



GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESPECIALIZADOS

- A cabeça da estaca deve ficar pelo menos 5 cm acima do lastro (Figura 2).

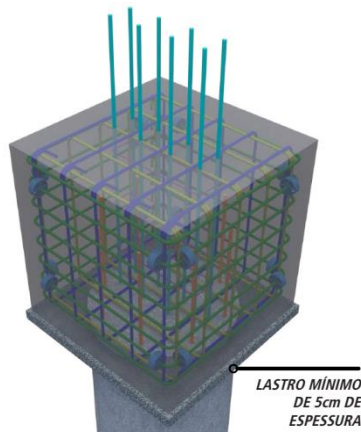


Figura 1 - Bloco de coroamento sobre uma estaca.

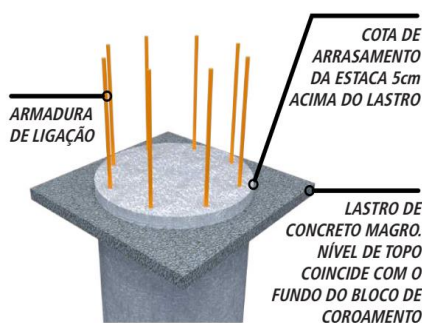


Figura 2 - Ligação entre estaca e bloco de coroamento.

3.3. PERFURAÇÃO E CONCRETAGEM

A perfuração é feita com trado curto acoplado a uma haste até a profundidade especificada em projeto. A concretagem deve ser feita no mesmo dia da perfuração, através de um funil que tenha comprimento mínimo de 1,5 m. A finalidade deste funil é orientar o fluxo de concreto. A armadura projetada deve ser colocada no furo antes da concretagem.

3.4. SEQUÊNCIA EXECUTIVA

Não se deve executar estacas com espaçamento inferior a três diâmetros em intervalo inferior a 12 h. Esta distância se refere à estaca de maior diâmetro. Pelo menos uma estaca deve ser exposta abaixo da cota de arrasamento para verificação da sua integridade e qualidade do fuste.



CAFF - Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, 1501 - 3ª andar - Ala Sul
Porto Alegre/RS



GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESPECIALIZADOS

3.5. PREPARO DA CABEÇA E LIGAÇÃO COM O BLOCO DE COROAMENTO

Para ligação da estaca com o bloco de coroamento devem ser observadas a cota de arrasamento e o comprimento das esperas (arranques) definidos em projeto.

O trecho da estaca acima da cota de arrasamento deve ser demolido. A seção resultante deve ser plana e perpendicular ao eixo da estaca e a operação de demolição deve ser executada de modo a não causar danos.

Na demolição podem ser utilizados ponteiros ou marteletes leves (potência < 1000 W) para seções de até 900 cm². O uso de marteletes maiores fica limitado a estacas cuja área de concreto seja superior a 900 cm². O acerto final do topo das estacas demolidas deve ser sempre efetuado com o uso de ponteiros ou ferramenta de corte apropriada.

Caso haja concreto inadequado abaixo da cota de arrasamento, o trecho deve ser demolido e recomposto. O material a ser utilizado na recomposição deve apresentar resistência não inferior à $f_{ck} = 25$ MPa.

3.6. CONCRETO

O concreto deverá atender às NBRs 6118, 6122, 8953 e 12655 (versões atuais) com:

- Classe de agressividade II – moderada – urbano;
- Cobrimento nominal de lajes igual a 25 mm;
- Cobrimento nominal de vigas e pilares igual a 30 mm;
- Cobrimento nominal de lajes e vigas em contato com o solo igual a 30 mm;
- Cobrimento nominal de estacas e pilares em contato com o solo igual a 45 mm;
- Resistência característica à compressão (f_{ck}) ≥ 25 MPa (Classe C25);
- Abatimento entre 100 mm e 160 mm (classe S100);
- Diâmetro de agregado de 9,5 mm a 25 mm;
- Teor de exsudação inferior a 4%;
- Consumo mínimo de cimento de 280 kg/m³;
- Fator a/c $\leq 0,60$.

3.7. CONTROLE DO CONCRETO

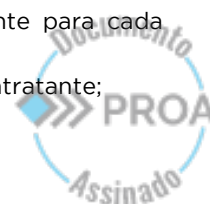
Os concretos destinados à fundação devem seguir a condição A de preparo estabelecida na NBR 12655. A mistura realizada em central de concreto ou em caminhão-betoneira deve seguir o disposto na NBR 7212. Os materiais utilizados na fabricação do concreto, como cimento Portland, agregados, água e aditivos, devem obedecer às respectivas Normas Brasileiras específicas. O controle de recebimento deve ser conforme a NBR 16889.

A resistência à compressão em corpos de prova moldados conforme a NBR 5738 e ensaiados conforme a NBR 5739. A amostragem e o controle estatístico para aceitação do concreto dever ser realizado de acordo com a NBR 12655.

Deve ser preenchido o boletim de controle de execução diariamente para cada estaca, devendo constar as seguintes informações:

- Identificações gerais: obra, local, nome do operador, executor, contratante;
- Data da execução;

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, 1501 – 3ª andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS





GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESPECIALIZADOS

- Identificação da estaca: diâmetro, nome ou número conforme projeto de fundação;
- Comprimento de perfuração;
- Comprimento concretado;
- Desvio de locação (se houver);
- Consumo médio de concreto por estaca, com base no volume de concreto do caminhão-betoneira;
- Características da perfuratriz;
- Horário de início e fim da perfuração;
- Horário de início e fim da concretagem;
- Posicionamento da armação;
- Observações relevantes;
- Nome e assinatura do executor;
- Nome e assinatura da fiscalização e contratante.

4) ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

As estruturas de concreto armado deverão ser executadas de acordo com a NBR 14931 e demais normas aqui indicadas, no presente memorial descritivo e, evidentemente, deverão estar em conformidade com os projetos estruturais.

