiente homogeneidade quanto as suas características geométricas, e possuir morsas e saliências visíveis para melhorar a aderência das mesmas ao concreto.

Não é vedada a utilização de barras de aço soldada, desde que seja decidido pela Fiscalização. Entretanto alguns requisitos devem ser obrigatoriamente respeitados, tais como:

- Emendas admissíveis somente em aços CA-50 e diâmetro superior a 12,5mm;
- Pode-se utilizar soldagem por caldeamento ou eletrodo convencional desde que respeite a todos os requisitos propostos pela NBR-8548 – “Barras de aço destinadas a armaduras para concreto armado com emendas mecânicas ou por solda – Determinação de resistência à tração” e NBR-6118.
- Utilizar soldas de topo ou por traspasse.

c. Cimento

A Contratada deverá respeitar todos os requisitos propostos pelas normas técnicas em relação aos cimentos, especificamente com atenção voltada para: condições de estocagem e armazenamento; Fiscalização periódica e ensaios; critérios de escolha em função do tipo de peça de concreto produzida e das condições de exposição a que ela estará submetida (submersa, enterrada, ar livre e etc.).

Quando por alguma razão a Fiscalização detectar algum tipo de anomalia no cimento em utilização na obra, poderá solicitar a realização de ensaios de avaliação de qualidade e da atividade dos mesmos, os custos ficarão por conta da Contratada. Uma vez detectada a perda de atividade dos cimentos estocados na obra, a Contratada procederá imediatamente a sua remoção do canteiro e sua consequente reposição.

Qualquer problema na mudança de coloração das peças em concreto, motivado pela alteração do tipo de cimento, será de inteira responsabilidade da Contratada, ficando a seu cargo, sem ônus para Contratante, a resolução do problema, mediante a utilização de técnicas apropriadas, tais como a estocagem.

Não será conveniente utilizar numa mesma concretagem misturas de tipos diferentes de cimentos, nem de marcas diferentes, ainda que pertencentes a um mesmo tipo.

d. Água

A água é o elemento necessário a hidratação do cimento, reação química básica para produção de concretos e argamassas. Deve ser isenta de teores prejudiciais e de substâncias estranhas. Podem ser usadas para produção de concretos, as águas potáveis e as que apresentarem PH entre 5.8 e 8.0 e respeitem os seguintes limites máximos:

- | | |
|---|-----------|
| - Matéria orgânica (expressa em oxigênio consumido) | 3mg/L |
| - Resíduo sólido | 5000 mg/L |
| - Sulfatos (expresso em íons SO ₄ -2) | 300 mg/L |
| - Cloretos (expresso em íons CL-1) | 500 mg/L |
| - Açúcar | 5 mg/L |

e. Aditivos

Por definição, é todo e qualquer material incorporado na mistura até o limite de 5% sobre o peso de cimento ou aglomerante utilizado na produção de concretos. É recomendável a utilização de aditivos nos concretos produzidos visando alcançar alguma propriedade desejável e importante, dentre eles pode-se citar:

- Plastificantes e super-plastificantes;
- Redutor de água;
- Incorporador de ar;
- Corantes;
- Hidrofugantes;
- Acelerador ou retardador de pega, etc.

Todos os aditivos a serem utilizados deverão atender as especificações contidas na norma NBR-11768 – “Aditivos para concreto de cimento Portland” da ABNT. É dispensável, por parte da Contratada, a realização de ensaios de recepção e controle dos aditivos a serem utilizados. Entretanto, caso haja, no ato da produção, lançamento ou cura do concreto, a aparição de alguma patologia ou dano, cuja origem tenha sido a qualidade do aditivo utilizado, a Contratada é responsável pelos danos ocasionados, ficando obrigadas a repor o concreto às condições prescritas pelo projeto. A qualquer tempo a Fiscalização poderá exigir a contratação de um laboratório especializado, com o objetivo de avaliar o desempenho de possíveis aditivos a serem utilizados nos concretos.

O uso de aditivos, só será permitido mediante autorização expressa da Fiscalização.

Os aditivos só poderão ser usados se obedecerem às especificações nacionais ou, na falta destas, se as suas propriedades tiverem sido verificadas experimentalmente em laboratório nacional idôneo.

f. Equipamento

A natureza, capacidade e quantidade do equipamento a ser utilizado dependerão do tipo e dimensões, do serviço a executar. A Contratada deverá apresentar a relação detalhada do equipamento a ser empregado na obra, para apreciação e aprovação da Fiscalização, caso o mesmo não seja indicado no projeto, no contrato, ou em outro documento relacionado com a execução da obra.

3.1.3 Execução

a. Concreto

a.1) Dosagem

O concreto para fins estruturais deverá ser dosado experimentalmente, a partir da tensão de ruptura estabelecida no projeto, do tipo de controle e das características físicas dos materiais componentes. A Contratada não poderá alterar a dosagem sem autorização expressa da Fiscalização, devendo adotar as medidas necessárias à sua manutenção.

Serão consideradas também, na dosagem dos concretos, condições peculiares como impermeabilização, resistência ao desgaste, ação de águas agressivas, aspectos das superfícies, condições de colocação, etc.

O concreto para outros fins que não o estrutural, ou que não requeira características especiais devido à sua destinação, poderá ser dosado empiricamente, mas de modo a obter um concreto durável, resistente e de bom aspecto, devendo neste caso satisfazer às especificações da norma NBR 6118 da ABNT.

A operação de medida dos materiais componentes, de acordo com o traço previsto no projeto, deverá sempre que possível, ser realizada em peso. Entretanto, quando a dosagem for feita por processo volumétrico, deverão ser empregados caixotes de madeira ou de metal, de dimensões corretas, indeformáveis no uso e pelo uso, e corretamente identificado em obediência ao traço especificado.

