

CENTRO UNIVERSITÁRIO ATENAS

LETÍCIA CORREIA DE ANDRADE

**CONTROLE TECNOLÓGICO DO PROCESSO DE
FABRICAÇÃO DO CONCRETO**

Paracatu

2019

LETÍCIA CORREIA DE ANDRADE

CONTROLE TECNOLÓGICO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO CONCRETO

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Estrutural

Orientador: Prof. Msc Romério Ribeiro da Silva.

Paracatu

2019

LETÍCIA CORREIA DE ANDRADE

CONTROLE TECNOLÓGICO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO CONCRETO

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil

Área de Concentração: Estrutural

Orientador: Prof. Msc Romério Ribeiro da Silva.

Banca examinadora:

Paracatu-MG, _____ de _____ de 2019.

Prof. Msc. Romério Ribeiro da Silva.
Centro Universitário Atenas

Prof. Dr. Alexandre Almeida Oliveira
Centro Universitário Atenas

Prof. Marcos Henrique Rosa dos Santos
Centro Universitário Atenas

Dedico aos meus pais, Joelma e Ronaldo, aos meus filhos, Alexandre Adrian e Sofia, ao meu marido Anderson, aos meus professores e aos meus amigos, por todo o apoio, dedicação e confiança em mim empregados.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar sempre comigo em cada instante deste percurso.

A toda minha família pelo apoio dedicado a mim.

Aos meus pais, Joelma e Ronaldo, pela dedicação e amor incondicional.

Ao meu marido, Anderson e meus filhos, Alexandre Adrian e Sofia, meu maior incentivo.

À minha mãezinha de coração Cleonice, por todo carinho e dedicação.

Às minhas queridas amigas, com quem posso sempre contar.

Ao meu grupo de estudos, por me incentivar e nunca me deixarem desanimar.

Aos professores pela partilha de conhecimento, pelos ensinamentos para a vida e por toda dedicação.

Ao meu orientador Romério, por acreditar e confiar em mim.

Se fracassar, ao menos que fracasse
ousando grandes feitos, de modo que a sua
postura não seja nunca a dessas almas frias e
tímidas que não conhecem nem a vitória nem a
derrota.

Theodore Roosevelt

RESUMO

Os requisitos mais básicos de uma edificação são sua qualidade, segurança e durabilidade, que são requisitos imprescindíveis. É na fase da estrutura de uma edificação que devemos garantir esses requisitos. Nesse contexto, o controle tecnológico tem uma função essencial, desde a escolha do material até os ensaios laboratoriais.

Este trabalho tem como objetivo, testar o nível de conhecimento e aceitação do Controle Tecnológico do Processo de Fabricação do Concreto, apontar a importância do conhecimento da resistividade do concreto, apontar a importância deste controle, certificar que os materiais empregados na fabricação do concreto atendam as normas vigentes, mostrar como quantificar com exatidão a resistividade do concreto.

O trabalho foi realizado através de pesquisas e entrevista sobre o tema abordado, e através destas pesquisas pode-se descrever as características do processo e constatar os reais motivos do baixo índice de busca da parte dos proprietários de imóveis e empresários do ramo da construção civil

O concreto sendo o material mais utilizado no Brasil na fase de estruturas, este trabalho apresentará as formas de se realizar um controle tecnológico satisfatório.

Palavras - chave: Concreto. Estruturas. Controle. Fabricação. Processo.

ABSTRACT

The most basic requirements of a building are its quality, safety and durability, which are essential requirements. It is at the stage of the structure of a building that we must guarantee these requirements. In this context, technological control has an essential function, from the choice of the material to the laboratory tests.

This work aims to test the level of knowledge and acceptance of the Technological Control of the Concrete Manufacturing Process, to point out the importance of knowing the resistivity of the concrete, to point out the importance of this control, to certify that the materials used in the concrete manufacture meet the standards, show how to accurately quantify the resistivity of the concrete.

The work was carried out through researches and interviews about the topic, and through these surveys one can describe the characteristics of the process and verify the real reasons for the low search index of the real estate owners and entrepreneurs in the construction industry

Concrete being the most used material in Brazil in the structure phase, this work will present the ways to carry out a satisfactory technological control.

