

MEMORIAL DESCRITIVO

PROJETO BÁSICO

A ponte foi projetada com estrutura composta por um sistema misto de Estrutura Metálica e 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 da fundação, contenção e até os respectivos acabamentos e placas de sinalização.

Conforme foi avaliado e projetado a ponte em estrutura mista e com telha forma colaborante 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 demonstrados na planilha orçamentaria, com objetivo de abrigar objetos da obra, 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.

ADMINISTRAÇÃO DA OBRA

A administração local de obra é um método de gestão utilizado em projetos de construção civil e engenharia, que envolve a supervisão direta e o acompanhamento detalhado de todas as atividades relacionadas a uma obra ou projeto de construção. Essa abordagem é especialmente relevante em empreendimentos de médio e grande porte, nos quais a coordenação eficiente de recursos, mão de obra, materiais e prazos é essencial.

A principal característica da administração local de obra é a presença constante de uma equipe de gestão no próprio local da construção. Essa equipe inclui engenheiros, gerentes de projeto, encarregados de obras e outros profissionais responsáveis por garantir que todas as tarefas sejam executadas de acordo com as especificações do projeto, dentro do orçamento estabelecido e dentro do cronograma previamente definido.

As principais funções da administração local de obra incluem:

1. **Supervisão da Qualidade:** Garantir que todos os aspectos da construção atendam aos padrões de qualidade estabelecidos no projeto. Isso envolve a inspeção constante dos materiais utilizados, dos métodos de construção e da mão de obra envolvida.

2. **Controle de Custos:** Monitorar os custos do projeto, acompanhando o uso de materiais, a mão de obra empregada e outros gastos relacionados à obra. É importante manter o orçamento sob controle e tomar medidas corretivas quando necessário.

3. **Gestão de Prazos:** Acompanhar de perto o cronograma da obra, garantindo que as atividades sejam concluídas dentro dos prazos estabelecidos. Se atrasos ocorrerem, é responsabilidade da equipe de administração local encontrar soluções para minimizar o impacto no projeto.

4. **Coordenação de Equipe:** Gerenciar a equipe de trabalho, atribuindo tarefas, supervisionando o desempenho e garantindo que todos os membros estejam alinhados com os objetivos do projeto.

5. **Comunicação:** Manter uma comunicação eficiente com todas as partes interessadas, incluindo proprietários, arquitetos, engenheiros, subempreiteiros e autoridades reguladoras. A comunicação clara é fundamental para evitar problemas e garantir que o projeto prossiga sem interrupções.

6. **Tomada de Decisões:** Tomar decisões rápidas e informadas quando surgem desafios ou imprevistos durante a construção. Isso pode envolver ajustes no projeto, na alocação de recursos ou na estratégia de construção.

A administração local de obra pode ser uma abordagem eficaz para garantir o sucesso de um projeto de construção, especialmente quando há necessidade de flexibilidade e adaptação às condições do local. No entanto, também pode ser mais trabalhosa e exigir uma equipe de gerenciamento experiente e altamente qualificada para lidar com as complexidades envolvidas na construção civil.

INSTALAÇÃO CANTEIRO DE OBRA

A instalação de um canteiro de obras é um processo crucial no início de qualquer empreendimento de construção civil. O canteiro de obras é uma área designada dentro ou próxima ao local da construção, onde ocorrem diversas atividades de apoio à execução do projeto. É uma espécie de base de operações que fornece os recursos necessários para a construção, abriga a equipe de trabalho e acomoda os equipamentos e materiais essenciais para o empreendimento. Aqui estão os principais aspectos da instalação de um canteiro de obras:

1. **Localização:** A escolha da localização do canteiro de obras deve ser estratégica. Deve ser próxima ao local da construção, facilitando o acesso dos trabalhadores e minimizando o tempo de deslocamento. Além disso, o local deve ser seguro e estar de acordo com as regulamentações locais e ambientais.

2. **Escritórios e instalações de apoio:** A infraestrutura do canteiro de obras inclui a instalação de contêiner para escritórios administrativos, onde a equipe de gerenciamento e engenharia pode trabalhar, e instalações para os trabalhadores, como vestiários, banheiros e áreas de refeição.

3. **Armazenamento de materiais:** O canteiro de obras deve ter áreas designadas para armazenar materiais de construção, ferramentas, equipamentos e maquinário. É fundamental manter esses materiais organizados e protegidos contra furtos, intempéries e danos.

4. **Segurança:** A segurança é uma prioridade absoluta em um canteiro de obras. Deve-se implementar medidas de segurança, como sinalização – através das placas de obras e placas de advertência), cercas de proteção, equipamentos de proteção individual (EPIs) para os trabalhadores e um plano de segurança abrangente.

A instalação adequada de um canteiro de obras é fundamental para o sucesso do projeto de construção, pois proporciona as condições necessárias para que a equipe execute suas tarefas de forma eficaz, segura e organizada. Um planejamento cuidadoso e a gestão adequada dos recursos no canteiro de obras contribuem para a conclusão bem-sucedida do projeto.

TRANSPORTE E MÁQUINAS

A mobilização e desmobilização de obra são dois processos essenciais que ocorrem em diferentes fases de um projeto de construção. Eles envolvem o preparo do canteiro de obras antes do início da construção (mobilização) e a desmontagem do canteiro e encerramento das atividades após a conclusão do projeto (desmobilização). Aqui está uma descrição mais detalhada de ambos os processos:

Mobilização de obra:

1. **Planejamento:** Antes de iniciar a obra, é necessário um planejamento minucioso da mobilização. Isso inclui a definição das necessidades de pessoal, materiais, equipamentos e instalações.

