

FACULDADES INTEGRADAS DE CARATINGA

SABRINO PABLO DE SOUZA

**ANÁLISE DO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO USINADO NAS
OBRAS DA CIDADE DE CARATINGA-MG.**

CARATINGA

2017

SABRINO PABLO DE SOUZA
FACULDADES INTEGRADAS DE CARATINGA

**ANÁLISE DO CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO USINADO NAS
OBRAS DA CIDADE DE CARATINGA-MG.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil das Faculdades Integradas de Caratinga, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: João Moreira de oliveira Júnior

CARATINGA

2017

TERMO DE APROVAÇÃO

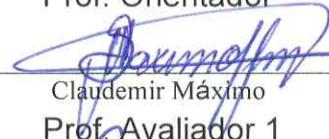
O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: Análise do controle tecnológico do concreto usinado nas obras da cidade de Caratinga-MG, elaborado pelo(s) aluno(s) Sabrino Pablo de Souza foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceito pelo curso de ENGENHARIA CIVIL das FACULDADES DOCTUM CARATINGA, como requisito parcial da obtenção do título de

BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

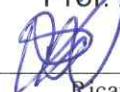
Caratinga 5 de Dezembro de 2017



João Moreira
Prof. Orientador



Claudemir Máximo
Prof. Avaliador 1



Ricardo Botelho
Prof. Examinador 2

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por está sempre presente em minha vida me protegendo, abençoando a mim e minha família. Obrigado meu DEUS!

Em especial a minha esposa Joicy e filho Pablo, por está sempre ao meu lado, me motivando e compartilhando de todos os momentos;

A meu filho Pablo, por ter me auxiliado na identificação dos lotes de concreto;

Aos meus pais e irmão, pelo amor, incentivo e por está sempre me ajudando;

Ao Lucas, responsável pelo laboratório, por ter me auxiliado nos ensaios;

Ao meu orientador, João Moreira de Oliveira Júnior, pelo interesse, incentivo e por todas as orientações, contribuindo para o meu crescimento profissional.

RESUMO

Pode-se dizer que o concreto de um modo geral é um dos materiais mais consumidos no Brasil e no mundo. Nas edificações Brasileiras o seu grande consumo está relacionado ao baixo custo dos materiais e a sua fácil trabalhabilidade, proporcionando diversas formas e modelos. Pode-se afirmar também, que o concreto e aço trabalham de forma conjunta com a finalidade de resistir às cargas aplicadas, gerando estabilidade e resistência às estruturas. Isso faz necessário um maior rigor durante a produção e execução do concreto, por conter materiais com qualidade instabilizada, onde qualquer modificação na uniformidade, natureza ou proporção destes materiais pode afetar diretamente a qualidade e resistência do concreto. O presente trabalho avaliou a qualidade do concreto disponível na cidade de Caratinga-MG, através dos ensaios de abatimento do tronco de cone e resistência à compressão, também foram abordados os parâmetros normativos para aceitação ou rejeição do concreto. Com o recebimento do concreto e o desenvolvimento dos ensaios, observou-se que a utilização do controle de qualidade do concreto não é uma atividade comum entre as obras da cidade de Caratinga-MG e os ensaios de abatimento do tronco de cone e resistência à compressão apresentaram resultados significativos para rejeição das amostras analisadas.

Palavras-chave: Concreto, Usinado, Tecnológico, Obras.

ABSTRACT

It can be said that concrete is generally one of the most consumed materials in Brazil and in the world. In Brazilian buildings its great consumption is related to the low cost of the materials and its easy workability, providing diverse forms and models. It can also be stated that the concrete and steel work together to resist the loads applied, generating stability and resistance to the structures. This requires a greater rigor during the production and execution of the concrete because it contains materials with unstable quality, where any modification in the uniformity, nature or proportion of these materials can directly affect the quality and strength of the concrete. The present work evaluated the quality of the concrete available in the city of Caratinga-MG through the tests of cone trunk abatement and compressive strength, it was also approached the normative parameters for acceptance or rejection of the concrete. With the receipt of the concrete and the development of the tests, it was observed that the use of the quality control of the concrete is not a common activity among the works of the city of Caratinga-MG and the trials of cone trunk abatement and compressive strength presented results for rejection of the analyzed samples.

Key-words: Concrete, Machined, Technological, Construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Especificação de camadas e golpes em função do tipo de adensamento.	18
Figura 2: Exemplificação do terço final de um caminhão betoneira.....	19
Figura 3: Segregação dos agregados da amassada de concreto.....	21
Figura 4: Pilar com possibilidade de hidratação insuficiente das formas.....	23
Figura 5: Influência quanto à consistência e trabalhabilidade.....	24
Figura 6: Distribuição dos resultados de resistência à compressão.....	26
Figura 7: Demonstração do procedimento de execução viabilizando rastreabilidade do concreto.....	27
Figura 8: Execução da concretagem por amostragem parcial.....	28
Figura 9: Fluxograma simplificado do desenvolvimento do trabalho.....	32
Figura 10: Tabela de coleta de dados.....	33
Figura 11: Tabela de resultados dos ensaios.....	35
Figura 12: Moldes para CPs e Adensamento primeira camada.....	36
Figura 13: Adensamento da segunda camada e identificação do corpo de prova....	37
Figura 14: Corpo de prova submerso em água	38
Figura 15: CP centralizado na prensa.....	39
Figura 16: Execução do ensaio.....	39
Figura 17: CP rompido.....	40
Figura 18: Identificação do valor de carga pelo amostrador digital.....	40
Figura 19: Medição do abatimento do concreto.....	41
Figura 20: Resistência especificada em projeto.....	43
Figura 21: Coleta de dados obra A.....	43
Figura 22: Imagem da nota de serviço.....	44

Figura 23: Imagem do caminhão com o lacre e sem o lacre.....	45
Figura 24: Responsável pela concretagem adicionando água no concreto.....	46
Figura 25: Resultado dos ensaios da obra A.....	47
Figura 26: Croqui da obra A.....	48
Figura 27: Resistência de projeto.....	49
Figura 28: Imagem nota de serviço.....	49
Figura 29: Coleta de dados obra B.....	50
Figura 30: Caminhão com ausência do lacre.....	51
Figura 31: Resultado dos ensaios da obra B.....	52
Figura 32: Croqui da obra B.....	53
Figura 33: Resistência de projeto.....	54
Figura 34: Imagem nota de serviço.....	54
Figura 35: Ausência do lacre obra C.....	55
Figura 36: Ajuste da consistência do concreto.....	56
Figura 37: Coleta de dados obra C.....	56
Figura 38: Resultado dos ensaios da obra C.....	57
Figura 39: Croqui da obra C.....	57
Figura 40: Coleta de dados obra D.....	58
Figura 41: Imagem nota de serviço.....	59
Figura 42: Ajuste da consistência do concreto.....	60
Figura 43: Resultados dos ensaios da obra D.....	60
Figura 44: Croqui da obra D.....	61
Figura 45: Análise gráfica dos resultados.....	64
Figura 46: Porcentagem atingida.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela de resultados dos ensaios de consistência62

Tabela 2: Tabela de resultados dos ensaios de compressão.....63

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

<i>Fck</i>	Resistência característica à compressão do concreto;
Fckj	Resistência característica à compressão do concreto aos j dias
F	Força máxima alcançada na prensa;
D	Diâmetro;
<i>Sd</i>	Desvio padrão;
fcm	Resistência média;
<i>fm</i>	Valores das resistências;
Eci	Elasticidade do concreto;
a/c	Relação água/cimento;
CP	Corpo de prova;
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas;
NBR	Norma Brasileira;
NM	Norma MERCOSUL;
MPa	Mega Pascal.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	10
1.2	OBJETIVOS	12
1.2.1	Objetivo geral	12
1.2.2	Objetivos específicos	12
1.3	Estruturação do trabalho	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	Resistência à compressão	14
2.2	Resistência mecânica dos agregados	17
2.3	Relação água/cimento (a/c)	18
2.4	Hidratação do concreto (cura)	19
2.5	Abatimento do tronco de cone	20
2.6	Metodologia de cálculo	22
2.6.1	Formulação quanto à resistência à compressão	22
2.6.2	Controle por amostragem total	23
2.6.3	Controle por amostragem parcial	24
2.7	Responsabilidade quanto ao controle tecnológico das estruturas de concreto	26
2.7.1	Responsável pelo projeto estrutural	26
2.7.2	Responsável pela execução da obra	26
2.7.3	Empresa de serviço de concretagem	26
2.8	CONCRETO NÃO CONFORME	27
3	METODOLOGIA	28
3.1	Coleta de dados	29

3.2	Ensaaios	31
3.2.1	Moldagem dos corpos de prova.....	33
3.2.2	Resistência à compressão.....	35
3.2.3	Abatimento do tronco de cone	38
3.2.4	Rastreabilidade.....	39
3.3	Obra A.....	39
3.4	Obra B.....	45
3.5	Obra C	50
3.6	Obra D	55
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	59
5	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	63
5.1	Conclusão	63
5.2	Recomendações	64
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

O concreto, de um modo geral é considerado um dos materiais mais utilizados no Brasil e no mundo. Pode-se considerar uma pedra artificial criada pelo homem, onde o seu emprego está presente em diversas edificações, residências comerciais ou em obras de infra-estrutura. O grande consumo de concreto em empreendimentos está relacionado, ao baixo custo dos materiais em relação a outros métodos de execução, a sua fácil trabalhabilidade de acordo com o traço proposto e também por proporcionar diversas formas e modelos, obtendo maior qualidade e resistência. Os materiais utilizados para oferecer qualidade e maior resistência a esta "pedra artificial" são: agregados, cimento Portland, água e aditivos.

O concreto e aço trabalham de forma conjunta na edificação com a finalidade de receber as cargas aplicadas na estrutura e posteriormente aplicadas ao solo. Isso faz com que se tenha um maior controle tecnológico do concreto de forma a garantir uma maior resistência aos esforços de compressão aplicados na estrutura.

A necessidade de um concreto com maior qualidade se tornou um item indispensável na construção de um empreendimento, as dosadoras de concreto podem proporcionar esta "maior qualidade do concreto", e também, redução do tempo de execução comparando o concreto bombeável com concreto executado de maneira convencional, utilizando padiolas ou betoneiras na própria obra. Porém quando se trata de controle do concreto existem normas a serem cumpridas, compromissando concreteiras e construtores sobre a real situação do produto vendido onde, o comprometimento da concreteira e de extrema importância.

Quando se trata de controle tecnológico do concreto os parâmetros devem estar de acordo com a (ABNT NBR 12655:2006), que descreve as condições para resistência a compressão. Quando se analisa resistência mecânica de um objeto, várias condicionantes devem ser respeitadas, a norma define alguns critérios relevantes como: formação dos lotes, rompimento dos corpos de prova em um prazo máximo de 28 dias após a moldagem, e o processo de cura das amostras e o abatimento do tronco de cone. Os resultados obtidos na execução dos

procedimentos deveram ser analisados e comparados com o projeto estrutural da obra analisada (ABNT NBR 12655:2006).

Da coleta de amostras deve ser definido o tipo de molde a ser adotado, onde são divididos em dois tipos, os cilíndricos e os prismáticos (ABNT NBR 5738:2003). A norma define também condições para execução e o método de escolha das dimensões. O procedimento de coleta das amostras deverá ser embasado nos parâmetros de quantidade de lotes, amostragem total ou parcial, números de exemplares por amostra, no entanto, todos são definidos pela (ABNT NBR 12655:2006). Com a obtenção do método de análise, parte-se para formulação dos resultados chegando aos critérios de aceitação ou rejeição do mesmo.

Nas edificações geralmente existem patologias, e muitas destas são ocasionadas durante a execução, no entanto estas patologias podem ser devido à falta de controle tecnológico do concreto onde grande parte dos construtores apresenta um desinteresse quando se trata de controle tecnológico do concreto, como: abandono de corpos de prova, uma simples verificação se o caminhão betoneira chegou à obra com o lacre ou ate mesmo a inexistência de qualquer tipo de controle de aceitação.

Visto os procedimentos para maior resistência a compressão, critérios quanto qualidade do concreto de acordo com a norma, observando também, a importância na realização dos ensaios de controle tecnológico para promover maior segurança e vida útil da estrutura, este trabalho tem por finalidade, analisar o recebimento do material distribuído pelas concreteiras, e se haverá alguma variação significativa quanto à resistência mecânica e consistência do concreto. Este estudo pode contribuir em resultados referentes à confiabilidade, qualidade e comprometimento das concreteiras mediante o concreto oferecido na cidade de Caratinga MG.

A existência de um concreto com maior qualidade, bom desempenho na sua utilização, maior garantia de resistência à compressão e durabilidade, faz necessário um rigor quanto ao controle de qualidade nas condições de produção, recebimento e execução do concreto, sendo que estes itens são previsto pela ABNT NBR 12655:2015 e ABNT NBR 6118:2014. Pode-se observar que nas obras da cidade de Caratinga-MG é comum não fazer o recebimento do concreto, análise da consistência e resistência do concreto recebido.

