

CONSIDERAÇÕES SOBRE ESTANQUEIDADE DE ESTRUTURAS DE CONCRETO

R E S U M O

Esta comunicação tem por finalidade apresentar algumas considerações sobre estanqueidade de estruturas de concreto.

Para tal recorre-se a dois conceitos: o de impermeabilidade de um material e o de estanqueidade de uma estrutura.

A primeira parte da comunicação se dedica a analisar o problema da impermeabilidade do material concreto. Indica-se alguns critérios para fixação de parâmetros visando a obtenção de um concreto resistente, durável e impermeável.

A segunda parte da comunicação parte do pressuposto de que se dispõe de um material adequado do ponto de vista da impermeabilidade, durabilidade e resistência mecânica, devendo-se então construir uma estrutura estanque. Envolve os aspectos relacionados com a técnica de bem construir que requer procedimentos cuidadosos durante a execução.

Procura-se apresentar as soluções já conhecidas e empregadas no nosso meio técnico, já que tanto na primeira quanto na segunda parte as alternativas são inumeráveis requerendo algumas simplificações.

I N D I C E

1. INTRODUÇÃO
2. IMPERMEABILIDADE E ESTANQUEIDADE
3. A PRIMEIRA ETAPA — COMO PRODUZIR UM CONCRETO IMPERMEÁVEL?
4. A SEGUNDA ETAPA — COMO BEM EXECUTAR?
 - 4.1 Laje de fundo
 - 4.1.1 Confeção do concreto magro para regularização
 - 4.1.2 Garantia de cobrimento da armadura
 - 4.1.3 Garantia da posição relativa de armaduras
 - 4.1.4 Guias de nivelamento da superfície da laje
 - 4.1.5 Passarelas
 - 4.1.6 Formas
 - 4.1.7 Plano de concretagem
 - 4.2 Paredes
 - 4.2.1 Formas
 - 4.2.2 Pastilhas, espaçadores e fixadores
 - 4.2.3 Cuidados na concretagem
 - 4.2.4 Juntas de concretagem
 - 4.2.5 Cura
5. CONCLUSÃO
6. BIBLIOGRAFIA

1. INTRODUÇÃO

A cada novo dia o concreto é solicitado a desempenhar funções de maior responsabilidade nas construções em concreto armado e protendido. Isto se deve, por um lado, à necessidade de responder à evolução dos critérios de dimensionamento, mais afinados que possibilitam obter peças mais esbeltas, vãos maiores, tensões e deformações mais elevadas.

Por outro lado existe sempre a limitação imposta pelos custos e prazos que condicionam o emprego de processos construtivos onde o concreto é submetido à ação do meio ambiente — na maioria das vezes contendo agentes agressivos — a baixas idades.

Os custos e os prazos exíguos exigem a simplificação das etapas construtivas.

Daí o intuito destas considerações. Trata-se de apresentar como é possível obter uma estrutura em concreto, suficientemente estanque e capaz de conter com sucesso um grande volume de líquido, sem requerer qualquer tipo de revestimento ou acabamento posterior que em geral são dispendiosos retardando a entrega e operação da obra.

2. IMPERMEABILIDADE E ESTANQUEIDADE

Para resolver tal questão se faz necessário relembrar dois conceitos: o de impermeabilidade de um material e o de estanqueidade de uma estrutura.

A impermeabilidade do material concreto de cimento Portland, a uma determinada pressão e eventual ação deletéria de um líquido em contato, pode ser obtida através de um estudo de dosagem em Laboratório.

Requer o conhecimento dos materiais disponíveis economicamente na região e a execução de uma série de traços experimentais.

A estanqueidade de uma estrutura em concreto impermeável, pode ser entendida como a capacidade dessa estrutura em não permitir a percolação do líquido retido, por nenhuma das paredes que o confinam. Envolve principalmente os aspectos relacionados com a técnica de bem construir, requerendo cuidados especiais durante a execução.

O problema pode então ser dividido em duas etapas:

A primeira relativa ao concreto como material que deve ser impermeável e durável.

A segunda relativa aos cuidados que constituem o conjunto de técnicas de bem construir, para que se possa obter uma estrutura final estanque.

3. A PRIMEIRA ETAPA — COMO PRODUZIR UM CONCRETO IMPERMEÁVEL?

Segundo a NB-279 Execução de Impermeabilização na Construção Civil, o material concreto é adequado a todas as situações segundo as quais, na prática, a água pode solicitar a estrutura, a saber:

- a) Impermeabilização contra água sob pressão;
- b) Impermeabilização contra água de percolação; e,
- c) Impermeabilização contra umidade do solo.

Entendendo-se como água de percolação a água que obedecendo a lei da gravidade escorre sobre as superfícies da estrutura sem exercer pressão hidrostática.

Para atender ao tipo de solicitação indicado nos casos a e b a NB-279 recomenda que se observe as seguintes precauções:

- 1º) Consumo de cimento por m^3 de concreto $\geq 300 \text{ kg}/m^3$.
- 2º) Fator água/cimento em massa $\leq 0,55$.
- 3º) Cura ≥ 14 dias
- 4º) Penetração d'água segundo método DIN 1048 $\leq 3\text{cm}$.

No caso de pisos em concreto impermeável, situação abrangida em c, concreto deverá ter:

- 1º) Consumo de cimento por m^3 de concreto $\geq 250 \text{ kg}/m^3$
- 2º) Fator água/cimento em massa $\leq 0,60$.
- 3º) Aditivo incorporador de ar ou impermeabilizante.

Além disso o texto ainda ressalta a importância do estudo de dosagem para obtenção de traço conveniente, dos cuidados efetuados durante o lançamento e adensamento para evitar falhas por segregação ou vazios por excesso de ar aprisionado e principalmente o problema das juntas frias também chamadas de juntas de concretagem pois estas, assim como outros pontos singulares da estrutura podem comprometer a estanqueidade da obra.

Naturalmente a obtenção de um concreto impermeável e econômico envolve uma série de outras variáveis tais como escolha de um cimento de natureza adequada, a escolha de uma granulometria ideal para o agregado miúdo pois este é o maior responsável pela permeabilidade do concreto, ensaios de absorção d'água por capilaridade e por submersão, etc.

Nossa experiência tem comprovado, no entanto, que as maiores e mais frequentes falhas em estruturas hidráulicas estão relacionadas menos com o material e muito mais com as técnicas de execução.

Conseqüentemente a seguir passamos a descrever alguns cuidados e regras de bem construir, que eventualmente poderão até ser incorporados ao texto da NB-279, em situações onde a pressão não supere 10 m.c.a.

4. A SEGUNDA ETAPA — COMO BEM EXECUTAR?

Definido os parâmetros relativos à obtenção de um concreto adequado às condições do meio ambiente e solicitações, é necessário que se empregue corretamente este material para aproveitar toda a sua capacidade potencial, tanto do ponto de vista da durabilidade quanto da resistência.