No enchimento dos caixotes é recomendado cuidado para que o material não ultrapasse o plano da borda, não sendo permitida, em hipótese alguma, a formação de abaulamentos, para o que deverá ser procedido, sistematicamente, o arrasamento da superfície final.

Deverá ser dada atenção especial à medição da água, devendo ser previsto dispositivo de medida capaz de garantir a medição de seu volume considerando-se para tal, margem de erro inferior a 3% do fixado na dosagem.

a.2) Preparo

O preparo do concreto no local da obra deverá ser feito em betoneira de tipo e capacidade aprovados pela Fiscalização e somente será permitida a mistura manual com a devida autorização da Fiscalização, desde que seja enriquecida a mistura com, pelo menos, 10% do cimento previsto no traço adotado. Em hipótese alguma a quantidade total de água será superior à prevista na dosagem, havendo sempre um valor fixo para o fator água/cimento. Os materiais serão colocados no tambor da betoneira, de modo que uma parte da água seja colocada antes dos materiais secos; a ordem de colocação na betoneira será: parte do agregado graúdo, cimento, areia, restante da água e finalmente o restante do agregado graúdo. Os aditivos, se previstos, deverão ser adicionados à água em quantidades certas, antes do seu lançamento no tambor, salvo recomendação de outro procedimento, pela Fiscalização.

O tempo de mistura, contado a partir do instante em que todos os materiais tiverem sido colocados na betoneira, dependerá do tipo desta e não deverá ser inferior a:

- Para betoneiras de eixo vertical = 01 minuto;
- Para betoneiras basculantes = 02 minutos;
- Para betoneiras de eixo horizontal = 1,5 minuto.

A mistura volumétrica do concreto deverá ser sempre preparada para uma quantidade inteira de sacos de cimento. Os sacos de cimento que, por qualquer razão, tenham sido parcialmente usados, ou que contenham cimento endurecido, serão rejeitados. O uso de cimento proveniente de sacos usados ou rejeitados não será permitido.

Todos os dispositivos destinados à medição para preparo do concreto deverão estar sujeitos à aprovação da Fiscalização.

O concreto deverá ser preparado somente nas quantidades destinadas ao uso imediato.

Deverá ser rejeitado o concreto que não tiver sido usado após 60 minutos da adição da água.

O concreto que estiver parcialmente endurecido não deverá ser re-misturado.

Quando a preparação do concreto for manual, serão necessários cuidados especiais para que não haja perda de água ou de nata de cimento. Para onde houver grande densidade de barras de aço da armadura, o concreto deverá ser preparado juntando agregado graúdo cujo diâmetro máximo deve ser inferior ao espaçamento das barras, atendendo à resistência estabelecida no projeto.

Quando a mistura for feita em central de concreto, situada fora do local da obra, a betoneira, os materiais e os métodos usados deverão estar de acordo com estas especificações. Além disto, a central deverá estar sempre aberta e sujeita à ação da Fiscalização.

a.3) Lançamento

O lançamento do concreto só poderá ser iniciado mediante autorização da Fiscalização. Para isso, será necessário verificar se a armadura está montada na quantidade e posições exatas; se as formas, quando de madeira, foram suficientemente molhadas e se, de seu interior, foram removidos os cavacos de madeira, serragem e demais resíduos das operações de carpintaria.

Não será permitido o lançamento do concreto de uma altura superior a 2 metros, bem como o acúmulo de grande quantidade em um ponto qualquer e o seu posterior deslocamento, ao longo das formas.

Poderão ser usadas calhas, canaletas e tubulações, preferencialmente feitas ou revestidas com chapas metálicas como auxiliares no lançamento do concreto. As mesmas deverão estar dispostas e limpas e isentas de resíduo de concreto endurecido de modo a não provocarem segregação do concreto.

a.4) Adensamento de concreto

O concreto deverá ser bem adensado dentro das formas, mecanicamente, usando-se para isso vibradores de tipo e tamanho aprovados pela Fiscalização, com uma frequência mínima de 3000 impulsos por minuto. O adensamento manual, somente será permitido em caso de interrupção no fornecimento de força motriz aos aparelhos empregados e por um período de tempo mínimo indispensável ao término da moldagem da peça em

execução, devendo-se, para este fim, elevar o consumo de cimento de 10%, sem que seja acrescida a quantidade de água de amassamento.

Para a concretagem de elementos estruturais, serão empregados preferivelmente, vibradores de imersão, com diâmetro de agulha vibratória adequado às dimensões da peça, ao espalhamento e à densidade de ferros da armadura metálica. Esse procedimento visa permitir a sua ação em toda a massa a vibrar, sem provocar, por penetração forçada, o afastamento das barras das posições corretas. Em peças delgadas, onde não haja possibilidade de introdução de vibrador de agulha, deverá ser usado vibrador de placa.

Os vibradores de imersão devem ser empregados em posição vertical, devendo-se evitar seu contato demorado com as paredes das formas e/ou com as barras da armadura. A vibração concentrada em um mesmo ponto deverá ser evitada uma vez que poderá causar refluxo excessivo de pasta em torno da agulha.

O afastamento de dois pontos contíguos de imersão do vibrador deverá ser de no mínimo 30 cm. Na concretagem de lajes e placas de piso ou peças de pouca espessura e altas, o emprego de placas vibratórias é considerado obrigatório.

A consistência dos concretos deverá satisfazer às condições de adensamento com a vibração e a trabalhabilidade exigida pelas peças a moldar.

a.5) Cura e proteção

O concreto deverá ser curado e protegido eficientemente contra a ação do sol, do vento e da chuva, a fim de atingir sua resistência total. A cura deve continuar durante um período mínimo de 07 dias, após o lançamento, caso não existam contra indicações.