4.1. FORMAS E ESCORAMENTO

4.1.1. Projetos dos sistemas de formas e escoramentos

Os sistemas de formas e escoramentos devem ser projetados e construídos de acordo com a NBR 15696 e as NBR 7190 e NBR 8800, respectivamente, quando se tratar de estruturas de madeira ou metálicas. A geometria, a função, o acabamento e a durabilidade da estrutura não podem ser prejudicadas. O sistema de formas deve se adaptar à geometria da estrutura e atender às tolerâncias especificadas. O sistema de escoramentos não pode sofrer deformações prejudiciais à estrutura.

4.1.2. Execução dos sistemas de formas e escoramentos

Os materiais utilizados devem atender aos requisitos da NBR 15696 e das normas de especificação. A forma deve ser estanque e as contraflechas do escoramento devem ser consideradas no projeto. Durante a concretagem, devem ser monitorados os deslocamentos e a integridade dos sistemas. Em caso de deslocamentos excessivos, a concretagem deve ser interrompida. Devem ser tomadas precauções contra incêndios atendendo à legislação vigente e observada a NR-18. A concentração de elementos embutidos e furos deve ser verificada pelo projetista estrutural. O uso de formas perdidas é desaconselhado, mas caso ocorra, deve atender à NBR 15696. O uso de agentes desmoldantes também deve atender à NBR 15696.

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, 1501 – 3ª andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS





GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESPECIALIZADOS

4.1.3. Remoção dos sistemas de formas e escoramentos

As formas e os escoramentos devem ser removidos de acordo com o plano de desforma previamente estabelecido pela CONTRATADA e de maneira a não comprometer a segurança e o desempenho em serviço da estrutura. As laterais de vigas baldrame e blocos só poderão ser retiradas 7 dias após a concretagem, enquanto os fundos das vigas, lajes e escada só poderão ser retirados após 28 dias da concretagem. Deve-se ainda seguir os cuidados especificados na NBR 15696 para a remoção dos escoramentos.

Deve ser dada atenção ao tempo especificado para a retirada dos escoramentos e das formas que possam impedir a livre movimentação de juntas de retração ou dilatação, bem como de articulações. A remoção dos escoramentos deve ser realizada com no mínimo 28 dias, salvo quando da utilização de concretos cujas características de resistência e deformação possam ser alcançadas mais rapidamente, desde que asseguradas as condições definidas no projeto estrutural. A retirada das formas e dos escoramentos só pode ser feita quando o concreto for capaz de resistir às ações que sobre ele atuem nesta etapa da obra e não provocar deformações inaceitáveis.

4.2. ARMADURAS

4.2.1. Requisitos da qualidade do aço

O aço utilizado nas estruturas de concreto armado ou protendido deve atender às NBR 7480, NBR 7481, NBR 7482 e NBR 7483, segundo a natureza e o tipo de armaduras especificadas no projeto estrutural. No caso da utilização de barras de aço galvanizado, estas devem atender o especificado na NBR 16300. A NBR 6118 especifica as condições de utilização deste material em cada caso.

Não pode ser utilizado aço de especificação diferente da que consta no projeto, sem aprovação prévia do projetista. O processo de ancoragem dos componentes de armaduras por aderência ou por meio de dispositivos mecânicos deve atender o que estabelece o projeto da estrutura.

4.2.2. Transporte e armazenamento

As barras e fios de aço destinados às armaduras para estruturas de concreto, as telas de aço soldadas e as armaduras fornecidas pré-montadas, não podem ser danificadas durante as operações de transporte, armazenamento, limpeza, manuseio e posicionamento no elemento estrutural. Cada produto deve ser claramente identificado na obra, de maneira a evitar trocas involuntárias.

Estes produtos não podem ser armazenados em contato direto com o solo. Cuidados adicionais devem ser tomados para a preservação destes produtos quando forem armazenados por mais de 30 dias, como por exemplo, cobri-los inteiramente com materiais impermeáveis.



CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, 1501 – 3ª andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS



GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESPECIALIZADOS

4.2.3. Limpeza

A superfície das barras e fios de aço deve estar livre de oxidação e substâncias deletérias que possam afetar de maneira adversa o aço, o concreto ou a aderência entre estes materiais. As barras e fios de aço levemente oxidados por exposição ao tempo em ambientes de agressividade fraca à moderada, sem produtos destacáveis, sem redução de seção e sem perda de nervuras, podem ser utilizados em estruturas de concreto.

As barras e fios de aço que apresentem produtos destacáveis na sua superfície em função de processo de corrosão devem passar por limpeza superficial antes do lançamento do concreto. Após a limpeza, deve ser feita uma avaliação das condições das barras e fios de aço, em especial de eventuais reduções de seção.

Caso as barras e fios de aço apresentem nível de oxidação que implique redução da seção, deve ser feita uma limpeza enérgica e posterior avaliação das condições de utilização pela CONTRATADA, de acordo com as normas de especificação do produto, eventualmente considerando-as como de diâmetro nominal inferior. No caso de corrosão por ação e presença de cloretos, com formação de “pites” ou cavidades, as barras e fios de aço podem ser lavados com jato de água sob pressão para retirada dos cloretos destas pequenas cavidades, só podendo ser utilizada após comprovação da ausência de cloretos por meio de ensaios específicos.

4.2.4. Preparo e montagem da armadura

Os processos para preparo e montagem da armadura devem atender ao que estabelece o projeto da estrutura e a NBR 6118, e Normas específicas, conforme o caso. O desbobinamento de barras e fios de aço somente deve ser feito quando for utilizado equipamento que limite tensões localizadas.

O corte e posicionamento das barras e fios de aço deve atender às indicações do projeto da estrutura, observadas as respectivas tolerâncias constantes na tabela 5 da NBR 14931.

