

PREFEITURA MUNICIPAL DE LAGOA GRANDE



PREFEITURA DE
**LAGOA
GRANDE**

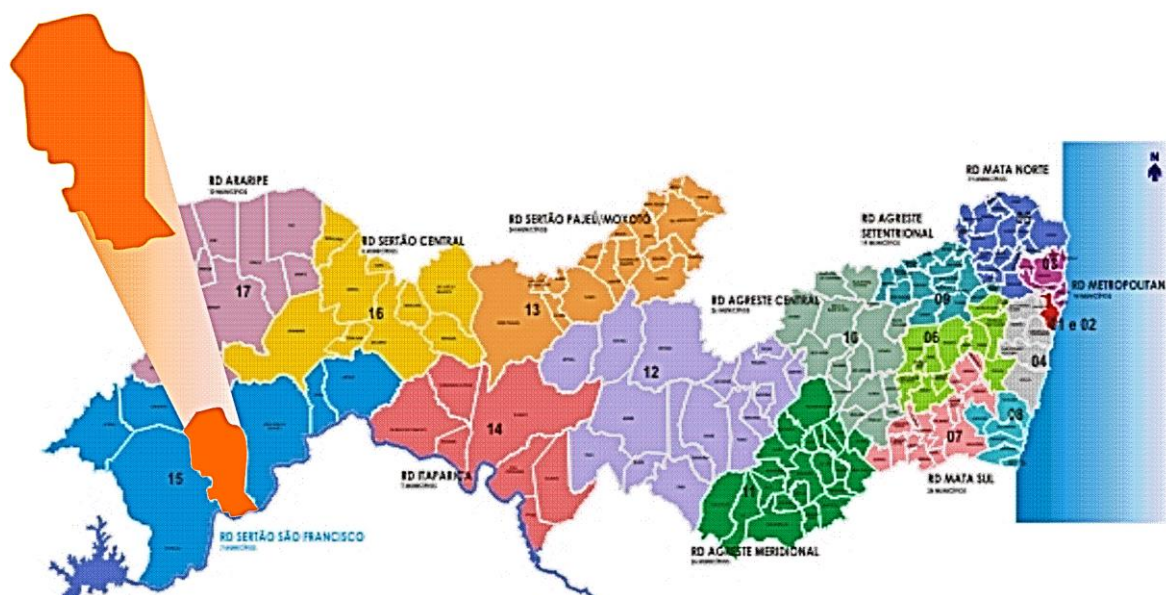
Secretaria de
Infraestrutura
e Meio Ambiente

Especificações Técnicas:

“Estação de Tratamento de Esgoto em Jutai”

1 SUMÁRIO

1.	O MUNICÍPIO	4
1.1	Aspectos Físicos	4
1.2	Aspectos Demográficos	4
1.3	Aspectos Econômicos	4
1.4	Histórico.....	4
2	REFERÊNCIAS NORMATIVAS	5
3	EQUIPAMENTOS	6
3.1	Formas	6
3.1.1	Fundação	6
3.1.2	Pilar, viga e laje	6
3.2	Armadura.....	6
3.3	Argamassa de concreto	6
4	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....	7
4.1.1	Limpeza do terreno	7
4.1.2	Locação da Obra	7
4.2	Movimento de terra	7
4.2.1	Escavação manual de valas.....	7
4.2.2	Aterro e reaterro	8
4.3	Concreto armado.....	8
4.3.1	Formas	8
4.3.2	Pregos	9
4.3.3	Depósito.....	9
4.3.4	Desmoldante	9
4.3.5	Método executivo.....	10
4.3.6	Desforma	11
4.3.7	Aço	12
4.3.8	Argamassa de Concreto.....	15
5	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	22



2 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

- NBR 12284 - Áreas de vivência em canteiros de obras. Rio de Janeiro: ABNT.
- NBR 9061 - Segurança de escavação a céu aberto – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1985.
- NR-18 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria de construção - 18.13 - Medidas de proteção contra quedas de altura.
- NBR 12266 - Projeto e execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem urbana. Rio de Janeiro: ABNT.
- NBR 11700 - Madeira serrada de coníferas provenientes de reflorestamento para uso geral. Rio de Janeiro: ABNT.
- NBR 7203 - Madeira serrada e beneficiada. Rio de Janeiro: ABNT.
- NBR 14931 - Execução de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- NBR 7480 - Barras e Fios de Aço para Armaduras para Concreto - Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.
- NBR 7481 - Tela de Aço Soldada - Armadura para Concreto. – Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 1990.
- NBR 12655 - Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.
- NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1980.
- NBR NM 67 - Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.
- NBR 8953 - Concreto para fins estruturais - Classificação por grupos de resistência. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.
- NBR 14859-1 - Laje pré-fabricada - Requisitos - Parte 1: Lajes unidirecionais. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.
- NBR 14859-2 - Laje pré-fabricada - Requisitos - Parte 2: Lajes bidirecionais. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

3 EQUIPAMENTOS

3.1 FORMAS

3.1.1 FUNDAÇÃO

- * EPCs e EPIs (capacete, botas de couro, protetor auditivo tipo concha, capacete acoplado a protetor facial)
- * Lápis de carpinteiro
- * Trensas de aço de 30 m e de 5 m
- * Martelo
- * Serrote
- * Esquadro metálico de carpinteiro
- * Pincelote
- * Bancada de carpinteiro
- * Serra circular de bancada com coifa de proteção para o disco.

3.1.2 PILAR, VIGA E LAJE

- * EPCs e EPIs (capacete, botas de couro e luvas de raspa)
 - * Lápis de carpinteiro
 - * Trensas de aço de 30 m e 5 m
 - * Martelo
 - * Serrote
 - * Linha de náilon
 - * Prumo de face de cordel
 - * Nível de bolha de 30 cm
 - * Nível de mangueira ou aparelho de nível a laser
 - * Furadeira elétrica portátil com brocas
 - * Guincho ou grua,
- mais os seguintes (os que forem necessários para a obra):
- * Esquadro metálico de carpinteiro
 - * Serra circular elétrica portátil
 - * Soquete de 5 kg
 - * Aprimador (tubular) de pilar.

3.2 ARMADURA

- * EPCs e EPIs (capacete, botas de couro, luvas de raspa, capacete acoplado a protetor facial c protetor auditivo tipo concha)
 - * Trensas de aço de 30 m e de 5 m
 - * Carrinho de mão
 - * Guincho ou grua.
- mais os seguintes (os que forem necessários para a obra):
- * Torquês
 - * Jogo de chaves de dobramento
 - * Distanciadores (ou espaçadores) plásticos
 - * Etiquetas lisas claras para marcação permanente
 - * Protetores plásticos para ferros de arranque
 - * Tesoura manual com lâmina para corte de aço (fios)
 - * Serra circular elétrica portátil com disco abrasivo
 - * Bancada para dobramento do aço. com pinos
 - * Máquina elétrica de serrar vergalhões de aço.

3.3 ARGAMASSA DE CONCRETO

- EPCs e EPIs (capacete, botas de couro e luvas de borracha)
 - * Pá
 - * Enxada
 - * Carrinho de mão
 - * Gerica
 - * Lata de 20 l, e/ou balde
 - * betoneira com ou sem carregador,
- mais os seguintes (os que forem necessários para a obra):
- * Padiola com boca de 35 cm x 45 cm
 - * Forma metálica cônica com base (para slump test)
 - * Régua metálica
 - * Forma cilíndrica com soquete para moldagem de corpos-de-prova.

4 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

4.1.1 LIMPEZA DO TERRENO

Os serviços de roçado e deslocamento serão executados de modo a não deixar raízes ou tocos de árvore que possam prejudicar os trabalhos ou a própria obra, podendo ser feitos manual ou mecanicamente. Toda a matéria vegetal resultante do roçado e deslocamento bem como todo o entulho depositado no terreno terão de ser removidos do canteiro de obras. O corte de vegetação de porte arbóreo fica subordinado às exigências e às providências seguintes:

obtenção de licença, em se tratando de árvores com diâmetro de caule (tronco) igual ou superior a 5 cm, medido à altura de 1,3 m acima do terreno circundante;

em se tratando de vegetação de menor porte, isto é, arvoredos com diâmetro de caule inferior a 5 cm, o pedido de licença poderá ser suprido por comunicação prévia à municipalidade, que procederá à indispensável verificação e fornecerá comprovante.

4.1.2 LOCAÇÃO DA OBRA

O terreno necessita estar limpo e terraplenado até proximamente às cotas de nível definidas para execução das fundações. A locação tem de ser realizada somente por profissional habilitado (utilizando instrumentos e métodos adequados), que deve partir da referência de nível (RN) para demarcação dos eixos. A locação tem de ser global, sobre um ou mais quadros de madeira (gabaritos), que envolvam o perímetro da obra. As tábuas que compõem esses quadros precisam ser niveladas, bem fixadas e travadas, para resistirem à tensão dos fios de demarcação, sem oscilar nem fugir da posição correta.

4.1.2.1 EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

Além da referência de nível (RN) da obra, é necessário definir referência pela qual será feita a locação da construção e conferir os eixos e divisas da obra, verificando as distâncias entre si (eixos e divisas). A partir da referência escolhida no terreno, deve-se marcar uma das faces do gabarito com uma trena metálica e uma linha de náilon, obedecendo ao afastamento de pelo menos 1 m da face da edificação. As demais faces do gabarito podem ser marcadas a partir dessa face e do projeto de locação. O gabarito tem de ser construído por meio de enérgica cravação dos pontaletes no terreno ou, havendo necessidade, estes devem ser chumbados ao solo com concreto. Eles precisam estar apurados e alinhados, faceando sempre o mesmo lado da linha de náilon, procurando-se manter a distância de aproximadamente 1 m um do outro. Após a colocação dos pontaletes seus topos necessitam ser arrematados, de maneira que formem uma linha horizontal perfeitamente nivelada à altura média do solo de cerca de 1 m a 1,5 m. Na face interna dos pontaletes, deve-se pregar tábuas, também niveladas, formando a chamada tabeira. Caso seja necessário, pode-se pregar sarrafos no topo dos pontaletes. É preciso travar o gabarito com mãos francesas para resistir à tensão dos arames de demarcação. Recomenda-se pintar o gabarito na cor branca. Deve-se marcar inicialmente a lápis os eixos de locação no gabarito, por meio de aparelho topográfico, utilizando um ponto de referência (RN) fixo identificado no terreno e, a partir desses eixos, demarcar todos os pilares, estacas etc. de acordo com as definições do projeto, utilizando trena metálica, esquadro, lápis de carpinteiro e pregos. É importante identificar na abeira o número dos eixos, com tinta. Para cada ponto do gabarito recomenda-se usar três pregos para a marcação do eixo: o prego principal, que deve ser cravado quase na sua totalidade, e dois laterais auxiliares. Nos quais será amarrada a linha de marcação do eixo, sendo que esta contorna o prego principal central. As linhas de marcação dos eixos são estendidas entre pregos cravados cm lados opostos do gabarito. É necessário esticar um arame pelos dois eixos do elemento estrutural a ser locado (pilares, sapatas, tubulão, estaca etc.). O cruzamento dos arames de cada eixo definirá a posição do elemento estrutural no terreno, por meio de um prumo de centro. No caso de estacas, devem ser implantados marcos (piquetes ou estacas de posição) no terreno com cotas de nível perfeitamente definidas. Neles serão cravados pregos a serem posicionados pelo prumo de centro. Posteriormente, e recomendável fazer a verificação da locação desses pregos por meio da medida de diagonais (tinhas traçadas para permitir a conferência, tendo o propósito de constituir-se a hipotenusa de triângulos retângulos, cujos catetos se situam nos eixos da locação), devendo estar a precisão da locação dentro dos limites aceitáveis pelas normas usuais da construção. Para elementos com seção circular, é preciso descer um prumo pelo centro do elemento. Para elementos com seção não-circular (triangulares, retangulares ou poligonais em geral), descer um prumo cm cada lateral, para definição da posição das faces. Para tanto, pontos das faces devem ser mareados no gabarito. É necessário cravar um piquete nos pontos definidos pelo prumo e após locar as formas e, quando for o caso, os engastalhos. Não é permitido, na locação de piquetes, o uso de esquadros. O gabarito somente poderá ser desmontado após a concretagem das fundações.

