

UNIEVANGÉLICA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

TIAGO SILVA LOPES
VALDECI XAVIER DOS SANTOS

PROCESSO DE CONCRETAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL

ANÁPOLIS / GO

2015

**TIAGO SILVA LOPES
VALDECI XAVIER DOS SANTOS**

PROCESSO DE CONCRETAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

ORIENTADORA: JULLIANA SIMAS RIBEIRO

ANÁPOLIS / GO: 2015

FICHA CATALOGRÁFICA

LOPES, TIAGO SILVA. DOS SANTOS, VALDECI XAVIER.

Estudo de Processo de concretagem na Construção Civil[Goiás] 2015

61P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2015).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

1. Concretagem

3. Resistência

I. ENC/UNI

2. Compressão

4. Abatimento

II. Título (Série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LOPES, TIAGO S.; DOS SANTOS, VALDECI X. Processo de Concretagem na Construção Civil. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 61p. 2015.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Tiago Silva Lopes, Valdeci Xavier dos Santos.

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Processo de Concretagem na Construção Civil.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2015

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Tiago Silva Lopes
e-mail: tiago_308@hotmail.com

Valdeci Xavier dos Santos
e-mail: vx6694@gmail.com

Dedicamos este trabalho aos professores e a todos os colegas e familiares que tanto nos apoiaram e nos incentivaram na construção de novos conhecimentos.

Agradecemos a Deus que nos dá força a cada dia de nossas vidas, as nossas famílias que é a base dos nossos aprendizados aos nossos colegas e professores que nos auxiliaram neste desenvolvimento e todos que fizeram parte desta conquista.

TIAGO SILVA LOPES
VALDECI XAVIER DOS SANTOS

PROCESSO DE CONCRETAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.

APROVADO POR:

JULLIANA SIMAS RIBERO, Mestra (UniEvangélica)
(ORIENTADORA)

NOME DO MEMBRO DA BANCA, titulação (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)

NOME DO MEMBRO DA BANCA, titulação (UniEvangélica)
(EXAMINADOR INTERNO)

DATA: ANÁPOLIS/GO, 06 de NOVEMBRO de 2015

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	15
1.2 OBJETIVOS	15
1.2.1 Objetivo Geral	15
1.2.2 Objetivos Específicos	16
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2 CONCRETO DOSADO EM CENTRAL – CDC	17
2.1 PERCURSO HISTÓRICO	17
2.2 MATERIAIS UTILIZADOS NA PRODUÇÃO DO CONCRETO	18
2.2.1 Cimento	19
2.2.2 Agregados	20
2.2.2.1 Areia	20
2.2.2.2 Britas	21
2.3 CENTRAIS DE CONCRETOS	22
2.4 EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE E DESCARGA DO CDC EM OBRA	23
2.4.1 Equipamentos de Transporte	23
2.4.1.1 Caminhões Basculantes	23
2.4.1.2 Caminhões Betoneiras	24
2.5 ROTEIRO PARA A ESCOLHA DA CONCRETEIRA	24
3 PROPRIEDADES DO CONCRETO	26
3.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES	26
3.2 PROPRIEDADES DO CONCRETO NO ESTADO FRESCO	26
3.2.1 Trabalhabilidade	26
3.2.2 Tipos de Concreto	27
3.2.2.1 Concreto convencional	27
3.2.2.2 Concreto de Alto Desempenho	28
3.2.2.3 Concreto Bombeável	28
3.2.2.4 Concreto de Alta Resistência inicial	28
3.2.2.5 Concreto de Pavimento Rígido	29
3.2.2.6 Concreto Pesado	29

3.2.2.7 Concreto Projetado	29
3.2.2.8 Concreto Leve Estrutural.....	29
3.2.2.9 Concreto Leve.....	30
3.2.2.10 Concreto Fluido	30
3.2.2.11 Concreto Rolado	30
3.2.2.12 Concreto Resfriado com gelo	31
3.2.2.13 Concreto Auto adensável.....	31
3.2.2.14 Concreto com adição de fibras	31
3.2.2.15 Concreto Impermeável	31
4 CONCRETO: PEDIDO E PROGRAMACÃO.....	32
4.1 DISPOSIÇÕES PRELIMINARES.....	32
4.2 PLANO DE CONCRETAGEM	33
4.2.1 Disposições Preliminares.....	33
4.2.1.1 Planejamento	33
4.2.1.2 Fôrmas e Escoramentos	34
4.2.1.3 Armaduras	34
4.2.1.4 Pedido de Concreto.....	35
4.3 RECEBIMENTO DO CONCRETO	36
4.3.1 Ensaio de Abatimento – Slump Test.....	37
4.3.2 Corpos de Prova	38
5 CONTROLE E OPERAÇÕES DO CONCRETO.....	40
5.1 LANÇAMENTO	40
5.2 ADENSAMENTO.....	40
5.4 BOMBEAMENTO DO CONCRETO.....	42
6 TECNOLOGIA APLICADA AO CONCRETO	44
6.1 ADITIVOS	44
6.1.1 Classificação.....	44
6.2 ENSAIO DE RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO	46
6.3 RASTREABILIDADE DO CONCRETO.....	46
6.3.1 Ficha de Verificar a Rastreabilidade do Concreto	48
6.3.2 Projeto da Rastreabilidade do Concreto	48

7 VIABILIDADE DA METODOLOGIA APLICADA	49
7.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES	49
7.2 METODOLOGIA PROPOSTA PARA ANÁLISE DOS RESULTADOS DA CONCRETAGEM.....	49
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
8.1 CONCLUSÕES	51
REFERÊNCIAS	52
ANEXOS	54
ANEXO A - Controle Tecnológico cimento a compressão simples	55
ANEXO B – FORMULÁRIO 037 – Mapa de Concretagem – Construtora	57
ANEXO C – Procedimento operacional – Rastreabilidade do Concreto.	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Cimento Portland	20
Figura 2: Areia de pó de brita.....	21
Figura 3: Brita.....	22
Figura 4: Silos de Cimento	23
Figura 5: Caminhão Basculante.....	23
Figura 6: Caminhão Betoneira.....	24
Figura 7: Equipamentos da Concreteira	25
Figura 8: Fôrmas.....	34
Figura 9: Armaduras Positivas e Negativas.....	35
Figura 10: Recebimento Concreto na Obra	37
Figura 11: Slump Test	38
Figura 12: Corpos de prova para ensaio em Laboratório	39
Figura 13: Lançamento do Concreto	40
Figura 14: Bombeamento do Concreto.....	42
Figura 15: Ensaio de Compressão corpo de prova	46
Figura 16: Mapa de Concretagem	48
Figura 17: Ciclo de concretagem.....	50

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Tipos de Aditivos.	45
-----------------------------------	----

LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1: Obtenção do Concreto.....	19
Fluxograma 2: Plano de Concretagem.....	33

RESUMO

O presente trabalho nos apresenta o processo da execução do serviço de concretagem das edificações e suas principais etapas são relacionadas para garantir a conformidade dos elementos estruturais e especificações prescritas no projeto estrutural. Será detalhado os métodos de controle do serviço e como se orientar para o acompanhamento de uma concretagem. Desde a criação do CDC – Concreto Dosado em Central o seu consumo passou a ter um crescimento considerável, assim sendo também passou a ter um controle maior tanto por parte da produtora do concreto quanto pelo consumidor. O importante no acompanhamento deste processo está nas etapas que devem ser seguidas à risca, diminuindo assim os gastos e aumentando a produtividade na obra. Tal metodologia aplicada no acompanhamento da concretagem é de muita importância para contribuir não apenas na definição de correções e sim para auxiliar nas identificações das principais fontes de variabilidade do processo e indicar as intervenções que se fazem necessário. O método proposto consiste na avaliação dos seguintes itens: a produção do CDC na usina, garantindo a qualidade e o controle do concreto. O deslocamento do concreto até a obra, sendo observado o local a hora e o espaço deste deslocamento até que o CDC seja entregue. Os controles e testes necessários para o recebimento do concreto garantindo assim uma concretagem segura ao que determina em projeto. As análises necessárias para o controle da resistência a compressão do concreto com 7 (sete) e 28 (vinte e oito) dias de cura. A rastreabilidade do concreto, permitindo um controle rigoroso do local de aplicação do concreto na estrutura. Diante de tais resultados pode-se concluir que os resultados atingidos quando seguidos conforme processo descritos no trabalho são de muita importância para a redução de gastos e o aumento da produtividade.

Palavras chaves: Concreto Dosado em Central, controle de resistência do concreto, variabilidade.

ABSTRACT

This paper presents the process of implementation of the concrete service of buildings and its main stages, related to ensuring compliance of the structural elements and specifications prescribed in structural design. The service will be detailed control methods and how to orient to the accompaniment of a concreting. Since the creation of the CDC - Dosed concrete in Central its consumption took on a considerable growth, thus also started to have more control both by the producer of the concrete as the consumer. The important thing in this process is side dish the steps that must be followed to the letter, thereby lowering costs and increasing productivity in the work. Such methodology applied in monitoring the concrete is of great importance to contribute not only in the definition of corrections but to assist in the identification of the main sources of process variability and indicate the interventions that are necessary. The proposed method is the evaluation of the following: CDC production at the plant, ensuring the quality and control of concrete. Concrete shift to the work being watched local time and space of tis displacement until the CDC is delivered. The controls and tests required for receiving the concrete thus ensuring a concrete safe to determining the project. The tests required for the concrete strength control with 7 (seven) and 28 (twenty eight) days of healing. The traceability of the concrete, allowing for strict control of concrete application site in the structure. Given these results, we conclude that the result achieved when followed as described process are very important for reducing costs and increasing productivity.

Key words: Dosed Concrete Central, concrete strength control, variability.

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Concreto Dosado em Central (CDC) encaminhado ao canteiro de obras transportado em caminhões-betoneiras, tem a finalidade de atender o processo de concretagem desde a produção na concreteira até a chegada a um determinado consumidor, entretanto sua utilização nas obras em geral é crescente em termos de custo-benefício, dentre de vários fatores destaca-se: o aumento da produtividade, redução do custo total da obra, desperdício de material, entre outros.

É importante analisar que o processo de concretagem deve seguir um controle desde a produção até o consumidor final, pois este processo é passível de diversas fontes de variabilidades que afetam a qualidade final do produto e o custo de produção.

Visando analisar a qualidade e o lançamento do concreto nas obras é necessário que, utilizemos formas eficientes para determinar a resistência do concreto lançado, assim sendo o processo deve ser seguido por passos pré-determinados até que seja finalizado a concretagem.

Nas etapas de lançamento, adensamento e cura do concreto é extremamente importante a presença do engenheiro na obra, no mínimo é necessária a presença de um técnico, ou ainda, de um mestre-de-obras de inteira confiança e com larga experiência em execução de concretagem. Os erros cometidos nessa etapa geralmente acarretam grandes prejuízos futuros.

Diante do exposto, este trabalho propõe-se a desenvolver uma metodologia de resultados adequados à realidade das centrais de produção de concreto e adequações dos canteiros de obras ao recebimento do CDC. Além disso nos permite o acompanhamento das tecnologias aplicadas para posteriores análises de qualidade.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo principal o desenvolvimento de um método que acompanhe todo o processo de produção do concreto em usina até o seu lançamento em um canteiro de obra.

