

**REDE DOCTUM DE ENSINO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CARATINGA - ITC
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

**CONTROLE TECNOLÓGICO DE EXECUÇÃO DA CONCRETAGEM:
DOS SERVIÇOS PRELIMINARES AO LANÇAMENTO E ADENSAMENTO DO
CONCRETO**

**ADRIANE CRISTINE DA SILVA DUTRA
MIRIAN KELLY OLIVEIRA SILVA**

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC

Caratinga/MG

2016

**ADRIANE CRISTINE DA SILVA DUTRA
MIRIAN KELLY OLIVEIRA SILVA**

**CONTROLE TECNOLÓGICO DE EXECUÇÃO DA CONCRETAGEM:
DOS SERVIÇOS PRELIMINARES AO LANÇAMENTO E ADENSAMENTO DO
CONCRETO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora do Curso Superior de Engenharia Civil do Instituto Tecnológico de Caratinga da Rede Doctum como requisito parcial para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Professor Orientador: Prof. Esp. Camila Alves da Silva.

Caratinga/MG

2016

TERMO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DO TRABALHO

CONTROLE TECNOLÓGICO DA EXECUÇÃO DE CONCRETAGEM: DOS SERVIÇOS PRELIMINARES AO LANÇAMENTO E ADENSAMENTO DO CONCRETO

Nome completo do aluno: ADRIANE CRISTINE DA SILVA DUTRA

MIRIAN KELLY DE OLIVEIRA SILVA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado perante a Banca de Avaliação composta pelos professores Camila Alves Da Silva, Leonardo De Amorim Sathler e Sidinei Sailva Araújo, às 08:00 horas do dia 12/13/2016, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil. Após a avaliação de cada professor e discussão, a Banca Avaliadora considerou o trabalho: aprovado (aprovado ou não aprovado), com a qualificação: Bom (Excelente, Ótima, Bom, Satisfatório ou Insatisfatório).

Trabalho indicado para publicação: () SIM (X) NÃO

Caratinga, 12/13/2016

Camila Alves da Silva
Professor Orientador e Presidente da Banca

Leonardo de Amorim Sathler
Professor Avaliador 1

Sidinei Silva Araújo
Professor Avaliador 2

Adriane Cristine da S. Dutra
Aluno(a)
Mirian Kelly Oliveira Silva

[Assinatura]
Coordenador(a) do Curso

*Poder estar aqui hoje é uma grande dádiva que recebemos do Senhor!
Agradecemos ao nosso grande mestre Jesus Cristo. A ele toda nossa gratidão e alegria deste tão
sonhado momento.*

AGRADECIMENTOS

Agradecimento primordial á Deus, que me concedeu força, coragem e permitiu que tudo isso se tornasse realidade. À esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes.

À minha orientadora, Camila Alves Silva, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos. Aos meus pais Rogério e Lucimar, por todo amor, carinho, dedicação, educação e apoio.

À toda minha família e amigos, o meu agradecimento.

Adriane Cristine da Silva Dutra

AGRADECIMENTOS

Agradeço á Deus pela capacidade de galgar mais este degrau.

Agradeço a minha GRANDE FAMÍLIA e aos professores que colaboraram até esta etapa.

Agradeço aos que me instigaram de algum modo e aos que torceram com o “coração” pela minha formação. A todos o meu muito obrigada!

Mirian Kelly Oliveira Silva

*“O Amor de Deus por mim, me fez crer que nada é impossível,
desde que a nossa coragem, seja lançada para lutar pelos motivos certos.”*

DUTRA, Adriane. OLIVEIRA, Mirian **CONTROLE TECNOLÓGICO DE EXECUÇÃO DA CONCRETAGEM: DOS SERVIÇOS PRELIMINARES AO LANÇAMENTO E ADENSAMENTO DO CONCRETO**. Caratinga, 2016. Trabalho de Conclusão de Curso Superior de Engenharia Civil - Curso de Engenharia Civil. Instituto Tecnológico de Caratinga, Rede DOCTUM, Caratinga, 2016.

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo apresentar as particularidades do planejamento que antecedem a execução da concretagem em estruturas de concreto armado, especificamente neste estudo será usado concreto dosado em central. O serviço de controle tecnológico abrange diversas ações que envolvem planejamento e execução, sendo estes primordial para a qualidade final de uma estrutura. No serviço de concretagem os materiais, aço e concreto, devem estar conforme com as especificações do projeto estrutural, que poderá ser avaliada mediante aos ensaios de abatimento do tronco de cone e resistência à compressão. Mas o controle tecnológico não se limita aos materiais, ele abrange tudo que se relaciona com o concreto, como posicionamento das armaduras nas fôrmas, regularidade e estanqueidade das fôrmas, quantidade de armadura, escoramento, acesso, tipo de vibração e outros. Os instrumentos básicos para controle da qualidade são as inspeções e os ensaios. Pensando nestas verificações foi elaborado um roteiro com a finalidade de auxiliar com eficiência os profissionais, identificando a correta execução dos serviços feitos na obra, para que além da qualidade e controle dos serviços, no dia da concretagem não haja ociosidade por parte da produção, ou tenham que interromper a concretagem para efetuar qualquer tipo de reparo. O planejamento prévio evita que as decisões sejam tomadas no canteiro de obras. A revisão bibliográfica, e o acompanhamento dos serviços no canteiro de obras, permitiram a organização quanto ao planejamento que vem para agregar qualidade na execução de estruturas em concreto.

Palavras-chaves: Estruturas de concreto. Planejamento. Ensaio tecnológicos. Processos construtivos.

DUTRA, Adriane. OLIVEIRA, Mirian. **TECHNOLOGICAL CONTROL OF CONCRETE IMPLEMENTATION: FROM PRELIMINARY SERVICES TO RELEASE AND ADJUSTMENT OF CONCRETE**. Caratinga, 2016. Completion of Higher Civil Engineering Course - Civil Engineering Course. Faculdades Integradas de Caratinga, DOCTUM Network, Caratinga, 2016.

ABSTRACT

The objective of this work is to present the particularities of the planning that precede the execution of concreting in reinforced concrete structures, specifically in this study will be used concrete dosed in central. The technological control service encompasses several actions involving planning and execution, these being paramount to the final quality of a structure. In the concreting service, the materials, steel and concrete, must comply with the specifications of the structural design, which can be evaluated through the tests of cone truss rebound and compressive strength. But the technological control is not limited to materials, it covers everything that relates to concrete, such as positioning of the reinforcement in the formwork, regularity and tightness of the forms, amount of reinforcement, shoring, access, type of vibration and others. The basic instruments for quality control are inspections and trials. In the light of these verifications, a script was drawn up in order to help efficiency professionals, identifying the correct execution of the services made in the work, so that in addition to the quality and control of the services, on the day of concreting there is no idleness on the part of the production, or That interrupt the concreting to make any kind of repair. Pre-planning prevents decisions being taken at the construction site. The bibliographic review and the follow up of the services at the construction site allowed the organization to plan the quality of the execution of concrete structures.

Key-words: Concrete structures. Planning. Technological tests. Constructive processes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Edifício Hennebique. Rue Danton n.1. Quartier Latin, Paris, 1901.	15
Figura 2 – Pedra britada	21
Figura 3 – Areia Natural	22
Figura 4 – Ensaio de <i>slump test</i>	25
Figura 5 – Moldagem de corpos de prova	27
Figura 6 – Escoramento (cimbramento)	29
Figura 7 – Localização da obra, Lagoa da Serra	36
Figura 8 – Arquitetônico da obra estudada	37
Figura 9 – Arquitetônico da obra estudada	38
Figura 10 – Armaduras da laje da obra estudada	38
Figura 11 – Armação de fôrmas da obra estudada	39
Figura 12 – Fôrma de pilar da obra estudada	40
Figura 13 – Escoramento da obra estudada	40
Figura 14 – Acesso frontal a obra estudada	41
Figura 15 – Ensaio de Slump Test da obra estudada	42
Figura 16 – Corpos de prova moldados e identificados da obra estudada	43
Figura 17 – Fôrma sendo umidificada da obra estudada	44
Figura 18 – Lançamento e Adensamento do concreto da obra estudada	44
Figura 19 – Execução do sarrafeamento da obra estudada	45
Figura 20 – Nivelamento do concreto da obra estudada	45
Figura 21 – Espaçadores	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Tipos de cimentos fabricados no Brasil	20
Tabela 2	– Classificação das consistências do concreto	25
Tabela 3	– Classificação das consistências do concreto	25
Tabela 4	– Números de golpes e camadas	27
Tabela 5	– Identificação e características da obra estudada	37
Tabela 6	– Dados do abatimento do ensaio da obra estudada	43
Tabela 7	– Tabela de amostragem da obra estudada	46
Tabela 8	– Valores de φ_6	47
Tabela 9	– Roteiro de verificações	54
Tabela 10	– Roteiro de verificações	55
Tabela 11	– Roteiro de verificações	56
Tabela 12	– Roteiro de verificações	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABESC	Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem do Brasil
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
A/C	Relação água e cimento
cm	Centímetro
EPIs	Equipamentos de proteção individual
<i>FCK</i>	Resistência característica à compressão do concreto
<i>f_{ck,est}</i>	Resistência característica à compressão do concreto estimado
<i>f_{cm}</i>	Resistência média à compressão do concreto
MPa	Unidade de medida em Mega Pascal
<i>m</i> ²	Metro quadrado
<i>m</i> ³	Metro cúbico
NBR	Norma Brasileira

LISTA DE SÍMBOLOS

\leq	Menor ou igual
\geq	Maior ou igual
$<$	Menor
$>$	Maior

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	15
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 OBJETIVO GERAL	17
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
1.3 METODOLOGIA	18
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2 CONTROLE TECNOLÓGICO	19
2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	19
2.2 CONTROLE DE MATERIAIS COMPONENTES DO CONCRETO	19
2.2.1 CIMENTO	20
2.2.2 AGREGADOS GRAÚDOS E MIÚDOS	21
2.2.3 ÁGUA	22
2.3 CONTROLE DA QUALIDADE DO SERVIÇO	23
2.4 ENSAIOS TECNOLÓGICOS DO CONCRETO	24
2.4.1 ENSAIO DE ABATIMENTO DO TRONCO DE CONE	24
2.4.2 ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO	26
3 O SERVIÇO DE CONCRETAGEM	28
3.1 SERVIÇOS PRELIMINARES	28
3.1.1 MONTAGEM DAS FÔRMAS	28
3.1.2 ESCORAMENTO	28
3.1.3 ARMADURAS	30
3.1.4 ACESSO E DISPOSIÇÃO DO CANTEIRO	30
3.1.5 EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS	31
3.2 PREPARO DO CONCRETO	32
3.2.1 SOLICITAÇÃO DE CONCRETO USINADO	32
3.3 EXECUÇÃO DA CONCRETAGEM	33
3.3.1 TRANSPORTE E RECEBIMENTO	33
3.3.2 LANÇAMENTO DO CONCRETO	34
3.3.3 ADENSAMENTO	34
4 ESTUDO DE CASO	36
4.1 APRESENTAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	36
4.1.1 LOCALIZAÇÃO DA OBRA	36
4.1.2 PROJETO	37
4.2 SERVIÇOS PRELIMINARES	38

4.2.1 ARMADURA	38
4.2.2 ARMAÇÃO DE FÔRMAS	39
4.2.3 ESCORAMENTO	40
4.2.4 ACESSO A OBRA	41
4.3 EXECUÇÃO DA CONCRETAGEM	41
4.3.1 ACEITAÇÃO DO CONCRETO	41
4.3.2 ENSAIO DE ABATIMENTO	42
4.3.3 MOLDAGEM DOS CORPOS DE PROVA	43
4.3.4 LANÇAMENTO E ADENSAMENTO	44
4.4 RESULTADOS DO ENSAIO DE COMPRESSÃO	46
5 ANÁLISE E DISCUSSÕES	48
5.1 O PLANEJAMENTO E O CONTROLE TECNOLÓGICO	48
5.2 VERIFICAÇÕES FAVORÁVEIS E DESFAVORÁVEIS	49
5.2.1 ACESSO A OBRA	49
5.2.2 ARMAÇÃO DE FÔRMA	50
5.2.3 ARMADURA	50
5.2.4 ESCORAMENTO	51
5.2.5 PEDIDO DO CONCRETO	52
5.2.6 RECEBIMENTO DO CONCRETO	52
5.2.7 LANÇAMENTO DO CONCRETO	53
5.2.8 ADENSAMENTO	53
6 CONCLUSÃO	57
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
ANEXO A Planta Baixa	60
ANEXO B Planta de Fôrma	61

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O concreto é um material composto por água, cimento e agregados. Quando trabalha em conjunto com uma armadura de aço, denomina-se concreto armado e é este o material estrutural mais utilizado nas obras brasileiras.

