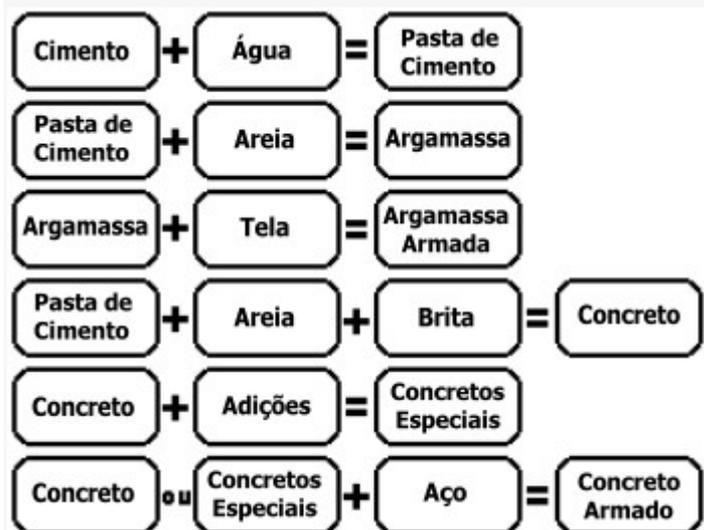


# Concreto

Concreto é basicamente o resultado da mistura de cimento, água, pedra e areia, sendo que o cimento ao ser hidratado pela água, forma uma pasta resistente e aderente aos fragmentos de agregados (pedra e areia), formando um bloco monolítico.

A proporção entre todos os materiais que fazem parte do concreto é também conhecida por dosagem ou traço, sendo que podemos obter concretos com características especiais, ao acrescentarmos à mistura, aditivos, isopor, pigmentos, fibras ou outros tipos de adições.

Cada material a ser utilizado na dosagem deve ser analisado previamente em laboratório (conforme normas da ABNT), a fim de verificar a qualidade e para se obter os dados necessários à elaboração do traço (massa específica, granulometria, etc.).



Outro ponto de destaque no preparo do concreto é o cuidado que se deve ter com a qualidade e a quantidade da água utilizada, pois ela é a responsável por ativar a reação química que transforma o cimento em uma pasta aglomerante. Se sua quantidade for muito pequena, a reação não ocorrerá por completo e se for superior a ideal, a resistência diminuirá em função dos poros que ocorrerão quando este excesso evaporar.

A relação entre o peso da água e do cimento utilizados na dosagem, é chamada de fator água/cimento (a/c).

O concreto deve ter uma boa distribuição granulométrica a fim de preencher todos os vazios, pois a porosidade por sua vez tem influência na permeabilidade e na resistência das estruturas de concreto.

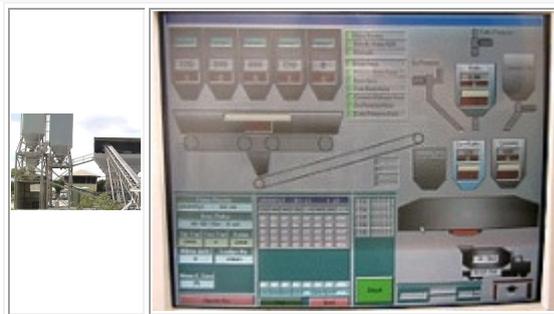
Ao visitar as páginas deste Site, você poderá obter mais informações sobre os diversos tipos de concreto e suas aplicações, o uso de aditivos, fibras, gelo e muito mais...

## Concreto Dosado em Central

Seja pela necessidade crescente de se construir com qualidade, economia e rapidez; pelo desafio de se obter grandes resistências ou para atender às determinações das normas brasileiras, a tecnologia do concreto não para de evoluir.

As exigências do mercado fizeram da simples tarefa de se misturar cimento, água e agregados, um trabalho para profissionais.

Respondendo a estes desafios está o concreto dosado em central (CDC), que é o concreto fornecido pelas empresas prestadoras de serviços de concretagem (concreteiras), através dos caminhões betoneira.



Fruto de muito trabalho, pesquisa e desenvolvimento, o CDC atende todas as solicitações das normas brasileiras (ABNT), chamando para si, a responsabilidade sobre o controle dos materiais; a dosagem; a mistura; o transporte e a resistência do concreto.



Nas páginas deste Portal, existem diversas informações que podem ajudar a entender um pouco mais sobre os materiais, serviços e equipamentos que envolvem a tecnologia do concreto.

### Concreto Virado na Obra

Concreto “Virado na Obra” é uma forma popular de dizer que o concreto esta sendo dosado e misturado, no canteiro da própria obra onde será aplicado.

Baldes, latas ou caixotes de madeira com dimensões conhecidas, são utilizados para fazer a dosagem dos componentes do concreto volumetricamente.

Para a mistura e homogeneização do concreto são utilizadas pás, enxadas, ou pequenas betoneiras elétricas.



Hoje, com toda a tecnologia desenvolvida para o concreto, contando com aditivos para diversas finalidades, controle tecnológico do concreto (amostras, ensaios, etc.), os mais diversos equipamentos para bombeamento, centrais dosadoras móveis (equipamentos dotados de balanças e que podem ser instalados nos canteiros mais distantes), ‘virar o concreto na obra’ passou a ser uma atividade que deve ser analisada com muito critério.

Outros fatores que podem pesar na decisão é que ‘virar na obra’ afeta na limpeza, na organização e no espaço disponível no canteiro, ocupa mais mão de obra, gasta mais água e energia elétrica, além das perdas de material devido a intempéries, falta de precisão na dosagem, etc.

Outra medida que deve ser tomada para ‘virar na obra’ e não se perder nos custos é checar o volume recebido de todos os caminhões que chegam com areia e pedra, armazenar o cimento protegido de qualquer tipo de umidade (local coberto e afastado do piso), além de ensaiar estes materiais em laboratório para conseguir um traço mais econômico.

## Concreto Pré-Moldado

Uma estrutura feita em concreto pré-moldado é aquela em que os elementos estruturais, como pilares, vigas, lajes e outros, são moldados e adquirem certo grau de resistência, antes do seu posicionamento definitivo na estrutura. Por este motivo, este conjunto de peças é também conhecido pelo nome de estrutura pré-fabricada.



Estas estruturas podem ser adquiridas junto a empresas especializadas, ou moldadas no próprio canteiro da obra, para serem montadas no momento oportuno.

A decisão de produzi-las na própria obra depende sempre de características específicas de cada projeto.