Keywords: *Concrete. Structures. Control. Manufacturing. Process.*

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABESC	Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ISO	International Organization for Standardization (Organização Internacional de Normalização).
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
NM	Norma Mercosul
FCK	Resistência característica à compressão do concreto
CP	Corpo de Prova
FC,EF	Resistência à compressão efetiva
FCI	Resistência
FCK,EST	Resistência característica estimada do concreto potencial

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Demonstração do procedimento de ensaio de abatimento (Slump Test)	17
FIGURA 2: Moldes para corpo de prova	30
FIGURA 3: Corpos de prova moldados retirados do molde após 24 hs da moldagem	30
FIGURA 4: Corpos de prova retirados da água aguardando rompimento	30
FIGURA 5: Prensa utilizada para o rompimento dos corpos de prova	31

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	PROBLEMA	12
1.2	HIPÓTESES	12
1.3	OBJETIVOS	12
1.3.1	OBJETIVO GERAL	12
1.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.4	JUSTIFICATIVA	13
1.5	METODOLOGIA	13
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2	O CONTROLE TECNOLÓGICO	19
2.1	O CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO NAS USINAS	20
2.2	O CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO RODADO EM OBRA	21
2.3	RASTREABILIDADE DO CONCRETO	22
2.4	RESPONSABILIDADES	22
3	OS MATERIAIS EMPREGADOS NA FABRICAÇÃO DO CONCRETO	23
3.1	AGREGADOS	23
4	A RESISTIVIDADE DO CONCRETO	24
4.1	CONSEQUÊNCIAS DO MAU RECEBIMENTO DO CONCRETO	25
4.2	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	25
5	ESTUDO DE CASO	26
5.1	CONCLUSÃO DO ESTUDO DE CASO	26
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
	REFERENCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

O concreto tradicional utilizado em todas as obras de edificações, seja ela de pequeno, médio ou grande porte, é, por definição, um material formado pela mistura de cimento, água e agregados graúdos e miúdos -, fresco, ele tem consistência plástica, podendo ser moldado em formas e dimensões variadas, bastando ser lançado em fôrmas de materiais adequados, e endurecido tem resistência a compressão elevada, porém tem baixa resistência à tração.

É um material bastante estável e durável, se bem executado. E sua resistência aumenta ao longo do tempo, quando sujeito a intempéries.

O concreto armado, é, por definição, um material misto obtido pela colocação de barras de ferro no interior do concreto.

As barras de aço inseridas no concreto são protegidas da corrosão pelo fato de o concreto ser um meio alcalino. As estruturas que são feitas de concreto armado têm uma durabilidade grade quando expostas ao meio ambiente.

Os materiais que compõem o concreto são muito abundantes na em quase todo o mundo, o que o torna bem viável economicamente. Os minérios de ferro também são muito abundantes.

O concreto armado, por ser composto por dois materiais relativamente econômicos, se torna muito utilizado em vários tipos de construção, e é muito utilizado em estruturas de casas, prédios, pontes, barragens, entre outros.

Os agregados constituem aproximadamente de 75% do concreto, devem ser constituídos de partículas duras e resistentes, e isentos de materiais como: argila, silte, sais minerais, materiais orgânicos, entre outros.

A granulometria dos agregados é determinada em ensaios padrões de peneiração, deve atender limites fixados por especificações normativas, de maneira que os agregados tenham um bom entrosamento entre si, que possibilite obter pequenos espaços vazios entre suas partículas, esse entrosamento possibilita a economia da pasta de cimento, que é o material mais caro que constitui o concreto.

A água que é utilizada na fabricação do concreto é preferencialmente potável, não podendo conter resíduos industriais e/ou materiais orgânicos.

O cimento mais utilizado para a fabricação do concreto é o cimento Portland que são produzidos pela pulverização de clínquer, formados por silicatos de cálcio hidratados com

adição de sulfatos de cálcio e outros. São moídos em um pó tão fino que não é possível determinar sua composição granulométrica por meio de peneiras.

Os aditivos são materiais que são adicionados ao concreto para auxiliar na plasticidade, fluidez, tempo de cura, entre outros, são utilizados quando se quer reduzir a quantidade de água na massa para que se obtenha a plasticidade desejada para lançamento em formas, são fabricados por empresas especializadas e essas empresas fornecem informações de utilização para que se possa obter melhor desempenho.

Com um controle tecnológico efetivo, pode-se determinar, se há necessidade de reforços estruturais, ou até, demolições e reconstruções.

1.1 PROBLEMA

O concreto tem sido muito utilizado em estruturas pelo fato de ser resistente e durável. Existem alguns métodos para que se possa atestar essa durabilidade e resistência. Um desses métodos é o controle tecnológico de fabricação do concreto. Neste sentido, as grandes obras do município de Paracatu vêm fazendo este controle de forma eficaz?

1.2 HIPÓTESES

A falta de conhecimento das empresas no ramo de construção civil sobre o serviço de análise tecnológica é prestada de forma eficiente no município pode ser um fator para uma possível ausência dos laudos técnicos.

A falta de conhecimento dos proprietários das edificações sobre a importância desse controle tecnológico é um fator relevante para a negligência na contratação deste serviço.

A interpretação equivocada de que a contratação do serviço de análise tecnológica elevará sobremaneira os custos da obra, pode fazer que proprietários rejeitem o serviço.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Testar o nível de conhecimento e aceitação do Controle Tecnológico do Processo de Fabricação do Concreto e apontar a importância do conhecimento da resistividade do concreto que está sendo empregado nas várias partes da estrutura da edificação.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) apontar a importância do controle tecnológico no processo de fabricação do concreto como uma forma de se garantir que a estrutura em processo de construção terá a resistividade desejada, assegurando assim sua qualidade, durabilidade e segurança.
- b) certificar que os materiais empregados na fabricação do concreto estejam em acordo com as exigências de qualidade exigida nos padrões atuais de controle.
- c) mostrar como quantificar com exatidão a resistividade do concreto que vem sendo empregado nas várias partes da estrutura das edificações.