1.2.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos destacam-se:

- A produção do concreto na Usina;
- Aprimoramento do desenvolvimento e a elaboração dos tipos de concretos utilizados;
- Acompanhamento e o deslocamento do concreto até à obra;
- Determinação das etapas intermediárias necessárias para estes acompanhamentos;
- Apresentar e acompanhar o ensaio de abatimento e de resistência à compressão do concreto, o lançamento, adensamento e cura do concreto;

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está dividido em 7 (sete) capítulos sendo no primeiro abordado um pouco do percurso histórico e materiais utilizados na produção do concreto, o capítulo 2 apresenta o CDC, destacando-se os tipos de centrais de concreto e os tipos de equipamentos utilizados no transporte do concreto, no capítulo 3 traz as propriedades adquiridas pelo concreto como: trabalhabilidade e tipos de concretos utilizados, já no capítulo 4 é apresentado o pedido e programação do concreto e organização para chegada do concreto à obra, no capítulo 5 consta o controle e operações do concreto como: lançamento, adensamento e cura, no capítulo 6 os tipos de tecnologia aplicadas ao concreto seja na produção, lançamento e testes de resistência em laboratório e rastreabilidade do concreto, e por fim o capítulo a viabilidade da metodologia aplicada.

2 CONCRETO DOSADO EM CENTRAL – CDC

De acordo com a NBR 7212 (ABNT, 2012), o CDC pode ser definido como “...concreto dosado, misturado em equipamento estacionário ou caminhão betoneira, transportado por caminhão betoneira ou outro tipo de equipamento, dotado ou não de agitação, para entrega antes do início de pega do concreto, em local e tempo determinados, para que se processem as operações subsequentes à entrega, necessárias à obtenção de um concreto endurecido com as propriedades pretendidas.”.

2.1 PERCURSO HISTÓRICO

O início da utilização do concreto se dá no período Romano, (DEWAR; ANDERSON, 2004). Entretanto, a possibilidade de produção e fornecimento só foi discutida a partir de 1872 quando o engenheiro civil George Deacon apresentou o seguinte comentário: “Se o concreto fosse fornecido no canteiro de obra como um produto pronto para aplicação isso seria sem dúvida de grande vantagem”. Apesar de a idéia ser discutida a partir de 1872, somente em 1903 foi patenteada na Europa pela Alemanha.

Dewar e Anderson (2004) apresentaram relatos que indicam que o concreto foi empregado pela primeira vez como CDC¹ nos Estados Unidos em 1913. Todavia o crescimento deste só pode ser observado 30 anos depois com o incentivo do governo Americano que impulsionaram o setor da construção civil. Contudo com necessidade do transporte do concreto em 1916 surgiu os primeiros caminhões betoneira. Na Europa, o emprego do concreto apresentou crescente utilização a partir de 1930 alavancando assim por várias empresas que viraram pioneiras na produção do concreto (DEWAR, ANDERSON, 2004).

No Brasil, as primeiras centrais de produção surgiram por volta do anos 50, uma vez que este período foi caracterizado pelo crescimento das cidades brasileiras. Exemplo maior a cidade de Brasília no final deste período (ABESC, 2003).

A primeira central de concreto brasileira denominada Usina Central de Concreto S/A - UCC foi instalada nos arredores de São Paulo em vista da necessidade de construção de rodovia que ligaria São Paulo a Jundiaí, esta unidade em questão somente fornecia concreto

¹ O concreto dosado em central (CDC) consiste em todo o concreto carregado em central misturadora, transportado e misturado em caminhões-betoneira e entregue, no estado plástico, a um determinado consumidor (REPOSITÓRIO INTERNACIONAL,UFRS,2010)

para esta rodovia. Posteriores, o concreto produzido pela UCC passou a ser comercializado e não demorou muito tempo para que outras empresas enxergassem os benefícios e inaugurassem centrais em outras regiões do Brasil.

Em 1978, impulsionadas por obras de grandes portes como a Usina Hidrelétrica de Itaipu, as concreteiras brasileiras apresentaram um crescimento muito alto que foi marcado pela Associação Brasileira da Empresa de Serviços de Concretagem – ABESC. Todavia o programa de aceleração do crescimento – PAC tem impulsionado o setor e o crescimento do mesmo nos últimos anos (ABESC, 2003).

Assim sendo, nota que a evolução do concreto – CDC é baseada na busca da produção e entrega de um produto e serviço vantajoso ao consumidor. O fato da maioria das construções fazer uso do concreto indica o sucesso do mesmo em termos de qualidade, prestação de serviço e custo-benefício.

O Concreto é um material formado pela mistura de cimento, água, agregados (areia e brita) e eventualmente aditivos que se torna de extrema importância para que uma dosagem² adequada seja realizada. O cimento e a água formam a pasta que une os agregados quando endurecida. A este conjunto denominamos concreto que, inicialmente encontra-se em estado plástico, permitindo ser moldado nas mais diversas formas, texturas e finalidades. Após o início do seu endurecimento o concreto continua a ganhar resistência. Contudo, a obtenção de um concreto com qualidade requer uma série de cuidados. Esses cuidados englobam desde a escolha de seus materiais, a determinação de um traço que garanta a resistência e a durabilidade desejada, passando pela homogeneização da mistura, sua correta aplicação e adensamento, até a cura adequada que garantirá a perfeita hidratação do cimento (DOFMAN, 2003).

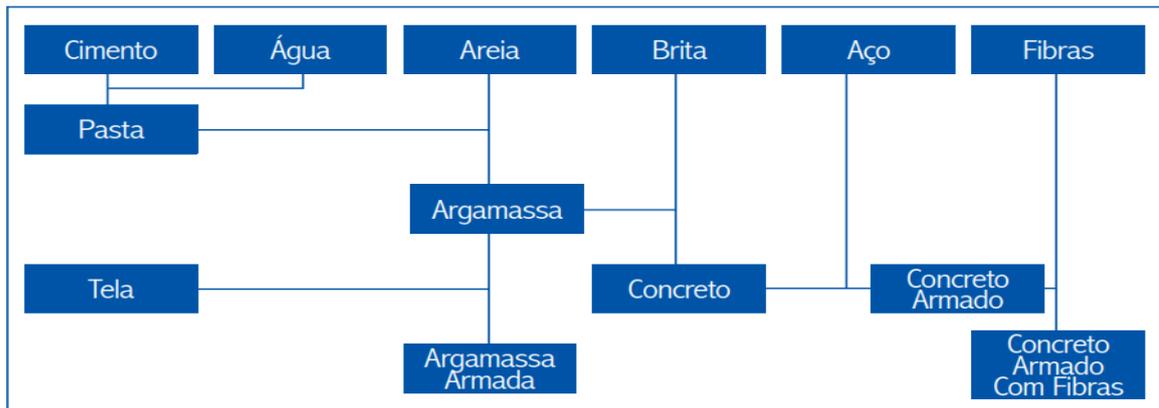
2.2 MATERIAIS UTILIZADOS NA PRODUÇÃO DO CONCRETO

Segundo a NBR 7211 (ABNT, 2009), o concreto é uma material composto que apresenta propriedades que combinam as características dos materiais que o compõe. Assim sendo, o conhecimento das propriedades deste torna-se de extrema importância para que uma dosagem adequada seja realizada e para o melhor entendimento do concreto.

² Entende-se por estudo de dosagem dos concretos de cimento Portland os procedimentos necessários à obtenção de uma melhor proporção entre os materiais constitutivos do concreto, também conhecido por traço do concreto (HELENE, 2005);

Dentre os principais materiais empregados na produção do concreto destaca-se: cimento, adições, agregados, aditivos e água. Tais materiais encontram-se disponíveis em diversas opções que apresentam as mais variadas características, por exemplo, diferentes tipos de cimento, composição de agregados e aditivos, cada um dos quais empregados para um determinado fim (ABNT, 2009).

Fluxograma 1 - Obtenção do Concreto



Fonte: Manual do Concreto – ABESC, 2007

2.2.1 Cimento

O cimento Portland é definido como um aglomerante hidráulico³ produzido pela moagem de clíques constituídos principalmente por silicatos de cálcio hidráulicos e uma pequena quantidade de uma ou mais formas de sulfato de cálcio (ABNT, 1991a; ABNT, 1991b).

Portanto, a produção do cimento apresenta uma determinada variabilidade, sendo esta inerente a diversos fatores que variam deste a composição mineralógica das matérias primas aos combustíveis utilizados nos fornos rotativos. Estas variações se refletem em um melhor ou pior desempenho do concreto produzido.

³ São aglomerantes que não só endurecem pela reação com a água, mas também formam produtos resistente a ação desta (FREITAS JR, UFPR, 2013).

Figura 1 - Cimento Portland

Fonte: Autorial Própria, 2015

2.2.2 Agregados

Considerando que o agregado ocupa cerca de 60% a 80% do volume do concreto, estes podem se considerar como um material cujas as principais funções estão relacionadas a formação de esqueleto granular que garante sustentação e redução de espaços vazios a serem preenchidos pela pasta de cimento, ou seja, enchimento no concreto.

Quanto a classificação dos agregados, estes podem ser classificados quanto ao tamanho de partícula em agregados miúdos e graúdos. Os agregados miúdos são aqueles cujo os grãos passam pela peneira de malha 4,75mm. Já os agregados graúdos são constituídos por grãos compreendidos entre as peneiras de malha 75mm e 4,75mm (ABNT:2009).

Em se tratar de agregados na produção de CDC, em especial podemos destacar os agregados artificiais produzidos por meio de britagem⁴, ou seja aqueles obtidos por processo de cominuição, para que possam adequar ao uso como agregados para concretos. Sua utilização vem sendo utilizada devido à preocupação com as questões ambientais e elevado custo dos agregados naturais. Por outro lado também encontramos os agregados naturais extraídos da natureza, com isso cada vez mais os agregados naturais afastam-se dos centros consumidores e o transporte, em muitos casos, tem um custo maior que o próprio material (ABCP, 2013).

2.2.2.1 Areia

Material de origem mineral finamente dividido em grânulos, composta basicamente de dióxido de silício (SiO₂), com 0,063 a 2 mm.

⁴ Definida como o conjunto de operações que tem como objetivo a fragmentação de grandes materiais, levando-os a granulometria compatíveis para utilização direta ou para posterior processamento (FIGUEIRA, 2004).

A areia é uma substância que tem uma idade incalculável, haja vista que as rochas ígneas das quais a areia é proveniente só podem ter sido formadas, sob uma enorme pressão e a uma profundidade de 9 a 24 quilômetros da crosta terrestre, onde foram convertidas em granito. Areia é uma substância natural, proveniente da desagregação de rochas; possui granulometria variando entre 0,05 e 5 milímetros pelas normas da (ABNT NBR 7211:2009). A areia é formada, principalmente por quartzo (SiO_2), mas dependendo da composição da rocha da qual é originária, pode agregar outros minerais como: feldspato, mica, zircão, magnetita, ilmenita, monazita, cassiterita, entre outros. Portanto a areia é utilizado na produção do concreto, argamassa de assentamento e revestimento, pavimentação asfáltica, em filtros, lastros e permeabilização de vias e pátios.