É de fundamental importância, portanto, um estudo criterioso dos custos que envolvem transportes, dimensões das peças, aquisição de formas, tempo de execução, espaço no canteiro, equipamentos disponíveis, controle tecnológico, acabamento e qualidade.



Em engenharia não existem soluções prontas para vencer a batalha entre custos e benefícios. Somente um bom planejamento, baseado nas necessidades específicas de cada obra, na sua localização e no recursos disponíveis para sua execução é que podem definir a melhor alternativa.

## Concreto Protendido

A resistência à tração do concreto está situada na ordem de 10% de sua resistência à compressão, sendo geralmente desprezada nos cálculos estruturais.

Encontrar meios de fazer o concreto ganhar força neste quesito é uma das eternas batalhas da engenharia, que tem como uma de suas grandes armas a protensão do concreto.



Ela pode ser definida como sendo o artifício de introduzir na estrutura, um estado prévio de tensões, através de uma compressão prévia na peça concretada (protensão).

Pode-se fazer uma experiência desta técnica, com algumas peças de dominó (capas de CD, livros,...) dispostos lado a lado. Se apertarmos este conjunto entre as palmas das mãos, comprimindo corretamente, poderemos erguer várias peças de uma só vez.

A protensão do concreto é obtida com a utilização de cabos de aço de alta resistência, que são tracionados e fixados no próprio concreto. Os cabos de protensão têm resistência em média quatro vezes maior do que os aços utilizados no concreto armado.

Dentro das vantagens que esta técnica pode oferecer, temos a redução na incidência de fissuras, diminuição na dimensão das peças devido à maior resistência dos materiais empregados, possibilidade de vencer vãos maiores do que o concreto armado convencional.



## Concreto Armado

Chamamos de concreto armado à estrutura de concreto que possui em seu interior, armações feitas com barras de aço.



Estas armações são necessárias para atender à deficiência do concreto em resistir a esforços de tração (seu forte é a resistência à compressão) e são indispensáveis na execução de peças como vigas e lajes, por exemplo.

Outra característica deste conjunto é o de apresentar grande durabilidade. A pasta de cimento envolve as barras de aço de maneira semelhante aos agregados, formando sobre elas uma camada de proteção que impede a oxidação. As armaduras além de garantirem as resistências à tração e flexão, podem também aumentar a capacidade de carga à compressão.



O projeto das estruturas de concreto armado é feito por engenheiros especializados no assunto, conhecidos também como calculistas. São eles quem determinam a resistência do concreto, a bitola do aço, o espaçamento entre as barras e a dimensão das peças que farão parte do projeto (sapatas, blocos, pilares, lajes, vigas, etc).

Um bom projeto deve considerar todas as variáveis possíveis e não só os preços unitários do aço e do concreto. Ao se utilizar uma resistência maior no concreto, por exemplo, pode-se reduzir o tamanho das peças, diminuindo o volume final de concreto, o tamanho das formas, o tempo de desforma, a quantidade de mão de obra, a velocidade da obra, entre outros.

### Concreto Projetado

Concreto que é lançado por equipamentos especiais e em alta velocidade sobre uma superfície, proporcionando a compactação e a aderência do mesmo a esta superfície.

São utilizados para revestimentos de túneis, paredes, pilares, contenção de encostas, etc.



Este Concreto pode ser projetado por via-seca ou via-úmida, alterando desta forma a especificação do equipamento de aplicação e do traço que será utilizado.

### Concreto Convencional

Podemos dizer que o Concreto Convencional é aquele sem qualquer característica especial e que é utilizado no dia a dia da construção civil.

Seu Slump Test (valor numérico que caracteriza a consistência do concreto) varia em torno de 40 mm a 70 mm, podendo ser aplicado na execução de quase todos os tipos de estruturas, com os devidos cuidados quanto ao seu adensamento.

Na obra, o caminhão pode descarregar diretamente nas formas, ou pode ser transportado por meio de carrinhos de mão, gericas, guas ou elevadores, não podendo ser bombeado.



Mesmo sendo um concreto simples, requer como qualquer outro um estudo prévio de seus componentes para a determinação do traço mais econômico, obedecendo as normas da ABNT, para sua elaboração, execução e controle tecnológico da estrutura.

### Concreto Bombeável

Os concretos bombeáveis, são elaborados com certas características de fluidez, necessárias para serem bombeados através de uma tubulação que varia de 3 a 5½ polegadas de diâmetro.

Esta tubulação tem início em uma bomba de concreto (onde o Caminhão Betoneira descarrega) e vai até o local de aplicação.



Sua utilização se tornou usual na construção civil, atendendo desde residências a edifícios de grandes alturas.

O serviço de bombeamento se caracteriza por dar uma maior rapidez a concretagem, diminuir a mão de obra para o transporte e aplicação do concreto, eliminar o uso de carrinhos de mão ou similares e utilizar um concreto que permite uma melhor trabalhabilidade, necessitando de menos vibração para um melhor acabamento.



### Concreto Rolado

É utilizado em pavimentações urbanas, como sub-base de pavimentos e barragens de grande porte.



Seu acabamento não é tão bom quanto aos concretos utilizados em pisos Industriais ou na Pavimentação de pistas de aeroportos e rodovias, por isso ele é mais utilizado como sub-base.



Seu baixo consumo de cimento e sua baixa trabalhabilidade, permitem a compactação através de rolos compressores

### Concreto Resfriado

Concreto gelado, ou melhor, resfriado é aquele que tem a temperatura de lançamento reduzida, através da adição de gelo à mistura, em substituição total ou parcial da água da dosagem.

Para se fazer este tipo de concreto, o gelo deve ser moído e ficar à disposição da central dosadora em caminhões frigoríficos. Ele só deve ser colocado no caminhão betoneira, momentos antes da carga.

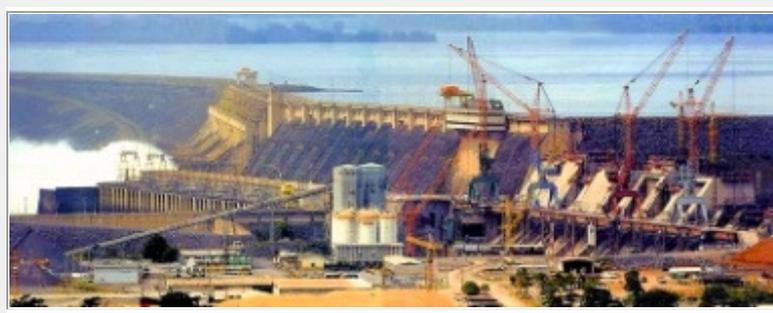
Em obras de grande porte são necessárias logísticas especiais, que podem incluir até a montagem de uma estrutura para produzir seu próprio gelo.