A construção civil vem evoluindo na tecnologia de construção e, também no quesito de construções mais esbeltas, onde o controle de qualidade e resistência nas edificações deve ser um parâmetro indispensável. A resistência à compressão é a propriedade do concreto adotada por ocasião do dimensionamento da estrutura (Pacheco e Helene 2013). Portanto, está diretamente ligada à segurança e estabilidade estrutural.

Considerando o concreto um dos produtos mais utilizados, juntamente com a grande demanda do concreto usinado nas construções, a escassez e a instabilidade na qualidade de alguns materiais, faz com que influenciam de forma significativa na produção de concreto. Qualquer modificação na uniformidade, natureza e proporção desses materiais especificados poderão ser captadas por uma variação na resistência à compressão do concreto (Pacheco e Helene 2013).

Diante da grande demanda pela utilização do concreto usinado, juntamente com a disponibilização de materiais com qualidade variável, levando em consideração as patologias que podem ocasionar com um concreto de baixa qualidade e, a escassez do controle tecnológico do concreto usinado na cidade de Caratinga, despertou-se o interesse em analisar a qualidade do concreto disponível na cidade.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Analisar a qualidade do concreto usinado disponível no mercado de Caratinga, de acordo com os parâmetros exigidos pela ABNT NBR 12655: 2015.

1.2.2 Objetivos específicos

- Coletar exemplares de concreto usinado nas obras de Caratinga, submetê-los aos ensaios de abatimento do tronco de cone e ensaio de resistência a compressão do concreto;
- Abordar os conceitos relativos ao controle de resistência à compressão do concreto e os parâmetros para aceitação do mesmo;

- Analisar dados do projeto estrutural referentes à resistência característica do concreto adotado pelo responsável técnico ao referido projeto;
- Submeter os ensaios de acordo com as normas ABNT NBR 12655: 2015, ABNT NBR 7212:2012, ABNT NBR 5738:2015, ABNT NBR 5739:2007;
- Comparar a resistência característica obtida em laboratório com a resistência característica à compressão especificada em documento disponibilizado pela concreteira, observando o tipo de amostragem;
- Identificar o lote a ser concretado através de um desenho simplificado de acordo com a planta de forma.

1.3 Estruturação do trabalho

O trabalho está estruturado da seguinte forma:

- Capítulo 1 - Trata-se da introdução, contextualização, o objetivo geral e específico e a organização do trabalho;
- Capítulo 2 - Contém a revisão bibliográfica abordando temas relacionados a resistência à compressão, abatimento do tronco de cone, e parâmetros de controle tecnológico;
- Capítulo 3 - Contém a metodologia descrevendo os procedimentos realizados para o desenvolvimento do trabalho;
- Capítulo 4 - Apresentação dos resultados referente aos ensaios de abatimento do troco de cone e resistência à compressão das obras analisadas;
- Capítulo 5 - Contém as conclusões sobre os resultados obtidos.
- Capítulo 6 - Referências bibliográficas

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Resistência à compressão

A ABNT NBR 12655:2015 termina dois parâmetros para controle tecnológico, teste de consistência e resistência à compressão com isso, a resistência especificada em projeto na idade de 28 dias passa a ser o primeiro item de qualificação do produto (IBRACON 2012).

Nas estruturas de concreto armado uma das principais características exigida do concreto é a resistência à compressão. O controle quanto a resistência à compressão do concreto é de extrema importância na execução de um empreendimento, de forma agiu pode mostrar resultados de eventuais variações de resistência, qualidade e dos agregados. Pacheco e Helene (2013) define que a resistência à compressão do concreto, para fins de segurança no projeto estrutural e para fins de controle é obtida através da ruptura à compressão axial de um cilindro de concreto com altura igual ao dobro do diâmetro.

Existem dois tipos de moldes a serem utilizados, os cilíndricos e os prismáticos, com isso diferem-se os conceitos de escolha das dimensões utilizadas. Como referência, para corpo de prova cilíndrico são os diâmetros de 100 mm, 150 mm, 200 mm, 250 mm, 300 mm e 450 mm, sua altura deve ser de duas vezes o diâmetro (ABNT NBR 5738:2015).

Os moldes de corpo de prova mais utilizados no Brasil são os cilíndricos, com diâmetro de 100 mm e altura de 200 mm e, 150 mm com altura de 300 mm. A resistência à compressão do concreto será obtida através rompimento de uma determinada quantidade de amostras, com isso, quando não for especificada a idade do rompimento do corpo de prova, deverá ser adotada como referência a idade de 28 dias (CARVALHO; FILHO 2014). O valor obtido pela prensa hidráulica é em toneladas, isso faz com que para determinação da resistência à compressão, deve-se utilizar da fórmula (2.1) abaixo especificada pela (ABNT NBR 5739:2007).

$$fck = \frac{4 \times F}{\pi \times D^2} \quad (2.1)$$

fck = Resistência à compressão, em megapascal;

F = Força máxima alcançada, em newton;

D = diâmetro do corpo de prova, em milímetros.

O adensamento do concreto durante a moldagem dos CPs pode influenciar diretamente na resistência do concreto, onde para cada tipo ou dimensão dos corpos de prova existe um procedimento, a figura 1 especifica o número de camadas e o número de golpes em função do tipo de adensamento. No período de moldagem dos CPs recomenda-se coletar amostra na porção do terço final do volume total do caminhão evitando a adição exagerada de água no concreto, com isso, possíveis distorções no traço original podem ser evitadas (PACHECO; HELENE 2013). A figura 2 representa a determinação do terço final de um caminhão betoneira.

Figura 1: Especificação de camadas e golpes em função do tipo de adensamento

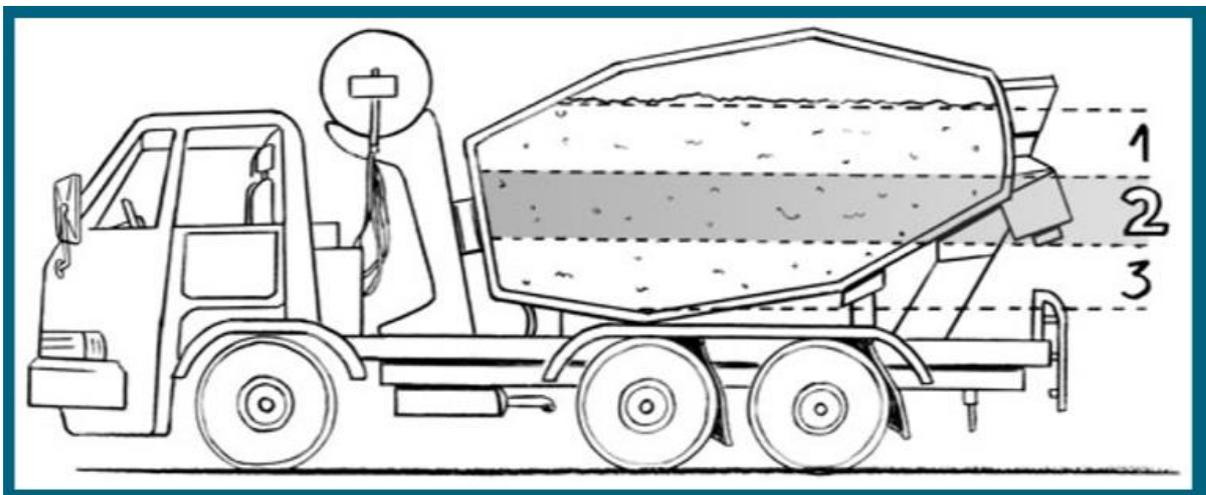
Tipo de corpo de prova	Dimensão básica (d) mm	Número de camadas em função do tipo de adensamento		Número de golpes para adensamento manual
		Mecânico	Manual	
Cilíndrico	100	1	2	12
	150	2	3	25
	200	2	4	50
	250	3	5	75
	300	3	6	100
	450	5	–	–
Prismático	100	1	1	75
	150	1	2	75
	250	2	3	200
	450 ^b	3	–	–

^b Para concretos com abatimento superior a 160 mm, a quantidade de camadas deve ser reduzida à metade da estabelecida nesta Tabela. Caso o número de camadas resulte fracionário, arredondar para o inteiro superior mais próximo.

^c No caso de dimensão básica de 450 mm, somente é permitido adensamento mecânico.

Fonte: ABNT NBR 5738:2015

Figura 2: Exemplificação do terço final de um caminhão betoneira



Fonte: ABCP

Como não fica claro na norma ABNT NBR 12655:2015 sobre outros testes a serem feitos quanto ao controle, recomenda-se que construtores utilizem de outros procedimentos como, F_{ckj} , E_{ci28} , E_{cij} , na tentativa de identificar possíveis deformidades em relação a resistência de projeto (IBRACON 2012).

Para realização do ensaio de resistência à compressão, a regularização da superfície dos corpos de prova deve ser garantida, a fim de assegurar a conformidade e distribuição das tensões exercidas no rompimento dos CPs, define-se dois tipos de regularização utilizados, por retificação ou capeamento (IBRACON 2011).

Existem diversos materiais e métodos utilizados para melhor distribuir os esforços gerados pela prensa hidráulica, no entanto, estudiosos afirmam que a utilização do neoprene pode ser a mais eficaz dentre eles. Segundo PEDROZO; FILHO; MARSZALECK(2004) dos diferentes tipos de materiais utilizados para regularização do topo e base do corpo de prova, a utilização do neoprene apresenta um resultado positivo se tratando de distribuição dos esforços comparado a outros materiais e métodos, porém não normatizado.

2.2 Resistência mecânica dos agregados

A produção do concreto se resume na homogeneização de cimento, agregados graúdos, agregados miúdos, água, e em algumas situações aditivos, de acordo com o controle, no entanto, vários fatores podem influenciar na resistência à compressão do concreto, como; heterogeneidade dos materiais representados pelos agregados, transporte, lançamento, adensamento, água de amassamento, cura do concreto, dentre outros.

Os agregados em conjunto com água, cimento e quando necessário aditivos forma-se um concreto onde pode alcançar grandes resistências à compressão no entanto, para produção de concreto deve-se analisar qual o agregado a ser utilizado juntamente com a dimensão necessária para o respectivo traço. Existem vários tipos de agregados graúdos a ser utilizados na produção de concreto onde, agregados calcários podem atingir até 70 MPa, agregados de classificação basalto, granito e gnaisse podem atingir até 100 MPa (MAGALHÃES; *et al.*, 2006).

Os agregados podem ser classificados como material granular com volume e forma geométrica indefinida, que se dividem em dois tipos; agregados graúdos são aqueles que ficam retidos na peneira com malha de 4,8 mm, classificados como brita e, os agregados miúdos são considerados como fragmentos que passam na peneira de malha 4,8 mm classificados como pó de pedra ou areia (FREDERICO 2000).

A forma dos agregados graúdos pode afetar significativamente a trabalhabilidade do concreto, com isso, fatores como; bombeamento, lançamento e adensamento também são afetados (FALCÃO 2016). A Figura 3 representa a segregação do agregado, onde, a mistura tende a separar do agregado aumentando o índice de vazios, expondo a estrutura a agentes agressivos. Quanto aos agregados miúdos deve ser feito o controle tecnológico, pois, suas partículas influenciam diretamente na quantidade de água de amassamento, consequentemente a quantidade de cimento sofrerá alteração, com intuito de manter a relação a/c preestabelecida (FALCÃO 2016).

Figura 3: Segregação dos agregados da amassada de concreto



Fonte: Próprio autor, 2017.

2.3 Relação água/cimento (a/c)

Quando se trata de dosagem do concreto, a relação água/cimento é dosada em função de vários fatores que podem intervir na resistência à compressão que são: trabalhabilidade, absorção, geometria e dimensões dos agregados (MEHTA; MONTEIRO 2014).

Um dos principais fatores que podem intervir quanto à consistência de um traço de concreto é sem dúvidas a relação a/c (Falcão 2016). Entretanto, um estudo experimental em laboratório abordando conceitos teóricos é fundamental, pois ao fixar o mesmo abatimento para o teor de amassada seca, pretende-se encontrar a mínima quantidade de água para obter a trabalhabilidade especificada, correlacionando com a máxima resistência à compressão do concreto (HELENE; TUTIKIAN 2011).

Quanto à produção do concreto em centrais dosadoras, é admitido a mistura parcial complementada no ato da concretagem, com isso, uma determinada quantidade de água é adicionada em central e, com um rigoroso sistema de controle é adicionado a complementação de água ajustando ao traço especificado. Ao verificar a consistência do produto no início da concretagem, não se admite a adição suplementar de água, com intuito de assegurar a originalidade do traço especificado (ABNT NBR 7212:2012).

Quando não se tem valores referentes à relação a/c, pode-se adotar coeficientes definidos pela norma, onde é comparada a classe de agressividade com o concreto armado ou protendido (ABNT NBR 6118:2014).

2.4 Hidratação do concreto (cura)

No processo de amassamento do concreto, o cimento em contato com a água sofre reações químicas onde gera calor de hidratação, no entanto, pode gerar fissuras enquanto sua temperatura tende a abaixar ocorrendo à retração do concreto. Após a concretagem, à cura do concreto com água é essencial, reduzindo fissuras e patologias referentes à resistência (HELENE; TUTIKIAN 2011).