1.4 JUSTIFICATIVA

Com as atividades econômicas do município, Paracatu recebe todos os anos pessoas de outras cidades e estados. A vinda destas pessoas é, em geral, motivada pela disponibilidade de cursos superiores que são ofertados pelas Faculdades e Centros Universitários da cidade promovendo uma permanência mínima de, em média, quatro anos na estrutura residencial da cidade. Este fato faz que a população de Paracatu aumente levando a um aumento na quantidade de obras para fins residenciais. Entretanto, dados analisados em estágio, na disciplina de estágio supervisionado 1 e 2, no laboratório do Centro Universitário Atenas, apontam que há uma pequena demanda de solicitação para os serviços de análise tecnológica do processo de fabricação do concreto utilizado nestas empreitas.

1.5 METODOLOGIA

Esta pesquisa classifica-se como descritiva e explicativa.

Descritiva uma vez que tem por objetivo descrever as características de um processo; no caso, como explicitado nos objetivos, pretende-se mostrar o processo de quantificação associada à resistividade do concreto partindo-se da padronização das técnicas atualmente utilizadas.

Explicativa, pois pretende-se elencar os fatores determinantes no surgimento de fragilidades nas estruturas e que podem ser evitadas quando da utilização do processo de controle tecnológico de produção do concreto.

Neste sentido, tomar-se-á uma amostra estatística de algumas obras que possuem,

ou não o laudo técnico do processo de controle tecnológico de fabricação do concreto com o intuito de se verificar a primeira e a segunda hipóteses.

A metodologia é explicativa e é descritiva uma vez que o controle tecnológico do processo de fabricação de concreto trata, basicamente, de uma investigação que procura avaliar e, então, atestar se o concreto que será empregado nas várias partes da estrutura de uma edificação atende às necessidades de projeto bem como às normas e legislação vigentes.

Ainda mais, o uso destas metodologias fia-se no fato de que alcançar níveis adequados de garantia na fabricação do concreto é estabelecer os padrões de reprodução de métodos e técnicas do controle de produção; isto garante que o concreto fabricado terá a resistividade calculada.

No escopo da metodologia descritiva tem-se, de acordo com a Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem que, ao chegar à obra, deve-se anotar a hora de chegada e também fazer constar na nota fiscal emitida, informações como o horário de saída do concreto da usina.

Ainda no processo descritivo os padrões normativos exigem a conferência do fck (resistência característica à compressão do concreto) verificando se o número do lacre é igual ao do caminhão.

Logo após essas verificações, realiza-se o ensaio de abatimento do tronco de cone (*slump test*) e moldam-se os corpos de prova, de acordo com as exigências da empresa responsável pela execução da obra.

Faz-se também um rastreamento do concreto, onde se observa em qual elemento estrutural o concreto moldado foi empregado, desenha-se um croqui da estrutura que será concretada, e a identificação é geralmente feita através de cores e numeração do lacre do caminhão, no caso do concreto moldado do local data-se os corpos de prova e coloca-se uma identificação numérica para que se possa fazer um rastreamento efetivo daquele concreto.

De acordo com a NBR 12 655 (ABNT, 2006), é de responsabilidade do profissional responsável pela execução da obra, quando o concreto for preparado por empresa de serviços de concretagem, definir e solicitar os requisitos que atendam sempre a todos os procedimentos descritos no projeto estrutural.

O concreto é um material heterogêneo, devido a sua composição ser feita por diversos materiais de características diferentes, sua característica mais importante é a resistência à compressão, e possui diversos fatores que influenciam no aumento ou queda de sua resistência.