2. **Acesso e infraestrutura:** É importante criar acesso ao local da construção para máquinas, equipamentos e trabalhadores. Pode ser necessário construir estradas temporárias, pontes ou melhorar vias de acesso existentes.

3. **Instalações temporárias:** São montadas instalações temporárias, como escritórios de gerenciamento, vestiários, banheiros, áreas de refeição e áreas de armazenamento de materiais. Além disso, a infraestrutura básica, como eletricidade, água e saneamento, é instalada para atender às necessidades do canteiro de obras.

4. Armazenamento de materiais e equipamentos: Áreas específicas são designadas para o armazenamento seguro de materiais de construção, ferramentas e equipamentos. Esses espaços devem ser organizados e protegidos contra intempéries e furtos.

5. Equipe de trabalho: A equipe de construção é mobilizada e treinada. Isso inclui a contratação de trabalhadores, fornecedores e subempreiteiros, bem como a distribuição de EPIs (Equipamentos de Proteção Individual) e a realização de treinamentos de segurança.

6. Documentação e licenças: Todos os documentos, permissões e licenças necessários para iniciar a construção devem ser obtidos e mantidos em conformidade com as regulamentações locais.

Desmobilização de obra:

1. Encerramento de atividades: Após a conclusão do projeto ou de uma fase específica da obra, o processo de desmobilização é iniciado. Isso envolve a interrupção gradual das atividades de construção.

2. Retirada de equipamentos e materiais: Equipamentos, máquinas e materiais que não são mais necessários são removidos do canteiro de obras. Isso inclui a devolução de equipamentos alugados, a venda de materiais excedentes e a desmontagem de estruturas temporárias.

3. Desmobilização de instalações temporárias: As instalações temporárias, como escritórios, vestiários e áreas de refeição, são desmontadas e removidas.

4. Limpeza e restauração: O canteiro de obras é limpo e restaurado ao seu estado original ou ao estado acordado com o proprietário da terra ou reguladores locais. Isso pode envolver a remoção de resíduos, a restauração da vegetação e a reparação de eventuais danos ambientais.

5. Documentação final: Todos os documentos finais, relatórios de conclusão e registros de segurança são compilados e arquivados. Isso inclui a obtenção de todas as aprovações e certificados necessários.

6. Encerramento financeiro: São fechadas todas as contas relacionadas ao projeto, incluindo o pagamento de fornecedores, subempreiteiros e funcionários.

A mobilização e desmobilização de obra são processos complexos que exigem uma gestão cuidadosa para garantir que a construção seja executada com eficiência, segurança e conformidade regulatória, desde o início até o encerramento do projeto.

Grupo gerador – 7,2 Kva

Um grupo gerador de 7,2 kVA (quilovolt-ampere) é um equipamento que pode fornecer até 7,2 quilovolt-ampere de energia elétrica em sua capacidade máxima. Esses grupos geradores são usados para gerar eletricidade em locais onde a rede elétrica convencional não está disponível ou como backup de energia em caso de falha no fornecimento de eletricidade.

A escolha de um grupo gerador com uma capacidade específica depende das necessidades elétricas do local onde ele será usado. O referido item será usado tanto para as necessidades básicas, geração de energia para o contêiner e aplicação direta no campo de obra – máquina de solda e cortes, vibradores de concreto e etc.

FUNDAÇÃO

INFRA-ESTRUTURA: FUNDAÇÃO

A infraestrutura é definida como um conjunto de elementos estruturais que suportam toda a estrutura da construção e está localizada abaixo do nível do solo, sendo assim as fundações fazem parte da infraestrutura de uma obra. A estrutura da ponte é considerada um subsistema estrutural, que inclui a infraestrutura, embutida no subsistema geotécnico, assim esses dois subsistemas compõem um único sistema que está sujeito a ações.

As fundações necessitam de uma resistência adequada para resistir às tensões geradas pelos esforços solicitantes. O solo também foi analisado, afim de apresentar resistência e rigidez adequadas para que não ocorra deformações exageradas, ou ruptura. Para tal define-se qual a fundação como a mais adequada.

Através da Sondagem SPT as informações se tornaram possíveis de serem analisadas. Lembrando que a fundação, assim como outros elementos estruturais, devem assegurar, sob ações de cargas em serviço, as exigências mínimas de segurança, funcionalidade e durabilidade. Os elementos levados em consideração para se iniciar o desenvolvimento deste projeto de fundações foram:

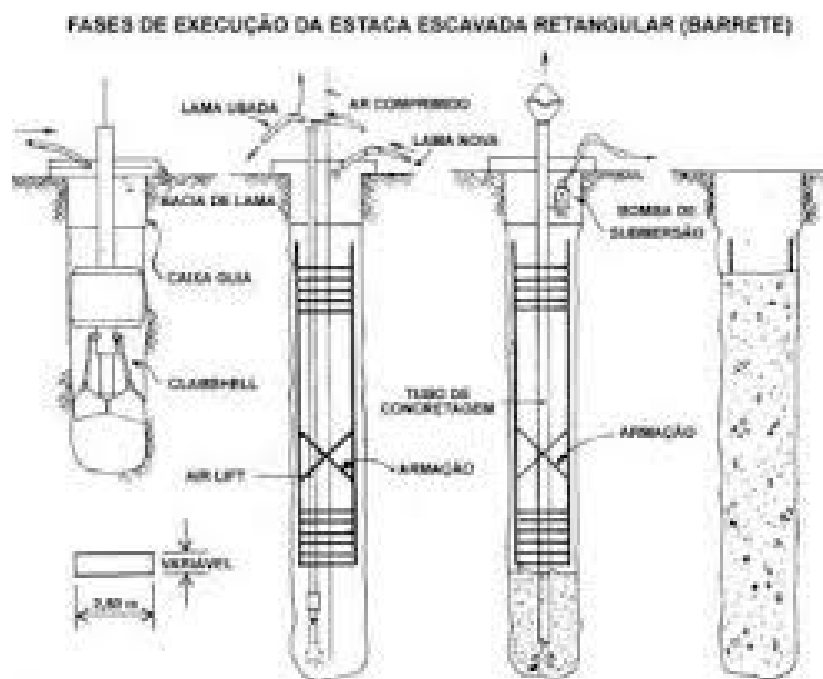
1. Topografia da área:
 - Levantamento topográfico (planialtimétrico)
 - Dados de taludes e encostas do terreno;
 - Dados sobre erosões, verificação de solo mole na superfície;
 - Verificação da necessidade de cortes e aterros;
2. Características do solo:
 - Averiguação das oscilações das camadas e suas respectivas profundidades;
 - Existência de camadas resistentes ou adensáveis;
 - Verificação da resistência do solo e sua compressibilidade;
 - Se há existência de nível d'água e qual sua cota.
3. Dados da estrutura a ser executada:
 - Tipo e uso da construção;
 - As cargas que a fundação irá receber;
 - Sistema estrutural;
 - Sistema construtivo;

4. Informações das construções vizinhas:
- Características das estruturas da vizinhança;
 - Existência de um subsolo;
 - Probabilidade de escavações e vibrações futuras;
 - Falhas já existentes;
 - Comportamento das fundações.

Lembrando que para a obtenção da fundação segura no solo, precisou-se que este demonstrasse características de rigidez para oferecer uma sustentação sem que ocorram deformações e recalques.

BLOCOS DE COROAMENTO

O bloco de coroamento é o elemento que receberá a carga do pilar e as transferirá para as estacas. Evidenciamos ainda que as forças concentradas que atuam como cargas sob o bloco vem da reação das brocas. O bloco apenas realiza a função de transferência de carga, das longarinas para a estaca.



Requisitos levados em consideração no projeto de fundação

Os requisitos básicos deste projeto de fundação, foram:

- (A) Deformações aceitáveis sob as condições de trabalho;
- (B) Segurança adequada ao colapso do solo de fundação (estabilidade "externa"),
- (C) Segurança adequada ao colapso dos elementos estruturais (estabilidade "interna").

LOCAÇÃO DE PONTO TOPOGRÁFICO

A locação de ponto topográfico é um processo fundamental na área de topografia, que envolve a identificação e marcação de pontos específicos no terreno, geralmente com coordenadas geográficas conhecidas, para servir como referências em levantamentos topográficos e na execução de projetos de engenharia e construção. Esses pontos são essenciais para estabelecer as coordenadas e altitudes de outros pontos no local e criar um sistema de referência espacial preciso. Aqui está uma descrição geral do processo de locação de ponto topográfico:

1. **Planejamento:** Antes de iniciar a locação de pontos topográficos, é necessário um planejamento cuidadoso. Isso envolve a definição dos pontos que precisam ser localizados, a escolha de um sistema de coordenadas geodésicas ou projetadas, e a seleção dos instrumentos e métodos apropriados.
2. **Escolha dos pontos:** Os pontos a serem localizados são selecionados com base nos requisitos do projeto. Isso pode incluir marcos de controle geodésico existentes, marcos de propriedade, pontos de interesse no terreno, como cruzamentos de estradas ou características geográficas específicas, e pontos que servirão como referências para a execução do projeto.
3. **Uso de instrumentos topográficos:** São utilizados instrumentos topográficos de alta precisão, como teodolitos, estações totais, níveis óticos, GPS (Sistema de Posicionamento Global) e GNSS (Sistema Global de Navegação por Satélite), para medir com precisão as coordenadas tridimensionais (latitude, longitude e altitude) dos pontos selecionados.
4. **Marcação dos pontos:** Após a coleta dos dados, os pontos são fisicamente marcados no terreno. Isso pode ser feito com estacas, cravando pinos ou usando outros métodos de marcação claramente visíveis e duráveis.
5. **Registro de dados:** Todos os dados coletados durante o processo de locação, incluindo as coordenadas dos pontos e informações adicionais relevantes, são registrados e documentados em um sistema de informações geográficas (SIG) ou em relatórios técnicos.
6. **Verificação e controle de qualidade:** É importante verificar a precisão das medições e a integridade das marcações. Controles de qualidade são realizados para garantir que os pontos localizados estejam dentro das tolerâncias aceitáveis.
7. **Uso dos pontos:** Os pontos topográficos localizados são então usados como base para levantamentos topográficos mais detalhados, para a execução de projetos de engenharia e construção, para análises geoespaciais e para a criação de mapas e plantas topográficas.

A locação de ponto topográfico é um procedimento crítico em projetos de engenharia e construção, pois fornece a base para todos os cálculos e representações espaciais subsequentes. A precisão e a confiabilidade das medições e marcações são fundamentais para o sucesso do projeto, garantindo que todas as informações estejam alinhadas corretamente com o mundo real.

