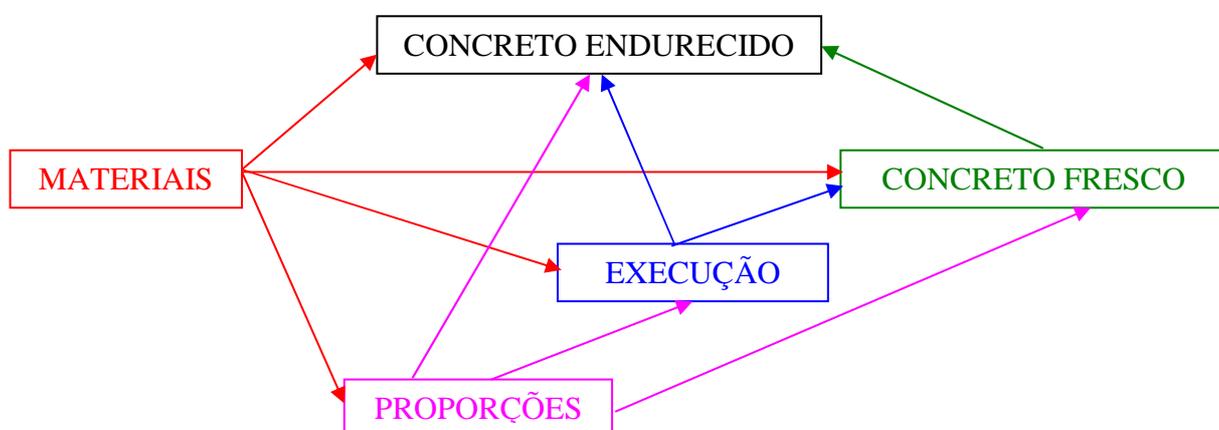




PREPARO E USO DO CONCRETO

O preparo do concreto é uma série de operações executadas de modo a obter, a partir de um determinado número de componentes previamente conhecidos, um produto endurecido com propriedades específicas detalhadas em um projeto.

Propriedades - As propriedades do concreto dependem dos materiais e suas proporções que influem tanto no concreto fresco como no concreto endurecido. O quadro pode ilustrar melhor esta explicação:



1) Operações:

- dosagem
- mistura
- transporte externo
- transporte interno
- lançamento
- adensamento
- cura

- Qualquer das etapas mal executada pode ser o suficiente para ocasionar problemas no produto final.
- Não há como compensar uma deficiência em qualquer das etapas com cuidados especiais em outra.
- Todas as etapas devem ser executadas com rigoroso controle.

Alguns cuidados devem ser observados antes da etapa de concretagem que são:



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
DISCIPLINA: MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO I E II

- verificação das formas com relação à capacidade de resistir esforços, estanqueidade e absorção;
- dimensionamento correto
- limpeza
- aplicação de desmoldantes

2) Manuseio e Estocagem:

Cimento - Deve estar acondicionado em locais secos e com pouca umidade, com empilhamento máximo de dez sacos, sempre sobre estrados de madeira, evitando-se o uso em concreto estrutural quando o prazo de estocagem for de mais de trinta dias. Neste caso utilizá-lo em elementos de menor importância como pisos, argamassas, etc.

Agregados - Ter certeza da uniforme distribuição granulométrica, evitando-se a segregação. Todos os materiais devem estar isentos de impurezas. Evitar o manuseio em vendavais e possíveis ocorrências de enxurradas que podem carrear o material fino.

Água - Verificar se existe contaminação de algum material incompatível com o cimento ou aço se for material estrutural.

Aditivos - Cuidados com a identificação e correta aplicação do produto, de acordo com a especificação.

3) Dosagem

É o processo de se estabelecer as proporções dos materiais, seja em volume ou massa.

Normalmente o concreto dosado em volume é aquele preparado em obra, através de padiolas, pelos volumes aparentes dos materiais. Existem dosadores contínuos de volume que funcionam através de comportas reguláveis que descarregam os materiais sobre esteiras. A água é regulada através de dosadores com vazão controlada.