Segundo Pereira (2008) a resistência à compressão, que é a propriedade mais

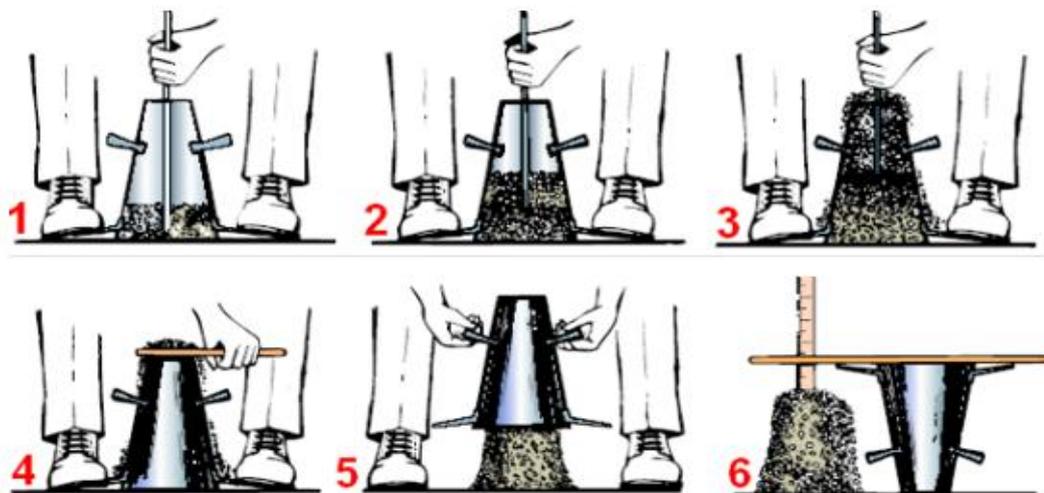
representativa da qualidade do concreto, é obtida por meio de um ensaio padronizado pela NBR 5739/2007. Este ensaio é de curta duração, empregando-se corpos-de-prova cilíndricos que geralmente são de 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura, podendo estas dimensões variar de acordo do recomendado pela NBR5738/2003.

Para se determinar a fluidez necessária do concreto para que se tenha uma trabalhabilidade melhor de acordo com cada tipo de estrutura, são feitos vários procedimentos, até que se faça o ensaio de resistência à compressão.

Deve ser feito o ensaio de abatimento (Slump Test), sua simplicidade o tornou o principal ensaio de recebimento do concreto na obra, esse abatimento determina a consistência e fluidez do concreto, essa consistência depende muito da composição do concreto, a relação entre água agregados cimento e aditivos.

De acordo com a NBR NM67 para se obter com precisão esse abatimento deve-se coletar uma amostra de concreto depois de descarregar aproximadamente 30 litros de concreto ou $0,5\text{m}^3$, colocar o cone sobre uma placa metálica nivelada com o solo, apoiar os pés nas abas inferiores do cone, preencher o cone em três camadas iguais e aplicar 25 golpes uniformemente distribuídos em cada camada, adensar a camada da base, de forma com que a haste penetre em toda sua espessura, já nas camadas superiores a haste não pode ultrapassar a camada em questão, após o adensamento da última camada, retirar o excesso de concreto e alisar a superfície, retirar o cone devagar na vertical, colocar a haste sobre o cone invertido e medir a distância entre a parte inferior do cone e o ponto médio do concreto, anotando o resultado em milímetros. Como descrito na figura a seguir:

FIGURA 1 – Demonstração do procedimento de ensaio de abatimento (Slump Test)



FONTE : Clube do concreto (site)

O limite de abatimento de acordo com cada tipo de obra está discriminado na tabela a seguir:

Tabela 01: Tabela de relação entre consistência abatimento e tipo de serviço.

Limite de abatimento no Slump-test (adaptado do RIPPER, 1995)			
Tipo de obra/serviço	Consistência	Concreto com controle razoável (agregados medidos em volume) e vibração manual ou mecânica	
		Mínimo (cm)	Máximo (cm)
Fundações e muros não armados	Firme	2	6
Fundações e muros armados	Firme a plástico	3	7
Estruturas usuais e lastros	Plástico	5	7
Peças com alta densidade de armadura	Plástico a fluido	7	9
Concreto aparente	Plástico a fluido	6	8
Concreto bombeado a alturas até 40m	Fluido	8	10
Concreto bombeado a alturas > 40m	Muito fluido	9	13

FONTE: <http://professor.pucgoias.edu.br>

Como se retira os corpos de prova no ato da concretagem, o ensaio de compressão é feito dias após a concretagem, sendo assim, deve-se fazer o mapeamento do concreto, para que possa ser rastreado, esse rastreamento é feito em forma de registros coloridos em planta, dos locais em que o concreto foi empregado, pode ser colorido de caneta, lápis ou giz de cera, afim de identificar os locais em que o concreto foi empregado, pois se houver alguma inconsistência nos resultados dos ensaios, quanto a resistividade do concreto, possa-se tomar providencias antes do termino da obra.

Segundo Civil, E. D. E. E., Zalaf, R. S., & Braz, T. C. (2014). Uma conduta inadequada no recebimento do concreto em obra e a consequente utilização de um produto com possíveis falhas podem vir a acarretar problemas na estrutura da edificação, as chamadas patologias na construção. Como resultado do surgimento de tais patologias, gastos adicionais serão necessários para a recuperação estrutural, ou mesmo para evitá-las, caso o problema seja constatado ainda antes do fim da obra.