ESCAVAÇÃO E ATERRO

A escavação e o aterro de material são dois processos fundamentais na construção civil que envolvem a remoção e o reposicionamento de terra, rochas, solo ou outros materiais do local de uma obra para atender aos requisitos do projeto. Aqui está uma descrição detalhada de ambos os processos:

ESCAVAÇÃO

Antes de iniciar a escavação, o local deve ser adequadamente preparado. Isso pode envolver a remoção de vegetação, detritos, estruturas existentes ou qualquer coisa que possa obstruir o processo de escavação. Os limites da área a ser escavada são marcados no terreno de acordo com as especificações do projeto. Isso pode ser feito com estacas e cordas para definir as dimensões da escavação. A escolha dos equipamentos de escavação depende do tipo de solo ou material a ser escavado. Equipamentos comuns incluem escavadeiras, retroescavadeiras, tratores de esteira, entre outros.

A escolha adequada do equipamento é fundamental para a eficiência e a segurança do processo. A escavação normalmente ocorre em camadas, com o solo ou material sendo removido em etapas. O material escavado é carregado em caminhões ou transportado para fora do local de trabalho.

Durante a escavação, é importante monitorar a qualidade do solo e garantir que não haja materiais contaminados ou perigosos. Também são aplicadas medidas de segurança, como a proteção das bordas da escavação para evitar desmoronamentos. O material escavado pode ser usado em outro local da obra, vendido, reciclado ou, em alguns casos, descartado de acordo com regulamentações ambientais.

ATERRO

Antes de realizar o aterro, o solo do local de destino deve ser preparado. Isso pode incluir a compactação do solo existente para fornecer uma base sólida. O material a ser utilizado no aterro é transportado para o local com a ajuda de caminhões, tratores ou outros equipamentos de movimentação de terra.

O material é distribuído em camadas no local de destino e compactado usando rolos compactadores ou equipamentos similares. A compactação é fundamental para garantir a

estabilidade e a resistência do aterro. O material é colocado e nivelado de acordo com as especificações do projeto. A inclinação adequada é mantida para evitar problemas de erosão.

São realizados testes de compactação e inspeções para garantir que o aterro atenda aos padrões de qualidade e segurança estabelecidos. O local aterrado pode ser usado para construção de fundações, estradas, edifícios ou outras finalidades, de acordo com o projeto original.

Tanto a escavação quanto o aterro são processos críticos na construção civil e na engenharia civil. Eles exigem planejamento cuidadoso, supervisão constante e conformidade com regulamentações ambientais para garantir que sejam realizados com segurança e de acordo com as especificações do projeto.

BLOCO DE COROAMENTO

Blocos de coroamento são elementos estruturais essenciais em uma ponte e desempenham um papel fundamental na distribuição de cargas, estabilidade e suporte da estrutura da ponte. Eles estão localizados na parte superior das colunas ou pilares de sustentação da ponte, conhecidos como pilares de apoio, e servem para diversos fins. Aqui estão algumas informações sobre os blocos de coroamento de uma ponte:

1. **Distribuição de Cargas:** Os blocos de coroamento distribuem as cargas transmitidas pela superestrutura da ponte (como o tabuleiro da ponte e o tráfego que passa sobre ela) para as colunas ou pilares de sustentação. Essa distribuição uniforme de cargas é essencial para evitar tensões excessivas e garantir a estabilidade da ponte.
2. **Conexão Estrutural:** Os blocos de coroamento atuam como elementos de conexão entre as colunas ou pilares e a superestrutura da ponte. Eles fornecem uma base sólida e nivelada para apoiar a estrutura acima.
3. **Estabilidade Global:** Os blocos de coroamento contribuem para a estabilidade global da ponte, ajudando a evitar o movimento indesejado das colunas ou pilares de apoio. Isso é especialmente importante em pontes com vãos longos ou situações em que a estabilidade é crítica.
4. **Variações de Design:** A forma e o tamanho dos blocos de coroamento podem variar de acordo com o projeto da ponte e as cargas esperadas. Eles podem ter formas retangulares, quadradas, cônicas ou outras formas específicas para atender aos requisitos de engenharia.
5. **Materiais de Construção:** Os blocos de coroamento são geralmente feitos de concreto armado ou aço de alta resistência. A escolha do material depende das necessidades estruturais da ponte.
6. **Projeto Estrutural:** O projeto dos blocos de coroamento é realizado por engenheiros estruturais e leva em consideração fatores como o peso da superestrutura da ponte, as cargas de tráfego, as condições geotécnicas do solo.

Em resumo, os blocos de coroamento desempenham um papel fundamental na estabilidade e no desempenho estrutural das pontes. Eles são projetados e construídos para garantir que a estrutura da ponte seja capaz de suportar as cargas e as condições ambientais às quais está sujeita durante sua vida útil.

FÔRMAS DE MADEIRA

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 desforma 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 sustenta-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.

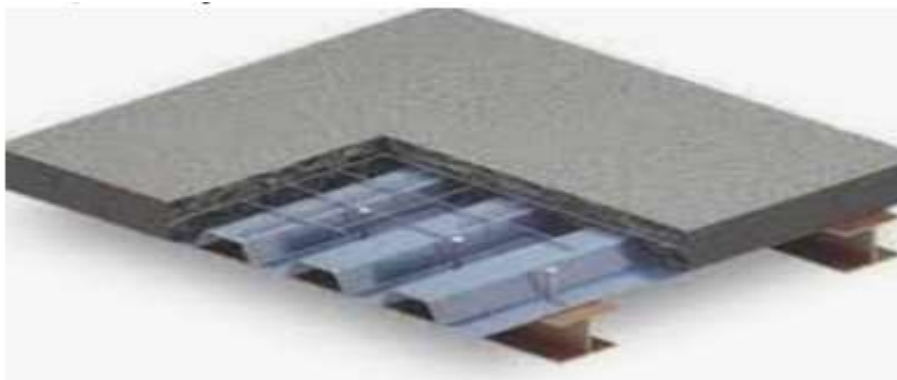
A Desforma do sistema, somente poderá ocorrer quando o concreto atingir o endurecimento capaz de suportar os esforços que nele atuarem. Os prazos para remoção do sistema de fôrmas, segundo Maranhão (2000, p. 164), são destacados na Tabela Abaixo. Demonstrando uma variação no tempo de desforma em função 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).