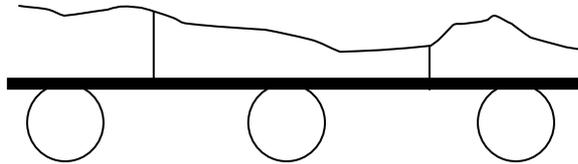
O concreto dosado em usina ou laboratório é normalmente em massa, através de balanças de precisão, sendo um processo mais exato com a correção da umidade executada de maneira mais correta. Os agregados são normalmente colocados em silos e descarregados por comportas hidráulicas. O cimento pode ser dosado em sacos ou em balança especial.

Existe também um processo de dosagem em peso continua, que é feita basicamente da mesma maneira. A diferença está na forma de medição do peso que é feita na própria esteira,



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
DISCIPLINA: MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO I E II

já que alguns dos roletes da esteira estão ligados à braços da balança de pesagem, sendo portanto a própria balança. As possíveis variações de peso são compensadas pelas comportas que regulam a vazão dos materiais.



As possíveis variações nas dosagens, normalmente não influem significativamente na qualidade do concreto. Quando a variação ocorre na areia e esta variação for superior à cinco por cento começa a haver influência na qualidade do produto final.

A maior influência na qualidade do concreto ocorre na alteração da relação água 1 cimento. A falta do cimento provoca a queda da resistência prevista.

As normas em geral admitem tolerâncias nas quantidades de material de até 3% da massa nominal, sendo interpretado como intervalo máximo de variação na quantidade de material, ficando dentro do desvio padrão adotado para cálculo da resistência do concreto.

4) Mistura

É o processo que vai procurar a homogeneidade de todos os componentes do concreto. Cada partícula do cimento deve estar em contato com a água, formando uma pasta homogênea e que envolva totalmente os agregados. As duas qualidades fundamentais de uma boa mistura são:

- **homogeneidade** : a composição deve ser a mesma em todos os pontos da mistura.
- **integridade** : todas as partículas de água devem estar em contato com todas as partículas sólidas.

As maneiras existentes para execução deste processo são a mistura manual e a mistura mecânica.

Mistura manual

Normalmente utilizada em serviços de pequeno porte sendo bastante satisfatório quando as quantidades de material são pequenas. A mistura é feita com pás ou enxadas. O processo é iniciado pela mistura dos agregados graúdos sendo depois adicionada uma mistura de areia e cimento. Depois de se ter certeza da homogeneidade da mistura, comprovada pelo aspecto visual se faz a adição da água de maneira gradual.



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
DISCIPLINA: MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO I E II

Estas operações devem ser feitas em locais próprios como caixas de madeira previamente molhadas, sobre chapas metálicas ou pisos de concreto ou cimento.

Um cuidado especial deve ocorrer com a adição de água visto que a dificuldade de se fazer a mistura provoca uma tentativa de aumento no volume de água para facilitar o processo, alterando assim o fator a/c.

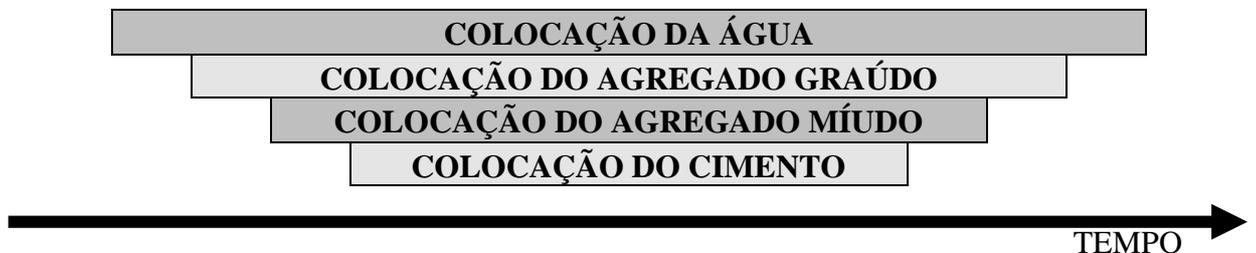
Mistura mecânica

A mistura é feita por um equipamento denominado betoneira, que proporciona a mistura por tombamento do material. A máquina gira em torno de um eixo e o material é misturado por aletas internas. Existem betoneiras de eixo inclinado, vertical e de eixo em espiral como os caminhões betoneira.

Os fatores fundamentais neste processo são:

1. tempo de mistura
2. velocidade do equipamento
3. colocação dos materiais.