O dobramento das barras, inclusive dos ganchos, deve ser feito de acordo com os diâmetros internos de curvatura da Tabela 1. As barras não podem ser dobradas junto às emendas por solda, observando-se uma distância mínima de 10 $\varnothing$. As barras não podem ser aquecidas para realizar a dobra, o processo deve sempre ser realizado a frio.

Tabela 1 - Diâmetro dos pinos de dobramento.

Diâmetro das barras mm	Tipo de aço		
	CA-25	CA-50	CA-60
$\varnothing \leq 10$	3 $\varnothing$	3 $\varnothing$	3 $\varnothing$
$10 < \varnothing < 20$	4 $\varnothing$	5 $\varnothing$	-
$\varnothing \geq 20$	5 $\varnothing$	8 $\varnothing$	-

As dobras devem ser isentas de fissuras e falhas de qualquer natureza. O procedimento de dobra deve ser realizado de uma só vez. Quando forem utilizadas máquinas de dobra, o processo deve ser contínuo.

Não é permitido o endireitamento de barras que foram dobradas ou sofreram outro processo de perda da linearidade. Assim como não é permitido o procedimento de redobra, ou seja, o novo dobramento de barras que já foram dobradas anteriormente.

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, 1501 – 3ª andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS





GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESPECIALIZADOS

No caso de uso de aço em bobinas e barras de 12 m dobradas pelo fabricante, o procedimento de desbobinamento e endireitamento deve seguir o recomendado por normas específicas e com aval do projetista estrutural.

4.2.4.1. Espaçadores em vigas

Em vigas altas, recomenda-se posicionar mais espaçadores na vertical para garantir que a distância entre eles não exceda 60 cm. Em vigas densamente armadas, recomenda-se reduzir a distância entre os espaçadores, enquanto em vigas com armadura leve, a distância pode ser aumentada (Figura 3).

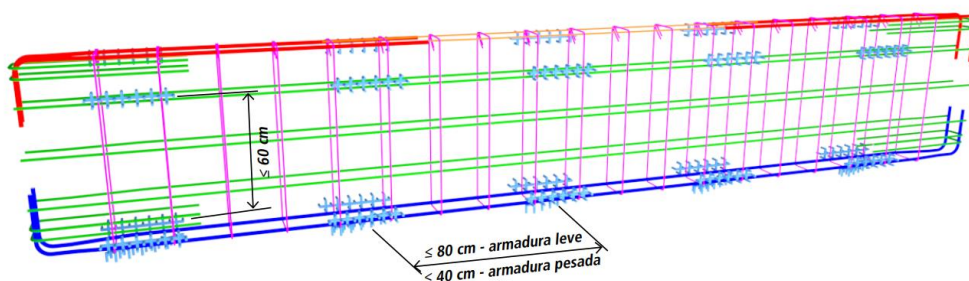


Figura 3 - Posicionamento dos espaçadores em vigas.

Além disso, em vigas densamente armadas, pode ser necessário utilizar espaçadores de argamassa ou concreto, pois os espaçadores plásticos podem não suportar o peso da armadura. Os espaçadores devem ser posicionados em regiões com maior rigidez, como os cantos dos estribos (Figura 4). Isso evita o deslocamento dos estribos e garante o cobrimento de projeto.

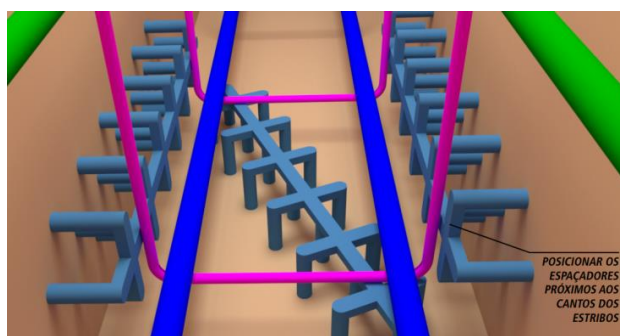


Figura 4 - Posição dos espaçadores próximos aos cantos dos estribos da viga.

4.2.4.2. Espaçadores em lajes

Neste momento, é importante considerar que não são recomendadas algumas práticas e soluções de obra, tais como:

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, 1501 – 3ª andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS





GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESPECIALIZADOS

- posicionar a tela soldada e posteriormente tentar puxá-la para a posição adequada;
- lançar o concreto até a cota da armadura, colocar a armadura e complementar o lançamento do concreto;
- concretar toda a espessura e depois tentar empurrar a tela soldada para a posição adequada.

Todas estas práticas têm-se mostrado inadequadas e ineficientes, pois não garantem o posicionamento correto e tão pouco são factíveis em alguns casos.

Para este projeto com a utilização de tela soldada em camada única na face superior, o posicionamento das telas será feito pelo uso de espaçadores soldados (treliça TR 08644) distanciados entre si de 1,00 metro, conforme Figura 5.

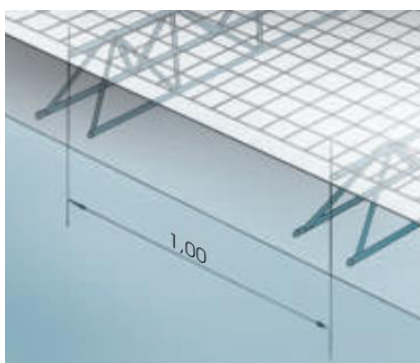


Figura 5 - Posicionamento dos espaçadores soldados.

4.3. CONCRETAGEM

O concreto deve ser preparado, controlado, recebido e aceito, de acordo com o estabelecido na NBR 12655. Quando se tratar de concreto dosado em central, além dos requisitos da NBR 12655, o concreto deve ainda estar de acordo com a NBR 7212.

4.3.1. Planejamento da concretagem

A concretagem da estrutura, em sua totalidade ou em partes, deve ser planejada com suficiente antecedência para permitir que todas as providências sejam tomadas a tempo e assegure o fornecimento da quantidade adequada de concreto com as características estabelecidas no projeto.