Figura 2 - Areia de pó de brita



Fonte: Autoria Própria, 2015

2.2.2.2 Britas

Material classificado como agregado de origem artificial⁵, de tamanho graúdo. É muito utilizada na fabricação de concretos, no lastro de rodovias e outras obras da construção civil, antes desse processo é também chamada de basalto, uma pedra de origem ígnea ou magmática. Este tipo de rocha é facilmente encontrada em todo Brasil. A classificação do tipo da brita é de acordo com seu diâmetro. É classificada de 0 (zero) a 5 (cinco) em ordem crescente.

⁵ Produzido pela mão do homem e não por processos naturais (DICIONÁRIO; Aurélio).

Figura 3 - Brita

Fonte: Autoria Própria, 2015

2.3 CENTRAIS DE CONCRETOS

Uma central de concreto trata-se de um conjunto de instalações e equipamentos necessários para o desenvolvimento das etapas de produção de concreto, isto é, armazenamento, manuseio, proporcionalmente dos materiais constituintes, homogeneização da mistura, transporte e lançamento da mistura. Além do concreto, as centrais abrangem serviços de administração, vendas, faturamento, cobranças, logística, controle de qualidade, assessoria técnica, treinamento e aperfeiçoamento profissional (MARTINS, 2005).

As centrais de concretos apresentam os mais variados tipos de instalações podendo ser classificados de acordo com diversos critérios dentre elas destacam: disposição da central, controle de proporcionalmente e mistura do concreto, e quanto à disposição: verticais, horizontais e mistas (MARTINS, 2005).

Figura 4 - Silos de Cimento



Fonte: Aatoria Própria, 2015

2.4 EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE E DESCARGA DO CDC EM OBRA

Nos itens que seguem, são apresentados os principais tipos de equipamentos utilizados para transportes da central para a obra e descarga do CDC em obra.

2.4.1 Equipamentos de Transporte

2.4.1.1 Caminhões Basculantes

Os caminhões do tipo basculante são utilizados nas centrais onde o concreto é totalmente produzido em misturador estacionário. Este caminhão apresenta a vantagem de transportar um maior volume de concreto quando comparado ao caminhão betoneira. Entretanto a utilização do caminhão basculante apresenta segregação dos constituintes do concreto (ABESC, 2007).

Figura 5 - Caminhão Basculante



Fonte: ABESC (2007)

2.4.1.2 Caminhões Betoneiras

O caminhão betoneira é o principal equipamento de transporte do CDC. Este tipo de caminhão é provido de um balão rotativo com um eixo inclinado. No interior deste há um par de laminas que contornam o balão em uma configuração helicoidal no sentido da cabine do motorista para o trecho de descarga do concreto. Tal configuração permite que o concreto se misture quando o balão gire em um sentido, compensando a segregação no transporte, e descarregando quando o balão gira no outro sentido (MARTINS, 2005).

Figura 6: Caminhão Betoneira



Fonte: Autoria Própria, 2015

2.5 ROTEIRO PARA A ESCOLHA DA CONCRETEIRA

O concreto dosado em central é normalizado pela ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas através do CB 18 Comitê Brasileiro de Cimento, Concreto e Agregados. O conhecimento e o cumprimento das normas técnicas sobre a execução do concreto dosado em central é uma das exigências. As normas que orientam sobre a perfeita utilização do concreto são: NBR 6118 (Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado), NBR 7212 (Execução do Concreto Dosado em Central), NBR 12655 (Preparo, Controle e Recebimento de Concreto), e NBR 8953 (Concreto para Fins Estruturais - Classificação por Grupos de Resistência).

Figura 7 - Equipamentos da Concreteira



Fonte: <http://www.redimix.com.br/>

Ao escolher uma concreteira leve em consideração:

- Sua configuração jurídica: capital social, contrato de prestação de serviços, notas fiscais e faturas e recolhimento de tributos;
- Se há laboratórios de controle e responsável técnico;
- O tempo de funcionamento e sua experiência no mercado;
- O desvio padrão da central que irá fornecer o concreto;
- A localização das centrais em relação à obra;
- O grau de controle de ensaios, automação e informatização;
- A eficiência de mistura dos caminhões betoneira;
- A idade média da frota de caminhões betoneira e eficiência de mistura;
- Os equipamentos de transporte e aplicação, caminhões betoneira, bombas, esteiras, guinchos;
- Se há certificado de aferição de equipamentos de medição (balanças, equipamentos de laboratório e etc.);
- A qualidade e procedência dos materiais componentes do concreto (cimento, agregados, aditivos, adições e água);
- Se o pátio de estocagem de agregados permite a separação e o controle de recebimento dos agregados;
- Se respeita o meio ambiente, através de controles ambientais (filtros, reciclagem, disposição de rejeitos).

3 PROPRIEDADES DO CONCRETO

3.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Imediatamente após a mistura do concreto, este passa por três fases distintas: estado fresco, pega e estado endurecido. Embora o concreto no estado fresco tenha apenas caráter transitório, é importante lembrar que as propriedades nesta etapa devem ser controladas, pois são de extrema importância para as propriedades no estado endurecido. (NEVILLE,1997)

De acordo com (Mehta & Monteiro, 2008), o estado fresco também pode ser definido como o período ao longo do qual o concreto apresenta consistência plástica, este é o período pelo o qual o concreto pode adequadamente manuseado, ou seja, misturado, lançado e adensado na estrutura. Nesta etapa o concreto é caracterizado por sua consistência e homogeneidade de mistura.

A sucessiva perda da plasticidade e desenvolvimento da resistência do concreto, associados à evolução das reações de hidratação do cimento, dá início a fase de pega e posterior endurecimento. Nesta última etapa o concreto é caracterizado por sua resistência mecânica, principalmente quando solicitado o esforço de compressão.

Assim sendo, é importante que o concreto atenda determinadas especificações quanto as propriedades no estado fresco e endurecido. De modo geral a compra deste é realizada mediante a especificação da dimensão máxima do agregado graúdo, consistência e resistência à compressão. Podemos destacar também a perda de trabalhabilidade, segregação, exsudação, massa específica do concreto, tempo de início de pega e temperatura do concreto (NEVILLE,1997).

A definição dos principais fatores que afetam o desempenho do concreto fresco e endurecido são fundamentais para o entendimento das fontes de variabilidade observadas no processo de produção do CDC.

3.2 PROPRIEDADES DO CONCRETO NO ESTADO FRESCO

3.2.1 Trabalhabilidade

De acordo com a (ASTM C125-03), define-se trabalhabilidade como a energia necessária para manipular o concreto fresco sem perda considerável de homogeneidade. Por

sua vez, define trabalhabilidade como facilidade e homogeneidade com que o concreto fresco seja manipulado desde a etapa de mistura ao acabamento final.

Independente dos termos e definição utilizada, nota-se que a trabalhabilidade é relativa à aplicação desejada ao concreto. Logo, um mesmo concreto pode ser considerado trabalhável para ser empregado, por exemplo, em fôrmas com baixa densidade de armadura, e não trabalhável para ser empregado em fôrmas de alta densidade de armadura.

Diante do exposto, no presente trabalho, a trabalhabilidade será considerada como a facilidade de manuseio do concreto em seu estado fresco, ou seja, lançamento, adensamento e acabamento, e manutenção de sua homogeneidade.

Uma vez que o concreto necessita de uma determinada mobilidade e, ao mesmo tempo, homogeneidade para que seja considerado trabalhável, nota-se que a trabalhabilidade trata-se de uma propriedade composta.

- Fluidez – descreve a facilidade de mobilidade do concreto;
- Coesão – descreve a resistência à exsudação e segregação;

Uma vez que a trabalhabilidade consiste em uma combinação de fluidez e coesão, o método mais adequado de determinação dessa propriedade seria através de ensaios reológicos, ensaios de dois pontos⁶ que pudessem quantificar a viscosidade e tensão de escoamento do concreto (NEVILLE,1997).

Dentre os métodos mais empregados em campo para a determinação quantitativa da trabalhabilidade do concreto destaque pode ser dados aos ensaios de abatimento de tronco de cone e o Slump-flow test⁷. Este fato deve-se a relativa simplicidade na execução de ambos os ensaios.

3.2.2 Tipos de Concreto

3.2.2.1 Concreto convencional

Utilizado na maioria das obras civis, deve ser lançado nas fôrmas por método convencional (carrinhos de mão, jericas, guas, etc.). O concreto convencional é de consistência seca e a sua resistência varia de 5,0 em 5,0MPa, a partir de 10,0 até 40,0MPa. É

⁶ São denominados ensaios de dois pontos os ensaios que por meio de duas medidas explicam a trabalhabilidade do concreto, por exemplo, o ensaio reológico que define os valores de viscosidade e tensão de escoamento (NEVILLE,1997).

⁷Utiliza-se os mesmos equipamentos do Slump Test, sendo que o que se mede é o espalhamento do concreto e não a altura adensada (INFORMATIVO TECNICO, REALMIX,2005).

aplicado em obras civis, industriais e em peças pré-moldadas. As vantagens são: aumento da durabilidade e qualidade final da obra, redução dos custos da obra e redução no tempo de execução.

3.2.2.2 Concreto de Alto Desempenho

Normalmente elaborado com adições minerais tipo sílica ativa e metacaulinita e aditivos superplastificantes, os concretos assim obtidos possuem excelentes propriedades. É aplicado em obras civis especiais, hidráulicas em geral e em recuperações, as vantagens são: aumento da durabilidade e vida útil das obras; redução dos custos da obra e melhor aproveitamento das áreas disponíveis para construção (REALMIX,2005).

3.2.2.3 Concreto Bombeável

Utilizado na maioria das obras civis a sua dosagem é apropriada para utilização em bombas de concreto, evitando segregação e perdas de material. Sua resistência varia de 5,0 em 5,0MPa, a partir de 10,0 até 40,0MPa. É aplicado em obras civis em geral, obras industriais e peças pré-moldadas, as vantagens são: aumento da durabilidade e qualidade final da obra; redução dos custos da obra e redução no tempo de execução, (REALMIX,2005).

3.2.2.4 Concreto de Alta Resistência inicial

O concreto de alta resistência inicial, como o nome já diz é aquele que tem a característica de atingir grande resistência com pouca idade, podendo dar mais velocidade à obra ou ser utilizado para atender situações emergenciais. Sua aplicação pode ser necessária em indústrias de pré-moldados, em estruturas convencionais ou protendidas, na fabricação de tubos e artefatos de concreto, entre outras. O aumento na velocidade das obras que este concreto pode gerar traz consigo a redução dos custos com funcionários, com alugueis de formas, equipamentos e diversos outros ganhos de produtividade. A alta resistência inicial é fruto de uma dosagem racional do concreto, feita com base nas características específicas de cada obra. Portanto, a obra deve fornecer o maior número de informações possíveis para a

elaboração do traço, que pode exigir aditivos especiais, tipos específicos de cimento e adições, (REALMIX,2005).