Para execução do controle tecnológico do concreto, um corpo de prova cilíndrico deve ser moldado e mantido em local livre de vibrações e intempéries durante 24 horas, após a execução, mantê-lo submerso em água ou câmara fria até a sua ruptura (ABNT NBR 5738:2015). A hidratação do concreto está relacionada não só após a concretagem, mas também no início mantendo formas e moldes úmidos evitando imperfeições no concreto. Na Figura 4 pode ser identificada a insuficiência de hidratação das formas.

Figura 4: Pilar com possibilidade de hidratação insuficiente das formas



Fonte: Próprio autor, 2017.

2.5 Abatimento do tronco de cone

Trabalhabilidade e consistência são duas propriedades do concreto em seu estado fresco que não devem ser confundidas, consistência é a condição do concreto em seu estado fresco onde sob a ação de cargas tem-se maior ou menor facilidade da amassada deformar-se (IBRACON 2011). A trabalhabilidade refere-se à incomplexidade e uniformidade com a qual o concreto pode ser misturado, lançado, adensado, e acabado (MEHTA; MONTEIRO 1994). Existem vários tipos de ensaio que podem determinar a consistência do concreto, no entanto, nenhum dos testes pode definir de forma exata a consistência do produto a, ABNT NBR 12655:2015 determina o ensaio de abatimento do tronco de cone como um dos principais na determinação ou aceitação do concreto recebido.

O abatimento do tronco de cone ou *slump test* é um dos ensaios realizados para controle de recebimento e aceitação do concreto, sua característica principal é

oferecer resultados referentes à consistência e trabalhabilidade. A Figura 5 demonstra uma patologia referente à influência da trabalhabilidade do concreto juntamente com outros fatores que devem ser levado em consideração, como, diâmetro dos grãos, espaçamento da armadura, dentre outros.

Figura 5: Influência quanto à consistência e trabalhabilidade



Fonte: Próprio autor, 2017.

A consistência do concreto pode ser medida através do abaixamento do concreto colocado em um molde metálico de forma cônica que quando retirada é medida a deformação vertical do concreto, portanto, a trabalhabilidade de um concreto está diretamente ligada à maneira de efetuar o adensamento, onde, um concreto com *slump* alto pode-se dizer que é fácil de ser lançado e adensado (CARVALHO; FILHO 2014).

O procedimento de execução do abatimento de troco de cone é normatizado pela (ABNT NBR NM 67:1998), que consiste na coleta de uma quantidade de concreto retirada durante o processo de execução e adicionado em uma forma cônica com diâmetro da base superior de 10 cm, base inferior com 20 cm e altura de 30 cm, onde, a adição do material deverá ser dividida em três partes, com isso, cada parte deve ser compactada com 25 golpes cada camada, sua compactação deve ser feita com uma haste de 60 cm e diâmetro de 1,6 cm logo após retira-se a forma, onde, deverá posicioná-la em posição contrária, no entanto, sua haste deverá ser colocada na base superior medindo o rebaixamento entre o concreto e a haste.

2.6 Metodologia de cálculo

Lote de concreto: volumes de concreto produzidos sob as mesmas condições, mesma classe, mesma família, mesmo procedimento e mesmo equipamento (ABNT NBR 12655:2015).

Amostra de concreto: frações de concreto que são retiradas do lote com a finalidade de fornecer resultados através de ensaios com a finalidade de recebimento e aceitação do concreto (ABNT NBR 12655:2015).

Exemplar: elemento da amostra ou lote de concreto constituído por dois corpos de prova da mesma betonada (ABNT NBR 12655:2015).

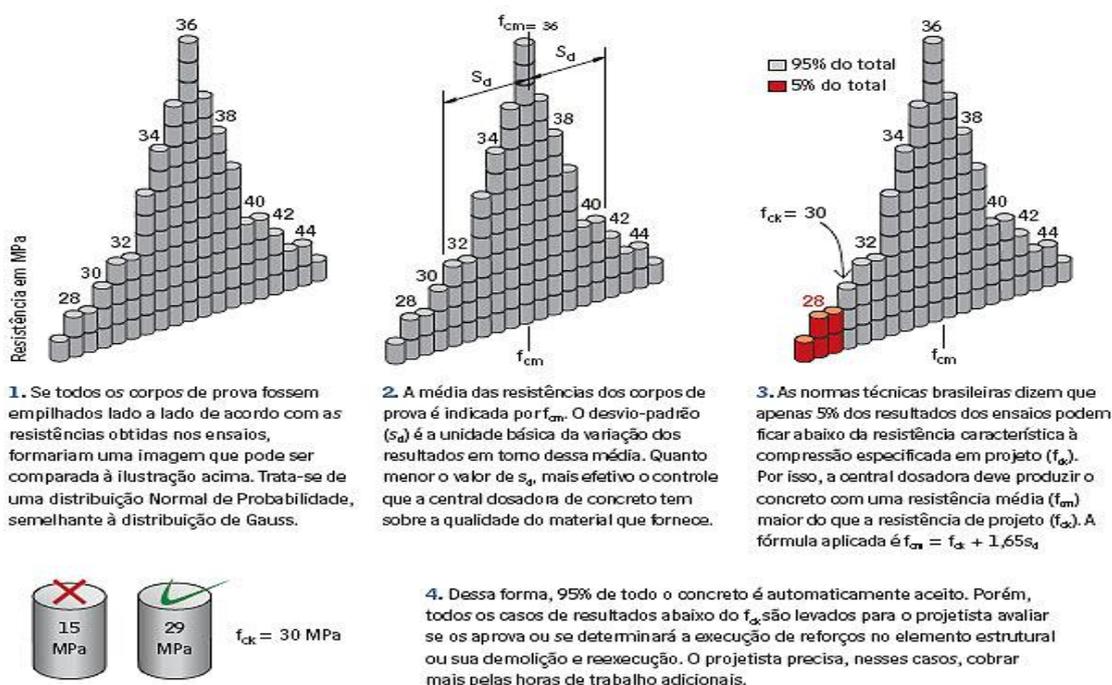
2.6.1 Formulação quanto à resistência à compressão

Para controle de resistência à compressão do concreto existem procedimentos a serem escolhido, decidindo o caminho a ser tomado levando em consideração alguns fatores; para ensaio de resistência, as amostras de concreto deveram ser divididas em lotes, onde cada lote será dividido por uma amostra com número de exemplares de acordo com o tipo de controle, total ou parcial (FALCÃO 2016).

No processo de dosagem do concreto as principais características estão relacionadas em obter resistência à compressão e consistência do produto, todos determinados em projeto, no entanto, vários fatores podem influenciar de forma direta na suas características, em geral são agregados, produção, transporte,

lançamento, adensamento e cura, porém, das amostras produzidas nem todas terão exatamente os mesmos resultados FUSCO (2008). Pode-se determinar a conformidade do concreto quando, no máximo 5% dos resultados obtidos em laboratório quanto à resistência a compressão não atinja a resistência de projeto (FCK), onde, a distribuição dos resultados na determinação do desvio padrão é semelhante à curva de Gauss TECHNE (2009). A figura 6 exemplifica a distribuição dos resultados de resistência à compressão obtida em ensaio de rompimento dos corpos de prova.

Figura 6: Distribuição dos resultados de resistência à compressão



Fonte: Faria 2009.

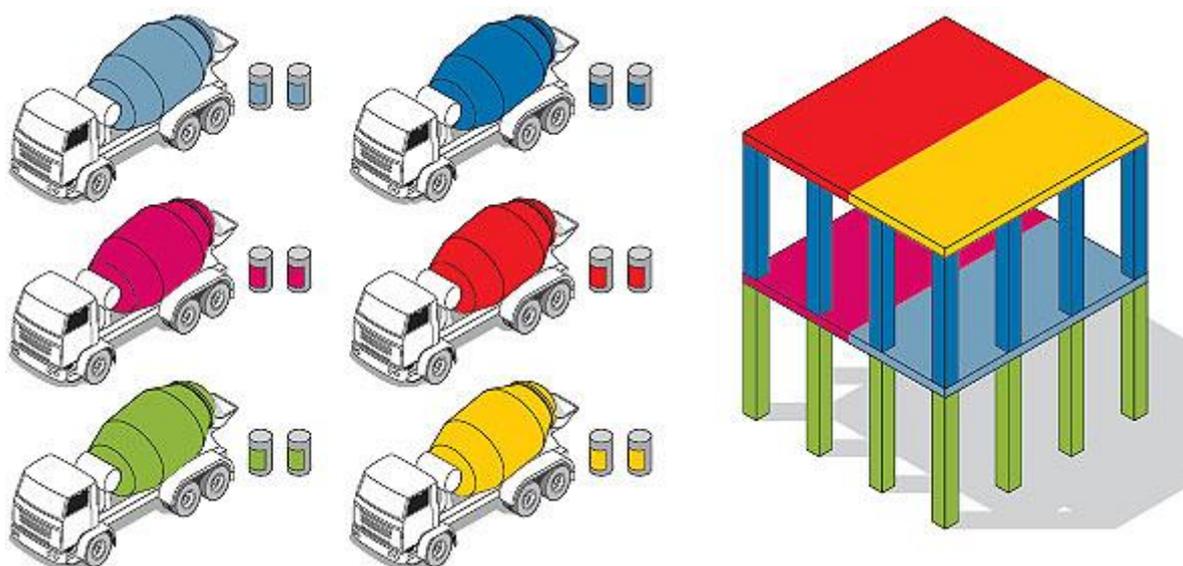
2.6.2 Controle por amostragem total

Consiste na amostragem 100% onde é retirado um exemplar de todas as betonadas que, no entanto, representará a resistência à compressão do concreto naquela betonada (ABNT NBR 12655:2015).

$$f_{ckest} = f_{cbetonada} \quad (2.2)$$

Além da retirada de um exemplar a cada betonada, realiza-se o mapeamento da concretagem ao longo da estrutura, onde seja rastreável cada lote de concreto (TECHNE 2009). A Figura 7 representa o procedimento ideal para execução da concretagem indicando o destino de cada lote de concreto e o método de controle por amostragem total.

Figura 7: Demonstração do procedimento de execução viabilizando à rastreabilidade do concreto.



Fonte: Faria 2009.

2.6.3 Controle por amostragem parcial

Do controle tecnológico por amostragem parcial são retirados exemplares de betonadas distintas, onde deve ser adotado no mínimo seis exemplares para concreto até C50 e 12 exemplares para concreto de classes superior a C50. Para lotes com número de exemplares $6 < n < 20$ a resistência característica a compressão ($F_{ckestat}$) é dado por (ABNT NBR 12655:2015):

$$f_{ckest} = 2 \frac{f_1 + f_2 + \dots + f_{m-1}}{m-1} - f_m \quad (2.3)$$

$m = \frac{n}{2}$ Despreza-se o maior valor de n , se for ímpar, $f_1, f_2 \dots$,

f_m = valores das resistências dos exemplares, em ordem crescente.

Para lotes onde a relação entre o número de exemplares for maior que 20 utiliza-se a seguinte formulação;

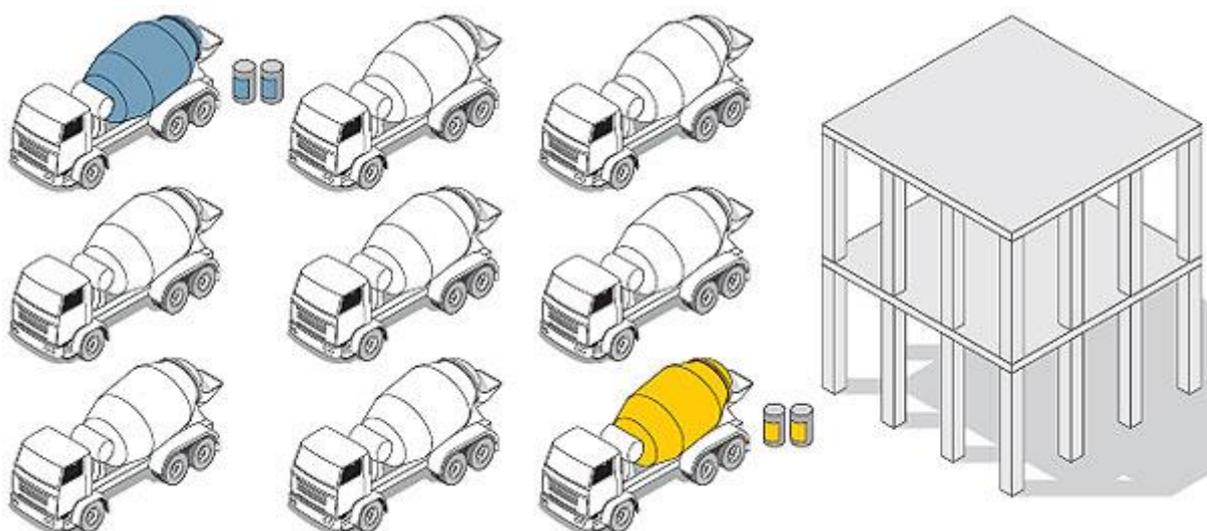
$$f_{ckest} = f_{cm} - 1.65 \times S_d \quad (2.4)$$

f_{cm} = Resistência média dos exemplares do lote;

S_d = Desvio padrão n elementos ($n-1$) no denominador da formula.

