

## RELAÇÃO DAS ATIVIDADES QUE PRECEDEM E AS QUE ESTÃO ENVOLVIDAS NA PRODUÇÃO DA ESTRUTURA EM CONCRETO *IN LOCO* EM CHAPECÓ – SC

Neudi José Leseux<sup>1</sup>  
 Poliana Bellei<sup>2</sup>  
 Ailson Oldair Barbisan<sup>3</sup>

### RESUMO

O presente estudo tem como propósito compreender a dinâmica e o processo da relação das atividades que precedem e as que estão envolvidas na produção da estrutura de concreto armado no município de Chapecó - SC. A metodologia utilizada para a pesquisa foi indutiva, para o tipo de método científico classifica-se como exploratória, no que se refere aos níveis de pesquisa e para o delineamento da pesquisa o estudo partiu do método de pesquisa em campo, observações, fotografias, documentação, testes e também questionário, a definição de área e população da pesquisa são as obras e as concreteiras de Chapecó – SC e, por fim, a análise e interpretação dos resultados foi de forma qualitativa e quantitativa. A importância deste estudo para a engenharia civil se dá pelo fato de que é preciso compreender como estas atividades estão interligadas, e são fundamentais para que o concreto armado tenha maior durabilidade. A estrutura de concreto armado inicia-se ao produzir o material com a resistência necessária, e finaliza no processo de cura do mesmo, analisando o controle de produção, os cuidados na etapa de recebimento do material, os valores de consistência e resistência à compressão dos corpos de prova de concreto. Como resultado para esse estudo destaca-se, a necessidade do responsável técnico pelas obras acompanhar o processo de produção do concreto, pois se essa fase não acontecer corretamente, as outras etapas também irão apresentar problemas, sendo que, uma consequência leva a outra. Com isso, a relação das atividades que precedem e as que estão envolvidas na produção da estrutura de concreto armado são importantes para a durabilidade do concreto armado.

**Palavras-chaves:** Atividades, Estrutura de concreto armado, Produção, Resistência.

### 1 INTRODUÇÃO

A engenharia civil vem se aprimorando quanto à execução da estrutura da obra, com isso, é necessário atentar-se a etapa da construção. As obras são caracterizadas como sendo um processo dinâmico e interdependente, necessitando de um trabalho sincronizado e harmônico. Discorrendo sobre esse tema, toda e qualquer empresa tem como princípio realizar uma estrutura de concreto armado com qualidade.

<sup>1</sup> Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil da UCEFF.

<sup>2</sup> Docente do curso de Engenharia Civil da UCEFF: polianabellei@gmail.com.

<sup>3</sup> Docente da UCEFF. ailsonbarbisan@uceff.edu.br.

Assim, se dá a justificativa dessa pesquisa, pois é necessário cuidados nas etapas de concretagem, desde o início da preparação do concreto, seja em usinas ou até mesmo na obra, até a parte final da retirada das fôrmas, para não acontecer fissuras, infiltração, entre outros fatores ocasionados pela falta de cuidado durante as etapas da produção da estrutura de concreto armado.

Segundo a ABNT/NBR 6118 (2014) quando não se cumpre o estabelecido nas normativas, como por exemplo, a fiscalização do concreto quando chega na obra, a realização do abatimento de tronco de cone e a moldagem dos corpos de prova, para realizar o ensaio de resistência à compressão, quando não é feita uma fôrma de qualidade (bem vedada e limpa), escoramento necessário, assim como a cura do concreto, a estrutura de concreto armado não será de qualidade diminuindo sua durabilidade.

A durabilidade da estrutura da obra é uma questão importante, segundo Helene (2001), este período é definido do momento que é terminado a construção até o início do surgimento de “defeitos”, onde este pode comprometer a estrutura, a isso cabe ao responsável técnico verificar na obra.

Com isso, verificar nas concreteiras e em obras parâmetros como, abatimento de tronco de cone, resistência à compressão de concreto, bem como analisar como ocorrem os cuidados antes e após o concreto ser recebido e implantado nas obras, são fundamentais para que a edificação apresente maior durabilidade. A partir disso, a questão problema é: **Qual a relação das atividades que precedem e as que estão envolvidas na produção da estrutura em concreto *in loco* em Chapecó - SC?** Possuindo como objetivo geral o de apresentar a relação das atividades que precedem e as que estão envolvidas na produção da estrutura em concreto *in loco* em Chapecó – SC.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Fachini e Souza (2006) o setor da engenharia está investindo no que diz respeito ao planejamento das obras, tem em vista que o mercado está cada vez mais competitivo, busca por uma melhor qualidade, e ao mesmo tempo redução de prazos de entrega da obra.

Um dos meios de se executar uma estrutura é fazendo a utilização do sistema construtivo em concreto armado, este material é uma junção do concreto simples e barras de aço (BOTELHO, 2006).

O surgimento do concreto armado só foi possível por meio da aderência, ou seja, a união existente entre o concreto e o aço. Esta aderência faz com que as deformações na estrutura na região de contato entre as barras de aço e o concreto sejam iguais entre os materiais envolvidos (FUSCO, 2012).

O concreto é o principal material para a construção civil, sendo ele produzido em usinas ou nos canteiros de obras, onde precisa ser produzido adequadamente. Caso isso não seja possível, as outras atividades envolvidas com a produção de estrutura em concreto armado, também não irão cumprir sua função adequadamente, resultando em patologias de diversas características (CÁNOVAS, 1988).

## 2.1 PROCESSO DE PRODUÇÃO DO CONCRETO ARMADO

Toda e qualquer etapa não sendo executada corretamente, pode ser suficiente para acarretar em problemas no resultado final do concreto. Neste sentido, é preciso ter atenção em todas as etapas. Alguns cuidados devem ser observados antes das fases da concretagem, como por exemplo, verificar se as fôrmas estão bem vedadas, pois estas controlam dimensão do elemento estrutural. Outros elementos importantes seriam a limpeza e aplicação de desmoldantes nas fôrmas (BOTELHO, MARCHETTI, 2010).

O processo de produção do concreto divide-se em: dosagem, mistura, transporte externo e interno, lançamento, adensamento e cura.

A mistura é um processo que possibilita a homogeneidade de todos os produtos necessários para o concreto. O cimento deve estar em contato com a água, onde forma uma pasta homogênea envolvendo totalmente todos os agregados. As duas qualidades fundamentais são: homogeneidade, onde a composição deverá ser a mesma em todos os pontos da mistura e a integridade, a água precisa estar em contato com todos os componentes sólidos (BOTELHO, MARCHETTI, 2010).

A mistura pode ocorrer de três maneiras: manual, mecânica e usinado. O transporte do concreto refere-se à locomoção até a obra e em seguida o deslocamento até o local de lançamento, isso quando o concreto é comprado em usinas (HELENE, 1994).