A água para a cura deverá ser da mesma qualidade da usada na mistura do concreto.

a.6) Acabamento

As imperfeições de concretagem só poderão ser corrigidas após a vistoria da Fiscalização, que deverá recomendar, para cada caso, a solução adequada a adotar.

Após a retirada das formas, todos os dispositivos aparentes empregados na face do concreto, tais como vergalhões de travamento e pregos, serão cortados a uma distância de, pelo menos, 05 mm da face do concreto, sendo os orifícios tapados com argamassa forte de cimento e areia.

As superfícies do concreto deverão ter um acabamento comum, isto é, serão argamassadas todas as imperfeições, verificadas após a retirada das formas. Essas superfícies deverão apresentar-se lisas e uniformes, sem “brocas” ou saliências.

As pedras-de-mão deverão ser distribuídas de modo que sejam completamente envolvidas pelo concreto, não tenham contato com pedras adjacentes e não possibilitem a formação de vazios. Deverão ficar no mínimo 05 centímetros afastados das formas.

b. Argamassa

As argamassas, compostas de cimento Portland, agregado miúdo (areia) e água, deverão ser preparados em betoneiras, salvo autorização em contrário, dada pela Fiscalização. Quando for permitida a preparação manual, a areia e o cimento deverão ser misturados a seco, até a obtenção de mistura com coloração uniforme, quando então será adicionada a água necessária à obtenção da argamassa de boa consistência, que permite o manuseio e o espalhamento fácil com a colher de pedreiro. A argamassa que não tiver sido empregada dentro de 45 minutos após sua preparação, será rejeitada, não sendo permitido o seu posterior aproveitamento, mesmo que a ela seja adicionado mais cimento.

Para as alvenarias de pedra, as argamassas terão o traço em volume de cimento e areia, de 1:3.

As argamassas atenderão à especificação NBR 7200 da ABNT e deverão satisfazer as seguintes condições: resistência mecânica, aderência, constância de volume e durabilidade. A maior ou menor importância de uma dessas condições dependerá da finalidade da argamassa.

3.1.4 Controle de execução

O controle de execução, consta do controle gravimétrico do traço, controle da umidade dos agregados e da composição granulométrica dos agregados do consumo de cimento, para que se introduzam as correções necessárias à manutenção da dosagem recomendada.

O controle feito durante a execução do concreto, tem por finalidade assegurar o cumprimento dos valores fixados na dosagem.

A frequência das operações de controle acima indicadas é em função do tipo da obra e do volume de concreto a executar, devendo ficar a critério da Fiscalização e assegurar a continuidade da qualidade exigida.

- a. Controle de verificação de resistência mecânica (NBR 5738 e NBR 5739 da ABNT)

Tem por finalidade verificar se o concreto foi convenientemente dosado, de modo a assegurar a tensão mínima de ruptura fixada em projeto. O mesmo será executado através da ruptura de corpos de prova cilíndricos de concreto, de acordo com métodos aprovados pela Fiscalização, em conformidade com a ABNT.

O número de corpos de prova a serem moldados, nunca será inferior a 04 (quatro) para cada 30 m³ de concreto. Deverão ser moldados, também, pelo menos 04 (quatro) corpos de prova, sempre que houver modificação do traço ou do tipo de agregado.

- b. Controle da trabalhabilidade ou “slump test”

Tem por finalidade determinar a consistência do concreto pelo abatimento do tronco de cone, de modo a se conseguir um concreto que apresente a necessária plasticidade e coesão para seu emprego. Quando, após a desmoldagem, houver desmoronamento, o ensaio deve ser repetido com nova amostragem. Caso haja desmoronamento no reensaio, o concreto não apresenta as condições para que seja empregado.

Para cada 25,4 mm de “slump” (recalque) no corpo de prova e após a desmontagem do cone, a diferença quanto ao “slump” estabelecido no projeto, corresponde a presença de 3% de água na mistura, diferente da quantidade que deveria ter. O ensaio para dar resultado imediato, deverá ser feito em cada fornecimento de concreto para obra, ou em cada betonada, a critério da Fiscalização.

- c. Controle das argamassas

As argamassas deverão atender à especificação NBR 7200 da ABNT e serão controladas pelos ensaios de qualidade da água e da areia. Deverão ainda satisfazer as seguintes condições: resistência mecânica, aderência, constância de volume e durabilidade. A maior ou menor importância dessas condições dependerá da finalidade do emprego da argamassa.

3.1.5 Critério de medição

- a. Concreto

O concreto seja ele simples ou ciclópico, será medido em metros cúbicos de volume efetivamente executado, nas dimensões e conformação indicadas no projeto ou quando não houver esta indicação, pelo volume medido no local de lançamento, pela Fiscalização. Não deverá ser medido o concreto que, por qualquer motivo, não foi aceito pela Fiscalização.

- b. Argamassa

A argamassa será medida por metro cúbico de sua aplicação em função das dimensões indicadas no projeto. Quando não houver indicação em projeto, a medição da argamassa se dará considerando o volume medido no local de aplicação, com o acórdão da Fiscalização. Não será medida a argamassa que, por qualquer motivo, for recusada pela Fiscalização.

3.2 Formas

3.2.1 Objetivo

Definir as diretrizes para os serviços inerentes à execução de formas e desformas e peças de cimbramento, na execução do concreto armado.

3.2.2 Condições Específicas

Esta especificação, objetiva fixar as condições na aceitação e utilização de formas e peças de cimbramento, na execução do concreto armado.

As formas e os cimbres deverão obedecer às indicações do projeto, possuir rigidez suficiente para não se deformarem quando submetidas a cargas, e deverão, ainda, obedecer às especificações da norma NBR 6118 da ABNT.