3.2.2.5 Concreto de Pavimento Rígido

O principal requisito exigido para esse concreto é a resistência à tração na flexão e ao desgaste superficial. Trata-se de um concreto de fácil lançamento e execução, é aplicado em estradas e vias urbanas. As vantagens são: maior durabilidade; redução dos custos de manutenção e maior luminosidade, (REALMIX,2005).

3.2.2.6 Concreto Pesado

A característica principal desse tipo de concreto é a sua alta densidade que varia entre 2800 e 4500 kg/m³, obtida com a utilização de agregados especiais, normalmente a hematita. É aplicado como contra peso em gasodutos, hospitais e usinas nucleares. Pode ser citada a vantagem de ser isolante radioativo (ABNT:2015).

3.2.2.7 Concreto Projetado

Concreto que é lançado por equipamentos especiais e em velocidade sobre uma superfície, proporcionando a compactação e a aderência do mesmo a esta superfície. São utilizados para revestimentos de túneis, paredes, pilares, contenção de encostas, etc. Este concreto pode ser projetado por via seca ou via-úmida, alterando desta forma a especificação do equipamento de aplicação e do traço que será utilizado (REALMIX,2005).

3.2.2.8 Concreto Leve Estrutural

Os concretos leves são reconhecidos pelo seu reduzido peso específico e elevada capacidade de isolamento térmico e acústico enquanto os concretos normais tem sua densidade variando entre 2300 e 2500 kg/m³, os leves chegam a atingir densidades próximas a 500 kg/m³. Cabe lembrar que a diminuição da densidade afeta diretamente a resistência do concreto. Os concretos leves mais utilizados são os celulares, os sem finos e os produzidos

com agregados leves, como isopor, vermiculita e argila expandida. Sua aplicação está voltada para procurar atender exigências específicas de algumas obras e também para enchimento de lajes, fabricação de blocos, regularização de superfícies, envelopamento de tubulações, entre outras (PORTAL DO CONCRETO,2015).

3.2.2.9 Concreto Leve

A densidade desse concreto varia de 400 a 1800kg/m³. Os tipos mais comuns são o concreto celular espumoso, concreto com isopor e concreto com argila expandida, é aplicado em: enchimento e regularização de lajes, pisos e elementos de vedação. As vantagens são: redução de peso próprio e isolante termo acústico (LAFARGE: 2010).

3.2.2.10 Concreto Fluido

Indicados para concretagens de peças densamente armadas, estruturas pré-moldadas, fôrmas em alto relevo, fachadas em concreto aparente, painéis arquitetônicos, lajes, vigas etc. Este concreto, com grande variedade de aplicações é obtido pela ação de aditivos superplastificantes, que proporcionam maior facilidade de bombeamento, excelente homogeneidade, resistência e durabilidade. Sua característica é de fluir com facilidade dentro das formas, passando pelas armaduras e preenchendo os espaços sob o efeito de seu próprio peso, sem o uso de equipamento de vibração. Para lajes e calçadas, por exemplo, ele se auto nivela, eliminando a utilização de vibradores e diminuindo o número de funcionários envolvidos na concretagens (ABESC, 2007).

3.2.2.11 Concreto Rolado

É utilizado em pavimentações urbanas, como sub-base de pavimentos e barragens de grande porte. Seu acabamento não é tão bom quanto aos concretos utilizados em pisos Industriais ou na Pavimentação de pistas de aeroportos e rodovias, por isso ele é mais utilizado como sub-base (PORTAL DO CONCRETO, 2015).

3.2.2.12 Concreto Resfriado com gelo

Trata-se de um concreto cuja quantidade de água é parcialmente substituída por gelo, para atender a condições específicas de projeto, por exemplo a retração térmica. É aplicado em paredes espessas e grandes blocos de fundação. A vantagem é a redução da fissuração de origem térmica, (REALMIX,2005).

3.2.2.13 Concreto Auto adensável

É o concreto do futuro, trata-se de um concreto de elevada plasticidade. Em alguns casos, pode ter a sua reologia controlada com a utilização de aditivos de última geração. É aplicado em Fundações especiais tipo hélice contínua e paredes diafragma; peças delgadas e peças densamente armadas. As vantagens são: Maior durabilidade e fácil aplicação. Dispensa a utilização total ou parcial de vibradores; redução dos custos com mão de obra e energia e maior produtividade no lançamento (ABNT, 1998).

3.2.2.14 Concreto com adição de fibras

Normalmente elaborado com fibras de nylon, polipropileno e aço, dependendo das condições de projeto, os concretos assim obtidos inibem os efeitos da fissuração por retração. Obras civis especiais e pisos industriais. As vantagens são: aumenta a durabilidade das obras quanto a abrasão e desgaste superficial; melhora a resistência à tração do concreto e pode ser utilizado em pistas de aeroportos (REALMIX, 2015).

3.2.2.15 Concreto Impermeável

Trata-se de um concreto com a relação água- cimento limitada, normalmente menor ou igual a 0,55; é dosado com um cimento apropriado, tipo Portland de alto – forno ou pozolânico. É aplicado em obras hidráulicas em geral, estações de tratamento d'água e esgoto e Barragens, as vantagens são: aumento da durabilidade da obra e redução dos custos de manutenção da obra (REDIMIX, 2015).

4 CONCRETO: PEDIDO E PROGRAMAÇÃO

4.1 DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Para assegurar que o concreto solicitado seja o adequado à peça a ser concretada, o cliente poderá exigir: o tipo e a marca do cimento, o tipo e a marca do aditivo, a relação água/cimento, o teor de ar incorporado, tipo de lançamento (convencional ou bombeado), uma determinada cor, a massa específica etc. Vale observar que muitas vezes as exigências se sobrepõem. Exemplo: o cliente especifica uma determinada relação água/cimento e também uma determinada resistência à compressão (f_{ck}) (NEVILLE,1997).

Neste caso, entende-se a relação água/cimento como um valor máximo e a resistência como um valor mínimo. Porém, dada a relação água/cimento máxima, a resistência do concreto poderá alcançar um valor muito superior à especificada no projeto, neste caso o construtor deve consultar o calculista para o redimensionamento da peça a ser concretada.

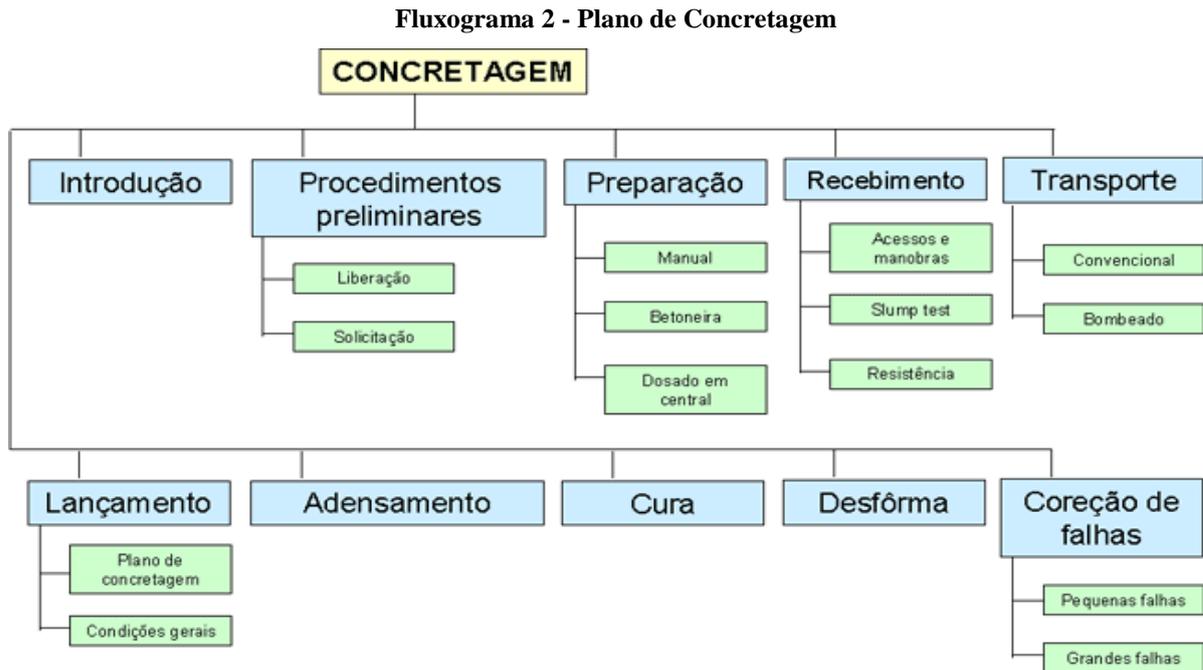
Conforme procedimento (ABESC: 2007), ao programar a concretagem lembre-se que o concreto deve ser aplicado no menor prazo possível. Para isso tome os seguintes cuidados antes de fazer o seu pedido:

- facilite o acesso dos caminhões-betoneira;
- verifique os equipamentos necessários para transportar o concreto dentro da obra (balde, jericas, calhas etc.);
- verifique a estanqueidade da fôrma, escoramentos e armação; garanta um número suficiente de vibradores para adensar o concreto;
- solicite a quantidade e o intervalo de entrega do concreto de acordo com a capacidade de aplicação da obra;
- estabeleça previamente um plano de concretagem (até 48 horas de antecedência);
- eleja um responsável pelo recebimento do concreto;
- confira o recebimento do concreto através da nota fiscal de entrega;
- proteja a peça recém concretada contra chuva, vento e temperaturas externas;
- siga sempre as recomendações das normas da ABNT.

4.2 PLANO DE CONCRETAGEM

4.2.1 Disposições Preliminares

O plano de concretagem é um conjunto de medidas a serem tomadas antes do lançamento do concreto para assegurar a qualidade da peça a ser concretada.



Fonte: (<http://www.clubedoconcreto.com.br>)

4.2.1.1 Planejamento

É preciso direcionar a equipe envolvida nas operações de lançamento, adensamento e cura do concreto, portanto planeje as interrupções nos pontos de descontinuidade das fôrmas, como: juntas de concretagem e encontros de pilares, paredes com vigas ou lajes etc.

Assim sendo, garanta equipamentos suficientes para o transporte de concreto dentro da obra (carrinhos, jericas, bombas, esteiras, guinchos, guindaste, caçamba etc.), providencie um número suficiente de ferramentas auxiliares (enxadas, pás, desempenadeiras, ponteiros etc.) disponibilizando um número suficiente de tomadas de força para os equipamentos elétricos; tenha vibradores e mangotes reservas, para eventual necessidade (NEVILLE, 1997).

4.2.1.2 Fôrmas e Escoramentos

As fôrmas são muito utilizadas no setor de construção civil, para dar formato as estruturas de concreto e para suportar o peso próprio, das cargas acidentais e trabalho até que a mesma se torne autoportante⁸. O sistema de fôrma de madeira é o mais antigo processo de confecção de fôrma na construção civil, e apesar das inovações no setor ainda hoje é o mais utilizado principalmente por pequenos construtores. Porém, vários outros materiais e processos surgem no mercado de forma a melhor atender as necessidades das construtoras, cada vez mais em busca de menores prazos e custos, além da pressão por menor geração de resíduos (EDWARD; JOSEPH, 2009).