A equipe, devidamente treinada para a operação de concretagem, deve estar dimensionada para realizar as etapas de preparo do concreto (se for o caso), lançamento e adensamento, no tempo estabelecido, assegurando a trabalhabilidade e a não ocorrência de juntas não previstas.

O planejamento da concretagem deve prever que o tempo entre as operações de lançamento e adensamento seja suficiente para evitar a formação de juntas frias e sobrecarga nas formas e escoramentos.

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, 1501 – 3ª andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS





GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESPECIALIZADOS

4.3.2. Temperatura do concreto

A temperatura do concreto, por ocasião de seu lançamento, deve ser de no mínimo 5 °C e de no máximo 32 °C, de modo a minimizar ocorrências indesejáveis, como fissuração, variação de resistência mecânica, alterações de tempo de pega etc.

Para o caso de concretagem de elementos de grandes volumes (concreto massa) ou que possuam dimensões que dificultem a dissipação do calor de hidratação, cuidados especiais devem ser tomados quanto ao controle de temperatura do concreto.

4.3.3. Condições ambientais para concretagem

4.3.3.1. Concretagem em baixas temperaturas

A concretagem deve ser suspensa sempre que estiver prevista queda na temperatura ambiente para abaixo de 0°C nas 48 h seguintes ao momento da concretagem.

4.3.3.2. Concretagem em altas temperaturas, ventos fortes e baixa umidade

Imediatamente após as operações de lançamento e adensamento, devem ser tomadas providências para reduzir a perda de água do concreto.

Quando a concretagem for efetuada em situações nas quais a taxa de evaporação da água de amassamento for maior ou igual a 1 kg/m²/h (Figura 6), devem ser adotadas as medidas necessárias para evitar a perda de consistência e reduzir a temperatura da massa de concreto.

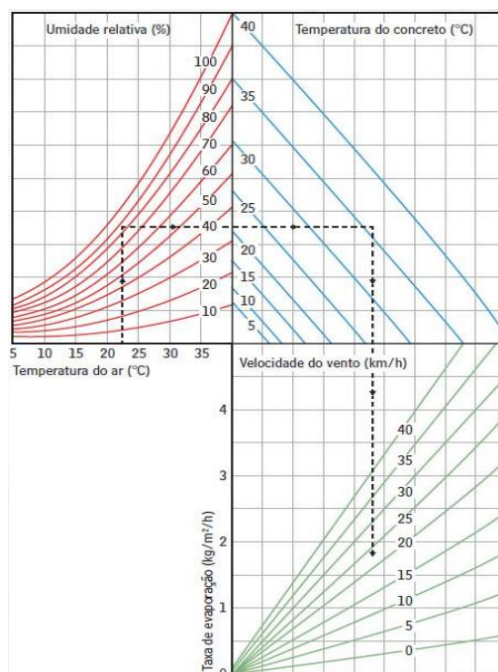


Figura 6 - Diagrama para obtenção da taxa de evaporação.

CAFF - Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, 1501 - 3ª andar - Ala Sul
Porto Alegre/RS





GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESPECIALIZADOS

Para os casos de concretos elaborados com cimentos com adição de pozolana e outras adições de elevada área específica (sílica ativa ou metacaulim, por exemplo), a taxa de evaporação considerada crítica é de 0,5 kg/m²/h.

No diagrama apresentado na Figura 6 é possível observar que em temperatura ambiente muito quente ($\geq 35^{\circ}\text{C}$) e, em especial, quando a umidade relativa do ar for baixa ($\leq 50\%$) e a velocidade do vento alta ($\geq 30\text{ km/h}$), a taxa de evaporação da água de amassamento é quase sempre superior a 1 kg/m²/h.

Salvo disposições em contrário, estabelecidas no projeto ou definidas pela CONTRATADA, a concretagem deve ser suspensa se a temperatura ambiente for superior a 40 °C ou a velocidade do vento estiver acima de 60 km/h.

4.3.3.3. Concretagem em períodos chuvosos

Durante o lançamento do concreto e no concreto recém-lançado, a água proveniente da chuva pode, dependendo da sua quantidade e intensidade, contribuir para diversas não conformidades e manifestações patológicas no estado endurecido (redução da resistência à abrasão e da resistência à compressão, delaminação, fissuras, entre outras).

Recomenda-se que durante o planejamento da concretagem seja realizada uma consulta prévia às condições climáticas e, em caso da previsão de chuvas moderadas, fortes ou muito fortes (torrenciais), prever cuidados adicionais ou até suspender e realocar a concretagem para outra data, conforme Tabela 2. Caso se opte por manter a concretagem, é conveniente que as partes estejam cientes do risco de não conformidades e manifestações patológicas posteriores.

Tabela 2 - Recomendações para concretagens em períodos chuvosos.

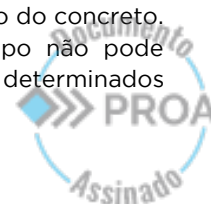
Classificação da chuva	Intensidade da chuva	Recomendações
Fraca	< 2,5 mm/h	Não são necessárias medidas adicionais de proteção (exceto em concretagens de pisos especiais em locais descobertos).
Moderada	entre 2,5 mm/h e 10 mm/h	Concretar as estruturas localizadas em áreas cobertas e, no caso de concretagens em locais descobertos, prever cuidados adicionais de proteção, como instalações provisórias para cobertura da área a ser concretada.
Forte	entre 10 mm/h e 50 mm/h	Suspender a concretagem.
Muito forte	> 50 mm/h	Suspender a concretagem.

4.3.4. Transporte do concreto

O sistema de transporte deve, sempre que possível, permitir o lançamento direto do concreto nas formas, evitando o uso de depósitos intermediários. Quando estes forem necessários, no manuseio do concreto devem ser tomadas precauções para evitar segregação.