LAJES EM STEEL DECK OU TELHA FORMA COLABORANTE

A execução da laje em steel deck 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 realizada com montadores especializados e treinados em NR's de altura e trabalho a quente, inclusive para a concretagem e adensamento.



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 mochas 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.

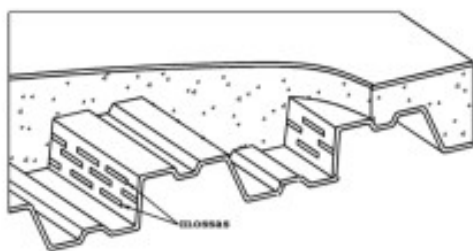
A verificação da laje na fase final baseia-se resumidamente e de forma simplória na verificação dos estados-limites últimos e na verificação do estado-limite de serviço (fissuração do concreto e deslocamento vertical).

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

DIMENSIONAMENTO DAS LAJES MISTAS STEEL DECK

Para o dimensionamento das lajes mistas tipo Steel Deck 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 forma 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.”



Para o dimensionamento, utilizou Tabela Abaixo 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	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 acidental “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	Espessura Steel	Vãos Máximos sem Escoramento				Peso Próprio	3.000
			Simples (mm)	Duplos (mm)	Triplos (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 dúcteis – 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 suportam-te 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

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.

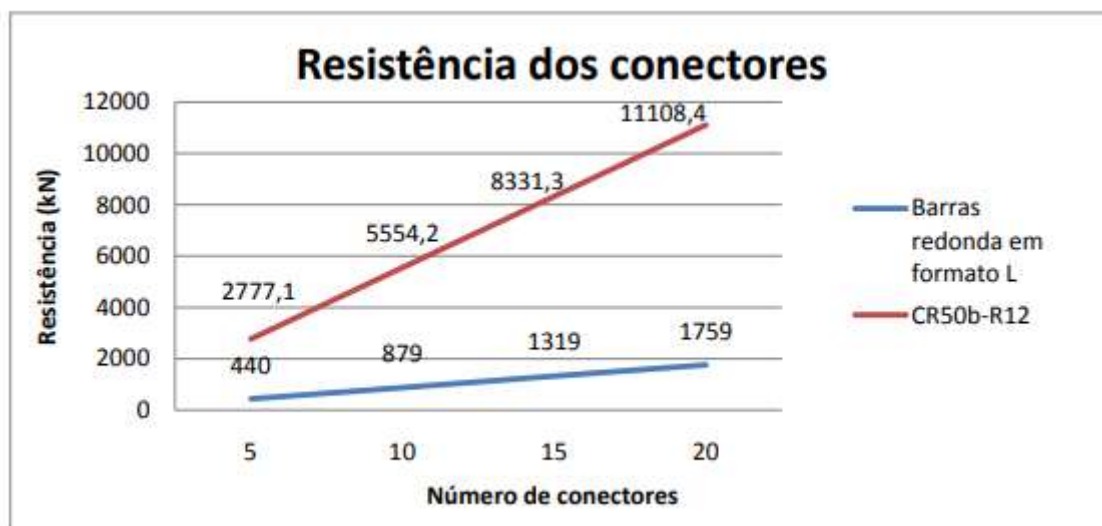


Gráfico 01

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.

DIMENSIONAMENTO DO TIPO DE AÇO DAS FORMAS METÁLICAS

O tipo de aço da fôrma 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 Abaixo apresentada é disponibilizada pela NBR 14762:2010 e expressa os tipos de chapas finas de aço e suas especificações

Especificação	Grau	fy (MPa)	fu (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.

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 moedas ou reentrâncias na fôrma para garantir a aderência entre os materiais, de forma a garantir que trabalhem como um sistema misto.

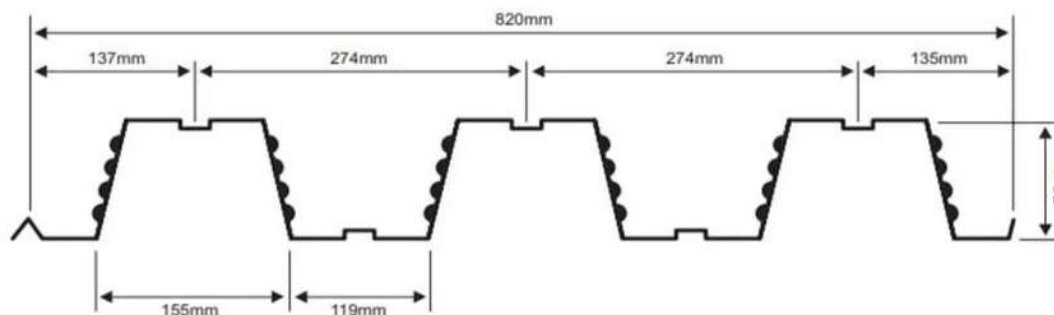


Figura 10

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.