Bauer (2011) classifica o transporte do concreto em: Transporte Horizontal, Transporte Inclinado; Transporte Vertical; Bombas; Caminhões Betoneira

Já o lançamento consiste em colocar o concreto nas fôrmas, é preciso ter muito cuidado em relação ao tempo máximo entre o amassamento e o lançamento. O lançamento do concreto ocorre em três etapas (BAUER, 2011):

- a) 1ª etapa – Preparação das fôrmas, estas devem ser resistentes, estar limpas e antes de receber o concreto é preciso molhar as mesmas;
- b) 2ª etapa – Colocação do material transportado, cuidados para evitar segregação, plano de início e término etc.;
- c) 3ª etapa – maneiras de colocação, ou seja, receber o adensamento compatível com as espessuras adequada para cada situação.

O adensamento, é o processo que possui como objetivo eliminar espaços vazios dentro das fôrmas ocasionado pelo lançamento, tornando a mistura mais eficiente. Os tipos de adensamento são manual e mecânico (BAUER, 2011).

Para o mesmo autor, a cura do concreto é um conjunto de medidas que precisam ser seguidas, para prevenir a evaporação da água utilizada no amassamento do concreto, esta água é de extrema importância para a hidratação do cimento. É necessária a cura do concreto para poder alcançar um melhor desempenho. Quando esse processo é realizado de maneira inadequada, o mesmo pode ocasionar diminuição da resistência e da durabilidade do concreto, rachaduras, camada superficial fraca, porosa e permeável, e também vulnerável à entrada de substâncias proveniente do meio ambiente, os quais podem agredir o concreto. Existem vários métodos de cura, entre eles: Irrigação ou aspersão de água; Submersão; Recobrimento: Recobrimento com plásticos e semelhantes; Conservação das fôrmas; Impermeabilização por pinturas; Aplicação de cloreto de cálcio; Membranas de cura.

Bauer (2011) traz a importância da cura, onde está tem como objetivo prevenir a evaporação, quando não é feito o processo de cura, pode-se diminuir a resistência e a durabilidade do concreto. Helene (1994, p. 345) completa que “Os dois objetivos da cura são impedir perda precoce de umidade e controlar a temperatura do concreto durante um período suficiente para que este alcance um nível de resistência desejado.”

Para Isaia (2011, p. 58) a cura “[...] é o conjunto de medidas com a finalidade de evitar a evaporação prematura da água necessária à hidratação do cimento, que rege a pega e seu endurecimento [...]”.

### **2.1.1 Trabalhabilidade**

Sobral (2011) conceitua trabalhabilidade como processo executivo, onde o concreto precisa ter uma consistência adequada, pois quando lançado nas fôrmas, estas devem ser preenchidas corretamente. Nas fôrmas preenchidas com concreto fresco, o mesmo deve apresentar consistência e dimensões máximas dos agregados apropriados para determinada obra, respeitar as dimensões das peças, distribuição das barras, métodos de transporte, lançamento e adensamento. Todos esses fatores influenciam na trabalhabilidade do concreto. Resulta em uma propriedade do concreto ainda em seu estado fresco.

Helene (1994) aponta que além de ser uma característica que se encontra ligada ao material, assim como a consistência, também abrange relações referente à natureza da própria obra que está sendo realizada. As propriedades do concreto não podem ser consideradas individualmente, pois a consistência influencia na trabalhabilidade.

É preciso ter cuidado quanto ao tipo de construção, pois segundo Ripper (1995), em função disso é determinado o valor de abatimento. Na Tabela 1, são apresentados os valores do abatimento de tronco de cone com vibração.

**Tabela 1 - Valores de abatimento**

Tipo de construções	Consistência/ trabalhabilidade	Valores de abatimento em mm	
		Min.	Máx.
Fundações e muros não armados	Firme	20	60
Fundações e muros armados	Firme até plástico	30	70
Estruturas comuns	Plástico	50	70
Peças esbeltas ou com excesso de armadura	Mole até plástico	70	90
Concreto aparente	Plástico até mole	60	80
	Até 40 m	Mole	80
Concreto bombeado	Mais de 40 m	80	100
Elementos pré-fabricados	Muito mole	90	130
Lastros-pisos	Plástico até firme	30	80
Pavimentação	Firme até plástico	50	70
Blocos maciços (concreto socado)	Firme	20	50
	Muito firme	10	30

Fonte: Adaptado de Ripper (1995).

A ABNT/NBR 7212 (2012) trata da execução de concreto dosado em central, e apresenta tolerância de abatimento, conforme o exposto na Tabela 2.

**Tabela 2 - Tolerância de abatimento**

Valor do abatimento	Tolerância permitida pela ABNT/NBR 7212
10 a 90 mm	Tolerância de 10 mm
100 a 150 mm	Tolerância de 20 mm
Acima de 160 mm	Tolerância de 30 mm

Fonte: Adaptado da ABNT/NBR 7212 (2012).

É possível utilizar alguns métodos para analisar a trabalhabilidade do material, a ABNT/NBR NM 67 (1998) recomenda o ensaio de abatimento do tronco de cone. A consistência do concreto está relacionada com as características e proporções dos materiais utilizados, permitindo correlacioná-las com a mobilidade da massa e coesão entre seus componentes.

### **2.1.2 Resistência característica do concreto à compressão**

Para Botelho e Marchetti (2010) a resistência é a capacidade do concreto no estado endurecido, de resistir às diversas condições de carregamento. Assim, a resistência mecânica oferecida pelo concreto endurecido, é tomada como base para que os engenheiros dimensionem os elementos estruturais. O cálculo referente a uma estrutura de concreto é realizado com base no projeto arquitetônico da obra.

A resistência característica do concreto à compressão é representado pela sigla  $f_{ck}$  ( $f$  = resistência;  $c$  = concreto;  $k$  = média). É um dado de extrema relevância para o cálculo estrutural, e sua unidade de medida é em Mega Pascal (MPa), refere-se a pressão exercida por uma força equivalente a um Newton, de maneira uniforme é distribuída sobre a superfície plana de um metro quadrado de área (BOTELHO, MARCHETTI, 2010):

A ABNT/NBR 5738 (2015) estabelece o processo de moldagem e cura dos corpos de prova para o ensaio de resistência à compressão do concreto, bem como a ABNT/NBR 5739 (2007) apresenta o processo de rompimento das amostras.

Segundo a ABNT/NBR 6118 (2014), alguns fatores influenciam na resistência característica à compressão do concreto, como: composição, realização da cura, forma de aplicação dos carregamentos, estado de tensões, forma e dimensões dos corpos de prova, etc.

## **3 METODOLOGIA**

A metodologia é um conjunto de elementos utilizados na resolução de problemas. Este trabalho utilizou como método científico o indutivo, ou seja, por meio de estudo de casos específicos se conclui uma verdade geral, começa com o específico e termina com conclusões gerais (MARCONI, LAKATOS, 2003).

O nível de pesquisa desse estudo é exploratória, ou seja, envolve levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que conhecem o assunto, e utiliza exemplos para ajudar

na compreensão, ou seja, “[...] têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições” (GIL, 2002, p. 41).

O delineamento da pesquisa foi dividida em: Estudo de campo. Para a coleta de dados necessários para o desenvolvimento do trabalho utilizou-se as técnicas de observação, questionário e testes.