Sua adição tem como objetivo principal, a redução das tensões térmicas, através da diminuição do calor de hidratação nas primeiras horas. Este procedimento, além de evitar fissuras, mantém por mais tempo a trabalhabilidade e gera uma melhor evolução da resistência à compressão.



A temperatura inicial de lançamento é definida pelos técnicos e deve ser controlada durante toda a concretagem.

O concreto resfriado é mais utilizado em estruturas de grandes dimensões, ou seja, barragens, alguns tipos de fundações, bases para máquinas e blocos com alto consumo de cimento.



### Concreto Colorido

O concreto colorido é obtido através da adição de pigmentos à mistura, que é feita diretamente no caminhão betoneira, logo após a dosagem dos outros materiais.

Além de ser aplicado para dar um melhor efeito arquitetônico, ele já foi utilizado em grandes obras para associar uma cor a uma peça que está sendo concretada (Pilar vermelho, bloco verde, etc.), eliminando o risco da aplicação do concreto fora do local determinado.



Suas cores são duráveis, mas para se ter um bom acabamento, é preciso ter cuidados com a vibração do concreto, com a qualidade das formas e no momento da retirada das mesmas.

São aplicados também em pisos e podem ser associados a texturas, dando um efeito muito bom.



### Concreto Auto Adensável ou Fluido

Indicados para concretagens de peças densamente armadas, estruturas pré-moldadas, fôrmas em alto relevo, fachadas em concreto aparente, painéis arquitetônicos, lajes, vigas, etc.

Este concreto, com grande variedade de aplicações é obtido pela ação de aditivos superplastificantes, que proporcionam maior facilidade de bombeamento, excelente homogeneidade, resistência e durabilidade.



Sua característica é de fluir com facilidade dentro das formas, passando pelas armaduras e preenchendo os espaços sob o efeito de seu próprio peso, sem o uso de equipamento de vibração.

Para lajes e calçadas, por exemplo, ele se auto nivela, eliminando a utilização de vibradores e diminuindo o número de funcionários envolvidos na concretagem.

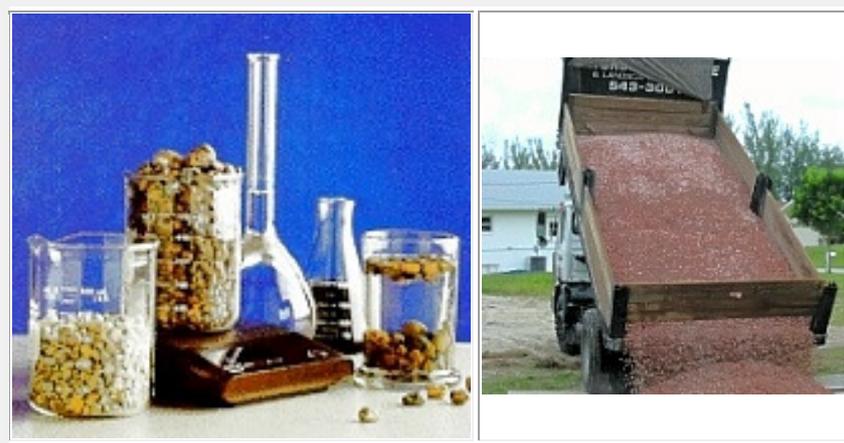


### Concreto Leve

Os concretos leves são reconhecidos pelo seu reduzido peso específico e elevada capacidade de isolamento térmico e acústico.

Enquanto os concretos normais têm sua densidade variando entre 2300 e 2500 kg/m<sup>3</sup>, os leves chegam a atingir densidades próximas a 500 kg/m<sup>3</sup>. Cabe lembrar que a diminuição da densidade afeta diretamente a resistência do concreto.

Os concretos leves mais utilizados são os celulares, os sem fins e os produzidos com agregados leves, como isopor, vermiculita e argila expandida.



Sua aplicação está voltada para procurar atender exigências específicas de algumas obras e também para enchimento de lajes, fabricação de blocos, regularização de superfícies, envelopamento de tubulações, entre outras.

### Concreto Pesado

O concreto pesado é obtido através da utilização de agregados com maior massa específica aparente em sua composição, como por exemplo, a hematita, a magnetita e a barita.

Sua dosagem deve proporcionar que a massa específica do concreto atinja valores superiores a 2800 kg/m<sup>3</sup>, oferecendo à mistura boas características mecânicas, de durabilidade e capacidade de proteção contra radiações.

Este concreto tem sua aplicação mais freqüente na construção de câmaras de raios-X ou gama, paredes de reatores atômicos, contra-pesos, bases e lastros.



### Concreto Submerso

Concreto submerso é a denominação dada ao concreto que é aplicado na presença de água, como alguns tubulões, barragens, estruturas submersas no mar ou em água doce, estruturas de contenção ou em meio à lama bentonítica, como é o caso das paredes diafragma.



Suas características principais são de dar uma maior coesão aos grãos, não permitindo a dispersão do concreto ao entrar em contato com a água e oferecer uma maior resistência química ao concreto.

Sua dosagem é feita com aditivos especiais e dependendo da agressividade do meio onde será inserido, pode necessitar de cimentos especiais e outros tipos de adições em sua composição.

Este concreto propicia maior visibilidade e segurança aos mergulhadores, facilidade de execução e uma diminuição na contaminação da água, reduzindo o impacto ambiental.



### Concreto Celular

O concreto celular faz parte de um grupo denominado de concretos leves, com a diferença de que ao invés de utilizar agregados de reduzida massa específica em sua composição, ele é obtido através da adição de um tipo especial de espuma ao concreto.

Sua utilização é bastante difundida pelo mundo, sendo aplicado em paredes, divisórias, nivelamento de pisos e até em peças estruturais e painéis pré-fabricados.

No Brasil existem interessantes projetos para sua utilização em casas populares, como é o caso do projeto batizado de casa 1.0, patrocinado pela ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland).



### Concreto Ciclópico

O concreto **ciclópico** ou **fundo de pedra argamassada**, como é conhecido em algumas aplicações, nada mais é do que a incorporação de pedras denominadas "pedras de mão" ou "matação" ao concreto pronto.

Estas pedras não fazem parte da dosagem do concreto e por diversos motivos, não devem ser colocadas dentro do caminhão betoneira, mas diretamente no local onde o concreto foi aplicado.