O diferencial deste material está justamente na reunião da propriedade de resistência à tração do aço com a resistência à compressão do concreto, que se complementam dando forma a edifícios resistentes e estáveis. Além disso, o concreto é um material moldável, quando fresco, ao qual é possível impor os mais variados formatos.

Segundo Xavier e Chechetto (2010), inicialmente o concreto foi empregado apenas em embarcações e tubulações hidráulicas; posteriormente passou a ser utilizado em edificações, sobretudo após o sucesso obtido por Hennebique, ao projetar e construir o primeiro edifício em concreto armado. Edifício este de sete andares localizado na França, existente desde 1901 como mostra a Figura 1.



Figura 1: Edifício Hennebique. Rue Danton n.1. Quartier Latin, Paris, 1901.
FONTE: HELENE; ANDRADE, 2010.

Houveram muitos avanços na tecnologia das estruturas de concreto armado sob todos os aspectos, destacando-se o cálculo, a execução e o próprio material. E esta evolução também

trouxe a necessidade de se ter um conhecimento maior sobre estes aspectos para garantir a qualidade e durabilidade das estruturas.

Mesmo com práticas construtivas muito difundidas, ainda hoje há necessidade de se discutir sobre o controle tecnológico das estruturas de concreto em virtude dos inúmeros casos de manifestações patológicas em edificações com poucos anos de uso.

O serviço de controle tecnológico abrange diversas ações que envolvem planejamento, execução e manutenção das estruturas. Tendo em vista que em pequenas obras, os maiores problemas decorrem do processo executivo que mantêm alguns vícios construtivos. Destaca-se neste trabalho o controle tecnológico da execução do concreto, ou seja, das atividades ligadas ao serviço de concretagem dos elementos estruturais.

O concreto pode ser produzido em obra ou em centrais dosadoras, os concretos usinados. Nesta segunda modalidade há o diferencial do transporte do concreto até a obra e os equipamentos utilizados para lançamento do concreto nas fôrmas. Além disso, exclui-se o serviço de produção do material mas acrescenta-se os procedimentos para aceitação do concreto. Neste estudo, aborda-se o controle tecnológico do serviço de concretagem para a modalidade de concreto dosado em central, que é prática comum mesmo nas pequenas obras.

Os instrumentos básicos para controle da qualidade são as inspeções e os ensaios, mas sem que se compreenda o que os resultados dos ensaios significam para a estabilidade e durabilidade das estruturas, e sem saber o que se deve verificar em obra, o procedimento perde o sentido.

No serviço de concretagem os materiais, aço e concreto, devem estar conforme as especificações do projeto estrutural, como a resistência à compressão do concreto que pode ser avaliada mediante ensaio. Mas o controle tecnológico não se limita aos materiais, ele deve abranger também tudo que se relacionar com o concreto, como posicionamento das armaduras nas fôrmas, regularidade e estanqueidade das fôrmas, quantidade de armadura, escoramento, acesso, tipo de vibração a ser usado, quantidade de pessoal, entre outros.

Essencial para garantir a qualidade da obra, o serviço de controle tecnológico de concretagem deve existir em todas as obras para um maior aproveitamento da produtividade, maior eficiência no consumo de materiais, diminuindo-se o desperdício, e também maior economia no empreendimento. Mas, o que se percebe nas obras de menor vulto é que todos estes requisitos geralmente é deixado em segundo plano, seja por desconhecimento, falta de planejamento que leva a indisponibilidade do tempo necessário para que haja a verificação dos requisitos propostos antes de receber a concretagem.

A inexistência que acontecer neste período de construção, poderá originar alguns prejuízos futuros, e a reversão, nestes casos, pode ser onerosa tanto para a construtora quanto para o responsável técnico.

O que se objetiva neste trabalho é, além de mostrar a grande importância do controle

tecnológico dos serviços de concretagem, propor um roteiro prático de controle tecnológico do serviço de concretagem para ser empregado pelos profissionais nas pequenas edificações.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Propor um roteiro prático para controle tecnológico do serviço de concretagem, no caso de concreto produzido em centrais dosadoras, para ser empregado pelos profissionais nas pequenas edificações de modo a agregar qualidade as estruturas de concreto armado.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Destacar os requisitos de qualidade e desempenho que as estruturas devem apresentar no decorrer de sua vida útil.
- Apresentar quais são os serviços a serem englobados no controle tecnológico do serviço de concretagem, para concreto dosado em central, destacando os requisitos ou parâmetros de qualidade esperados para estes.
- Discorrer sobre as técnicas de execução dos serviços ligados à concretagem dos elementos apresentando, conforme o serviço, materiais, equipamentos e acessórios que facilitem sua realização e que ajudam obter o padrão de qualidade requerido.
- Elaborar roteiro, composto por listas de verificações, para que se possa instrumentar o controle tecnológico do serviço de concretagem das estruturas de concreto armado de pequeno porte.

O controle tecnológico, necessário à manutenção da qualidade nas obras, promove também economia de materiais tornando a construção mais sustentável, e reduz a ociosidade de produção, elevando a produtividade o que gera benefícios econômicos.

O planejamento do controle do serviço de concretagem leva também segurança ao canteiro de obras, preservando a seguridade dos funcionários, uma vez que se integra ao sistema a organização e limpeza do canteiro para assegurar a mobilidade de equipamentos e mão-de-obra.

Tendo por objetivo a qualidade quanto ao desempenho e durabilidade, o controle tecnológico é também instrumento de divulgação da correta prática construtiva, ajudando a eliminar velhos vícios de construção muito comuns nas obras de pequeno porte.

1.3 METODOLOGIA

Vendo que o controle tecnológico da concretagem é essencial para agregar qualidade às estruturas de concreto, o engenheiro civil deverá ser capaz de dominar as técnicas e os métodos construtivos, como também ter capacidade de adaptar procedimentos para alcançar satisfatoriamente os resultados pretendidos.

Este trabalho compõe-se de uma revisão bibliográfica sobre o controle tecnológico da concretagem de concretos usinados em obras de pequeno porte, para que se possa elaborar um plano de concretagem que contribua para a qualidade do serviço. Serão consultados livros, dissertações, artigos e demais trabalhos acadêmicos de publicação nacional e internacional para fomentar a pesquisa teórica e o conhecimento.

Somando-se a revisão bibliográfica, afim, de analisar as práticas usuais construtivas, propõe-se acompanhamento em obra dos serviços preliminares à concretagem; da realização dos ensaios para recebimento e aceitação do concreto - Abatimento do tronco de cone (*Slump test*) e Ensaio de compressão axial do concreto; execução da concretagem propriamente dita (lançamento e adensamento do concreto nas fôrmas); e os procedimentos de cura do concreto.

Após levantamento e estudo dos dados coletados, procederá a análise e elaboração do roteiro prático para controle tecnológico do serviço de concretagem de concretos usinados em edificações de pequeno porte.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Capítulo 1. Este capítulo é destinado às considerações iniciais, uma breve contextualização sobre o tema, bem como a apresentação da justificativa, objetivos, metodologia e a estrutura do trabalho.

Capítulo 2. Constitui o capítulo de fundamentação teórica, onde será abordado sobre o controle tecnológico, assim como os requisitos de qualidade de acordo com o normatizado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

Capítulo 3. Constitui o capítulo de fundamentação teórica dos serviços preliminares a concretagem.

Capítulo 4. Apresenta-se neste capítulo os dados coletados mediante acompanhamento realizado em obra, com documentação, imagens, resultados de testes feitos in loco e em laboratório.

Capítulo 5. Apresenta-se a análise e discussão sobre a teoria revisada e a prática assistida. Apresenta-se também, o roteiro prático para controle tecnológico do serviço de concretagem.

Capítulo 6. Este capítulo é destinado às conclusões e ponderações finais.

2 CONTROLE TECNOLÓGICO

2.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A finalidade do Controle Tecnológico é obter a qualidade da peça a ser concretada, de modo que ela alcance o desempenho esperado e que apresente também durabilidade.

Quanto aos requisitos de qualidade a norma ABNT NBR 15575:2013, traz exigências quanto ao desempenho das edificações residenciais, o que vem agregar qualidade às construções.

A norma supracitada estipula a vida útil e exigências para que todo o sistema se apresente perfeito sem deformações excessivas. É uma norma voltada até para o consumidor, como uma defesa em frente a construção civil.

Diferente do que se acredita e usualmente se pratica nas pequenas obras, o controle tecnológico das estruturas de concreto não se limita a verificação da resistência à compressão.

2.2 CONTROLE DE MATERIAIS COMPONENTES DO CONCRETO

Para o controle do recebimento de materiais poderá ser analisado o cadastro de fornecedores (histórico), inspeção visual mais as formas geométricas, a execução de ensaios, etc. A norma ABNT NBR 12655:2015, fala sobre o preparo, controle, recebimento e aceitação dos materiais, que poderá ser consultada sobre alguns requisitos básicos.

De acordo com a norma citada acima, os materiais componentes do concreto não podem conter substâncias prejudiciais em quantidades que possam comprometer a durabilidade do concreto ou causar corrosão da armadura e devem ser adequados para o uso pretendido do concreto.

THOMAZ (2001), desta que:

"As propriedades tecnológicas dos materiais obviamente só poderão ser constatadas mediante realização de ensaios. Todavia, através de inspeção visual e algumas medições muito simples, diversas características dos produtos poderão ser avaliadas: regularidade geométrica, integridade, defeitos no acabamento."(THOMAZ, 2001; p.385)

Ao contrário do que ocorre no Brasil, é comum verificar-se nos canteiros de obras da Europa pequenos laboratórios providos de instrumental simples e relativamente barato: pequena prensa, pequena estufa, balança, trenas, paquímetros, lupas. (LOTURCO, 2009)

2.2.1 CIMENTO

O concreto é obtido por meio da mistura adequada de cimento, agregado miúdo, agregado graúdo e água, que serão abordados a seguir.

O cimento portland é um pó fino com propriedades aglomerantes, aglutinantes ou ligantes, que endurece sob ação da água.

Existem no Brasil vários tipos de cimento portland, diferentes entre si, principalmente em função de sua composição. Os principais tipos oferecidos no mercado, ou seja, os mais empregados nas diversas obras de construção civil estão na tabela 1, realizado pela Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP.