Marconi e Lakatos (2003, p. 97) colocam que “A observação é ativa e seletiva, tendo como critério de seleção as "expectativas inatas". Só pode ser feita a partir de alguma coisa anterior. Esta coisa anterior é nosso conhecimento prévio ou nossas expectativas.”

Gil (2002, p. 114) destaca que “Por questionário entende-se um conjunto de questões que são respondidas por escrito pelo pesquisado.” O questionário aplicado possui 7 questões de múltipla escolha, ou seja, que Gil (2010) classifica como questionário fechado. Também conta com 3 questões que Gil (2010) classifica como questionário aberto, onde a pessoa que for responder pode dar sua opinião.

Testes são “[...] instrumentos utilizados com a finalidade de obter dados que permitam medir o rendimento, a frequência, a capacidade ou a conduta de indivíduos, de forma quantitativa” (MARCONI, LAKATOS, 2003, p. 223).

Para a pesquisa a população alvo são as obras e usinas de concreto que possuem ligação direta com a compra e fornecimento de concreto usinado de Chapecó - SC. Gil (2002) conceitua que população são elementos com determinadas características. A amostra delimita-se a três obras e três concreteiras do município de Chapecó - SC, todos estes ligados a construção civil da cidade. Parente (2003) define amostra como uma parte de uma população, a qual serão analisados dados à serem utilizados para a pesquisa. Neste sentido a amostra desta pesquisa não é de caráter probabilística por conveniência, ou seja, não está fundamentada na matemática ou na estatística. Eberle *et al* (2011, p. 26) coloca que por conveniência é quando “[...] a amostra é escolhida da forma mais conveniente para o pesquisador, mais utilizada para pré-testes.” A análise e interpretação dos dados foi de caráter qualitativo e quantitativo.

#### **4 RESULTADOS DO ESTUDO**

Em atenção aos objetivos deste estudo, após o aprofundamento teórico relativo às discussões subsidiárias, foi desenvolvida cada etapa dessa pesquisa. Os resultados estão

dispostos por tópicos, divididos em: abatimento do concreto, os cuidados na obra antes e após a concretagem, resistência à compressão dos corpos de prova de concreto, e sugestões de melhorias dos processos.

A pesquisa foi realizada em três usinas de concreto no município de Chapecó - SC, e em seguida três obras de escolha aleatória. Além disso, foram analisados em laboratório os corpos de prova de concreto, tanto das concreteiras quanto das obras.

As observações ocorreram somente nas obras, sendo considerados os processos desde antes da chegada do caminhão betoneira de concreto até a cura do mesmo. A coleta de dados por meio da observação foi realizada em campo, por meio de fotografias. A importância de utilizar a fotografia na pesquisa vem como intuito de documentar como se deu o processo das atividades que precedem e as que estão envolvidas na produção da estrutura de concreto armado das obras.

Além disso, foi realizado o questionário, onde o mesmo ocorre sem a presença do entrevistador. O questionário foi entregue nas três concreteiras e nas três obras, sendo considerado um tempo de 20 dias para a coleta das respostas.

Nesse estudo, também foi utilizado testes, nesse caso, os resultados obtidos são valores de abatimento de tronco de cone e de resistência à compressão do concreto. As concreteiras forneceram alguns resultados dos testes que elas fazem, e ainda no momento antes da concretagem foi retirada determinada quantidade de concreto para fazer as análises.

Foram estudadas três usinas de concreto e três obras, onde os dados coletados são para analisar relação das atividades que precedem, e as que estão envolvidas na produção da estrutura em concreto armado.

#### 4.1 TRABALHABILIDADE/CONSISTÊNCIA DO CONCRETO

A trabalhabilidade do concreto envolve considerações referente à natureza da obra, e também os métodos que serão utilizados para o lançamento, adensamento e acabamento. Para verificar o abatimento de tronco de cone, é necessário realizar o teste de consistência, este foi realizado de acordo com a ABNT/NBR NM 67 (1998).

Estão expostos nesse trabalho os resultados de consistência realizado e fornecido pelas concreteiras (antes da saída do caminhão betoneira para a obra), e nas obras (após a chegada do caminhão betoneira na obra). Quanto ao ensaio na obra nas obras foi retirado um balde de concreto para a realização do ensaio, antes da concretagem.

A seguir, apresentam-se os resultados dos ensaios das concreteiras, e em uma obra de cada concreteira. Para não expor as concreteiras nem as obras, estas estão denominadas como: Concreteira A, Concreteira B e Concreteira C; Obra 1, Obra 2 e Obra 3.

Na Concreteira A foi utilizado concreto bombeado em uma obra residencial, sendo que o concreto saiu da concreteira com um valor de abatimento de 100 mm. Chegando à Obra 1 foi necessário aumentar a água, e conseqüentemente, o abatimento, devido ao concreto ainda não estar com a consistência adequada. Conversando com o engenheiro responsável pela obra, o ajuste foi necessário para que não ficassem espaços vazios na forma, e entre as ferragens, assim, o concreto foi ajustado para uma consistência de 130 mm.

Na Concreteira B, também houve a necessidade de ajuste o abatimento, este concreto foi destinado aos pilares e vigas de um edifício, sendo estes no segundo piso da Obra 2. O concreto utilizado foi bombeado saindo da empresa com um abatimento de 100 mm, mas na Obra 2, pela mesma explicação da obra anterior (Obra 1), houve a necessidade de aumentar para 110 mm, melhorando o processo de adensamento dentro das fôrmas, não correndo o risco de ficar espaços vazios, facilitando a passagem do concreto entre as ferragens.

Por fim, o concreto da Concreteira C saiu com abatimento do concreto de 80 mm, e quando chegou à Obra 3, o mesmo foi ajustado para 100 mm, estando dentro do máximo permitido.

As três concreteiras e obras apresentadas utilizaram o concreto bombeado, devido ao porte das obras serem grandes, com isso, dificultaria o trabalho se o concreto não fosse bombeado. O objetivo do concreto bombeado é ser transportado por pressão por meio de tubos, descarregando diretamente ou próximo do local de aplicação. No caso das obras desse estudo, o concreto foi diretamente colocado no local de aplicação. Em todas as obras aconteceu a vibração do concreto.

Analisando os resultados obtidos nas empresas, com o que os autores propõe, pode-se dizer que estes estão de acordo com o especificado, as três empresas utilizaram concreto bombeado, não ultrapassando uma altura de 40 metros de concretagem, sendo que os resultados de abatimento não foram abaixo de 80 mm e nem acima de 100 mm. Já os resultados obtidos diretamente nas obras, duas, das três obras, ultrapassam o limite máximo exposto por Ripper (1995) o qual é de 100 mm.