As imagens a seguir trazem moldes e corpos de prova moldados em uma concretagem e o equipamento utilizado para fazer o teste de compressão:

FIGURA 2: moldes para corpo de prova



FONTE: Arquivo pessoal

FIGURA 3: Corpos de prova moldados retirados do cilindro após 24 hs da moldagem



FONTE: Arquivo pessoal

FIGURA 4: Corpos de prova retirados da água aguardando rompimento



FONTE: Arquivo pessoal

FIGURA 5: Prensa utilizada para o rompimento dos corpos de prova



FONTE: Arquivo pessoal

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este estudo é constituído por 4 capítulos, onde no primeiro capítulo o presente trabalho descreve o problema, a hipótese, os objetivos geral e específico, bem como a justificativa do estudo e a metodologia a ser abordada.

No segundo capítulo está descrita a contextualização do tema abordado, no qual, contém a descrição do mesmo.

No terceiro capítulo está descrito a relação entre os agregados que compõem o concreto, a sua importância para que se obtenha um bom resultado.

E finalmente no quarto capítulo consta em sua descrição a maneira de se quantificar a resistividade do concreto empregado nas várias partes da estrutura de uma edificação.

2 O CONTROLE TECNOLÓGICO

O controle tecnológico do concreto é um conjunto de operações e verificações que visam garantir a qualidade e aceitação do próprio, de acordo com as normas que regem todo o processo. A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NBR 12655 (2006) regulamenta este controle.

O objetivo desta norma é definir as propriedades do concreto tanto em seu estado fresco quanto em seu estado endurecido e, padronizar o modo de preparo do mesmo tão essencial às construções de modo geral.

O concreto empregado nas estruturas de qualquer empreendimento deve ter todas as características definidas de maneira clara, antes do início da concretagem (NBR 12655/2006).

Outra forma de controlar a qualidade do concreto é o controle de produção do concreto em usinas, de acordo com a NBR 7212 (1984), este método reduz as perdas de materiais como brita e areia, além de agilizar os serviços e garantir a qualidade do próprio.

A resistência característica do concreto à compressão é atingida aos 28 dias, o controle de lançamento é importante, anotando-se o local onde o caminhão betoneira descarregou, pois caso não seja atingida à resistência desejada nesse tempo, o processo pode ser refeito, garantindo as condições de projeto. Essa resistência, juntamente com a durabilidade do material, são os requisitos mais solicitados no concreto em seu estado endurecido, onde a cura deve ser executada de forma a garantir essas qualidades, portanto, quanto maior for o controle, maior será o desempenho do produto (NEVILLE 1997).

Os métodos de controle tecnológico têm grande relevância, pois são vários fatores que influenciam na qualidade final do concreto em uma edificação.

O controle tecnológico deve sim ser feito, pois, fatores como exsudação (separação da pasta na mistura) e segregação (separação dos grãos maiores do agregado durante o lançamento) interferem na qualidade do concreto, suas principais causas estão ligadas a fatores como índices de massa específica inadequada, pouca quantidade de partículas e métodos irregulares de adensamento (MEHTA e MONTEIRO 2008).

O ensaio mais utilizado para avaliar a qualidade do concreto é o ensaio de resistência a compressão, por seu custo ser relativamente baixo.

Segundo Pereira (2008) há alguns anos, os cálculos das estruturas de concreto eram baseados em resistências entre 12,5 MPa e 15 Mpa, no entanto atualmente no Brasil, é possível atingir uma resistência de 100 Mpa. Isso é uma ferramenta muito importante para os

engenheiros, pois possibilita a redução das dimensões de pilares e vigas, aumento na agilidade das construções e diminuição no peso próprio e tamanho das estruturas.

2.1 O CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO NAS USINAS

De acordo com a NBR 7212 (1984), o concreto dosado em central é o concreto dosado, misturado em equipamento estacionário ou em caminhões betoneira, transportado por caminhão betoneira ou outro tipo de equipamento, contendo ou não mecanismos de agitação para a entrega antes do início da cura do concreto, em local e tempo determinados, para que se processem as operações após à entrega necessárias à obtenção de um concreto endurecido com as propriedades precisas.

Os concretos prontos executados em usinas de concreto, mais utilizados são (PETRUCCI 1998):

- a) Concreto produzido totalmente na central.
- b) Concreto produzido parcialmente na central e finalizado em caminhões betoneira.
- c) Concreto produzido totalmente em caminhões betoneira.

Toda a produção de concreto exige um controle que é feito para se determinar a consistência e resistência à compressão, sendo assim, reduzir os riscos de defeitos da qualidade do concreto ou da estrutura torna-se algo necessário, daí vem a necessidade de controles tecnológicos (PETRUCCI 1998).

Adotar controles de qualidade na construção é uma tarefa difícil, pois existem fatores como o caráter nômade da profissão, o fator climático, o tradicionalismo e os prazos acertados, mesmo assim, dosar o concreto em central é uma maneira de buscar a qualidade, durabilidade e atingir a resistência calculada, sendo o concreto um dos materiais de construção mais utilizado no nosso país (MESEGUER 1994).