Tabela 1: Tipos de cimentos fabricados no Brasil

Nome Técnico	Identificação do Tipo de Classe	
Cimento Portland Comum	Cimento Portland Comum	CP I-25 CP I-32 CP I-40
	Cimento Portland Comum com adição	CP I-S-25 CP I-S-32 CP I-S-40
Cimento Portland Composto	Cimento Portland Composto com escória	CP II-E-25 CP II-E-32 CP II-E-40
	Cimento Portland Composto com pozolana	CP II-Z-25 CP II-Z-32 CP II-Z-40
	Cimento Portland Composto com fíler	CP II-F-25 CP II-F-32 CP II-F-40
Cimento Portland de Alto-forno		CP III-25 CP III-32 CP III-40
Cimento Portland Pozolânico		CP IV-25 CP IV-32
Cimento Portland de Alta Resistência Inicial		CP V-ARI
Cimento Portland Resistente à Sulfatos		Sigla e classe dos tipos originais acrescidos do sufixo RS. Exemplo: CP I-32RS, CP II-F-32RS, CP III-40RS, etc.
Cimento Portland de baixo calor de hidratação		Sigla e classe dos tipos originais acrescidos do sufixo BC. Exemplo: CP I-32BC, CP II-F-32BC, CP III-40BC, etc.
Cimento Portland Branco	Cimento Portland branco estrutural	CPB-25 CPB-32 CPB-40
	Cimento Portland branco não estrutural	CPB
Cimento para poços petrolíferos		CPP - classe G

Fonte: (ABCP, 2002).

São algumas características do cimento quanto a sua composição segundo Laporte (2012):

"O cimento Portland é um aglomerante hidráulico produzido pela moagem do clínquer, que consiste essencialmente de silicatos de cálcio hidráulicos, usualmente com uma ou mais formas de sulfato de cálcio como um produto de adição. Os clínqueres são nódulos de 5 a 25 mm de diâmetro de um material sinterizado, produzido quando uma mistura de matérias-primas (farinha) de composição pré-determinada é aquecida a altas temperaturas."(LAPORTE, 2012; p.76)

2.2.2 AGREGADOS GRAÚDOS E MIÚDOS

Segundo LAPORTE (2012), "agregado é um material granular sem forma ou volume definido, de atividade química geralmente inerte. Constituído de dimensão e propriedade adequada para a produção de argamassa e concreto."

Os agregados devem ser armazenados separadamente em função da sua granulometria, de acordo com as classificações indicadas na ABNT NBR 7211:2009.

"Os agregados para uso em concreto e/ou argamassas que estão sujeitos a umedecimento, incluindo a exposição à atmosfera úmida ou contato com solo úmido, não devem conter qualquer material deletoriamente reativo com os álcalis do cimento em uma intensidade suficiente para causar uma expansão da argamassa e/ou concreto, exceto nos casos em que o cimento empregado contiver menos que 0,6 % de equivalente alcalino expresso em Na₂O e for adicionado de substâncias que comprovadamente previnam a expansão prejudicial devido à reação álcali-agregado". (ABNT NBR 7211:2009; p.3)

As Figuras 2 e Figura 3 ilustram, respectivamente, areia natural como agregado miúdo e pedra britada como agregado graúdo.



Figura 2: Pedra britada

DISPONÍVEL EM: (<http://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-pedra-britada.htm>)



Figura 3: Areia Natural

DISPONÍVEL EM: (<http://www.cimentoitambe.com.br/areia-natural-ou-artificial>)

A granulometria de um agregado tem grande influência sobre a qualidade dos concretos e argamassas, tanto no estado plástico (trabalhabilidade), como após o endurecimento. Quanto a sua granulometria em agregados graúdos ou miúdos. O agregado miúdo tem diâmetro máximo igual ou inferior a 4,8 mm que geralmente são areias naturais ou artificiais. O agregado graúdo tem diâmetro mínimo superior a 4,8 mm. No Brasil são adotados como agregado graúdo as rochas britadas e seixos rolados.

Para os agregados miúdos e graúdos, a norma ABNT NBR 7211:2009, exige os seguintes ensaios de qualidade: determinação da granulometria e sua forma; índice de desgaste por abrasão; quantidade das substâncias nocivas; durabilidade; teor de partículas leves; umidade total, entre outras propriedades físicas ou mecânicas.

Segundo LAPORTE (2012), "A evolução da tecnologia do concreto e o concreto de alto desempenho têm exigido dos Engenheiros um estudo mais aprofundado dos agregados." No agregado miúdo, há o fenômeno do inchamento. À medida que aumenta a umidade, a massa unitária cai até um mínimo, subindo a seguir. É necessário determinar este teor de umidade e corrigir a quantidade de água a ser usada no concreto ou argamassa, para se obter a resistência desejada.

2.2.3 ÁGUA

A água é um dos componentes mais importante na construção civil, para produção de concreto e argamassa, é um material que influencia diretamente na qualidade e segurança da

obra.

"De maneira geral, este precioso líquido não é visto e nem tratado como material de construção. Nas composições de custos de serviços de engenharia não se inclui o item água, mesmo sabendo-se que, para a confecção de um metro cúbico de concreto, gastam-se em média de 160 a 200 litros."(LAPORTE, 2012; p. 102)

Ainda de acordo com o autor citado, "A água do mar, pluviais procedentes de terrenos não calcários, as águas com matérias químicas ou orgânicas atacam, desagregam ou decompõem os aglomerantes, por isso devem ser excluídas da preparação do concreto."

De acordo com a norma ABNT NBR 12655:2015, a água destinada ao amassamento do concreto deve ser armazenada em caixas estanques e tampadas, de modo a evitar a contaminação por substâncias estranhas.

As impurezas e os sais encontrados nas águas, quando em excesso, vem a ser nocivos para os aglomerantes utilizados na preparação de concretos.

2.3 CONTROLE DA QUALIDADE DO SERVIÇO

Considerando a disponibilidade de um projeto com padrão técnico adequado, com todos os elementos necessários, o que se tem que preocupar é com a mão-de-obra. Além de todo cuidado da boa técnica de execução do serviço, a boa prática vai depender de quem executa. Já os ensaios é que darão as referências de valores do que é bom e do que não é, os ensaios fornecem valores mínimos, onde se tem ou não o padrão de qualidade.

Para THOMAZ (2001), um profissional bem treinado deve detectar, caminhando, a declividade de um piso com o olhar atento, a diferença de bitola ou o desvio de um arestamento ou requadramento em relação ao ângulo reto. Na busca da qualidade, esses profissionais deverão ser preparados, para ver os defeitos e também preveni-los.

"As inspeções deverão ser executadas de forma educada e colaborativa. De forma alguma, o pessoal da produção, ou mesmo o engenheiro residente, deverá considerar o "inspetor" um inimigo. Além disso, as inspeções deverão ser planejadas com critério, para que não venham a atrapalhar a produção. Esta atividade, mais do que "analisar o que foi feito errado", tem como maior sentido "prevenir o que pode vir a ser feito de forma errada". Exemplificando, falhas detectadas na concretagem da estrutura do primeiro pavimento tipo, não devem ser repetidas nos andares seguintes."(THOMAZ, 2001; p. 392)

O controle da qualidade dos serviços, deverá ser procedido com base nos projetos executivos, que são as plantas, memoriais, paginação de pisos e de alvenarias e etc. São os procedimentos como: armação das fôrmas; posicionamento das armaduras; acesso e organização do canteiro de obra; escoramento; pedido e aceitação do concreto dosado em central; lançamento e adensamento do concreto, entre outros.

2.4 ENSAIOS TECNOLÓGICOS DO CONCRETO

2.4.1 ENSAIO DE ABATIMENTO DO TRONCO DE CONE

Sendo as principais características do concreto fresco, a consistência, a trabalhabilidade e homogeneidade, devem ser verificadas conforme as especificações do projeto.

Antes que seja feito o lançamento do concreto, faz-se necessário uma análise da consistência do mesmo, que tem o objetivo de determinar a trabalhabilidade e controlar o efeito da relação água e cimento no concreto.

A trabalhabilidade depende também de características da obra e dos métodos adotados para o transporte, lançamento e adensamento do concreto.

Segundo CHUST & RODRIGUES (2014), a trabalhabilidade de um concreto, assim como sua consistência, depende da granulometria dos materiais sólidos, da incorporação de aditivos e, principalmente, do fator água e cimento.

Um ensaio simples, de grande importância e obrigatório é o ensaio de abatimento do tronco de cone ou *slump test*, que avalia a trabalhabilidade do concreto. Os equipamentos utilizados neste teste são: um molde tronco-cônico, uma gola, uma haste metálica, uma concha e uma base.

Este ensaio é regulamentado pela norma ABNT NBR NM 67:1998, que rege da seguinte forma a realização deste ensaio:

- Coletar diretamente da calha do caminhão uma amostra de aproximadamente 30 litros de concreto, depois de descarregado pelo menos $0,5m^3$;
- Colocar a amostra em um carrinho e misturar para assegurar a homogeneidade;
- Colocar o cone sobre a placa metálica nivelada, apoiando firmemente os pés sobre as abas inferiores do cone;
- Preencher o cone com a primeira camada de concreto e aplicar 25 golpes com a haste, atingindo a parte inferior do cone. Preencher com mais duas camadas, cada uma golpeada 25 vezes e sem penetrar a camada inferior;
- Retirar o excesso de material da última camada com a régua, alisando a superfície;
- Içar o cone verticalmente, com cuidado;
- Colocar a haste sobre o cone invertido ao lado da massa abatida, medindo a distância entre o topo do molde e o ponto médio da altura do tronco de concreto moldado.

A Figura 4 mostra a técnica utilizada para fazer o ensaio.

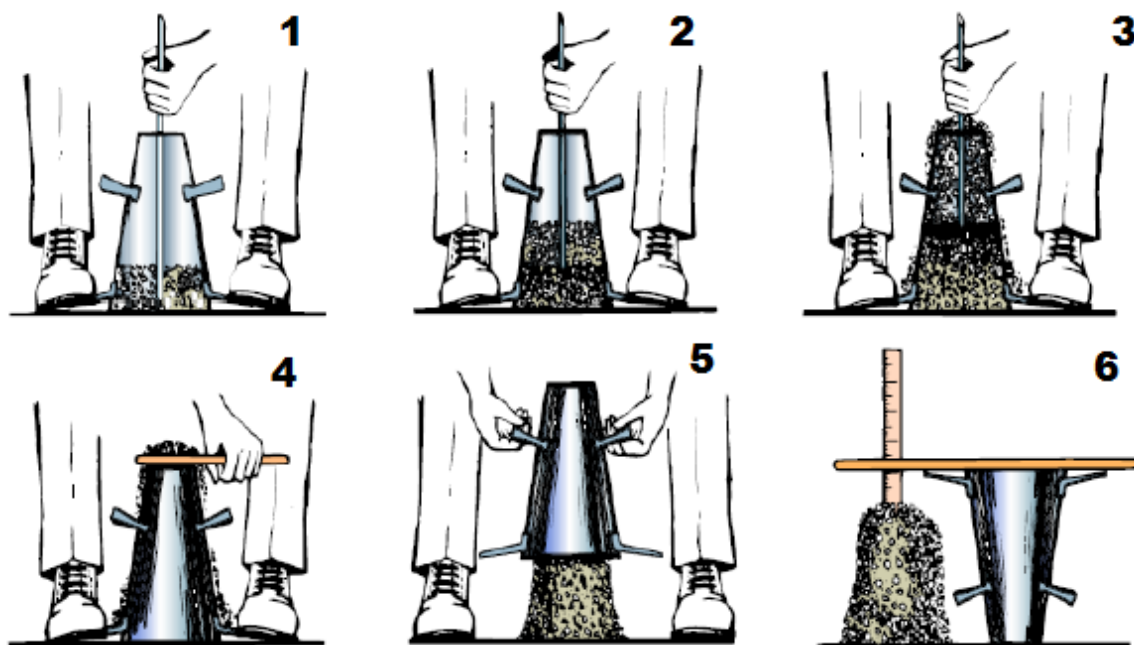


Figura 4: Ensaio de *slump test*

DISPONÍVEL EM:

(<http://www.clubedoconcreto.com.br/2013/08/afinal-slump-test-para-que.html>)

As tabelas 2 e 3 apresentam a classificação do concreto segundo o valor em centímetros do abatimento do *slump test*, quanto a tipologia da obra e a consistência.