4.2 MOVIMENTO DE TERRA

4.2.1 ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALAS

Na escavação efetuada nas proximidades de prédios ou vias públicas, serão empregados métodos de trabalho que evitem ocorrências de qualquer perturbação oriundas dos fenômenos de deslocamento, tais como:

- escoamento ou ruptura do terreno das fundações
- descompressão do terreno da fundação
- descompressão do terreno pela água.

Para efeito de escavação, os materiais são classificados em três categorias, como segue:

- material de 1ª categoria: em teor, na unidade de escavação em que se apresenta, compreende a terra em geral, piçarra ou argila, rochas em adiantado estado de decomposição e seixos, rolados ou não, com diâmetro máximo de 15 cm.
- material de 2ª categoria: compreende a rocha com resistência à penetração mecânica inferior à do granito.
- material de 3ª categoria: compreende a rocha com resistência à penetração mecânica igual ou superior à do granito.

A área de trabalho deve ser previamente limpa, precisando ser retiradas ou solidamente escoradas árvores, rochas, equipamentos, materiais e objetos de qualquer natureza, quando houver risco de comprometimento de sua estabilidade durante a execução dos serviços.

Para elaboração do projeto e execução das escavações a céu aberto, serão observadas as condições exigidas nas normas técnicas. As escavações com mais de 1,25 m de profundidade têm de dispor de escadas ou rampas, colocadas próximas aos postos de trabalho, a fim de permitir, em caso de emergência, a saída rápida dos trabalhadores, independentemente do acima previsto. Os montantes das escadas deverão ser apoiados no fundo da escavação e ultrapassar a borda em pelo menos 1 m. Os materiais retirados da escavação serão depositados a distância superior à metade da profundidade, medida a partir da borda do talude. Os taludes com altura superior a 1,75 m necessitam ter estabilidade garantida.

As escavações executadas em canteiros de obras terão sinalização de advertência, inclusive noturna, e barreira de isolamento em todo o seu perímetro. Os acessos de operários, veículos e equipamentos às áreas de escavação devem ter sinalização de advertência permanente. É proibido o acesso de pessoas não autorizadas às áreas da escavação.

4.2.2 ATERRO E REATERRO

As superfícies a serem aterradas deverão ser previamente limpas, cuidando-se para que nelas não haja nenhuma espécie de vegetação (coitada ou não) nem qualquer tipo de entulho, quando do início dos serviços.

Os trabalhos de aterro e reaterro das cavas de fundação terão de ser executados com material escolhido, de preferência areia ou terra (nunca turfa nem argila orgânica), sem detritos vegetais, pedras ou entulho, em camadas sucessivas de 30 cm (material solto), devidamente molhadas e apiloadas, manual ou mecanicamente, a fim de serem evitadas ulteriores fendas, trincas e desníveis em virtude de recalque nas camadas aterradas. Na eventualidade de ser encontrado na área algum poço ou fossa sanitária em desuso, precisa ser providenciado o seu preenchimento com terra limpa. No caso de fossa séptica, deverão ser removidos todos os despejos orgânicos eventualmente existentes, antes do lançamento da terra. Todo movimento de terra que ultrapasse 50 m³ terá de ser executado por processo mecânico. Após a execução dos elementos de fundação ou o assentamento de canalização, é necessário processar o preenchimento das valas em sucessivas cantadas de terra com altura máxima de 20 cm (material solto), devidamente umedecidas e apiloadas.

4.3 CONCRETO ARMADO

4.3.1 FORMAS

Na execução das fôrmas, terão de ser observadas;

- adoção de contra flechas, quando necessárias;
- superposição nos pilares;
- nivelamento das lajes e das vigas;
- suficiência do escoramento adotado;
- furos para passagem futura de tubulação;
- limpeza das fôrmas.

As vigas de seção retangular, as nervuras das vigas de seção " T " e as paredes das vigas de seção caixão não poderão ter largura menor que 8 cm. A menor dimensão dos pilares não cintados não será inferior a 20 cm nem a 1/25 da sua altura livre. A espessura das lajes não deverá ser menor que:

- 5 cm, em lajes de cobertura não em balanço;
- 7 cm, em lajes de piso e lajes em balanço;
- 12 cm, em lajes destinadas à passagem de veículos.

A confecção das formas e do escoramento terá de ser feita de modo a haver facilidade na retirada dos seus diversos elementos, mesmo aqueles colocados entre lajes. Em juntas maiores da forma ou em peças de cantos irregulares, poder-se-á melhorar a vedação com a utilização de tiras de espuma plástica.

Antes do lançamento do concreto, as fôrmas precisam ser molhadas até a saturação. No caso de concreto aparente, é necessário ser misturada uma pequena porção de cimento à água, para eliminar a eventual ferrugem que possa ter sido depositada na fôrma. A perfuração para passagem de canalização através de vigas e outros elementos estruturais, quando inteiramente inevitável, será assegurada por caixas embutidas nas fôrmas. Quando se desejar o prosseguimento de uma superfície uniforme em relação à concretagem de vários elementos superpostos (por exemplo, um pilar externo com vários andares de altura), a forma do elemento no andar superior deverá recobrir a superfície do elemento já desformado do andar inferior, a fim de evitar a formação de saliência característica (rebarba), que costuma aparecer nesse tipo de entenda (junta) de concretagem.

4.3.1.1 MADEIRA SERRADA

As peças de madeira serrada de coníferas em forma de pontaletes, sarrafos e tábuas não podem apresentar defeitos, como desvios dimensionais (desbitolamento), arqueamento, encurvamento, encanoamento (diferença de deformação entre a face e a contra face), nós (aderidos ou soltos), rachaduras, fendas, perfuração por insetos ou podridão além dos limites tolerados para cada classe.

O estoque tem de ser tabicado por bitola e tipo de madeira, em local apropriado para reduzir a ação da água. Do pedido de fornecimento é necessário constar, dentre outras: espécie da madeira; classe da qualidade, tipo e bitolas da peça; comprimento mínimo ou exato de peças avulsas.

4.3.1.2 CHAPAS DE MADEIRA COMPENSADA

As chapas de madeira compensada para formas de concreto não podem apresentar defeitos sistemáticos, tais como: desvios dimensionais (desbitolamento) além dos limites tolerados; número de lâminas inadequado a sua espessura; desvios no esquadro; ou defeitos na superfície. Precisam ser resistentes à ação da água. As dimensões corretas das chapas são de 1,10 m x 2,20 m para chapas resinadas e 1,22 m x 1,44 m ou 1,10 m x 2,20 m para as chapas plastificadas, com espessura de 6 mm, 9 mm, 12 mm, 18 mm ou 21 mm.

O armazenamento precisa ser feito em local fechado, coberto e apropriado para evitar ação da água. As chapas necessitam ser empilhadas na posição horizontal sobre três pontaletes posicionados no centro da chapa e a 10 cm de cada uma das bordas menores, evitando o contato com o piso. Em lajes usuais, a pilha não pode exceder a 40 cm de altura para evitar sobrecarga. No pedido de fornecimento tem de constar o tipo de chapa (resinada ou plastificada) e as dimensões desejadas.

4.3.2 PREGOS

Os pregos são confeccionados com arame galvanizado. Há pregos de cabeça vedante (chamados telheiros, que servem para fixar telhas), pregos quadrados, os retorcidos (ou espirais), os com farpas e até os de duas cabeças (que permitem sua posterior retirada mais facilmente). Os pregos são ditos de carpinteiro ou de marceneiro (sem cabeça) conforme tenham cabeça apropriada para embutir ou não. Os pregos são bitolados por dois números (antigas medidas francesas). O primeiro corresponde a bitola do arame e o segundo, à medida de comprimento.

4.3.3 DEPÓSITO

Os painéis sempre deverão ser empilhados face a face, em posição horizontal. ou também se disporão verticalmente, desde que possam suas unidades ser identificadas (sendo necessário para esse fim ser pintados números que as identifiquem facilmente). De igual modo, placas e sarrafos para reforço precisam ser numerados e empilhados com os painéis. Quando as formas não forem utilizadas imediatamente, as pilhas terão de ser cobertas com lonas plásticas para evitar deformações exageradas por secagem rápida (empenamento). Outros componentes, tais como gravatas, caibros e cunhas, serão guardados em estoque regular. Os componentes de maior porte, como grampos e reforços metálicos, não necessitarão ser empilhados no solo para não se cobrirem de lama e enferrujarem.

4.3.4 DESMOLDANTE

Apresenta-se sob a forma de líquido, geralmente da cor marrom-alará. Destaca-se o que segue:

- propriedades: forma uma fina camada entre o concreto e a fôrma, impedindo a aderência entre eles; torna fácil a remoção das formas sem danificar as superfícies e arestas do concreto; é altamente concentrado, daí resultando em alto rendimento: diminui o trabalho de limpeza e ao mesmo tempo conserva a madeira, não mancha o concreto;

- campos de aplicação: para todas as fôrmas, tanto de madeira bruta como de compensado resinado (para formas metálicas, recomenda-se a utilização de desmoldante específico);

- preparo: o líquido desmoldante é dissolvido em água, em proporções variadas, de acordo com o estado das fôrmas; adiciona-se o desmoldante à água, misturando lentamente até obter uma solução leitosa, uma vez preparada, pode-se usá-la por longo tempo sem maiores cuidados.

- proporções:

- para madeira bruta: uma parte de desmoldante x 10 partes de água
- para compensados: uma parte de desmoldante x 20 partes de água
- para imersão dos moldes de compensado: uma parte de desmoldante x 25 partes de água.