O dimensionamento e a construção das formas e cimbramento obedecerão às prescrições das normas NBR 7190 e NBR 8800, da ABNT, para estruturas de madeira e estruturas metálicas respectivamente.

a. Formas

As formas poderão ser de madeira regional ou de madeira compensada, espessura mínima de 12 mm, sem deformações, defeitos, irregularidades ou pontos frágeis que possam influir na forma, dimensão ou acabamento das paredes e lajes das peças de concreto; tudo conforme especificações de projeto e planilhas.

b. Cimbres

O cembre das estruturas em execução deverá ser constituído de peças de madeira ou peças metálicas sem deformações, defeitos, irregularidades ou pontos frágeis.

Em casos especiais, será exigido pela Fiscalização, projeto de cimbramento.

c. Equipamento

A natureza, capacidade e a quantidade do equipamento a ser utilizado, dependerão do tipo e dimensão de cada serviço a executar. A Contratada deverá apresentar a relação detalhada do equipamento a ser utilizado em cada obra, ou conjunto de obras.

3.2.3 Metodologia de execução

a. Formas

As formas deverão ser executadas de modo que o concreto acabado tenha as formas e dimensões do projeto, esteja de acordo com alinhamentos e cotas e apresente uma superfície lisa e uniforme. Deverão ser executadas/assentadas de modo a comportar o efeito da vibração de adensamento e da carga do concreto e que sua remoção não comprometa a estabilidade da concretagem.

As dimensões, nivelamento e verticalidade das formas deverão ser verificados cuidadosamente, sendo removido do interior das formas todo pó de serra, aparas de madeira e outros restos de materiais. Em pilares ou paredes, nos quais o fundo é de difícil limpeza, deverão ser deixadas aberturas provisórias, para facilitar esta operação.

As juntas das formas deverão, obrigatoriamente, ser vedadas, para evitar perda de argamassa do concreto ou de água.

Antes da concretagem, as formas deverão ser abundantemente molhadas. Salvo indicado em contrário, todos os cantos externos e bordas aparentes das peças a moldar deverão ser chanfrados, por meio da colocação de uma tira de madeira na forma. Essa tira deverá ter, em seção transversal, o formato de um triângulo retângulo isósceles, cujos lados iguais devem medir 02 cm.

O prazo para desmoldagem será o previsto pela norma NBR 6118 da ABNT.

b. Cimbramento

O cimbramento deverá ser projetado e construído, de modo que receba todos os esforços atuantes sem sofrer deformações. Para isto, deverão ser evitados apoios em elementos sujeitos à flexão, bem como adotados contraventamentos, para obtenção da rigidez necessária.

Nas obras onde a deformação das peças de concreto se faça sentir de modo acentuado, deverão ser previstas, no cimbramento, contra-flechas cujos valores constarão do projeto estrutural.

b.1) Retirada das formas e do cimbramento

As formas e cimbramentos só poderão ser retiradas quando, a critério da Fiscalização, o concreto já se encontrar suficientemente endurecido para resistir às cargas que sobre ele atuam. Todavia, tais prazos não deverão ser inferiores a 3 (três) dias para a retirada das formas laterais, a 14 (quatorze) dias para a retirada das formas inferiores, permanecendo os pontaletes bem encunhados e convenientemente espaçados e 21 (vinte e um) dias para a retirada total das formas e pontaletes. Estes prazos poderão ser reduzidos conforme preconiza o item 14.2 da norma NBR 6118 da ABNT, ou quando, a critério da Fiscalização, forem adotados concretos com cimento de alta resistência inicial ou com aditivos aceleradores de endurecimento.

A retirada das formas e do cimbramento, deverá ser efetuada sem choques e obedecerá a um programa elaborado de acordo com o tipo de estrutura.

Nenhuma obra será aceita pela Fiscalização, se não tiverem sido retiradas todas as formas e todo o cimbramento e corrigidas todas as imperfeições apontadas pela Fiscalização.

b.2) Fiscalização

A Fiscalização dos serviços de execução de formas e cimbramento, assim como o estabelecimento das tolerâncias a serem permitidas caberá à Fiscalização, objetivando a boa técnica e a perfeição dos serviços.

O controle das deformações verticais do cimbramento, no decorrer da concretagem, deverá ser feito com a instalação de deflectômetros, ou com nível de precisão, para que se possa reforçá-lo em tempo hábil, em caso de uma deformação imprevista.

3.2.4 Critério de medição

As formas serão medidas por metro quadrado de superfície de forma colocada, considerando-se o tipo, conforme planta de formas do projeto.

O cimbramento será medido pelo volume em metros cúbicos.

3.3 Armadura

3.3.1 Objetivo

Definir as diretrizes para os serviços inerentes às armaduras para o concreto estrutural.

3.3.2 Condições específicas

Esta especificação tem por objetivo fixar as condições gerais exigíveis no recebimento e a aceitação de armaduras para utilização em estruturas de concreto armado.

As armaduras deverão estar isentas de qualquer material nocivo, antes e depois de colocadas nas formas. Deverão ser colocadas como indicado no projeto e, durante a operação de concretagem, mantidas na posição correta.

As barras aparentes das juntas de concretagem deverão ser limpas e isentas de concreto endurecido, antes de ser dado prosseguimento a concretagem.

A qualidade do aço a empregar será o especificado no projeto e deverá atender prescrições da NBR 7480/82 da ABNT.

a. Equipamento

A natureza, capacidade e a quantidade do equipamento a ser utilizado dependerão do tipo e dimensões de cada serviço a executar. Assim, a Contratada apresentará a relação detalhada do equipamento a ser utilizado em cada obra, ou conjunto de obras.

b. Execução

O corte e dobramento das barras devem ser executados a frio, de acordo com os detalhes do projeto e as prescrições da ABNT.