Confira as dimensões baseadas no projeto, verificando a capacidade de suporte e de deformação das fôrmas provocadas pelo peso próprio ou operação de lançamento do concreto, verifique também a estanqueidade da fôrma para evitar a fuga da nata do concreto o por fim limpe as fôrmas e aplique o desmoldante (ABNT, 2009).

Figura 8 - Fôrmas



Fonte: Autoria Própria, 2015

4.2.1.3 Armaduras

O aço é uma liga metálica de ferro e carbono, com um percentual de 0,03% a 2,00% de participação do carbono, que lhe confere maior ductilidade, permitindo que não se quebre quando é dobrado para a execução das armaduras.

Na obra confira as bitolas, quantidade e dimensão das barras o posicionamento da armadura na fôrma devem ser fixadas adequadamente, analise também os cobrimentos da armadura (pastilhas/espaçadores) especificados no projeto, contudo limpe a armadura

⁸ diz-se de qualquer estrutura cuja estabilidade é assegurada com o apoio em uma única extremidade

(oxidação, gorduras, desmoldante etc.), a fim de garantir a aderência ao concreto (ABNT: 2007).

Figura 9 - Armaduras Positivas e Negativas



Fonte: Autorial Própria, 2015

4.2.1.4 Pedido de Concreto

A correta especificação do pedido do concreto garante que ele seja entregue na obra de acordo com o exigido no projeto. Portanto os agregados, o tipo de aditivo podem mudar completamente a qualidade do concreto a ser aplicado. Assim sendo alguns cuidados necessários a serem tomados quando solicitado um pedido de concreto (ABESC, 2007).

Informe antecipadamente o volume da peça a ser concretada para não haver perda nem falta na hora da concretagem, programar o horário de início da concretagem é de suma importância pois evita que o concreto entre no estado de início de pega. Contudo especifique a forma de lançamento: convencional, por bombas estacionárias ou auto bomba com lança, esteira, caçamba (gruas) etc. Verifique o tempo previsto para o lançamento. Por fim o concreto não pode ser lançado após o início de pega pois afeta suas propriedades (NEVILLE,1997).

Entretanto verifique o acesso à obra com: subidas ou descidas íngremes podem impossibilitar a descarga do concreto no local desejado, ou mesmo a movimentação dos equipamentos de bombeamento.

4.3 RECEBIMENTO DO CONCRETO

Conforme (ABNT NBR 12655:2015), depois de todo o preparo de espera do concreto na obra seguindo todos os parâmetros a fim de chegar o caminhão betoneira na obra devem ser observados se o concreto está sendo entregue de acordo com o pedido analisado do volume do concreto se a classe de agressividade está conforme parâmetros.

Antes da descarga do caminhão betoneira deve-se ainda avaliar se a quantidade de água existente no concreto está com as especificações, não havendo falta ou excesso de água. A falta de água dificulta a aplicação do concreto, criando “nichos” de concretagem, por sua vez, o excesso de água, embora facilite a aplicação do concreto, diminui consideravelmente sua resistência.

Durante o trajeto da central dosadora até a obra é comum ocorrer perda na consistência do concreto devido às condições climáticas, temperatura e umidade relativa do ar. Parte da água da mistura deve ser repostada na obra compensando a perda por evaporação durante o trajeto. Para isso, utiliza-se o ensaio de abatimento (slump-test⁹), bastante simples e de fácil execução.

Quanto à descarga na obra, é preciso certificar de que no local de deposição do concreto não haverá obstáculos para a chegada do caminhão. Note que no mínimo a altura livre necessária é de 4 metros e a largura livre de 3 metros. Os caminhões utilizados pelas usinas costumam ter as seguintes capacidades: 5, 7, 8 e 10 m³, se o pedido for menor do que 5 m³ a usina poderá cobrar um adicional pelo transporte isto deve ser negociado antes de se fazer o pedido. Note que mesmo o menor caminhão 5 metros trará um volume considerável de concreto para ser despejado em no máximo 90 minutos, assim é preciso nos certificarmos de que a obra está equipada com o pessoal e equipamentos necessários para receber, transportar e lançar todo esse concreto (ABESC:2007).

Caso a concretagem seja especialmente difícil ou não tenhamos em obra os recursos para usar o concreto em 90 minutos, pode-se pedir para a usina colocar um aditivo retardador de pega. Entretanto não se esqueça de ter à mão vários vibradores, essenciais para compactar adequadamente o concreto no menor tempo possível. Tenha ao menos 2 vibradores pois se um deles quebrar durante a operação o outro pode substituí-lo, sob pena de se perder toda a carga de concreto e danificar-se a qualidade da estrutura (MARTINS, 2005).

⁹ Ensaio de abatimento do troco de cone conforme ABNT NM 67:1998, conforme descrito no item 4.3.1.

Figura 10 - Recebimento Concreto na Obra



Fonte: <http://piniweb.pini.com.br>

A resistência do concreto entregue e aplicado na obra deve ser aferido por testes em corpos de prova. Para tanto, a usina deve coletar corpos de prova de cada caminhão entregue ou, caso o engenheiro da obra estiver de acordo de apenas alguns dos caminhões. Mas note que a usina só pode ser responsabilizada pela qualidade do concreto assim que este saiu do caminhão, cabendo ao responsável pela obra fazer o controle da qualidade do concreto efetivamente aplicado nas formas. Isto porque é possível receber um ótimo concreto na porta do canteiro mas que resulte em um péssimo concreto quando posto nas formas, por deficiência durante o transporte, lançamento ou cura. Assim em obras de responsabilidade (como em lajes e colunas) aconselha-se controlar a qualidade do concreto nas formas, tirando corpos de prova do concreto efetivamente lançado nelas que deve receber o mesmo tratamento em termos de cura do que as peças de onde foram retirados (EDWAR; JOSEPH, 2009).

4.3.1 Ensaio de Abatimento – Slump Test

A simplicidade deste ensaio o consagrou como o principal controle de recebimento do concreto na obra. Embora limitado, expressa a trabalhabilidade do concreto através de um único parâmetro: abatimento. Para que cumpra este importante papel, deve-se executá-lo corretamente. Portanto em via de regra é importante que siga alguns passos necessários para que este ensaio seja realizado:

Seguido os procedimentos conforme (ABNT NM 67:1998), via de regra colete a amostra de concreto depois de descarregar 0,5 m³ de concreto do caminhão e em volume aproximado de 30 litros, coloque o cone sobre a placa metálica bem nivelada e apoie seus pés sobre as abas inferiores do cone, preencha o cone em 3 camadas iguais e aplique 25 golpes

uniformemente distribuídos em cada camada, adense a camada junto à base, de forma que a haste de socamento penetre em toda a espessura.

Portanto no adensamento das camadas restantes a haste deve penetrar até ser atingida a camada inferior adjacente, após a compactação da última camada, retire o excesso de concreto e alise a superfície com uma régua metálica e retire o cone içando-o com cuidado na direção vertical, por fim coloque a haste sobre o cone invertido e meça a distância entre a parte inferior da haste e o ponto médio do concreto, expressando o resultado em milímetros (ABNT, 2007).

O acerto da água no caminhão-betoneira deve ser efetuado de maneira a corrigir o abatimento de todo o volume transportado, garantindo a homogeneidade da mistura logo após a adição de água complementar (ABESC:2007).

É importante que tente não adivinhar o índice de abatimento do concreto. Apesar da experiência, tanto do motorista do caminhão betoneira, quanto do fiscal que recebe o concreto na obra, efetue o ensaio de abatimento do tronco de cone, utilizando-o como um instrumento de recebimento do concreto, não adicione água após o início da concretagem. Isto altera as propriedades do concreto e anula as garantias estabelecidas em contrato.

Figura 11 - Slump Test



Fonte: Autoria Própria, 2015

4.3.2 Corpos de Prova

A coleta de amostras de concreto fresco deve ser realizada conforme estabelece a (ABNT NBR NM 33), para que seja representativa do lote em análise. Essa Norma estabelece que as amostras devem ser tomadas do terço médio da betonada, quantidade de concreto preparado em uma betoneira ou caminhão-betoneira, de forma a evitar alguma heterogeneidade do início ou final da descarga do material. Para as operações de moldagem dos corpos-de-prova a serem submetidos ao ensaio de ruptura, seu transporte, armazenamento

e ruptura à compressão, devem ser seguidas as prescrições das normas (ABNT, NBR 5738, ABNT, NBR 5739).

Assim sendo, a norma de moldagem determina que o diâmetro do corpo-de-prova cilíndrico deve ser igual ou maior a quatro vezes a dimensão máxima característica do agregado graúdo utilizado ou seja, quando for usado agregado maior do que 25 mm, não se deve empregar moldes cilíndricos de 10 cm x 20 cm, mas sim moldes de 15 cm x 30 cm. As formas devem ser estanques e ter suas dimensões e configuração geométrica conforme as exigências estabelecidas nesse documento (ABNT, 2003).

Nas primeiras idades, os corpos-de-prova devem ficar em local abrigado de intempéries e não devem ser submetidos a nenhum tipo de vibração, impacto ou outra solicitação que possa gerar imperfeições em sua estrutura. Vale salientar que os corpos-de-prova devem permanecer nas formas até no máximo a idade de 48 h.

É fundamental que o transporte dos corpos-de-prova até o laboratório de ensaios seja realizado de forma racional, sem submeter o concreto ainda jovem a condições desfavoráveis que possam interferir em sua integridade. A Norma recomenda o uso de caixas com areia ou materiais que diminuam a possibilidade de choques e evitem a perda de umidade dos corpos-de-prova. Após a desforma, os corpos-de-prova devem ser mantidos em câmara úmida, com umidade relativa de 95% e temperatura de laboratório (23 ± 2) °C até o momento do ensaio, que deve ser realizado em prensa.

Figura 12 - Corpos de prova para ensaio em Laboratório



Fonte: Autoria Própria, 2015

5 CONTROLE E OPERAÇÕES DO CONCRETO

5.1 LANÇAMENTO

O lançamento é a operação de colocação do concreto nas fôrmas. Pode ser confundido com transporte horizontal e vertical, que na realidade, compreende o processo de se levar o material desde seu local de produção até às fôrmas.

Contudo, o maior cuidado é evitar a chamada segregação do concreto, que consiste na separação dos materiais componentes, com o consequente aparecimento de ninhos ou bicheiras, que o adensamento não conseguirá eliminar.

O lançamento do concreto deve ser o mais próximo possível do seu local definitivo, garantindo a qualidade da estrutura a ser concretada. Sendo assim de maneira uniforme nas fôrmas, evitando a concentração e deformação das mesmas ao acompanhar o lançamento devem ser observados cuidados importantes quando a altura de queda livre não sendo superior a dois metros. Entretanto recomenda-se o uso de funis, calhas ou trombas (MARTINS;2005).

Figura 13 - Lançamento do Concreto



Fonte: Autoria Própria, 2015

5.2 ADENSAMENTO

O adensamento é a operação para a retirada do ar presente na massa do concreto, com o objetivo de se reduzir a porosidade ao máximo. Como benefício adicional obtém-se a melhoria da resistência mecânica, dificultando a entrada de agentes agressivos e o perfeito preenchimento das fôrmas. A fôrma usual de adensamento é a vibração que por melhor que

seja, não consegue retirar todo o ar aprisionado. Estima-se que cerca de 1,5 a 2% do volume da massa do concreto fresco seja ar incorporado, que deverá aumentar ao longo do tempo devido a saída da água pela evaporação (ABESC:2007).