Tabela 2: Classificação das consistências do concreto

Consistência	Abatimento (cm)	Aplicação
Seca	0 a 2	Pré-fabricados, concreto massa, concreto protendido, vibração normal, adensamento manual, concreto autoadensável.
Firme	2 a 5	
Média	5 a 12	
Mole	12 a 8	
Fluida	18 a 25	

FONTE: LAPORTE, 2012.

Para evitar misturas com consistência seca ou muito fluida, recomenda-se as faixas de abatimento apresentadas na Tabela 3 para as obras mais correntes.

Tabela 3: Classificação das consistências do concreto

Tipos de construção	Abatimento (cm)
Fundações, tubulões, paredes grossas	3 a 10
Vigas, lajes, paredes finas	5 a 10
Pavimentos	3 a 5
Obras maciças	2 a 5

FONTE: LAPORTE, 2012

2.4.2 ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Ao controle tecnológico também se atribui o mérito da amostragem de corpos de prova. Sendo a principal característica do concreto é a resistência a compressão, que é determinada pelo ensaio de corpos de provas submetidos a uma carga gradual até atingir sua resistência a máxima. A resistência à compressão deve ser relacionada à idade de 28 dias. (ABESC, 2007)

"Em geral as operações de controle da resistência à compressão do concreto são entendidas como operações de controle de qualidade do concreto. Essa interpretação se deve ao fato desses procedimentos estarem fundamentados num conceito estatístico, em variáveis aleatórias e contínuas, com amostragem e ensaios padronizados, similar à metodologia utilizada para controle de qualidade de produtos na indústrias."(HELENE & PACHECO, 2013; p. 3)

Segundo HELENE & PACHECO (2013), a resistência a compressão de referência do concreto para fins de introdução da segurança no projeto estrutural e para fins de controle, é obtida através da tensão e ruptura á compressão axial de um cilindro de concreto, que deve ter altura igual ao dobro do diâmetro, que por sua vez pode ser de 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm, 30 cm, ou 45 cm.

Este ensaio é feito através de amostras de concreto fresco, que são moldados em cilindros metálicos com diâmetro e altura específicos da norma ABNT NBR 5738:2003, onde também especifica a moldagem.

1. Não é permitido retirar amostras, tanto no princípio quanto no final da descarga da betoneira;
2. A amostra deve ser colhida no terço médio do caminhão-betoneira;
3. A coleta deve ser feita cortando-se o fluxo de descarga do concreto, utilizando-se para isso um recipiente ou carrinho-de-mão;
4. Deve-se retirar uma quantidade suficiente, 50 % maior que o volume necessário, e nunca menor que 30 litros.

Em seguida, a amostra deve ser homogeneizada para assegurar sua uniformidade. A moldagem deve respeitar as seguintes orientações:

1. Nos corpos de prova (100 mm x 200 mm) são aplicados 12 golpes em cada camada, totalizando duas camadas iguais e sucessivas.
2. Nos corpos de prova (150 mm x 300 mm) são aplicados 25 golpes em cada camada, com a haste, totalizando três camadas iguais e sucessivas. Estes golpes são aplicados da maneira mais uniforme possível;

3. Deixar os corpos-de-prova nos moldes, sem sofrer perturbações e em temperatura ambiente por 24 horas;
4. Após 28 dias, os corpos de provas são submetidos a compressão, (ABESC, 2007).

A figura 5 mostra a técnica utilizada para fazer o ensaio.



Figura 5: Moldagem de corpos de prova

DISPONÍVEL EM: (<https://www.ufrgs.br/eso/content/?p=992>)

A norma ABNT NBR 5739: 2007, estabelece o método de ensaio pelo qual devem ser ensaiados à compressão os corpos-de-prova cilíndricos de concreto.

Segundo CHUST & RODRIGUES (2014), para avaliar a resistência de um concreto à compressão, é necessário realizar um certo número de corpos de provas. Os valores da resistência proporcionados pelos distintos corpos de prova são mais ou menos dispersos, variando de uma obra a outra e também de acordo com o rigor com que se confecciona o concreto.

Abaixo a Tabela 4 serve de base para referenciar o número de golpes e a quantidade de camadas de acordo com o cilindro.

Tabela 4: Números de golpes e camadas

Molde	Tipo de adensamento	Nº de camadas	Nº de golpes por camada
Cilíndrico (15 x 30) cm	Manual	4	30
	Vibrado	2	-
Cilíndrico (10 x 20) cm	Manual	2	15
	Vibrado	1	-
Prismático (15 x 15 x 50) cm	Manual	2	128
	Vibrado	1	-

FONTE: LAPORTE 2012

3 O SERVIÇO DE CONCRETAGEM

3.1 SERVIÇOS PRELIMINARES

Os serviços preliminares que antecedem a concretagem são as verificações e execução de alguns itens de extrema importância, para que o resultado final da peça a ser concretada esteja dentro dos parâmetros estabelecidos pelas normas regulamentadoras.

3.1.1 MONTAGEM DAS FÔRMAS

A qualidade de uma estrutura de concreto depende principalmente da qualidade do projeto e da qualidade das fôrmas e cimbramentos; a rigidez dos cimbramentos e das fôrmas; sua forma geométrica; medidas dos vãos de lajes; prumo dos pilares e a exatidão dos moldes, todos estes requisitos implicaram na qualidade dos serviços de alvenarias, revestimentos, pisos, caixilhos e demais itens da obra.

"O concreto tem a característica de ser moldável na forma que se deseja. Isso só é possível com um molde, ou seja, a fôrma. Cada vez mais o custo da fôrma é item decisivo no custo do concreto armado. Todavia, por razões que desconhecemos, o assunto fôrma é o menos estudado dos assuntos teóricos sobre o cálculo de concreto armado."(CAMPOS & MARCHETTI, 2015; p. 243)

Para garantir tal qualidade, a montagem da fôrma deve estar conforme indicado no projeto, a posição e medidas devem ser conferidas, a inspeção de emendas verificadas, a limpeza e estanqueidade da fôrmas devem ser feitas na manutenção preventiva, e se tratando de manutenção corretiva nas fôrmas, além dos reparos e reforços, a substituição quando necessária deve ser imediata, bem como os escoramentos que deverão suportar as cargas aplicadas, e o travamento das fôrmas, este evita o vazamento da pasta de cimento e também flechas excessivas que podem comprometer o desempenho da estrutura, (LOTURCO, 2012).

Segundo Thomaz (2001), as principais exigências de um sistema de fôrmas para concreto armado são: rigidez, durabilidade, quantidade de reaproveitamento, peso da peças, facilidade de montagem de desmontagem, tolerâncias dimensionais das peças e regularidade geométrica dos moldes.

3.1.2 ESCORAMENTO

De acordo com a norma ABNT NBR 14931: 2004, o escoramento deve ser projetado de modo a não sofrer, sob a ação de seu próprio peso, do peso da estrutura e das cargas acidentais

que possam atuar durante a execução da estrutura de concreto, deformações prejudiciais ao formato da estrutura ou que possam causar esforços não previstos no concreto.

A mesma norma diz quanto a sua construção, que o escoramento deverá ser bem travado, para evitar possíveis recalques, e que permita o tráfego fluente para os funcionários dentro da obra, e que a quantidade de escoramento é de suma importância para a estrutura. Sendo que nenhuma carga deve ser imposta e nenhum escoramento removido de qualquer parte da estrutura enquanto não houver certeza de que os elementos estruturais e o novo sistema de escoramento tenham resistência suficiente para suportar com segurança as ações a que estarão sujeitos. Como na Figura 6.

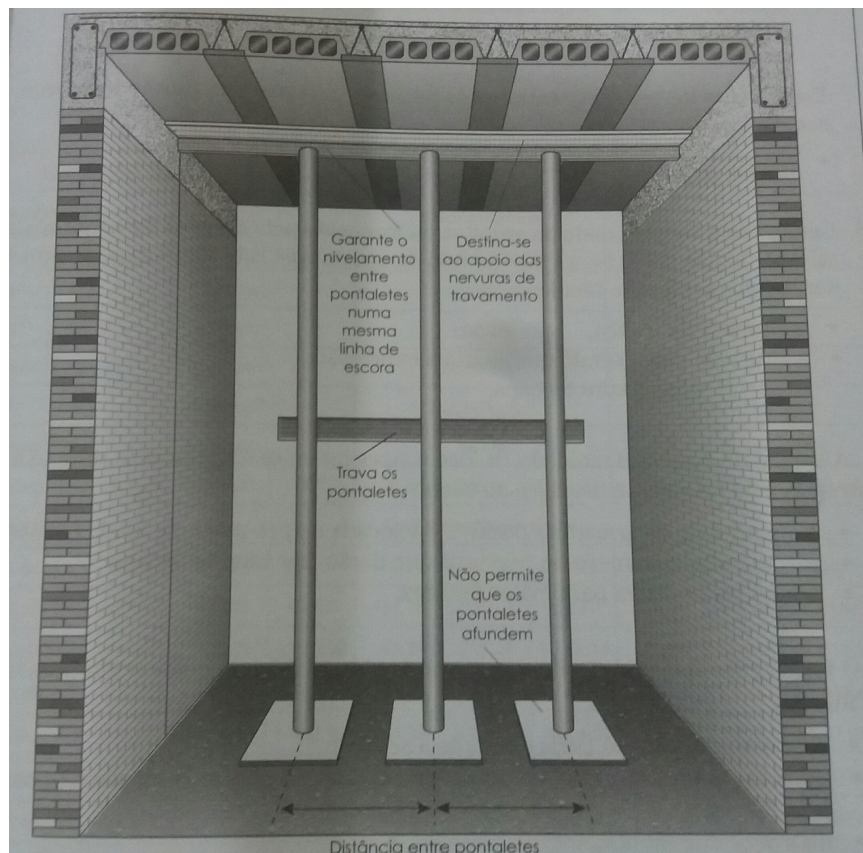


Figura 6: Escoramento (cimbramento)
FONTE: CAMPOS & MARCHETTI, (2015)

De acordo com CAMPOS & MARCHETTI (2015), os escoramentos podem ser feitos com:

- Estruturas de madeiras;
- Estruturas de aço;
- Outros materiais resistentes.

Ainda ressalta que acidentes por vezes acontecem em grandes obras, por deficiência de projeto das estruturas provisórias.

3.1.3 ARMADURAS

A aplicação do aço nas estruturas de concreto deverá estar de acordo com o projeto estrutural. Deve-se verificar na armação: se as barras de aço estão conforme projeto (tamanho, bitola, posição, quantidade), a rigidez na montagem e se os espaçadores são suficientes e bem distribuídos para garantir o cobrimento de concreto e evitar o contato da armação com a fôrma. A colocação de espaçadores ou distanciadores garante que a armadura fique bem centralizada dentro da fôrma. (ABESC, 2007)

De acordo com a norma ABNT NBR 14931: 2004, durante o lançamento do concreto, todas as armaduras deve se manter na posição estabelecida, conservando-se inalteradas as distâncias das barras entre si com relação às faces internas das fôrmas.

As armaduras deverão estar livres de oxidações e gorduras a fim de garantir boa aderência ao concreto. Todas estas checagens devem ser efetuadas antes do fechamento das fôrmas, evitando assim qualquer atraso na programação da concretagem, o que garante maior estabilidade estrutural e menor fissuração e maior estanqueidade.

3.1.4 ACESSO E DISPOSIÇÃO DO CANTEIRO

Neste caso, sendo o concreto dosado em central, é preciso facilitar o tráfego de caminhões, dentro ou fora do canteiro, de tal forma que não haja impedimento na entrada de um e saída de outro. Em caso de concretagem em lajes, é necessário que se faça caminhos entres as lajes para evitar o contato com as armaduras. O lugar de descarga deve estar localizado em um ponto com mais facilidade de acesso, para evitar atrasos e perda do concreto. (ABESC, 2007)

Segundo a norma ABNT NBR 14931: 2004, o espaço destinado ao canteiro da obra deve estar de acordo com as características da construção a ser realizada, sendo previsto o correto armazenamento de materiais e equipamentos, bem como as instalações necessárias para escritórios e dependências para a permanência de operários durante a execução da obra, de acordo com as normas de segurança NR 18 e de canteiro ABNT NBR 12284: 1991.