Os ferros colocados nas formas deverão ser amarrados entre si, por meio de arame preto nº18, ou por ponto de solda elétrica.

c. Colocação

As armaduras deverão ser colocadas nas formas, considerando as posições indicadas no projeto, sobre calços de argamassa de cimento e areia, pedaços de vergalhões ou ainda, sobre peças especiais (“caranguejos”), quando for o caso, de modo a garantir os afastamentos necessários das formas, garantindo, deste modo, o correto recobrimento da ferragem, conforme projeto.

As barras não poderão apresentar defeitos prejudiciais, tais como: fissuras, esfoliações, bolhas, oxidação excessiva e corrosão.

Deverão ser rejeitadas as barras que não satisfizerem à esta especificação. Se a porcentagem de barras defeituosas for elevada, de modo a tornar praticamente impossível sua separação e rejeição, todo o lote fornecido deverá ser rejeitado.

3.3.3 Critérios de medição

As armaduras para concreto armado serão medidas por quilograma de aço colocado nas formas, de acordo com as quantidades constantes dos quadros de ferro dos projetos, sem considerar a porcentagem relativa a perdas, emendas ou a quaisquer outras razões.

3.4 Sistemas Estruturais em Aço

3.4.1 Elementos estruturais

Os principais elementos estruturais metálicos são:

- Elementos lineares alongados, denominadas hastes ou barras.
- Elementos bidimensionais, geralmente denominados elementos planos, constituídos por placas ou chapas.

a) Hastes

As hastes formam elementos alongados cujas dimensões transversais são pequenas em relação ao comprimento. Dependendo da solicitação predominante, as hastes podem ser classificadas em:

- Tirantes (tração axial)
- Colunas (compressão axial)
- Vigas (cargas transversais produzindo momentos fletores e esforços cortantes)
- Eixos (torção)

Quando as solicitações de tração ou compressão são aplicadas segundo o eixo da haste, isto é, segundo a linha formada pelos centros de gravidade das seções, as tensões internas de tração ou compressão se distribuem uniformemente na seção transversal.

Quando a haste está sujeita a cargas transversais, os esforços predominantes são momentos fletores e esforços cortantes, os quais dão origem, respectivamente, a tensões normais de flexão e tensões de cisalhamento.

Quando a haste é usada para transmitir momentos de torção, as solicitações são cisalhantes. Os eixos de torção são muito utilizados em máquina.

Nas aplicações práticas, os elementos lineares trabalham sob a ação de solicitações combinadas. Os esforços longitudinais de tração e compressão geralmente atuam com excentricidade em relação ao eixo da peça, dando origem a solicitações de flexo-tração e flexo-compressão, respectivamente. Nas hastes comprimidas, as deformações transversais da peça dão origem a solicitações adicionais de flexo-compressão; esse efeito, denominado de 2ª ordem porque altera a geometria inicial da haste, é muito importante nos elementos muito alongados, conduzindo à ruptura da pelo por flambagem.

Nas vigas, as solicitações de flexão e cisalhamento são muitas vezes combinadas com solicitações de torção.

b) Chapas

As chapas, também denominadas placas, são elementos de espessura pequena em relação à largura e ao comprimento. As chapas são utilizadas isoladamente ou como elementos constituintes de sistemas planos ou espaciais.

3.4.2 Sistemas de elementos lineares

Os sistemas de elementos lineares são formados pela combinação dos principais elementos lineares (tirantes, colunas, vigas), constituindo as estruturas portantes das construções civis. Eles podem ser classificados em lineares, planos e espaciais.

Os sistemas lineares são constituídos por elementos lineares isolados, tais como colunas, vigas contínuas, etc.

Nas vigas, os carregamentos produzem tensões internas normais de flexão e de cisalhamento. As resultantes das tensões internas de flexão constituem um binário interno que equilibra o momento fletor solicitante. Como o braço de alavanca interno é geralmente pequeno em relação ao vão da viga, resultam valores elevados dos esforços internos e das tensões de flexão.

Denominam-se vigas armadas às vigas reforçadas inferiormente com tirantes metálicos, constituídos por vergalhões redondos com extremidades rosqueadas ou por perfis esbeltos.

Os tirantes e pontaletes fornecem apoios elásticos intermediários para a viga, aumentando sua capacidade de carga.

Os sistemas planos de elementos lineares são formados por associação de elementos lineares contidos num plano.

As treliças são sistemas em que as hastes trabalham predominantemente a tração ou compressão simples. As treliças teóricas têm os nós rotulados, porém as treliças construídas na prática apresentam nós rígidos, de modo que a rotação desses nós produz momentos nas barras. Como, entretanto, as hastes individuais são geralmente esbeltas, as tensões de flexão resultam pequenas, recebendo a denominação de tensões secundárias. Os banzos das treliças que recebem cargas distribuídas têm também solicitação de flexão provocada por essas cargas.

Os pórticos, também denominados quadros, são sistemas formados por associação de hastes retilíneas ou curvilíneas, com ligações rígidas entre si, e apoios resistentes a deslocamentos horizontais. Os arcos são pórticos de eixo curvilíneo.

Tantos os pórticos como os arcos podem ter seus apoios rotulados ou engastados.

Estes sistemas ficam geralmente situados no plano vertical, com cargas atuantes no mesmo plano vertical. É evidente que os mesmos sistemas podem trabalhar num plano inclinado ou na horizontal, com cargas atuando no plano do sistema.

A grelha plana é formada por dois feixes de vigas, ortogonais ou oblíquos, trabalhando conjuntamente, com cargas atuando no plano normal às vigas. As grelhas são usadas em pisos de edifícios, superestruturas de pontes e etc.

A viga balcão é uma viga plana, curva ou poligonal, solicitada por cargas no plano normal ao da viga. As vigas balcão ficam sujeitas a solicitações de torção, associadas a flexão e cisalhamento.