Muitas vantagens podem ser listadas com relação a esse método de controle tecnológico (ABESC 2007), as principais são:

- a) Redução do custo total do empreendimento;
- b) Garantia da resistência à compressão do concreto;
- c) Diminuição do número de funcionários atuando no canteiro de obras;
- d) Maior eficiência no trabalho;
- e) Diminuição significativa nas perdas em materiais como areias, britas e cimento;

f) Melhor aproveitamento do espaço físico do canteiro de obras, pois os materiais em estoque são mais bem utilizados;

Para uma boa dosagem em central, é importante que sejam bem analisados todos os procedimentos de armazenagem dos componentes que serão utilizados no concreto, meio de transporte até o local de uso, uma boa execução do controle de qualidade do produto, a dosagem na mistura de cada um dos materiais e, também, que seja efetuada uma análise minuciosa dos resultados dos ensaios utilizados (HELENE e TERZIAN 1992).

Sobretudo, a aceitação do concreto a ser utilizado tem grande relevância em todo esse processo, a procedência desse material deve estar bem especificada, assim como a data de recebimento e a data de fabricação do próprio.

A central de concreto detém toda a responsabilidade no concreto entregue na obra, com relação ao preparo do próprio e a documentação pertinente ao cumprimento das normas da ABNT, que deve ser entregue ao proprietário do empreendimento ou responsável técnico.

Dependendo da utilização do concreto; estruturas de concreto, barragens, lastros, elementos de vedação; a dosagem deve ser feita de maneira específica de forma a atender estas necessidades.

Os dados que devem constar na ordem de compra são (PROGRAMA QUALIMAT SINDUSCON-MG 2009):

Resistência à compressão do concreto, classe de agressividade, indicações do local da obra de maneira precisa, tipo de estrutura a ser concretada, definição do Slump Test, relação água cimento máxima de projeto, informar se existe a necessidade de o caminhão vir lacrado, dimensão máxima característica dos agregados, modalidade de lançamento do concreto, tipos de adições segundo NBR 11768 (2011) e sua quantidade máxima recomendada pelo fabricante.

Os resultados esperados pelo rompimento dos corpos de prova devem ser enviados pela concreteira quando solicitados pelo cliente VASCONCELOS (2002).

2.2. O CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO RODADO EM OBRA

Esse controle pode ser feito de duas formas, - pode-se treinar um funcionário próprio do construtor, para que ele possa retirar as amostras corretamente, isso em obras de pequeno e médio porte. Já em obras de grande porte, é viável que se contrate uma equipe técnica treinada, que já tenha os funcionários qualificados para que se possa fazer esse controle com mais eficiência e rigor. E devem atender todos os requisitos normativos assim como o concreto moldado nas usinas.

2.3. RASTREABILIDADE DO CONCRETO

A rastreabilidade do concreto constitui-se de um mapeamento do concreto lançado, que de acordo com FARIA (2009) funciona da seguinte forma: cada caminhão betoneira que chega a obra e inicia a concretagem, moldam-se dois corpos de prova, em seguida desenha-se um croqui da estrutura a ser concretada, identifica-se cada caminhão betoneira com uma determinada cor ou outra forma de identificação, placa do caminhão, nota fiscal, hora de chegada, e o mais importante, a área na qual o caminhão conseguiu concretar, esse procedimento deve ser realizado para cada caminhão que chegar na obra.

É imperativo que se faça esse procedimento, pois com ele sabe-se onde foi empregado cada lote de concreto.

2.4. RESPONSABILIDADES

Todos os profissionais envolvidos na produção do concreto têm certas obrigações, que ao serem bem executadas, garantem o trabalho conforme as vigências normativas, esse processo certifica ao comprador que todas as exigências foram cumpridas e garantem a segurança da edificação, além disso, facilita a correção de patologias típicas em edificações, como por exemplo, rachaduras, trincas, corrosão de armadura, entre outras (VASCONCELOS 2002).

A NBR 12 655 (ABNT, 2006) deixa clara as atribuições e responsabilidades das partes envolvidas desde a concepção à execução de estruturas de concreto, passando pelo controle, preparo e recebimento de concreto de cimento Portland.

As características e propriedades do concreto devem ser definidas de maneira explícita, antes das operações de concretagem, onde o proprietário e o responsável técnico pela execução da obra, por ele designado, têm a responsabilidade de garantir o cumprimento dessa norma.

3 OS MATERIAIS EMPREGADOS NA FABRICAÇÃO DO CONCRETO

O concreto sendo um material heterogêneo, portanto, tem em sua composição diversos outros materiais que agregam volume e chamados de agregados.

3.1 AGREGADOS

Os agregados devem ser compostos por grãos de minerais duros, compactos, estáveis, duráveis e limpos, e não devem conter substâncias de natureza em quantidades que possam afetar a hidratação e o endurecimento do cimento, a proteção da armação contra a corrosão, a durabilidade ou, quando for necessário, o aspecto visual externo do concreto (ABNT NBR 7211 – 2005)

Para a aceitação de um ou mais lotes de agregados, definidos conforme ABNT NBR NM 26, deve ser estabelecido explicitamente entre o consumidor e o produtor a realização da coleta e dos ensaios das amostras respectivas por laboratório idôneo ou no laboratório de uma das partes quando houver consentimento mútuo.