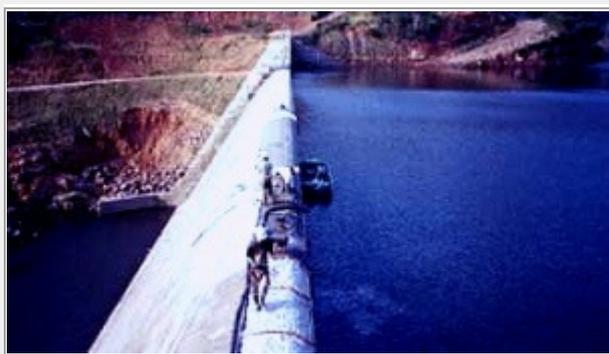
A pedra de mão é um material de granulometria variável, com comprimentos entre 10 e 40 cm e peso médio superior a 5 kg por exemplar.



Elas devem ser originárias de rochas que tenham o mesmo padrão de qualidade das britas utilizadas na confecção do concreto, devem ser limpas e isentas de incrustações nocivas à aplicação.

O controle tecnológico do concreto é o mesmo para os concretos convencionais e as proporções entre concreto e pedras de mão, devem obedecer às determinações do Engenheiro responsável pela obra ou do órgão contratante.

Sua aplicação é justificada em peças de grandes dimensões e com maquinário específico, pois em pequenas obras pode gerar problemas de recebimento, armazenamento, transporte interno, aplicação e controle das dosagens.



### Concreto de Alta Resistência Inicial

O concreto de alta resistência inicial, como o nome já diz é aquele que tem a característica de atingir grande resistência, com pouca idade, podendo dar mais velocidade à obra ou ser utilizado para atender situações emergenciais.



Sua aplicação pode ser necessária em indústrias de pré-moldados, em estruturas convencionais ou protendidas, na fabricação de tubos e artefatos de concreto, entre outras.

O aumento na velocidade das obras que este concreto pode gerar traz consigo a redução dos custos com funcionários, com alugueis de formas, equipamentos e diversos outros ganhos de produtividade.

A alta resistência inicial é fruto de uma dosagem racional do concreto, feita com base nas características específicas de cada obra. Portanto, a obra deve fornecer o maior número de informações possíveis para a elaboração do traço, que pode exigir aditivos especiais, tipos específicos de cimento e adições.



## Concreto com Adição de Fibras

Entre as adições utilizadas para melhorar certas características do concreto, as fibras tem tido papel de destaque no últimos anos, sendo objeto de muito estudo e desenvolvimento.



As fibras naturais ou sintéticas são empregadas principalmente para minimizar o aparecimento das fissuras originadas pela retração plástica do concreto.

Esta retração pode ter diversas causas, entre elas destacamos a temperatura ambiente, o vento e o calor de hidratação do cimento.

Sua aplicação depende das necessidades de cada obra, mas são utilizadas normalmente em pavimentos rígidos, pisos industriais, projetados, áreas de piscina, pré-moldados, argamassas, tanques e reservatórios, entre outros.

As fibras de aço, além de propiciarem a diminuição das fissuras, tentam conquistar espaço na substituição total ou parcial das telas e barras de aço em algumas aplicações do concreto.



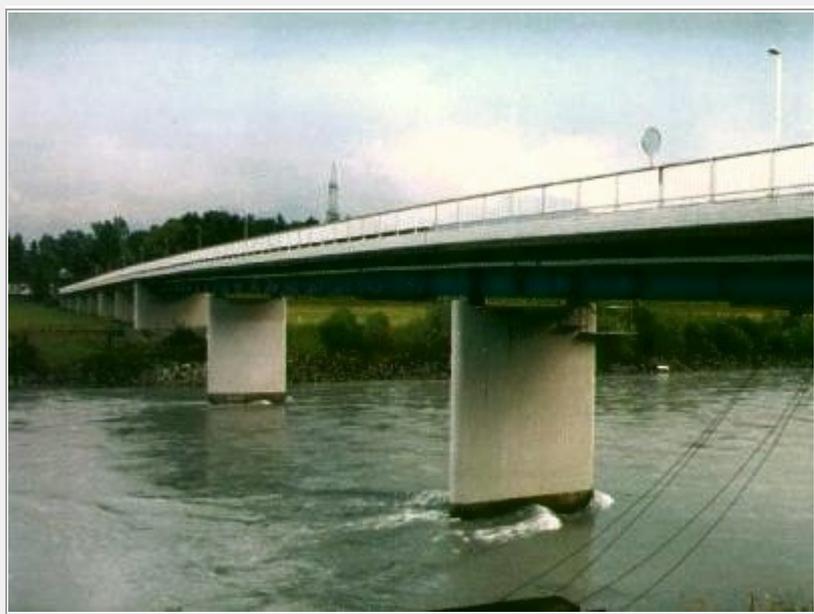
### Concreto de Alto Desempenho

O Concreto de Alto Desempenho (CAD) é calculado para se obter elevada resistência e durabilidade.

Com a utilização de adições e aditivos especiais, sua porosidade e permeabilidade são reduzidas, tornando as estruturas elaboradas com este tipo de concreto, mais resistentes ao ataque de agentes agressivos tais como cloretos, sulfatos, dióxido de carbono e maresia.

O CAD tem suas resistências superiores a 40 MPa, o que é de extrema importância para estruturas que necessitem ser compostas por peças com menores dimensões.

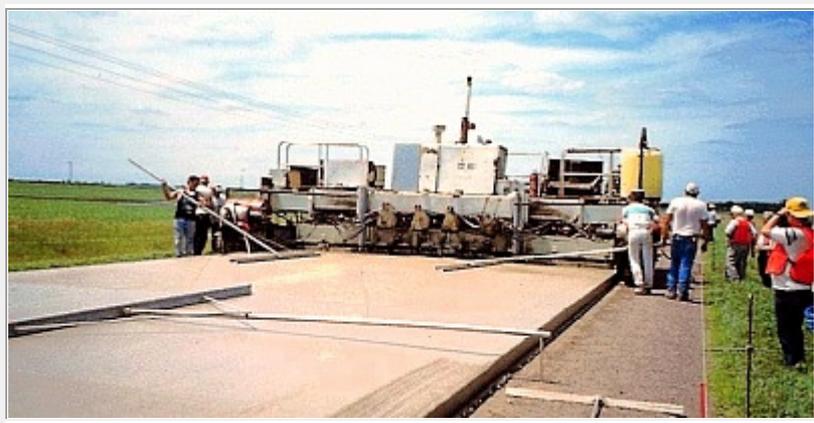
Além do aumento na vida útil das obras, este concreto pode proporcionar: desfôrmas mais rápidas, diminuição na quantidade e metragem das formas, maior rapidez na execução da obra.