Para determinação do lote por amostragem parcial deverá obedecer ao item 6.2.1 da (ABNT NBR 12655:2015) quanto à relação da quantidade máxima de volume de concreto a ser executado. A Figura 8 representa um exemplo de execução por amostragem parcial, onde são retiradas apenas algumas betonadas não sendo possível identificar o local exato de cada lote de concreto.

Figura 8: Execução da concretagem por amostragem parcial



2.7 Responsabilidade quanto ao controle tecnológico das estruturas de concreto.

2.7.1 Responsável pelo projeto estrutural

Cabe ao profissional responsável pelo projeto estrutural serem indicado nos contratos e em todos os desenhos e memoriais de cálculo informações como; registro da resistência característica à compressão do concreto F_{ck} , para etapas construtivas, especificação do F_{ck} , requisitos correspondentes à durabilidade da estrutura e a classe de agressividade especificada em projeto (ABNT NBR 12655:2015).

2.7.2 Responsável pela execução da obra

Os responsáveis pela execução da obra cabem a escolha do tipo e procedimento de produção do concreto levando em consideração à consistência, dimensão máxima do agregado de acordo com o projeto e com as condições de aplicação, recebimento e aceitação do concreto atendendo aos cuidados quanto a processo construtivo de retirada do escoramento e processo de concretagem, possibilitando efetuar a rastreabilidade do concreto lançado na estrutura (ABNT NBR 12655:2015).

2.7.3 Empresa de serviço de concretagem

É de responsabilidade da empresa de serviço de concretagem assumir a realização das prescrições relativas às entregas e preparo do concreto, assim como, disponibilizar ao responsável pela obra documentos (nota fiscal) referente a qualidade do concreto, cabe ainda a empresa de concretagem arquivar a documentação durante um prazo de cinco anos (ABNT NBR 12655:2015).

A documentação entregue durante o processo de concretagem deve conter:

- volume de concreto disponibilizado a cada caminhão;
- horário de início da mistura;
- classe de consistência ou trabalhabilidade no início da descarga;
- dimensões máximas do agregado graúdo;
- resistência característica à compressão do concreto (F_{ck});

- código de identificação do traço utilizado;
- quantidade de água complementar a ser adicionada;
- porcentagem retida pela central dosadora. Pode ser solicitada pelo responsável da obra a carta de traço contendo data de elaboração do traço, especificação do concreto, insumos utilizados, fornecedores de materiais, quantidade em massa utilizada em cada amassada de concreto (ABNT NBR 7212:2012).

2.8 CONCRETO NÃO CONFORME

De acordo com Santiago (2011), grande parte do concreto fornecido as obras não alcançam a resistência especificada em projeto, onde o principal motivo é a não conformidade do concreto, com o surgimento desta problemática grandes perdas podem surgir no decorrer da execução, tais como, diminuição do nível de segurança, perdas econômicas referentes a reforços estruturais e também, denegrir a imagem dos profissionais envolvidos.

A conformidade do concreto é pré-estabelecida pela norma ABNT NBR 12655:2015 no seu estado fresco ou endurecido, caso exista a não conformidade na resistência à compressão do concreto, deve-se consultar o projetista para verificação da segurança da estrutura, caso seja identificada uma redução na segurança, deve-se utilizar de métodos de extração de testemunho para obter a resistência real da seção concretada se necessário a utilização de reforços estruturais e em casos extremos a demolição (BILESKY, ET AL, 2015).

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa tem como finalidade um estudo de caso que consiste no controle de qualidade do concreto usinado disponível na cidade de Caratinga-MG com isso, será analisado a resistência característica à compressão (f_{ck}) e a consistência ou trabalhabilidade do concreto recebido.

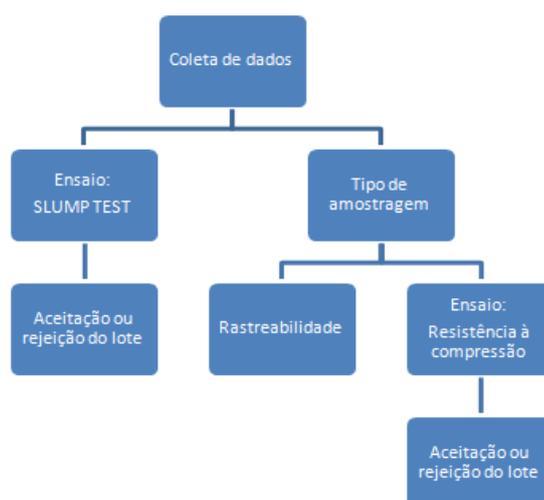
A metodologia considerada no desenvolvimento do trabalho é constituída de levantamento de dados e ensaios com a finalidade de analisar os concretos entregues as obras e possíveis alterações na qualidade do concreto recebido.

Para obtenção dos resultados baseou-se em normas e equipamentos específicos de acordo com as especificações citadas no capítulo 2. Os resultados obtidos foram referentes às obras analisadas e sobre o concreto recebido com isso, considerando que os construtores das obras analisadas não utilizam de métodos para controle tecnológico do concreto, foi criado duas tabelas demonstrando os principais fatores a ser analisado de acordo com a norma ABNT NBR 12655:2015.

A metodologia do trabalho foi dividida em duas etapas, para melhor representar estas etapas realizadas, foi criado um fluxograma simplificado onde especifica a ordem das atividades realizadas. A figura 9 mostra o fluxograma com as atividades.

Para o desenvolvimento do trabalho foram analisadas 4 obras:

- Obra A edifício residencial localizado na Rua Artur da Silva Araujo, a concreteira responsável é a concreteira A com volume de 23 m³;
- Obra B edifício residencial localizado na Rua Engenheiro Herbert, concreteira A, volume 13,5m³;
- Obra C Ponto comercial localizado na Av. Olegário Maciel, concreteira B, volume 45m³;
- Obra D De uso residencial localizado no córrego Soledade, concreteira C, volume 7,5m³.

Figura 9: Fluxograma simplificado do desenvolvimento do trabalho

Fonte: Próprio autor,2017.

3.1 Coleta de dados

A primeira etapa constitui na coleta de dados, utilizou-se da tabela 10 para a determinação dos dados da obra como: Endereço da obra; concreteira responsável pela concretagem; volume de concreto a ser concretado; definição dos lotes de concreto conforme a norma ABNT NBR 12655:2015 onde especifica os procedimentos para formação de lotes por amostragem total ou parcial de acordo com o volume de concreto; dados do projeto e nota fiscal referente a resistência à compressão e abatimento do tronco de cone. A figura 10 representa o modelo de coleta de dados utilizados nas obras A,B,C e D durante o desenvolvimento do trabalho.

Figura 10: Tabela de coleta de dados.

TCC- FICHA DE CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO USINADO		Coleta de dados
Responsável: Sabrino Pablo de Souza		
OBRA:	CONCRETEIRA:	DATA: / /
ENDEREÇO:	N°:	
VOLUME(m ³):	TIPO DE AMOSTRAGEM: ----- TOTAL ----- PARCIAL	N° DE EXEMPLAR/BETONADA:
FCK DE PROJETO:	FCK DA NOTA FISCAL:	
SLUMP DE PROJETO:	SLUMP DA NOTA FISCAL:	
OBSERVAÇÕES:	NORMAS UTILIZADAS COMO REFERÊNCIA: ABNT NBR 5738:2015,5739:2007, 12655:2006, NM 67:1998	

Fonte: Próprio autor, 2017.

3.2 Ensaio

A segunda tabela constitui nos dados referente a tabela 11 que são anotados as observações durante a concretagem e os resultados dos ensaios de abatimento do tronco de cone executado conforme a NM 67:1998; identificação das amostras; numero da nota fiscal e lacre recebido pela concreteira; hora de chegada e saída dos caminhões; local a ser concretado; resultados dos ensaios de resistência à compressão moldados de acordo com a norma ABNT NBR 5738:2003 e rompidos de acordo com a ABNT NBR 5739:2007. A figura 11 representa o modelo de coleta dos resultados obtido nos ensaios desenvolvidos nas obras A, B, C e D.

Figura 11: Tabela de resultados dos ensaios

		TCC- FICHA DE CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO USINADO				Ensaio	
Responsável: Sabrino Pablo de Souza							
OBRA:		CONCRETEIRA:		DATA:		/ /	
ENDEREÇO:		N°:					
SLUMP		RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO					
AMOSTRA	RESULTADO	N FISCAL	H. CHEGADA	H. TÉRMINO	LOCAL A SER CONCRETADO	N° CPs	RESULTADO
OBSERVAÇÕES:		NORMAS UTILIZADAS COMO REFERÊNCIA: ABNT NBR 5738:2015, 5739:2007, 12655:2006, NM 67:1998					

Fonte: Próprio autor, 2017.

3.2.1 Moldagem dos corpos de prova

A moldagem dos corpos de prova foi executada de acordo com a ABNT NBR 5738:2015.

Para coleta de amostras de concreto e rompimento, utilizou-se de formas cilíndricas com dimensões de 100 mm de diâmetro e 200 mm de altura. O adensamento foi por meio manual divididos em duas camadas com 12 golpes cada camada.

Todos os corpos de prova foram moldados e identificados contendo, identificação da obra, o numero do corpo de prova, data, etc. A norma por definição especifica que os corpos de prova sejam curados em câmara fria ou submersos. Após a moldagem e identificação, por disponibilidade do laboratório os corpos de prova foram moldados e mantidos na obra por aproximadamente 24h em seguida adotado como processo de cura submerso em água durante 28 dias. A sequência de figura abaixo representa a moldagem dos corpos de prova.

Figura 12: Moldes para CPs e Adensamento primeira camada



Figura 13: Adensamento da segunda camada e identificação do corpo de prova



Fonte: Próprio autor, 2017.

Figura 14: Corpo de prova submerso em água



Fonte: Próprio autor, 2017.

3.2.2 Resistência à compressão

A obtenção dos valores de resistência à compressão utilizou-se como referência a ABNT NBR 5739:2007.

Para distribuição uniforme dos esforços de compressão axial exercidos pela prensa, foi utilizado o neoprene confinado superior e inferior para os ensaios de rompimento dos corpos de prova.

Do tipo de amostragem, foi utilizado o método de amostragem total, pois todas as concretagens eram com volumes inferiores a 50 metros cúbicos, no entanto foi adotado 1 exemplar para cada amassada (caminhão) de concreto. A sequência de fotos representa o ensaio de rompimento do corpo de prova.

Figura 15: CP centralizado na prensa



Fonte: Próprio autor, 2017.

Figura 16: Execução do ensaio



Fonte: Próprio autor, 2017.

Figura 17: CP rompido



Fonte: Próprio autor, 2017.

Figura 18: Identificação do valor de carga pelo amostrador digital



Fonte: Próprio autor, 2017.

3.2.3 Abatimento do tronco de cone

O ensaio de abatimento do tronco de cone foi executado no início da descarga de cada caminhão respeitando os critérios da norma NM 67:1998.

Na obra a ser concretada foi posicionado os equipamentos em local plano e no início da concretagem o concreto era uniformizado, onde o responsável pela concreteira liberava o concreto para ser bombeado, como isso no primeiro 0,5 metros cúbicos retirava-se uma amostra de concreto para determinação do abatimento do concreto recebido.

O equipamento utilizado era padronizado pela norma, com as dimensões: 10 cm de diâmetro superior, 20 cm de diâmetro inferior e altura de 30 cm. Para o adensamento foi utilizado uma haste, onde o cone era dividido em três camadas e cada camada utilizado um adensamento com 25 golpes. A figura 19 representa a determinação do abatimento do concreto.

Figura 19: Medição do abatimento do concreto



Fonte: Próprio autor, 2017.

3.2.4 Rastreabilidade

O processo de rastreabilidade não é um método normatizado, porém utiliza-se da boa prática fazer a identificação de cada caminhão de concreto descarregado em obra

Para um melhor controle no recebimento do concreto é indispensável uma rastreabilidade na descarga de cada caminhão de concreto, com isso durante o processo de execução da concretagem foi feito o acompanhamento das etapas de concretagem e desenvolvido um esboço simplificado para identificação dos lotes de concreto.

3.3 Obra A

A obra A constitui em um edifício residencial localizado na Rua Arthur da Silva Araújo, construtora A responsável pela concretagem, os ensaios foram realizados durante a concretagem da quarta laje acima do nível da rua sendo lajes e vigas concretadas simultaneamente. A construtora GN Martins responsável pela execução me autorizou a executar o controle tecnológico do concreto. A resistência especificada em projeto é 25 MPa, sendo o valor de resistência especificado em nota de serviço de 30 MPa.

O primeiro passo do controle na obra foi a identificar a resistência e abatimento do tronco de cone especificado pelo engenheiro estrutural. A figura 20 mostra o valor de resistência FCK de projeto. Quanto ao valor de abatimento não foi especificado na folha de projeto disponibilizado pelo responsável da obra. A figura 21 mostra a ficha com preenchimento da coleta de dados.

