

A IMPORTÂNCIA DO CONTROLE DE QUALIDADE E RASTREABILIDADE DO CONCRETO ARMADO USINADO *IN LOCO*

Pablo Henrique Ciotta¹

Francisco Roberto da Silva Machado Junior²

RESUMO

O presente trabalho busca resgatar e alertar a importância do controle de qualidade e rastreabilidade do concreto armado usinado *in loco*, pois diante do cenário em que vivemos atualmente, com a indústria da construção civil em alta, se torna complicado conciliar produtividade com qualidade. Porém não impossível e muito menos pode ser deixado levar ao esquecimento pelos profissionais da área. Com base nisso, esta pesquisa teve o objetivo de aprofundar os conhecimentos e compreender como se dá o processo de controle tecnológico do concreto em obra. Destacar quais são os métodos utilizados para fiscalização da qualidade do material, para que serve e como é feita a rastreabilidade do concreto, qual é a função do *slump test* para início de uma obra e a importância da moldagem dos corpos de prova cilíndricos para o responsável técnico da obra. Assim para realização da pesquisa, foi utilizado como método de pesquisa, o método indutivo, pois para se chegar ao conhecimento ou demonstração da verdade, parte de dados particulares, que são suficientemente comprovados. Desta forma, esta pesquisa procurou compartilhar conhecimento e tipos de métodos utilizados para um controle de qualidade eficaz, que assim, se faz necessário dentro da produtividade da construção civil.

Palavras-Chave: Construção civil. Controle de qualidade. *Slump Test*. Corpos de prova. Rastreabilidade.

1 INTRODUÇÃO

Com o grande crescimento da indústria da construção civil nos tempos de hoje, é necessário que ocorra inovações tanto no cronograma de execução, como na fase de projeto. No entanto, se falando em execução, além de possuir materiais novos no mercado, tanto na parte de produtos, como na parte de equipamentos, requer que se faça um controle do que está sendo aplicado nas obras, principalmente se falando em questões de segurança.

A utilização do concreto dosado em central vem sendo muito difundida nos últimos tempos, tendo em vista seu melhor controle de qualidade, bem como evitando o desperdício de material e sua estocagem em obra. Utilizado como um dos controles de qualidade faz-se o

¹ Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil, UCEFF. E-mail: pablo_eng1@hotmail.com

² Professor Orientador, docente do curso de Engenharia Civil, UCEFF. E-mail: franciscojr_ea@yahoo.com.br

ensaio de resistência à compressão de corpos de prova, que indica se o concreto atende as necessidades de resistência do projeto (DALLABRIDA; VEIGAS, 2014, p. 06).

Entretanto, se questiona muito sobre o acompanhamento do material em obra, se o mesmo está sendo aplicado da maneira correta, contendo os procedimentos básicos para verificação e fiscalização da qualidade do concreto. Pois, sabemos que a produção nesta área aumenta gradativamente, devido aos programas de aceleração do desenvolvimento criados pelo governo. Diante do exposto, questiona-se: **Qual a importância do controle de qualidade e rastreabilidade do concreto armado usinado *in loco*.**

Segundo Fortes (1996, *apud* NASCIMENTO, 2012, p. 11) a aceitação do concreto verifica-se de maneira sistêmica o controle tecnológico, buscando a melhoria e garantindo a rastreabilidade de cada ensaio, para que não existam anomalias e patologias. Os resultados de ensaio devem ser analisados para a verificação dos parâmetros estabelecidos e o laboratório deve possuir procedimento correto que vise fornecer parâmetros para que seja possível detectar quaisquer não conformidades, desenvolver-se um plano de ação corretiva e preventiva, para evitar e prevenir qualquer patologia.

As discussões a respeito da aceitação do concreto devem-se ao fato das ocorrências de não conformidades resultarem em perdas significativas em termos econômicos que incluem a necessidade de reavaliação do projeto estrutural, extração e ensaio de testemunhos, execução de eventuais reforços estruturais e até mesmo a demolição e reconstrução do elemento (SANTIAGO, 2011 *apud* NASCIMENTO, 2012, p. 11-12).

Devido a este motivo, objetivo geral desta pesquisa é destacar a importância do controle de qualidade do concreto armado usinado na obra. Analisando os métodos utilizados para medir a resistência à compressão do concreto; quais são os procedimentos corretos para manejo do material e como deve ser feito um sistema de rastreamento deste concreto. Pois, quando apresentado irregularidades com relação ao seu resultado dos corpos de prova, facilita na identificação para eventuais reparos necessários que se exige, conforme as normas brasileiras.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica serve de base para dar sustentação a análise dos dados que são apresentados no item 4 deste artigo.