Os problemas de impermeabilidade e estanqueidade envolvem um sem número de casos possíveis. No sentido de exemplificar algumas técnicas e cuidados durante a execução, vamos nos fixar num caso hipotético admitindo que se trate da construção de um reservatório de água potável, analisando alguns aspectos mais críticos.

4.1 Laje de fundo:

4.1.1 Confecção do concreto magro para regularização:

Estando a fundação pronta o solo deve ser preparado para receber uma camada de concreto magro com espessura mínima 5cm e consumo de cimento de $250\text{kg}/\text{cm}^3$ (NB-1 6.3.3). Este concreto deve ser considerado como uma forma perdida do concreto estrutural, merecendo os mesmos cuidados e precisão de dimensões, planeidade e acabamento superficial que se dedica às formas convencionais recuperáveis ou não.

Por exemplo uma laje de 1000m^2 com uma eventual diferença média de 2cm do nível correto, acarreta um consumo de 20m^3 a mais de concreto estrutural do que o necessário. Nesse caso será utilizado o concreto estrutural, significativamente mais caro que o de regularização, para corrigir a falha de preparação da base.

Outro aspecto é o relacionado com a sua capacidade de absorção d'água que deve ser a mínima possível. Assim como as formas devem ser estanques e não absorventes, o concreto magro deve ser curado após a execução e estar pré-umedecido (não encharcado) por ocasião do lançamento do concreto estrutural.

4.1.2 Garantia de cobrimento da armadura

Lembrando que o aço para concreto armado e protendido estará apassivado e protegido da corrosão quando estiver em um meio fortemente alcalino propiciado pelas reações de hidratação do cimento, devemos fazer cumprir os cobrimentos mínimos exigidos no projeto constantes do item 6.3.3.1 da NB-1.

Para tal pode-se empregar pastilhas (espaçadores) de diferentes naturezas, a saber:

a) pastilhas plásticas: encontradas no mercado para várias bitolas de aço e várias opções de revestimento. São de fácil manuseio tendo no entanto a grande desvantagem de preço e aderência medíocre ao concreto. No que diz respeito à fissuração pode-se dizer que é baixa a ligação da interface concreto/plástico devido à retração hidráulica do concreto e aos diferentes coeficientes de dilatação térmica dos dois materiais.

b) pastilhas de argamassa: são as mais baratas e as de maior emprego. Podem ser facilmente obtidas em obra com o auxílio de formas de madeira, de isopor (caixas de ovos), de plástico (para fazer gelo) etc.

Tratando-se de material que deverá proteger a armadura, garantindo um revestimento mínimo a esta, a argamassa para sua confecção deve ser comparável em qualidade (resistência, permeabilidade, higroscopicidade e dilatação térmica) ao concreto da obra. Tem-se conseguido pastilhas de argamassa de boa qualidade, utilizando o mesmo traço do concreto, simplesmente retirando o agregado graúdo e parte da água de amassamento.

Além do material de confecção é essencial garantir um adensamento mecânico ou manual eficiente e equivalente ao que está sendo destinado ao concreto da obra. Finalmente a qualidade final da pastilha deve ser obtida através de cura prolongada e adequada, à sombra.

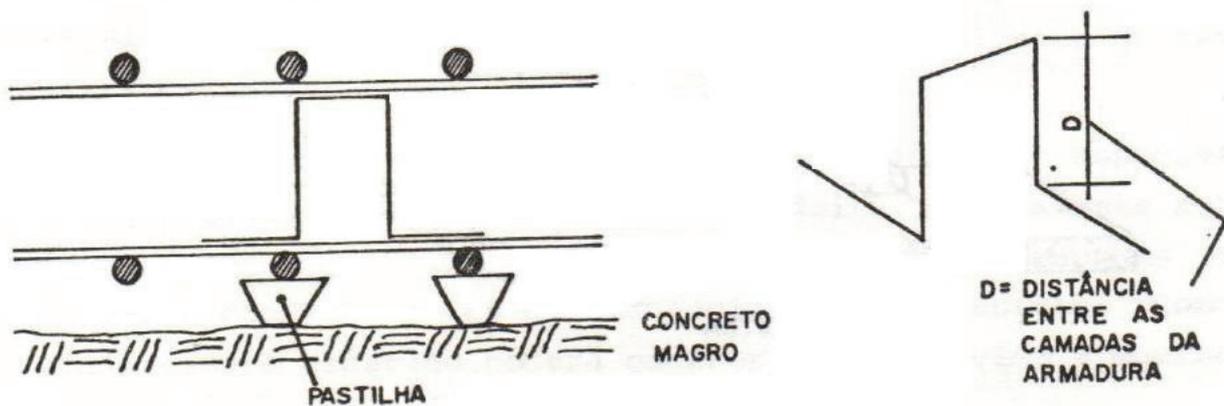
c) cordões de argamassa: para facilidade de execução da armadura pode-se recorrer ao emprego de cordões de argamassa moldados, adensados e curados diretamente sobre o lastro de concreto magro. Estes cordões espaçados segundo a densidade e diâmetro das armaduras facilitam a execução e garantem o revestimento mínimo exigido. Na confecção destes cordões é aconselhável o emprego de formas fixas, laterais, que permitam um adensamento mecânico eficiente.

d) outros dispositivos: normalmente em obras ditas hidráulicas não se recomenda o emprego de espaçadores ou pastilhas de outra natureza.

4.1.3 Garantia da posição relativa de armaduras:

Para tal deve-se empregar peças de aço vulgarmente denominadas "caramujo", conforme esquema da página seguinte:

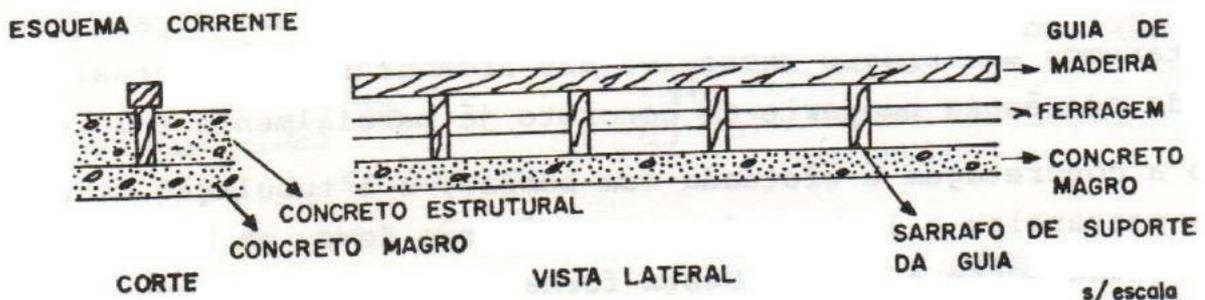
ESPAÇADORES DE ARMADURAS PARA LAJES OU PAREDES: "CARANGUEJO"