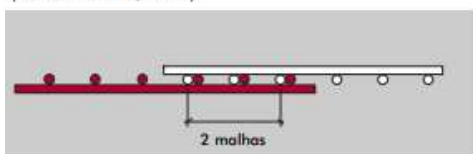
DIMENSIONAMENTO DAS TELAS ELETROSOLDADAS

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 dispostos 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.

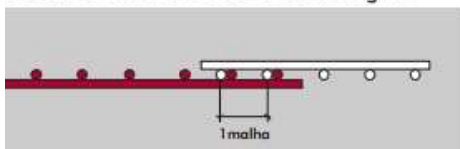
Neste tipo de laje Steel Deck, a tela soldada tem fundamental importância na capa de compressão, controlando as fissuras e evitando o aparecimento de trincas.

Armaduras Principais

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

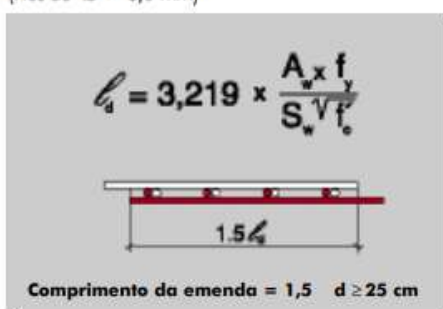


Armaduras de Distribuição



Armaduras Principais

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



**Expressão
para Cálculo
do Comprimento
da Emenda
para $\varnothing > 8$ mm**

l_a = Comprimento da ancoragem (cm)
 A_w = Área de um fio a ser emendado (cm²)
 f_y = Tensão de escoamento do aço (MPa)
 S_w = Espaçamento do fio a ser emendado (cm)
 f'_c = Resistência à compressão do concreto (MPa)

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:

- Menor consumo de aço
- Economizam mão-de-obra
- Racionalizam a construção
- Eliminam o arame de amarração com tela soldada
- Garantem os espaçamentos dos fios
- Controlam as trincas
- Reduzem as perdas
- Diminuem o tempo de execução

Recobrimento do concreto: Nas telas soldadas deve ser de 1,5 cm.

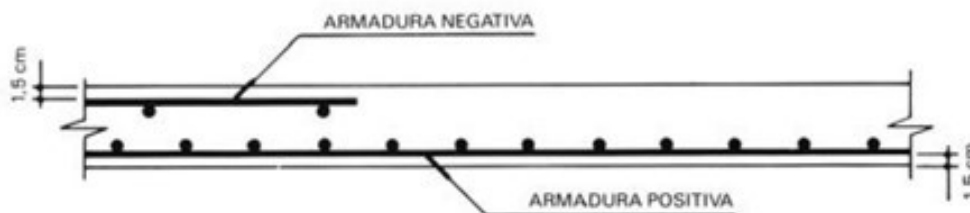


Figura 10.2

CONCRETO

A concretagem das fundações e elementos estruturais (como pilares, vigas e lajes) é a etapa final, e muitas vezes, mais longa, de um conjunto de fases que envolvem as obras de uma edificação. Para que não ocorram erros nas etapas de concretagem, que podem gerar retrabalho ou graves problemas estruturais no futuro, é preciso seguir o projeto estrutural a risca bem como os procedimentos da norma durante o processo de construção – que contempla desde a chegada do caminhão, passa pelo descarregamento do concreto e vai até o término do serviço da mão-de-obra – e também a escolha das ferramentas que devem ser utilizadas – entre elas estão mastro, bomba de projeção e guias.

Processo de concretagem seja eficiente do começo ao fim, devem seguir as seguintes etapas

A norma ABNT NBR 14931 – Execução de Estruturas de Concreto – Procedimento prescreve todos os passos a serem seguidos durante a concretagem. A norma apresenta todos os cuidados necessários para o recebimento de materiais, produção e execução de fôrmas, preparação e montagem de armaduras e verificação de serviços que devem anteceder a execução da concretagem. Ela apresenta, ainda, a forma correta de recebimento e controle do concreto e os cuidados durante a concretagem, bem como os procedimentos para a cura do concreto e para a realização da desforma.

A concretagem é a etapa de finalização de um conjunto de atividades relacionadas a construção de um elemento em uma edificação. Ela somente pode ocorrer de forma eficaz e segura se todos os outros serviços anteriores estiverem sido realizados e verificados pelo engenheiro ou técnico responsável da obra.

Tais serviços envolvem verificação da consistência e limpeza das formas, conferência da armadura (quantidade e se estão bem dispostas) e se as instalações que deverão ser verificados. Durante a concretagem, é fundamental a **presença de um engenheiro na obra** para as etapas de lançamento, adensamento e cura do [concreto](#). **Somente pessoas especializadas e com conhecimento técnico em engenharia podem definir o que fazer e o que não fazer durante uma concretagem.** Um erro durante o processo de concretagem pode acarretar problemas sérios futuros como fissuras, trincas e nos casos mais graves, as patologias podem causar até o desabamento da estrutura.

Materiais e equipamentos utilizados na concretagem

- Concreto
- Régua de alumínio
- Pá e enxada
- Girica, balde, carrinho de mão (desnecessário caso a concretagem seja realizada com bombeamento)
- Vibrador de imersão
- Régua vibratória e metálica
- EPI's (Conforme orientação do Engenheiro ou Técnico em Segurança do Trabalho)
- Moldes para corpos de prova
- Equipamentos para [slump test](#).