## Concreto para Pavimento Rígido

Em um país de dimensões continentais, onde o transporte rodoviário é a principal via para a movimentação de todas as espécies de cargas, investir na malha viária é fundamental para quem quer seguir no caminho do progresso, sem correr o risco de acidentes.

Os pavimentos rígidos de concreto há muito estudados e utilizados em outros países, vêm ganhando força no Brasil, mesmo que de forma discreta e concentrada em grandes centros.



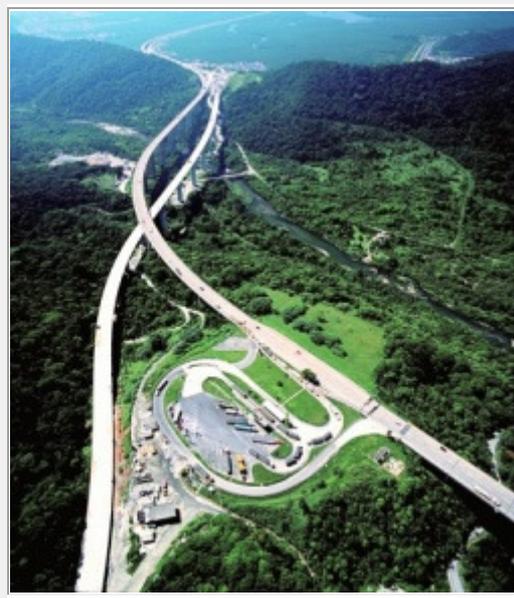
Existem várias características que tem feito crescer a opção pelo pavimento rígido, entre elas destacamos: Resistência, durabilidade, menor custo de manutenção, economia em iluminação pública, menor risco de acidentes, menor temperatura superficial, entre outras.

Além da crescente aplicação nas estradas, sua utilização é fundamental na reforma ou construção de pistas de aeroportos, nos corredores de ônibus e em grandes avenidas das cidades.

A tecnologia do concreto oferece um amplo leque de opções, para atender aos requisitos básicos de cada obra, como é o caso do atual desenvolvimento do whitetopping.

Neste processo que significa "cobrindo de branco", as pistas de asfalto são cobertas com concreto, trazendo às mesmas os benefícios do pavimento rígido.

Embora o custo inicial do pavimento de concreto seja mais elevado, muitas das ruas e estradas que conhecemos já estavam aí antes de nascermos e vão continuar quando partirmos. Para um ciclo de vida longo é melhor fazer bem feito e utilizar o dinheiro de tampar buracos na ampliação e melhoria da malha viária



Durante muito tempo os cálculos estruturais foram efetuados com base na resistência característica do concreto à compressão ( $f_{ck}$ ), principal propriedade mecânica do concreto.



A necessidade de se construir estruturas cada vez mais altas, esbeltas, duráveis e com maior rapidez, fez com que houvesse um desenvolvimento das técnicas de construção e dos materiais utilizados nas obras, mediante isto, tornou-se imprescindível também, uma revisão das normas brasileiras para a execução destas estruturas (NBR 6118/2000).

Dentro destas revisões nota-se o objetivo claro de deixar o projeto estrutural mais próximo do comportamento real da estrutura, tornando necessário, portanto, um conhecimento profundo de outras características do concreto, como a deformação, a fluência, a retração e outros parâmetros que demonstrem a resposta do concreto ao estado limite de trabalho.

No aspecto da deformação, podemos dizer que os materiais submetidos a esforços, podem apresentar um tipo de comportamento plástico, elástico ou até uma mistura dos dois (elasto-plástico).

A deformação elástica é aquela em que o material deformado retorna ao seu formato original, após a retirada da carga que o deformou, enquanto que na deformação plástica, não há retorno. No entanto, a maioria dos materiais passa por um comportamento elástico, antes de atingir uma deformação plástica (irreversível).

O módulo de elasticidade do concreto é, portanto, um dos parâmetros utilizados nos cálculos estruturais, que relaciona a tensão aplicada à deformação instantânea obtida, conforme a NBR 8522 (Concreto - Determinação do Módulo de Deformação Estática e Diagrama Tensão x Deformação - Método de Ensaio). O módulo permite ter uma melhor noção do comportamento da estrutura com relação à desfôrma ou a outras características desejadas do concreto.

É bom lembrar que um concreto com alta resistência à compressão, nem sempre é um concreto pouco deformável.

### Concreto com Pega Programada

Na linguagem de obra, dizer que o "concreto está dando pega", significa dizer que o concreto começou a perder a plasticidade, tornando mais difícil a sua aplicação.

Em outras palavras, o processo de pega é a mudança de estado das misturas que contem cimento e água (pastas, argamassas e concretos), de uma condição de maleabilidade, até deixarem de se deformar a ação de pequenos esforços.

O tempo deste processo (reação química) pode ser constatado através de ensaios padronizados de cimento, com a utilização do aparelho de Vicat.

"Início de pega" é o intervalo de tempo existente entre a adição de água ao cimento e o começo da reação.

Conforme este tempo de "início", o cimento tem as seguintes classificações:

- Pega rápida: menor do que 30 minutos;
- Pega semi-rápida: entre 30 e 60 minutos;
- Pega normal; mais do que 60 minutos.

O tempo de "fim de pega" também é contado a partir da adição da água ao cimento, levando em média de 5 a 10 horas para os cimentos normais.

O concreto de pega programa é, portanto, a mistura composta por cimento e aditivos apropriados, que através de dosagens experimentais, nos permitem conhecer e controlar o início desta reação.

Ele pode ser aplicado em concretagens a longas distâncias, lançamentos com grandes intervalos de tempo, obras de grandes volumes, não sendo recomendado para pisos industriais, que merecem um estudo especial.



### Concreto para Pisos Industriais

O piso de uma indústria é o local que merece uma atenção toda especial dentro do seu projeto e execução.



Por ser um local de trânsito intenso e sujeito a ataques de agentes agressivos, solicita um trabalho de qualidade em todas as etapas da obra (dosagem, aplicação, cura, juntas de dilatação,...).

O concreto deve ter características de manter a consistência durante a aplicação, ter baixa permeabilidade, elevada resistência à abrasão, baixos níveis de fissuração e um tempo de pega conveniente.

Tais características proporcionam uma menor exsudação, melhor acabamento e maior durabilidade para os pisos.



## Argamassa

Argamassa é uma mistura composta basicamente por cimento, areia, cal hidratada e água, mas conforme a influência de características regionais, outros materiais têm sido utilizados na sua composição, como o saibro, o barro e o caulim, entre outros.