4.1.4 Guias de nivelamento da superfície da laje

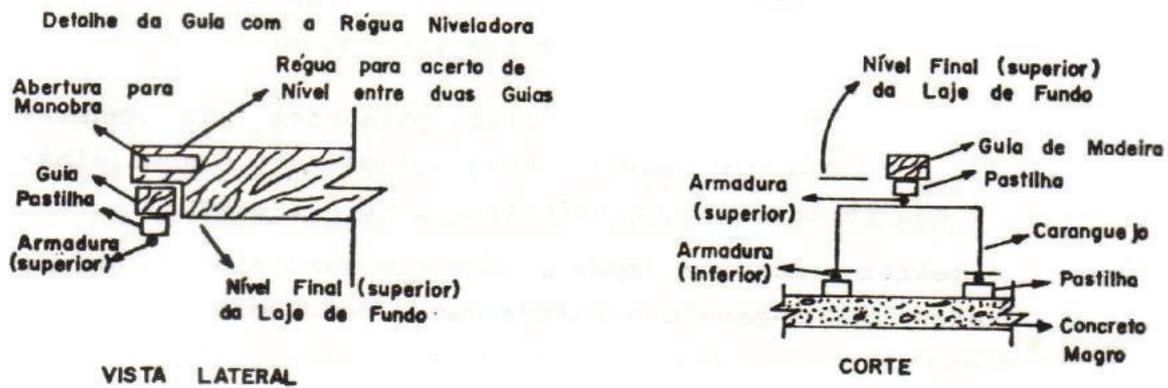
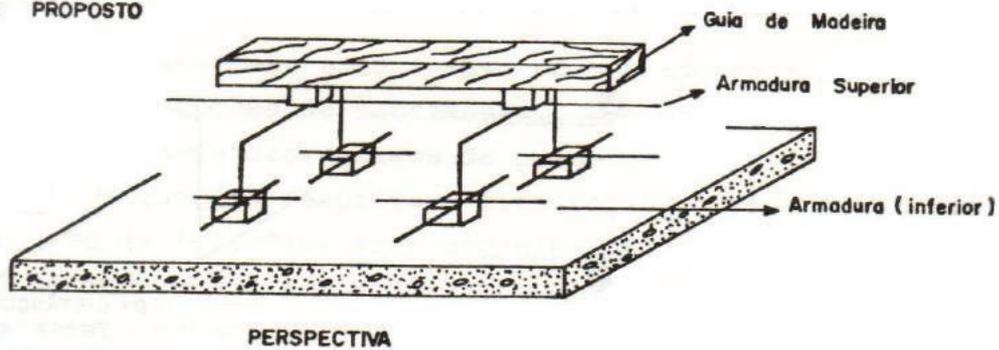
Em geral o sistema comumente empregado utiliza pilaretes de madeira apoiados diretamente no concreto magro. Essa solução não é aconselhável e pode trazer uma série de inconvenientes, como por exemplo:

- com a retirada desses pilaretes, após o concreto parcialmente endurecido fica um vazio, mal adensado e muitas vezes nem sequer preenchido.
- outras vezes o concreto já está em estado de adiantado endurecimento e retração de tal forma que impede a retirada do pilarete. Este pedaço de madeira acaba sendo abandonado dentro do concreto com inevitáveis prejuízos futuros.



Em substituição propõe-se colocar como apoio das régua de nivelamento, "caranguejos" apoiados no concreto magro através de pastilhas, com forme esquema da página seguinte:

ESQUEMA PROPOSTO



s/ escala

4.1.5 Passarelas:

A movimentação de pessoal, o transporte de concreto (por carrinho ou bombas) deve sempre ser feito sobre passarelas móveis e diretamente apoiadas no lastro de concreto magro, independentes da armadura. Desta forma evitaremos a vibração excessiva das armaduras com eventual risco de perda de aderência na parte de concreto já parcialmente endurecido.

Quando a concretagem é efetuada com bombas, e a tubulação fica apoiada nessas passarelas a limpeza da tubulação não deve, em hipótese alguma ser efetuada sobre a laje. Desta forma evitar-se-á porções de concreto mal adensados sobre esta.

Quando o lançamento é efetuado por lanças aéreas este problema não aparece pois não há a necessidade de redução do comprimento da tubulação.

4.1.6 Formas:

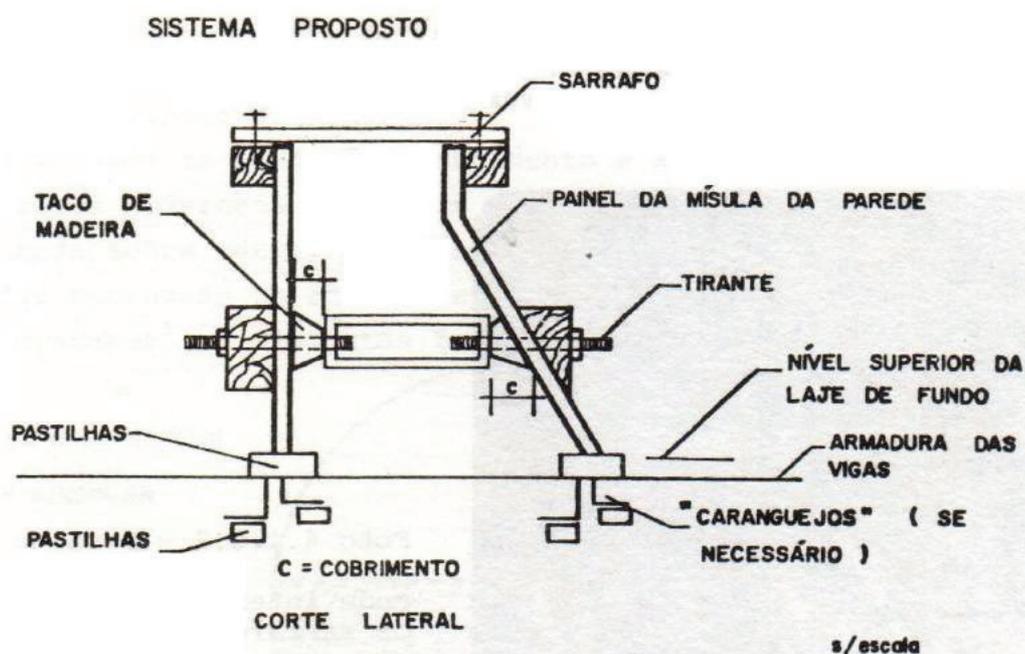
Durante a execução de obra em concreto impermeável, é a junta de concretagem um dos pontos mais delicados e que merecem maior atenção. Planejar a execução de forma a minimizar estes pontos deve sempre ser a preocupação permanente de uma boa execução.

Recomenda-se concretar a laje de fundo junto com o arranque (mísula) das paredes. Com isso evita-se uma junta de concretagem no ponto de maior pressão d'água e na maioria dos casos aumenta-se o rendimento da execução, reduzindo prazos.