Sarrafeamento durante concretagem

MÉTODO EXECUTIVO

- Lavar as formas da [laje](#) antes da concretagem.
- Lançar o concreto o mais próximo de sua posição final para evitar acúmulo de concreto em um único ponto, o que sobrecarregará o escoramento.
- Verificar, no momento do lançamento, se não ocorrem deslocamento da ferragem e outros elementos.
- Espalhar o concreto com auxílio de pás e enxadas.
- Nunca vibrar a armadura, para garantir a aderência entre o aço e o concreto. Da mesma forma, deve-se evitar vibrar as formas, para garantir sua integridade e possível reaproveitamento futuro.

- Sarrafear o concreto entre as mestras definidas com auxílio do nível a laser e, em seguida vibrar com a régua vibratória.
- Executar o acabamento final de acordo com o especificado em projeto.
- Realizar a cura úmida tão logo a superfície permita (secagem ao tato), molhando as peças por um período mínimo de três dias consecutivos, para que a superfície das peças permaneça sempre úmida.

OBSERVAÇÃO

Deve-se respeitar o tempo limite de 2 horas e 30 minutos entre a saída do caminhão da usina ou sua produção em obra e o lançamento.

Em caso de chuva forte, proteger a estrutura com lona plástica para garantir a integridade das propriedades do concreto.

CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO

Durante a concretagem, deve-se coletar amostras aleatórias do concreto a ser lançado para a realização de ensaios de controle de resistência. A construtora ou o responsável pela obra poderá contratar uma empresa para efetuar o controle tecnológico do concreto.

Caso a resistência do concreto resulte em um valor abaixo do especificado em projeto, o projetista deverá ser consultado para determinar o que pode ser feito.



O controle tecnológico evita que patologias possam comprometer a vida útil do concreto usinado (foto: shutterstock.com / sakoat contributor)

Segundo o manual da Associação Brasileira das Empresas de Tecnologia da Construção Civil (Abratec), os tipos e a quantidade de ensaios de controle tecnológico do concreto devem ser definidos de acordo com o nível de qualidade que se pretende atingir, a responsabilidade da obra, o grau de exposição a atmosferas agressivas e a vida útil da obra.

Existem basicamente três grandes grupos de ensaios para determinar a qualidade do concreto:

- Os realizados nos materiais constituintes do concreto: agregados, aditivos etc.;
- Os que avaliam o concreto fresco: determinação de consistência, exsudação e tempos de pega, por exemplo;
- Os que conferem as propriedades do concreto endurecido: resistência à tração, módulo de elasticidade e absorção de água.

Outro teste importante é o de recebimento do concreto no estado fresco (abatimento), realizado em todas as betonadas entregues na obra, após a mistura de todos os componentes do concreto e antes da moldagem dos corpos de prova para determinação da resistência à compressão axial.

Será obrigação do CONTRATADO verificar e realizar o controle tecnológico do concreto, bem como apresentar no Diário de Obra os laudos de ruptura do concreto.

Documentos necessários

NBR 5738 – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova

NBR 7203 – Determinação do abatimento de tronco de cone

NBR 12655 – Concreto – Preparo, controle e recebimento Projetos arquitetônico, estrutural, instalações hidráulicas e elétricas e de escoramento da obra.

Lançamento do Concreto

Deverá tomar todos os Cuidados no lançamento, visto que o lançamento do concreto nas formas deverá obedecer ao plano específico não sendo tolerado juntas de dilatação que não as constantes no referido plano.

Antes da nova concretagem a superfície das juntas deverá ser cuidadosamente limpa, tratando-se a superfície de contato c/ produtos adequados para esse fim.

Adensamento

O adensamento de concreto consiste na movimentação do material em questão, tendo a finalidade de diminuir o número de vazios, bolhas de ar e excesso de água do interior da massa, de tal forma que se obtenha um concreto denso e compacto.

O processo deve ser feito durante e imediatamente após o lançamento do concreto. Essa compactação pode ser feita por meio de processos manuais ou mecânicos.

De forma geral, esses processos provocam a saída do ar, facilitando o arranjo interno dos agregados. Assim, melhoram o contato do concreto com as fôrmas e as ferragens. Já a energia e o tempo de adensamento do concreto dependem da trabalhabilidade do material.

Quando não se aplica nenhum adensamento, as tensões de aderência entre concreto e barra de aço são significativamente reduzidas, especialmente em casos de concreto de alto desempenho.

Sendo assim, toda mistura deve ser adensada adequadamente para alcançar as propriedades esperadas para o concreto endurecido.



Para um adensamento de concreto ser bem realizado, deverá seguir os parâmetros considerados no processo de dosagem. Principalmente aqueles relativos à resistência mecânica e à durabilidade, já que irão garantir a homogeneidade da camada de cobrimento.

O correto adensamento do concreto evita que a mistura fique porosa e desuniforme, influenciando, justamente e diretamente, na durabilidade e resistência. Além disso, o nível de aderência e densidade aumenta com o bom adensamento do concreto, o que o torna ainda mais impermeável.

O adensamento de concreto pode ser feito de duas maneiras: por meio de processos manuais (socamento ou apiloamento) ou de processos mecânicos (vibração ou centrifugação).

Ambos devem fazer com que o concreto preencha todos os espaços da fôrma, evitando a formação de ninhos e a segregação dos componentes.

No caso do concreto armado, deve-se também evitar a vibração junto à ferragem, visando não ocasionar vazios que prejudiquem a aderência do concreto com a armadura.

Adensamento de concreto manual

Esse tipo de processo pode ser feito com peças de madeira ou barras de aço que atuam como soquete e empurram o concreto para baixo, expulsando o ar incorporado e eliminando os vazios. A camada de concreto deve ser submetida a choques repetidos, sendo mais importante o número de golpes do que a energia de cada um desses golpes.