Os sistemas lineares e planos podem ser associados espacialmente, formando estruturas de galpões, pontes e etc.

3.4.3 Sistemas de elementos bidirecionais

Os sistemas planos de elementos bidirecionais são constituídos por chapas dobradas ou reforçadas com enrijecedores soldados.

As chapas dobradas são geralmente utilizadas como cobertura ou tapamento lateral de galpões.

As chapas reforçadas com enrijecedores são muito utilizadas como lajes em pontes de grandes vãos, nas quais há interesse em reduzir o peso próprio da estrutura. Essas chapas reforçadas têm geralmente inércia maior em uma direção, na qual elas vencem um vão grandes. Por esse motivo elas são chamadas placas ortogonalmente anisotrópicas ou ortotrópicas.

Os sistemas planos de placas ortotrópicas são utilizados como componentes de vigas celulares de pontes de grandes vãos

As chapas metálicas são também utilizadas na construção de sistemas espaciais formados por associação de cascas e placas, formando vasos de pressão, reservatórios, silos e etc.

3.5 Ligações com Solda

Como o processo indicado no projeto é a solda discutiremos um pouco sobre o assunto.

A solda é um processo de juntar duas peças metálicas por união através de uma interface. Em geral a solda se faz com auxílio de calor, que produz fusão dos metais. O calor pode ser produzido por diversas fontes de energia como, por exemplo:

- Energia elétrica, solda por arco voltaico e solda por resistência elétrica com pressão;
- Energia química, solda por chama de acetileno e solda por reação química;
- Energia ótica, solda por raio laser e solda por raio de elétrons;
- Energia mecânica, solda por atrito e pressão e solda por energia vibratória (ultra-som) e pressão.

As soldas por energia mecânica e ótica constituem casos especiais, sem interesse na indústria de construção.

A solda por calor produzido por reação química é utilizada na emenda de vergalhões e outros casos especiais.

Na solda por chama de acetileno, a energia calorífica é produzida pela queima do acetileno em presença de oxigênio, daí o nome usual de solda oxiacetileno. O processo não é utilizado nas estruturas porque produz resultados inferiores aos do arco voltaico. A chama de acetileno tem, entretanto, largo emprego no corte do aço.

Com controle da chama e dispositivos de guia (régua, gabaritos, pantógrafos) pode-se efetuar o corte com tolerância de 1/16" em placas de até 6" de espessura. A chama de acetileno é ainda utilizada para aquecimento em geral de peças metálicas, aquecimento para contraflecha ou endireitamento de perfis.

Na solda por resistência elétrica com pressão, o calor é fornecido pela resistência à passagem da corrente elétrica. Na solda por arco voltaico, o calor de fusão é produzido por um arco voltaico entre a chapa (metal base) e o material a ser depositado (eletrodo). Este é, com larga margem, o tipo de solda mais utilizado.

Para a execução de solda por arco voltaico, são utilizadas máquinas de corrente contínua (geradores) ou de corrente alternada (alternadores). Em corrente contínua, um terminal (positivo) libera a alternativamente positivos e negativos liberando aproximadamente a mesma quantidade de energia calorífica.

Se o arco voltaico e o material metálico fundido estiverem em contato com a atmosfera, forma-se diversas impurezas na solda. Esses defeitos são evitados isolando-se o arco, o que pode conseguir de três modos:

- Revestimento no eletrodo: o revestimento é consumido juntamente com o eletrodo, se transformado parte em gases inertes, parte em escória, este é o tipo mais difundido de solda, podendo ser empregado em oficina ou no campo;
- Proteção de gás inerte: por exemplo mistura de CO₂, argônio, hélio. A mistura gasosa é suprida por um reservatório independente do circuito elétrico;
- Arco submerso em material granular fusível: o eletrodo é um fio metálico sem revestimento, porém o arco e o metal fundido ficam isolados pelo material granular. Este processo é largamente utilizado em trabalhos de oficina, podendo ser automatizado. A solda obtida é de grande regularidade.

Os eletrodos utilizados nas soldas por arco são varas de aço-carbono ou aço de baixa liga. Os eletrodos com revestimento são designados segundo ASTM por expressões do tipo E 70XY, onde:

E = eletrodo;

70 = resistência à ruptura da solda em ksi;

X = n.º que se refere à posição de soldagem satisfatória (1-qualquer posição; 2-somente posição horizontal);

Y = n.º que indica tipo de corrente e de revestimento do eletrodo.

Os eletrodos geralmente utilizados têm resistência à ruptura 60 ksi (42 kgf/mm²) e 70 ksi (49 kgf/mm²).

Para aços de alto carbono e aços de baixa liga, recomenda-se um eletrodo com revestimento de carbonato de sódio, o qual é chamado de eletrodo básico ou de baixo hidrogênio. A solda feita com eletrodo de baixo hidrogênio se distingue das outras pelo aspecto granular do material depositado (outros eletrodos produzem solda com respingos). Em geral as propriedades mecânicas das soldas feitas com eletrodos de baixo hidrogênio são superiores as demais.

A soldabilidade dos aços reflete a maior ou menor facilidade de se obter uma solda resistente e sem trincas.

Dada a enorme importância assumida pela solda nos últimos decênios, as formulações químicas dos aços visam sempre a obter produtos soldáveis.

As soldas podem apresentar grande variedade de defeitos. Dentre eles podemos citar:

- Fusão incompleta, penetração inadequada: decorrem em geral de insuficiência de corrente;
- Porosidade: retenção de pequenas bolhas de gás durante o resfriamento. Em geral causada por excesso de corrente ou distância excessiva entre o eletrodo e a chapa;
- Inclusão de escória: usual em soldas feitas em várias camadas, quando não se remove totalmente a escória em cada passe.