Um lote somente deve ser aceito quando cumprir todas as prescrições normativas e as eventuais prescrições especiais contratadas, inclusive aqueles referentes ao conceito de agregado total. (ABNT NBR 7211 – 2005)

4 A RESISTIVIDADE DO CONCRETO

“A resistência à compressão é uma propriedade muito sensível, capaz de indicar com presteza as eventuais variações da “qualidade” de um concreto, da dosagem ou de seus insumos”. (PACHECO; HELENE, 2013).

Ainda segundo Pacheco e Helene (2013), no Brasil, a resistência à compressão, diz respeito à tensão de ruptura à compressão axial de um cilindro de concreto, que deve ter altura igual ao dobro do diâmetro. Esta é a propriedade adotada por ocasião do dimensionamento da estrutura. Portanto, está diretamente ligada à segurança e estabilidade da estrutura.

Ressaltando que há uma diferença entre a “real” resistência do concreto na estrutura, conhecida como resistência à compressão efetiva ($f_{c,ef}$), e a resistência obtida no corpo de prova padrão, amostrado, moldado, curado e ensaiado, que é conhecida como resistência potencial (f_{ci}) e considerado o valor de referência para a segurança e dimensionamento da estrutura. A correspondência entre essas resistências deve ser assegurada através do controle tecnológico dos serviços envolvidos.

Helene (1986) relata que vários são os fatores que intervêm na resistência à compressão do concreto de uma estrutura; desde a heterogeneidade dos materiais até o transporte, lançamento, adensamento e cura do concreto da obra. Entretanto, a resistência à compressão do concreto se restringe à resistência medida na boca da betoneira.

O maior objetivo de se controlar a resistência à compressão do concreto é a obtenção de um valor único e característico da resistência à compressão de um certo volume de concreto, com o intuito de comparar esse valor com o especificado no projeto estrutural, que foi tomado como referência para o dimensionamento da estrutura.

Em outras palavras, a resistência característica do concreto à compressão é o valor de referência que o projetista adota como base de cálculo e está vinculada a um nível de confiança de 95%. Onde, essa resistência deve ser comparada à resistência à compressão característica estimada do concreto ($f_{ck,est}$), que corresponde a um valor estimado, e a uma amostragem, obtidos ao ensaiar alguns corpos de prova cilíndricos, de um lote de concreto supostamente homogêneo, e aplicando-se os resultados obtidos a uma equação matemática (chamada de estimativa do f_{ck}), que varia de acordo com o tipo de controle de resistência.

A NBR 12 655 (ABNT, 2006) preconiza que os lotes de concreto só devem ser aceitos, quando o valor estimado da resistência característica satisfizer a relação: $f_{ck,est} \geq f_{ck}$. Automaticamente, a estrutura deve ser construída com um concreto de resistência característica à compressão (estimada) igual ou superior àquele valor adotado no projeto estrutural. Dessa

forma, garante-se que o concreto produzido no canteiro ou oriundo de uma empresa de serviço de concretagem está adequada no tocante à sua resistência mecânica, pois os valores de resistência à compressão do concreto produzido ou recebido são compatíveis aos valores considerados no projeto.

Salienta-se, no entanto, que toda a sistemática de controle presente na NBR 12 655 (ABNT, 2006) avalia a conformidade e adequabilidade do concreto enquanto material (produzido no canteiro ou recebido de uma central), não atestando ou aferindo o concreto real da estrutura, que passa por todas as etapas executivas, tais como: transporte, lançamento, adensamento e cura.

4.1 CONSEQUÊNCIAS DO MAU RECEBIMENTO DO CONCRETO

Uma não conferência no recebimento do concreto em uma obra acarreta na utilização de um produto com possíveis falhas, podem vir a causar problemas na estrutura da edificação, que são as patologias na construção. Como resultado do surgimento de tais patologias, gastos adicionais serão necessários para a recuperação estrutural, ou mesmo para evitá-las, caso o problema seja constatado ainda antes do fim da execução da obra.

4.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

As patologias estão presentes na maioria das edificações, variando o seu tempo e a sua forma. O estudo das patologias na construção pode ser entendido como o ramo da engenharia que estuda os sintomas, formas de manifestação, origens e causas das doenças ou defeitos que ocorrem nas edificações.

As principais patologias são as fissuras ou trincas em estruturas e alvenarias, esmagamento do concreto, desagregação do concreto, ruptura do concreto, corrosão da armadura, percolação de água e as manchas, trincas e deslocamentos de revestimento em fachadas.

Grande parte das patologias do concreto podem ser evitadas com um adequado controle tecnológico no recebimento do mesmo através das recomendações explicitadas na NBR 12 655 (ABNT, 2006).