O adensamento manual do concreto é feito por camadas do material, com espessura máxima de 15 a 20 cm para concreto sem slump. Já para um concreto mais trabalhável, de 5 a 12 cm. O processo de adensamento deve cessar assim que aparecer na superfície do concreto uma camada lisa de cimento e elementos finos.

Adensamento de concreto mecânico

Esse procedimento é o único admissível para obras de médio e grande porte. O adensamento de concreto mecânico deve ser executado conforme a consistência do concreto, introduzindo e retirando a agulha do adensador lentamente. Em geral, 15 segundos são suficientes para adensar a área em que a agulha está imersa.

Desaconselha-se vibrar além do necessário, pois em excesso pode ser pior do que a falta de vibração, causando a segregação dos agregados e o afloramento superficial da água de hidratação. Os vibradores têm um raio de ação, ou seja, só provocam o adensamento do concreto com eficiência se agir em camadas subsequentes e adjacentes.

Além da plasticidade do concreto, a eficácia de um vibrador está condicionada também pela massa de concreto a ser adensada e pelas dimensões da peça. A mais baixa frequência e a maior amplitude determinam agulhas, no caso de vibradores de imersão, de maior diâmetro.

A alta frequência e a menor amplitude sugerem agulhas de menor diâmetro, condicionando o emprego de cada tipo de vibrador às dimensões das fôrmas a serem preenchidas. De maneira geral, vibradores de alta frequência podem ser empregados para o adensamento de qualquer tipo de concreto.

Os vibradores de concreto podem ser internos ou externos, sendo mais utilizado o vibrador de imersão (método interno).

Método interno: o vibrador de imersão é composto por uma fonte de energia, que pode ser um motor elétrico, pneumático ou de combustão interna, e por um eixo flexível, chamado de mangueira. Além de ter uma cabeça vibrante, chamada de agulha, que pode ter seção transversal circular, que é a mais comum, ou de outros formatos.

Os vibradores de imersão são rotativos e os impulsos vibratórios propagam-se perpendicularmente à cabeça vibrante.

A NBR 14931- 2004, da ABNT, estabelece que a espessura da camada de concreto a ser adensada com vibradores de imersão deve ser igual a $\frac{3}{4}$ do comprimento da agulha, sempre considerando que o vibrador deve penetrar em torno de 10 cm na camada subjacente de concreto.

A agulha deve ser cravada perpendicularmente à massa com espaçamentos de aproximadamente 40 cm, que geralmente é o raio de ação do vibrador. O tempo de vibração varia de acordo com a trabalhabilidade do concreto, podendo ficar entre 5 e 30 segundos em cada ponto.

Método externo: nesse método são usados vibradores de superfície (régua, plataforma e máquinas vibroacabadoras) ou vibradores externos (mesas vibratórias, vibradores de parede de fôrmas e rolos compactadores vibratórios).

Os vibradores externos são fixados diretamente à parede da fôrma e não tocam, de fato, o concreto. A vibração externa é preferida em situações nas quais colunas ou concretagens pesadas de ferragem podem causar emaranhamento da cabeça de um vibrador interno.

A seguir, conheça mais sobre cada um dos métodos externos que podem ser empregados:

Régua vibratória (superfície): trata-se de um equipamento que desliza sobre o concreto, adensando, nivelando e dando acabamento para a superfície. Geralmente, é utilizada na confecção de lajes e pisos de pátios e armazéns, ou em qualquer outro lugar que sejam necessárias superfícies planas.

O manuseio desse equipamento exige certa habilidade por parte de quem o opera, além de possuir limitações quanto às dimensões e espessura da superfície.



Nunca é demais lembrar que a vibração do concreto talvez seja a etapa mais importante da concretagem. Se malfeita, pode representar formação de ninhos de agregados, aparecimento de excessivas bolhas de ar aprisionado, faixas de argamassa e linhas de lançamento.

Esses fatores prejudicam a durabilidade e podem causar, futuramente, trincas, exposição precoce de armaduras e até o comprometimento total da peça. Isso sem falar do desperdício de tempo e dinheiro.



Concreto mal vibrado, deixando o aço exposto.

Cuidados na hora de fazer um adensamento

Entre os cuidados que devem ser considerados no momento de fazer um adensamento de concreto, com o intuito de evitar problemas que possam comprometer a resistência das estruturas, podem ser citados:

A vibração do concreto deve ser feita imediatamente após o lançamento do material;

A trepidação da moldura durante o adensamento do concreto deve ser evitada para não formar vazios que podem prejudicar a aderência;

Uma distância de aproximadamente 10 cm entre paredes e fôrma deve ser mantida;

É preciso se manter atento ao tempo e à frequência das pulsações, que irão depender da densidade do concreto. Quanto mais consistente, maior o tempo e frequência necessários;

Deve-se ter cuidado com o excesso de vibração, que pode causar a separação dos elementos do concreto. Quando a superfície está lisa, brilhante e não há o aparecimento de bolhas de ar, é o momento de parar o adensamento.

O adensamento se fará através de vibradores de imersão, com configurações e dimensões adequadas às várias peças. Nas juntas horizontais das vigas rematarem o concreto junto a forma com régua e colher de pedreiro, de modo a obter uma linha reta e limpar a forma onde não houver concreto.

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 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 dá 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.



Acidentes e penalizações severas ocorrem devido aos erros de execução de corretas sinalizações, como ocorreu na conduta da sentença dada pela 1ª 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 aos 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.