2.1 ITENS BÁSICOS DO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO A SEREM ABRANGIDOS

2.1.1 *Slump Test*

Executado sempre no momento em que o concreto está sendo descarregado do caminhão betoneira, o abatimento de tronco de cone, mais conhecido como “*Slump Test*” consiste na verificação das propriedades solicitadas do concreto armado no estado fresco NBR 67 (1998).

O item 1.1 da NBR 67 (1998, p. 02) destaca o objetivo e campo de aplicação: “Esta Norma Mercosul especifica um método para determinar a consistência do concreto fresco através da medida de seu assentamento, em laboratório e obra”. Porém a nossa pesquisa tem o foco, voltado à execução do *Slump Test* em obra.

Ensaio de abatimento: muito utilizado em todo o mundo devido sua simplicidade, define o grau de utilização e consistência do concreto para trabalhabilidade em seu estado fresco, através de seu abatimento. Esse teste demonstra o efeito direto da resistência à compressão do concreto e sua relação água cimento. A norma que padroniza esse ensaio no Brasil é a NBR 67 (1998), segundo ela, o método não é aplicável a concreto que possua agregado graúdo com dimensão nominal superior a 37,5 mm, sua utilização é aceitável em concretos plásticos e coesivos que tenham assentamento igual ou maior que 10 mm. Não é adequado para concretos muito fluidos e indicado para concretos muito secos, pois a massa do material se desagrega ao ser erguida a fôrma (TARTUCE; GIOVANNETTI, 1999 *apud* NASCIMENTO, 2012, p. 21).

Procedimentos para execução do *Slump Test*: Coletar a amostra de concreto; Colocar a fôrma tronco-cônica sobre uma placa metálica bem nivelada e apoiar os pés sobre as abas inferiores do cone; Preencher o cone com a primeira camada de concreto e aplicar 25 golpes com a haste de socamento, atingindo a parte inferior do cone; Preencher com mais duas camadas, cada uma golpeada 25 vezes e sem penetrar a camada inferior; Após a compactação da última camada, retirar o excesso de concreto, alisar a superfície com uma régua metálica e em seguida retirar o cone; Colocar a haste sobre o cone invertido e medir o abatimento (a distância entre o topo do molde e o ponto médio da altura do tronco de concreto moldado).

2.1.2 Trabalhabilidade

Um concreto de *Slump* alto é, em geral, fácil de ser lançado e adensado e, portanto, considerado de boa “trabalhabilidade”. O Conceito de trabalhabilidade de um concreto está ligado basicamente à maneira de efetuar seu adensamento (CARVALHO; FILHO, 2013, p. 27).

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 (PORTAL DO CONCRETO, 2018).

O que costuma ocorrer na obra, nestes momentos de difícil aplicação é de o encarregado pela concretagem solicitar para colocar água no concreto, alterando as características do mesmo (PORTAL DO CONCRETO, 2018).

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 (PORTAL DO CONCRETO, 2018).

2.1.3 Lançamento

Os componentes do concreto no estado fresco estão sujeitos à separação durante o transporte, lançamento e adensamento. Esta separação é chamada de segregação e tem efeitos bem conhecidos nas construções (RIBEIRO, 2006 apud NASCIMENTO, 2012, p. 43).

Pode ocorrer segregação devido à má vibração ou com o lançamento inadequado do concreto, dessa forma, os agregados graúdos separam-se do restante da pasta formando um grande índice de vazios e porosidades, facilitando assim a infiltração de água e diminuindo sua resistência, isso ocorre, pois, as massas específicas dos materiais componentes do concreto são distintas e com o efeito da queda, tendem a se separar (ANDRADE; SILVA, 2005 apud NASCIMENTO, 2012, p. 43).

A norma (NBR NM 1, 2003 apud JÚNIOR, n.d., p. 21) item 13.2 recomenda que:

- O concreto deve ser lançado logo após a mistura, não sendo permitido entre o fim deste e o do lançamento, intervalo superior a uma hora;
- Em nenhuma hipótese se fará lançamento após o início da pega. (A especificação EB 1 sobre cimento Portland diz que o início da pega deve verificar-se no mínimo, uma hora após a adição da água de amassamento);
- O concreto deverá ser lançado o mais próximo possível de sua posição final, evitando-se incrustação de argamassa nas paredes das formas e nas armaduras;
- A altura de queda livre não poderá ultrapassar 2 m. Para peças estreitas e altas, o concreto deverá ser lançado por janelas abertas na parte lateral, ou por meio de funis ou trombas;
- Cuidados especiais deverão ser tomados quando o lançamento se der em ambiente com temperatura inferior a 10° C ou superior a 40° C.