No caso da produção do concreto em caminhão-betoneira, este deve ser transportado até o local da concretagem em um tempo inferior a 2 h, contado a partir do momento da primeira adição da água ao concreto, até o início do lançamento do concreto. No caso de veículo não dotado de equipamento de agitação, este tempo não pode ultrapassar a 40 min. Tempos maiores que estes são admitidos, desde que determinados por estudos prévios e acordados entre as partes.

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, 1501 – 3ª andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS





23190000245795



GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESPECIALIZADOS

Outro aspecto importante a ser considerado é o tempo decorrido entre o início da mistura do concreto, contado a partir da primeira adição de água, até o final do lançamento do concreto. Salvo condições específicas definidas em projeto, ou influência de condições climáticas ou de composição do concreto, este tempo deve ser inferior a 2 h 30 min. Quando a temperatura ambiente for elevada ($\geq 35\text{ }^{\circ}\text{C}$), ou sob condições que contribuam para acelerar a pega do concreto, este intervalo de tempo deve ser reduzido, a menos que sejam adotadas medidas especiais, como o uso de aditivos retardadores de pega ou inibidores de pega, que aumentem o tempo de pega sem prejudicar a qualidade do concreto.

Para o caso de veículo não dotado de equipamento de agitação, o tempo de transporte e lançamento deve ser inferior a 60 min, contados a partir da primeira adição de água. Na operação de bombeamento do concreto, devem ser observados os seguintes cuidados:

- Verificar, tão logo a bomba seja recebida na obra, se ela está funcionando perfeitamente. Limpá-la bem é fundamental para o seu bom funcionamento;
- Lubrificar a tubulação com uma calda de cimento, preparada com um saco de 50 kg de cimento e água. Esta calda deve ser bombeada e retirada ao chegar ao local de lançamento do concreto. A calda de lubrificação das tubulações do sistema de bombeamento deve ser coletada em tambores e destinada de forma ambientalmente correta;
- Depois de iniciado, manter o bombeamento constante. Recomenda-se que o lançamento do concreto seja feito de uma só vez. Demora excessiva no lançamento ou interrupções inesperadas podem provocar o seu endurecimento ou comprometer a sua trabalhabilidade;
- Assegurar que a comunicação entre todos os integrantes da equipe responsável pelo bombeamento e lançamento do concreto seja clara e frequente. Informações sobre a fluidez do concreto e do momento certo de interromper o bombeamento do concreto devem ser trocadas entre o operador da bomba e os profissionais situados na área de concretagem.

4.3.5. Lançamento do concreto

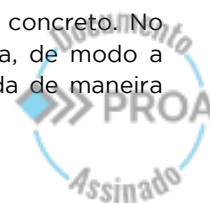
Antes do lançamento do concreto, deve ser feita a remoção cuidadosa de detritos remanescentes nas formas e umedecidas as mesmas quando estas puderem absorver água do concreto. O concreto deve ser lançado e adensado de modo que toda a armadura, além dos elementos embutidos previstos no projeto, seja adequadamente envolvida pela massa de concreto.

Em nenhuma hipótese deve ser realizado o lançamento do concreto após o início da pega. Concreto contaminado com solo ou outros materiais não pode ser lançado na estrutura.

O concreto deve ser lançado o mais próximo possível de sua posição definitiva, evitando-se respingos que provoquem a incrustação de argamassa nas paredes das formas e nas armaduras. Recomenda-se controlar a velocidade do lançamento do concreto.

Devem ser tomadas precauções para manter a homogeneidade do concreto. No lançamento convencional, os caminhos não podem ter inclinação excessiva, de modo a evitar a segregação decorrente do transporte. A forma deve ser preenchida de maneira

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, 1501 – 3ª andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS





GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESPECIALIZADOS

uniforme, evitando o lançamento em pontos concentrados que possa provocar deformações do sistema de formas.

O concreto deve ser lançado com técnica que elimine ou reduza significativamente a segregação entre seus componentes, observando-se maiores cuidados quanto maiores forem a altura de lançamento e a densidade de armadura. Atenção maior deve ser dada quando a altura de queda livre do concreto ultrapassar 2 m, no caso de peças estreitas e altas, de modo a evitar a segregação e falta de argamassa (como na base dos pilares e nas juntas de concretagem de paredes).

Deve haver um cuidado especial em evitar o deslocamento de armaduras, ancoragens e formas, bem como para não produzir danos nas superfícies das formas, principalmente quando o lançamento do concreto for realizado em peças altas por queda livre.

As formas devem ser preenchidas em camadas de altura compatível com o tipo de adensamento previsto (como por exemplo, em camadas de altura inferior ao comprimento da agulha do vibrador de imersão) para se obter um adensamento adequado. Em peças verticais e esbeltas, como paredes e pilares, pode ser conveniente utilizar concretos de diferentes consistências, de modo a reduzir o risco de exsudação e segregação.

Cuidados devem ser tomados até nas concretagens de lajes, tanto nas inclinadas quanto nas planas, sempre conduzindo o concreto lançado contra o já adensado. A operação de lançamento deve ser contínua, de maneira que, uma vez iniciada, não sofra qualquer interrupção, até que todo o volume previsto no planejamento da concretagem tenha sido completado.

4.3.6. Adensamento do concreto

Durante e imediatamente após o lançamento, o concreto deve ser vibrado ou apiloado contínua e energicamente com equipamento adequado à sua consistência. O adensamento deve ser cuidadoso para que o concreto preencha todos os recantos das formas.

No adensamento devem ser tomados os cuidados necessários para que não se formem ninhos ou haja a segregação dos materiais. Deve-se evitar a vibração da armadura para que não se formem vazios ao seu redor, com prejuízos da sua aderência ao concreto.