O abatimento do concreto estabelecido pelo ensaio nas empresas vem especificado na nota fiscal. De acordo com a ABNT/NBR 7212 (2012) os valores das concreteiras estão dentro do especificado. Já nas obras, pode-se dizer que a Obra 1 ultrapassa essa tolerância, pois o

máximo permitido é 100 mm, e o ensaio realizado na obra mostrou 130 mm. Foi conversado com a pessoa que entrega o concreto nas obras, sobre como que funciona a questão do resultado final da consistência, uma vez que sai da empresa com um determinado valor e na obra existe a possibilidade de aumentar. O responsável pela entrega colocou que ele tem permissão para aumentar o abatimento até determinado valor, sendo este estipulado pelo responsável técnico na usina de concreto, acima destes valores estipulados ele não pode acrescentar mais água.

#### 4.2 ETAPAS ANTES E DEPOIS DA CONCRETAGEM

Antes e depois da concretagem de um elemento estrutural é preciso ter alguns cuidados. A concretagem pode somente acontecer depois de certificar-se que as fôrmas estão organizadas, vedadas e limpas, sendo que as ferragens devem estar posicionadas de maneira correta. Nas três obras em estudo os cuidados são os mesmos, embora na Obra 1 tratar-se da concretagem da laje, na Obra 2 são pilares e vigas, e na Obra 3 a fundação, conforme a Figura 1. Nas três obras foi observado a preocupação em verificar se a estrutura estava escorada adequadamente no caso de pilares, laje e vigas.

**Figura 1 - Laje (Obras 1), Pilares e Vigas (Obra 2) e Fundação (Obra 3)**



Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

Somente após as fôrmas prontas os responsáveis pelas obras fazem a solicitação do concreto para a usina. Em conversa com os funcionários, em média, o pedido é feito com uma semana de antecedência, sendo realizada confirmação no dia anterior à concretagem. Observando a organização dos funcionários percebe-se que quando o concreto chega à obra não é dada importância para a nota fiscal, sendo este considerado um fator de importância

documental para a obra. A ABNT/NBR 12655 (2015), que trata do preparo, controle e recebimento de concreto, salienta que quem recebe o concreto da usina deve estar atento a alguns requisitos, são eles: tipo de cimento utilizado, traço, etc.; resistência característica; elasticidade; consistência; dimensão do agregado graúdo; consumo de cimento; fator água-cimento; aditivos; volume; preço unitário e total; horário de saída do caminhão.

Utilizando concreto usinado torna-se importante estar atento aos itens citados acima. Na nota fiscal é interessante analisar se a mesma possui um item chamado Discriminação dos Serviços, neste está especificado o fck do concreto, consistência, se o concreto é bombeado ou não, volume, tipo de cimento, tipos de agregados e dimensão, água (não especifica a quantidade), aditivo, preço unitário do total.

Comparando os itens descritos na nota com a ABNT/NBR 12655 (2015), na Concreteira A, esse item poderia ser mais detalhado, por exemplo, na quantidade de água. Quando utilizado água em excesso, durante a concretagem a tendência é que ele escorra entre as fôrmas, para o caso de fôrmas bem vedadas, a água acaba subindo até a superfície carregando parte do cimento. Quando o concreto chega à obra é feito o teste de abatimento, e a coleta do material para o teste de resistência à compressão do concreto.

Nas três obras o concreto foi bombeado, este é feito com uma bomba. Quando o concreto é bombeado deve-se ter alguns cuidados devido à altura, como: verificar se a consistência está adequada, e a quantidade a água. O lançamento foi feito diretamente no local destinado, na Obra 1 sendo na laje, na Obra 2 nos pilares e vigas, e na Obra 3 diretamente na fundação. É preciso ter cuidado para não ficar muito tempo com o concreto no caminhão, assim, o lançamento deve ser feito o quanto antes, que nada mais é, do à colocação do concreto nas fôrmas.

Não foi percebido nenhuma dificuldade dos funcionários em executar esta etapa, nas obras foram realizados dois passos para o lançamento: Verificação das fôrmas (limpeza, vedação e molhar); Colocação do material – neste momento foi evitado a segregação e que a fôrma não ficasse com espaços vazios.

Para que não ocorram espaços vazios é necessário o adensamento, este tem por objetivo tornar o concreto mais compacto, retirando o ar ocasionado pela fase da mistura, transporte e lançamento. Há duas possibilidades de realizar o adensamento, de forma manual e a mecânica. Em conversa com os funcionários das três obras, a adensamento manual só é utilizado para peças pequenas. Na Obra 1 e 2, sendo observado na primeira obra a construção de uma laje, e vigas e pilares na segunda obra, o adensamento foi mecânico, ocasionando vibrações. No caso

da Obra 3, por se tratar das fundações da edificação, os funcionários colocaram que não há necessidade de adensamento nas sapatas, o adensamento é feito só nas vigas. O adensamento foi realizado logo após o concreto ser lançado em cada elemento estrutural respectivo a esse estudo.

Por fim, a cura do concreto, é o processo onde o material deve ser protegido para que não ocorra secagem rápida. Segundo Bauer (2011) o período de cura varia entre 7 a 10 dias, lembrando que quanto maior for o tempo de cura, melhor será o resultado final. Na Obra 1 (laje) a cura do concreto foi de 10 dias, na Obra 2 (pilares e vigas) a cura foi de três dias, e na Obra 3 (fundação) não aconteceu a cura.

O mesmo autor cita oito maneiras de cura, são elas: irrigação ou aspersão de água, submersão, recobrimento, recobrimento com plásticos e semelhantes, conservação das fôrmas, impermeabilização por pinturas, aplicação de cloreto de cálcio e membrana de cura. Nas obras utilizou-se o método de irrigação ou aspersão de água, com explicação por parte dos profissionais, de ser o mais prático no momento.

Este cuidado no início proporciona o aumento da resistência do concreto diminuindo a retração. Para a desfôrma dos elementos estruturais (laje, viga e pilar), é preciso respeitar um período para poder desmoldar. No Quadro 1 é possível observar estes prazos propostos por Ripper (1995).

**Quadro 1 – Prazos para desfôrmar**

<b>Peça a ser desmoldado</b>	<b>Prazos em dias</b>
Peças laterais de vigas e pilares	03 dias
Partes inferiores de vigas e lajes, pode ser retirada algumas escoras.	07 dias
Partes inferiores de vigas e pilares com retirada do resto das escoras.	14 dias
Desmoldagem total	21 dias
Vigas e arcos maior que 10 metros	28 dias

Fonte: Adaptado de Ripper (1995).

Na Obra 1, em que foi concretada a laje, a retirada das escoras ocorreu aos 21 dias. Essa retirada é feita do centro da obra para fora, a mesma não foi parcial, a retirada foi de uma vez só. Na Obra 2 (pilares e vigas), foram concretadas as vigas no dia 07 de julho de 2017, sendo desmoldadas as laterais no dia 10 de julho de 2017, e na parte inferior foram desmoldadas com 21 dias. O caso da Obra 3 não tem fôrma devido a ser fundação (sapatas).

#### 4.3 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO

Toda e qualquer obra quando necessitado cálculo da estrutura, a resistência à compressão do concreto precisa estar estipulada no projeto, sendo este um dado importante, por exemplo, para a cotação dos preços, pois o valor do concreto varia de acordo com sua resistência, abatimento, uso de adições e aditivos, entre outros fatores.