A montagem destas formas (mísulas) requer alguns cuidados especiais. Normalmente são apoiadas sobre pilaretes de madeira, diretamente sobre o lastro de concreto magro. Isto traz sérios inconvenientes pois estes deverão ser arrancados antes do endurecimento do concreto. Como o concreto ainda estará plástico poderá ocorrer vazios devido à movimentação do concreto.

Esse esquema tradicional se encontra nas fotos 4.1.6.1 e 4.1.6.2.

Propõe-se a seguinte solução alternativa, indicada no esquema abaixo:



Nesse esquema as formas são apoiadas em pastilhas e armaduras ("caranguejos") diretamente sobre o lastro de piso. Estes dispositivos ficam "perdidos" dentro do concreto, suprimindo a necessidade de mão de obra para retirá-los e aumentando o rendimento da execução.

Nesta solução proposta, o tirante (espaçador) tem um papel importante que será analisado posteriormente no item 4.2.2.

4.1.7 Plano de concretagem:

A laje de fundo deverá ser concretada de uma só vez, incluindo preferencialmente as mísulas (arranques) das paredes.

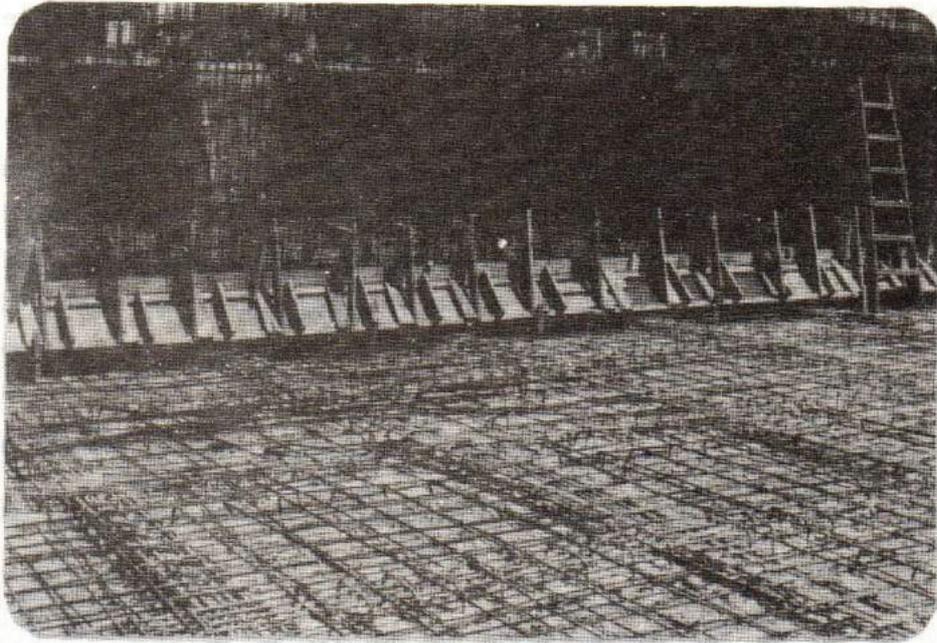


Foto 4.1.6.1 - Vista da forma da mísula na parede intermediária entre as duas câmaras do reservatório. Nota-se o sistema de escoramento e travamento da mesma.

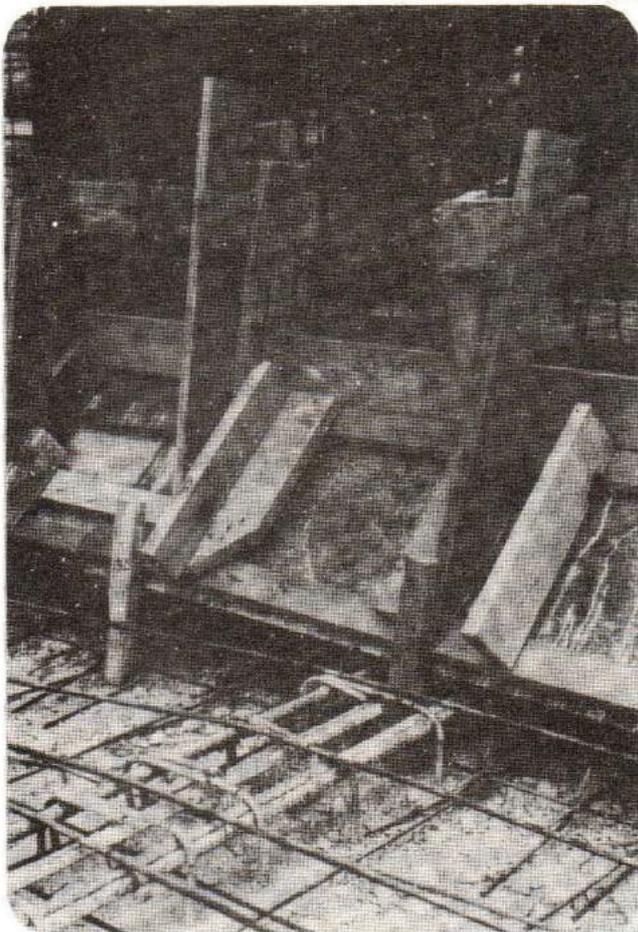
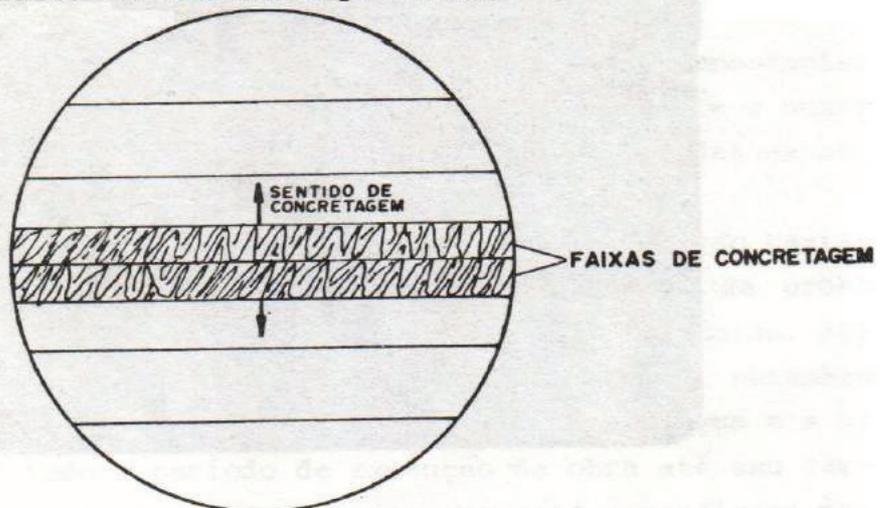


Foto 4.1.6.2 - Detalhe da forma da mísula na parede intermediária, notando-se os sarrafos de sustentação assim como o travamento da mesma