- aplicação: misture inicialmente um volume de desmoldante com um volume de água. batendo lentamente até obter uma emulsão; então, acrescente o restante da água aos poucos, misturando lentamente; uma vez, dissolvido, aplique o desmoldante uniformemente sobre as formas por meio de broxa, rolo ou escovão, após secar durante 1 h, inicie a concretagem; sempre limpe, se necessário, e pinte as formas com desmoldante, antes de cada reaproveitamento.

- consumo: 0,01 l/m² a 0,02 l/m²;

- embalagens: galão, baldes de 20 l, e tambores de 200 l.

- generalidades: uma das falhas mais comuns costuma ser a de aplicação do desmoldante em demasia, o que provoca manchas no concreto; será suficiente uma leve camada aplicada sob forma de cobertura uniforme.

Plastificantes de fabricação diferente não poderão ser misturados. A perfuração de formas na obra deverá ser feita com a maior perfeição para que as vedações ou os embutimentos se apliquem mais facilmente; por esse motivo, será necessário eliminar lascas e farpas no madeiramento das fôrmas, as quais, ao serem perfuradas, necessitam sê-lo face a

face. Todos os batentes ou peças de fixação (engastalhos) terão de ser pregados levemente, a fim de que permaneçam presos ao concreto ao se removerem as fôrmas. Serragem, aparas, arame para a amarração, pregos etc. precisam ser removidos das fôrmas; os grampos de arame e pregos poderão manchar as formas e consequentemente o concreto durante a concretagem. Aplicada a vibração, é necessário manter estreita vigilância em todas as amarrações, para impedi-las que se afrouxem. Antes de revestir o concreto, é recomendável a lavagem superficial com água e escova de aço para remoção da película residual do desmoldante.

4.3.5 MÉTODO EXECUTIVO

Os painéis necessitam ser executados considerando a limitação do seu tamanho e peso, de forma a facilitar a sua montagem, transporte e desforma (a confecção das formas tem de ser feita de modo a haver facilidade na retirada dos seus diversos elementos).

Todas as peças devem ser galgadas e os painéis precisam ser estruturados (excetuados os de soalho de laje).

Recomenda-se que as superfícies de corte sejam planas e lisas, sem apresentar serrilhas e que os topos de chapa sejam selados com tinta a óleo ou selante à base de borracha clorada, tão logo as peças sejam serradas na bancada.

Também, é conveniente na ocasião identificar os painéis com uma numeração ou código para facilitar sua montagem.

Eventuais furos nos painéis têm de ser executados sempre a partir da face interna da forma no sentido da face externa, com broca de aço rápido para madeira. A passagem de canalização será assegurada por caixas embutidas nas formas.

A marcação das posições do cimbramento nas formas facilita o processo de montagem. Assim, assinalam-se nas formas as posições onde serão colocados os seus elementos de sustentação, como garfos simples, garfos com mão-francesa, escoramento e reescoramento. A identificação necessita ser feita com tinta.

É preciso manter a central de carpintaria constantemente limpa e organizada, removendo as sobras de material (serragem e pontas de madeira) e protegida com extintor de água pressurizada. É necessário estar sempre verificando o funcionamento e conservação das ferramentas e equipamentos.

As chapas do compensado são armazenadas cobertas e empilhadas, na posição horizontal, sobre três pontaletes posicionados no centro da chapa e a 10 cm de cada uma das bordas menores, evitando o contato com o piso.

Em lajes usuais, a pilha não pode exceder a 40 cm de altura, para evitar sobrecarga.

4.3.5.1 VIGA-BALDRAME

Inicialmente, deve-se providenciar a abertura de vala com largura aproximadamente 20 cm maior que a da viga, nos trechos onde esta estiver enterrada. Após a conclusão da escavação, proceder à regularização e compactação, com um soquete, do fundo da vala, até 5 cm abaixo da cota de apoio. Os painéis estruturais das formas são montados e em seguida escorados em estacas de madeira cravadas externamente, no fundo e nas laterais da vala.

É preciso verificar a locação, o nível, o alinhamento e o esquadro das peças de madeira, atentando para o correto posicionamento das vigas, o nivelamento do topo das formas e da constância da largura das vigas. O nivelamento é garantido por meio de nível a laser ou de mangueira, a partir do nível de referência marcado no gabarito pelo topógrafo. Se o apoio das vigas-baldrame ocorrerem bloco de coroamento de estaca(s) que apresente desvio em relação à locação de projeto, é preciso consultar o engenheiro de fundações e eventualmente o calculista, que criarão ou não viga de travamento para corrigir a excentricidade. Deve-se executar um lastro de concreto simples com pelo menos 5 cm de espessura, que também é utilizado para regularizar em nível a superfície de apoio.

4.3.5.2 PILAR E VIGA DO ARCABOUÇO ESTRUTURAL

É necessário apicoar o concreto da base dos pilares, removendo a nata endurecida de cimento depositada na superfície. É preciso lixar dois pontaletes no engastalho, que servirão de guia e permitirão o travamento do pé dos painéis de face do pilar ou então confeccionar o engastalho com as medidas externas da forma do pilar e em todo o seu perímetro. Tem de ser passado desmoldante nas faces internas das formas de pilar e, se fora primeira utilização, este procedimento é desnecessário. Deve-se definir a altura do topo do pilar para fixação dos painéis nos pontaletes guia.

É necessário montar as faces laterais menores e uma lateral maior dos pilares, pregando-as no pontalete-guia.

Tem de ser conferido o encontro das faces no topo do pilar com auxílio de um esquadro metálico, de forma a garantir a perpendicularidade entre elas. É preciso nivelar as faces montadas, verificando a necessidade de colocação de "mosquitos" (tocos de madeira com prego) para fechar as aberturas na base do pilar, causadas por problemas de nivelamento da laje já concretada. O prumo do pilar deve ser obtido por meio de ajustes nas escoras laterais dos painéis, nas duas direções. É necessário deixar na base dos pilares (em toda a largura dela), uma janela de inspeção para limpeza antes da concretagem. Se o pilar tiver mais de 2,5 m de altura, deve-se deixar janela de inspeção para lançamento do concreto em duas etapas. Posicionar tubos ϕ 3/4" de PVC rígido atravessando o pilar (se necessário, vedados com cones de encosto plásticos - chupetas - nas extremidades) e dentro deles passar barras de ancoragem roscadas (também chamadas tirantes) ou então ferros de amarração (barras de aço para concreto). Travar, nas laterais das fôrmas, as barras de ancoragem com porcas próprias ou os ferros de amarração com tensores (neste caso, com a utilização da ferramenta esticador). Esse travamento é apoiado em perfis de aço horizontais (gastalhos ou gravatas), encostados na forma do pilar. Montadas todas as formas de pilar, deve-se iniciar a colocação das formas de viga. É necessário passar desmoldante nessas

fôrmas; tal procedimento é dispensável quando se tratar da primeira utilização. É preciso colocar os fundos de viga a partir do topo das formas de pilar, apoiando-os diretamente em alguns garfos posicionados no vão abaixo da viga. Ao menos em um dos encontros (extremidades do fundo da viga) com os pilares, é necessário prever um mosquito para facilitar a desforma. Têm de ser nivelados os fundos de viga com cunhas de madeira aplicadas na base dos garfos. Em seguida, serão posicionados os demais garfos, travando-os com um sarrafo-guia pregado à meia-altura dos garfos já fixados. Com o auxílio de cunhas, deve-se levantar os demais garfos até o nível cometo, encostando-os no fundo da viga. Em seguida, posicionar os painéis laterais, encostando-os na borda do painel de fundo. Todos os garfos posicionados no vão precisam estar apurados e alinhados.

4.3.5.3 LAJE

As longarinas (horizontais, de perfis metálicos ou pontaletes de madeira) precisam ser suportadas por escoras metálicas (verticais, telescópicas, com regulagem da altura a cada de 10 cm). As extremidades das longarina próximas às vigas necessitam ser apoiadas em sarrafos pregados no garfo das escoras. O uso de escoras telescópicas facilitam o posterior nivelamento da laje, deve ser lançado o compensado do soalho da laje do andar superior sobre as longarinas, seguindo a identificação do projeto. Pode-se pintar a posição das paredes no soalho da laje, a fim de facilitar o trabalho e evitar erros na locação das tubulações elétricas e hidráulicas e dos gabaritos de furação e rebaixos. É necessário pregar o soalho nos sarrafos laterais dos painéis das laterais das vigas. Esse encontro de peças tem de ser sem folga. Será pregado o restante do soalho nas longarinas. É preciso nivelar os panos de laje e verificar contra flecha, caso esta seja necessária. O nivelamento tem de ser feito ajustando-se a altura das escoras de apoio da forma por meio de cunhas. A conferência do nivelamento é feita com nível de bolha ou aparelho a lasers linha de náilon, colocados na parte superior ou inferior da fôrma. Deve ser verificado o esquadro da laje por intermédio de medidas diagonais. Tem de ser passado desmoldante em toda a superfície do soalho; tal procedimento é dispensável na primeira utilização da forma.

4.3.5.4 GENERALIDADES

Caso haja necessidade, as juntas da forma necessitam ser vedadas para evitar perda da argamassa do concreto ou de água. As caixas e os nichos (rasgos) para passagem de tubulação das instalações elétricas, hidráulicas e de ar-condicionado, previstas em projeto, devem ser posicionados nas lajes, vigas e pilares antes da concretagem. Nas formas para superfícies de concreto aparente, o material a ser utilizado é a madeira compensada plastificada ou formas metálicas. Para as superfícies de concreto não aparentes, o material a ser usado é o compensado resinado ou tábuas de madeira. As formas remontadas têm de sobrepor o concreto endurecido, executado na etapa anterior, em no mínimo 10 cm. Elas precisam ser fixadas com firmeza contra o concreto anterior, de modo que, quando a nova concretagem tiver início, as formas não se abram, permitindo desvios ou perda de argamassa na junta de concretagem. Devem ser utilizadas, se necessário, vedações com poliuretano expandido, parafusos ou prendedores adicionais para manter firmes as formas remontadas contra o concreto endurecido.

4.3.6 DESFORMA

O concreto dos pilares e laje deve estar curado, liberado para a desforma, segundo recomendações das normas técnicas, ou seja: 3 d para a retirada das formas laterais; 14 d para a retirada das formas inferiores, permanecendo as escoras principais convenientemente espaçadas; 21 d para a retirada total das formas e escoras. Esses prazos podem ser reduzidos quando, a critério do engenheiro da obra, forem adotados concretos com cimento de

alta resistência inicial ou usados aditivos aceleradores de pega.

