

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DAS CONSTRUÇÕES E ESTRUTURAS

VICTOR LANGFORD DOCKHORN

O CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO NA CIDADE DE SÃO LUÍS - MA:
estudo de caso

São Luís
2016

VICTOR LANGFORD DOCKHORN

O CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO NA CIDADE DE SÃO LUÍS - MA:
estudo de caso

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil da Universidade
Estadual do Maranhão para obtenção do grau
de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Esp. João Aureliano de Lima
Filho

São Luís
2016

Dockhorn, Victor Langford

O controle tecnologico do concreto na cidade de São Luis (MA): estudo de caso. / Victor Langford Dockhorn. – São Luís, 2016.
69 f.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão, 2016.

Orientador: Prof. João Aureliano de Lima Filho

1. Concreto. 2. Controle tecnológico. 3. Qualidade. I. Título.

CDU:691.32:005.6(812.1)

VICTOR LANGFORD DOCKHORN

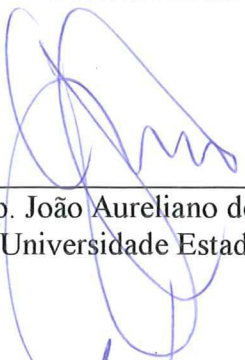
**O CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO NA CIDADE DE SÃO LUÍS (MA):
ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil da Universidade
Estadual do Maranhão para obtenção do grau
de Bacharel em Engenharia Civil.

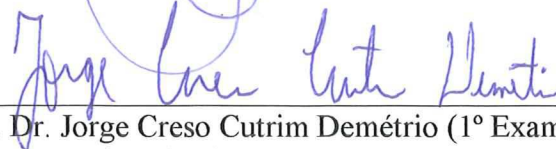
Orientador: Prof. Esp. João Aureliano de Lima
Filho

Aprovado em: 15 / 12 / 2016

BANCA EXAMINADORA



Prof. Esp. João Aureliano de Lima Filho (Orientador)
Universidade Estadual do Maranhão



Prof. Dr. Jorge Creso Cutrim Demétrio (1º Examinador)
Universidade Estadual do Maranhão



Prof. Msc. Airton Egydio Petinelli (2º Examinador)
Universidade Estadual do Maranhão

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, por me dar saúde e força para que eu pudesse realizar esse sonho de me formar Engenheiro Civil.

Aos meus pais, Celso Dockhorn e Deborah Langford, por me darem todo o suporte na minha educação, priorizando sempre os meus estudos e dos meus irmãos.

Aos meus irmãos, Guilherme Langford e Julia Langford, por estarem sempre na minha companhia. Ao meu irmão Celso Dockhorn, que mesmo morando no exterior, se faz sempre presente.

Aos meus amigos de sala que foram essenciais nessa trajetória por todos os estudos compartilhados ao longo do curso, em especial: Caique Reis, Eugênio Simão, Bruno Henrique, José Nilton Santos, Pedro Henrique, João Marinho, Rogério dos Santos, João Victor Pestana, João Victor Barbosa, Lucas Gabriel, Victor Hugo, Paulo Casé, Gustavo Beckman, Hugo Leonardo, Roberto Lázaro.

E à Universidade Estadual do Maranhão, por todo o suporte que me concedeu nesses cinco anos de curso.

RESUMO

A certificação da qualidade dos materiais é de grande relevância na construção civil, consistindo, basicamente, num conjunto de técnicas operacionais e atividades desenvolvidas com o intuito de garantir que o produto final atenda aos requisitos da qualidade que lhe são impostos por especificações previamente estabelecidas. O enfoque principal deste trabalho consiste na garantia do controle tecnológico do serviço de concreto de cimento Portland na construção civil, a partir dos ensaios laboratoriais e ensaios não destrutivos que constam nas suas respectivas normas. Como parte de sua metodologia, o presente trabalho foi feito com base em conceitos bibliográficos e em um estudo de caso em empresas construtoras e em obras localizadas na capital maranhense. Utilizando entrevistas como principal recurso de coleta de dados, a finalidade do estudo é verificar se o controle tecnológico do concreto é realizado corretamente nas obras do estudo de caso. E, com o trabalho desenvolvido, identifica-se que raramente esse controle é executado, refletindo em riscos para a segurança da obra, a sua qualidade e a durabilidade da mesma.

Palavras-chave: Concreto. Controle Tecnológico. Qualidade.

ABSTRACT

The certification of materials quality is very relevant in the civil construction. Basically, it is a group of operational techniques and activities developed in order to be guarantee that the last product attends the requirements of quality requested by specifications pre-established. The main goal of this job is the guarantee of quality control of the concrete of Portland cement in the civil construction. It is going to be done through laboratories test and non-destroyed test that are in the concrete norm. As part of the methodology, this job has its base from bibliographic concepts and a case of study in construction companies and constructions located in the capital of Maranhao. Using interviews as the main resource of data collection, the goal of this study is to verify if the quality control of concrete is well done in the constructions of the case of study. After this job, it is identified that this control is rarely done. This situation reflects risks to the security of the constructions as well as to its quality and durability.