É bom lembrar, neste caso, que a mistura de cimento e água gera uma série de reações químicas durante o processo de pega e endurecimento. Elementos existentes em materiais de origem duvidosa podem interferir nestas reações, prejudicando a argamassa no momento da aplicação, do acabamento ou quanto a sua resistência.

As argamassas têm como principais aplicações:

- Assentamento de tijolos, blocos, azulejos, cerâmicas, tacos, ladrilhos, etc;
- Revestimento de paredes, pisos e tetos;
- Impermeabilização;
- Regularização de superfícies (buracos, ondulações, desníveis, etc);



A tecnologia das argamassas tem se desenvolvido bastante, colocando à disposição do mercado o produto ideal para cada aplicação acima. No momento de construir é sempre bom consultar as opções, verificar os custos e os benefícios de cada uma destas soluções.



## Microconcreto

A palavra microconcreto engloba, na prática, uma série de misturas de materiais que são classificadas com este nome.

Entre elas temos o grout, alguns tipos de argamassas e o concreto elaborado com agregados graúdos de pequena dimensão (até 9,5 mm), também conhecido como concreto de pedrisco.

Independentemente do nome, os processos de dosagem e aplicação destes materiais, devem obedecer aos mesmos padrões de qualidade dos demais concretos.



Outra observação importante é a de que quanto maior a dimensão dos agregados e mais variada a sua granulometria, mais econômico se torna o traço. Portanto, os microconcretos devem ser utilizados de preferência para reparos, em peças de pouca espessura, ou densamente armadas.



## Grout

Grout é uma argamassa composta por cimento, areia, quartzo, água e aditivos especiais, que tem como destaque sua elevada resistência mecânica.

Ele se caracteriza por ser auto adensável, permitindo sua aplicação no preenchimento de vazios e juntas de alvenaria estrutural.



Outros pontos fortes de sua utilização estão na recuperação de estruturas, na fixação de equipamentos, no reparo de pisos, entre outros.

No mercado, podemos comprá-lo em grandes volumes ou em pequenas embalagens, para adicionar água, misturar e aplicar.



Podem ser "virados na obra", desde que se tenha o conhecimento e os materiais necessários para este tipo de operação.

Chegam a atingir resistências superiores a 25 MPa em 24 horas e a passar dos 50 MPa aos 28 dias.

### Concreto extrusado (maquininha)

Concreto extrusado é aquele que é aplicado para a construção de guias e sarjetas.



Basicamente elas são construídas por um destes métodos:

- 1- Com peças pré-moldadas, que são alinhadas e assentadas no local;
- 2- Apenas com as guias pré-moldadas e as sarjetas sendo concretadas na obra;
- 3- Através de uma máquina extrusora, que recebe o concreto diretamente do caminhão betoneira e segue ao lado deste, enquanto molda o conjunto.

O concreto utilizado na máquina extrusora deve ser elaborado com brita zero (pedrisco) e ter uma consistência (slump) de aproximadamente 20 mm para atender às necessidades do equipamento.



O consumo de cimento deste concreto varia entre 200 e 300 kgs/m<sup>3</sup>.

O rendimento do equipamento depende do perfil da peça, mas chega a atingir vinte metros lineares de guia/sarjeta com um metro cúbico de concreto.

O concreto que passa pela máquina extrusora é também conhecido como "concreto extrusado", "concreto farofa" ou "concreto maquininha".



### Resistência Característica do Concreto à Compressão

O cálculo de uma estrutura de concreto é feito com base no projeto arquitetônico da obra e no valor de algumas variáveis, como por exemplo, a resistência do concreto que será utilizado na estrutura.

Portanto, a **Resistência Característica do Concreto à Compressão (fck)** é um dos dados utilizados no cálculo estrutural. Sua unidade de medida é o MPa (Mega Pascal), sendo:

Pascal: Pressão exercida por uma força de 1 newton, uniformemente distribuída sobre uma superfície plana de 1 metro quadrado de área, perpendicular à direção da força.

Mega Pascal (MPa) = 1 milhão de Pascal = 10,1972 Kgf/cm<sup>2</sup>.

Por exemplo: O Fck 30 MPa tem uma resistência à compressão de 305,916 Kgf/cm<sup>2</sup>.

O valor desta resistência (fck) é um dado importante e será necessário em diversas etapas da obra, como por exemplo:

Para cotar os preços do concreto junto ao mercado, pois o valor do metro cúbico de concreto varia conforme a resistência (fck), o slump, o uso de adições, etc.

No recebimento do concreto na obra, devendo o valor do fck, fazer parte do corpo da nota fiscal de entrega, juntamente o slump.

No controle tecnológico do concreto (conforme normas da ABNT), através dos resultados dos ensaios de resistência à compressão.

Neste ensaio, a amostra do concreto é "capeada" e colocada em uma prensa. Nela, recebe uma carga gradual até atingir sua resistência máxima (kgs). Este valor é dividido pela área do topo da amostra (cm<sup>2</sup>). Teremos então a resistência em kgf/cm<sup>2</sup>. Dividindo-se este valor por 10,1972 se obtém a resistência em MPa.

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), descreve com exatidão os ensaios de **Resistência à Compressão** e de **Slump Test**, através de suas normas.



O concreto, dentro das variáveis que podem existir nos projetos estruturais, foi o item que mais evoluiu em termos de tecnologia. Antigamente muitos cálculos eram baseados no fck 18 MPa e hoje, conseguimos atingir no Brasil, resistências superiores a 100 MPa.

Isto é uma ferramenta poderosa para os projetistas e para a engenharia em geral. Implica na redução das dimensões de pilares e vigas, no aumento da velocidade das obras, na diminuição do tamanho e do peso das estruturas, formas, armaduras, etc.

## Consistência do Concreto

A consistência é um dos principais fatores que influenciam na trabalhabilidade do concreto. Cabe ressaltar este assunto, pois muito se confunde entre **consistência** e **trabalhabilidade**.

O termo **consistência** está relacionado a características inerentes ao próprio concreto e está mais relacionado com a mobilidade da massa e a coesão entre seus componentes.

Conforme modificamos o grau de umidade que determina a consistência, alteramos também suas características de plasticidade e permitimos a maior ou menor deformação do concreto perante aos esforços.

Um dos métodos mais utilizados para determinar a consistência é o ensaio de abatimento do concreto, também conhecido como slump test.

Neste ensaio, colocamos uma massa de concreto dentro de uma forma tronco-cônica, em três camadas igualmente adensadas, cada uma com 25 golpes. Retiramos o molde lentamente, levantando-o verticalmente e medimos a diferença entre a altura do molde e a altura da massa de concreto depois de assentada (figura abaixo).