A moldagem dos corpos de prova de concreto para o material coletado aconteceu após a chegada do caminhão na obra, e os resultados das amostras das usinas foram fornecidos pelos responsáveis das Concreteiras A, B e C.

#### 4.3.1 Resistência característica à compressão do concreto fornecido pelas concreteiras

Os ensaios de resistência à compressão dos concretos utilizados nas obras, foram realizados pelas próprias concreteiras. A moldagem dos corpos de prova foi realizada, antes da saída dos caminhões da usina, para a concretagem de cada obra. Desde o momento da moldagem das amostras, até os resultados dos testes, a responsabilidade foi das concreteiras.

As concretagens acompanhadas foram: laje (Concreteira A), pilares e vigas (Concreteira B), e fundação (Concreteira C). Respectivamente, a resistência característica à compressão do concreto estipulado nos projetos foram: laje com 35 MPa; pilares e vigas de 40 MPa; e fundação com 40 MPa. Cada concreteira forneceu dois resultados dos corpos de prova, sendo o ensaio realizado aos 07 e aos 28 dias de idade do concreto. Na Tabela 3 é possível ver os resultados obtidos pelas concreteiras aos 07 dias.

**Tabela 3 - Resultados dos corpos de prova aos 07 dias das Concreteiras**

Concreteiras	Data da moldagem	Data da ruptura	Resistência 1 (MPa)	Resistência 2 (MPa)
A	16/08/2017	22/08/2017	23,54	22,38
B	10/08/2017	16/08/2017	17,47	17,21
C	19/08/2017	25/08/2017	20,78	24,57

Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

É possível perceber que os resultados obtidos dos corpos de prova aos 07 dias não atingiram a resistência prevista nos projetos, sendo que aos 07 dias a dosagem utilizada para os concretos, ainda não é capaz de obter o valor necessário, por isso, a importância do tempo de cura.

Porém, o resultado aos 28 dias de idade é o que mais importa, pois segundo a ABNT/NBR 6118 (2014), nesta idade o concreto atinge maior ganho de resistência durante sua vida útil, os mesmos estão expostos na Tabela 4.

**Tabela 4 - Resultados dos corpos de prova aos 28 dias das Concreteiras**

Concreteiras	Data da moldagem	Data da ruptura	Resistência 1 (MPa)	Resistência 2 (MPa)
A	16/08/2017	12/09/2017	40,40	37,64
B	10/08/2017	06/09/2017	40,71	45,81
C	19/08/2017	15/09/2017	47,56	43,21

Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

As concreteiras forneceram os maiores resultados obtidos com os corpos de prova moldados para cada concreto utilizado nas estruturas. A ABNT/NBR 12655 (2015), expõem que a resistência a ser considerada é a de maior valor dentro do mesmo lote de concreto. Considerando o maior valor em MPa, os concretos produzidos obedeceram a resistência desejada no projeto, sendo laje 35 MPa; pilares e vigas 40 MPa; e fundação 40 MPa. Conforme a Tabela 7 os resultados foram superados com vantagens em relação a resistência estabelecida em projeto.

#### 4.3.2 Resistência característica à compressão do concreto obtida nas obras

Nas três obras foram recolhida amostras do concreto antes da concretagem. Foram moldados dois corpos de prova em cada obra, para a realização do teste aos 14 e aos 28 dias de idade de cada material. Após as amostras recolhidas nas obras os testes foram realizados no Laboratório de Materiais e Solos (LAMAS) da Uceff - Faculdades.

Para a moldagem e curo dos corpos de prova para o teste de resistência característica à compressão do concreto foi seguida a ABNT/ NBR 5738 (2015). Para a moldagem dos corpos de prova foram utilizados: moldes circulares de 10 cm x 20 com,

Antes do ensaio de resistência à compressão do concreto, as amostras passaram por uma Serra de Retifica Faceadora, para realizar o capeamento dos corpos de prova, retirando qualquer irregularidade de sua superfície, deixando as bases dos corpos de prova niveladas.

O ensaio de resistência à compressão é estabelecido pela a ABNT/NBR 5739 (2007). Para a obtenção dos resultados do ensaio de resistência à compressão do concreto foi utilizado a Prensa Hidráulica Emic 2000. Com a tensão que a máquina proporciona nas amostras, é

possível obter o valor de resistência a compressão, sendo que o resultado já é visualizado no momento de sua ruptura. Assim, é possível avaliar se o concreto atingiu a resistência desejada e adequada para as determinadas obras.

O ensaio de resistência à compressão é um processo importante, sendo que o engenheiro responsável pela obra, deve acompanhar os resultados obtidos pelas concreteiras, e sempre que possível, retirar amostras para também realizar a verificação. Aos 14 dias de cura foi feito o teste de um corpo de prova de cada obra, conforme Tabela 5.

**Tabela 5 - Resultados dos corpos de prova aos 14 dias das Obras**

Obra	Data da moldagem	Data da Ruptura	Resistência (MPa)
1	16/08/2017	29/08/2017	37,54
2	10/08/2017	23/08/2017	40,51
3	19/08/2017	01/09/2017	42,27

Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

O intuito de realizar o teste de resistência a compressão aos 14 dias de cura, é para poder ter um maior acompanhamento dos resultados, sendo possível perceber, que o resultado da resistência aos 14 dias de cura, já ultrapassa o especificado de cada projeto de cada obra. Porém, a ABNT/NBR 6118 (2014) coloca, que aos 28 dias de cura o concreto atingirá maior resistência, sendo a mesma proposta pelo projeto, em relação aos 07 e aos 14 dias, assim foi realizado o teste aos 28 dias, conforme Tabela 6.

**Tabela 6 - Resultados dos corpos de prova aos 14 dias das Obras**

Obra	Data da moldagem	Data da Ruptura	Resistência (MPa)
1	16/08/2017	12/09/2017	43,51
2	10/08/2017	06/09/2017	45,63
3	19/08/2017	15/09/2017	50,26

Fonte: Dados da Pesquisa (2017).

Os testes realizados aos 28 dias de cura, como dito anteriormente, atingem uma resistência maior. Conforme a Tabela 9 pode-se afirmar que nas três obras o resultado foi satisfatório, sendo: Obra 1 (laje) resistência especificada no projeto de 35 MPa, com o resultado obtido no teste aos 28 dias de 43,51 MPa; Obra 2 (pilares e vigas) resistência especificada no projeto de 40 MPa, resultado obtido no teste aos 28 dias de 45,63 MPa, e Obra 3 (fundação) resistência especificada no projeto de 40 MPa, resultado obtido no teste aos 28 dias de 50,26

MPa. É possível perceber que o traço aplicado na produção do concreto ultrapassou a resistência à compressão que foi estipulado no projeto.