Figura 20: Resistência especificada em projeto

Volume de concreto (C-25) = 15,37 m³
 Área de forma = 201,37 m²

PROJETO ESTRUTURAL
 USO: RESIDENCIAL
 Endereço: R. Arthur da Silva Araújo, nº 176, Bairro Santa Zita
 Caratinga/MG - CEP. 35300-302

ARMAÇÃO DAS VIGAS PAV. TIPO 1

Proprietário: _____
 CPM: _____
 Empresa: GN MARTINS CONSTRUTORA LTDA
 Área total a edificar: 1720,30m²
 Área total do lote: 258,50m²
 Escalas: Indicativas
 Data: JUNHO/2017
 Formato: A3
 Franquia: 01/017

Fonte: Próprio autor, 2017.

Figura 21: Coleta de dados obra A

TCC- FICHA DE CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO USINADO		Coleta de dados
Responsável: Sabrino Pablo de Souza		
CBRA: A	CONCRETEIRA: A	DATA: 05/08/2017
ENDEREÇO: R. Arthur da Silva Araújo		Nº: 176
VOLUME(m ³): 28 m ³	TIPO DE AMOSTRAGEM: <input checked="" type="checkbox"/> TOTAL <input type="checkbox"/> PARCIAL	Nº DE EXEMPLAR/BETONADA: 1
FCR DE PROJETO: 25 MPa	FCR DA NOTA FISCAL: 30,0 MPa	
SLUMP DE PROJETO: X	SLUMP DA NOTA FISCAL: 12 ± 2	
OBSERVAÇÕES:		NORMAS UTILIZADAS COMO REFERÊNCIA: ABNT NBR 5738:2015, 5739:2007, 12655:2006, NM 67:1998

Fonte: Próprio autor, 2017.

Para analisar o concreto recebido, utiliza-se como documento de análise a nota fiscal indicando os valores de resistência e abatimento do respectivo concreto. Para a obra A não foi disponibilizado a nota fiscal durante a concretagem tendo como referencia a nota de serviço. A figura 22 demonstra a nota de serviço de um dos quatro caminhões.

Figura 22: Imagem da nota de serviço

CONCRETO

RECIBO PROVISÓRIO DE SERVIÇO Nº5266

CONTRATANTE

CLIENTE: _____

ENDEREÇO: RUA ARTUR DA SILVA ARAUJO N.176

BAIRRO: SANTA ZITA

CIDADE: CARATINGA, MG

CPF-CNPJ: _____

OBRA CB: 04

CLIENTE: _____

ENDEREÇO: RUA ARTUR DA SILVA ARAUJO N.176

BAIRRO: SANTA ZITA

CIDADE: CARATINGA-MG

TARIFA DE SERVIÇO

DESCRIÇÃO: FCK 30,0 MPA BOMBEAVEL SLUMP 12+-2

LACRE: 0003246

QUANTIDADE: 7,00 m3

ASSINATURA: _____

AGUA RETIDA: _____ LTS.

Termo De Responsabilidade

DETERMINEI A ADIÇÃO DE _____ LITROS DE AGUA, NO VOLUME DE _____ M³ DE CONCRETO
ELEVANDO O ABATIMENTO MÁXIMO PARA _____ CM. TENHO CENÇA DE QUE ESSA ADIÇÃO DE AGUA
ACARRETARÁ ALTERAÇÕES NAS CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO DIMINUINDO SUA RESISTÊNCIA.
NOME DO RESPONSÁVEL: _____ ASSINATURA DO RESPONSÁVEL: _____
DATA: _____

sábado, 05 agosto 2017.

Fonte: Próprio autor, 2017.

A verificação do lacre também foi um critério a ser analisado e registrado por foto, onde dos quatro caminhões descarregados somente três estavam lacrado. A figura 23 mostra a inexistência do lacre em um dos caminhões na chegada na obra.

Figura 23: Imagem do caminhão com o lacre e sem o lacre



Fonte: Próprio autor, 2017.

Da hora de chegada e saída dos caminhões não apresentaram valores significantes quanto a atraso na descarga do concreto.

Durante o acompanhamento e coleta de amostras de concreto pode-se observar uma adição constante de água por exigência dos funcionários da empresa responsável pelo espalhamento do concreto. A figura 24 representa o responsável pela concreteira em alguns momentos adicionando água durante a concretagem.

Figura 24: Responsável pela concretagem adicionando água no concreto



Fonte: Próprio autor, 2017.

Durante a execução do ensaio de abatimento pode-se observar uma alteração no valor comparando ao especificado em nota, sendo que todas as amostras de concretos apresentaram menos consistentes em relação ao abatimento de 12 ± 2 especificado pela concreteira. Após a execução do ensaio em obra e laboratório concluiu-se o preenchimento da ficha técnica obtendo os resultados. A imagem 25 mostra os resultados obtidos nos ensaios.

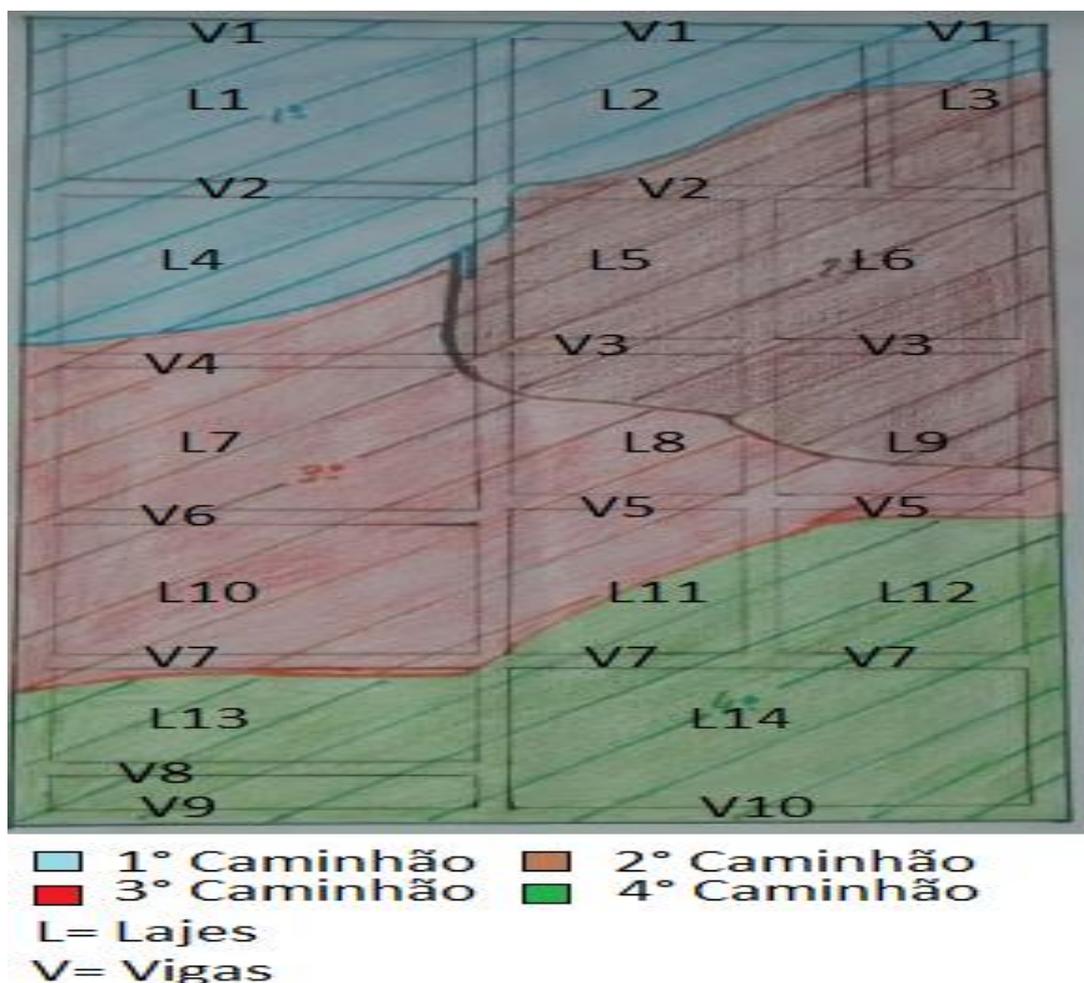
Figura 25: Resultado dos ensaios da obra A

TCC- FICHA DE CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO USINADO						Ensaio	
Responsável: Sabrina Pablo de Souza							
OBRA: A		CONCRETEIRA: A			DATA: 05/08/2017		
ENDEREÇO: R. Arthur da Silva Araújo						Nº: 176	
SLUMP						RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO	
AMOSTRA	RESULTADO	N FISCAL	H. CHEGADA	H. TÉRMINO	LOCAL A SER CONCRETADO	Nº CPs	RESULTADO
101	19 cm	5266	10:30	11:40	laje e viga	CP 01	21,68
						CP 02	21,89
102	18 cm	5267	10:55	11:55	laje e viga	CP 03	20,75
						CP 04	25,41
103	20 cm	5268	11:35	12:40	laje e viga	CP 05	22,32
						CP 06	22,54
104	22 cm	5269	12:30	13:45	laje e viga	CP 07	17,68
						CP 08	20,11
OBSERVAÇÕES: Caminhão com NF: 5268 não consta laje.						NORMAS UTILIZADAS COMO REFERÊNCIA: ABNT NBR 5738:2015, 5739:2007, 12655:2006, NM 67:1998	

Fonte: Próprio autor, 2017.

A figura 26 representa a rastreabilidade através da concretagem de vigas e lajes constituído de quatro caminhões de concreto utilizado na concretagem.

Figura 26: Croqui da obra A



Fonte: Próprio autor, 2017.

3.4 Obra B

A obra B fica situada na cidade de Caratinga-MG Rua Engenheiro Herbert, concreiteira A responsável pela concretagem, concretando 7 blocos de um total de 17 blocos da fundação. A figura 27 representa a resistência especificada em projeto de 25 MPa, no entanto o valor de abatimento não foi especificado na folha de projeto analisada. Em nota de serviço a resistência de compra é de 20 MPa. A figura 28 demonstra a nota de serviço disponibilizada pela empresa.

Figura 27: Resistência de projeto

Fundação
Detalhamento fundação
Concreto: C25, em geral
Escala: 1:50

Prça. Cesário Alvim, 228, Sala 121
Caratinga - MG
Fone: (33)3321-2705 e (33)96845-5155
e-mail: _____

Cliente/Dona
RUA ENGENHEIRO HEBERT, 135 - RODOVIA

TÍTULO
PROJETO ESTRUTURAL

Consulta
DETALHAMENTO DAS SAPATAS

Fonte: Próprio autor, 2017.

Figura 28: Imagem nota de serviço

RECIBO PROVISÓRIO DE SERVIÇO Nº5350

CONTRATANTE

CLIENTE: _____
ENDEREÇO: RUA ENGENHEIRO HERBERT, 135.
BAIRRO: SANTA ZITA.
CIDADE: CARATINGA-MG
CPF-CNPJ: _____

OBRA CB: 04

CLIENTE: _____
ENDEREÇO: RUA ENGENHEIRO HERBERT, 135.
BAIRRO: SANTA ZITA.
CIDADE: CARATINGA -MG

TARIFA DE SERVIÇO

DESCRIÇÃO: **CONCRETO FCK 20,0 MPA SLUMP 12+2 CONV.**
LACRE: 0003040
QUANTIDADE: 8,0 m3
ASSINATURA: _____
ÁGUA RETIDA: _____ LTS.

Termo De Responsabilidade
DETERMINAR A ADIÇÃO DE LITROS DE ÁGUA, NO VOLUME DE _____ M³ DE CONCRETO
ELEVANDO O ABATIMENTO MÁXIMO PARA _____ CM. TERMO DE CENÇA DE QUE ESSA ADIÇÃO DE ÁGUA
ACABETARA ALTERAÇÕES NAS CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO DIMINUINDO SUA RESISTÊNCIA.
NOME DO RESPONSÁVEL _____ ASSINATURA DO RESPONSÁVEL _____
DATA _____

RECIBO PROVISÓRIO DE SERVIÇO Nº 5353.

CONTRATANTE

CLIENTE: _____
ENDEREÇO: RUA ENGENHEIRO HERBERT, 135.
BAIRRO: SANTA ZITA.
CIDADE: CARATINGA-MG
CPF-CNPJ: _____ CB: 02

OBRA

CLIENTE: _____
ENDEREÇO: RUA ENGENHEIRO HERBERT, 135
BAIRRO: SANTA ZITA
CIDADE: CARATINGA- MG

TARIFA DE SERVIÇO

DESCRIÇÃO: **FCK 20,0 MPA CONVENCIONAL 9+1**
LACRE: 0003048
QUANTIDADE: 5,50 M3
ASSINATURA: _____

Termo De Responsabilidade
DETERMINAR A ADIÇÃO DE LITROS DE ÁGUA, NO VOLUME DE _____ M³ DE CONCRETO
ELEVANDO O ABATIMENTO MÁXIMO PARA _____ CM. TERMO DE CENÇA DE QUE ESSA ADIÇÃO DE ÁGUA
ACABETARA ALTERAÇÕES NAS CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO DIMINUINDO SUA RESISTÊNCIA.
NOME DO RESPONSÁVEL _____ ASSINATURA DO RESPONSÁVEL _____
DATA _____

Fonte: Próprio autor, 2017.