Quando se dispuser de um equipamento de carga contínua ordem poderia ser a seguinte:



Caso este equipamento não seja disponível a colocação do material pode ser variável resultando produtos com qualidades variáveis dependendo desta ordem de colocação. Uma ordem que produz um bom resultado é a seguinte:

- 50% da quantidade de água
- 50 à 70% dos agregados
- cimento
- resto dos agregados
- resto de água

A homogeneidade da mistura pode ser comprovada visualmente, existindo alguns



métodos mais eficientes como o abatimento, granulometria e excesso de água.

5) Transporte para a obra

Este é tipo procedimento que ocorre quando o concreto é preparado em usina. Podem ser efetuado de duas maneiras

a) Caminhão basculante comum:

Este tipo de transporte é inadequado visto que pode haver perda de material por não serem estes caminhões perfeitamente estanques. Pode haver segregação devido à falta de agitação do material, além de perdas por exsudação, evaporação durante o transporte, trajetos com pisos irregulares, etc. Outro inconveniente é a descarga do material que é feita de forma inconveniente visto que a abertura da caçamba não é apropriada.

Existe um tipo de caminhão basculante com agitadores de fundo que permitem uma melhor qualidade do produto além de permitir um maior tempo de transporte. No primeiro caso pede-se ter um percurso de no máximo de 45 minutos ao passo que no segundo pode-se operar até 90 minutos, dependendo do operador e do percurso.

b) Caminhões betoneira:

São normalmente misturadores e agitadores, dependendo da velocidade de rotação da betoneira. Quando as rotações são de 6 à 16 rpm são agitadores, quando de 16 à 20 rpm, misturadores. Quando os caminhões têm dupla finalidade, a mistura pode ser terminada na obra. Quando o material sai da usina com velocidade de agitação pode-se fazer uma remistura rápida na obra.

Outra maneira é executar a adição da água somente na obra, exigindo entretanto um controle mais rigoroso neste aspecto. O transporte pode ocorrer em tempos de noventa minutos ou mais dependendo da experiência do operador.

O transporte muito prolongado e que ultrapasse este tempo deve ser feito com aditivos ou a utilização de materiais secos, com a adição de água somente no local da obra.

Problemas decorrentes do transporte

Alguns dos mais importantes são:

- hidratação do cimento que pode ocorrer devido às condições ambientes e à temperatura.
- evaporação da água devido também à fatores ambientais



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
DISCIPLINA: MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO I E II

- absorção por parte do agregado em especial da argila expandida. No caso deste perigo é conveniente a saturação antecipada do mesmo
- trituração que ocorre com a agitação do material friável. A areia modifica o módulo de finura ao passo que a brita pode-se transformar em areia. Em qualquer dos casos à necessidade de se alterar o teor de água para evitar a perda de trabalhabilidade.

6) Transporte dentro da obra

É o transporte após a descarga do concreto pela betoneira. Podem ser distâncias pequenas ou grandes dependendo unicamente da obra em questão.

Transporte manual

Caixas ou padiolas com peso compatível à este tipo de transporte, com no máximo 70 kg. sendo necessário neste caso o trabalho de duas pessoas. São também usados baldes que podem ser içados por cordas facilitando o transporte vertical.

A produção com este tipo de transporte é muito baixa, sendo somente admissível em obras de pequeno porte.

Transporte com carrinhos e giricas

Existem diversos tipos de carrinhos de mão de uma roda, ou giricas, de duas rodas. Deve-se ter caminhos apropriados sem rampas acentuadas. Deve-se usar carrinhos com pneus de modo a evitar tanto a segregação, como a perda do material. O transporte vertical em casos de grande altura devem ser efetuados por elevadores ou guinchos. Existem caçambas elevatórias associadas à elevadores que proporcionam uma maior rapidez neste transportes.

Transporte com guias caçambas e guindastes

São caçambas especiais para concreto com descarga de fundo e que são acionadas hidráulicamente. Estas caçambas são transportadas por guias ou guindastes e o tempo de aplicação depende da carga, transporte e descarga. Um dos limitadores é a capacidade da grua tanto na altura como na carga.

Transporte por esteiras

É feito pelo deslocamento de esteiras sobre roletes podendo ser transportado à diversas distâncias, podendo estas esteiras serem articuláveis o que permite o transporte para diversos pontos. Estas esteiras podem ser inclinadas desde que não com ângulos muito inclinados. Na



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
DISCIPLINA: MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO I E II

descarga deve haver um aparador para evitar a perda de material assim como um funil permite uma remistura dos agregados.