4.3.6.1 EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS

A desforma começa pelos pilares, soltando-se inicialmente os tensores. Deve-se retirar os painéis, desprendendo-os, nunca usando alavancas (pés-de-cabra) entre o concreto endurecido e as fôrmas. Caso um painel necessite ser afrouxado, terão de ser utilizadas cunhas de madeira dura. É preciso manusear as peças com cuidado para não danificar as fôrmas. Painéis de maiores dimensões e principalmente pilares de canto podem ser mantidos no lugar, amarrando-os com cordas para evitar eventuais choques ou quedas. É necessário retirar os tubos passantes de PVC, utilizando um pequeno ponteiro. Deve-se manter as reescoras das vigas ou lajes, se necessário, nos locais recomendados pelo projetista. Têm de ser retirados os sarrafos-guia e removidas as cunhas laterais e da base dos garfos, para soltá-los. Em seguida, é preciso desformar as laterais das vigas. Para separar a forma de viga da forma de laje, deve-se, conforme acima, usar uma cunha entre o sarrafo de pressão e o soalho da laje. Caso não seja possível a desforma da viga desse modo, devido ao excesso de garfos muito próximos, é necessário retirar as escoras do terço central do vão, manter as reescoras e só então, proceder a retirada das escotas (mantendo o reescoramento, se for o caso) dos terços das extremidades. Deve estar posicionado o reescoramento nas tiras do soalho da laje, quando necessário, conforme recomendações do projetista. Têm de ser retiradas as escoras e longarinas e em seguida desformados os painéis da laje. Em vigas e lajes em balanço, é preciso efetuar a desforma da borda livre no sentido do apoio, segundo orientação do mestre ou engenheiro da obra. Para evitar danos às longarinas, soalhos e painéis de viga devido a quedas, pode-se usar cordas ou cavaletes de apoio sob a laje, de maneira a amortecer os impactos. Após a remoção de peças, como pinos, amarras e parafusos, devem ser elas colocadas em caixas e não abandonadas sem cuidado, a pretexto de serem guardadas posteriormente. As formas de madeira precisam ser limpas imediatamente após o seu uso e não deixadas para que isso seja feito por ocasião da utilização seguinte. A limpeza é feita com uma escova de piaçaba, para eliminar argamassa endurecida que tenha aderido à sua superfície.

4.3.7 Aço

4.3.7.1 GENERALIDADES

Os produtos de aço para concreto estrutural podem ser divididos nos seguintes tipos:

- vergalhões e arames para concreto armado (torras e fios);
- telas de aço soldado;
- fios e cordoalhas para concreto pretendido;
- barras para concreto protendido;
- fibras de aço.

Vergalhões de aço são barras e fios caracterizados por categoria, dependendo do limite de escoamento a tração, e por classe, conforme o limite de resistência mínimo à ruptura.

A prática construtiva e os métodos de dimensionamento pressupõem limites de escoamento à tração de 500 MPa a 600 MPa. Por essa razão, utilizam-se para concreto estrutural aços das categorias CA-50 e CA-50.

As barras precisam ser entregues limpas (com ausência de materiais estranhos ou corrosão excessiva aderidos à superfície delas) e abertas (não dobradas). As barras (e os fios) de aço devem sempre ser armazenados em baias separadas por diâmetro, em local protegido, sem contato direto com o solo.

As propriedades das telas são: aderência adequada em virtude da prévia soldadura nos nós dos cruzamentos; ancoragem suficiente sem ganchos pela penetração das cruzetas de malha nas vigas; ausência de fissuramento pelo grande número de fios de pequeno diâmetro soldados uns aos outros; corte com alicate ou tesoura em qualquer comprimento que se desejar; economia de tempo e mão-de-obra por apresentar-se em malha ou rolo utilizável em qualquer formato de estrutura desejada. Para fixação da tela soldada, a malha deverá ser desenrolada dentro da forma e a ancoragem será feita pela penetração das cruzetas das malhas nas vigas, dispensando os ganchos. A armação positiva precisa ser colocada encostada a viga, nela penetrando a dimensão necessária, eliminando por corte os fios da tela que interferirem com os estribos para encaixe e ancoragem adequados. Na armação negativa, a tela será apoiada nos ferros da viga e em banquetas (caranguejos), que poderão ser confeccionados com a própria tela.

4.3.7.2 DOBRAMENTO E FIXAÇÃO DA FERRAGEM

Se a ferragem não estiver bem posicionada, a estrutura terá diminuída sua resistência. O concreto armado só funcionará bem quando as barras de aço da armadura trabalharem conjuntamente quando solicitadas por carregamento, e devidamente protegidas pelo cobrimento do concreto. Após a fixação, será importante verificar se as armações não se deslocaram antes ou durante a concretagem. Observe-se que:

- organização geral: uma simples camada de ferrugem não causará dano, porém a quantidade de ferrugem que possa desprender-se deverá ser retirada: caso contrário, o concreto não aderirá adequadamente ao aço. Após terem sido as barras coitadas e verificadas, elas terão de ser enfeixadas e etiquetadas para que sejam empilhadas em local adequado. Os feixes precisam conter somente tipos e tamanhos idênticos, não sendo recomendável que tenham peso superior a 100 kg. É necessário usar arame recozido nº 18, colocado em intervalos de 3 m, para amarração de feixes longos, e em cada feixe serão fixadas duas etiquetas de material não oxidável. Deverão ser examinadas as barras antes de serem amarradas e certificar-se de que não contenham tinta, graxa, ferrugem solta, lama ou argamassa;

- curvamento: é necessário ser seguida a convenção de medidas, inclusive medidas dos estribos, para os quais as dimensões importantes são as internas por determinarem a posição das barras principais. O raio interno de uma curva ou de um gancho, a ser feito em uma barra de aço, terá de equivaler a duas vezes o seu diâmetro, desde que não se especifique diâmetro maior; o trecho reto que se estende além da dobra precisa ser comprimento não inferior a quatro vezes o diâmetro da barra. Uma curva feita em barra de aço de alta resistência tem raio igual a três vezes o seu diâmetro, a menos que se especifique diâmetro maior. Os ganchos e os estribos serão dobrados em uma cavilha com diâmetro igual ao da barra que estiver sendo curvada;

- marcação para corte: é necessário usar uma trena de aço para medir o comprimento das barras. Isso reduzirá a possibilidade de erro, especialmente para aquelas de grande dimensão. É também útil ter a bancada dividida de 10 cm em 10 cm;

- marcação para dobramento: as barras são geralmente fornecidas com comprimento de 11 m, com tolerância de ± 1 m. Essas dimensões precisam ser bem observadas para se obter bom aproveitamento, diminuindo as perdas com pontas. A primeira barra será marcada de acordo com as dimensões dadas no desenho e a seguir medida após o seu encurvamento. As dimensões das demais barras terão de basear-se nas da primeira, efetuando então as alterações necessárias. Recomenda-se no encurvamento:

- sempre efetuar as curvas, em barras de alta resistência, a frio;
- apoiar a barra enquanto ela estiver sendo dobrada; caso contrário, nem as curvas se manterão em um plano;
- montagem: as armações poderão, muitas vezes, ser montadas com antecipação (caso de blocos de fundação, pilares etc). Nesses casos, elas deverão ser guardadas e transportadas cuidadosamente a fim de que não sofram

deformações. Para armação de vigas rasas e peças semelhantes, as formas poderão ser completadas antes de a armação ser colocada. Para seções profundas, tais como paredes, poderá ser montado primeiramente um lado da fôrma, sustentando a fixação da armação montando, por último, o lado restante da fôrma. Para colunas, talvez seja necessário fixar totalmente a armação antes de um dos lados da forma ser montado. O método convencional de amarração é feito com o uso de arame nº 18 de ferro recozido. Na maioria das interseções das barras em lajes, cortinas e outras superfícies planas, assim como em interseções de barras principais e de amarração ou distribuição. A soldagem em barras da armadura, no sentido de aumentar seu comprimento, somente será executada por especialista e quando determinada pelo engenheiro da construtora.

- manutenção do cobrimento correto: pequenos afastadores, espaçadores ou calços com espessura igual à do cobrimento recomendado e situando-se bem próximos entre si, para evitar que a armação ceda, deverão ser lixados para manter a armadura afastada das fôrmas. Os calços de material plástico são fabricados para atender a diversas bitolas de barras, assim como a diversas medidas de cobrimento. Se os calços para concreto forem confeccionados na própria obra, a argamassa para sua fixação consistirá em uma parte de cimento e duas de areia, tendo ainda de conter água suficiente para que se obtenha uma pasta seca. Usa-se em geral arame galvanizado para a amarração desses calços. Não poderão ser usadas pedras como calços, pois elas se deslocam facilmente de sua posição. Ao se fixarem calços em certo número de barras paralelas, não deverão eles ficar em linha reta ao longo de uma seção, pois isso poderia criar no concreto uma faixa enfraquecida. Banquetas (caranguejas) de aço sustentam usualmente a parte superior da armação, precisando ser suficientemente resistentes para suportar o tráfego dos operários. Para concreto aparente, terão de ser envolvidos os ferros de amarração (que atravessam as fôrmas) por tubos plásticos de ϕ 6 mm a ϕ 8 mm, que serão retirados logo após o endurecimento do concreto. Dessa maneira, evita-se a formação de pontos de ferrugem na superfície do concreto.

4.3.7.3 MÉTODO EXECUTIVO

Uma simples camada de ferrugem não causará dano, porém a quantidade de ferrugem que possa se desprender necessita ser retirada: caso contrário, o concreto não aderirá adequadamente ao aço. Após terem sido as barras cortadas e verificadas, elas têm de ser enfeixadas e etiquetadas, para que sejam empilhadas em local adequado. Os feixes devem conter somente tipos e tamanhos idênticos, não sendo recomendável que tenham peso superior a 100 kg. É necessário usar arame recozido nº 18, colocado em intervalos de 3 m, para amarração de feixes longos, e em cada feixe serão fixadas duas etiquetas de material não-oxidável. Têm de ser examinadas as barras antes de serem amarradas e é preciso certificar-se de que não tenham aderidas tinta, graxa, ferrugem solta, lama ou argamassa.

4.3.7.3.1 CORTE DA ARMADURA

Serão cortados os fios e as barras de aço seguindo às orientações e dimensões definidas no projeto estrutural. É preciso atentar para os comprimentos nele definidos, para os traspases e para os arranques mínimos em vigas e pilares. Na marcação para corte, é necessário usar trena de aço para medir o comprimento das barras. Isso reduzirá a possibilidade de erro, especialmente para aquelas de grande dimensão. É também útil ter a bancada marcada de 10 cm em 10 cm.