A NR 18 fala sobre as áreas de vivência e dos requisitos que os canteiros de obras devem dispor como:

- Instalações sanitárias;
- Vestiário;
- Alojamento;
- Local de refeições;
- Cozinha, quando houver preparo de refeições;

- Lavanderia;
- Área de lazer;
- Ambulatório, quando se tratar de frentes de trabalho com 50 (cinquenta) ou mais trabalhadores.

Ainda diz que toda "área de trabalho deve ser previamente limpa, devendo ser retirados ou escorados solidamente árvores, rochas, equipamentos, materiais e objetos de qualquer natureza, quando houver risco de comprometimento de sua estabilidade durante a execução de serviço."

3.1.5 EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS

Antes do dia da concretagem, é necessário o planejamento da equipe responsável, independente da construção ser pequena ou de grande porte, uma organização de pessoal sempre fará com que a execução do serviço se desenvolva com mais facilidade. Instruir ou fazer treinamento das equipes fará com que esta obra tenha maior controle de qualidade.

Antes de receber a concretagem, deve-se verificar as condições dos equipamentos disponíveis no local de trabalho e sua adequabilidade ao volume de concreto a ser produzido e transportado, inclusive equipamentos de segurança de trabalho como os IPIs de acordo com a NR 18.

A Norma Regulamentadora - NR 18 "estabelece diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, que objetivam a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na Indústria da Construção."

Pensar nas ferramentas, nas necessidades básicas e problemas que possam ocorrer com máquinas e equipamentos. Ter sempre peças sobressalentes de vibradores, réguas vibratórias e mangotes. As ferramentas como colher, enxada, pás, desempenadeiras entre outros usuais no dia a dia da obra, também devem estar em local de fácil acesso, para que o operário não perca tempo, tais aparelhos são de um custo relativamente baixo em proporção ao aumento de produtividade que atribui à utilização dos mesmos.

As condições e a quantidade disponível de equipamentos necessários ao lançamento e ao adensamento do concreto devem ser verificadas nesta etapa. Também nesta etapa de preparação, deve haver a verificação de funcionamento nos equipamentos. Estas verificações devem ser realizados no início do dia anterior a concretagem, caso algum dos aparelhos esteja com defeito consegue-se tomar medidas para consertá-lo ou solicitar um novo material alugado ou emprestado.

3.2 PREPARO DO CONCRETO

3.2.1 SOLICITAÇÃO DE CONCRETO USINADO

O concreto é um dos materiais da construção civil mais utilizado em nosso país. A busca constante da qualidade, a necessidade da redução de custos e a racionalização dos canteiros de obras, fazem com que o concreto dosado em central seja cada vez mais requisitados. (ABESC, 2007).

Para a escolha do fornecedor de concreto dosado em central, além dos critérios comerciais para a seleção como: preço, prazo, entrega, credibilidade e etc, deve-se verificar se o fornecedor está atendendo às prescrições das normas técnicas pertinentes e se oferece concreto de qualidade, de acordo com o especificado pelo contratante. A central dosadora contratada deve ter o alojamento adequado para os materiais de acordo com ABNT NBR 12655: 2015.

A ABNT NBR 7212: 2012, estabelece os requisitos para a execução de concreto dosado em central e inclui as operações de armazenamento dos materiais, dosagem, mistura, transporte, recebimento, controle de qualidade e inspeção, incluindo critérios de aceitação e rejeição do controle interno da central de concreto.

Definidos os lotes de concreto em função do tipo de estrutura, solicitação (compressão ou flexão) e quantidade de acordo com a norma ABNT NBR 12655: 2015, o responsável ao receber o concreto deverá conferir a nota fiscal que terá registradas as seguintes informações:

- Especificação do concreto: tipo de cimento; traço; teor de argamassa;
- Resistências características;
- Módulo de elasticidade;
- Consistência;
- Dimensão máxima do agregado graúdo;
- Consumo mínimo de cimento m^3 ;
- Fator água-cimento;
- Aditivos (quando solicitado);
- Volume;
- Preço unitário e total;
- Horário da saída do caminhão da central;
- Abatimento (*slump test*);

- Resistência (*fck*).

Estando tudo de acordo como o solicitado pelo responsável técnico, e principalmente a verificação por completo da nota fiscal junto com o ensaio de abatimento do tronco de cone, o concreto poderá ser aceito e começar a execução do lançamento.

3.3 EXECUÇÃO DA CONCRETAGEM

Depois de todo planejamento e verificações dos serviços, temos a execução da concretagem e nesta etapa que toda a preparação fará diferença, o serviço fluirá com a qualidade desejada.

3.3.1 TRANSPORTE E RECEBIMENTO

O concreto deve ser transportado do local da boca de descarga do caminhão-betoneira até o local de concretagem num tempo compatível com as condições de lançamento. O meio utilizado para o transporte não deve acarretar desagregação dos componentes do concreto ou perda sensível de água, pasta ou argamassa por vazamento ou evaporação (ABNT NBR 14931, 2004).

O concreto é transportado até a obra por um caminhão-betoneira, e recebido por um profissional qualificado de uma empresa subcontratada que confere os seguintes itens de acordo com a ABNT NBR 7212:2012:

- A nota fiscal, verificando se o concreto recebido está de acordo com o programado;
- O horário de saída do caminhão betoneira da central e o tempo disponível para descarga do concreto;
- A quantidade de água a ser adicionada na obra e se o manômetro está funcionando perfeitamente;
- Verificar a não violação do lacre do caminhão;
- volume do concreto;
- hora de início de mistura (primeira adição de água)
- classe de consistência ou classe de espalhamento no início da descarga;
- dimensão máxima característica do agregado graúdo;
- resistência característica do concreto a compressão, quando especificada;

- quantidade máxima de água complementar a ser adicionada na obra, retida pela central dosadora;
- código de identificação do traço utilizado na dosagem do concreto.

3.3.2 LANÇAMENTO DO CONCRETO

O concreto deve ser transportado do local da boca de descarga do caminhão-betoneira até o local de concretagem num tempo compatível com as condições de lançamento. O meio utilizado para o transporte não deve acarretar desagregação dos componentes do concreto ou perda sensível de água, pasta ou argamassa por vazamento ou evaporação (ABNT NBR 14931, 2004).

Para o lançamento do concreto, como previsto nos serviços preliminares, todos os integrantes da obra deverão estar atentos aos requisitos da norma ABNT NBR 14931: 2004, que diz que o concreto deve ser lançado e adensado de modo que toda a armadura, além dos componentes embutidos previstos no projeto, sejam adequadamente envolvidos na massa de concreto e que a operação de lançamento deve ser contínua, de maneira que, uma vez iniciada, não sofra nenhuma interrupção, até que todo o volume previsto no plano de concretagem tenha sido completado.

O concreto deve ser lançado e adensado de modo que toda a armadura, além dos componentes embutidos previstos no projeto, sejam adequadamente envolvidos na massa de concreto (OBATA, 2007).

O concreto deve ser lançado bem próximo de sua posição final. O que evitará o acúmulo de concreto em determinados pontos da fôrma no caso de lajes e vigas, em pilares a altura de queda livre do concreto não deverá ultrapassar os 2 metros. Quando maior que 2 metros, alguns requisitos devem ser levados em conta, sempre lançado na horizontal de 15 cm a 30 cm, das laterais para o centro das fôrmas, tomando sempre cuidados com temperaturas abaixo dos 10°C e acima dos 35°C, (ABESC, 2007)

Segundo CHUST & RODRIGUES (2014), também devem ser tomadas as precauções para manter a homogeneidade do concreto e usar algumas técnicas que eliminem ou reduzam significativamente a segregação entre seus componentes, mantendo a atenção em evitar o deslocamento das armaduras, dutos de protensão, ancoragens e fôrmas, principalmente em maiores alturas. Em nenhuma hipótese o lançamento poderá ocorrer após início da pega. Após o lançamento o concreto não poderá ser manuseado para não alterar sua forma.

3.3.3 ADENSAMENTO

O objetivo do adensamento do concreto é torna-lo mais compacto, retirando os vazios do material incorporado nas fases de mistura, transporte e lançamento diminuindo a porosidade,

o que aumenta a resistência do elemento estrutural. O adensamento deve ser feito para que o concreto preencha todos os recantos da fôrma, (CHUST & RODRIGUES, 2014).

CAMPOS & MARCHETTI (2015), destacam que:

"O concreto lançado nas fôrmas tem muitos vazios e precisa sofrer um adensamento que expulse o ar que está preso na massa plástica e preencher os vazios. Para que aconteça o adensamento, precisamos: de projeto adequado de fôrmas; distâncias mínimas entre barras do aço, para que o dispositivo de vibração possa penetrar e adensar; vibrar o concreto e facilitar para que o pessoal da vibração possa trabalhar com conforto e segurança."(CAMPOS & MARCHETTI, 2015; p. 244)

Durante e imediatamente após o lançamento, o concreto deve ser vibrado ou socado continuamente com equipamento adequado à sua consistência. O adensamento deve ser feito para que o concreto preencha todos os recantos da fôrma. O processo de adensamento mais comum é o manual que é feito com barras de aço ou de madeiras, usado em obras de pequeno porte, porém pode ser considerado de baixa eficiência. Em obras de grande porte, se usa de forma mecânica, como os vibradores de imersão, que neste caso existem alguns parâmetros que devem ser seguidos de acordo com a norma ABNT NBR 14931: 2004.

Tanto a falta como o excesso de vibração são prejudiciais ao concreto, o adensamento deve ser feito de forma energética para que não ocorra o aparecimento de vazios (bicheiras), ou ocorra um excesso, causando a separação dos elementos (segregação). O concreto deve ser lançado em camadas de no máximo 50 cm para o adensamento por imersão, já para o manual não deve ultrapassar os 20 cm, sempre aplicado na vertical e prever reforço das fôrmas e escoramento, em função de adensamento enérgico, (ABESC, 2007).

Um projeto que seguido corretamente exerce influência decisiva sobre a estrutura, quanto a sua qualidade e durabilidade por toda vida útil, resistindo a todas as ações e influências ambientais passivas de ocorrer e as circunstâncias acidentais, sem apresentar danos desproporcionais às causas de origem. Ressaltando que a forma geométrica da estrutura, será condizente e satisfatória a expectativa do proprietário da obra.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 APRESENTAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Objetivando uma eficaz concepção do plano de concretagem, escolheu-se uma obra como referência para estudo. O tamanho significativo da área que será concretada influenciou para que se fizesse o controle desta concretagem. Além das vigas e pilares, esta obra tem $1000m^2$ de laje pré-moldada a ser concretada com concreto usinado. Por este motivo deu-se maior importância do acompanhamento e controle tecnológico proposto ao empreiteiro da obra.

Para o levantamento de dados e análise da concretagem na obra, foram realizadas visitas semanalmente a obra estudada. Nestas visitas foram observadas a montagem e desmontagem de fôrmas, bem como sua concretagem, dimensões e estanqueamento, disposição das armaduras, escoramentos necessários, o acesso que o caminhão betoneira fazia até a estrutura a ser concretada, acesso dos funcionários no dia a dia da obra, limpeza e organização no canteiro de obras, concretagem da laje, que foi a última etapa do acompanhamento da obra, onde foram feitos os ensaios necessários para o controle tecnológico. Foi documentado em imagens, que serão dispostas ao longo do trabalho.