A imagem 29 demonstra o preenchimento inicial da coleta de dados com informações necessárias para desenvolvimento do trabalho. O volume de concreto analisado foi 13,5 metros cúbicos divididos em dois caminhões sendo que somente um dos caminhões constava o lacre. A chegada e descarga dos caminhões foram em média 40 minutos não apresentando atraso da concretagem. A figura 30 demonstra a chegada dos caminhões com ausência do lacre.

Figura 29: Coleta de dados obra B

TEC-FICHA DE CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO USADO		Classe do concreto
Responsável: Gabriel Pêlo de Souza		
OBRA: B	CONCRETO: A	DATA: 2/08/09
ENGENHEIRO: R. Engenheiro Hubert		Nº: 135
VOLUME (m³): 13,5m³	TIPO DE AMOSTRAGEM: <input checked="" type="checkbox"/> TOTAL <input type="checkbox"/> PARCIAL	Nº DE EXEMPLAR/RETONADA: 1
FOR DE PROJETO: 25 MPa	FOR DA NOTAFISCAL: 20 MPa	
QUANT DE PROJETO: X	QUANT DA NOTA FISCAL: 1º Caminhão = 12,2 2º Caminhão = 1,3	
OBSERVAÇÕES:		NORMAS TÉCNICAS COMPLETADAS ABNT NBR 5738 2015, NBR 2027, 12655-2008, NM 67.3988

Fonte: Próprio autor, 2017.

Figura 30: Caminhão com ausência do lacre



Fonte: Próprio autor

No início da concretagem houve a homogeneização do concreto e coleta de amostra para ensaio de abatimento, o primeiro caminhão, em nota específica um valor de abatimento de 12 ± 2 , no ensaio obteve um valor de 16 cm, o segundo especifica um valor de 9 ± 1 , no ensaio obteve-se um valor de 17 cm de abatimento.

Após a coleta de dados os corpos de prova permaneceram no laboratório em processo de cura e em seguida desenvolvido o ensaio de rompimento, com isso a figura 31 demonstra o preenchimento da ficha e os resultados obtidos nos ensaios.

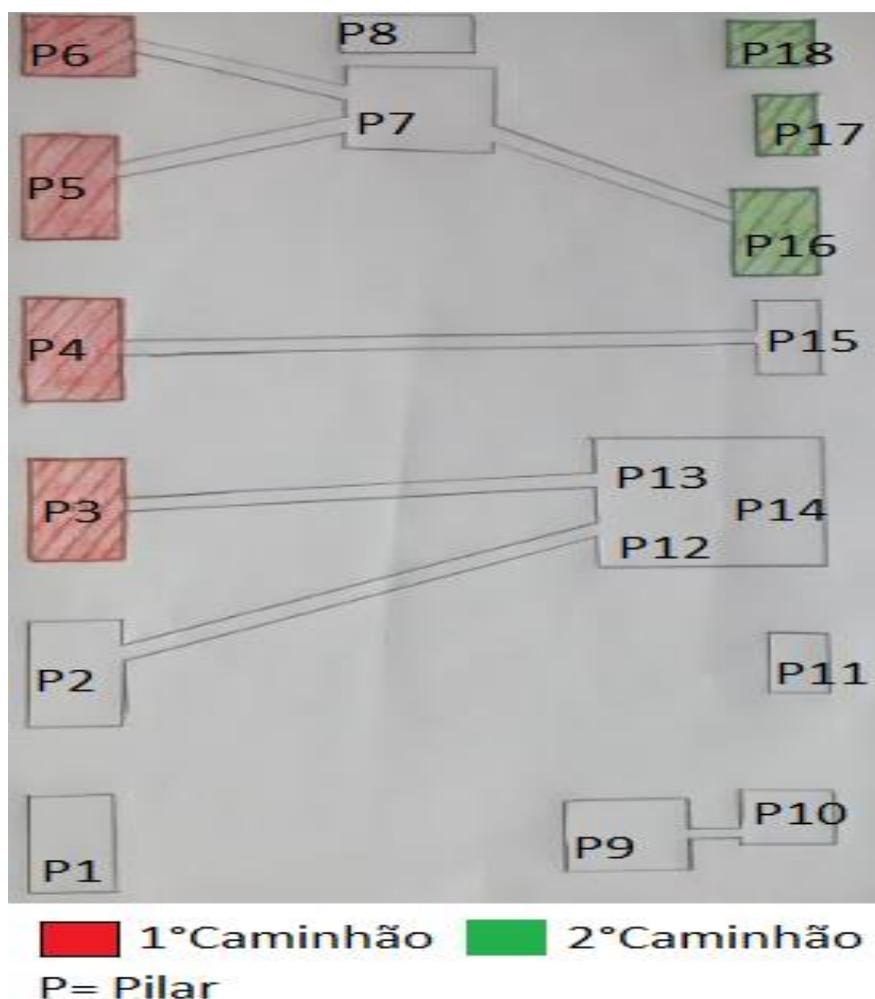
Figura 31: Resultado dos ensaios da obra B

TCC - FICHA DE CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO USINADO						Enem	
Responsável: Sabrina Fátima de Souza							
OBRA: B		CONCRETEIRA: A			DATA: 12/08/2012		
ENDEREÇO: R. Engenheiro Herbert						nº 135	
GRUP				RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO			
AMOSTRA	RESULTADO	N. FICAL	H. CHEGADA	H. TÉRMINO	LOCAL A SER CONCRETADO	N.º CPs	RESULTADO
201	16cm	5350	10:50	11:35	Fundação	CP 01	15,08
						CP 02	14,32
202	17cm	5353	12:00	12:40	Fundação	CP 03	12,99
						CP 04	14,07
OBSERVAÇÕES: Caminhão com MF 5353 não conta o laço						NORMAS UTILIZADAS COMO REFERÊNCIA: ABNT NBR 5738:2015, 5739:2007, 12655:2006, NM 67:1998	

Fonte: Próprio autor, 2017.

A figura 32 demonstra a rastreabilidade através de um desenho simplificado da fundação por sapata da obra B referentes a dois caminhões.

Figura 32: Croqui da obra B



Fonte: Próprio autor, 2017.

3.5 Obra C

A obra C fica localizada na Av. Olegário Maciel no centro de Caratinga-MG sendo o empreendimento de uso comercial, concreteira B responsável pela concretagem, o local a ser concretado foi laje e vigas, a resistência de projeto para as vigas é de 20 MPa. A figura 33 apresenta o valor de f_{ck} de projeto. Para análise dos ensaios utilizou-se os valores especificados em notas de serviço. A figura 34 demonstra o valor de resistência de 25 MPa, no entanto não foi especificado o valor de abatimento do concreto, sendo o responsável pela concreteira estipulado um valor de 12 ± 2 para o concreto.

Figura 33: Resistência de projeto

RESUMO - QUANTIDADES DE CONCRETO		
CONCRETO fck=20 MPa	QUANT.	UNID.
	7,5	m ³
CONTAMENTO	12	m ³
PILARES	12	m ³
VIGAS	20	m ³
LAGE (CAPEAMENTO)	24	m ³
TOTAL	75,5	m ³

TÍTULO: PROJETO ESTRUTURAL		FORMATO: A1
USO: COMERCIAL		PRANCHAS: 00/05
ENDEREÇO:		
AV. OLEGARIO MACIEL Nº435 - CENTRO - CUIATINGA MS		
PROPRIETÁRIO:		
R ^o :		
OBS: VIGAS DA LAGE Q1		
ESCALAS:	DATA:	MS 2017
INDICAÇÕES:	508,74 m ²	185,25 m ²

Fonte: Próprio autor, 2017

Figura 34: Imagem nota de serviço

DATA DE EMISSÃO: 22/08/2017		ROD: 17.53	ASSINATURA: [Assinatura]		
TIPO DE PEDIDO: VENDAS DE MERCADORIA		RA: 000000	1 Via/Cliente		
THALISSON					
Identificação do Cliente		CPF: 754.231.466-15	REGISTRO ESTADUAL		
ENDEREÇO: AV. OLEGARIO MACIEL 435		CEP: 35300-000	CIDADE: CUIATINGA	UF: MS	
FONE: (127) 3333-3333		OBSERVAÇÃO: NÃO É DOCUMENTO FISCAL			
Dados da Entrega		ENDEREÇO: [vazio]			
Dados dos Produtos		QTD	UNID	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
000002	CONCRETO USINADO 25MPa	5.102	8.00	250,00	2.000,00
Totais da Nota		QUANTIDADE TOTAL: 5.00		VALOR TOTAL PRODUTOS: 2.000,00	
Serviços					
GALGA 4CM/PREDIO#1 LAGE 45M3/TOTAL R\$ 11.250,00/PAGAMENTO BOLETO 10 DIAS LAGE+CINTA					
CONFIRA A MERCADORIA NO ATO DA ENTREGA. OBRIGADO!					
MERCADORIA CONFERIDA: / / Ass: _____					

Fonte: Próprio autor, 2017.

O volume total concretado foi de 45 metros cúbicos divididos em seis caminhões, do total somente cinco chegaram à obra lacrado. A figura 35 representa o caminhão chegando à obra sem o lacre.

Figura 35: Ausência do lacre obra C



Fonte: Próprio autor, 2017.

No início da concretagem o responsável pela concreteira homogeneizava o concreto e ajustava a consistência do concreto adicionando água suplementar. A figura 36 demonstra um dos funcionários da concreteira ajustando a consistência do concreto. No ensaio de abatimento pode-se observar alterações nos valores de abatimento em relação ao especificado pelo responsável da obra. No terceiro caminhão o valor de abatimento mesmo com adição de água apresentou-se mais consistente. Por ausência de moldes o sexto caminhão não foi desenvolvido a coleta

de amostra para o ensaio de resistência a compressão. A figura 37 e 38 mostra a ficha técnica após a realização de todos os ensaios preenchida.

Figura 36: Ajuste da consistência do concreto



Fonte: Próprio autor, 2017.

Figura 37: Coleta de dados obra C

TCC - FICHA DE CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO USUADO		Coleta de dados
Responsável: <i>Sérgio Paulo de Sousa</i>		
OBRA: <i>C</i>	CONCRETA: <i>B</i>	DATA: <i>22/08/2017</i>
ENDEREÇO: <i>Av. Olegário Maciel</i>		Nº: <i>435</i>
VOLUME (m³): <i>45 m³</i>	TIPO DE AMOSTRAGEM: <input checked="" type="checkbox"/> TOTAL <input type="checkbox"/> PARCIAL	Nº DE EXEMPLOS/BETONADA: <i>1</i>
FOR DE PROJETO: <i>20 MPa</i>	FOR DA NOTA TÉCNICA: <i>25 MPa</i>	
SLUMP DE PROJETO: <i>X</i>	SLUMP DA BETA FICHA: <i>12 ± 2</i>	
OBSERVAÇÕES: <i>60 dias de cura nos moldes em nota valor de 1252 obtido pelo responsável da construtora</i>		NORMAS UTILIZADAS COMO REFERÊNCIA: ABNT NBR 5738:2015, 5739:2003, 12655:2010, NBR 5719:2008

Fonte: Próprio autor

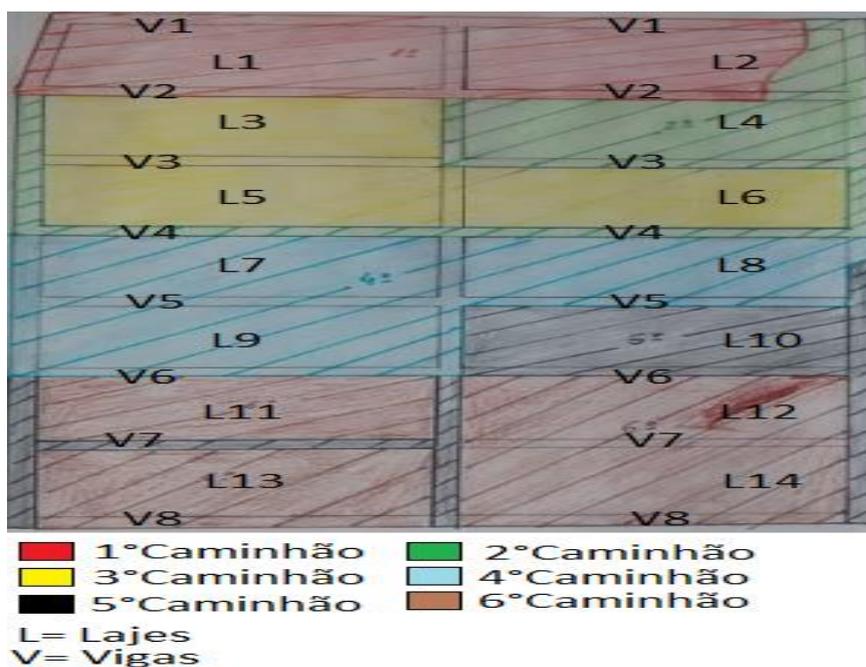
Figura 38: Resultado dos ensaios da obra C

TCC - FICHA DE CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO USINADO							Folha nº	
Responsável: <i>Isabela Paula de Souza</i>								
OBRA: <i>C</i>	CONCRETEIRA: <i>B</i>			DATA: <i>22/08/2017</i>				
ENDEREÇO: <i>Av. Augusto Macedo</i>							Nº: <i>435</i>	
SLABAS					RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO			
AMOSTRA	RESULTADO	N. FISCAL	IN. CONCRETA	H. TEMPO	LOCAL A SER CONCRETADO	N.º CP	RESULTADO	
301	13cm	1731	7:30	8:30	<i>laje e vigas</i>	CP-01	5,22	
302	15cm	1732	8:00	9:15	<i>laje e vigas</i>	CP-02	5,32	
						CP-03	5,82	
303	7cm	1733	8:50	9:35	<i>laje e vigas</i>	CP-04	5,52	
						CP-05	12,12	
304	15cm	1734	9:45	10:30	<i>laje e vigas</i>	CP-06	12,72	
						CP-07	10,62	
305	14cm	1735	10:20	11:05	<i>laje e vigas</i>	CP-08	10,52	
						CP-09	7,52	
306	15cm	1736	11:30	12:25	<i>laje e vigas</i>	CP-10	7,02	
						CP-11	8	
CP-12	6							
OBSERVAÇÕES: <i>Laminado N.º 1735 não usado</i>						NORMAS TÉCNICAS COM REFERÊNCIA:		
<i>• Laje + Aditivo de água em todos</i>						ABNT NBR 1738, 2015, 5780, 2027, 12855, 2008, NBR 17-1388		
<i>• Laminado</i>								

Fonte: Próprio autor, 2017.