4.3.7.3.2 CURVAMENTO

É necessário ser seguida a convenção de medidas, isto é, de fora a fora, inclusive comprimento dos estribos, para os quais as dimensões importantes são as internas, por determinarem a posição das barras principais. O raio interno de uma curva ou de um gancho, a ser feito com uma barra de aço, tem de equivaler a duas vezes o seu diâmetro, desde que não se especifique diâmetro maior. O trecho reto que se estende além da dobra precisa ter comprimento não inferior a quatro vezes o diâmetro da barra. Uma curva feita em barra de aço de alta resistência deve ter raio igual a três vezes o seu diâmetro, a menos que se especifique diâmetro maior. Os ganchos e os estribos serão dobrados em uma cavilha com diâmetro igual ao da barra que estiver sendo curvada. As barras são geralmente fornecidas com comprimento de 12 m, com tolerância de ± 1 m. Na marcação para dobramento, essas dimensões precisam ser bem observadas para se obter bom aproveitamento, diminuindo as perdas com pontas (sobras). A primeira barra deve ser marcada de acordo com as dimensões dadas no desenho e a seguir medida após o seu encurvamento. As dimensões das demais barras têm de basear-se nas da primeira, efetuando-se então nas alterações necessárias. Recomenda-se no encurvamento:

- sempre efetuar as curvas, em barras de alta resistência, a frio
- apoiar a barra enquanto ela estiver sendo dobrada; caso contrário, as curvas não se manterão em um plano.

É preciso dobrar as pontas em "L" ou em forma de gancho sempre de acordo com as orientações e dimensões de projeto. É necessário atentar para o não-dobrimento das barras em curva muito acentuada, pois ela pode causar a quebra ou enfraquecimento da região da dobra. É recomendável organizar as armaduras em forma de kits (devidamente identificados) para cada peça a ser montada (área de laje, pilar, viga, etc). As barras tracionadas de bitola maior que 6,3 mm devem ter sempre ganchos, enquanto as que forem somente comprimidas têm de ser ancoradas apenas com a extremidade no formato retilíneo (sem gancho).

4.3.7.4 MONTAGEM DA ARMADURA DE PILARES E VIGAS

Atentar para o número de barras e sua bitola definidas no projeto. Se a ferragem não estiver bem posicionada, a estrutura terá diminuída sua resistência. O concreto armado só funcionará bem se as barras de aço da armadura trabalharem conjuntamente quando solicitadas por carregamento e devidamente protegidas pelo cobrimento do concreto. Após a fixação, é importante verificar se as armações não se deslocaram antes ou durante a concretagem. As armações

podem, muitas vezes, ser montadas com antecipação (caso de blocos de fundação, pilares etc). Nesses casos, elas devem ser armazenadas e transportadas cuidadosamente a fim de que não sofram deformações. Para armação de vigas rasas e peças semelhantes, as formas podem ser completadas antes de a armação ser colocada. Para seções profundas, tais como paredes, pode ser montado em primeiro lugar um lado da fôrma, sustentando a fixação da armação e montando, por último, o lado restante da fôrma. Para colunas, é necessário fixar totalmente a armação antes de um dos lados da forma ser montado. O método convencional de amarração é feito com o uso de arame na 18 de ferro recozido, na maioria das interseções das barras em lajes, cortinas e outras superfícies planas, assim como em interseções de barras principais e de amarração ou distribuição. A soldagem em barras da armadura, com o propósito de aumentar seu comprimento, somente será executada por especialista e quando determinada pelo engenheiro. Para a manutenção do cobrimento correto, pequenos afastadores (espaçadores ou distanciadores) ou calços com espessura igual à do cobrimento recomendado e situando-se bem próximos entre si, para evitar que a armação ceda. Devem ser fixados para manter a armadura afastada das fôrmas. Os calços de material plástico são fabricados para atender a diversas bitolas de barras, assim como a diversas medidas de cobrimentos. Se os calços forem confeccionados na própria obra, a argamassa para sua fixação consiste em uma parte de cimento e duas de areia, tendo ainda de conter água suficiente para que se obtenha uma pasta seca. Usa-se em geral arame galvanizado para a amarração desses calços. Não podem ser usadas pedras como calços, pois elas se deslocam facilmente de sua posição. Ao se fixarem calços em certo número de barras paralelas, não devem eles ficar em linha reta ao longo de uma seção, pois isso poderia criar no concreto uma faixa enfraquecida. Banquetas (caranguejas) de aço sustentam usualmente a parte superior da armação, precisando ser elas suficientemente resistentes para suportar o tráfego dos operários. Para concreto aparente, têm de ser envolvidos os ferros de amarração (que atravessam as fôrmas) por tubos plásticos de ϕ 6 mm a ϕ 8 mm, que serão retirados logo após o endurecimento do concreto. Dessa maneira, evita-se a formação de pontos de ferrugem na superfície do concreto. A sequência de montagem deve ser a seguinte: posicionar duas barras de aço. Colocar todos os estribos, fixando somente os das extremidades. Em seguida, posicionar as demais barras e amarrá-las aos estribos de extremidade.

Depois de posicionar os demais estribos, conferir os espaçamentos e o número de barras longitudinais e de estribos. Amarrar firmemente o conjunto em todos os pontos de contato. É preciso colocar um estribo no topo dos arranques dos pilares e outro na altura da laje, garantindo a posição das barras longitudinais. É recomendável colocar protetores plásticos nas pontas dos arranques. É necessário garantir sempre o acesso do vibrador em regiões com congestionamento de ferragem, verificando a posição e a distância entre as barras.

Deve-se observar se o cobrimento mínimo da armadura está satisfeito, principalmente no cruzamento entre pilares e vigas. Têm de ser colocados espaçadores atentando para que seja considerada a área de todas as faces das peças, para não permitir que a armadura tenha algum ponto de contato com as fôrmas. O espaço livre entre duas barras de armadura longitudinal de uma viga não será:

- menor que 2 cm;
- menor que o diâmetro das próprias barras;
- menor que 1,2 vez a dimensão máxima do agregado, nas camadas horizontais;
- menor que 1/2 vez a mesma dimensão, no plano vertical.

O espaçamento dos estribos, medido paralelamente ao eixo da viga, terá de ser no máximo igual a metade da altura da peça, não podendo ser maior que 30 cm. A emenda de barras por traspasse não será permitida para as de bitola maior que 25 mm, nem para tirantes e pendurais (peças lineares de seção inteiramente tracionada). O comprimento do trecho de traspasse das barras comprimidas será igual ao comprimento de ancoragem, com o mínimo de 15 cm ou 10 bitolas. As barras comprimidas poderão ser emendadas na mesma seção. Qualquer barra da armadura, inclusive de distribuição, de montagem e estribos, necessita ter cobrimento de concreto pelo menos igual ao seu diâmetro, mas não menor que:

- para concreto a ser revestido com argamassa (com espessura mínima de 1 cm):
 - em lajes no interior de edifícios 0,5 cm
 - em paredes no interior de edifícios 1,0 cm
 - em lajes e paredes ao ar livre 1,5 cm
 - em vigas e pilares no interior de edifícios 1,5 cm
 - em vigas e pilares ao ar livre 2,0 cm
- para concreto aparente:
 - no interior de edifícios 2,0 cm
 - ao ar livre 2,5 cm
- para concreto em contato com o solo 3,0 cm

4.3.7.5 MONTAGEM DA ARMADURA DE LAJE

Antes de iniciar a montagem da armadura de laje, é preciso posicionar e fixar os gabaritos metálicos ou de madeira para os rebaixos e as caixinhas de madeira para passagem das instalações elétricas e hidráulicas. Deve-se posicionar as barras da armadura principal. Em seguida, posicionar as barras da armadura secundária. Após, amarrar os nós alternadamente, isto é, ferro sim, ferro não. Finalmente, posicionar as barras da armadura negativa, amarrando-as à

armadura das vigas. Têm de ser utilizados espaçadores em número médio de cinco peças por metro quadrado de laje, de modo a garantir o cobrimento mínimo. Havendo balanços ou pontos em que a armadura negativa é notoriamente importante, deve-se ter atenção redobrada quanto ao uso de caranguejos e calços.

Também é necessário cuidar para que o contorno dos furos para passagem futura de tubulação das instalações elétricas, hidráulicas e de ar-condicionado sejam reforçados, segundo orientação do projetista. Sempre que for preciso caminhar sobre a armação, têm de ser colocadas firmemente, sobre elas, pranchas de madeira com pés de apoio na forma (nunca na ferragem).

Limpeza final

Após o término do serviço de montagem, é necessário limpar as formas de pilar, viga e laje, retirando as pontas de arame e outras sujeiras, por meio de imã e/ou jato de água.

Não se poderá, em hipótese alguma, proceder à concretagem de qualquer parte da estrutura antes que toda a armação seja cuidadosamente verificada e aprovada pelo engenheiro da obra.

4.3.8 ARGAMASSA DE CONCRETO

A existência de grande número de tipos de cimento e dos mais variados tipos de agregado miúdo (areia) faz com que o concreto produzido exclusivamente baseado nessa tabela tenha uma grande variabilidade. Normalmente, o uso dessa tabela deve restringir-se a peças estruturais de pequena responsabilidade. Para isso, faz-se uma série de exigências:

- * consumo no mínimo de 300 kg de cimento por metro cúbico de concreto
- * a areia constituirá cerca de 30% a 50% do total do agregado
- * a quantidade de água tem de ser a menor possível, mas compatível com a trabalhabilidade necessária.

As normas técnicas brasileiras fixam em 1 min o tempo mínimo de mistura. No entanto, esse tempo dependerá do tipo e das dimensões da betoneira. O amassamento necessita ser sempre mecânico e contínuo e durar o tempo necessário para homogeneizar a mistura de todos os componentes, inclusive eventuais aditivos. A ordem de colocação dos materiais na betoneira é a seguinte:

- * Para as betoneiras pequenas, de carregamento manual:

- não se pode colocar o cimento em primeiro lugar, pois, se a betoneira estiver seca, perder-se-á parte dele: se estiver úmida, ficará muito cimento revestindo-a internamente;

- é boa prática a colocação da água em primeiro lugar e em seguida dos agregados graúdos, pois a betoneira permanecerá limpa; esses dois materiais retiram toda a argamassa da betonada anterior que fica retida nas palhetas internas;

- é necessário colocar, em seguida, o cimento, pois, havendo água e pedra, ocorrerá boa distribuição de água para cada partícula de cimento e ainda a moagem dos grãos de cimento pela ação de arraste dos agregados graúdos na água contra o cimento; finalmente, será colocado o agregado miúdo, que faz um tamponamento nos materiais já colocados, não permitindo sair os agregados graúdos em primeiro lugar, como é comum, se deixar estes materiais para a última carga.

- * Para as betoneiras que trabalham com a caçamba carregadora, é aconselhável colocar pela ordem sucessiva, de baixo para cima:

- agregados graúdos (50%)
- cimento
- agregado miúdo (100%)
- agregados graúdos (50%), no final.

Nessas betoneiras com carregador, parte da água deve ser lançada no misturador e o restante adicionada após os demais componentes do concreto (jogados no misturador pela caçamba).

O ensaio de abatimento do tronco de cone deve ser realizado nas seguintes situações:

- na primeira massada do dia
- ao reiniciar o preparo após uma interrupção da jornada de concretagem de pelo menos 2 h
- na troca de operadores
- cada vez que forem moldados corpos-de-prova.