Alguns cuidados devem ser tomados com relação à velocidade visto que um aumento da mesma permite um maior contato com o ar aumentando assim a evaporação. A temperatura ambiente pode afetar a qualidade do concreto transportado.

Bombeamento

Transporte por meio de tubulações sob efeito de algum tipo de pressão que pode ser por ar comprimido, tubos deformáveis ou pistão. As maneiras mais eficientes são a primeira e a última. O sistema por ar comprimido tem uma perda significativa nas juntas das tubulações o que pode afetar a produtividade. O sistema de mangueiras deformáveis é por demais demorado. O sistema mais utilizado é o de pistões.

No sistema de ar comprimido o concreto é lançado dentro da tubulação através de um sistema de válvulas e gaxetas e impulsionado pela pressão do ar. no sistema de mangueira deformável o concreto é lançado na tubulação e através da pressão de roletes nos tubos. O sistema por pistões funciona também com um sistema de válvulas e gaxetas. O concreto é lançado na tubulação por um sistema de pistões e após esta operação uma válvula fecha esta entrada e libera outro pistão que impulsiona o concreto para a tubulação. Os ciclos se invertem recomeçando o processo.

As tubulações são rígidas, ligadas por um sistema de engate rápido, terminando num tubo flexível para a distribuição do concreto. O diâmetro mais utilizado é de 125 mm existindo entretanto outros.

Alguns cuidados devem ser adotados na execução do concreto tais como; o diâmetro do agregado não deve ser maior que 1/3 do diâmetro do tubo. O concreto deve ter slump de 8 a 10 com no mínimo 60% de argamassa. O concreto desloca-se dentro da tubulação de forma constante, devendo haver uma película lubrificante entre a tubulação e a massa, que é obtida com a introdução na tubulação de uma nata de cimento antes do início da concretagem.

Qualquer obstrução na tubulação deve ser imediatamente eliminada de modo a não permitir que o concreto endureça. A concretagem deve começar do ponto mais distante da tubulação com a retirada dos tubos que vão se tornando desnecessários. Em algumas concretagens se faz necessária a introdução de válvulas de retenção para impedir a volta do concreto

As figuras 1,2 e 3 indicam o funcionamento de cada um dos processos.

7) Lançamento

É o processo de colocação do concreto nas formas. O principal cuidado é evitar que o material se separe. Algumas indicações são:



- 1.** evitar o arrasto à distâncias muito grandes para não provocar a perda de materiais durante o arrasto.
- 2.** evitar o lançamento de grandes alturas também para evitar a segregação. As alturas máximas são de até 2 metros. E aconselhado o uso de calhas ou mangotes tomando-se o cuidado de se fazer aberturas laterais nas formas **110** caso de grandes alturas.

As figuras 4 e 5 indicam algumas maneiras corretas e incorretas de procedimento.

8) Adensamento

É a operação que procura a eliminação dos vazios que possam ocorrer durante o lançamento, tornando a mistura mais compacta, menos permeável e portanto mais eficaz. O adensamento depende fundamentalmente da trabalhabilidade do material. Algumas peças exigem adensamento lento e concreto fluido outras permitem concreto menos plástico e com adensamento mais enérgico. As formas de adensamento são o adensamento manual e o adensamento mecânico.

Adensamento manual

Pode ser feito com peças de madeira ou barras de aço que atuam como soquete e empurram o concreto para baixo expulsando o ar incorporado e eliminando os vazios. É um processo que exige certos cuidados e experiência. Um cuidado especial se dá quando do enchimento de peças de grande altura como pilares e cortinas. Nestes casos se deve acompanhar o enchimento com batidas de martelo na forma de modo a escutar onde possam ter ficado espaços vazios. É um processo que só deve ser usado em casos de emergência ou em locais de pouca importância devido à dificuldade de um correto acabamento.

Adensamento mecânico

É o processo que se usa na maioria dos casos normalmente com vibradores de agulha que são imersos na massa de concreto espalhando-o. A agulha é uma peça metálica que é fixada na extremidade de uma mangueira flexível dentro da qual gira um eixo ligado à uma ponteira de aço dentro da agulha que sendo excêntrica bata nas paredes da mesma provocando a vibração.