No adensamento manual, a altura das camadas de concreto não pode ultrapassar 20 cm. Em todos os casos, a altura da camada de concreto a ser adensada deve ser menor do que 50 cm, de modo a facilitar a saída de bolhas de ar.

No caso de alta densidade de armaduras, cuidados especiais devem ser tomados para que o concreto seja distribuído em todo o volume da peça e o adensamento se processe de forma homogênea.

Quando forem utilizados vibradores de imersão, a espessura da camada deve ser aproximadamente igual a $\frac{3}{4}$ do comprimento da agulha. Ao vibrar uma camada de concreto, o vibrador deve penetrar cerca de 10 cm na camada anterior.

Tanto a falta como o excesso de vibração são prejudiciais ao concreto. Devem ser tomados os seguintes cuidados durante o adensamento com vibradores de imersão (Figura 7):

- Preferencialmente, aplicar o vibrador na posição vertical;
- Vibrar o maior número possível de pontos ao longo do elemento estrutural;

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, 1501 – 3ª andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS





GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESPECIALIZADOS

- Retirar o vibrador lentamente, mantendo-o sempre ligado, a fim de que a cavidade formada pela agulha se feche novamente;
- Não permitir que o vibrador entre em contato com a parede da forma, para evitar a formação de bolhas de ar na superfície da peça;
- Promover um adensamento uniforme e adequado de toda a massa de concreto, observando cantos e arestas, de maneira que não se formem vazios;
- Mudar o vibrador de posição quando a superfície se apresentar brilhante.

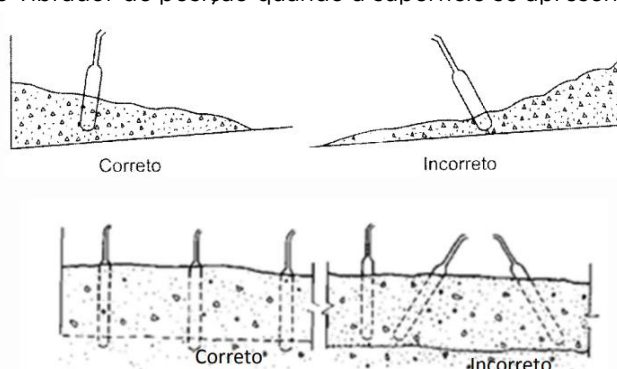


Figura 7 - Adensamento do concreto com vibradores de imersão.

4.3.7. Acabamento e cura do concreto

Para obter uma superfície durável e uniforme do concreto, procedimentos adequados de acabamento devem ser cuidadosamente seguidos. Inicialmente, a escolha do traço e, conseqüentemente, da consistência do concreto deve atender aos requisitos de projeto da estrutura e às condições necessárias de trabalhabilidade. O lançamento e o adensamento devem ser realizados de forma a obter um material homogêneo e compacto, ou seja, sem apresentar vazios na massa de concreto, com o mínimo manuseio possível, para se obter os resultados desejados no acabamento das peças concretadas.

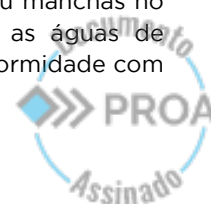
A cura de concreto envolve o conjunto de medidas que visam evitar sua secagem prematura e prover a pasta de cimento de água suficiente para sua hidratação, particularmente nas camadas superficiais das peças.

O concreto deve ser hidratado para que, a partir das reações de hidratação do cimento, este possa adquirir no futuro as propriedades desejadas, como resistência, baixa permeabilidade, baixa difusividade, alta estabilidade do volume não retraindo, resistência à abrasão, e resistência a produtos químicos.

A cura deve ser efetuada até que todas as propriedades desejadas sejam alcançadas. Elementos estruturais de superfície devem ser curados até que atinjam resistência característica à compressão (f_{ck}), igual ou maior que 15 MPa. Situações específicas como obras e elementos estruturais especiais devem ser tratadas na fase de projeto

Deve-se atentar à qualidade da água, para que ela não gere danos ou manchas no concreto por conter materiais nocivos. De forma geral, água potável e as águas de amassamento são aceitáveis para o uso em procedimentos de cura, em conformidade com a NBR 15900-1.

CAFF - Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, 1501 - 3ª andar - Ala Sul
Porto Alegre/RS





GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESPECIALIZADOS

Para se evitar a coloração de concretos advinda da água de cura, esta deve estar isenta de ferro dissolvido e impurezas orgânicas. Outro cuidado deve ser a não utilização de água (imersão) na cura do concreto com temperatura muito mais baixa que a temperatura interna do concreto, para minimizar o estresse gerado pelo gradiente de temperatura (acima de 20 °C) que pode causar fissuras.

O método de cura adotado deve estar em conformidade com o item 11.2 da NBR 14931.

5) JUNTAS E IMPERMEABILIZAÇÃO

5.1. VIGAS DE CONTORNO

As vigas de contorno serão impermeabilizadas com duas demãos de emulsão asfáltica, para tanto, é necessário que as superfícies das vigas se encontrem firmes, coesas, secas, regulares, limpas, isentas de corpos estranhos, restos de formas, pontas de ferragem, restos de produtos desmoldantes ou impregnantes, falhas e ninhos. A aplicação da primeira demão do produto de imprimação (emulsão asfáltica) deve ser feita com rolo de lã de carneiro, trincha ou brocha, de forma homogênea, aguardando sua total secagem. Aplicar a demão subsequente, respeitando o tempo de secagem, até atingir o consumo recomendado. O consumo, a secagem entre demãos, ferramentas e instruções de segurança devem seguir as recomendações do fabricante. A região das vigas onde se encontra o arranque dos pilares não deve ser impermeabilizada para garantir aderência ao concreto (Figura 8).