Em face a grande sensibilidade a defeitos, a solda deve ser feita sempre em condições controladas. Inicialmente, devem ser observadas as recomendações dos fabricantes de eletrodos.

4. MEMÓRIA DE CÁLCULO

4.1 Cálculo da Estrutura Metálica

O projeto das estruturas metálicas foi calculado e dimensionado com a utilização do software Metálicas 3D fornecido pela empresa Multiplus Softwares Técnicos, de propriedade da Vetor Engenharia com código de licença nº 85817.

O cálculo é feito de acordo com as normas brasileiras: NBR 14762:2010, NBR 8800:2008, NBR 8681:2003 Versão corrigida 2004, NBR 6118:2014, para o cálculo da estrutura, NBR 6123:1988 Versão corrigida 2:2013 para a análise do vento através do gerador de galpões e a NBR 7190:1997 para o dimensionamento de estruturas de madeiras.

Também possui outras normas, tais como: Americanas, Eurocode, Argentina e outras.

Através do cálculo automático dos coeficientes de flambagem o software determina automaticamente, em função dos nós da estrutura, os valores mais apropriados, inclusive para estruturas complexas, permitindo ao engenheiro adotar o coeficiente que achar mais adequado.

Após o cálculo da estrutura, uma mensagem lista todas as barras que não satisfazem alguma verificação da norma escolhida e indica qual perfil seria o correto para aquela situação. Então, após a análise do projetista, com o recurso de redimensionamento o software altera automaticamente todas as barras que não estão "passando", dimensionando assim uma estrutura com o menor peso possível.

A seguir, será apresentado a memória de cálculo dos itens que compõem o projeto de estruturas metálicas.

5. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

5.1 Generalidades

Considera-se que a empresa tem conhecimento pleno das dificuldades do local da obra, tendo esse fato sido levado em consideração quando da definição de sua proposta, não cabendo assim qualquer dúvida quanto a sua validade.

Entende-se em consequência, que os preços apresentados em sua proposta, compreendem na íntegra, todos os serviços necessários à execução das obras, incluindo projeto de fabricação e montagem da estrutura metálica.

A especificação procura definir a natureza, quantidade, dimensões e localização dos serviços a realizar, porém e conveniente salientar que:

- A descrição não tem caráter limitativo, assim entende-se estarem incluídos no preço proposto, sem exceção ou reserva todos os serviços necessários, dentro das regras da arte, para a completa e perfeita conclusão do seu trecho do empreendimento
- A empresa, pelo simples fato de apresentar sua proposta, compromete-se automaticamente a respeitar todos os dispositivos da especificação.
- Antes da execução de qualquer serviço, a empresa deve verificar todas as dimensões dos desenhos fornecidos, como também a característica específica que possam afetar seus serviços (prumo, alinhamentos, deslocamentos e outros)

- Ela deve reclamar em tempo hábil, todas as informações complementares. Caso contrário ela se tornara responsável por todas as falhas encontradas ao longo da execução bem como suas consequências e resultados.
- A empresa não poderá então, argumentar que omissões em desenhos ou quantitativos possam eximi-las de executar seus serviços ou sejam objeto de pleitos adicionais de preço.

5.2 Materiais

Todos os materiais deverão ser novos, de primeira qualidade e possuir certificados de qualidade e procedência. Na falta desses certificados a Contratante poderá exigir realização de ensaios para a determinação das características mecânicas do material. Os ensaios serão feitos por firmas ou instituições especializadas, de acordo com as normas AWS e ABNT, sem qualquer ônus para a Contratante, todo aço utilizado será do tipo SAC-41.

Para fins de concorrência, deverão ser considerados os seguintes materiais:

a) Aço estrutural – USISAC-41

Perfis Soldados e Chapas
Perfis Laminados tipo I e H
Perfis laminados tipo cantoneiras e demais
Perfis Dobrados

*Exceto anotado lista de material

Parafusos
- Ligações principais : ASTM A-325
- Ligações secundárias : ASTM A-307

São consideradas ligações secundárias os referentes a:

- Escadas comuns e tipo marinho
- Corrimãos
- Terças e longarinas

Tirantes em barra redonda
- ASTM A36

Eletrodos para solda
- E7018

Chumbadores
- ASTM-A36

b) Telhas

O telhamento em telha será em telha metálica trapezoidal termoacústica, espessura 30mm, material de enchimento em EPS, espessura da chapa 0,43mm.

Antes de sua aplicação, as telhas deverão ser submetidas à apreciação da Fiscalização, que rejeitará, a seu critério, toda a peça que apresentar empenamentos, rachaduras ou qualquer outro defeito que possa vir a prejudicar a estanqueidade do telhado.

As telhas deverão ser fixadas de modo a prevenir o seu arrancamento por ação de ventos.

Os telhados deverão sempre ser entregues limpos de restos de entulhos e perfeitamente varridos.

Cuidados especiais deverão ser tomados no transporte, armazenamento das telhas e peças complementares e durante a montagem do telhado. Durante a montagem, não pisar diretamente sobre as telhas. O caminhamento deverá ser feito sobre tábuas, que se apoiem nas terças.

A montagem das telhas deverá ser feita por faixas, no sentido contrário dos ventos predominantes da região.

As telhas deverão ser assentadas sobre terças, cujas faces de contato deverão situar-se em um mesmo plano.

As telhas deverão ser fixadas à estrutura metálica por meio de parafusos tipo vedação/fixação, de forma a evitar o deslocamento das telhas e possíveis infiltrações.

Todo o material e serviços referentes a este item estarão sujeitos a serem aprovados pela Fiscalização.

5.3 Soldas

Os serviços de solda deverão ser executados por soldadores qualificados. A qualificação dos soldadores e dos processos da execução das juntas soldadas deverá ser feita de acordo com o Método para a Qualificação dos Processos de Sondagem, de Soldadores e Operadores – MB-262 da ABNT.