Se o abatimento for maior que (5 ± 1) cm, é preciso acrescentar gradualmente uma pequena quantidade de areia e brita na proporção dada no traço, até se obter o abatimento desejado. Se o abatimento for menor que (5 ± 1) cm, é necessário adicionar gradualmente uma mistura de cimento e água na proporção dada no traço, até se obter o abatimento desejado. Caso esses ajustes sejam grandes e/ou frequentes, recomenda-se contratar um laboratório para o estudo de um novo traço ou reavaliar o traço inicial para adaptações. O concreto só pode ser usado dentro de 2 h 30 min, a contar da adição de água. Após este período, não é permitida a sua utilização.

4.3.8.1 ALTURA DA QUEDA

O lançamento do concreto não poderá ser de alturas excessivas. Quando a altura da queda for superior a 2,5 m, medidas especiais terão de ser tomadas para evitar a segregação dos materiais. Dentre elas, destaca-se a abertura de janelas nas fôrmas, que permitem diminuir a altura de lançamento e facilitam o adensamento.

4.3.8.2 PLANO DE CONCRETAGEM

O lançamento do concreto terá sempre de obedecer ao plano de concretagem. Há dois condicionantes especiais no estabelecimento desse plano: de ordem arquitetônica e de ordem estrutural. Sob o aspecto estético, caberá ao arquiteto autor do projeto determinar o plano estabelecendo as juntas de concretagem. No que diz respeito à resistência, convém lembrar que a junta de trabalho (emenda de concretagem) nunca deverá ser feita onde as tensões tangenciais sejam elevadas e onde não haja ferragem suficiente para absorvê-las. Quando se pretende programar o lançamento do concreto de uma construção, é aconselhável preencher primeiramente os pilares até o fundo das vigas e em seguida colocar a ferragem das lajes e vigas, para prosseguir a concretagem. O objetivo de tal prática é facilitar o lançamento do concreto nas colunas, já que a existência de ferragem na forma das vigas, em geral, dificultaria o perfeito preenchimento dos pilares. No caso de junta de trabalho em vigas, convirá chegar com a concretagem até a metade ou 1/3 do vão. A junta vertical de concretagem nas vigas apresenta vantagens pela facilidade de compactação; para tanto, é possível colocar uma forma transversal de sarrafos verticais que permitam a passagem dos furos de armação e impeçam a passagem do concreto, evitando a segregação de nata de cimento no caso de vibração de superfície inclinada. Nas lajes armadas em uma só direção, deverá ser adotado o seu preenchimento até 1/3 do vão, podendo-se, também, chegar até o meio dele. Já nas lajes armadas em duas direções, convirá concretar apenas o terço médio de cada vão. Ao se concretar vigas e lajes, nunca poderá ser preenchido o concreto das vigas apenas até o fundo da laje (e posteriormente a laje total), visto que, em geral, a seção resistente da viga compreende toda a sua altura e, não raro, ela funciona com parte da laje trabalhando a seção em "I". Nos pilares, precisam ser preenchidos os primeiros 5 cm com argamassa de cimento e areia no mesmo traço usado no concreto. É necessário utilizar esse procedimento em geral para todas as emendas de concretagem.

4.3.8.3 LANÇAMENTO E ADENSAMENTO DE CONCRETO

Para estrutura de edifícios (lajes, vigas e pilares), o concreto do pavimento inferior deve estar adequado para a sobrecarga da laje a ser concretada. As formas têm de estar totalmente executadas e escoradas, limpas, com desmoldante aplicado e conferidas. A armadura precisa estar limpa, posicionada e conferida e a tubulação elétrica instalada. Quando for o caso, é necessário colocar ganchos para futura fixação das bandejas salva-vidas. A concretagem obedece ao plano de lançamento específico (planos de concretagem). Assim, nenhuma junta de concretagem (linha de interrupção forçada) não prevista no plano pode ser tolerada, evitando-se ao máximo juntas de concretagem, mas, quando isso não for possível, elas devem ser preparadas de modo a garantir uma estrutura monolítica.

Em cavas de fundações e estruturas enterradas, toda a água deve ser removida antes da concretagem. Terão de ser desviadas correntes de água, por meio de drenos laterais, de forma que o concreto fresco lançado não seja por elas lavado. Quando o lançamento for auxiliado por calhas ou canaletas, a inclinação mínima desses elementos condutores é de 1:3, ou seja, um na vertical para três na horizontal. Tais condutores precisam ser dotados de um anteparo na sua extremidade inferior para evitar segregação dos materiais, não sendo permitidas quedas livres maiores de 2 m. Acima dessa altura, é exigível um funil para o lançamento, consistindo de um tubo com diâmetro superior a 25 cm. A maneira de apoiá-lo deve possibilitar movimentos livres da extremidade de descarga, bem como o seu rápido abaixamento, quando necessário, para estrangular ou retardar fluxo. O funil tem de ser utilizado seguindo um método que evite a lavagem do concreto, precisando o fluxo ser contínuo até o término do trabalho. Deve ser distribuído o posicionamento das taliscas, nivelando sua altura por meio de aparelho de nível a laser ou de mangueira de nível. Em seguida, é preciso posicionar as caixas para passagem futura de tubulação das instalações e os gabaritos para rebaixos (quando houver). Após, molhar as formas abundantemente e lançar o concreto, tomando o cuidado de não permitir grande acúmulo de material em uma região da forma. Respeitar sempre o tempo-limite de 2 h 30 min entre a saída do caminhão da usina (ou sua produção na obra) e o lançamento do concreto. Depois, iniciar o lançamento do concreto seguindo o plano de concretagem, de modo que este termine, quando o transporte for feito com gericas, próximo à saída do guincho, e quando por bombeamento, ou com grua, junto da escada. Em seguida, executar as faixas mestras entre as taliscas com o próprio concreto da laje. Depois, lançar o concreto nos vazios entre as mestras. Finalmente, espalhar o concreto com auxílio de pás e enxadas e adensá-lo (durante e após o lançamento), com vibrador de imersão de mangote, em diversos pontos, com distanciamento (D) entre eles dado em função do diâmetro da agulha do vibrador (025 mm - 035 mm: D = 15 cm; 035 mm - 050 mm: D = 40 cm; 050 mm - 075 mm: D = 60 cm). Quanto à duração da vibração, saber quando o concreto se encontra bem vibrado é, em grande parte, resultado de experiência pessoal. Há, entretanto, algumas indicações que auxiliam na determinação do término da vibração:

- * esta será exercida durante intervalos de tempo de 5 s a 30 s, conforme consistência do concreto;
- * a textura da superfície oferece indicação de que o adensamento foi iniciado: quando começa a vibração, aparece na superfície do concreto mancha brilhante de umidade;
- * depois da mancha, é normal o desprendimento de bolhas de ar da argamassa de concreto; quando isso cessa, é sinal de que o concreto está convenientemente adensado;
- * os danos do excesso de vibração são equivalentes aos da vibração deficiente; esta produzira redução séria na resistência e na durabilidade do concreto, além de prejudicar a sua aparência; por outro lado, a vibração excessiva provoca segregação dos materiais do concreto em camadas, com falta de homogeneidade, ficando a inferior com muita brita (mais densa) e pouca argamassa, e a superior com muita argamassa e pouca pedra;

* desde que o concreto esteja ainda suficientemente plástico, possibilitando que o vibrador de imersão possa afundar na argamassa pelo seu peso próprio, admite-se perfeitamente que se faça uma revibração, tal prática às vezes se faz necessária quando se tenha avançado muito a concretagem, em várias camadas, a camada inferior já tendo sido adensada, é conveniente que haja união entre elas ao se proceder a vibração da camada superior; isso assegurará boa ligação entre as camadas.

Em pilares e demais peças à altas, recomenda-se que as formas recebam pancadas laterais (externamente), para controlar e melhorar o seu preenchimento. Deve-se evitar o contato da agulha do vibrador com as formas e não vibrar o concreto pela armadura. É preciso sarrafear o concreto para nivelá-lo com as mestras.

Para cada trecho sarrafeado, é necessário dar acabamento a superfície com desempenadeira de madeira. Os gabaritos para rebaixo precisam ser removidos 1 h após a concretagem (para seu reaproveitamento em outra laje). Iniciada a pega do concreto (cerca de 2 h a 3 h), deve-se proceder ao acabamento final da superfície. O desempenho mecânico e, após iniciada a pega, o acabamento mecânico da superfície também pode ser executado com a máquina acabadora (popularmente chamada de helicóptero). Finalmente, é necessário colocar os engastalhos, se for o caso. No caso de pilares, é preciso concretar em camadas com espessura compatível com o comprimento da agulha do vibrador (aproximadamente igual a três quartos do comprimento da agulha). Para os pilares de grande altura, necessitam ser abertas janelas nas formas para executar a concretagem em etapas de 2,5 m. É preciso acompanhar, no lançamento, se não ocorrem deslocamentos da ferragem e outros elementos. Em caso de chuva intensa, deve-se interromper criteriosamente a concretagem e proteger o trecho já concretado com lona plástica. Caso decida-se pela continuidade, o concreto fresco tem de ser protegido da chuva direta. No caso de junta fria de concretagem (encontro do concreto fresco com o concreto endurecido), é necessário consultar o projetista estrutural, que informará a melhor posição, a inclinação da junta e a necessidade ou não de aplicação de ponte de aderência. Deve-se evitar juntas em áreas molhadas que não receberão impermeabilização, é necessário iniciar a cura úmida tão logo a superfície permita (secagem ao tato), cobrindo a laje preferencialmente com manta geotêxtil ou com sacos de aniagem ou até mesmo com serragem, saturados de água. As peças têm de ser molhadas por um período mínimo de três dias consecutivos, em intervalos de tempo suficiente para que a superfície da laje permaneça sempre úmida, a fim de reduzir a velocidade de perda de água do concreto por evaporação.