Deve haver proteção quando sujeita à incidência dos raios ultravioleta e proteção mecânica estruturada com tela de fios de arame galvanizado ou plásticos nas áreas verticais. Nas horizontais, a proteção mecânica (armada ou não) deve ser executada sobre camada separadora e ou drenante, nos locais onde exista possibilidade de agressão mecânica.



Figura 8 - Impermeabilização de viga baldrame com emulsão asfáltica.

CAFF - Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, 1501 - 3ª andar - Ala Sul
Porto Alegre/RS





GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESPECIALIZADOS

5.2. LAJES (PLACAS)

O solo sob laje deverá ser nivelado e compactado para posterior preparo da sub-base, camada de reforço sobre o solo compactado e abaixo da placa de concreto, do tipo BGS – Brita Graduada Simples (40% de brita 01, 40% de brita 02 e 20% de areia).

Sobre a sub-base, em toda sua extensão, deverá ser colocada manta de polietileno de alta densidade (PEAD) com espessura de pelo menos 0,5 mm. O solo deve se encontrar firme, coeso, seco, regular, limpo, isento de corpos estranhos, restos de formas, pontas de ferragem, restos de produtos desmoldantes ou impregnantes, falhas e ninhos.

Para a aplicação deve-se desenrolar as bobinas, alinhando-as sobre o substrato a ser impermeabilizado (Figura 9). Executar, quando necessário, as soldas, que podem ser dos tipos: soldagem química com sobreposição mínima de 7,5 cm ou termofusão com sobreposição de 10 cm (cordão simples ou duplo). O consumo, manuseio, ferramentas, equipamentos, fixações mecânicas e instruções de segurança devem ser conforme recomendações do fabricante.

Promover proteção mecânica estruturada com tela de fios de arame galvanizado ou plástico nas áreas verticais. Nas horizontais, a proteção mecânica, armada ou não, deve ser efetuada nos locais onde exista a possibilidade de agressão mecânica.



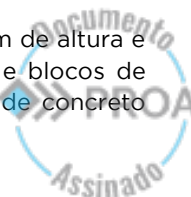
Figura 9 - Impermeabilização de solo sob laje com manta PEAD.

5.3. JUNTA DE ENCONTRO

As juntas do encontro são fundamentais para isolar o piso das outras estruturas, como as vigas de contorno e blocos de concreto, para que o piso trabalhe independentemente das outras estruturas.

As juntas de encontro serão compostas por uma placa de EPS de 10 cm de altura e 2 cm de largura, e deverá facear todo o perímetro das vigas de contorno e blocos de coroamento (somente os blocos no nível do piso) em contato com as lajes de concreto (Figura 10).

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, 1501 – 3ª andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS





GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESPECIALIZADOS

Após a concretagem e cura do concreto, deverá ser feita a selagem das juntas de encontro com selante de poliuretano híbrido na altura de 2 cm, de modo a respeitar a proporção 1:1.

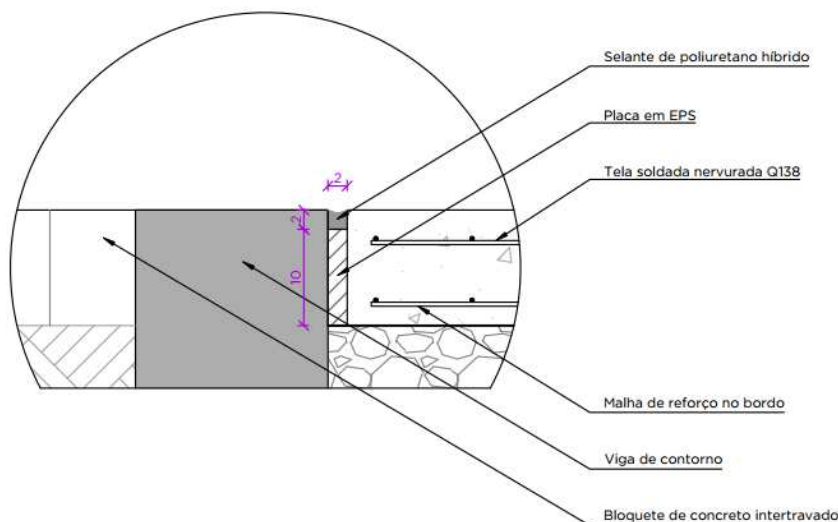


Figura 10 - Junta de encontro.

5.4. JUNTA DE CONSTRUÇÃO

Na primeira etapa da concretagem (Figura 11) são posicionadas as formas metálicas com furação para o encaixe das barras de transferência, formando a junta de construção do piso, que permitem a transferência de carga de uma placa para outra.

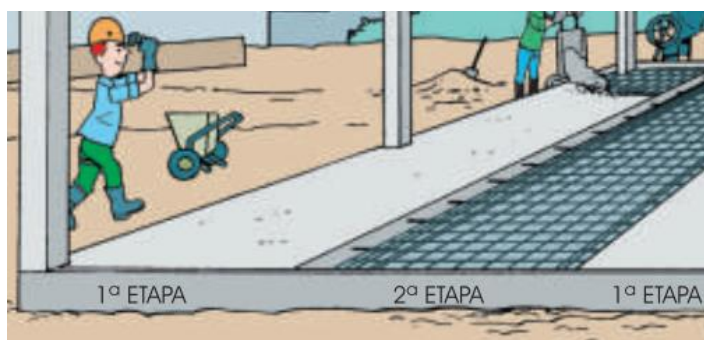


Figura 11 - Etapas da concretagem.

Na segunda etapa da concretagem são usadas as placas já concretadas como formas. Antes da segunda etapa da concretagem, deve-se isolar uma placa da outra aplicando desmoldante na lateral da placa já finalizada.