Os vibradores tem um raio de ação ou seja ele só provoca o adensamento com eficiência se agir em camadas subsequentes e adjacentes. O quadro indica a área de atuação de diversos tipos de agulhas.



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
DISCIPLINA: MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO I E II

DIÂMETRO DA AGULHA	RAIO DE AÇÃO
Dimensão em mm	Dimensão em mm
31	100
54	250
75	400
100	500
140	850

Alguns cuidados devem, ser tomados tais como:

- vibração em camadas não superior ao comprimento da agulha espessuras máximas de 40 à 50 cm;
- as distâncias máximas de vibração de 6 à 10 vezes o diâmetro da agulha, ou 1,5 vezes o raio de ação;
- vibração por curtos períodos e espaçamentos pequenos;
- vibração afastada das formas;
- angulo de inclinação da agulha entre 45° e 90° , sendo este o mais eficiente.
- procedimentos lentos e constantes evitando-se períodos longos em um mesmo ponto que pode ocasionar o afastamento dos agregados graúdos
- vibrações longas ocasionam segregação com o abaixamento do material mais graúdo e a subida da nata do concreto

Um bom indicativo da intensidade de vibração é o aparecimento de uma superfície brilhante e isto é um indicativo de que a água esta começando a separar-se dos agregados, devendo então ser terminado o processo. Outro indicativo é o respingo da nata na agulha que indica também o excesso de vibração.

Existem alguns processos especiais de vibração tais como:

- 1) vibradores de forma que são afixadas nas paredes das formas que tem a mesma eficiência dos vibradores de agulha. Como têm pouca mobilidade são menos utilizadas em obras. Seu uso é maior em peças pré-moldadas
- 2) vibradores de placas que são especiais para pavimentos onde placas ligadas à vibradores transmitem a vibração à pastas previamente espalhada
- 3) régua vibratórias que são placas de 30 à 40 cm de largura e 3 à 4 metros de comprimento que são puxadas por funcionários por meio de cabos de aço sendo a operação similar à placa porem com área de atuação menor.
- 4) mesas vibratórias onde são colocadas as peças à serem vibradas. Usadas em peças pré-moldadas com pequeno tamanho.
- 5) centriflgação que é usada em postes, tubos, estacas, etc, com adensamento de dentro para



fora contra as paredes do tubo

- 6) adensamento espontâneo que se faz com concreto muito fluido que se auto adensa, evitando a vibração
- 7) revibração que é um processo que se realiza antes do início do pega após o primeiro adensamento. Pode melhorar a qualidade do concreto desde que seja evitada a quebra da cristalização. Evita a exsudação e as fissuras iniciais.

9) Cura

A cura do concreto é uma operação que pretende evitar a retração hidráulica nas primeiras idades do concreto quando sua resistência ainda é pequena.

A perda de água se da por vários motivos tais como exposição ao sol, vento, exsudação, etc, e provocam um processo cumulativo de fissuração.

O fato de se evitar a perda de água é um fator importante para diminuir o efeito da fissuração. algumas maneiras já foram comentadas para diminuir este processo tal como a revibração do concreto Depois do início do pega ocorrem quatro tipos de retração:

- **Antógena** - que é a redução do volume da pasta
- **Hidráulica** - que é a perda de água não fixada ao cimento
- **Térmica** - que ocorre pela reação exotérmica da hidratação do concreto
- **Carbonatação** - que é a formação de carbonato de cálcio por reação da cal livre com o oxido de carbono do ar. É a menos significativa por ser muito lenta.

De um modo geral pode-se dizer que a contenção das retrações hidráulica e térmica podem minimizar o efeito da primeira. A térmica é controlada pela diminuição da temperatura e a hidráulica pela perda de água do concreto. O cuidado com proteções nos primeiros dias permite um aumento na capacidade resistente do concreto neste período, e conseqüentemente uma diminuição na retração do material. Alguns procedimentos de proteção podem ser:

- Molhar a superfície exposta diversas vezes nos primeiros dias após a concretagem
- proteção com tecidos umedecidos
- lonas plásticas que evitem a evaporação evitando-se a cor preta
- emulsões que formem películas impermeáveis que impeçam a saída d'água.