4.3.8.4 VIBRADOR PARA CONCRETO

Ao se usar esse tipo de equipamento de imersão na argamassa de concreto, há pontos a serem observados, os quais auxiliam na obtenção de bons resultados:

- o mangote deverá ser movimentado frequentemente, porém nunca deslocado horizontalmente. Aplicações curtas, porém, frequentes, distantes uma da outra 1 1/2 vez o raio de ação, darão melhores resultados do que uma aplicação prolongada em um só local (é preciso observar se a área está totalmente coberta de concreto):

- após a conclusão de um período de aplicação do vibrador, e quando o mangote estiver sendo retirado, será necessário verificar se a cavidade por ele deixada no concreto fechou-se; do contrário, ficará um vazio no concreto; para evitar essa ocorrência, o mangote do vibrador terá de ser retirado lentamente, a fim de que a cavidade vá gradualmente se fechando (caso não se feche, o concreto não estará tendo a trabalhabilidade mínima necessária);

- ao usar um vibrador tipo mangote (também chamado de vibrador de imersão), tendo sido a argamassa lançada em forma de madeira, não se poderá deixar que o mangote toque as partes internas da fôrma, principalmente onde o concreto ficará exposto externamente (concreto aparente), para evitar a formação de bolhas de ar ao longo dos moldes; a sua deformação: o corrimento de calda de cimento através das juntas da fôrma: e marcas nos moldes (que assinalarão o concreto). Para manter certa margem de segurança, o vibrador terá de ser sustentado com afastamento das paredes tias forma de, aproximadamente 5 cm; é preciso ter particular cuidado com os cantos vivos;

- o vibrador não será utilizado em concreto que já tenha iniciado a pega e endurecimento, embora possa ainda não ter decorrido 1 d: é preciso lembrar que, nesse caso, as vibrações poderão provocar a diminuição da aderência entre a armação e o concreto;

- para ativar a compactação de uma camada de concreto que seja lançada sobre outra, é necessário fazer com que o mangote penetre 5 cm a 10 cm no interior da camada inferior; essa prática evitará que haja muitas diferenças no adensamento das duas camadas, além de contribuir para a boa união entre elas;

- não se deverá fazer o adensamento de camadas de concreto que tenham mais de 50 cm de espessura com uso de vibrador, pois nesses casos o ar não chegará até a superfície, tornando a vibração ineficaz.

Há algumas observações importantes a se considerar relativamente à boa manutenção do equipamento:

- toda a extensão do mangote, quando em funcionamento, tem de ser mergulhada no concreto; isso é essencial para que os mancais sejam mantidos refrigerados;

- o vibrador não poderá permanecer funcionando quando estiver fora da argamassa; se isso ocorrer, haverá risco de os mancais se quebrarem;

- é preciso evitar que sejam feitas curvas fechadas com o flexível do mangote; se o tubo ficar dobrado em ângulo agudo, particularmente acima da cabeça do mangote, ocorrerá uma forte tensão entre o tubo externo e o cabo interno flexível.

4.3.8.5 CURA

O concreto preparado com cimento portland lerá de ser mantido umedecido por diversos dias após sua concretagem, pois a água é indispensável às reações químicas que ocorrem durante o endurecimento do concreto, principalmente durante os primeiros dias. A cura, como é denominado esse processo de endurecimento, torna-o resistente e mais durável, quando bem realizada. Caso o concreto não seja curado devidamente, torna-se enfraquecido, podendo ocorrer fissuras, com prejuízo de sua durabilidade e aparência. Sol e vento precisam ser evitados no concreto recém lançado, por acelerarem a evaporação da água, causando secagem muito rápida, particularmente quando se tratar de laje. O endurecimento do concreto se prolonga por muito tempo, sendo mais lento em tempo frio.

- Duração da cura: a cura inicia-se tão logo o concreto seja lançado. No verão, para se obter boa cura, recomenda-se cobrir as lajes com sacaria de estopa ou sacos vazios de cimento, molhados, evitando a exposição direta da superfície aos raios solares, que causam, pelo aquecimento, aceleração na secagem do concreto; como alternativa, onde a areia seja barata, pode-se espalhá-la sobre o concreto em uma camada de aproximadamente 5 cm. Seja usando tecido, papel ou areia, deverão ser cios mantidos úmidos; essa cobertura terá de permanecer durante o período total de cura, o qual se recomenda ser superior a 7 d. O período mínimo em que é necessário proteger o concreto preparado com cimento de alto-forno ou com cimento portland é de 3 d. O tempo mínimo, se for utilizado cimento de alta resistência inicial, é de 2 d.

- Cura de vigas e pilares: as fornias protegem o concreto, evitando que ele seque rapidamente.

- Proteção do concreto recém-lançado: o concreto fresco necessita ser protegido de pisadas, de chuva e da movimentação de materiais sobre ele,

- Retirada das formas (desforma), não poderá ocorrer a retirada das fornias antes dos seguintes prazos (NBR 6118):

- 3 d, para faces laterais
- 14 d, para as faces inferiores, deixando-se pontaletes bem encunhados e convenientemente espaçados
- 21 d, para as faces interiores, sem pontaletes e somente após a autorização do engenheiro da obra.

4.3.8.6 CONCRETAGEM DE LAJES

O concreto do pavimento inferior deve estar liberado a fim de assegurar que o carregamento da nova concretagem não comprometa a estrutura subjacente, atentando-se para o reescoramento dos pavimentos inferiores.

As formas têm de estar limpas, com desmoldante aplicado e eixos verificados, e a armadura, conferida, com espaçadores instalados. As juntas entre os painéis do soalho da laje precisam estar protegidas com lita de polipropileno de 5 cm de largura, para evitar escorrimento de nata. As proteções de periferia devem estar instaladas no perímetro da área a ser concretada (segundo as normas de segurança), de modo a garantir a segurança de vizinhos e operários da obra. Todos os equipamentos e o grupo de trabalho têm de estar apropriadamente dimensionados, considerando tempos de ciclo do transporte horizontal inferior, do transporte vertical e do transporte horizontal superior. Eventuais níveis deparada do concreto e a possibilidade de criação de juntas frias precisam estar definidos. As áreas de acesso desde a descarga do concreto até o guincho serão delimitadas, desobstruídas e regularizadas. Além disso, os caminhos de acesso sobre as peças a serem concretadas devem estar planejados tendo em vista o posicionamento e o remanejamento, conforme a sequência de lançamento do concreto. Data, horário, volume e intervalo entre caminhões precisam estar programados com o fornecedor de concreto, considerando o dimensionamento de equipes e equipamentos, o tempo de transporte interno no canteiro até o local de concretagem, os requisitos de projeto e o slump test. Para a definição do volume, é necessário adotar um arredondamento de 0,5 m³. O controle tecnológico será programado prevendo-se um moldador para a obra e, se possível, um tecnólogo para acompanhamento da dosagem e controle dos caminhões na usina. As instalações elétricas e os equipamentos (vibradores, guincho, grua etc), inclusive os de reserva, devem ser testados. O acesso do vibrador tem de ser simulado, de forma a ter-se dimensionado o tamanho da agulha e do mangote. O abastecimento de água e energia no local precisa ser verificado e garantido. Os ganchos para fixação posterior de bandejas de proteção e amarração de torres de guincho, grua e/ou tubulação de concreto bombeado necessitam estar colocados e os eletrodutos, conferidos e amarrados a armadura positiva da laje. Os ganchos para locação dos eixos da obra têm de estar posicionados e as fôrmas, niveladas e conferidas com o auxílio de um aparelho de nível a laser, posicionado em local estratégico de modo a abranger toda a área da laje. Em geral recomenda-se que a posição do nível a laser seja prevista junto de áreas mais rígidas e travadas da fôrma, como é o caso da caixa de escada e do poço do elevador. As taliscas estarão posicionadas nos locais previamente definidos no projeto de detalhamento da laje. Elas precisam obedecer a um espaçamento máximo de 2 m entre si. Essa distância deriva do comprimento da régua de alumínio. O nível das taliscas será ajustado e conferido com o aparelho de nível a laser. Na locação de taliscas, admite-se a tolerância de erro no posicionamento de até 15 cm em planta. É necessário que os gabaritos para rebaixo de lajes estejam conferidos, bem como os gabaritos para a locação de furos para as instalações. As áreas a serem concretadas devem estar protegidas de modo a impedir qualquer contaminação com barro ou outros detritos durante a concretagem. Em obras de difícil acesso, alocar um trabalhador devidamente instruído e aparelhado com colete refletor, cones e bandeirolas de sinalização, para organizar o balizamento do trânsito e a recepção dos caminhões. Nos dias de concretagem, posicionar cavaletes ou cones na entrada da obra para evitar o estacionamento de veículos, facilitando a manobra dos caminhões-betoneira. Planejar a concretagem de forma que o lançamento do concreto termine junto do acesso de saída da laje. As concretagens serão totalmente preparadas no dia anterior.

4.3.8.6.1 TRANSPORTE DO CONCRETO

- Com guincho e gericas:

Posicionar os caminhos de concretagem, conforme planejado anteriormente. Adotar os seguintes cuidados com as gericas: molhá-las antes da concretagem, lavá-las ao término do serviço e mantê-las constantemente limpas, evitando deposição de concreto ou argamassa aderida. Engraxar o eixo das rodas semanalmente e não colocar peso em excesso. O guincho, por sua vez, também requer cuidados: nunca descer em queda livre: evitar freadas bruscas; engraxar as roldanas e as guias da torre e verificar o estado do freio periodicamente (em caso de problemas, acionar a manutenção do equipamento). Acompanhar semanalmente a conservação preventiva do equipamento, anotando as ocorrências em livro próprio. Atentar para o travamento adequado das gericas ou dos carrinhos de mão dentro da cabina do guincho durante o transporte vertical.

- Por bombeamento:

Assegurar-se de que o diâmetro interno do tubo seja maior que o triplo do diâmetro máximo do agregado graúdo. Posicionar os caminhos para locomoção de pessoas sobre a laje. Lubrificar a tubulação com nata de cimento ou argamassa com traço igual ao do concreto, não utilizando esse material para a concretagem. Alocar de dois a quatro homens para segurar a extremidade da tubulação- Travar as curvas da canalização em razão dos problemas decorrentes do grande empuxo envolvido.

- Por caminhão-lança:

Assegurar-se de que a lança atinja todos os pontos de concretagem (acessibilidade e comprimento da tubulação), que as redes públicas de eletricidade e telefonia permitam a mobilidade segura da lança e que a tubulação do caminhão se encontre devidamente lubrificada com argamassa. Um operário é suficiente para segurar a extremidade da tubulação.