2.1.4 Adensamento

Durante e imediatamente após o lançamento, o concreto deverá ser vibrado ou socado contínua e energicamente com equipamento adequado à trabalhabilidade do concreto. O adensamento deverá ser cuidadoso para que o concreto preencha todos os recantos da forma. Durante o adensamento deverão ser tomadas as precauções necessárias para que não se formem ninhos ou haja segregação dos materiais, deve-se evitar a vibração da armadura para que não se formem vazios a seu redor (SUSSEKIND, 1980, p. 370).

O tipo de vibração, bem como a potência dos vibradores, deve ser escolhido em função do tipo de concreto a ser utilizado. Já o tempo de vibração e espaçamento da aplicação devem ser criteriosamente estabelecidos em função desse fator, bem como das dimensões das peças que receberão o concreto.

Recomenda-se seguir as seguintes regras para a aplicação de vibradores de agulha: (CARDOSO, 2006 apud MOTTER, 2010, p. 29-30).

- Aplicar o vibrador em distâncias iguais a 1,5 vezes o raio de ação;
- Introduzir rapidamente e retirar a agulha lentamente, de modo que a cavidade formada pelo vibrador feche naturalmente;
- Não vibrar espessura de concreto superior à agulha;

- Esta deve penetrar totalmente na massa do concreto, penetrando de 2 a 5 cm na camada anterior, se está não tiver endurecida, evitando se assim o aparecimento de uma junta fria;
- Não deslocar a agulha do vibrador em posição horizontalmente;
- Não vibrar além do tempo necessário para que desapareçam as bolhas de ar superficiais e a umidade na superfície fique uniforme.

2.1.5 Cura do Concreto

Para Motter (2010, p. 30) a finalidade da cura é de manter a quantidade de água necessária para hidratação total do cimento e impedir a ocorrência de retração no concreto no período em que ainda possua pequena resistência. O tempo de início de cura deve ser determinado em função do tipo de peça concretada, bem como das condições de exposição das peças às ações de temperatura e vento.

No entanto Sussekind (1980, p. 371) afirma que enquanto não atingir endurecimento satisfatório, o concreto deverá ser protegido contra agentes prejudiciais, tais como mudanças bruscas de temperatura, secagem, chuva forte, água torrencial, agente químico, bem como contrachocos e vibrações de intensidade tal que possa produzir fissuração na massa do concreto ou prejudicar a sua aderência à armadura.

No modelo de Motter (2010, p. 30) a duração da cura não poderá ser inferior a 7 (sete) dias após o lançamento do concreto. Qualquer que seja o processo empregado para a cura do concreto, a aplicação deverá iniciar se tão logo termine a pega.

Quando no processo de cura for utilizada uma camada de pó de serragem, de areia ou qualquer outro material adequado mantido molhado, esta camada terá, no mínimo 5 cm (CARDOSO, 2006 apud MOTTER, 2010, p. 30).

Tipos de cura: Molhagem contínua das superfícies expostas do concreto; Cobertura com tecidos de aniagem, mantidos saturados; Cobertura por camadas de serragem ou areia, mantidas saturadas; Lonas plásticas ou papéis betumados impermeáveis, mantidos sobre superfícies expostas, devendo ser de cor clara para evitar o aquecimento do concreto e a subsequente retração térmica; Películas de cura química.

2.1.6 Moldagem dos Corpos de Prova

A principal característica do concreto é sua resistência à compressão, a qual é determinada pelo ensaio de corpos de prova submetidos à compressão centrada, esse ensaio também permite a obtenção de outras características, tal como o módulo de deformação longitudinal que consta na NBR 6118 (2003), (CARVALHO; FILHO, 2013, p. 27).

A resistência à compressão é medida em corpos de prova cilíndricos padronizados, com 15 cm de diâmetro e 30 cm de altura, ou 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura, o ensaio é particularmente rápido onde o aumento de tensão ocorre gradativamente até ocorrer a ruptura do material NBR 5738 (2003), e os corpos de prova devem ser rompidos nas idades de 3, 7 e 28 dias. A máquina de ensaio para compressão deve ser equipada com dois pratos de aço de formato circular, onde a superfície de contato com o corpo de prova possua sua menor dimensão em 4% superior ao maior diâmetro do corpo de prova a ser ensaiado na NBR 5739 (2007), (NASCIMENTO, 2012, p. 26).