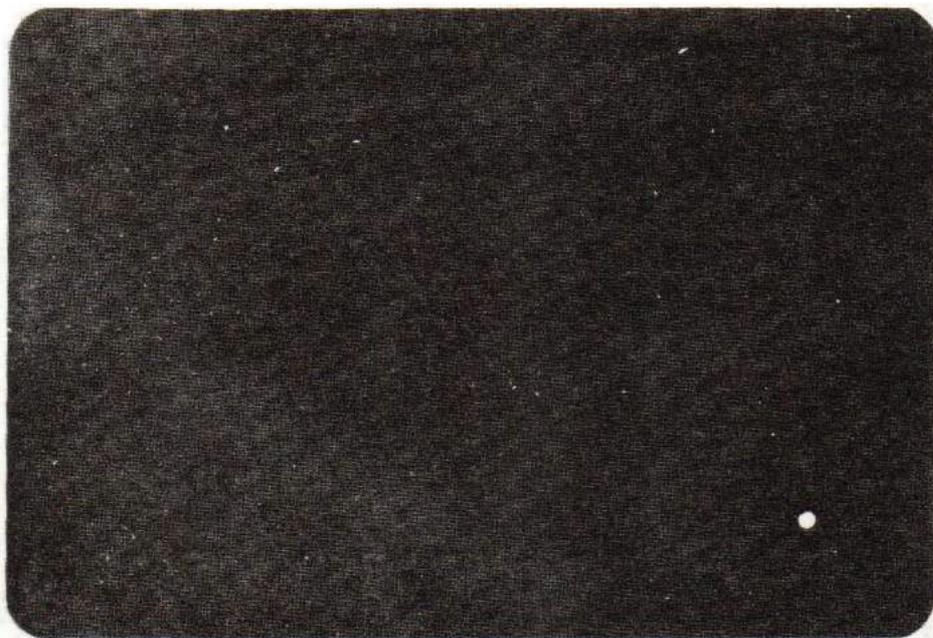
Para alcançar esse objetivo e lembrando que o volume de concreto envolvido pode ser muito elevado, em alguns casos da ordem de 800m^3 , sugere-se observar os seguintes aspectos:

- a) o concreto não deve ser muito plástico, ou seja, a consistência medida pelo abatimento do tronco de cone (MB-256) deve ser no máximo 7cm. Quando se utilizam bombas esse valor pode ser aumentado para no máximo 8cm. Concretos de abatimento elevado apresentam assentamento plástico significativo logo após o seu adensamento. Como as lajes são em geral de grande espessura isto pode acarretar fissuras na superfície, geralmente na direção das armaduras de maior bitola. (fotos 4.1.7.1)
- b) em lajes circulares o ideal é estabelecer faixas de concretagem contínuas, iniciando a partir do centro, caminhando em sentidos opostos com duas juntas de concretagem. A concretagem deve ser iniciada logo cedo com temperatura ambiente baixa e caminhar em direção às bordas o mais rápido possível. A largura das faixas, que é variável em função do comprimento da corda média, deve ser estabelecida levando-se em conta os seguintes parâmetros:
 - 1º) Início de pega do concreto;
 - 2º) capacidade de produção, lançamento e adensamento do concreto.Desta forma poderemos assegurar que uma nova porção de concreto seja lançada sobre outra, mais antiga, porém ainda não endurecida. O vibrador empregado no adensamento deve sempre ser manuseado de modo a "costurar" as distintas faixas adjacentes.

PLANO DE CONCRETAGEM
DE LAJE CIRCULAR



Este plano requer no entanto, no mínimo duas equipes de concretagem, controle, fiscalização, etc. Uma alternativa empregada com sucesso, consta basicamente de se manter uma única frente de trabalho iniciando a concretagem por uma das bordas. Nessa situação é provável que a concretagem das faixas centrais, mais longas, mais

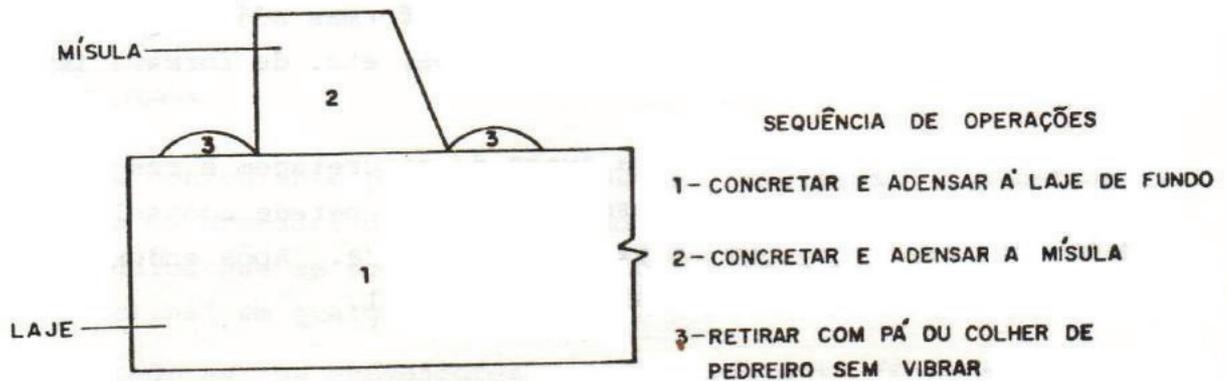


Fotos 4.1.7.1 - Aspecto das fendas devidas a influência das armaduras no assentamento do concreto antes da pega.

demoradas e portanto críticas, coincida com o período de almoço do pessoal e mais quente do dia, aumentando grandemente o risco de pega do concreto, impedindo boa união entre faixas. Nesses casos pode ser aconselhável iniciar a concretagem no período mais quente do dia, fazendo essa região coincidir com a noite, mais fresca.

- c) para se conseguir o adensamento da mísula, que é concretada e adensada após a execução da laje, porém antes da pega do concreto, deve-se tomar o cuidado de não adensar novamente a laje de fundo após o adensamento da mísula.

Esta recomendação prende-se ao fato de que a vibração do concreto da laje de fundo vizinho a mísula provocará vibrações no concreto contido na mísula, podendo ocorrer o descolamento parcial deste de correndo assim, eventuais falhas.



- d) cura: pode-se afirmar que a cura é uma das etapas mais importantes de uma concretagem com sucesso. Se esta não for eficiente e correta é capaz de tornar o concreto inadequado, mesmo que todas as etapas anteriores tenham sido corretamente executadas.