#### 4.4 QUESTIONÁRIO APLICADO NAS OBRAS E NAS CONCRETEIRAS

A aplicação do questionário nas obras foi realizada para todos os funcionários que trabalham nesses locais. O objetivo do questionário era ver como os funcionários desenvolvem algumas atividades relacionadas às estruturas de concreto armado, pois se fazem necessário alguns cuidados, para que o material torne-se durável, como: quantidade de funcionários, responsável pela obra, condições das fôrmas antes de receber o concreto, aço, cura do concreto, entre outros. Os questionários foram distribuídos nas três obras: Obra 1 foram distribuídos 10 questionários; Obra 2 foram distribuídos 13 questionários, e Obra 3 foram distribuídos 11 questionários. A análise dos resultados foi realizado por obra.

Com as respostas recebidas foi possível obter informações verificando as diferenças ou igualdades entre as obras. Segundo Gil (2010) os questionários são de extrema importância no que se refere à técnica de investigação composta por questões sobre o tema estudado pelo pesquisador. No caso desse estudo, trata-se as relações das atividades que precedem e as que estão envolvidas na produção da estrutura em concreto armado.

##### 4.4.1 Obras

No total o questionário contou com 10 questões. A Obra 1 tem um total de 10 funcionários, sendo o responsável por esta obra o engenheiro. Na questão sobre o armazenamento do aço e da madeira, propondo ver se estes são armazenados em local protegidos, as respostas foram que estes materiais são sempre protegidos do clima. As madeiras utilizadas para a confecção das fôrmas são novas, nesta obra não acontece a reutilização das madeiras. No processo de desformado, em alguns momentos tem-se a dificuldade na remoção das madeiras.

Quanto à produção do concreto, o mesmo é feito na obra somente em pequenas quantidades, na grande maioria o concreto vem das concreteiras. Tanto na produção do concreto na obra, quanto ao manuseio do concreto que vem das usinas, os equipamentos estão sempre

limpos. E não última questão, sobre proteger o concreto após a concretagem, foi respondido que as vezes é feita esta proteção.

Em seguida foi questionado sobre os cuidados que se deve ter com as fôrmas antes de receber o concreto. No geral, os funcionários responderam que as fôrmas precisam estar sempre limpas, prender com agulhas de aço ou parafusos, tirar todos os resíduos que tiver dentro das fôrmas, e umedecer as fôrmas antes destas receber o concreto. Segundo as respostas dos questionários, quando se é molhado facilita na hora de desfôrmar.

O que mais chama atenção nos questionários da Obra 1, é o cuidado com o aço e a madeira utilizada nas fôrmas. Quando foi feito o questionamento sobre os cuidados que se deve ter na obra com o aço ou armações de ferragens utilizados no concreto armado, os funcionários respondem que não se deve deixar as ferragens expostas nem ao sol nem na chuva, e que também estas não podem estar em contato com o solo.

E por fim, a última questão sobre os cuidados que é preciso ter após a concretagem para que o concreto armado tenha uma maior durabilidade, o que chama atenção, é que os funcionários respondem que esta proteção é feita às vezes, mas nesta questão, eles estão cientes da importância da cura do concreto, citando que deve-se fazer a hidratação com água e não expor o concreto diretamente ao sol.

A Obra 2 tem 13 funcionários, o responsável pela obra é o engenheiro. Quanto aos cuidados do aço e da madeira, estes são sempre organizados em lugares adequados. Nesta obra, também não é feita a reutilização das madeiras para a confecção das fôrmas, estas são sempre novas. Assim como os funcionários da Obra 1, os funcionários da Obra 2 também colocaram, que as vezes existe a dificuldade na remoção das fôrmas. Nesta obra também observou-se a preocupação com os equipamentos estarem sempre limpos.

Quanto os cuidados logo após a concretagem, está também ocorre, às vezes. No geral as respostas seguem sempre a mesma linha. Nas questões abertas quando se é questionado sobre o cuidado com as fôrmas antes de receber o concreto, as respostas afirmam que é preciso verificar se estão firmes e seguras, ter cuidado com a amarração utilizando-se em todos os casos, agulha de ferro ou arame. Vale ressaltar a importância com os cuidados que se deve ter na obra com o aço e as armações, e os funcionários colocaram a preocupação com o espaço entre a fôrma e a ferragem, devendo utilizar espaçadores.

Por fim, em relação aos cuidados com a proteção do concreto fresco, os funcionários da Obra 2 colocam que a desfôrma só pode acontecer após 45 dias, e molhar (cura) o concreto, no

mínimo, três vezes ao dia após a concretagem (não colocam por quanto tempo é preciso fazer esta molhagem).

A Obra 3 tem 11 funcionários, o responsável pela obra é o engenheiro. Quanto ao aço e madeira são armazenados em local longe do solo e demais fontes de umidade, sendo que a resposta foi que estes materiais nem sempre estão em locais adequados. As madeiras que são utilizadas na confecção das fôrmas são novas e reaproveitadas também, nesta obra ocorre a reutilização de madeiras, e assim como nas duas obras anteriores, existe também a dificuldade, às vezes, na remoção das fôrmas. Quanto aos equipamentos utilizados no manuseio do concreto, os mesmo sempre estão limpos e a proteção do concreto nem sempre é realizada.

É possível perceber com o questionário feito, que os funcionários têm preocupação em relação às fôrmas, pois eles respondem que os cuidados que precisa ter antes de receber o concreto, é verificar se elas estão vedadas, limpas, conferir antes de colocar o concreto se estão alinhadas, bem como passar desmoldante para facilitar o processo de desfôrma.

Para a execução da estrutura de concreto armado é preciso também, o cuidado com o aço utilizado. Nessa questão, as respostas foram, que se devem utilizar as ferragens com diâmetro adequado e estipulado no projeto, para cada fôrma individualmente, e ainda utilizar espaçadores, para que se tenha um espaço entre a madeira da fôrma e as ferragens.

A última questão que é sobre os cuidados necessários após a concretagem, os cuidados citados foram, que é preciso proteger o concreto fresco do sol intenso, chuva e fazer a cura com água no mínimo duas vezes ao dia, nos primeiros dias.

Este questionário foi aplicado com a intenção de analisar, como os funcionários fazem as atividades, antes e depois (recebimento e local final) do concreto nas obras, sendo possível perceber, que existe um cuidado normal com essas atividades. Nas três obras, o responsável pelas mesmas é um engenheiro, e tendo este como responsável técnico, possui a preocupação referente após o processo de concretagem.

Nas três obras foi questionado sobre o processo de proteção do concreto, sendo que a resposta que permaneceu foi que às vezes isso é realizado. O ideal é que se faça sempre a proteção, principalmente logo após a concretagem, pois com o material ainda fresco, são inúmeras as possibilidades de prejudicar a resistência do concreto, como: sol, chuva, o vento pode trazer sujeiras, etc.

Na última questão que é sobre os cuidados que se devem ter após a concretagem, para que o concreto armado tenha uma maior durabilidade, um dos cuidados citados nas três obras, é a questão de realizar a cura do concreto fresco.