É necessário que seja providenciado equipamentos como: vibradores ¹⁰de imersão os chamados agulha, vibradores de superfície conhecidos como réguas ou placas vibratórias, acabadoras de superfície e vibradores externos que são os vibradores de fôrma, mesas vibratórias e rolos compactadores vibratórios.

Alguns cuidados importantes devemos tomar ao fazer o adensamento do concreto como:

Evitar, tanto a falta quanto o excesso de vibração, determinar a altura das camadas em função do equipamento utilizado, o vibrador de imersão deve penetrar cerca de 5 cm na camada inferior do concreto lançado, iniciar o adensamento logo após o lançamento, evitar o adensamento a menos de 10 cm da parede da fôrma devido ao aparecimento de bolhas de ar e perda de argamassa, preveja reforço das fôrmas e escoramento em função de adensamento enérgico, evitar o transporte do concreto com o equipamento de adensamento (ABESC,2007).

5.3 CURA DO CONCRETO

A cura do concreto é uma etapa importante da concretagem pois evita a evaporação prematura da água e fissuras no concreto. Após o início do endurecimento, o concreto continua a ganhar resistência, mas para que isso ocorra de forma satisfatória (ABESC:2007).

Este processo é importantíssimo para que o concreto tenha sua resistência desejada, mediante o qual se mantêm um teor de umidade satisfatório, evitando a evaporação de água da mistura, garantindo ainda uma temperatura favorável ao concreto durante o processo de hidratação dos materiais aglomerantes, de modo que se possam desenvolver as propriedades desejadas (MARTINS, 2005).

Basicamente os elementos que provocam a evaporação são a temperatura ambiente, o vento e a umidade relativa do ar. Consequentemente a influência é maior quando existe uma combinação crítica destes fatores.

Portanto as características superficiais são as mais afetadas por uma cura inadequada como a permeabilidade a carbonatação e a presença de fissuração, etc. Nos concretos

¹⁰ Vibradores de imersão para concreto, auxiliam na eliminação de bolhas de ar, conferindo maior rigidez e resistência ao concreto. (MARTINS:2005)

convencionais, com emprego de valores de relação água cimento maiores que os dos concretos de alto desempenho há unanimidade em aceitar que a cura adequada é condição essencial para a obtenção de um concreto durável (DEWAR; ANDERSON, 2004).

5.4 BOMBEAMENTO DO CONCRETO

No modo de lançamento convencional o concreto é transportado até as fôrmas por meio de carrinhos de mão, jericas, caçambas, calhas e guias. O rendimento nesse tipo de transporte é de 4 a 6 metros cúbicos por hora, já no modo bombeável são utilizadas bombas de concreto. Elas transportam o concreto por intermédio de uma tubulação metálica, desde o caminhão betoneira até a peça a ser concretada, com esse sistema pode-se vencer grandes alturas ou grandes distâncias horizontais, obtendo-se uma produção média de 35 a 45 metros cúbicos por hora, há equipamentos que têm capacidade para bombear até 100 metros cúbicos por hora (ABESC.2007).

Figura 14 - Bombeamento do Concreto



Fonte: Autoria Própria, 2015

O concreto bombeável é ideal para todo tipo e tamanho de obra, porém é mais utilizado em grandes alturas áreas de difícil acesso, barragens, concreto submerso, centrais nucleares, longas distâncias e túneis. O sistema é a melhor solução para se trabalhar com grandes volumes em curtos espaços de tempo, é o caso de grandes fundações, lajes de edifícios e tubulações. Devido à sua plasticidade, trabalhabilidade e quantidade de finos, o concreto bombeável é ideal para obras em concreto aparente, o método de bombeamento apresenta muitas vantagens (NEVILLE,1997).

As principais vantagens do método de bombeamento são:

- Maior velocidade de transporte e na aplicação do concreto;
- Racionalização da mão-de-obra permite maior volume concretado por operário;

- Redução da quantidade de equipamentos de transporte como guinchos, gruas, elevadores e jericas;

- Menor necessidade de vibração por se tratar de um concreto mais plástico e com uma granulometria contínua.

O uso da técnica de bombeamento permite a concretagem contínua, evitando paralisações e as problemáticas juntas de concretagem. A rapidez faz com que o trabalho seja mais homogêneo.

Assim sendo, para que o bombeamento tenha êxito é imprescindível o entrosamento entre a obra e a central dosadora de concreto, o resultado geral para o construtor é a redução de custos para a obra, aumento da produtividade e a menor quantidade de equipamentos.

6 TECNOLOGIA APLICADA AO CONCRETO

6.1 ADITIVOS

Ao contrário do que se pensa os aditivos são bastante antigos, já eram utilizados pelos romanos muito antes da existência do concreto de cimento Portland. Naquela época eles usavam clara de ovo, sangue de animal e outros ingredientes como aditivos, já os aditivos como hoje os conhecemos começaram sua evolução a partir do início do século passado (MARTINS, 2005).

Os aditivos são produtos químicos adicionados à mistura de concreto, os principais aditivos utilizados no Brasil são: retardadores, incorporadores de ar, plastificantes, superplastificantes e seus derivados, como plastificantes aceleradores e plastificantes retardadores e aceleradores.

6.1.1 Classificação

Aditivos aceleradores têm como principal objetivo acelerar o processo de endurecimento do concreto, enquanto os retardadores adiam essa reação no processo, os aditivos plastificantes são muito utilizados no Brasil, reduzem a quantidade necessária de água e melhoram a trabalhabilidade da mistura, facilitando o seu acabamento e adensamento. Além disso, melhoram as condições de transporte até a obra pois reduzem a perda da consistência ao longo do tempo (MARTINS, 2005).

Já os aditivos superplastificantes são relativamente novos pois surgiram a partir da década de 70 com eles foi possível avançar na tecnologia do concreto e dosar concretos com resistências elevadas e alto desempenho, esses aditivos permitem elaborar concretos com baixíssimo teor de água pode-se reduzir em até 30% a quantidade de água no concreto com o conseqüente aumento de sua resistência (MARTINS, 2005).

Os aditivos incorporadores de ar por sua vez, consistem na introdução de microbolhas de ar com o objetivo de melhorar a trabalhabilidade do concreto, aumentar a durabilidade, diminuir a permeabilidade e a segregação, deixando o concreto mais coeso e homogêneo os incorporadores de ar reduzem ainda a exsudação, que é a subida de água livre no concreto, (MARTINS, 2005).

Tabela 1 - Tipos de Aditivos

TIPOS	EFEITOS	VANTAGENS	DESVANTAGENS	EFEITOS NA MISTURA
Plastificantes(P)	<ul style="list-style-type: none"> - Aumenta o índice de consistência. - Possibilita a redução de no mínimo 6% de água de amassamento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Maior trabalhabilidade para determinada resistência. - Maior resistência para determinada trabalhabilidade. - Menor consumo de cimento para determinada trabalhabilidade e resistência. 	<ul style="list-style-type: none"> - Retardamento do início de pega para dosagens elevadas para o aditivo. - Riscos de segregação, enrijecimento prematuro em determinadas condições. 	<ul style="list-style-type: none"> - Efeitos significativos da mistura nos três casos(usos) citados.
Retardadores(R)	<ul style="list-style-type: none"> - Aumenta o tempo de início de pega. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mantêm trabalhabilidade e temperaturas elevadas. - Retarda a elevação do calor de hidratação. - Redução do tempo de desforma. - Amplia os tempos de aplicação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pode promover exsudação. - Pode aumentar a retração plástica do cimento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Retardamento do tempo de pega.
Aceleradores(A)	<ul style="list-style-type: none"> - Pega mais rápida. - Resistência inicial mais rápida. 	<ul style="list-style-type: none"> - Concreto projetado. - Ganho de resistência em baixas temperaturas. - Redução do tempo de desforma. - Reparos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Possível fissuração devido ao calor de hidratação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Acelera o tempo de pega e a resistência inicial.
Plastificantes e aceleradores(PA)	<ul style="list-style-type: none"> -Efeito combinado de P e A. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reduz a água e permite ganho mais rápido de resistência. 	<ul style="list-style-type: none"> - Riscos de corrosão de armadura (cloreto). 	<ul style="list-style-type: none"> - Efeitos iniciais significativos. - Reduz os tempos de início e fim da pega.
Plastificante e Retardador(PR)	<ul style="list-style-type: none"> - Efeito combinado de P e R. 	<ul style="list-style-type: none"> - Em climas quentes diminui a perda de consistência. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumenta a exsudação e retração plástica. - Segregação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Efeitos iniciais significativos. - Reduz a perda da consistência.
Incorporadores de ar(IAR)	<ul style="list-style-type: none"> - Incorpora pequenas bolhas de ar no concreto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumenta a durabilidade ao congelamento do concreto sem elevar o consumo de cimento e o consequente aumento do calor de hidratação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Necessita de controle cuidadoso da porcentagem de ar incorporado e do tempo de mistura. 	<ul style="list-style-type: none"> - Efeitos iniciais significativos.
Superplastificante s: (SP)	<ul style="list-style-type: none"> - Elevado aumento do índice de consistência. - Possibilita redução de, no mínimo, 12% da água de amassamento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tanto como eficiente redutor de água como na execução de concretos fluidos (auto adensável). 	<ul style="list-style-type: none"> - Riscos de segregação da mistura. - Duração do efeito fluidificante. - Pode elevar a perda de consistência. 	<ul style="list-style-type: none"> - Efeitos iniciais significativos.

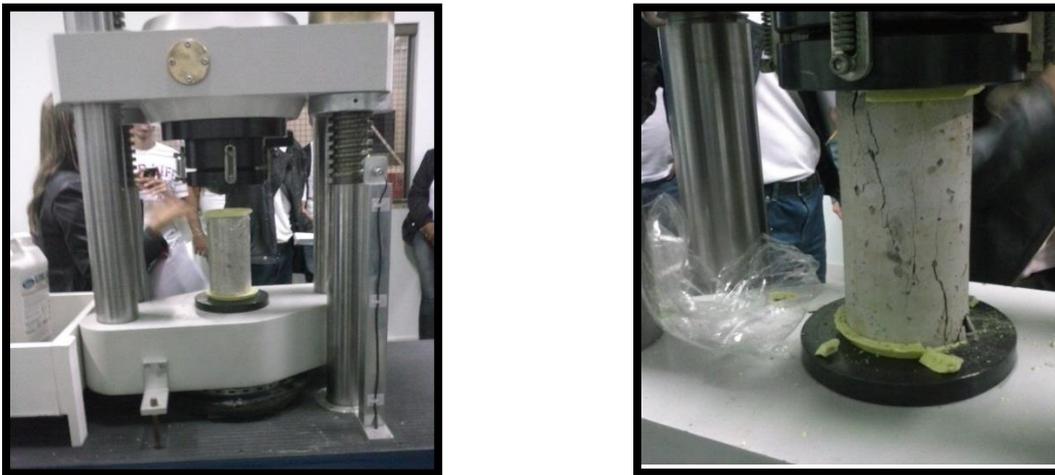
Fonte: ABESC, 2007

6.2 ENSAIO DE RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO

A dosagem de um concreto é sempre feita com margem de segurança especificada em norma. Enquanto o calculista especifica a resistência característica do concreto - f_{ck} - a concreteira dosa o concreto de forma a atingir uma determinada resistência média, segundo a fórmula: $(f_{cj} = f_{ck} + 1,65 S)$. Nesta fórmula, a resistência média do concreto a “i” dias inclui a resistência especificada pelo calculista (f_{ck} NBR, ABNT, 2007) mais um coeficiente de segurança (1,65) vezes o desvio padrão (S) da central de concreto (ABNT:2007).