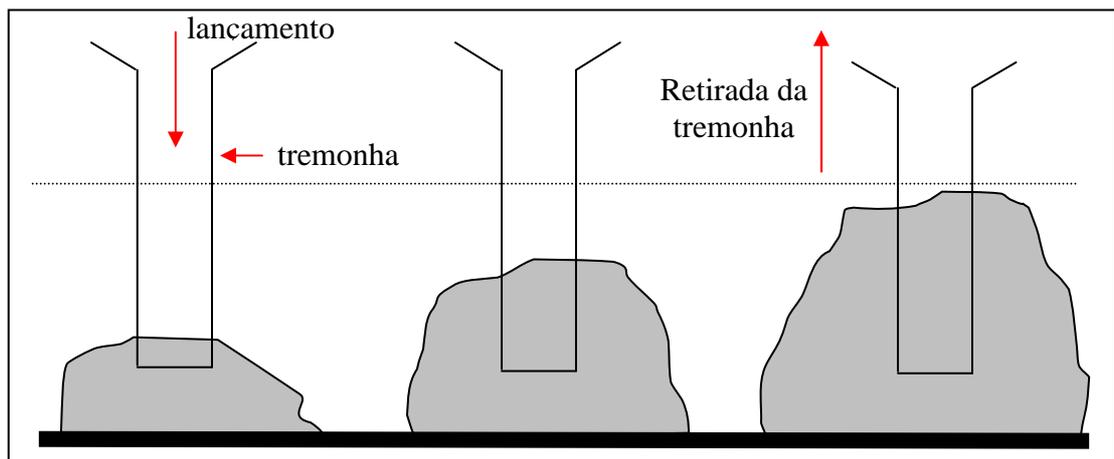


CONCRETOS PARA OBRAS ESPECIAIS

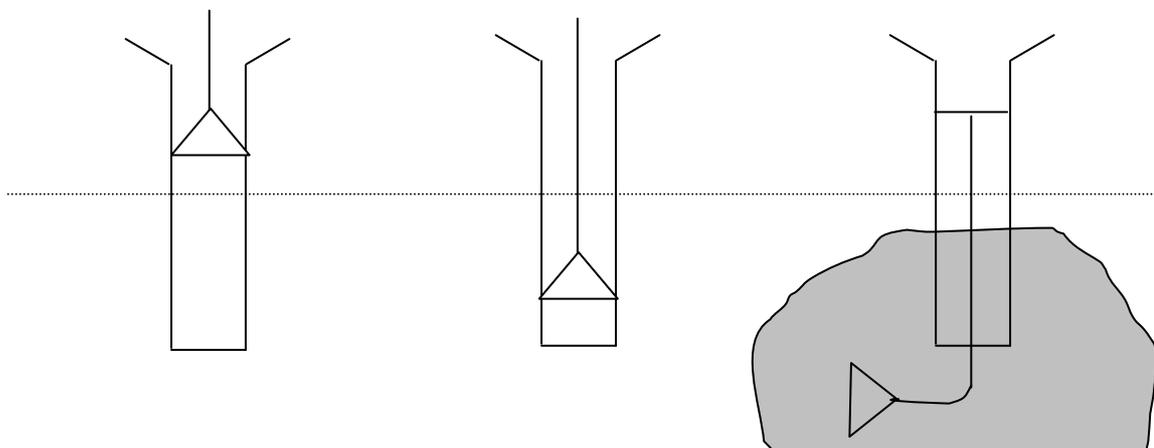
Algumas obras especiais requerem alguns tipos de concretos especiais, com cuidados diferenciados tanto na execução quanto na aplicação. Estas obras devem ser estudadas caso à caso porém para simples conhecimento algumas referências serão apresentadas.

1) Concretos Submersos

Nestes casos o procedimento de concretagem deverá ser de baixo para cima de modo que concreto que chegue expulse o que já está em contato com a água. O concreto se lançado diretamente em contato com a água vai provocar a lavagem do mesmo com a dispersão dos agregados, que vai ser denominado concreto lavado. As figuras mostram algumas maneiras de execução destas concretagens:



Existe também uma maneira de se evitar o contato água que é a utilização de um tampão perdido. Desta maneira o contato reduzido do material com a água provoca economia.