A moldagem ou preenchimento dos moldes deve atender um procedimento rigoroso que no Brasil está descrito na NBR 5738 (2003) concreto, procedimento para moldagem e cura de corpos de prova (HELENE; PACHECO, 2013, p. 05).

Problemas com o não atendimento do fck (Resistência Característica do Concreto à Compressão) podem estar relacionados, ainda, com falhas no processo de controle tecnológico. Fatores como dispersões na coleta de exemplares, moldagem, cura, capeamento e condições de ruptura dos corpos de prova podem influenciar na resistência do concreto e introduzir variações que não correspondem às variações reais dos resultados dos ensaios do concreto analisado (HELENE, 1993 apud DALLABRIDA; VEIGAS, 2014, p. 12).

Além disso, é imprescindível o cuidado no armazenamento e no transporte dessas peças. Os corpos de prova são elementos sensíveis, principalmente nas primeiras horas de idade, e qualquer descuido pode alterar sua resistência característica à compressão. Para comprovar falhas nessa etapa, é necessário realizar a extração de testemunhos da estrutura já executada, medida dispendiosa e cara (FARIA, 2009 apud NASCIMENTO, 2012, p. 35).

2.1.7 Rastreabilidade

A rastreabilidade é uma etapa da concretagem muito importante, que deve ser feito acompanhamento pelo responsável técnico. A demarcação dos locais concretados, podem auxiliar, mais adiante, contra casos de fissuras e tricas na estrutura, para comparação com resultados dos corpos de prova.

Durante o lançamento é ideal que se tenha em mãos um croqui para que sejam demarcadas as áreas e/ou peças estruturais que estão sendo concretadas. São esses registros que vamos ter que rastrear caso tenhamos que tratar alguma não conformidade futura (ADES, 2015, p. 62).

Os resultados de ensaio devem ser analisados para a verificação dos parâmetros estabelecidos e o laboratório deve possuir procedimento correto que vise fornecer parâmetros para que seja possível detectar quaisquer não conformidades, desenvolver-se um plano de ação corretiva e preventiva, para evitar e prevenir qualquer patologia (FORTES, 1996 apud NASCIMENTO, 2012, p. 11-12).

Na chegada de cada caminhão betoneira, os dados da nota fiscal, o número da betoneira, o volume de concreto é anotado na ficha de verificação de material que já havia sido previamente preenchida com o nome da obra, nome da concreteira, a data e o fck (Resistência Característica do Concreto à Compressão) de projeto. Outros dados também são registrados como a hora que o caminhão betoneira saiu da concreteira, a hora em que a mesma chegou na obra, horas de início e término de descarga do concreto. Após o teste, o valor do *Slump* é anotado e ao fim da concretagem esta ficha deve ser assinada pelo engenheiro responsável e arquivada pela construtora (ADES, 2015, p. 62).

3 METODOLOGIA

Para podermos iniciar uma pesquisa, deve se ter a definição clara e objetiva dos passos necessários para que o trabalho acadêmico possa ser desenvolvido, e da mesma maneira que ele possa ser compreendido.

Segundo Rodrigues (2007, p. 01), a metodologia é um conjunto de abordagens técnicas e processos utilizados pela ciência para formular e resolver problemas de aquisição de conhecimento, de uma maneira sistemática. Já para Marconi e Lakatos (2010, p. 65) que descrevem o conceito de método científico como:

O conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo – conhecimentos válidos e verdadeiros – traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista.

Esta pesquisa vai dispor da utilização e classificação do método indutivo, pois é um processo mental que através do qual, parte de dados particulares, suficientemente constatados,

que intervém de uma verdade geral ou universal, que não está nas partes examinadas (MARCONI, LAKATOS, 2010, p. 68).

Os dados foram coletados através de planilhas e mapeamento dos lotes de concretagem, utilizados para controle interno da empresa. Desta forma, se faz análise dos dados obtidos para poder comparar e comprovar seus resultados.

Esta pesquisa é classificada como exploratória, ou seja:

São desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato. Este tipo de pesquisa é realizado especialmente quando o tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil sobre ele formular hipóteses precisas e operacionalizáveis (GIL, 1999, p. 43).

Já, para Marconi e Lakatos (2003, p. 188), pesquisa exploratória é classificada como:

Investigações de pesquisa empírica cujo objetivo é a formulação de questões ou de um problema, com tripla finalidade: desenvolver hipóteses, aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, para a realização de uma pesquisa futura mais precisa ou modificar e classificar conceitos.