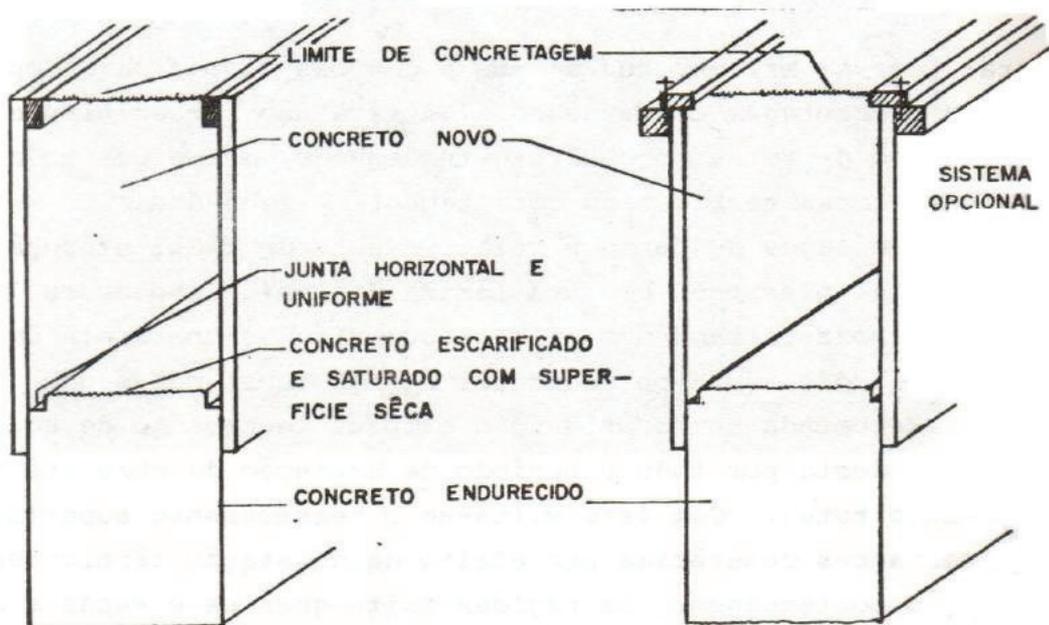
No caso de lajes de fundo é relativamente de fácil execução bastando para tal preencher com uma lâmina d'água de espessura da ordem de 3cm. Pode-se também cobrir as superfícies com areia úmida, serragem, algodão, juta ou quaisquer outras substâncias que retenham água. Recomenda-se no entanto o simples lançamento de água e a manutenção desta por todo o período de execução da obra até seu carregamento total. Com isto evita-se o ressecamento superficial e as movimentações deletérias por efeito de dilatação térmica somada à retração por secagem. Em regiões muito quentes e secas a cura deve ser iniciada antes do término da concretagem da laje de fundo o que pode ser feito com o auxílio de barreiras de areia, sacos de aniagem, ou mantas plásticas, sendo estas, preferencialmente de cor

branca, não se recomendando transparentes ou de cores escuras. Em regiões muito quentes, secas e com vento é aconselhável o uso de névoa d'água, obtida por exemplo com o auxílio de bicos de irrigação ligados a mangueiras e colocados em pontos estratégicos da laje. Esta névoa que é utilizada durante a concretagem pode ser suprimida após a obtenção da lâmina d'água de cura final.

4.2 Paredes:

4.2.1 Formas: as paredes são normalmente concretadas em diversos estágios, dando origem a juntas de concretagem uniformemente espaçadas. Cada "anel" concretado tem altura variável em função do número total de estágios programados. A união do estágio superior com o anterior já endurecido é um dos pontos críticos da estrutura pois pode haver escape de pasta e argamassa pela interface forma/concreto. Aconselha-se que tanto aí nesse local como na união entre formas adjacentes seja calafetado com o auxílio de papel, sacos vazios, etc. de forma a impedir a fuga de material.

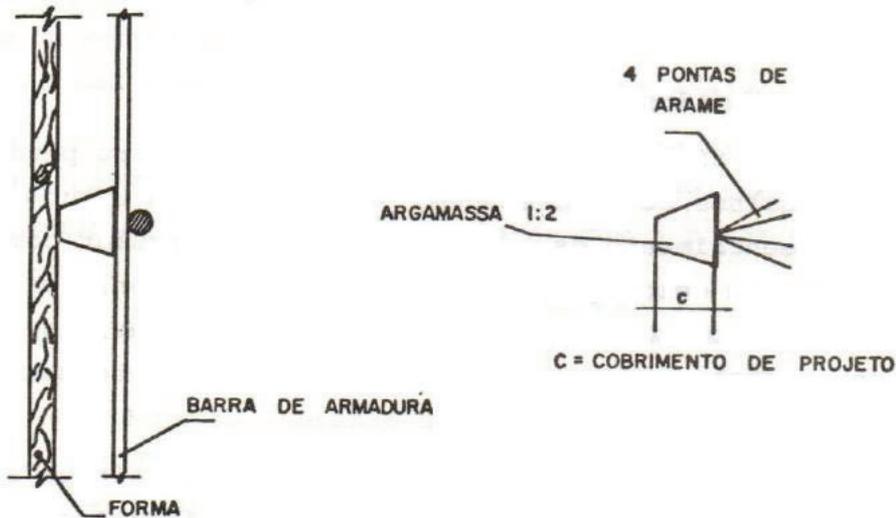
Para garantir o alinhamento da junta de concretagem e resguardar a estética da parte externa ou mesmo interna da parede aconselha-se pregar um sarrafo de 1,5 x 3,0cm na extremidade desta. Após endurecido este é retirado mantendo a junta visível horizontal.



4.2.2 Pastilhas, espaçadores e fixadores:

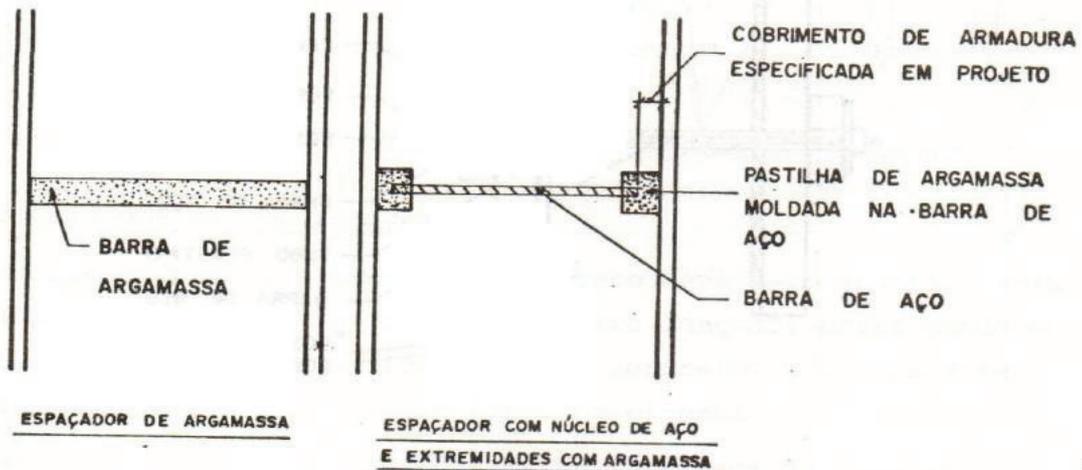
As pastilhas, espaçadores e fixadores têm especial função na concretagem de paredes de tal forma que são analisados detalhadamente.