4.1.1 LOCALIZAÇÃO DA OBRA

A obra está localizada na cidade de Piedade de Caratinga- MG, na rodovia 474, Condomínio Lagoa da Serra, conforme Figura 7

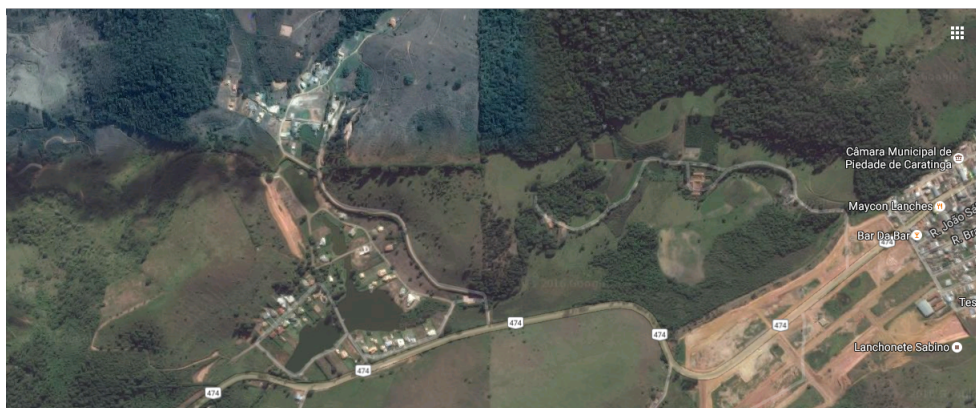


Figura 7: Localização da obra, Lagoa da Serra

FONTE: Google Maps.

4.1.2 PROJETO

Este projeto é uma casa residencial de alto padrão com dois pavimentos, num total de $1000m^2$, de área construída.

A Tabela 5 mostra dados gerais e técnicos da obra.

Tabela 5: Identificação e características da obra estudada

Identificação de Colaboradores		
Proprietário da Obra	Edi Nelson Ferreira	
Administrador do Empreendimento	Oliveira e Silva Construtora e Serviços Ltda	
Localização	Rodovia 474 - Lagoa da Serra - Piedade de Caratinga	
Tipo de Empreendimento	Residencial	
Tipologia Estrutural	Estrutura em concreto armado	
Área construída	$1000 m^2$	
Área do terreno	$2000 m^2$	
Número de pavimentos	2	
Altura total		
Projetos/Execução	Responsável	Contato
Arquitetura	Gustavo Leles	
Estrutural	José Luiz Gonçalves	
Fundação	José Luiz Gonçalves	
Combate à Incêndio	José Luiz Gonçalves	
Elétrico	José Luiz Gonçalves	
Hidráulico	José Luiz Gonçalves	
Sanitário	José Luiz Gonçalves	
Obra Geral	José Luiz Gonçalves	

FONTE: Elaborado pelas autoras do estudo

As Figuras 8 e Figura 9, mostram a fachada da obra.

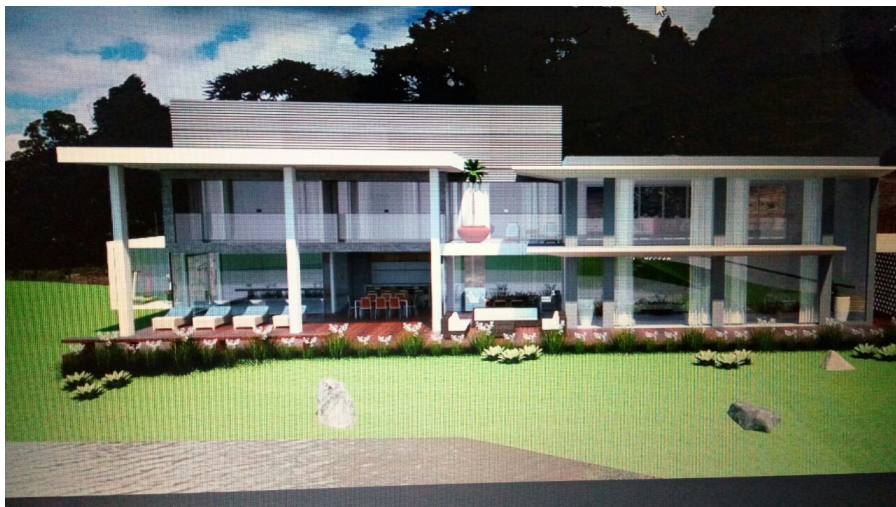


Figura 8: Arquitetônico da obra estudada

FONTE: Projeto Arquitetônico.



Figura 9: Arquitetônico da obra estudada

FONTE: Projeto Arquitetônico.

O projeto de planta baixa encontra-se no Anexo A e o projeto de planta de fôrmas no Anexo B deste trabalho.

4.2 SERVIÇOS PRELIMINARES

4.2.1 ARMADURA

A montagem das armaduras, de acordo com o mestre de obras seguiu conforme especificado em projeto. A Figura 10, mostra as armaduras da laje já prontas para receber o concreto. As mesmas não receberam espaçadores.



Figura 10: Armaduras da laje da obra estudada

FONTE: Acervo das autoras.

4.2.2 ARMAÇÃO DE FÔRMAS

Em uma visita realizada, se fazia o procedimento de construção de fôrmas. Sendo uma certa quantidade significativa de material, percebeu-se a falta de controle sobre as madeiras, que estavam alojadas em uma pequena varanda, onde recebiam as diversas temperaturas do dia e da noite. Isto causou uma pequena deformação na madeira, o que poderia ter danificado a estrutura causando flechas excessivas e a deformação geométrica da peça a ser estruturada.

Algumas destas madeiras foram descartadas, o que ocasionou prejuízo a construtora e atraso na montagem, pois houve necessidade de reposição, uma vez que a madeira teria de vir de outra cidade.

Pôde-se observar um certo controle na montagem das fôrmas para que a peça a receber a concretagem, não sofresse nenhuma alteração de forma e respeitasse o que se previa no projeto, já que seriam várias vigas aparente na fachada e lateral da obra.

Por orientação do arquiteto, os tamanhos das fôrmas (altura e largura) foram rigorosamente respeitados, medidos pelos serventes e conferidos posteriormente pelo pedreiro para não haver nenhum tipo de erro, como mostra a Figura 11.



Figura 11: Armação de fôrmas da obra estudada

FONTE: Acervo das autoras.

A estanqueidade foi levada em conta, para que não vazasse a nata do cimento e água, perdendo assim a hidratação do concreto.

Os pilares foram confeccionados também em madeira, com amarração de arame e escoramento nas laterais, gravata de pé de pilar em madeira, conforme Figura 12. Toda produção das fôrmas, foi feita manualmente no local.



Figura 12: Fôrma de pilar da obra estudada
FONTE: Acervo das autoras.

4.2.3 ESCORAMENTO

Na visita realizada após a colocação de escoramentos na laje, pôde-se verificar um excesso em quantidades de eucalipto para escoramento, o excesso segundo o engenheiro responsável pela obra, não prejudicaria os resultados, mas acarretaria em desperdício para própria construtora. Quando indagada por este fato "A construtora diz que, prefere pecar pelo excesso do que pela falta."

Como se pode ver na Figura 13, houve uma preocupação por parte dos responsáveis em fazer um calçamento no escoramento, isto para que se fiquem firmes e nivelados.



Figura 13: Escoramento da obra estudada
FONTE: Acervo das autoras.

O escoramento deve impedir que sob o peso das fôrmas e cargas que vierem a ser lançadas, ocorram deformações que possa prejudicar a estrutura.

4.2.4 ACESSO A OBRA

O local de execução do serviço não deve ter nenhum impedimento que venha atrapalhar o acesso dos caminhões até a obra.

Por se tratar de um condomínio amplo, no dia da concretagem o espaço para manobras dos caminhões betoneiras foi de fácil acesso. Não houve problemas com saída de um e entrada de outro, como mostra a Figura 14. Também não foi necessário um plano de logística. Bem como o acesso aos funcionários, e a materiais recebidos no decorrer da obra, o canteiro de obras oferecia um espaço suficiente.



Figura 14: Acesso frontal a obra estudada

FONTE: Acervo das autoras.

4.3 EXECUÇÃO DA CONCRETAGEM

4.3.1 ACEITAÇÃO DO CONCRETO

Foram feitas as verificações dos serviços preliminares citados anteriormente, ao dia que antecedeu a concretagem da laje e vigas.

Verificações como: Limpeza das fôrmas, encaixe das fôrmas e dutos de eletricidades, Na chegada de cada caminhão betoneira, foi colhida a nota fiscal, e somente foi conferido o *fck* e o volume do concreto, sendo assim já liberado para ser lançado o concreto nas estruturas. A adição de água foi feita anteriormente ao lançamento, não sabendo informar o operador da máquina a quantidade de água que foi adicionada ao concreto.

4.3.2 ENSAIO DE ABATIMENTO

Após a liberação do concreto para lançamento, iniciou-se o ensaio do (*slump test*) que expressa a trabalhabilidade do concreto através de um único parâmetro: abatimento.

Foi feito o ensaio da seguinte forma:

- Coletou-se o concreto direto da mangueira para um carrinho de mão;
- O cone ficou apoiado sobre a placa metálica bem nivelada, e com os pés apoiados nas laterais;
- Preencheu-se com o concreto uma terça parte do cone e foi aplicado 25 golpes e a seguir preencheu uma outra camada com mais 25 golpes somente nesta camada, e a última camada com mais 25 golpes;
- Foi retirado o excesso de concreto e alisada a superfície com a própria haste;
- Retirou-se o cone içando com cuidado na direção vertical;
- Com o cone invertido, foi colocado a haste e medida a distância entre a haste e o concreto;

A Figura 15 mostra como obter os dados para obter o *slump test*:



Figura 15: Ensaio de Slump Test da obra estudada
FONTE: Acervo das autoras.

Desta forma foi feito para todo os caminhões, tomando nota dos valores de abatimentos encontrados, conforme mostra a Tabela 6.

Tabela 6: Dados do abatimento do ensaio da obra estudada

Nº do caminhão	Nº NOTA FISCAL	SLUMP EMPRESA	SLUMP NO LOCAL
1	Nº 000.000.809	10 +- 12	7
2	Nº 000.000.810	10 +- 12	9
3	Nº 000.000.811	10 +- 12	12
4	Nº 000.000.812	10 +- 12	10
5	Nº 000.000.813	10 +- 12	8.5
6	Nº 000.000.814	10 +- 12	8.5

FONTE: Elaborado pelas autoras do estudo.

4.3.3 MOLDAGEM DOS CORPOS DE PROVA

O preenchimento dos moldes foi feito logo após o *slump test*, seguindo os requisitos da norma ABNT NBR 5738:2015. Os cilindros usados tinham as seguintes dimensões 100 mm x 200 mm, conforme Figura 16.

O procedimento foi feito da seguinte forma:

- O cilindro foi preenchido pela metade e aplicado doze golpes, na outra camada foi aplicado mais doze golpes;
- Com a haste foi alisado a superfície e etiquetado, com hora e o abatimento daquele concreto;
- Os corpos-de-prova foram deixados nos moldes por vinte e quatro horas, sem sofrer qualquer tipo de movimentação;
- Após as 24 horas, os corpos de provas foram levados para a laje, onde passaram pelo processo de cura por aspersão de água por 28 dias.



Figura 16: Corpos de prova moldados e identificados da obra estudada

FONTE: Acervo das autoras.

Após os 28 dias foram levados ao laboratório da empresa Nobremix Concretos Ltda de Caratinga, para o procedimento de rompimento.

4.3.4 LANÇAMENTO E ADENSAMENTO

Antes de receber o concreto as fôrmas são bem umedecidas, conforme a Figura 17.



Figura 17: Fôrma sendo umidificada da obra estudada
FONTE: Acervo das autoras.

Na medida em que o concreto era lançado, os ajudantes seguiam fazendo o adensamento manual, com uma barra de madeira, conforme a Figura 18. O concreto era socado de forma energética e contínua.



Figura 18: Lançamento e Adensamento do concreto da obra estudada
FONTE: Acervo das autoras.

A Figura 19 mostra a execução do sarrafeamento feita por um funcionário, com a "desempenadeira" de madeira. Uma ferramenta confeccionada manualmente.