4.3.8.6.2 LANÇAMENTO DO CONCRETO

Molhar as formas antes da concretagem. Impedir que elas sofram qualquer tipo de contaminação durante a concretagem, eliminando os principais focos como, por exemplo, barro dos pés dos operários. Prever uma equipe de apoio composta por um encarregado para controle e conferência de níveis após o desempenho, um armador para manutenção da ferragem; um eletricitista para verificação da integridade dos conduítes e caixas de derivações: um carpinteiro por frente de concretagem, trabalhando sob as fôrmas, verificando a integridade e o seu completo preenchimento com o auxílio de um martelo de borracha. Lançar o concreto tendo o cuidado de não formar grande acúmulo de material em um ponto isolado da fôrma. Atentar também para o fato de que o concreto deve ser lançado logo após o batimento, não sendo permitido um intervalo superior a 1 h entre o fim da mistura e o lançamento, respeitando sempre o limite de 2 1/2 h entre a saída do caminhão da usina e o lançamento. O mesmo é válido em interrupções envolvendo concreto já lançado e adensado e concreto novo. Havendo necessidade de um intervalo maior, é necessário especificar um aditivo retardador de pega, tomando as devidas precauções que esse material exigir. Recomenda-se a assessoria de um tecnólogo de concreto. Espalhar o concreto com o auxílio de pás e enxadas e vibrar conforme recomendações citadas anteriormente. Sarrafejar o concreto com uma régua de alumínio posicionada entre as taliscas e desempenar com madeira, formando as guias ou mestras de concretagem. Verificar o nível das mestras com o aparelho de nível a laser. Remover o corpo metálico das taliscas, sarrafejar o concreto entre as mestras e dar acabamento com desempenadeira de madeira, formando a laje. Verificar o nivelamento e corrigir eventuais distorções. Este tem de ser verificado a cada faixa de 50 cm com o auxílio de um aparelho de nível a laser, admitindo-se a tolerância de ± 3 mm. Após o desempenho com madeira, aguardar cerca de 1 h para proceder ao alisamento da superfície com o auxílio de um rodo-float. Iniciada a pega do concreto (cerca de 2 h a 3 h), proceder-se for o caso, ao acabamento final das superfícies e remover os gabaritos de rebaixo para reaproveitamento em outras lajes. Nas áreas a serem revestidas com carpete, o acabamento final pode ser obtido utilizando uma desempenadeira de aço manual ou elétrica (helicóptero). Junto de interferências, como no arranque de pilares ou em gabaritos de rebaixo, o acabamento será dado, sempre, com uma desempenadeira de aço manual. Em caso de chuva intensa, interromper criteriosamente o lançamento e proteger o trecho já concretado com lona plástica. Decidindo-se por continuar o serviço, é preciso proteger o trecho já concretado, as gericas e o silo do caminhão com lona plástica. Acompanhar, no lançamento, se não ocorrem deslocamentos da ferragem e de outros elementos metálicos (inserts), assim como o nível de parada do concreto, a integridade das fôrmas, a vibração, o tempo de descarga (menor que 2 h 30 min a partir da saída do caminhão da usina) e o grau de acabamento desejado (desempenado rústico ou fino). Em se tratando de concretagem de lajes em balanço, é importante o acompanhamento do engenheiro, que deverá dar especial atenção à posição da armadura negativa. Mapear as regiões em que foi lançado o concreto de cada caminhão, registrando em planta específica para cada andar. No caso de junta, fria de concretagem (concreto fresco x concreto endurecido), alertar o projetista estrutural que terá de informar a melhor posição, o grau de inclinação da junta e a necessidade ou não de aplicação de ponte de aderência. Evitar juntas em áreas molhadas que não receberão impermeabilização.

Na concretagem da periferia da laje, é necessário dar especial atenção para evitar queda de materiais.

4.3.8.6.3 ADENSAMENTO DO CONCRETO

Definir o diâmetro da agulha do mangote e aplicar a vibração em distâncias iguais a 1/2 vez o raio de ação.

Introduzir e retirar a agulha lentamente (o vibrador deve penetrar no concreto por si só), de modo que a cavidade formada se feche naturalmente. Em geral, 15 s são suficientes para adensar a área em que a agulha está imersa.

Desaconselha-se vibrar além do necessário, pois a permanência excessiva do vibrador imerso poderá causar segregação dos materiais do concreto. Várias incisões, mais próximas e por menos tempo, produzem melhores resultados. Evitar o contato da agulha do vibrador com as formas, utilizando-o na vertical. Não vibrar o concreto pela armadura, bem como não desligar o vibrador enquanto ele estiver imerso no concreto são outras medidas importantes. Quanto ao equipamento, recomendam-se os seguintes cuidados, dentre outros: não puxar o motor pelo mangote ou pelo cabo elétrico; não usar o vibrador como alavanca, martelo ou para transportar o concreto; não lubrificar internamente a agulha do vibrador. Dar especial atenção ao isolamento dos cabos e dos motores (duplo isolamento), a ligação dos vibradores em tomadas específicas e a previsão de apoio para que o motor dos vibradores não fique em contato com o concreto. Terminado o trabalho, limpar os materiais e equipamentos em local que não interfira na qualidade das peças concretadas.

4.3.8.6.4 CURA DO CONCRETO

Iniciar a cura úmida tão logo a superfície permita (secagem ao tato) ou utilizar retentores de água como sacos de estopa, areia ou serragem saturados. Em regiões com incidência de sol intenso, cobrir as lajes com uma lona a fim de minimizar a perda de água por evaporação. Manter a aspersão de água por um período mínimo de 3 d consecutivos, em intervalos de tempo suficientemente curtos para que a superfície da peça permaneça sempre úmida. Evitar o trânsito de pessoas ou impactos fortes sobre as peças recém-concretadas, pelo menos nas primeiras 12 h. Opcionalmente, a cura do concreto pode ser feita por meio de um aspersor de água que mantenha as peças constantemente umedecidas, ou por películas formadas pela aplicação de aditivos de cura, bem como por processos mais complexos, como cura térmica ou termoeletrica, dentre outros.

4.3.8.6.5 PREPARO DE JUNTA HORIZONTAL DE CONCRETAGEM

As juntas de concretagem ficam sempre visíveis, independentemente de terem sido ou não bem executadas, portanto, se forem locadas sem bom planejamento, a estrutura de concreto aparente ficará prejudicada quanto ao seu aspecto e seu acabamento. Sua disposição e localização deverão estar indicadas no projeto, de forma a coincidir com alguma característica arquitetônica. Concreto mal lançado e sem adensamento perfeito geralmente deixará junta fraca e de mau aspecto. Isso é notado especialmente na base dos pilares onde se forma o que chamam, na obra, de ninhos de pedra. Antes que uma junta possa ser concretada, qualquer sujeira terá de ser removida da superfície do concreto já endurecido, pois os resíduos agirão como camada separadora. Serragem, partículas de madeira, pregos, pedaços de arame etc., que eventualmente tenham caído na fôrma, precisam ser removidos com ímã, escova e jato de ar (comprimido). As superfícies assim preparadas necessitam ser recobertas de pasta de cimento ou argamassa com a mesma resistência do concreto.

4.3.8.6.6 ACABAMENTO DO CONCRETO

Se aparecerem defeitos na superfície, o profissional responsável pela obra pode autorizar que se façam algum as correções. Quando o concreto não está programado para ser aparente, é usual corrigir certas áreas como pequenos buracos e furos de parafuso, com preenchimento de argamassa. A menos que essas áreas sejam reparadas, a umidade pode atingir a armadura, causando sua oxidação (ferrugem) e o consequente fissuramento do concreto. No caso de:

- superfícies do concreto aparente; qualquer correção, se necessária, será feita imediatamente após a desforma.

Correções grandes não são normalmente permitidas sem a vistoria do engenheiro da obra. Quando se usam formas deslizantes, geralmente se providencia uma plataforma de trabalho, de modo que o acabamento se faz à medida que a obra se desenvolve.

- furos de chumbadores: é necessário limpar o furo com estopa. Em seguida, misturar a argamassa até dar-lhe consistência seca. Umedecer o furo e introduzir nele a argamassa a partir da face exterior. Deixar a argamassa levemente saliente e, logo que ela estiver endurecida, nivelar a superfície com uma desempenadeira de borracha esponjada ou com qualquer outra ferramenta que possa dar a textura desejada.

Completar então o preenchimento do lado interior da face, se puder ser alcançada. Terminar o acabamento do mesmo modo que na face exterior.

- saliências: se necessário, usar uma pedra de esmeril fina ou média para remover as saliências que possam ter-se formado ou para retirar as saliências produzidas pelo escorrimento de nata pela face da peça.

- Furos de bolhas de ar: não se costuma preencher esses furos, porquanto devem ser pequenos e pouco aparentes. No entanto, se forem grandes, quando o concreto tiver idade de 1 d ou 2 d, é preciso aplicar na superfície, comprimindo com espátula, argamassa de uma parte de cimento portland para 1 1/2 parte de areia; convém utilizar a mesma qualidade de areia e marca do cimento do concreto. Isso se pode fazer com uma desempenadeira de borracha esponjada. É importante passá-la sobre a superfície toda e não somente na parte defeituosa, para não deixar o aspecto de que foi remendada.

- argamassa: a argamassa usada para preencher os furos dos chumbadores terá as mesmas proporções de areia e cimento usadas no concreto. Têm ainda de ser a mesma areia utilizada no concreto e a mesma marca do cimento; é aconselhável peneirá-la para retirar as partículas mais grossas. Em geral, a argamassa seca é mais escura que o concreto original. Para contrabalançar, uma mistura de cimento portland branco com cimento comum será utilizada. Cerca de três partes de cimento branco para uma parte de cimento comum seriam as proporções usuais para essa mistura. Quando se precisa de cor perfeitamente igual à do concreto, podem-se preparar diversas amostras de argamassa, cada uma com

diferente proporção de cimento branco, deixando-as secas. Elas podem ser comparadas com a cor do concreto original, antes de se decidir qual a melhor.

- superfícies não aparentes: ninhos de pedra e outros remendos do concreto fraco, na superfície ou próximo dela, devem ser aprofundados de pelo menos 5 cm e sempre até encontrar o concreto sadio e a armadura de aço, a fim de obter melhor amarração. Se as falhas se estenderem além da ferragem, pode ser necessário a completa substituição do concreto. É preciso nesse caso consultar um engenheiro especializado no caso de se ter dúvida se uma área defeituosa será reparada ou demolida inteiramente.

- remendos: a argamassa para consertos tem de ser preparada tão seca quanto possível, mas suficientemente trabalhável para sua aplicação; deve, naturalmente, ter as mesmas proporções de areia e cimento; é muito importante que a argamassa seja introduzida na área defeituosa pressionada por socagem. A seguinte metodologia é recomendável:

- * remover, cortando, todo o concreto falho, até encontrar o concreto sadio;
- * deixar as laterais das áreas levemente rebaixadas;
- * umedecer durante 24 h a área, de modo que a superfície fique encharcada, porém sem conter água livre, e então aplicar pasta de cimento cuidadosamente preparada;
- * socar a argamassa até preencher a área defeituosa completamente;
- * terminar nivelando.

O concreto se retrai ao endurecer, e, portanto, os remendos necessitam ser bem cuidados. Logo que a superfície endureça suficientemente, ela tem de ser coberta com lona plástica, pano umedecido ou sacos de papel. Toda a armadura precisa ter cobertura adequada de concreto depois de ter sido feito qualquer remendo,

- saliências e furos de bolhas de ar esses defeitos podem ser deixados no estado em que se encontrarem, contanto que não fiquem aparentes.

5 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- YAZIGI, Walidi. **A Técnica de Edificar**. 10ª Edição - São Paulo: PINI, SindusCon, 2009.

Lagoa Grande/PE, 20 de maio de 2025.

Alessandro
Marinho Martins

Assinado de forma digital por
Alessandro Marinho Martins
Dados: 2025.05.20 15:39:07
-03'00'

Alessandro Marinho Martins

Engº Civil - CREA 30.222-D/PE

Responsável Técnico