Como instrumento de medidas de coleta de dados utilizou-se a técnica de observação, que disponha do preenchimento de planilhas e fotos para melhor entendimento do assunto pesquisado, assim é coletada informações necessárias para o controle e observação da qualidade do concreto armado. Utilizou-se também de mapeamento dos lotes concretados, efetuando assim a rastreabilidade do material. Todos esses procedimentos devem ser feitos no momento em que estiver ocorrendo a concretagem, pois, só assim se faz um controle de qualidade com precisão.

Para Gil (1999), população é conceituada como:

“Conjunto definido de elementos que possuem determinadas características. Comumente fala-se de população como referência ao total de habitantes de determinado lugar” (GIL, 1999, p. 99).

A população alvo desta pesquisa, são pessoas ligadas à construção civil do município de Chapecó. Esta pesquisa é classificada em amostragem não probabilística, que significa que não apresentam nenhum tipo de fundamentação matemática ou estatísticas, assim este tipo de amostragem depende unicamente dos critérios adotados pelo pesquisador (GIL, 1999, p. 101).

Entretanto, pesquisas não probabilísticas são classificadas em três tipos. O tipo usado para o estudo é amostragem não probabilística por conveniência, que para o mesmo autor é definida como:

O pesquisador seleciona os elementos a que tem acesso, admitindo que estes possam, de alguma forma, representar o universo. Aplica-se este tipo de amostragem

em estudos exploratórios ou qualitativos, onde não é requerido elevado nível de precisão (GIL, 1999, p. 104).

Para Marconi e Lakatos (2010, p. 151 apud BEST, 1972) a importância dos dados não está em si mesmo, mas em proporcionar respostas às investigações.

Dito isso, o mesmo autor cita também que:

Análise (ou explicação). É a tentativa de evidenciar as relações existentes entre o fenômeno estudado e outros fatores. Essas relações podem ser “estabelecidas em função de suas propriedades relacionadas de causa-efeito, produtor-produto, de correlações, de análise de conteúdo etc (MARCONI; LAKATOS 2010, p. 151, *apud* TRUJILLO 1974).

Porém para Gil (2010) a análise e interpretação dos dados consiste em:

Envolver diversos procedimentos: codificação das respostas, tabulação dos dados e cálculos estatísticos. Após, ou juntamente com a análise, pode ocorrer também a interpretação dos dados, que consiste, fundamentalmente, em estabelecer a ligação entre os resultados obtidos com outros já conhecidos, quer sejam derivados de teorias, quer sejam de estudos realizados anteriormente (GIL, 2010, p. 113).

4 RESULTADOS DOS ESTUDOS

Tal ensaio é considerado como o principal controle de recebimento do concreto em uma obra. Embora limitado, expressa a trabalhabilidade do concreto através de um único parâmetro: conhecido como abatimento.

Para cumprir este importante papel, seguiu-se alguns requisitos. Primeiramente foi coletada uma amostra de concreto depois de descarregar 0,5 m³ de concreto do caminhão e em volume aproximado de 30 litros. Em seguida, foi colocado um cone sobre uma placa metálica bem nivelada e firmada os pés sobre as abas inferiores do cone.

Na sequência o cone foi preenchido em 3 (três) camadas iguais e no mesmo foi aplicado 25 golpes uniformemente distribuídos em cada camada. Após isto, foi adensada a camada junto à base, de forma que a haste de socamento penetrasse em toda a espessura.

Já, no adensamento das camadas restantes, a haste deve penetrar até se atingir a camada inferior adjacente. Após a compactação da última camada, procedeu-se com a retirada do excesso de concreto e a superfície foi alisada com uma régua metálica. Posteriormente, o cone foi retirado, içando-o com cuidado na direção vertical. Em seguida, foi colocada a haste sobre o cone invertido (Figura 01) e medida a distância entre a parte inferior da haste e o ponto médio do concreto, expressando o resultado em milímetros. É importante salientar que

todas estas operações descritas no ensaio foram executadas sem interrupção, num período de tempo não superior a 2 minutos e 20 segundos.

Com relação ao *slump* executado na obra, o mesmo apresentou o resultado de 10 cm, valor este que estava dentro dos requisitos da nota fiscal (entre 10 ± 2 cm) que foi determinado pelo profissional técnico que elaborou o traço do concreto.

Figura 1 - Executado *Slump* de Concreto Armado



Fonte: Empresa Construtiva Construtora e Incorporadora Chapecó (2015).