5. ESTUDO DE CASO

Foi feita uma análise do período entre os anos, 2018 e 2019, de uma construtora no estado de Minas Gerais, e seu principal ramo de atividades é em obras residenciais.

Nesse período foram entregues 17 apartamentos e 2 casas, 4 apartamentos estão em fase de acabamento e 12 apartamentos estão em construção. Dentre esses empreendimentos em apenas um deles está sendo feito o controle tecnológico do concreto;

Em entrevista com o dono dos empreendimentos foram levantadas as seguintes questões vinculadas às hipóteses deste trabalho:

- Por que as empresas não apresentam laudos técnicos eficientes dos serviços prestados nas obra e edificações do município?
- Como a falta de conhecimento sobre as especificações técnicas de uma edificação pode influenciar na contratação dos serviços de construção civil por parte da população leiga em execução de projetos e estruturas das obras de engenharia civil?
- A falta de instrução contábil, levantamento de custos imediatos e futuros, bem como prejuízos de grandes proporções pode influenciar na tomada de decisão por parte do proprietário da edificação em não solicitar os serviços de análise tecnológica das obras?

5.1 CONCLUSÃO DO ESTUDO DE CASO

As hipóteses levantadas neste trabalho foram confirmadas, e, além da confirmação foi salientado pelo proprietário que por serem empreendimentos, considerados por eles, de baixo risco de problemas estruturais, vão se basear nos dados ensaiados pelo único empreendimento que está sendo feito esse controle, pois mesmo agora conhecendo a importância desse controle não se obtém um interesse de que seja feito em todos os seus empreendimentos. E o único motivo pelo qual foi de interesse fazê-lo é pelo fato de que o engenheiro que está sendo responsável pela execução da obra, não irá cobrar para ensaiar os corpos de prova retirados e nem pelo laudo de resistividade do concreto ensaiado.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O controle tecnológico do processo de fabricação do concreto, é de fato, importantíssimo para que se obtenha a segurança e a certeza de que a estrutura de sua edificação seja íntegra, porém, há uma falta de interesse das empresas de construção civil de atestar essa segurança, por acreditarem ser um gasto desnecessário. A não obrigatoriedade desse controle também faz com que as empresas não procurem esse serviço, portanto além da falta de conhecimento sobre esse controle tem também a falta de interesse devido a não obrigatoriedade do mesmo.

REFERENCIAS

ABESC - Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem do Brasil. **Manual do Concreto Dosado em Central**. 2007.

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12 654**: Controle tecnológico de materiais componentes do concreto. 1992.

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12 655**: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimentos. 2006.

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. 2015.

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739**: Concreto – Procedimento ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. 2007.

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto. 2014.

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 33**: Concreto – Amostragem de concreto fresco. 1998.

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 67**: Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. 1998.

Civil, E. D. E. E., Zalaf, R. S., & Braz, T. C.: **Estudo Do Controle Tecnológico E Recebimento Do Concreto Em Obra**. 2014.

FARIA, R. **Concreto não conforme**. Revista Técnica novembro, 2009. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/152/artigo287700-2.aspx>, p. 2. Acessado em: 17 de abril de 2019.

HELENE, P. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo: Ed. Pini, 2009.

HELENE, P.; TERZIAN, P. R. **Manual de Dosagem e Controle do Concreto**. São Paulo: PINI, 1992.

HELENE, P. A Nova ABNT NBR 6118 e a **Vida Útil das Estruturas de Concreto**. In: Seminário de Patologia das Construções, 2, 2004, Porto Alegre. Proceedings... Porto Alegre: Novos Materiais e Tecnologias Emergentes, LEME, UFRGS, 2004.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto**: microestrutura, propriedades e materiais. 3.Ed. São Paulo, Brasil. IBRACON, 2008.

MESEGUER, A. G., “**Controle e garantia de qualidade na construção**”. Ed. Pini, São Paulo. 1994.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto**. Trad. Salvador e. Giammusso. 2. ed. São Paulo, Brasil, PINI, 1997.

Pacheco J. & Helene P, **Controle da resistência do concreto** – 1ª Parte. Revista Concreto e Construções. 2013.

Pacheco J. & Helene P, **Controle da resistência do concreto** – 2ª Parte, Revista Concreto e Construções. 2013.

PEREIRA, Mike da Silva. **Controle da resistência do concreto: paradigmas e variabilidades: estudo de caso**. 2008. 248 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil)- Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

PETRUCCI, E. G. R. **Concreto de cimento Portland**. São Paulo: Ed. Globo, 1998.

PROGRAMA QUALIMAT SINDUSCON-MG. **Concreto dosado em central**. Belo Horizonte, 2009.

RAFAEL S.,SAULO C. THIAGO C. **Estudo Do Controle Tecnológico E Recebimento Do Concreto Em Obra**, 2014.

VASCONCELOS, A. C. **O Concreto no Brasil: pré-fabricação, monumentos, fundações**. Volume III. Studio Nobel. São Paulo, 2002.