a) Pastilhas:



O local mais conveniente para fixação destas "pastilhas" é o cruzamento de barras da armadura de modo que cada ponta de arame passe em cada um dos 4 ângulos que se formam, evitando-se desta maneira deslocamentos da "pastilha" em qualquer direção.

b) Espaçadores: os espaçadores podem ser de dois tipos mais comuns conforme indicados abaixo:



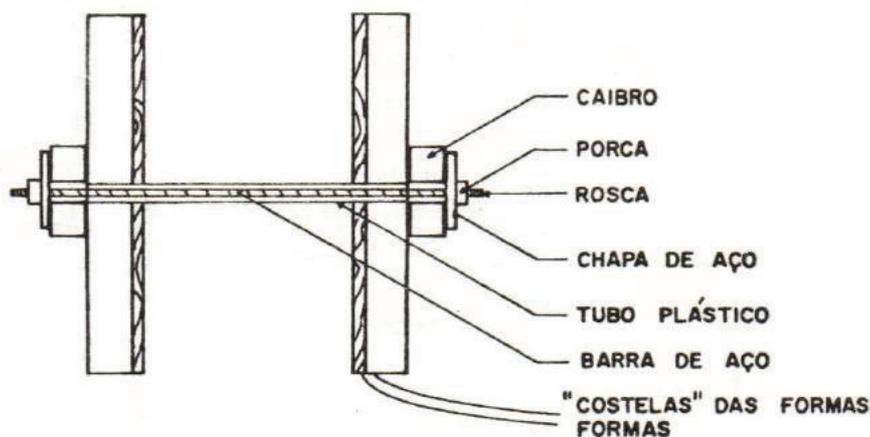
O primeiro tipo é desaconselhável por permitir percolação de água na parte inferior da peça, devido ao assentamento plástico do concreto.

Ambos têm o inconveniente de requererem o escoramento externo da forma, que a impeça de abrir. Em vista disso foram desenvolvidos espaçadores combinados com fixadores com função dupla de impedir tanto o fechamento quanto a abertura das formas.

c) Fixadores protegidos por tubo plástico:

A idéia deste tipo de fixador é proteger o aço do concreto para sua retirada após os trabalhos de concretagem, juntamente com o tubo plástico, e posterior preenchimento da cavidade de seção circular com argamassa. Seu esquema de colocação é o mesmo que o anterior, "passante atuando também como impedidor apenas da abertura da forma, devendo portanto ser usado em combinação com espaçador impedidor de fechamento, espaçador de argamassa, por exemplo.

De todos os tipos de fixadores este é o que apresenta maiores inconvenientes, chegando até ser proibido seu uso em determinados casos. O fato reside que no preenchimento da cavidade, conferindo a estanqueidade que se pretende, mesmo com a utilização de argamassas com aditivo expansor, a aderência desta com as paredes da cavidade nem sempre é atingida e a percolação de líquidos é inevitável. Na figura temos um esquema deste tipo de fixador de forma.



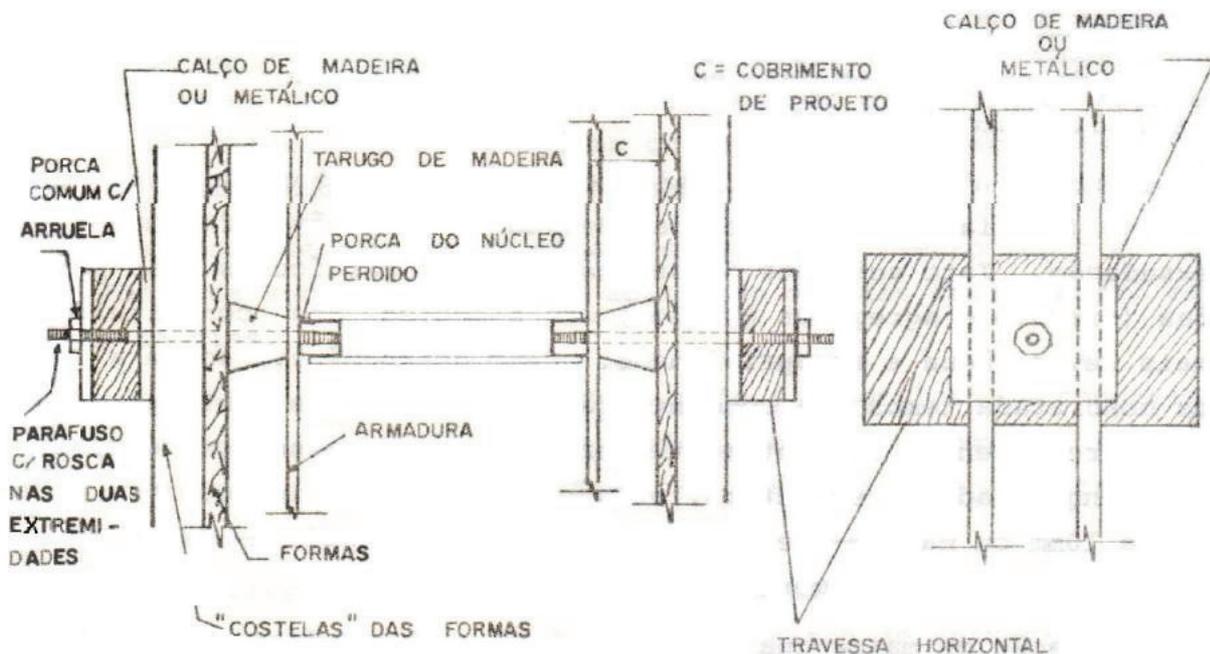
d) Fixadores com núcleo perdido:

Este tipo de fixador tem sido apresentado como a solução mais viável até o momento, apesar de ainda causar alguns problemas.

Sua colocação consiste em acoplar um núcleo de aço (no espaço permitido até o cobrimento das armaduras especificado no projeto) parafusado com um segmento também de aço e fixado na forma, auxiliando no impedimento de sua abertura e fechamento (figura abaixo)

Após a concretagem desparafusa-se o segmento saliente deixando o núcleo de aço perdido na massa de concreto. Para evitar-se problemas quando da retirada do parafuso, recomenda-se que a porca do núcleo perdido contenha toda a rosca do parafuso.

A colocação de qualquer tipo de espaçador ou fixador de formas deve obedecer ainda a não proximidade com o topo da camada a ser concretada, pois o acomodamento inerente a massa de concreto, permite neste assentamento, encontrar o dispositivo e formar sob eles vazios facilitando também a percolação de líquidos.



4.2.3 Cuidados na concretagem:

A estanqueidade de uma parede de concreto deve ser garantida pela uniformidade das características do concreto lançado, pressupondo este estado. Entende-se por uniformidade do concreto, não o material, mas sim na sua posição final no elemento.