No que diz respeito ao acerto da água no caminhão betoneira, este deve ser efetuado de maneira a corrigir o abatimento de todo o volume transportado, garantindo-se desta maneira a homogeneidade da mistura logo após a adição de água complementar. O concreto deve ser agitado na velocidade de mistura, durante pelo menos 60 segundos.

4.1 LANÇAMENTO DO CONCRETO

Conforme destaca a NBR 14931(2004, p. 20) no item 9.5 lançamentos, algumas informações importantes antes e depois desta etapa, tais como:

Antes da aplicação do concreto, deve ser feita a remoção cuidadosa de detritos. O concreto deve ser lançado e adensado de modo que toda a armadura, além dos componentes embutidos previstos no projeto, seja adequadamente envolvida na massa de concreto.

Em nenhuma hipótese deve ser realizado o lançamento do concreto após o início da pega. Concreto contaminado com solo ou outros materiais não deve ser lançado na estrutura. O concreto deve ser lançado o mais próximo possível de sua posição definitiva, evitando-se incrustação de argamassa nas paredes das fôrmas e nas armaduras.

Devem ser tomadas precauções para manter a homogeneidade do concreto. No lançamento convencional, os caminhos não devem ter inclinação excessiva, de modo a evitar a segregação decorrente do transporte. O molde da fôrma deve ser preenchido de maneira uniforme, evitando o lançamento em pontos concentrados, que possa provocar deformações do sistema de fôrmas.

O concreto deve ser lançado com técnica que elimine ou reduza significativamente a segregação entre seus componentes, observando-se maiores cuidados quanto maiores forem à altura de lançamento e a densidade de armadura. Estes cuidados devem ser majorados quando a altura de queda livre do concreto ultrapassar 2 m, no caso de peças estreitas e altas, de modo a evitar a segregação e falta de argamassa, como nos pés de pilares e nas juntas de concretagem de paredes.

Entre os cuidados que podem ser tomados, recomenda-se o seguinte:

- Emprego de concreto com teor de argamassa e consistência adequados, a exemplo de concreto com características para bombeamento;
- Lançamento inicial de argamassa com composição igual à da argamassa do concreto estrutural;
- Uso de dispositivos que conduzam o concreto, minimizando a segregação (funis, calhas e trombas, por exemplo).

Exsudação: aparecimento de água na superfície do concreto após seu lançamento e adensamento.

Segregação: separação dos componentes do concreto fresco de tal forma que sua distribuição não seja mais uniforme.

As fôrmas devem ser preenchidas em camadas de altura compatível com o tipo de adensamento previsto, ou seja, em camadas de altura inferior à altura da agulha do vibrador mecânico para se obter um adensamento adequado. Em peças verticais e esbeltas, tipo paredes

e pilares, pode ser conveniente utilizar concretos de diferentes consistências, de modo e reduzir o risco de exsudação e segregação.

Cuidados especiais devem ser tomados até nas concretagens correntes, tanto em lajes inclinadas quanto em lajes planas, sempre conduzindo o concreto lançado contra o já adensado.

4.2 ADENSAMENTO DO CONCRETO

Durante e imediatamente após o lançamento, conforme descrito na NBR 14931(2004, p. 21) no item 9.6 adensamentos. O concreto deve ser vibrado ou apiloado contínua e energicamente com equipamento adequado à sua consistência. O adensamento deve ser cuidadoso para que o concreto preencha todos os recantos das fôrmas.

Durante o adensamento devem ser tomados os cuidados necessários para que não se formem ninhos ou haja a segregação dos materiais. Deve-se evitar a vibração da armadura para que não se formem vazios ao seu redor, com prejuízos da aderência.

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

O plano de lançamento deve estabelecer a altura das camadas de lançamento do concreto e o processo mais adequado de adensamento. No caso de alta densidade de armaduras, cuidados especiais devem ser tomados para que o concreto seja distribuído em todo o volume da peça e o adensamento se processe de forma homogênea.

Porém, conforme observado neste estudo, o adensamento mecânico, que usualmente é feito através de vibradores de imersão, apresenta algumas vantagens sobre o adensamento manual, tais como:

- Aumento da compacidade;
- Aumento da resistência;
- Maior homogeneidade;
- Economia de cimento e mão de obra;
- Diminuição da retração;
- Redução da permeabilidade;
- Aumento da durabilidade.