Todas as soldas deverão ser feitas a arco elétrico, de acordo com a AWS D1.1, devendo-se proceder de modo a não causar empenos nem tensões adicionais. As superfícies a serem soldadas devem ser isentas de escamas soltas, escória, ferrugem, graxa e outros materiais estranhos. Não poderão ser realizadas soldas nas estruturas expostas à chuva ou ao vento.

Na execução das soldas em várias camadas a superfície de cada uma delas deverá ser perfeitamente limpa e isenta de porosidade, inclusões, fissura ou quaisquer outros defeitos. Se algum defeito for averiguado, ela deverá ser removida e refeita.

Os trechos soldados não devem sofrer resfriamento brusco. Durante a soldagem e o resfriamento, as partes soldadas não devem ser submetidas a vibrações e abalos.

O método e a sequência dos serviços de solda deverão ser tais que provoquem mínimos esforços de contração, e as peças apresentem a forma prevista nos desenhos, sem a necessidade de desempenamento posterior.

Poderão ser escolhidas ao acaso, pela Fiscalização, soldas para serem ensaiadas sob o ponto de vista de eficiência. Se qualquer uma delas não satisfizer aos padrões de qualidade e não seguir os Métodos e Especificações da AWS deverão ser removidos e substituídas por novas soldas a contento da Fiscalização.

No caso de ligações de soldas importantes, poderá ser exigido o controle das soldas por métodos não destrutivos (radiografia ou ultra-som).

Nenhuma solda resistente deverá ser inferior a 05mm, a menos que a espessura do material exija o uso da solda de 04mm, ou quando indicado nos desenhos do projeto.

5.4 Trelças

As linhas baricêntricas dos membros de uma trelça deverão concorrer e coincidir com os eixos de suas ligações. Quando isto não for possível, deverá ser levada em conta a excentricidade de corrente dessa circunstância.

O comprimento dos cordões de solda de filete deverá ser, quando necessário, colocado de forma a evitar excentricidade nas conexões e deverá ser de comprimento suficiente para resistir aos esforços de projeto ou a esforços iguais a 50% da resistência efetiva da peça, usando-se o valor mais alto.

As trelças deverão ter contraflecha seguindo uma parábola como indicado nos desenhos, ou de acordo com as normas do AISC se a mesma não for indicada.

5.5 Contraventamentos

As barras tracionadas dos contraventamentos deverão ser fabricadas de modo a proporcionar quando montadas uma tensão inicial, observando-se para tanto que elas sejam fabricadas mais curtas do que o comprimento teórico, conforme especificado abaixo:

- Para as peças de 0 a 3 m - nenhuma redução
- Para as peças de 3 a 6 m - reduzir 02 mm
- Para as peças de 6 a 9 m - reduzir 03 mm
- Para as peças de 9 a 12 m - reduzir 05 mm

5.6 Movimentação das Estruturas de Aço

A movimentação das estruturas de aço na obra deverá ser feita obedecendo aos seguintes requisitos gerais:

- As treliças e tesouras devem ser transportadas, de preferência na posição vertical, e suspensas por dispositivos colocados em posições tais que evitem inversão de esforços de tração e compressão nos banzos.
- Deverão ser tomados cuidados especiais para os casos de peças esbeltas e que devem ser devidamente contraventadas provisoriamente para a movimentação.

As operações de carga e descarga das peças deverão ser feitas com todos os cuidados necessários para evitar deformações que as inutilizem parcial ou totalmente e que resultem em custos adicionais.

5.7 Elementos Provisórios de Montagem

A Montadora deverá tomar as providências necessárias para que a estrutura permaneça estável durante a montagem, utilizando contraventamentos, estaiamentos e ligações provisórias, em quantidade adequada e com resistência suficiente de modo a suportar os esforços atuantes durante a montagem.

Todos os contraventamentos e estaiamentos provisórios deverão ser retirados após a montagem.

Todas as ligações provisórias, inclusive pontos de solda, deverão ser retiradas após a montagem.

5.8 Equipamentos

A Montadora será responsável pelo emprego, segurança, manutenção e capacidade do equipamento de montagem.

Sendo possível, todas as montagens deverão ser executadas utilizando equipamentos móveis. O emprego de mastros ancorados só será permitido com a aprovação da Fiscalização.

Os andaimes deverão ser protegidos contra acidentes. Atenção especial deverá ser dada à proteção dos transeuntes e veículos. A Montadora será responsável por qualquer dano que venha a ocorrer. A Fiscalização, a qualquer momento, poderá exigir segurança adicional.

6. DETALHAMENTO GRÁFICO

O detalhamento gráfico do projeto arquitetônico é apresentado em 02 prancha com o seguinte conteúdo:

- Folha 01: Planta Baixa e cortes;
- Folha 02: Detalhamentos de Demarcação;

As pranchas que fazem parte deste volume são apresentadas na sequência.

Rio Branco-AC, 10 janeiro de 2025.



Matheus da Silva Filgueira

Arquiteto e Urbanista

CAU nº 218542-3



GOVERNO DO ESTADO DO ACRE
SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO CULTURA E ESPORTE - SEE
MEMORIAL DESCRITIVO Nº 0000065/2026



Documento assinado eletronicamente por **Jucilene da Silva Araujo**, em 19/03/2026, às 18:29, conforme horário oficial do Acre, com fundamento no art. 11, § 3º, da Instrução Normativa Conjunta SGA/CGE nº 001, de 22 de fevereiro de 2018.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://compras.ac.gov.br/validador/documento>, informando o código verificador **CPFBD9B8 A0973DFC DCDDDA05 4C9C8B2A** e código CRC **4EBC22**