A figura 39 demonstra a rastreabilidade por um desenho simplificado da concretagem de vigas e lajes da obra C referente a seis caminhões de concreto.

Figura 39: Croqui da obra C



Fonte: Próprio autor, 2017.

3.6 Obra D

A obra D fica situada em Soledade zona rural próximo a cidade de Caratinga-MG, concreteira C responsável pela concretagem. Quanto a resistência de projeto não foi especificado por não existir projeto estrutural sendo concretada uma laje com volume de 7,5 metros cúbicos com a resistência fck de 20 MPa. A figura 40 demonstra a ficha técnica preenchida com a coleta de dados. A imagem 41 demonstra a nota fiscal utilizada na análise do concreto.

Figura 40: Coleta de dados obra D

TCC- FICHA DE CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO USINADO		Coleta de dados
Responsável: Sabrino Pablo de Souza		
OBRA: D	CONCRETEIRA: C	DATA: 25/09/2017
ENDEREÇO: <i>Couço Soledade, Zona Rural</i>		N°:
VOLUME(m³): <i>8 m³</i>	TIPO DE AMOSTRAGEM: <input checked="" type="checkbox"/> TOTAL <input type="checkbox"/> PARCIAL	N° DE EXEMPLAR/BETONADA: <i>1</i>
FCK DE PROJETO: <input checked="" type="checkbox"/>	FCK DA NOTA FISCAL: <i>20 Mpa</i>	
SLUMP DE PROJETO: <input checked="" type="checkbox"/>	SLUMP DA NOTA FISCAL: <i>15 ± 2</i>	
OBSERVAÇÕES:	NORMAS UTILIZADAS COMO REFERÊNCIA: ABNT NBR 5738:2015, 5739:2007, 12655:2006, NM 67:1998	

Fonte: Próprio autor, 2017.

Figura 41: Imagem nota de serviço.

NF-e
Nº 000.005.285
SÉRIE 1

DANFE
Documento Auxiliar de
NOTA FISCAL ELETRÔNICA
9 - ENTRADA
1 - SAÍDA
Nº 000.005.285
SÉRIE 1
FOLHA III

ROCA GRANDE, 8 - PARTE
RURAL - Rábulo - MG
CEP: 36920-000 Fone: 3378-4467

Remessa para utilização na prestação de serviço
001.005.081/0871

DESTINATÁRIO/RECEBENTE
CORREGO SOLIDADE, 00 - SN
BAIRRO ZONA RURAL
CEP: 36900-000
MG

CÁLCULO DO IMPOSTO

DESCRIÇÃO	VALOR	DESCRIÇÃO	VALOR	DESCRIÇÃO	VALOR
ICMS	0,00	ICMS	0,00	ICMS	786,30
PIS	0,00	PIS	0,00	PIS	786,28
Cofins	0,00	Cofins	0,00	Cofins	0,00
Outros	0,00	Outros	0,00	Outros	0,00
TOTAL	0,00	TOTAL	0,00	TOTAL	786,28

ROCA GRANDE, 8
CORREGO SOLIDADE, 00 - SN

003.39.007

DOSAGEM DO TRACO REDU FCK 20,0 MPA BRITA 0 E 1
SLUMP 15+-2 PRE

COMISSÃO - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES
Mantuseu, ESTADO MG, CONTATO 3399574944 NULL SAC sap@conorelago.com.br TRANSFERENCIAS NOTA SIMP,ES REMESSA

0043567

Fonte: Próprio autor, 2017.

Na chegada do caminhão, pode-se registrar que o caminhão chegou devidamente lacrado. Logo após o registro foi feita a homogeneização e coletada amostra para o ensaio de abatimento, onde apresentou um abatimento de 4,5 cm, resultando em um concreto mais consistente em relação ao especificado em nota, que apresenta um valor de 15+-1, o motorista do caminhão sendo o responsável pela concreteira adotou-se um valor de 50 litros de água ajustando a consistência do concreto. A figura 42 mostra a determinação de 50 litros de água estipulado pelo motorista do caminhão betoneira. A figura 43 mostra os resultados obtidos nos ensaios e a figura 44 demonstra a rastreabilidade onde utilizado somente um caminhão de concreto.

Figura 42: Ajuste da consistência do concreto

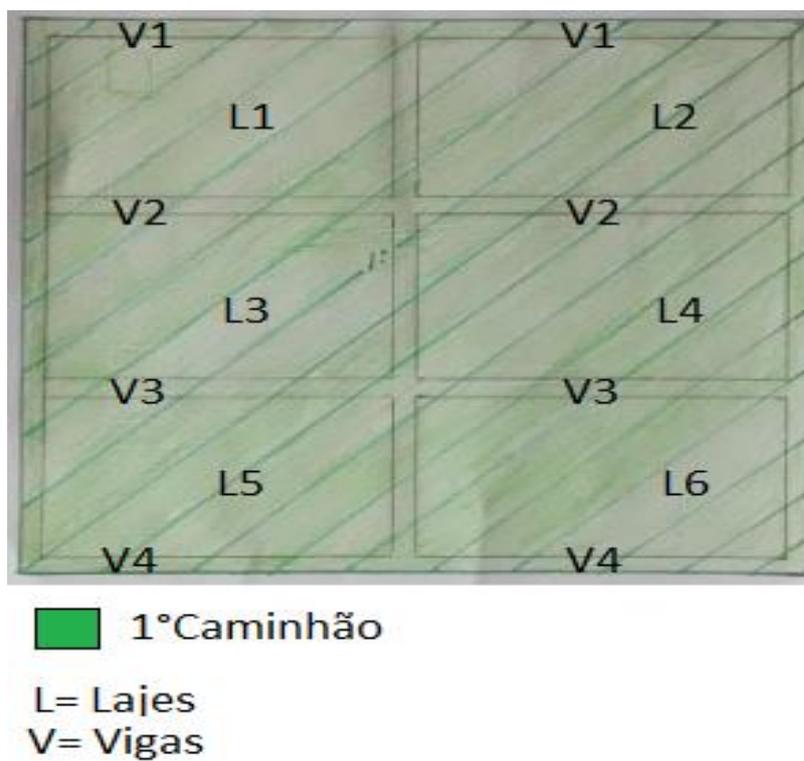


Fonte: Próprio autor, 2017.

Figura 43: Resultados dos ensaios da obra D

TCC- FICHA DE CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO USINADO						Ensaio	
Responsável: Sabrino Pablo de Souza							
OBRA: D		CONCRETEIRA: C			DATA: 25/09/2017		
ENDEREÇO: Rua Solitude						N°:	
SLUMP			RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO				
AMOSTRA	RESULTADO	N FISCAL	H. CHEGADA	H. TÉRMINO	LOCAL A SER CONCRETADO	N° CPs	RESULTADO
404	4,5cm	005.285	8:20	9:10	laje	CP01	9,63
						CP02	9,96
OBSERVAÇÕES: Adotado pelo motorista do caminhão 50 Lts de água						NORMAS UTILIZADAS COMO REFERÊNCIA: ABNT NBR 5738:2015, 5739:2007, 12655:2006, NM 67:1998	

Fonte: Próprio autor, 2017.

Figura 44: Croqui da obra D

Fonte: Próprio autor, 2017.

No capítulo seguinte serão apresentados os resultados e discussões dos ensaios realizados no desenvolvimento do trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo será apresentado os resultados dos ensaios de abatimento do tronco de cone, resistência à compressão e suas discussões. Em resumo aos resultados obtidos, foi construída a Tabela 1 com todos os resultados das amostras e feito a aceitação ou rejeição da amostra em relação ao abatimento especificado em nota fiscal.

Tabela 1: Tabela de resultados dos ensaios de consistência

OBRA A			OBRA B			OBRA C			OBRA D		
AMOSTRA	SLUMP NT	SLUP REAL									
101	12+2	19cm	201	12+2	16cm	301	12+2	13cm	401	15+2	4,5cm
102	12+2	18cm	202	9+1	17cm	302	12+2	15cm			
103	12+2	20cm				303	12+2	7cm			
104	12+2	22cm				304	12+2	16cm			
						305	12+2	14cm			
						306	12+2	15cm			



Fonte: Próprio autor, 2017.

Como especificado no capítulo anterior em todas as obras analisadas foi adicionado água durante a concretagem e em análise das notas de serviço disponibilizada pelas concreteiras não especificava que o traço de concreto era do tipo complementar, conseqüentemente a adição de água durante a concretagem influenciou na maioria dos resultados de consistência. Na Tabela 1 as amostras de cor vermelha foram rejeitadas por apresentarem muito fluido ou muito consistente em relação ao especificado em nota. Do total de ensaios de *slump* realizado somente duas amostras apresentaram um valor dentro do limite. Porém, o lote de concreto referente a amostra 305 não apresentou o lacre no início da concretagem, onde este é um dos parâmetros utilizados para rejeição de um lote de concreto. Na obra A amostra 103 e obra B amostra 202 também não apresentaram o caminhão

devidamente lacrado, com isso o lote de concreto deveria ser rejeitado na chegada a obra.

A ABNT NBR 12655:2015 determina parâmetros de responsabilidade da empresa de serviço de concretagem a serem especificados na documentação (nota fiscal) entregue ao consumidor, um destes parâmetros é a classe de consistência ou trabalhabilidade no início da concretagem, também especificado no 2.7.3 deste trabalho. No entanto, pode-se observar que não foi especificado pela empresa responsável pela concretagem da obra C o valor de abatimento do concreto.

Foi construída a Tabela 2 que demonstra todos os resultados sobre a resistência à compressão determinando o FCKest e comparado com o FCK especificado em nota. Para a obtenção do FCKest determina o maior valor dentre os exemplares em seguida determina o menor dos valores. Pode-se observar que todas as obras apresentaram o lote de concreto rejeitado. Para determinação do valor de resistência em MPa, considerando que o valor fornecido pela prensa hidráulica é em toneladas força, utilizou-se da formula citada no item 2.1.