Após a concretagem deve-se saber se o concreto atingiu a resistência especificada em projeto pelo calculista. Para isso, rompe-se os corpos de prova moldados no local da obra, em prensas especiais. Após a ruptura dos corpos-de-prova e de posse dos resultados é realizado o controle estatístico da resistência do concreto. Segundo a (NBR 12655, ABNT, 2015) especifica como deve ser calculada a aceitação da estrutura, como regra geral podemos afirmar que se faz o caminho inverso da dosagem do concreto, ou seja de posse dos resultados dos rompimentos dos corpos-de-prova, podemos calcular o valor médio dos rompimentos (f_{cj}) e também o desvio padrão, obtendo-se o valor da f_{ck} da fórmula expressa anteriormente.

Figura 15 - Ensaio de Compressão corpo de prova



Fonte: Autoria Própria, 2015

6.3 RASTREABILIDADE DO CONCRETO

Para que tenhamos uma estrutura bem executada devemos fazer o acompanhamento de três serviços: forma, armação e concretagem. Sempre fortalecer a idéia de que devemos obrigatoriamente registrar as inspeções dos serviços e as possíveis não conformidades

corrigidas para que tenhamos evidências. No caso específico da concretagem além da ficha de inspeção normal que todo serviço controlado deve possuir, temos que nos preocupar com mais um ponto: o controle de rastreamento do concreto (ALVES, 2013).

A rastreabilidade do lançamento do concreto nas peças estruturais seja ela “apenas” uma sapata ou uma laje por inteiro, deve ser levada extremamente a sério e feita com muita atenção durante todo o seu processo, que vai desde a mistura do concreto na usina de acordo com o traço e o abatimento exigido em projeto até o teste de resistência, através do rompimento do corpo de prova 28 dias após o seu lançamento, obtendo a confirmação do seu f_{ck} (ALVES, 2013).

Assim que o concreto chega à obra deve-se fazer registro da hora e, utilizando a nota fiscal emitida recolheremos algumas informações pertinentes. O primeiro ato deve ser conferir se o FCK está de acordo com o solicitado e se o número do lacre confere com o que está no caminhão. Ainda na nota fiscal podemos observar e registrar outros aspectos importantes que vão ser fundamentais para a rastreabilidade do concreto, como o número da própria nota e a placa do caminhão em que foi feito o transporte. Outro ponto importante a se destacar é o horário de saída do concreto da usina, para que se tenha o controle do seu vencimento e não seja lançado após o prazo permitido em Norma, de acordo com as especificações e aditivos utilizados para aceleração ou retardamento da pega. Nota conferida, é hora de ser feito o “slump-teste” para verificar o abatimento do tronco de cone e a fluidez em que se encontra o concreto. Estando de acordo libera-se o lançamento, registrando a hora de início e molda-se os corpos de prova para serem rompidos no mínimo com 7 e 28 dias após a concretagem.

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. Em caso de mais de um caminhão no mesmo dia uma ótima solução é que as marcações sejam feitas utilizando cores diferentes e legendas, indicando qual caminhão foi lançado em cada lugar determinado registrando ainda a hora de finalização do lançamento de cada caminhão (ALVES, 2013).

A última informação a ser registrada na ficha de rastreabilidade da concretagem será o resultado do laudo da resistência do concreto após o rompimento do corpo de prova de 28 dias. Todas essas informações podem parecer excessivas, porém não são difíceis de serem acompanhadas nem podem deixar de serem registradas e devidamente armazenadas e identificadas pois é através delas que vamos saber o tempo que o concreto leva até a obra, o tempo gasto com os lançamentos e de espera entre os caminhões, e o principal são esses

registros que vamos ter que rastrear caso tenhamos que tratar alguma não-conformidade futura, como baixo resultado de resistência ou rachaduras e fissuras na estrutura.

Podemos concluir que é através da rastreabilidade que iremos identificar qual concreto foi lançado naquele exato local, estudar a causa do problema e tratá-lo.

6.3.1 Ficha de Verificar a Rastreabilidade do Concreto

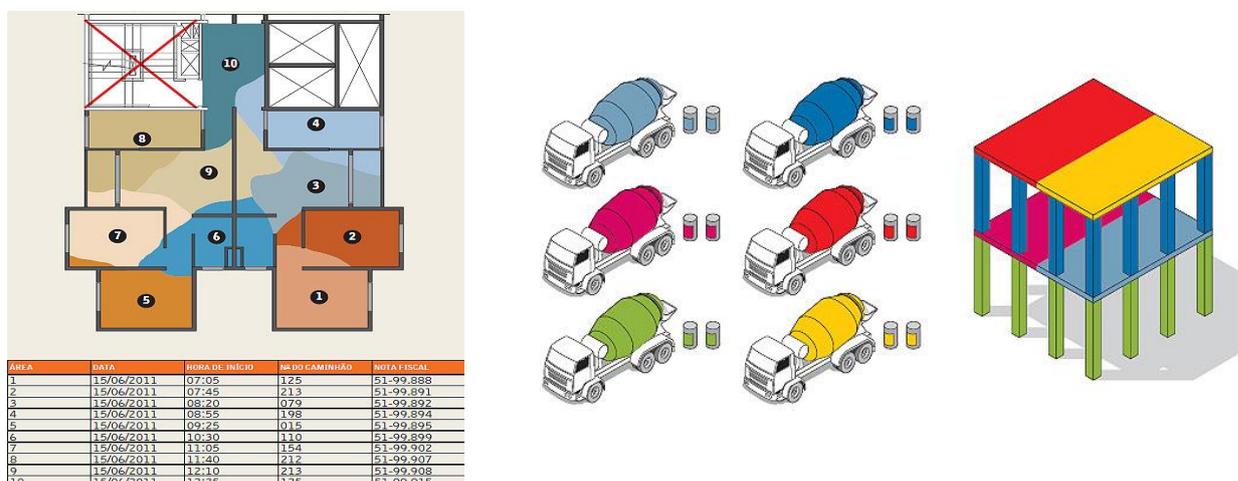
A rastreabilidade é um requisito aplicável para o concreto estrutural para agregados e materiais liberados para à obra. Entretanto à aplicação do concreto é garantida através do mapeamento da concretagem, assim sendo a rastreabilidade também é garantida como o preenchimento das Planilhas de controle tecnológico do laboratório.

Durante o lançamento do concreto o controle é feito através de dados coletados e anotados em planilhas dados como horário, slump, corpo de prova, data da ruptura e local de aplicação são de suma importância conforme Anexo A.

6.3.2 Projeto da Rastreabilidade do Concreto

No momento da concretagem é analisado a peça e a região do lançamento do concreto na estrutura para melhor identificar e se orientar conforme utilização do concreto de cada caminhão betoneira, então relata-se na planta estrutural da edificação o local correto da utilização do concreto. Este procedimento se faz necessário para garantir que o concreto aplicado naquela região seja referenciado para possíveis análises futuras.

Figura 16: Mapa de Concretagem



Fonte: <http://techne.pini.com.br>

7 VIABILIDADE DA METODOLOGIA APLICADA

7.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

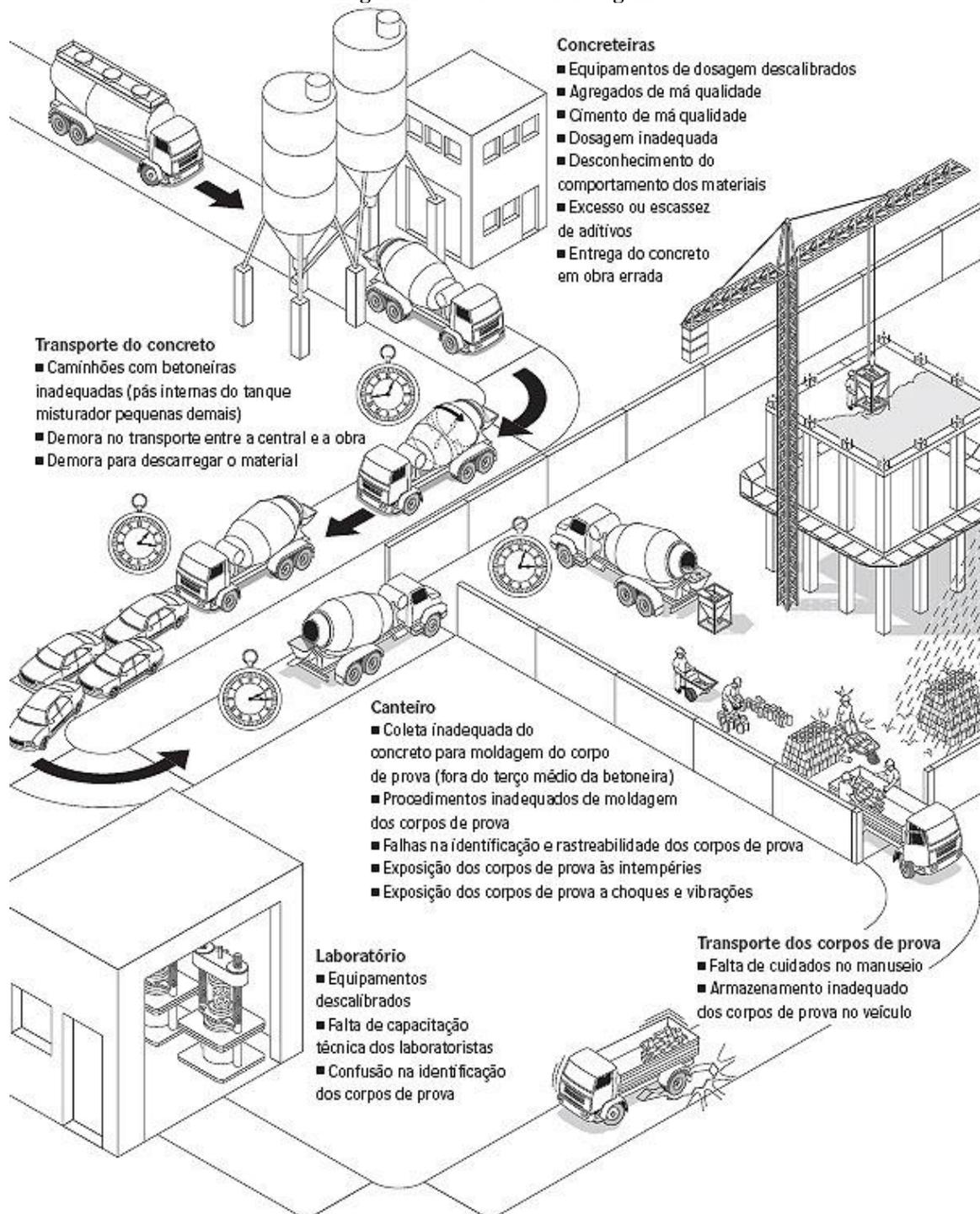
Conforme apresentado ao longo deste trabalho, o roteiro que propõe as etapas de concretagem de uma obra civil é de valia, pois seguindo estes passos conseguimos obter resultados satisfatórios como:

- Ganho de tempo para a execução da obra, pois trabalhando com equipamentos automatizados o processo de entrega e lançamento do CDC será mais viável.
- Menor desperdício do concreto, viabilizado o trabalho.
- Redução de mão de obra, atualmente o trabalho com o CDC nos permite a utilização de equipamentos substituindo funcionários.
- Redução de custos, eliminando desperdícios.
- Redução do tempo de execução da obra, permitindo uma maior mobilidade com um número mínimo de funcionários treinado para cada função.
- Maior confiabilidade nos materiais aplicados na concretagem, pois o CDC produzido em concreteira nos garante a resistência solicitada em projeto.
- Confiança nos testes realizados em obra e em laboratório, pois seguindo as normas de teste de abatimento e resistência a compressão garantimos uma melhor qualidade da peça concretada.