A **trabalhabilidade** depende, além da consistência do concreto, de características da obra e dos métodos adotados para o transporte, lançamento e adensamento do concreto.

Como exemplo, podemos dizer que um concreto com slump de 60 mm foi excelente e de fácil trabalhabilidade quando aplicado em um determinado piso. Este mesmo concreto, aplicado em um pilar densamente armado, foi um tremendo desastre, ou seja, a consistência era a mesma (60 mm), mas ficou impossível de se trabalhar.

O que costuma ocorrer na obra, nestes momentos de difícil aplicação é do encarregado pela concretagem solicitar para colocar água no concreto, alterando as características do mesmo.

A relação entre água e cimento é essencial para a resistência do concreto e não pode ser quebrada. Não dá para remediar sem correr riscos. O correto é sempre fazer ou comprar um concreto de acordo com as características das peças e com os equipamentos de aplicação disponíveis. As Concreteiras têm sempre profissionais capacitados a indicar o tipo de Slump apropriado para cada situação.

## Agregados para Concreto

Agregados são materiais que, no início do desenvolvimento do concreto, eram adicionados à massa de cimento e água, para dar-lhe "corpo", tornando-a mais econômica. Hoje eles representam cerca de oitenta por cento do peso do concreto e sabemos que além de sua influência benéfica quanto à retração e à resistência, o **tamanho**, a **densidade** e a **forma** dos seus grãos podem definir várias das características desejadas em um concreto.

Devemos ter em mente que um bom concreto não é o mais resistente, mas o que atende as necessidades da obra com relação à peça que será moldada. Logo, a consistência e o modo de aplicação acompanham a resistência como sendo fatores que definem a escolha dos materiais adequados para compor a mistura, que deve associar trabalhabilidade à dosagem mais econômica.

Os agregados, dentro desta filosofia de custo-benefício, devem ter uma curva granulométrica variada e devem ser provenientes de jazidas próximas ao local da dosagem. Isto implica em uma regionalização nos tipos de pedras britadas, areias e seixos que podem fazer parte da composição do traço.

Com relação ao tamanho dos grãos, os agregados podem ser divididos em graúdos e miúdos, sendo considerado graúdo, todo o agregado que fica retido na peneira de número 4 (malha quadrada com 4,8 mm de lado) e miúdo o que consegue passar por esta peneira.

Podem também ser classificados como artificiais ou naturais, sendo artificiais as areias e pedras provenientes do britamento de rochas, pois necessitam da atuação do homem para modificar o tamanho dos seus grãos. Como exemplo de naturais, temos as areias extraídas de rios ou barrancos e os seixos rolados (pedras do leito dos rios).

Outro fator que define a classificação dos agregados é sua massa específica aparente, onde podemos dividi-los em **leves** (argila expandida, pedra-pomes, vermiculita), **normais** (pedras britadas, areias, seixos) e **pesados** (hematita, magnetita, barita).

Devido à importância dos agregados dentro da mistura, vários são os ensaios necessários para sua utilização e servem para definir sua granulometria, massa específica real e aparente, módulo de finura, torrões de argila, impurezas orgânicas, materiais pulverulentos, etc.

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) é o órgão que define estes ensaios e suas formas de execução. Os resultados dos mesmos vão implicar na aprovação dos agregados para sua utilização no concreto.

Uma das vantagens do concreto dosado em central é, portanto, que este pacote de ensaios já está embutido na contratação dos serviços de concretagem.



Nas Centrais Dosadoras os agregados devem ser separados em baias e são colocados nas balanças ou caixas com o auxílio de uma pá carregadeira.

## Aditivos para Concreto e Argamassa

Os aditivos, que não estavam presentes nos primeiros passos do desenvolvimento do concreto, hoje são figuras de fundamental importância para sua composição. Há quem diga que eles são o quarto elemento da família composta por cimento, água e agregados e que sua utilização é diretamente proporcional à necessidade de se obter concretos com características especiais.

Eles tem a capacidade de alterar propriedades do concreto em estado fresco ou endurecido e apesar de estarem divididos em várias categorias, os aditivos carregam em si dois objetivos fundamentais, o de **ampliar as qualidades** de um concreto, ou de **minimizar seus pontos fracos**.

Como exemplo, podemos dizer que sua aplicação pode melhorar a qualidade do concreto nos seguintes aspectos:

E pode diminuir sua:

- Tempo de pega (retardar ou acelerar)

Sua utilização, porém, requer cuidados. Além do prazo de validade e demais precauções que se devem ter com a conservação dos aditivos é importante estar devidamente informado sobre o momento certo da aplicação, a forma de se colocar o produto e a dose exata.

Não é exagero comparar os aditivos aos remédios, que podem tanto trazer mais saúde para seus pacientes, como podem virar um veneno se ministrados na dose errada.

Tomando-se os cuidados necessários a relação custo-benefício destes produtos é muito satisfatória. As empresas que prestam serviços de concretagem, não abrem mão das suas qualidades e possuem, portanto, equipamentos e controles apropriados para conseguir o melhor desempenho possível dos concretos aditivados.



### **Materiais que podem ser adicionados ao concreto.**

A necessidade de aprimorar certas características do concreto, levou ao desenvolvimento dos aditivos e incentivou também a busca por outros tipos de materiais que, adicionados ao concreto, pudessem melhorar ainda mais o seu desempenho.

Várias experiências de sucesso já consagraram alguns destes materiais, que atingiram objetivos como: aumentar a resistência, colorir o concreto, diminuir o calor de hidratação, reduzir fissuras, etc.

Estes materiais, quando adicionados à mistura, não têm uma classificação oficial, mas podemos dizer que no concreto, tudo que não é cimento, agregado, água ou aditivo, pode ser chamado de adição.

Entre os materiais utilizados como adições temos as fibras de nylon ou de polipropileno que evitam fissuras, os pigmentos para colorir, as fibras de aço que substituem armaduras, o isopor para enchimentos, a sílica ativa e o metacaulim que aumentam a resistência e diminuem a permeabilidade, entre outros.

Cabe ressaltar que os cimentos também passam por seu próprio desenvolvimento. As adições de Filler, Escória e Pozolana, por exemplo, são responsáveis pelos cimentos do tipo CII-F, CII-E e CII-Z. Elas propiciam uma diminuição da permeabilidade e da porosidade capilar, aumentam a resistência a sulfatos e reduzem o calor de hidratação.

Outro ponto positivo é que certos tipos de adições, tanto no cimento quanto no concreto, carregam também consigo um benefício ambiental.