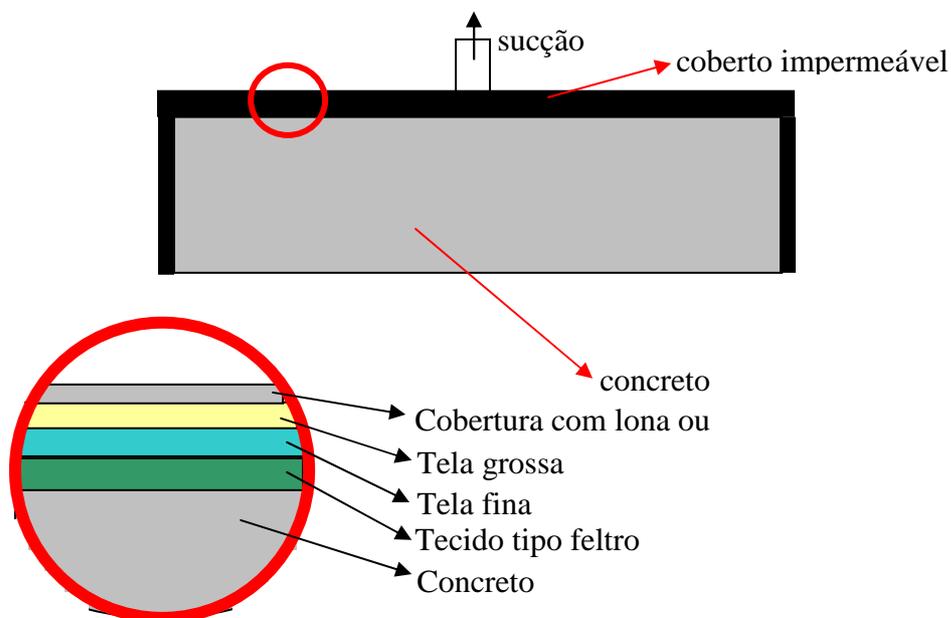




2) Concreto à vácuo

É um concreto que depois de lançado e adensado é submetido á vácuo. Este procedimento retira o excesso de água e só pode ser efetuado antes do início do pega. Desta maneira pode-se reduzir o fator a/e, eliminando-se a exsudação, aumentando-se a qualidade do concreto, principalmente na sua superfície. Pode-se portanto diminuir o consumo de cimento produzindo-se um concreto mais econômico.

Este tipo de concreto é usado para pisos que venham à ser submetidos à desgaste superficial.



3) Concretos Superfluídos

São concretos normais com aditivos plastificantes. São concretos autoadensantes e muito fáceis de serem aplicados. Normalmente usa-se um teor maior de areia que os normais e se bem dosados não apresentam segregação que é o seu maior inconveniente.

O efeito do aditivo dura por aproximadamente 40 minutos mas pode ser redosado sem comprometimento de qualidade. A principal desvantagem é o custo do aditivo.

4) Concretos com aditivos



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
DISCIPLINA: MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO I E II

Existem diversos tipos de aditivos para diversos tipos de problemas construtivos. Os plastificantes foram tratados à parte por serem mais comuns. Outros aditivos são usados em casos especiais.

Retardadores de pega são produtos que são utilizados quando o tempo de lançamento for prolongado, ao passo que aceleradores de pega são aqueles em que é necessário um endurecimento rápido. Em concretos expostos à ciclos de congelamento e degelo é conveniente a adição de incorporadores de ar que reduzem a resistência tendo entretanto vantagens na permeabilidade menor, retração e segregação.

Existem diversos aditivos que podem ser incorporados ao concreto sendo fundamental o conhecimento de sua aplicação, possíveis conflitos com o cimento adotado e aplicação correta do produto



JUNTAS DE CONCRETAGEM

Durante uma concretagem podem aparecer problemas e que se faça necessário a adoção de uma junta de concretagem. Estes problemas podem ser por exemplo a quebra de equipamento, acidentes, termino da jornada de trabalho, etc. Nestes casos é conveniente a adoção de determinados cuidados na retomada dos serviços.

Em primeiro lugar evitar o plano de cisalhamento ou seja, o angulo reto. É conveniente se utilizar ângulos de 45°. Na ligação do concreto novo com o já aplicado deve-se tomar cuidados com a limpeza das superfícies. Evitar o uso de ácidos que podem afetar tanto o concreto como a armadura. A utilização de uma argamassa do próprio concreto é aconselhável assim como a aplicação de produto próprio que ajuda na ligação dos dois concretos.

No caso específico de vigas evitar junta nos locais de esforços cortantes mais acentuados como os próximos à pilares sendo aconselhável os meios dos vãos.