7.2 METODOLOGIA PROPOSTA PARA ANÁLISE DOS RESULTADOS DA CONCRETAGEM

A metodologia proposta para análise de todo processo de concretagem de uma obra civil foi baseada em condições de variabilidade e qualidade de cada etapa seguido durante uma concretagem, para obtermos os parâmetros desejados é importante seguir as etapas descritas, entretanto devemos analisar todo o ciclo de concretagem evitando falhas que venham a ser cometidas durante o processo, conforme figura 17.

Figura 17- Ciclo de concretagem



Fonte: <http://techne.pini.com.br>

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no exposto ao longo do presente trabalho, serão apresentadas a seguir as conclusões obtidas. Cabe salientar que as tais conclusões devem ser limitadas aos tipos de procedimentos seguidos, uma vez que as características podem diferir em relação à de sistemas adotados por diversas obras.

8.1 CONCLUSÕES

No presente trabalho foram discriminados todos os itens relacionados ao controle e acompanhamento do processo de concretagem em uma obra civil. Foram expostos os principais itens e procedimento adotados para que o processo produtivo obtivesse resultados satisfatórios.

O fator importante é que todo o trabalho de concretagem deve seguir etapas primordiais para atingir resultados, gerando assim menos custo e aumentando a produtividade. Os estudos das normas apresentados e dos autores citados foi indispensável para este trabalho, pois é através destes que conseguimos nos organizar para seguirmos as etapas propostas, contudo é necessário compreender também a prática desde o início da produção do concreto até sua finalização, que é a concretagem na obra.

Portando podemos observar que este estudo ajudará o profissional a adquirir um passo a passo necessário ao acompanhamento de toda a evolução da obra, proporcionando diminuir os índices de falhas que possam ocorrer e facilitar a correção dos mesmo em tempo. Assim sendo para que os relatos aplicados sejam satisfatórios é aconselhável a utilização de pessoal treinado e utilização de máquinas e equipamentos corretos para o processo.

Por fim, conclui-se que a metodologia apresentada é considerada adequada para avaliação das fontes de variabilidade do processo de produção e aplicação do CDC. O emprego das referências propostos permitiu não apenas a correção praticado pelos canteiros de obras mas também na identificação das principais fontes no processo de produção do CDC.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Deolina. **Rastreabilidade de Concreto Estruturada**. 99ª Edição, Campo Grande:2013.
- ABESC – Associação Brasileira de Empresas de Serviços de Concretagem. **Relatório Anual**. São Paulo, 2009.
- ABESC – Associação Brasileira de Empresas de Serviços de Concretagem. **Relatório Anual**. São Paulo, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND - ABCP. Apresenta informações sobre os tipos e especificações dos cimentos comercializados no Brasil. Disponível em: <<http://www.abcp.org.br>>.
- Acessado em: 15 de Maio de 2015.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIAL. **ASTM C94/C94M-04: Standard Specification for Ready-Mixed Concrete**. West Conshohocken, 2004.
- _____ **ASTM C125-03: Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates**. West Conshohocken, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211: Agregados para concreto**. Especificação. Rio de Janeiro, 2009.
- _____ **NBR 5732: Cimento Portland Comum - Especificação**. Rio de Janeiro, 1991b.
- _____ **NBR 5739: Concreto – Ensaio de Compressão de corpos de prova Cilíndricos – Métodos de Ensaio**. Rio de Janeiro, 2007.
- _____ **NBR 7480: Aços destinado a Armadura para estruturas de Concreto Armado - Especificação**. Rio de Janeiro, 2007.
- _____ **NBR 11578: Cimento Portland Composto - Especificação**. Rio de Janeiro, 1991a.
- _____ **NBR 12655: Concreto de Cimento Portland. Preparo, Controle e Recebimento - Especificação**. Rio de Janeiro, 2015.
- _____ **NBR 15823: Ensaio de Concreto Auto adensável - Especificação**. Rio de Janeiro, 1998.
- _____ **NBR 15696: Formas e Escoramento para estruturas de Concretos – Projetos, Dimensionamentos e Procedimento Executivos - Especificação**. Rio de Janeiro, 2009.
- _____ **NM 67: Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone - Especificação**. Rio de Janeiro, 1998.
- DOFMAN, Gabriel. **História do Cimento e do Concreto**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2003.

EDWARD, Allen; JOSEPH, Iano. 5.ed. **Fundamentos da Engenharia de Edificações: Materiais e Métodos**. Porto Alegre: **BookMan Editora Ltda, 2009**.

HELENE, P. R. L v.1. **Dosagem de Concretos de Cimentos Portland**: São Paulo: **G.C.ISAIA,2005**.

MARTINS, V. C. **Otimização dos processos de dosagem e proporcionamento do concreto dosado em central com a utilização de aditivos: estudo de caso**. Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

NEVILLE, A.M. **Propriedades do concreto**. 2ª Ed. rev. atual. São Paulo: Pini, 1997.

REALMIX – **Tecnologia em Concreto Modernidade a serviço do Cliente – Informativo Técnico**. Aparecida de Goiânia – Go, 2005.

ANEXOS

ANEXO A - Controle Tecnológico cimento a compressão simples

ANEXO B – FORMULÁRIO 037 – Mapa de Concretagem – Construtora

ANEXO C – Procedimento operacional – Rastreabilidade do Concreto.

PO - Procedimento Operacional			
PROCESSO	IDENTIFICAÇÃO	VERSÃO	FOLHA
RASTREABILIDADE DO CONCRETO	PO.017	01	60 / 61

1. OBJETIVO:

Estabelecer os critérios utilizados na Rastreabilidade do Concreto.

2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA:

- NBR ISO 9001, PBQP-H/SIQ, NBR 5738.

3. RESPONSABILIDADES:

3.1. Almoxarife:

3.1.1 Recebimento do concreto na obra. O estagiário também está apto a receber o concreto.

3.2. Laboratorista:

3.2.1 Realização do Slump Test e Moldagem dos Corpos de Prova;

3.2.2 Rompimento dos corpos de prova aos 7 e 28 dias;

3.2.3 Elaboração da Planilha com o Controle Tecnológico do Concreto.

3.3. Mestre de Obra e/ou Estagiário:

3.3.1 Preenchimento do FORM. 037 - Mapa de Concretagem e acompanhamento da aplicação do concreto. O Almoxarife também deverá receber o treinamento de Mapa de Concretagem para auxiliar caso necessite.

3.4. Engenheiro da Obra:

3.4.1 Análise do Laudo de Resistência do Concreto.

4. PROCEDIMENTOS:

4.1. Rastreabilidade:

A **Formatto Engenharia** utiliza concreto nas estruturas e fundações dos seus empreendimentos conforme descrito abaixo:

4.1.1. O **Almoxarife** recebe o concreto usinado do fornecedor qualificado, conferindo antes da descarga as características descritas na Nota Fiscal;

4.1.2. O **Laboratorista** verifica o Slump do concreto para a conferência com o especificado. Caso haja alguma divergência do slump verificado com relação aos padrões descritos na NF, o engenheiro ou o mestre de obras deverá ser comunicado imediatamente;

4.1.3. Retira amostra do caminhão para ensaio aos 7 e 28 dias.

4.1.4. No caso de concreto in loco, a moldagem de corpos de prova deve ser feita para lotes de 30 m³ de concreto.

4.2. Durante o lançamento do concreto:

- 4.2.1. É feita a identificação das peças ou regiões concretadas, registrando-se as informações no FORM. 037 - Mapa de Concretagem e pintando em planta as regiões onde foi lançado o concreto de cada caminhão.
- 4.2.2. No caso de concreto in loco, as informações devem ser registradas no FORM. 037, pintando em planta, com a mesma cor, os elementos estruturais concretados no mesmo dia.
- 4.2.3. À medida que os corpos de prova são ensaiados em laboratório, os resultados obtidos são lançados no FORM. 037 - Mapa de Concretagem;
- 4.2.4. O **Engenheiro da Obra** verifica se a resistência está de acordo com a especificada no projeto estrutural. Se a resistência estiver igual ou maior que a especificada, a concretagem está aprovada no requisito resistência;
- 4.2.5. Caso a resistência esteja abaixo do especificado o **Engenheiro da Obra** aponta a segregação no FORM. 037 - Mapa de Concretagem e consulta o autor do projeto, ou ainda, se necessário, encaminha o problema a um terceiro, para que seja feita uma avaliação da situação e emissão de um aludo técnico, que deverá avaliar se a peça está aprovada ou reprovada. No caso da reprovação este laudo deverá esclarecer a ação a ser dada ao caso.

5. CONTROLE DE REGISTROS:

Os registros da qualidade, gerados pelas atividades deste procedimento são controlados desta forma:

IDENTIFICAÇÃO	LOCAL DO ARQUIVO	TIPO DE ARQUIVO PROTEÇÃO E RECUPERAÇÃO	TEMPO DE RETENÇÃO	DESCARTE
FORM. 037 - Mapa de Concretagem	Sala da Obra	Arquivo em pasta ou caixa com título indicativo recuperado por data	Até o final da obra	Arquivo Inativo
Laudos	Escritório da Obra	Em pasta suspensa e/ou caixa com título indicativo recuperado por data	Até o final da obra	Arquivo Inativo
Normas Técnicas	Escritório da Obra	Em pasta suspensa e/ou caixa com título indicativo por ordem alfabética	Até o final da obra	-

6. HISTÓRICO DE ALTERAÇÕES:

- Item 4.1.4: onde se lia “No caso de concreto in loco, a moldagem de corpos de prova deve ser feita para lotes de concretagem, definidos pelo Eng^o da Obra, dentro das normas vigentes.”, se lê, “No caso de concreto in loco, a moldagem de corpos de prova deve ser feita para lotes de 30 m³ de concreto”