No caso das cinzas volantes e das escórias de alto forno, consideradas subprodutos poluidores, temos não só um destino para estes resíduos, mas também uma economia da energia elétrica utilizada nos processos e um aumento na vida útil das jazidas de calcário.

Como tudo no concreto, os cuidados com as adições devem ser os maiores possíveis, tanto na compatibilidade com os outros componentes do concreto, quanto na realização de dosagens experimentais, definições de sistemas de cura, tipos de fôrmas, etc.

## Fôrmas para Concreto

O desenvolvimento do concreto, nas últimas décadas, não foi apenas com relação aos componentes da mistura, mas envolveu todos os processos que pudessem interferir na qualidade, no custo da obra e nos cuidados com o meio ambiente.

As fôrmas não ficaram fora desta evolução. Sem o seu avanço, a alta velocidade das obras, permitida por concretos mais resistentes e menos deformáveis, estaria totalmente comprometida.

A necessidade é a mola mestra do progresso, e como sempre é dela que surgem as boas soluções. No caso das fôrmas, a preocupação com o meio ambiente, a quantidade de reaproveitamentos, a qualidade no acabamento do concreto, a praticidade na hora de montar e desmontar, são alguns dos fatores que impulsionaram o setor.



O trabalho que era feito na obra, de maneira artesanal, gerando resíduos e desperdícios de toda ordem, virou uma produção industrializada, com projetos sob medida e redução do custo final.

Além dos métodos de trabalho, a variedade de materiais para a confecção das fôrmas também cresceu. O que era exclusividade das madeiras naturais, evoluiu para os compensados de reflorestamento e ganhou a concorrência de formas metálicas, dos plásticos e atualmente até de plásticos reciclados.

Seja qual for o material ou o método de trabalho, um bom estudo das alternativas é fundamental antes de comprar ou alugar um conjunto de fôrmas.



## Controle Tecnológico do Concreto

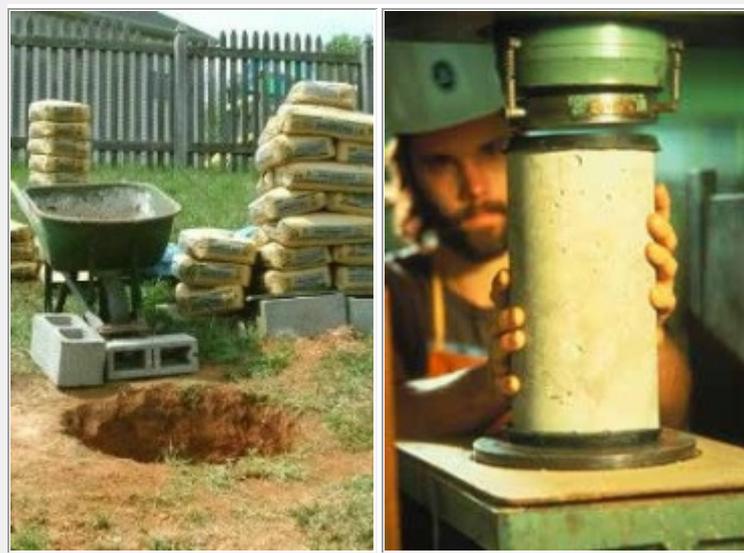
Falar em controle tecnológico do concreto, significa falar principalmente, no controle dos materiais que fazem parte da sua composição, pois as principais "doenças" que podem afetar o concreto, estão intimamente ligadas à falta de qualidade dos materiais que o compõem.

É importante que o construtor tenha uma noção básica sobre este assunto, antes de iniciar um processo de "rodar o concreto na obra", pois a economia, neste caso, pode se transformar em uma grande dor de cabeça.



A NBR 12654 (Controle Tecnológico dos Materiais Componentes do Concreto) dispõe sobre os ensaios que devem ser efetuados nestes materiais. Como sabemos que é praticamente impossível encontrar materiais totalmente isentos de substâncias nocivas, as normas desempenham um papel de fundamental importância, pois nos apresentam os limites de tolerância destes elementos.

Já entre as determinações da NBR 12655 (Concreto – preparo, controle e recebimento) existe a obrigatoriedade de uma dosagem experimental para concretos com resistência igual ou superior a 15 MPa.



Portanto, a contratação de um laboratório gabaritado para a execução destes serviços é de fundamental importância para quem quer fazer seu próprio concreto.

No caso de quem compra o concreto dosado em central, os encargos com os ensaios dos materiais e com as dosagens experimentais, já estão implícitos nas responsabilidades da própria concreteira. Isto não impede que o comprador faça ensaios paralelos, ou solicite para que a concreteira lhe forneça para análise, os resultados dos ensaios que ela fez em seus materiais.

Além das dosagens experimentais e dos ensaios dos materiais, o Controle Tecnológico do Concreto estabelece que sejam feitos ensaios de amostras retiradas do concreto fresco. Com mais este procedimento, está fechado o círculo dos cuidados necessários para se manter constante a qualidade exigida do concreto, sendo estes ensaios utilizados também como parâmetros para a aceitação do concreto.

### Aceitar ou Rejeitar.

A aceitação é feita normalmente em dois momentos distintos:

Quando do recebimento do caminhão betoneira na obra, através do teste de consistência, também conhecido como ensaio de abatimento ou slump test (NBR 7223).

O resultado deste teste deve ser menor ou igual ao valor máximo admitido na nota fiscal de entrega do concreto. Se o resultado for superior, demonstrará que o concreto está com excesso de água em sua composição, o que implica em uma alteração do fator água/cimento e na possível queda de sua resistência. Neste caso o caminhão pode ser rejeitado.



Independentemente da realização do teste de slump, devem ser colhidas amostras do concreto (corpos de prova), que no estado endurecido servirão para a realização de ensaios de resistência à compressão.

Estas amostras devem ser em quantidade suficiente para a determinação do **Fck estimado**, através de fórmulas e parâmetros existentes na NBR 6118.

A aceitação, neste caso, será automática se o fck estimado for maior ou igual ao fck solicitado.

Caso contrário poderão ainda ser feitos:

- Ensaios especiais no concreto, gerando novos resultados de fck para comparação.
- Uma análise do projeto, para verificar se o fck estimado é aceitável.
- Ensaios da estrutura.

Se mesmo assim o concreto for rejeitado, poderemos ter:

- Um reforço na estrutura.
- O aproveitamento da estrutura, com restrições quanto ao seu uso.
- A demolição da parte afetada.

Como vimos, o controle tecnológico é de grande importância para quem quer executar uma obra com qualidade e fundamental para quem não quer assumir os riscos de uma obra sem controle.