CAFF - Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, 1501 - 3ª andar - Ala Sul
Porto Alegre/RS





GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESPECIALIZADOS

Nas juntas, é muito importante a correta colocação das barras de transferência (Figura 12), para distribuir a carga entre placas. Elas devem ficar no meio da altura da placa, paralelas umas às outras, apoiadas em treliças (espaçador soldado) e distanciadas a cada 30 cm entre si. As esperas das barras de transferência devem ser pintadas com zarcão para evitar possível corrosão e depois engraxadas para permitir a dilatação térmica da placa de concreto.

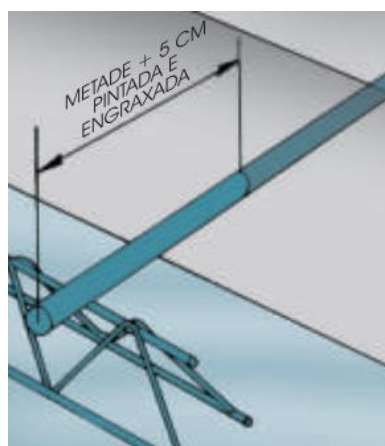


Figura 12 - Barras de transferência.

5.5. JUNTA SERRADA

Após o processo de acabamento do concreto, deve-se iniciar o corte (profundidade indicada em prancha) das juntas transversais de retração, também conhecidas como juntas serradas (para permitir as movimentações de contração e expansão do concreto), perpendiculares às juntas de construção que, também, usam barras de transferência.

Em geral, o corte das juntas pode ser feito a partir de 12 a 15 horas do lançamento do concreto, porém existe uma grande variação de acordo com o tipo de cimento, temperatura ambiente, relação água/ cimento, tipos e dosagem de aditivos, ventos e outros fatores externos.

Outra consideração importante é a interrupção da tela soldada a uma distância de 2,5 cm da junta a ser serrada (Figura 13). Após a concretagem e cura do concreto, deverá ser feita a selagem das juntas serradas com selante de poliuretano híbrido na altura de 1 cm, de modo a respeitar a proporção 1:1.

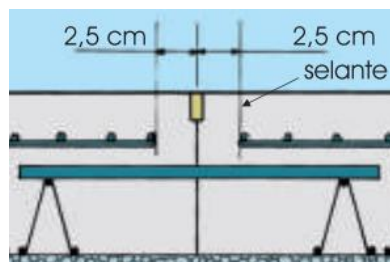


Figura 13 - Juntas serradas.

CAFF - Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, 1501 - 3ª andar - Ala Sul
Porto Alegre/RS





GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESPECIALIZADOS

6) TABELA DE RESUMO DOS MATERIAIS

Na Tabela 3 consta o resumo dos materiais relacionados a execução das estruturas de concreto armado e de fundações, desconsiderando qualquer percentual de perdas e quantificação dos materiais impermeabilizantes.

Tabela 3 - Resumo dos materiais.

Material	5 mm	6.3 mm	10 mm	16 mm	Aço	Tela	Treliça	Concreto	Forma
Unidade	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	m³	m²
Vigas	107,4		259,3		366,7			7,8	97,1
Lajes				460,8	460,8	1455,3	411,6	63,3	8,4
Blocos	244,1	19,6	150,5		414,2			11,08	48,48
Estacas	106,4				106,4			3,5	
Totais	457,9	19,6	409,7	460,8	1348,0	1455,3	411,6	85,7	153,9

7) TRANSPORTE, RECEBIMENTO E ARMAZENAMENTO

A CONTRATADA é responsável pelo transporte adequado e seguro de todos os materiais, evitando danos durante a carga, transporte e descarga. O material enviado à obra deve ser acompanhado do pessoal e equipamento necessário à descarga. Os materiais devem ser armazenados na obra sobre estrados de madeira e protegidos contra intempéries e sujeira.

A segurança e a guarda desses materiais são de responsabilidade exclusiva da CONTRATADA, devendo atender aos requisitos de acesso e utilização.

8) EQUIPAMENTOS

A CONTRATADA será responsável pelo emprego, segurança, manutenção e capacidade dos equipamentos necessários para a execução da obra, devendo dar atenção especial à proteção dos transeuntes e veículos.

A CONTRATADA será responsável por qualquer dano que venha a ocorrer em decorrência do uso dos equipamentos. A FISCALIZAÇÃO poderá exigir segurança adicional a qualquer momento.

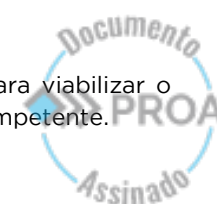
9) SERVIÇOS FINAIS E EVENTUAIS

Após a conclusão dos serviços, a CONTRATADA deverá desativar imediatamente a área da obra, retirando todas as máquinas, equipamentos, restos de materiais e entulhos em geral. A área deverá ser deixada perfeitamente limpa e em condições de ser utilizada pela CONTRATANTE.

10) OBSERVAÇÕES FINAIS

Antes do início da obra, todas as complementações necessárias para viabilizar o projeto deverão ser solicitadas à FISCALIZAÇÃO, para análise pelo setor competente.

CAFF - Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, 1501 - 3ª andar - Ala Sul
Porto Alegre/RS





23190000245795



GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESPECIALIZADOS

Todos os materiais empregados na construção do prédio devem atender às Normas Técnicas Brasileiras, para o uso específico.

Porto Alegre, 29 de janeiro de 2024.

M. e Tito J. R. Balabuch

Engenheiro Civil | CREA RS 259505
Analista de Projetos e Políticas Públicas | ID 4866878/01
Divisão de Projetos Especializados | Setor de Estruturas
Departamento de Projetos em Prédios da Educação
Secretaria de Obras Públicas | RS

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, 1501 – 3ª andar – Ala Sul
Porto Alegre/RS





23190000245795

Nome do documento: EST_DR_ALF_DAM_MEMORIAL_R00.pdf

Documento assinado por

Órgão/Grupo/Matrícula

Data

Tito Jose Rodrigues Balabuch

SOP / SPESTRUTURAL / 486687801

29/01/2024 18:03:31