No geral, todas as questões foram respondidas de acordo com o esperado, pois os funcionários das três obras não têm conhecimento técnico em engenharia. Então, aqui entraria o papel do engenheiro em orientar certas questões, como por exemplo, na Obra 2 a maioria respondeu que se deve desfôrmar a estrutura após os 45 dias. Quanto mais tarde ocorrer este processo, melhor, porém, segundo Ripper (1995) as peças laterais de vigas e pilares devem ser desfôrmas após 03 dias, partes inferiores de vigas e lajes retirar algumas escoras aos 07 dias, partes inferiores de vigas e pilares aos 14 dias pode ser feita a retirada total das escoras, e aos 21 dias pode ocorrer a desmoldagem total, assim não teria a necessidade de desfôrmar após os 45 dias, isso acaba atrasando o andamento da obra.

#### 4.4.2 Concreteiras

Nas concreteiras foi distribuído um questionário por empresa, sendo que as mesmas responderam a doze questões, contando com 06 questões fechadas e 06 questões abertas. Este tópico foi realizado com base nas respostas fornecidas pelas três concreteiras.

A Concreteira A possui entre 10 e 30 funcionários no administrativo, e entre 10 e 30 funcionários na área de produção. O funcionamento da empresa é de segunda a sábado.

Referente à produção do concreto o responsável é o engenheiro civil. Para a produção de um concreto com qualidade, é necessário um sistema rigoroso no processo de dosagem do material, estas questões estavam expostas nos questionários. A Concreteira A colocou que o cimento, os agregados e a água são medidos em massa. Existe variação na dosagem da água, principalmente, devido à umidade dos agregados, onde esta umidade sempre é descontada da quantidade total de água a ser adicionada. São realizadas análises diariamente para verificar a umidade dos materiais.

A segunda parte do questionário é sobre o traço do concreto, e para cada tipo de estrutura existe uma resistência do concreto indicada no projeto estrutural. A Concreteira A colocou que são feitas as seguintes dosagens:

- a) Traço do fck 20 MPa: 250 kg de cimento + 700 kg de areia + 1000 kg de pedrisco ou brita;
- b) Traço do fck 25 MPa: 300 kg de cimento + 700 kg de areia + 1000 kg de pedrisco ou brita;
- c) Traço do fck 30 MPa: 350 kg de cimento + 700 kg de areia + 1000 kg de pedrisco ou brita;
- d) Traço do fck 40 MPa: 400 kg de cimento + 700 kg de areia + 1000 kg de pedrisco ou brita.

A água varia de 148 litros até 240 litros de água por metro cúbico ( $m^3$ ). No inverno, pode-se dizer que a média fica em torno de 178 litros de água por  $m^3$ , e no verão fica entre 178 litros a 240 litros de água por  $m^3$ . Isso varia dependendo da umidade dos materiais no dia da fabricação do concreto. A Concreteira A não indicou em que tipo de estrutura cada fck é utilizado.

A Concreteira B tem entre 10 e 30 funcionários administrativos e responsáveis pela produção. Assim como a Concreteira A, a Concreteira B também tem seu funcionamento de segunda a sábado. Quanto à questão da produção do concreto o responsável é o engenheiro civil, estando diretamente ligado à esse processo.

Na parte do questionário em que trata da dosagem dos componentes para a produção do concreto, foi respondido que o cimento sempre é dosado juntamente com os agregados, sendo estes materiais e a água dosados em massa, contando com variações na quantidade da água.

Sobre a resistência do concreto a Concreteira B colocou que: o fck de 20 MPa é utilizado para meio fio, calçadas onde não há fluxo de veículos; já fck 25 MPa é mais utilizado em estruturas de concreto armado, este segundo a Concreteira B é o fck mínimo indicado para estruturas em ambiente urbano; o fck 30 MPa é indicado para obras em geral, sendo o mínimo de resistência indicado para ambiente industrial e concreto protendido; no caso do fck 40 MPa, o mesmo é utilizado em edifícios, concreto protendido, zona industrial, onde acontece maior grau de agressividade do ambiente na estrutura. A Concreteira B enfatizou que concreto com brita zero é utilizado normalmente em estruturas com maior “volume” de armaduras, permitindo maior consistência, menor índice de vibração, e melhor acabamento.

Botelho e Marchetti (2010) coloca que o concreto de fck 20 MPa é para colunas de baldrame e vigas médias, o fck 25 MPa é indicado para concretagens mais comum, já o fck 30 MPa é para lajes, e o fck 40 MPa utiliza-se para pisos industriais e vigas com carga elevada.

Dando sequência, o traço de cada concreto, fck de 20, 25, 30 e 40 MPa, a Concreteira B utiliza as seguintes quantidades de material:

- a) Traço do fck 20 MPa: 300 kg de cimento + 699 kg de areia + 900 kg de pedrisco ou brita;
- b) Traço do fck 25 MPa: 330 kg de cimento + 699 kg de areia + 900 kg de pedrisco ou brita;
- c) Traço do fck 30 MPa: 360 kg de cimento + 699 kg de areia + 900 kg de pedrisco ou brita;
- d) Traço do fck 40 MPa: 390 kg de cimento + 699 kg de areia + 900 kg de pedrisco ou brita.

A água varia em torno de 155 a 200 litros de água por  $m^3$ , essa variação acontece de acordo com a umidade dos agregados. Além das quantidades e dos materiais citados na

composição para o traço de cada fck, a Concreteira B acrescenta 1 % de aditivo polifuncional na dosagem dos concretos.

A Concreteira C, assim como as duas anteriores, possui uma quantidade de funcionários administrativos, entre 10 e 30 e entre 91 e 110 funcionários de produção, sendo seu funcionamento de segunda a sábado. O responsável pela produção é o engenheiro civil (tem mestrado na área), sendo ele, quem trata diretamente as questões sobre à produção do concreto.

Sobre a parte do questionário que trata da dosagem dos componentes do concreto, a Concreteira C colocou que o cimento é dosado separadamente dos outros agregados e este material, os agregados e a água são dosados em massa. A variação na dosagem da água só acontece ocasionalmente, e sempre é levado em conta a umidade dos agregados.

Quanto ao traço do concreto referente aos fck de 20, 25, 30 e 40 MPa, concluiu-se que são os mesmos utilizados pela Concreteira A, sendo:

- a) Traço do fck 20 MPa: 250 kg de cimento + 700 kg de areia + 1000 kg de pedrisco ou brita;
- b) Traço do fck 25 MPa: 300 kg de cimento + 700 kg de areia + 1000 kg de pedrisco ou brita;
- c) Traço do fck 30 MPa: 350 kg de cimento + 700 kg de areia + 1000 kg de pedrisco ou brita;
- d) Traço do fck 40 MPa: 400 kg de cimento + 700 kg de areia + 1000 kg de pedrisco ou brita.

A Concreteira C complementa que o fck de 20 MPa é utilizado para calçadas e meio fio; o fck 25 MPa utiliza-se para concreto armado; o fck de 30 MPa corresponde ao concreto protendido, e o fck 40 MPa a concreteira não especificou o porquê de sua utilização.

Percebe uma diferença entre o traço das Concreteiras A e C para a Concreteiras B, além disso, esta última, foi a única que especificou a utilização de aditivo no concreto. O traço do concreto é a indicação da quantidade de materiais que devem ser utilizados em sua produção.