Figura 19: Execução do sarrafeamento da obra estudada
FONTE: Acervo das autoras.

A figura Figura 20, descreve o modo como fazem o nivelamento do concreto com a ajuda de uma barra de aço dobrada com a altura do concreto sobre a montagem da laje.



Figura 20: Nivelamento do concreto da obra estudada
FONTE: Acervo das autoras.

A concretagem foi feita por completo pela Empresa contratada e teve o auxílio de dois pedreiros, que acompanharam toda concretagem e dois ajudantes que serviram como apoio para trocar isopor quando houve rompimento por pisadas, ou para molhar as fôrmas de acordo que se secava e outros pequenos serviços que surgiram durante a concretagem.

4.4 RESULTADOS DO ENSAIO DE COMPRESSÃO

Após os 28 dias de cura dos corpos de provas, através de aspersão de água, voltou-se ao local da obra para recolhimento destes, para que se fizesse em laboratório a segunda parte do ensaio.

Após a concretagem deve-se saber se o concreto atingiu a resistência especificada em projeto pelo calculista. Para isso, rompe-se os corpos de prova moldados no local da obra, em prensas especiais. Neste caso foi feito no laboratório da Nobremix, pelos autores do estudo. Após a ruptura dos corpos-de-prova e, de posse dos resultados é realizado o controle estatístico da resistência do concreto.

O f_{ck} solicitado pelo Engenheiro responsável foi de 25 MPA.

Resultado do rompimento dos corpos de prova aos 28 dias, como mostra a Tabela 7.

Tabela 7: Tabela de amostragem da obra estudada

Corpos de Prova (Mpa)		Exemplar (Mpa)
f_{c1}	f_{c2}	
31,3	29,8	31,3
25,5	26,2	26,2
23,9	24,2	24,4
23,9	22,2	23,9
26,6	28,0	28,0
19,6	22,2	22,2

FONTE: Elaborado pelas autoras do estudo.

Controle estatístico do concreto por amostragem parcial.

Resultados dos exemplares em ordem crescente (MPA):

$$f_{c1} = 22,2; f_{c2} = 23,9; f_{c3} = 24,4; f_{c4} = 26,2; f_{c5} = 28; f_{c6} = 31,3$$

Para amostragem parcial e para lotes com números de exemplares $6 \leq n < 20$, o valor estimado da resistência característica à compressão $f_{ck,est}$, na idade especificada, é dado por:

$$f_{ck,est} = 2 \cdot \frac{f_1 + f_2 + \dots + f_{m-1}}{m-1} - f_m$$

Onde:

- $m = n/2$ - despreza-se o valor mais alto n , se for ímpar;
- $f_{c1}, f_{c2}, \dots, f_{m-1}$ - valores das resistências dos exemplares, em ordem crescente.

$$f_{ck,est} = 2 \cdot \frac{22,2 + 23,9}{2} - 24,4 = 21,7$$

Não se deve tomar para $f_{ck,est}$ valor menor que $\varphi_6 * f_{c1}$, onde $\varphi_6 = 0,92$.

Conforme mostra a Tabela 8 da ABNT NBR 12655:2015, para condição de preparo A e n= 6.

Tabela 8: Valores de φ_6

Condição de Preparo	Número de Exemplares (n)										
	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	≥ 16
A	0,82	0,86	0,89	0,91	0,92	0,94	0,95	0,97	0,99	1,00	1,02
B ou C	0,75	0,80	0,84	0,87	0,89	0,91	0,93	0,96	0,98	1,00	1,02

FONTE: ABNT NBR 12655:2015

$$f_{ck,est} \leq \varphi_6 * f_{c1}$$

$$f_{ck,est} \leq 0,92 * 22,2$$

$$f_{ck,est} \leq 20,4$$

Portanto $f_{ck,est} = 21,7$ MPA

$$f_{ck,est} = 21,7 \text{ MPA} < f_{ck} = 25 \text{ MPA}$$

Percebeu-se que a resistência especificada em projeto de 25 MPA, não foi atingida porque obteve 21,7 MPA.

5 ANÁLISE E DISCUSSÕES

5.1 O PLANEJAMENTO E O CONTROLE TECNOLÓGICO

O planejamento do serviço de concretagem é fundamental para a gestão da produção das estruturas de concreto e no atendimento às exigências de mercado. Além da necessidade de racionalização da produção, a falta de conhecimento sobre a conexão dessa atividade com relação às ações de melhoria da produtividade, à qualidade dos produtos e dos empreendimentos, são culturas disseminadas no Brasil.

Sabe-se que durante a execução de estruturas de concreto é certo que, sem um planejamento não se pode seguir com precisão a execução de uma obra, de acordo com as normas técnicas, isto leva as construtoras a não cumprir com os compromissos firmados como: prazos de entrega e orçamento. A ABNT NBR 14931 (2004), é um requisito principal, quando o planejamento for execução de obras de concreto. "Todas as atividades desenvolvidas na execução das estruturas de concreto, ou seja, sistema de fôrmas, armaduras, concretagem, cura e outras, bem como as relativas à inspeção e documentação de como construído, incluindo a análise do controle de resistência do concreto,"deve seguir rigorosamente a norma supracitada.

È imprescindível que na fase de planejamento de um projeto os requisitos especificados, como materiais, sejam compatíveis com a disponibilidade de mercado nas regiões próximas a obra, não só pelo fato de gerar uma economia para o empreendimento, mas evitar atrasos, caso se tenha a falta de materiais.

O controle tecnológico deve estar presente em todo ciclo da concretagem como parte da rotina das construtoras, tendo em vista que uma obra sem as devidas verificações poderá ocasionar problemas significativos na estrutura final da edificação.

Fica evidente que no Brasil pouco se faz em relação ao controle tecnológico e é comum que não haja um acompanhamento técnico de profissionais legalmente habilitados, principalmente nas construções civis de pequeno porte, fato este que permite uma grande negligência na execução das estruturas de concreto.

Como visto no capítulo 2 onde se especifica o controle tecnológico, o controle de materiais e da qualidade dos serviços é um processo extremamente essencial para garantir um bom desempenho e assegurar a eficiência nos resultados finais da obra. Sabe-se que se tratando em estruturas de concreto, as especificações em projeto devem ser levadas á risca e executadas de forma responsável e técnica, dentro dos parâmetros estabelecidos pelas normas regulamentadoras.

Com a finalidade de identificar as práticas usuais comuns em obras de pequeno porte, foram feitas visitas periodicamente, no intuito de acompanhar e verificar o desempenho do dia a

dia da obra. Realizou-se um diagnóstico, elaborado a partir das informações coletadas em campo, para-se compreender a rotina e os trabalhos ali realizados.

Como visto anteriormente na tabela de identificação e características da obra, objetiva-se que o técnico e o proprietário tenham conhecimento sobre a obra e seus colaboradores de forma rápida e prática, e conseqüentemente um melhor diálogo entre os profissionais envolvidos, compatibilizando assim seus projetos.

Toda e qualquer informação desta pesquisa vem para agregar controle e qualidade a um determinado serviço, por isto a necessidade de se documentar qualquer serviço prestado a uma obra como: notas fiscais, principalmente nota do caminhão betoneira, onde existe dados que ajudarão tanto os proprietários quanto aos construtores em algum questionamento futuro.

A viabilidade de ensaios deve ser programada, como o *slum test* para o providenciamento dos materiais necessários descritos no capítulo 2. As tabelas de classificação das consistências do concreto deste mesmo capítulo têm por objetivo servir de base para conferir os resultados obtidos em um ensaio de abatimento, bem como a tipologia da obra. O método de ensaio de resistência e abatimento foi proposto para conferir e dar mais segurança a obra estudada.

Quanto aos materiais, é de suma importância que o projetista leve em consideração a disponibilidade no local da obra, por este motivo o responsável técnico deve estudar também a região.

Sabe-se que é muito comum em obras o não acompanhamento técnico de profissionais, mesmo que esta obra esteja devidamente regularizada, nestes casos não existe a possibilidade de realizar qualquer tipo de controle tecnológico.

Os procedimentos sugeridos para agregar qualidade a obra, podem ser colocados em prática, necessitando de uma adequação sem custos onerosos, e até mesmo sem nenhum custo tanto para o proprietário quanto para o construtor, levando em conta somente a consciência de uma obra mais "limpa" e de melhor qualidade.

5.2 VERIFICAÇÕES FAVORÁVEIS E DESFAVORÁVEIS

5.2.1 ACESSO A OBRA

De acordo com a Figura de acesso a obra visto no capítulo 4, verificou-se o fácil acesso para o dia a dia, entrega de materiais, e para o dia da concretagem, não houve nenhum tipo de impedimento para a entrada de um caminhão betoneira e saída de outro.

5.2.2 ARMAÇÃO DE FÔRMA

Como toda obra, existem fatores que devem ser seguidos, outros devem ser mudados ou adequados. Na obra estudada, verificou-se itens que correspondem as exigências das normas, e isto é muito importante para o bom andamento dos serviços.

A fôrma foi fabricada no próprio canteiro de obras sendo a mão-de-obra dos próprios ajudantes. Os moldes dos pilares das vigas e lajes foram produzidos de chapas de madeira pinus.

Conforme mostra a Figura de armação de fôrmas no capítulo 3, foi verificado que as mesmas foram produzidas de acordo com o previsto em projeto e apresentaram qualidade satisfatória. O estanqueamento das mesmas estava devidamente bem posicionado, bem como sua rigidez. As peças estruturais que tem o objetivo de ficarem expostas foram medidas antes e depois de fixadas, toda madeira (pinus) estava com a superfície lisa e limpa com sua forma geométrica adequada para os fins até mesmo de acabamento, onde terão vigas e pilares aparente na fachada da obra.

5.2.3 ARMADURA

Em relação as armaduras, pôde-se observar que as mesmas foram empregadas conforme determinação do projeto, de acordo com tamanho, bitola, posição e quantidade, e apresentavam rigidez esperada na montagem. As armaduras não apresentavam oxidação, garantindo uma boa aderência do concreto.

Foi observado também que os caminhos e passarelas foram dispostos de modo que não acarretasse problemas com deslocamento da armadura antes e durante o lançamento do concreto, como previsto na ABNT NBR 14931:2004.

No entanto, não houve uso de nenhum tipo de espaçadores (como mostra o capítulo 4) fato este considerado como negligência na execução da amarração das ferragens, uma vez que os espaçadores garantem o cobrimento do concreto e evitam o contato da armadura com a fôrma. Abaixo a Figura 21 apresenta a forma correta com o uso dos espaçadores.



Figura 21: Espaçadores

DISPONÍVEL EM: (<http://www.concreteshow.com.br/images/Download/JERUEL.jpg>)

5.2.4 ESCORAMENTO

Na obra estudada, pôde-se observar que houve um excesso de escoramento, o que não prejudicaria de forma alguma as estruturas, mas traria prejuízos financeiros, tendo em vista que a compra de eucalipto para obra foi maior que esperada, além de ter o tráfego de pessoas impedido em algumas partes da obra.

Houve a preocupação por parte dos funcionários em fazer um "calçamento" na base dos escoramentos para evitar que se movam, já que o escoramento fazia pressão sobre a terra.

No capítulo 3 foi demonstrado a correta forma de se montar um escoramento com segurança e sem excessos, como rege a ABNT NBR 14931:2004. Ainda de acordo com a norma supracitada alguns cuidados simples mais obrigatórios e de grande eficiência devem ser levados em conta.

São eles:

- Os escoramentos sejam eles de madeiras ou de aço, devem ser bem travados, evitando assim possíveis recalques;
- O tráfego de pessoas deve estar desimpedido;
- Capacidade de suportar as cargas a serem lançadas;
- Base de apoio para o escoramento.