Entretanto, apesar destas vantagens, o excesso de vibração, que causa a segregação ou a consistência não adequada da mistura, pode levar a concretos de péssima qualidade. Para a utilização de vibradores, a consistência do concreto deve ser menos plástica do que a consistência para vibração manual (JÚNIOR, 2005 p. 21).

Para se evitar o excesso de vibração, a mesma deve ser paralisada quando o operador observar na superfície do concreto o surgimento de uma película de água e o término da formação de bolhas de ar. A formação dessas bolhas era intensa no início da vibração, mas decresce progressivamente até quase se anular.

4.3 CURA

Este procedimento tem a finalidade de evitar a evaporação prematura da água necessária à hidratação do cimento. Consistiu em realizar o controle do tempo, temperatura e condições de umidade após o lançamento do concreto nas fôrmas.

A realização da cura é fundamental para a garantia da resistência desejada na estrutura, pois evita a ocorrência de fissuração plástica do concreto, uma vez que impede a perda precoce da umidade. Tal proteção precisa ser feita atentando-se para alguns fatores, como:

- A cura deve ser iniciada assim que a superfície tenha resistência à ação da água;
- Assegurar uma superfície com resistência adequada;
- Assegurar a formação de uma capa superficial durável;
- No caso de lajes, recomenda-se a cura por um período mínimo de 7 dias;
- O concreto deve estar saturado com água até que os espaços ocupados pela água sejam inteirados por produtos da hidratação do cimento;
- Em peças estruturais mais esbeltas ou quando empregado concreto de baixa resistência à compressão, deve-se realizar a cura com bastante cuidado, pois, nessas situações, ocorre um decréscimo de resistência à compressão caso a cura não seja realizada.

Outro fator importante observado no trabalho foi o quesito temperatura. As temperaturas iniciais são as mais importantes para o concreto, sendo as baixas temperaturas mais prejudiciais ao crescimento da resistência, enquanto as altas o aceleram. Dessa forma, no inverno, deve-se tomar cuidado com resistências menores em idades baixas (7 ou 14 dias), enquanto no verão haverá maior crescimento, desde que a cura seja realizada adequadamente.

Os agentes mais comuns, que podem afetar a cura do concreto em seu início de vida são: mudanças bruscas de temperatura, secagem, chuva forte, água torrencial, congelamento,

agentes químicos, bem como choques e vibrações de intensidade tal que possam produzir fissuras na massa de concreto ou prejudicar a sua aderência à armadura.

4.4 MOLDAGEM DOS CORPOS DE PROVA

Para a correta realização do procedimento, alguns tópicos foram levados em consideração, conforme pede a NBR 5738 (2003, p. 03) tais como:

- As amostras foram recolhidas enquanto o concreto estava sendo descarregado da betoneira;
- Depois de recolhida a amostra, o prazo máximo para a moldagem deve ser de 15 minutos;
- O concreto deve ser bem misturado com uma concha ou colher de pedreiro, antes de colocá-lo dentro do molde, para que fique homogêneo e sem vazios no interior;
- Os moldes de aço devem estar limpos e sem defeitos, revestidos internamente com óleo mineral, e estar sobre uma base nivelada;
- A moldagem não pode sofrer interrupção;
- A moldagem deve ser realizada próximo ao local onde os corpos de prova serão armazenados e deve se deixa lós repousar durante 24 horas;
- Deverão ficar em local protegido e ser armazenados fora do alcance das intempéries (sol, vento, chuva etc.);
- Nos corpos de prova (100 mm x 200 mm) são aplicados 12 golpes em cada camada, totalizando duas camadas iguais e sucessivas;
- Nos corpos de prova (150 mm x 300 mm) são aplicados 25 golpes em cada camada, com a haste, totalizando três camadas iguais e sucessivas. Estes golpes são aplicados da maneira mais uniforme possível.

Os corpos de prova devem ser identificados imediatamente à sua moldagem, possibilitando localizar o lote de origem e as partes da construção onde foi empregado. Um controle mais rigoroso pode solicitar, ainda, a retirada de amostras no início, metade e final da carga da betoneira.

Após o período de 24 horas, os corpos de prova são transferidos para o laboratório, onde serão armazenados em câmaras úmidas até serem ensaiados. Caso os resultados não

forem satisfatórios, a estrutura deverá ser reavaliada e, em casos extremos, o reforço estrutural ou a demolição parcial é a solução para evitar imprevistos.

Normalmente são moldados dois corpos de prova. Esse é um controle técnico interno utilizado pela empresa, na busca de fiscalizar a qualidade do concreto que está sendo contratado.