Por exemplo, peças esbeltas, com maior densidade de armadura e querendo concretos mais argamassados e mais plásticos, devido a

nhecido efeito parede. Nestes casos é aconselhável reduzir o diâmetro máximo do agregado graúdo, atendendo sempre, pelo menos as recomendações do item 8.1.2.3 da NB-1 (1978). Outro cuidado que deve ser observado é com relação ao diâmetro da agulha dos vibradores de imersão que não devem superar 80% do espaçamento horizontal entre armaduras, nem 25% da menor dimensão entre formas. Pode-se aumentar também a plasticidade do concreto através do emprego de aditivos plastificantes ou superplastificantes.

O lançamento deve ser efetuado em camadas de altura máxima igual a 3/4 do comprimento da agulha do vibrador de imersão. Isto corresponde nos casos usuais de 40 a 50cm de altura de camada compactada. O vibrador deve ser introduzido rapidamente na massa e a sua retirada deve ser lenta permitindo o fechamento do orifício.

No transporte do concreto deve-se evitar ao máximo a segregação do concreto. Se isto não for possível este deverá ser homogeneizado antes do adensamento, no próprio local de concretagem.

4.2.4 Juntas de concretagem

Toda junta de concretagem deve ser cuidadosamente tratada devido a dois problemas distintos, a saber:

- 1º) Concentração de maior quantidade de ar e água no topo da camada anterior (parcialmente endurecida) devida ao inevitável fenômeno da exsudação. Isto acarreta o assentamento das partículas mais pesadas (cimento e agregados graúdos) com a subida dos constituintes mais leves, água e ar aprisionado. Como consequência sobre a camada concretada temos uma concentração de argamassa e pasta porosa e pouco resistente, evidentemente permeável. Se quisermos garantir a estanqueidade da estrutura, esta porção de material que pode chegar a 10mm ou mais — dependendo do traço empregado — deve ser retirada antes do lançamento da camada subsequente.
- 2º) Concentração de maior quantidade de agregados graúdos na interface concreto velho x concreto novo devido à retenção pela forma e armadura de parte da argamassa do concreto fresco lançado. Esse fato obriga a que se empregue um concreto de mesmas características finais porém com maior teor de argamassa. É prática usual suprimir a necessidade de dosagem de concreto para essa situação, através do lançamento de uma camada prévia de argamassa, na espessura de cerca de 3cm. Na realidade o objetivo final não é ter um cordão de argamassa entre os dois concretos, mas tão somente reconstruir neste local os parâmetros do concreto escolhido.

Quando o concreto estrutural escolhido já é um concreto com alto teor de argamassa como os concretos bombeáveis, esta prática pode ser suprimida.

resumindo temos a seguinte sequência ideal de tratamento de juntas de concretagem:

- a) picotamento manual com ponteira da camada superficial;
- b) limpeza;
- c) saturação com água (superfície seca) horas antes da concretagem;
- d) lançamento e distribuição de camada de \pm 3cm de argamassa do traço antes do lançamento do concreto fresco (se convencional).

4.2.5 Cura:

Na impossibilidade de se empregar o melhor agente de cura que é a água potável ou água de cal, pode-se empregar membranas impermeáveis de cura. São produtos obtidos por soluções ou emulsões aquosas de resinas e parafinas que se depositam durante um certo prazo (3 a 4 semanas) sobre a superfície do concreto impedindo a dessecação prematura. Após este período são naturalmente destruídas ou carreadas pela ação das intempéries restabelecendo a superfície natural do concreto.

Em alguns casos de emprego de cimentos de endurecimento lento do tipo AF ou POZ pode ser aconselhável a aplicação de mais de uma demão espaçada de 15 dias.

Quando se tratar de desforma precoce, onde a superfície de concreto é exposta ao raios solares a baixas idades, como por exemplo, formadesslizante ou pré-moldados, a cura deve ser imediata independente do processo adotado.

Em elementos estruturais do tipo paredes de concreto armado, onde duas dimensões predominam sobre uma terceira, o risco de aparecimento de fissuras causadas pela retração por secagem é sempre muito elevado. Nestes casos a fissura atravessa a parede comprometendo a estanqueidade da estrutura, sem falar na durabilidade das armaduras e aspectos estéticos.

5. CONCLUSÃO

A indústria do cimento e conseqüentemente a da construção civil está passando e deverá passar por grandes transformações. A crise energética mundial vem obrigando a substituição dos combustíveis convencionais e a reformulação dos processos de calcinação do clínquer. Novos cimentos com adições ativas ou até mesmo inativas serão futuramente oferecidos.

Atualmente no Brasil dispomos de apenas 6 tipos num total de 10 variedades de cimentos normalizados pela ABNT, nas EB-1/77; EB-2/74; EB-208/74; EB-758/74 e EB-903/77. Na França, em 1976, já havia 16 tipos de cimento normalizados pela AFNOR, num total de 39 variedades.

A otimização dos custos de produção forçará automaticamente o emprego racional dos cimentos hidráulicos. Para cada situação haverá o aglomerante mais adequado e conseqüentemente mais econômico.

Isto exige e exigirá ainda mais do engenheiro construtor o conhecimento básico das propriedades dos materiais disponíveis no mercado de forma a possibilitar a escolha e o proporcionamento adequado desses materiais para a obtenção do melhor do concreto, frente a uma dada situação.

Conforme apresentado, do ponto de vista da impermeabilidade, a escolha da natureza (tipo) do aglomerante hidráulico (cimento) e o fator água cimento em massa, são os parâmetros preponderantes que devem ser cuidadosamente eleitos.

Durante a execução, o cuidado com os pontos singulares, o tratamento de juntas de concretagem e a cura são aspectos relevantes na obtenção de estruturas estanques.

A não observância destas recomendações obrigam soluções posteriores do tipo impermeabilização com argamassas fortemente aditivadas, revestimentos sintéticos de natureza orgânica, extremamente caros e às vezes até insatisfatórios pois exigem mão-de-obra especializada nem sempre disponível nos canteiros de obras.

Estas notas tentam lembrar que o concreto é impermeável frente às pressões usuais de líquidos além de ser extremamente durável. Inúmeras barragens, reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, galerias de águas pluviais, etc., atestam esta afirmativa. Basta conhecer, aceitar e fazer obedecer as mínimas regras de tecnologia, para obter uma estrutura resistente, econômica e durável.

6. BIBLIOGRAFIA

1. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NB-1: Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado. Rio de Janeiro, 1978.
2. U. S. Department of the Interior - Bureau of Reclamation. Concrete Manual, 8 ed. Denver, 1975.
3. American Concrete Institute - ACI. Manual of Concrete Inspection. 5^a ed. Detroit, 1970. Publication SP. 2.
4. Dantas, Francisco de Assis Souza. Aspectos do Controle da Execução de Obra em Concreto Armado. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da USP para obtenção do título de Mestre em Engenharia. São Paulo, 1979.
5. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NB-279: Execução de Impermeabilização na Construção Civil, Rio de Janeiro, 1975.