O primeiro algarismo indica a quantidade de cimento, o segundo algarismo indica a quantidade de areia, e o terceiro algarismo indica a quantidade de brita. A quantidade de água varia de acordo com a umidade da areia. Caso o traço não alcançar a plasticidade adequada, o mesmo precisa ser corrigido. Existe um determinado traço para cada fck, porém, quem é responsável pela produção, deve ficar atento se a consistência do concreto está adequada.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este estudo pode-se concluir que tanto as empresas quantos as obras estão com um funcionamento adequado, em relação às estruturas de concreto armado, sendo que este possui algumas exigências para garantir sua durabilidade.

Fica perceptível a relação das atividades que precedem e as que estão envolvidas na produção da estrutura de concreto armado, pois o processo inicia na concreteira, e esta precisa produzir o concreto adequado para cada tipo de estrutura. Quando o concreto chega à obra, é preciso vários cuidados, como a limpeza das fôrmas, a cura do concreto durante algum tempo após o processo de concretagem, entre outros. A cura do concreto é fundamental para que o mesmo tenha um melhor desempenho. Quando esse processo ocorre inadequadamente, podem causar diminuição da resistência e da durabilidade do concreto, ocorrer fissuras deixando o concreto fraco, poroso e permeável.

Uma questão importante no controle de qualidade do concreto, é a resistência à compressão, sendo que, sua conferência ocorre por meio da moldagem dos corpos de provas cilíndricos, onde, aos 28 dias, é realizado o ensaio de ruptura, para verificar se o resultado corresponde com o especificado no projeto.

Os resultados de resistência à compressão são decorrentes da composição do traço do concreto, ou seja, a dosagem adequada. Em relação resistência a compressão das concreteiras A, B e C, as três apresentaram resultados adequados, e acordo com o exigido em cada projeto das Obras 1, 2 e 3.

Por meio da observação realizada e dos questionários aplicados, é possível destacar, na sua maioria, que os funcionários realizam as atividades de acordo com as recomendações de normas e processos eficientes, porém, em alguns momentos precisaria que o engenheiro civil fizesse um maior acompanhamento das atividades.

Ao desenvolver este estudo pode-se perceber, que é possível fazer algumas pequenas melhorias, nas três usinas de concreto, bem como nas três obras, onde foram analisadas a relação das atividades que precedem, e as que estão envolvidas na produção da estrutura em concreto armado.

Quando o concreto chega à obra, além da concreteira responsável fazer os testes, seria bom, que os funcionários da obra também fizessem, para posteriormente comparar os resultados. Tais preocupações evitam futuros transtornos.

Outra questão seria conferir as notas junto com a chegada do concreto, nas três obras estudadas este processo não foi feito. Na nota fiscal está especificado o fck do concreto, abatimento, se o concreto é bombeado ou não, volume, tipo de cimento, tipos de agregados e dimensão, água (não especifica a quantidade), aditivo, preço unitário do total, entre outros. É importante verificar estes dados para ver se estão de acordo com o pedido que foi feito.

O engenheiro responsável pela obra precisa estar atento e orientar mais seus funcionários, realizar periodicamente conversas para a retirada de dúvidas. Torna-se importante a presença do engenheiro nas obras, principalmente na execução dos projetos desenvolvidos. As obras são caracterizadas como sendo um processo dinâmico e interdependente, necessitando de um trabalho sincronizado e harmônico. Salienta-se ainda a importância de se promover o planejamento, o desenvolvimento, a correção e a avaliação dos processos para, somente assim, fazer um trabalho de qualidade deixando o cliente satisfeito.

É fundamental conhecer as etapas que compreendem a estrutura de concreto armado, uma vez que, para o desenvolvimento dessas etapas, é preciso seguir normas estabelecidas pela ABNT. Neste sentido, as atividades que precedem e as que estão envolvidas na produção da estrutura em concreto armado, vão definir a qualidade da estrutura de concreto armado, pois esse processo inicia no momento da produção e se estende até o seu estado endurecido.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 67** – Determinação da consistência pelo abatimento de tronco de cone. Rio de Janeiro: 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655** – Concreto de cimento Portland – preparo, controle e recebimento – procedimentos. Rio de Janeiro: 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro. 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7212** - Execução de concreto dosado em central. Rio de Janeiro. 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118** - Projeto de estruturas de concreto. Rio de Janeiro: 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738** – Concreto – Procedimentos para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro: 2015.
- BAUER, L. A Falcão. Preparo, transporte, lançamento, adensamento e cura. In: BAUER, L. A Falcão. **Materiais de construção civil**. 5ª. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011. p. 241- 266.
- BOTELHO, Manuel Henrique Campos; MARCHETTI Osvaldemar. **Concreto armado, eu te amo, para arquitetos**. São Paulo: Edgard Blucher, 2010.
- BOTELHO, Manuel Henrique Campos; MARCHETTI Osvaldemar. **Concreto armado, eu te amo, para arquitetos**. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.
- CÁNOVAS, M. F. **Patologia e Terapia do Concreto Armado**. 1ª Ed. Tradução de M. C. Marcondes; C. W. F. dos Santos; B. Cannabrava. São Paulo: Ed. Pini, 1988.

EBERLE, Flavia; MACHADO, Marinelva; FACCIO, Odila; RADAELLI, Tania Maria; GIL, Antonio Carlos. **Caderno Metodológico**. Xaxim: CELER. 2011. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/4628245-Celer-faculdades-faculdade-de-ciencias-sociais-e-aplicadas-facisa.html>>. Acesso em: 11-06-2017.

FACHINI, Auriciane Colzani e SOUZA, Urubici Espinelli Lemes. **Subsídios para programação da execução de estruturas de concreto armado no nível operacional**. São Paulo; 2006.

FUSCO, Péricles Brasiliense. **Tecnologia do concreto estrutural**. 2ª Ed. São Paulo: Pini, 2012.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ª Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HELENE, Paulo. **Introdução da vida útil no projeto das estruturas de concreto NB/2001**. Workshop sobre durabilidade das construções. Novembro. São José dos Campos. Disponível em: <http://www.seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/3355/1808>. Acesso em: 05-03-2017.

HELENE, Paulo. O concreto nas primeiras idades. In: MEHTA, P. K; MONTEIRO, Paulo J. M. **Concretos. Estruturas, propriedades e materiais**. 1. Ed. São Paulo: Pini, 1994. p.335-384.

ISAIA, Geraldo Cechella. **Concreto: Ciência e Tecnologia**. 1ª Ed. São Paulo: Ibracon, 2011.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 7ª Ed. São Paulo: Atlas, 2003.

PARENTE, Juracy Gomes. **O sistema de informação de marketing e a pesquisa de marketing**. In: DIAS, S. R.. Gestão de marketing. São Paulo: Saraiva, 2003.

RIPPER, Ernesto. **Como evitar erros na construção**. 3ª ed.rev. São Paulo: Pini, 1995. 168p.

SOBRAL, Erneni Sávio. Propriedades do concreto fresco. In: BAUER, L. A Falcão. **Materiais de construção civil**. 5. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011. p. 267 – 283.