4.5 RASTREABILIDADE

A rastreabilidade é um conceito que foi criado, devido à necessidade de se localizar ou encontrar um produto. Este sistema também é muito utilizado no controle de qualidade, pois através da rastreabilidade é possível identificar lotes de concretagem. Para se efetuar o mapeamento do concreto, deve se ter em mãos o projeto de formas (projeto estrutural) seja a concretagem destinada para pilar como para vigas e lajes.

Porém o principal objetivo do sistema de rastreabilidade do concreto é, caso a estrutura venha apresentar alguma característica não desejada e seja necessário o seu reforço, possibilitar, juntamente com a planilha de controle, o mapeamento do concreto, de maneira que seja possível localizar os lotes mais fracos sobre os quais serão adotadas as medidas preventivas.

Desta forma são demarcados cada lote de concretagem, ou seja, cada carga que chega na obra, foram identificados, mapeados e lançados no controle de qualidade interno do concreto, que a empresa possui, assim é possível traçar medidas preventivas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa teve como foco principal destacar a importância do controle de qualidade do concreto armado usinado em obra, perante o responsável técnico de uma obra e a sociedade em que vivemos. Analisando os procedimentos que são utilizados para execução do controle, através de normas brasileiras ou até mesmo dispondo do auxílio de artigos publicados por outros profissionais que já passaram por tais dificuldades.

Estes procedimentos auxiliam a fiscalizar a qualidade dos serviços tanto na parte da execução, por parte de profissionais qualificados, como também ajuda a verificar a qualidade do material fornecido. Esses mecanismos básicos que devem ser seguidos, tem um único

objetivo, garantir a segurança de uma estrutura de concreto armado, não colocando em risco a integridade física de quem estiver por perto.

Os procedimentos aqui vistos, devem ser seguidos em todas as empresas construtoras afim de garantir a qualidade desempenhada em seus serviços de execução, intercalando com a produtividade, sem que uma prejudique a outra nas etapas de execução de cada serviço.

Desta forma, devemos destacar aqui a importância de se adotar o controle de qualidade do material fornecido, no caso concreto armado. Ele é um dos componentes mais importante de uma obra, e deve se atentar no acompanhamento destes serviços, pois não basta só ter um material de qualidade, sendo que a mão de obra para execução deste serviço é de péssima qualidade, pois assim acaba prejudicando o material da mesma forma.

REFERÊNCIAS

ADES, A.Z.; **A Importância do Controle Tecnológico na fase estrutural em obras de edificações**. Rio de Janeiro/RJ – 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931**: Execução de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739**: Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 67**: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.

CARVALHO, R.C.; FILHO, J.R.F.; **Cálculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado - Segundo a NBR 6118:2003**. São Carlos/SP – 2013.

DALLABRIDA, A.P.P.; VEIGAS, C.; **Avaliação da Resistência à Compressão do Concreto Usinado: Comparação entre o Método de Moldagem Remota e Moldagem In Loco**. Pato Branco/PR – 2014.

FORTES, R.M.; MERIGHI, J.V.; **Controle Tecnológico e Controle de Qualidade – Um alerta sobre sua Importância**. São Paulo/SP – 2004.

GIL, A.C.; **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5ª Edição - Atlas. São Paulo/SP, 1999.

GIL, A.C.; **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5ª Edição – Atlas. São Paulo/SP, 2010.

JÚNIOR, T. F. S.; **Estruturas de Concreto Armado: Notas de Aula**. Lavras/MG – n.d.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 7ª Edição – Atlas. São Paulo/SP, 2003.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 7ª Edição – Atlas. São Paulo/SP, 2010.

MOTTER, D.C.; **Fiscalização de Obras Públicas** – Proposta de Check List e Recomendações para o controle Tecnológico do Concreto em Obras Públicas. Curitiba/PR – 2010.

NASCIMENTO, P.L.S.; **A Importância do Controle Tecnológico do Concreto**. Juiz de Fora/MG – 2012.

PACHECO, J.; HELENE, P.; Boletim Técnico: **Controle da Resistência do Concreto**. Mérida/MEX – 2013.

PORTAL DO CONCRETO, 2006. Disponível em:
<http://www.portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/slump.html>. Acesso em abril 2018.

RODRIGUES, W.C.; **Metodologia Científica**. Disponível em:
http://www.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/metodologia_cientifica.pdf. Acesso outubro 2015.

SUSSEKIND, J.C.; **Curso de Concreto** – Vol. 01 – Concreto Armado. Porto Alegre/RS – 1980.