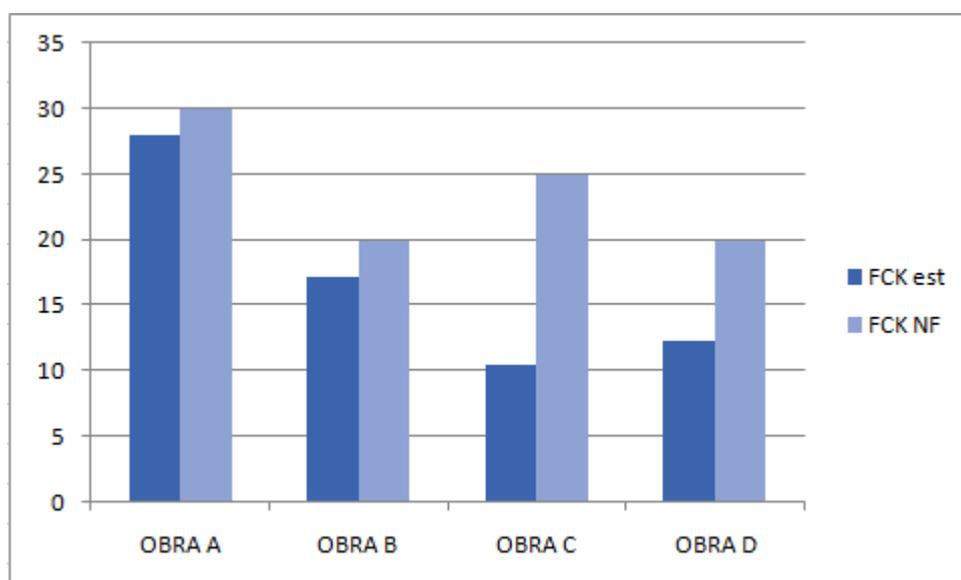
Tabela 2: Tabela de resultados dos ensaios de compressão

OBRA A				OBRA B				OBRA C				OBRA D					
AMOSTRA	FCK NT	PRENSA	FCK REAL	AMOSTRA	FCK NT	PRENSA	FCK REAL	AMOSTRA	FCK NT	PRENSA	FCK REAL	AMOSTRA	FCK NT	PRENSA	FCK REAL		
CP 01	30 Mpa	21,68	27,60 Mpa	CP 01	20 Mpa	15,08	19,20 Mpa	CP 01	25 MPa	5,22	6,65 Mpa	CP 01	20 Mpa	9,63	12,26		
CP 02	30 Mpa	21,89	27,90 Mpa	CP 02	20 Mpa	14,32	18,23 Mpa	CP 02	25 Mpa	4,92	6,26 Mpa	CP 02	20 Mpa	9,96	12,68		
CP 03	30 Mpa	24,75	31,51 Mpa	CP 03	20 Mpa	12,99	16,54 Mpa	CP 03	25 MPa	5,82	7,41 Mpa	DETERMINAÇÃO DO FCKest					
CP 04	30 Mpa	25,41	32,35 Mpa	CP 04	20 Mpa	12,00	15,28 Mpa	CP 04	25 MPa	5,52	7,02 Mpa	Média= 12,4 Mpa					
CP 05	30 Mpa	22,32	28,41 Mpa	DETERMINAÇÃO DO FCKest				CP 05	25 MPa	13,17	16,77 Mpa	fckest= 12,4 < 20,0 Mpa					
CP 06	30 Mpa	22,54	28,69 Mpa	Média= 17,27 Mpa				CP 06	25 MPa	12,82	16,32 Mpa	LOTE REJEITADO					
CP 07	30 Mpa	17,68	22,51 Mpa	fckest= 17,27 < 20,0MPa				CP 07	25 MPa	10,67	13,58 Mpa	LOTE REJEITADO					
CP 08	30 Mpa	20,11	25,60 Mpa	LOTE REJEITADO				CP 08	25 MPa	10,58	13,47 Mpa						
DETERMINAÇÃO DO FCKest				Média= 28,0 Mpa				fckest= 28,0 < 30,0MPa				CP 09	25 MPa	7,57	9,64 Mpa		
												CP 10	25 MPa	7,04	8,96 Mpa		
												CP 11	25 MPa	X	X		
												CP 12	25 MPa	X	X		
												DETERMINAÇÃO DO FCKest					
												Média= 10,56 Mpa					
												fckest= 10,56 < 25MPa					
												LOTE REJEITADO					

Fonte: Próprio autor, 2017.

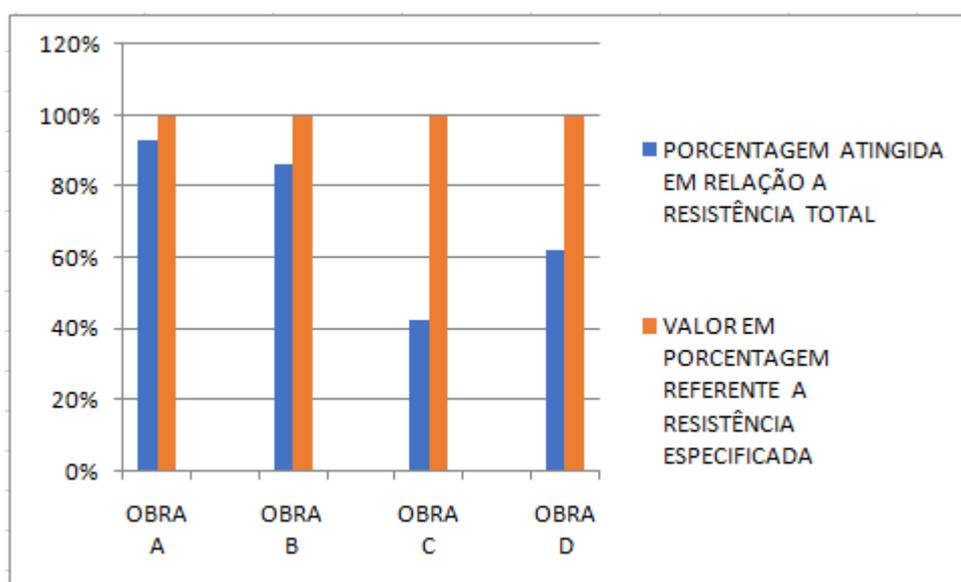
Com base na tabela de resultados dos ensaios de resistência à compressão, o gráfico 45 demonstra a resistência estatística encontrada nos ensaios em relação com a respectiva resistência especificada em nota. Com análise ao gráfico 45 foi criado um gráfico referente à porcentagem atingida em cada obra considerando a resistência especificada em 100%. O gráfico 46 demonstra a porcentagem atingida em relação à resistência especificada em nota fiscal.

Figura 45: Análise gráfica dos resultados



Fonte: Próprio autor, 2017.

Figura 46: Porcentagem atingida



Fonte: Próprio autor, 2017.

Em análise a Tabela 2 todos os lotes de concreto foram rejeitados por apresentarem valores muito abaixo do especificado. De acordo com Helene; Pacheco (2013) para conformidade do concreto estima-se que dos resultados obtidos, 95% atinjam a resistência especificada. Para aceitação de um exemplar de concreto o FCKest deve atender a resistência característica à compressão especificada, ABNT NBR 12655/2015.

Pode-se observar no gráfico 46 que todas as concreteiras ficaram com porcentagem abaixo de 100%. A concreteira responsável pela concretagem da obra C se destacou por apresentar a menos porcentagem em relação à respectiva resistência. A adição de água é a principal causa do baixo valor da resistência, entende-se que as amostra CP 05 e CP 06 da obra C apresentaram maior valor em relação às demais por apresentarem uma consistência maior, como especificado na tabela 1 amostra 303.

Conseqüentemente a adição de 50 litros de água pelo motorista responsável pela concretagem da obra D também influenciou no valor de resistência do concreto, sendo também rejeitado. De acordo com a ABNT NBR 7212:2012 após a verificação da conformidade do abatimento do concreto com o especificado, não é admitido a adição suplementar de água durante a concretagem.

Quanto ao tempo de transporte e execução nenhuma das concreteiras apresentaram valores significativos.

Do recebimento nenhuma das obras utilizam de métodos ou ensaios para o controle e recebimento do concreto. Pode-se observar que nenhuma das folhas de projeto disponibilizada na obra constava o valor

Pode-se observar que os fatos ocorridos como: adição de água no ato da concretagem; chegada do caminhão devidamente lacrado e redução da resistência característica em relação a especificada em nota, são comum entre as concreteiras A,B, e C. No entanto, entende-se a importância do zoneamento de lançamento do concreto para identificação dos volumes de acordo com a planta de forma.

Em análise a resistência adotada pelo responsável técnico (projetista), a obra A apesar de não atender o valor de fck determinado em nota, o FCKest ficou acima do determinado em projeto, as obras B e C o valor do FCK encontrado ficou abaixo do especificado em projeto e a obra D não foi especificado em projeto o valor do fck,

no entanto, adota-se o valor mínimo de resistência à compressão para estruturas, determinado pela ABNT NBR 6118:2014 ficando assim abaixo do permitido em norma.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusão

As amostras e ensaios desenvolvidos em obras e laboratório permitiram identificar uma baixa qualidade do concreto em relação à consistência e resistência característica à compressão, o que foi necessário para a rejeição de todos os lotes de concreto de acordo com parâmetros normativos. Por exigência dos trabalhadores foi adicionado água suplementar no concreto com frequência, em busca de uma melhor trabalhabilidade. Com base em bibliografias citadas neste trabalho, acredita-se que a principal causa da baixa resistência encontrada nos ensaios de compressão é a água adicionada no traço de concreto durante a concretagem. Na busca de uma melhor trabalhabilidade a melhor opção é a adição de aditivos plastificantes no traço de concreto na central dosadora.

Durante o acompanhamento da concretagem em obra, observou-se a chegada de caminhões sem o lacre, onde o lote de concreto deveria ser rejeitado na chegada do caminhão.

A utilização do controle tecnológico do concreto não é uma atividade exercida entre os construtores das obras analisadas, sendo por norma obrigação do consumidor (construtora) aferir a resistência no ato da concretagem. No entanto, entende-se que as incompatibilidades com os resultados de consistência e resistência à compressão comparados com os valores especificados em nota fiscal, são de responsabilidade da concreteira por disponibilizar profissionais para a execução da concretagem.

Os resultados obtidos deixam bem claro a não conformidade do concreto, de acordo com especificado no item 2.8 deste trabalho, deve-se consultar o projetista para verificação da segurança da estrutura, constatada a baixa resistência, deve-se

utilizar do método de extração de testemunho para obter a resistência real, verificando a necessidade de reforço ou em casos extremos demolição.

Diante do que foi analisado, fica claro a importância e relevância do controle tecnológico do concreto usinado.

5.2 Recomendações

Ao final deste trabalho sugerem-se linha de pesquisa para trabalhos futuros:

- Análise da resistência à compressão do concreto usinado através de amostras colidas no ato da concretagem com testemunho extraído.
- Análise do traço, através de ensaios comparando a quantidade de agregados graúdos contidos na amostra de concreto usinado de acordo com a norma.
- Análise do concreto usinado, comparando itens especificados na norma Brasileira 12655:2015 com a norma americana ACI 318-11, abordando os parâmetros de conformidade do concreto.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5738 Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro, 2015.6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5739 Concreto - Concreto-Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro,2007.9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 6118 Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.238 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7212 Execução de concreto dosado em central - Procedimento. Rio de Janeiro, 2012.16 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 12655 Concreto de cimento Portland - Preparo, Controle e Recebimento-Procedimento. Rio de Janeiro,2015.18 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR NM 67 Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro,1998.8 p.

BILESKY, P; COUTO, D; CARVALHO, M; HELENE, P. Análise crítica do novo texto da ABNT NBR 7680-1:2015. IBRACON, Bonito, MS. P 13. Outubro 2015.

Carasek,H.Argamassas.Ibracon.Disponível em:
<<http://transportes.ime.eb.br/moniz/matconst2/argamassa-ibracon-cap26apresentacao.pdf>>Acesso em: 11 Agosto. 2017.

Carromeu,C.C.;Oliveira,K.C.;Helene,P.;Neto,E.H.;Bilesky,P.;Pacheco,J.;A importância da acreditação laboratorial e da certificação de mão de obra no controle de aceitação do con-creto.IBRACON,Maceió.P.19.Outubro 2012.

CHUST, R.C; Figueiredo J.R.F; Concreto Armado.4.ed. São Paulo: Edufscar,2014.

FALCÃO, L.A.B; Materiais de construção.5.ed. Rio de Janeiro: LTC,2016.

FARIA,R.Concreto não conforme.Techne. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/152/artigo287700-2.aspx>>Acesso em: 11 JUNHO. 2017.

FREDERICO, C.H.B.Tecnologia de Materiais de Construções. Viçosa, 2000. (Apostila UFV).

FUSCO, P. B.Tecnologia do Concreto Estrutural.1.ed.São Paulo:Pini,2008.

HELENE, P. TUTIKIAN B. F.Dosagem dos Concretos de Cimento Portland.IBRACON,2011.Disponível em: <<http://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/07/lc56.pdf>>Acesso em:11 junho. 2017.

Magalhães A. G.;França E. P.; Aguilar M. T. P.; Calixto J. M. ; e Vasconcelos W. L.A Influência de agregados graúdos de diferentes mineralogias nas propriedades mecânicas do concreto de alto desempenho.Paraná.17.p.1596-1607.Novembro 2006.

Mehta, P. K. Monteiro,P. J. M.Concreto:Estrutura, Propriedades e Materiais. São Paulo:Pini, 1994.

SANTIAGO,W.C.Estudo da (não-)conformidade de concretos produzidos no Brasil e sua influência na confiabilidade na confiabilidade estrutural.2011. 107 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo,São Carlos 2011.

Silva M.J.;Ricceli R.;Ponciano B.;Santos D.H.;Bezerra A.C.S.;Peixoto R.A.F.;Influência de dois tipos de capeamento de corpos de prova de concreto.IBRACON,Florianópolis SC.P.12. Novembro 2011.

PACHECO, J; HELENE,P.Controle de Resistência do Concreto.In: Asociación Latinoame-ricana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción,1.,2013,Rio de Janeiro.Anais...Rio de Janeiro:IDD,2013.p.4-9.

PEDROZO,P.H.; FILHO,J.L.S;MARSZALECK,C.Estudo comparativo de diferentes méto-dos de preparação de topo de corpos de prova de concreto de alta resistência para ensaio à compressão axial.,v 1.Curitiba:,2004.p.82.