5.2.5 PEDIDO DO CONCRETO

A solicitação do concreto foi feita pela construtora da obra, que fez o pedido de acordo com o projeto. O mesmo especificava somente o *FCK* do concreto. Foi feito o pedido pelo *FCK* e volume de concreto.

A ABNT NBR 7212:2012, destaca que: o concreto deve ser solicitado especificando-se a resistência característica a compressão na idade de controle, a classe de agressividade ambiental, a dimensão máxima característica do agregado graúdo e a classe de consistência do concreto fresco.

Também poderá ser solicitado pelo consumo de cimento por metro cúbico de concreto, a dimensão máxima característica do agregado graúdo e a classe de consistência do concreto fresco (abatimento).

Além destes requisitos o concreto poderá ser solicitado por outras características: tipo de cimento, tipo e teor de aditivo, tipo e teor de adição, relação água e cimento máxima, consumo máximo e mínimo de cimento, teor de ar incorporado, tipo de lançamento, outras características especiais como: tração na flexão, retração, fluência, permeabilidade, módulo de elasticidade ou deformação, temperatura do concreto e outras.

5.2.6 RECEBIMENTO DO CONCRETO

Nesta etapa de concretagem, observou-se uma certa negligência quanto a verificação do concreto solicitado, onde foi conferido apenas o volume do concreto.

De acordo com a norma ABNT NBR 7212:2012, o documento de entrega que acompanha cada remessa de concreto, além dos itens obrigatórios pelos dispositivos legais vigentes, devem conter:

- volume do concreto;
- hora de início de mistura (primeira adição de água)
- classe de consistência ou classe de espalhamento no início da descarga;
- dimensão máxima característica do agregado graúdo;
- resistência característica do concreto a compressão, quando especificada;
- quantidade máxima de água complementar a ser adicionada na obra, retida pela central dosadora;
- código de identificação do traço utilizado na dosagem do concreto.

5.2.7 LANÇAMENTO DO CONCRETO

Conforme visto anteriormente no capítulo 4, o lançamento atendeu aos requisitos legais conforme a ABNT NBR 14931:2004 como:

- O concreto foi lançado o mais próximo da sua posição final;
- Não foi acumulado concreto em nenhum ponto da fôrma;
- Evitou-se a segregação e o acúmulo de água na superfície do concreto;
- Lançou-se em camadas horizontais de 15 a 30 cm, a partir das extremidades em direção ao centro das fôrmas;
- Foi previsto o local de acesso e de posicionamento para os caminhões e bombas;
- Preocupou-se com o estacionamento, próximo à bomba, para dois caminhões-betoneira objetivando o fluxo contínuo de bombeamento;
- Estabeleceu a sequência de concretagem e o posicionamento da tubulação de bombeamento.

5.2.8 ADENSAMENTO

O adensamento foi feito manualmente com barra de madeira por um profissional experiente, que segundo ele tomou alguns cuidados como:

- Evitar a falta, bem como o excesso de vibração;
- Não penetrar muito a barra de madeira para que não movesse as armadura, e para também não quebrar o isopor da laje;
- Iniciou-se o adensamento logo após o lançamento;
- Evitou-se o adensamento a menos de 10 cm da parede da fôrma devido ao aparecimento de bolhas de ar e perda de argamassa;

Em função das informações levantadas nas atividades relacionadas acima e como objetivo desta dissertação, foi proposto a construção de um roteiro de verificações detalhada porém de fácil manuseio, das atividades relacionadas aos serviços preliminares que antecedem a concretagem.

Através deste roteiro de verificações como mostram as Tabelas a seguir, Tabela 9, Tabela 10, Tabela 11 e Tabela 12 é possível identificar a correta execução dos serviços feitos na obra, para que além da qualidade e controle dos serviços, no dia da concretagem não haja ociosidade

por parte da produção, ou tenham que parar a concretagem para efetuar qualquer tipo de reparo. O planejamento prévio evita que as decisões sejam tomadas no canteiro.

Este roteiro foi feito para agregar qualidade as estruturas de concreto, e para se ter uma organização efetiva dentro das construções. Tendo em vista a crescente onda construtiva, o que se espera é qualidade, agilidade e eficiência.

Tabela 9: Roteiro de verificações

ROTEIRO DE VERIFICAÇÕES DE SERVIÇOS			
ANTES DA CONCRETAGEM			
Obra: _____	Local: _____		
Encarregado: _____	Data: _____		
ARMADURAS			
1. Dobramento das barras - Estribos			
Compatibilidade com as dimensões do projeto		sim	não
Compatibilidade com a quantidade especificada		sim	não
Divisão e identificação adequada		sim	não
2. Dobramento das barras longitudinais			
Compatibilidade do comprimento dos ganchos		sim	não
Compatibilidade com a quantidade especificada		sim	não
Divisão e identificação adequada		sim	não
3. Montagem da armadura - Pilares e vigas			
Quantidade, dimensões e espaçamento das barras longitudinais compatível com o projeto		sim	não
Quantidade, dimensões e espaçamento dos estribos compatível com o projeto		sim	não
Limpeza da armadura de espera do pilar		sim	não
4. Montagem da armadura - Lajes			
Compatibilidade e posicionamento das barras (armadura positiva) de acordo com projeto		sim	não
Compatibilidade e posicionamento das barras (armadura negativa) de acordo com projeto		sim	não
5. Amarração correta das barras		sim	não
Observações:			

FONTE: Elaborado pelas autoras do estudo.

Tabela 10: Roteiro de verificações

ROTEIRO DE VERIFICAÇÕES DE SERVIÇOS			
ANTES DA CONCRETAGEM			
Obra: _____		Local: _____	
Encarregado: _____		Data: _____	
FÔRMAS E ESCORAMENTO			
1. Compatibilidade com o material especificado (madeira, metálico, misto)		sim	não
2. Limpeza, rigidez e estanqueidade das fôrmas		sim	não
3. Encaixe das fôrmas		sim	não
4. Interferência da montagem das fôrmas no posicionamento das armaduras			
5. Localização dos topos das fôrmas dos pilares		sim	não
6. Características Geométricas			
Compatibilidade das dimensões internas		sim	não
Prumo e perpendicularidade das faces da fôrma do pilar		sim	não
Alinhamento		sim	não
Nivelamento			
Escoramento das faces		sim	não
Verificação da montagem - amarração e fixação das fôrmas		sim	não
7. Desmoldantes			
Compatibilidade com o produto especificado			
Validade do produto aplicado			
Aplicação correta do produto			
8. Condições de segurança			
Compatibilidade do escoramento especificado (materiais e sistema)		sim	não
Espaçamento entre escoras, travessões e guias		sim	não
Imobilidade do conjunto		sim	não
Observações:			

FONTE: Elaborado pelas autoras do estudo.

Tabela 11: Roteiro de verificações

ROTEIRO DE VERIFICAÇÕES DE SERVIÇOS			
ANTES DA CONCRETAGEM			
Obra: _____		Local: _____	
Encarregado: _____		Data: _____	
ORGANIZAÇÃO CANTEIRO DE OBRAS			
1. Materiais e ferramentas organizados em local de fácil acesso		sim	não
2. Equipamentos de Proteção Individual		sim	não
3. Limpeza do canteiro		sim	não
4. Acesso para o caminhão-betoneira permitindo manobras do caminhão seguinte		sim	não
5. Disponibilidade de local próximo ao canteiro para estacionar o caminhão que estará esperando para descarregar		sim	não
Observações:			

FONTE: Elaborado pelas autoras do estudo.

Tabela 12: Roteiro de verificações

ROTEIRO DE VERIFICAÇÕES DE SERVIÇOS			
EXECUÇÃO DA CONCRETAGEM			
Obra: _____		Local: _____	
Encarregado: _____		Data: _____	
FÔRMAS E ESCORAMENTO			
1. Limpeza das fôrmas		sim	não
2. Molhagem das fôrmas		sim	não
3. Deformações da fôrma			
Distorção angular das fôrmas		sim	não
Empenamentos laterais das fôrmas		sim	não
Observações:			

FONTE: Elaborado pelas autoras do estudo.

6 CONCLUSÃO

Neste trabalho foi apresentado um embasamento teórico e um estudo de caso sobre o controle tecnológico da concretagem, abordando os serviços preliminares onde verificou-se sua importância para garantia da qualidade final de uma estrutura.

Somente pode ser liberada para execução depois de verificado se as fôrmas estão firmes e limpas, se as armaduras estão corretamente dispostas e se as instalações embutidas estão devidamente posicionadas e os demais requisitos citados neste trabalho estejam liberados.

A inexatidão que acontecer neste período (concretagem) de construção, poderá originar alguns prejuízos futuros, e a reversão de patologias nestes casos, podem ser onerosa tanto para a construtora quanto para o responsável técnico. Por isso é de extrema importância o seu estudo e cuidado. Executando um bom controle tecnológico e tendo qualidade nos serviços pode-se ter com certeza uma obra com a qualidade desejada.

Dentro deste contexto, e de acordo com o que foi proposto nos objetivos deste trabalho, foi elaborado um roteiro de concretagem detalhado que reúne um conjunto de serviços e verificações para serem executados antes e durante a concretagem, para assegurar à qualidade da estrutura, evitando que se tomem decisões no canteiro de obras. Além disso, o planejamento coeso dos serviços de concretagem proporcionam um melhor aproveitamento dos recursos da construção. Resultando em uma maior produtividade, melhores resultados quanto à qualidade através do controle tecnológico e entrega nos prazos preestabelecidos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABESC, Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem do Brasil. São Paulo, 2007. Disponível em <http://www.abesc.org.br/assets/files/manual-cdc.pdf>. Acesso em 15 de junho de 2016

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND- 2002. Disponível em http://www.abcp.org.br/cms/wp-content/uploads/2016/05/BT106_2003.pdf. Acesso em 20 de outubro de 2016.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015. Preparo, controle, recebimento e aceitação do concreto. NBR 12655.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT NBR 14931:2004, dispõe sobre Execução de estruturas de concreto – Procedimento.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT NBR 6118:2014, Resistência à compressão.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT NBR 5739:2007, Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT NBR 15575:2013, Desempenho de edificações habitacionais.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT NBR 7211:2009, Agregados para concreto - Especificação.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT NBR 7212:2012, Execução de concreto dosado em central — procedimento.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT NBR 12284:1991- Áreas de vivência em canteiros de obras - procedimento

CAMPOS, Manoel; MARCHETTI, Osvaldemar. Concreto Armado Eu Te Amo. Vol 2. São Paulo.

Editora Blucher, 2015.

CHUST, Roberto; RODRIGUES, Jasson. Cálculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado. 4ªed. Editora EdUFSCar, 2014

GIL, A. C.; Método e técnicas de pesquisa social. 5ª Ed. São Paulo. Editora Atlas S.A. 1999.

LAPORTE, Paulo. Materiais de Construção. Normas, Especificações, Aplicação e Ensaio de Laboratório. São paulo. Editora Pini Ltda, 2012.

LOTURCO, Bruno. Construção passo a passo. Vol 1. São Paulo. Editora Pini Ltda, 2009.

LOTURCO, Bruno. Construção passo a passo. Vol 3. São Paulo. Editora Pini Ltda, 2012.

LOTURCO, Bruno. Disponível em <http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/51/control-tecnologico-de-concreto-283306-1.aspx>. Acesso em 24 de setembro de 2016.

MARIANE, Aline. O Controle Tecnológico do Concreto- Mercado Corporação. Disponível em <http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/136/artigo299747-1.aspx>. Acesso em 11 de junho de 2016.

OBATA, S.H. Organização básica do serviço de concretagem das estruturas de concreto. Exata, São Paulo, v.5.2007.

PACHECO, Jéssica; HELENE, Paulo. Boletim técnico - Controle da resistência do concreto. ALCONPAT internacional, México, 2013.

THOMAZ, Ercio. Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção. São Paulo. Editora Pini Ltda.2001.

ANEXO A PLANTA BAIXA

ANEXO B PLANTA DE FÔRMA