Keywords: Concrete. Quality Control. Quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de abordagem por processos da ISO	19
Figura 2 - Modo de armazenamento do cimento Portland	27
Figura 3 - Modo de armazenamento dos agregados	31
Figura 4 - Peneiras e Tubo de Chapman	32
Figura 5 - Relação água/cimento x Resistência à compressão do concreto	33
Figura 6 - Fluxograma de aceitação da água para amassamento do concreto	35
Figura 7 - Caminhão betoneira acoplado à bomba estacionária	40
Figura 8 - Controle Tecnológico: as responsabilidades da cadeia	42
Figura 9 - Concreto coeso e concreto não coeso	44
Figura 10 - Equipamentos para a realização do ensaio do Slump Test	45
Figura 11 - Operacionador adensando o concreto	45
Figura 12 - Retirada do molde do corpo de prova	46
Figura 13 - Medição do abatimento do concreto	47
Figura 14 - Moldes cilíndricos 10x20 cm	48
Figura 15 - Adensamento com 12 golpes na camada de concreto	49
Figura 16 - Moldagem dos corpos de prova cilíndricos	49
Figura 17 - Rompimento do corpo de prova	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Conjunto de peneiras das séries normais e intermediárias	30
Tabela 2 - Ensaio químicos feitos na água.....	34
Tabela 3 - Classificação dos aditivos em função da redução de água.....	36
Tabela 4 - Parâmetros e limites para caminhões betoneiras.....	41
Tabela 5 - Classificação das consistências do concreto	44
Tabela 6 - Tolerância para idade de ensaio	50
Tabela 7 - Coeficiente d_2	51
Tabela 8 - Procedimentos para a garantia de qualidade do concreto de cimento Portland	54
Tabela 9 - Obras complementares	56

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
CREA – RS	Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Rio Grande do Sul
CP I	Cimento Portland comum
CP I-S	Cimento Portland comum com adição
ISO	International Organization for Standardization
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat
pH	Potencial Hidrogeniônico
PMCMV	Programa Minha Casa Minha Vida
PSQ	Programa Setorial de Qualidade
Rpm	Rotação por minuto
SiAC	Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil
SiMaC	Sistema de Qualificação de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivo
SiQ	Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras
UEMA	Universidade Estadual do Maranhão

LISTA DE ABREVIATURAS

cm	Centímetros
cm ³ /kg	Centímetros cúbicos/quilo
g/kg	Gramma/quilo
H	Horas
kg	Quilograma
L	Litro
m ³	Metros cúbicos
mm	Milímetros
Mpa/s	Mega Pascal/segundo

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
Π	Pi
$^{\circ}\text{C}$	Graus Celsius
μm	Micrômetro
Σ	Somatório

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	JUSTIFICATIVA	15
1.2	OBJETIVOS	16
1.2.1	Objetivo Geral	16
1.2.2	Objetivos Específicos	16
2	MODELOS DE CONFORMIDADES.....	17
2.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	17
2.2	ISO 9000.....	18
2.3	SiAC/PBQP-H.....	21
2.3.1	Processo de Aquisição	22
2.3.2	Informações para aquisição	22
2.3.3	Verificação do produto adquirido.....	23
2.3.4	Identificação e rastreabilidade do Produto	23
2.3.5	Preservação do Produto	23
2.3.6	Inspeção e Monitoramento do Produto	24
3	CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND	25
3.1	CIMENTO PORTLAND	26
3.1.1	Armazenamento.....	26
3.1.2	Inspeção	27
3.1.3	Ensaio.....	28
3.1.4	Aceitação e Rejeição	29
3.2	AGREGADOS	29
3.2.1	Inspeção	30
3.2.2	Armazenamento.....	31
3.2.3	Amostragem e Ensaio	31
3.2.4	Aceitação e Rejeição	33
3.3	ÁGUA	33
3.3.1	Armazenamento.....	34
3.3.2	Inspeção	34
3.3.3	Ensaio	34
3.3.4	Aceitação da Água	34
3.4	ADITIVOS	36

3.4.1	Armazenamento	37
3.4.2	Inspeção	37
3.4.3	Ensaio	38
3.4.4	Aceitação e Rejeição	38
4	CONCRETO DOSADO EM CENTRAL.....	39
4.1	PEDIDO DO CONCRETO	40
4.2	TRANSPORTE E LANÇAMENTO DO CONCRETO	40
4.3	CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO	41
4.3.1	Ensaio de Abatimento do Tronco de Cone (<i>Slump Test</i>).....	43
4.3.2	Ensaio de Compressão de Corpos de Prova Cilíndrico	47
4.4	ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO DO CONCRETO	52
5	ESTUDO DE CASO.....	54
5.1	PROCEDIMENTOS ADOTADOS PELAS EMPRESAS CONSTRUTORAS	55
5.1.1	Empresa Construtora A	55
5.1.2	Empresa Construtora B	55
5.2	OBRAS COMPLEMENTARES	56
5.3	PERGUNTAS EM ENTREVISTAS.....	57
5.4	RESULTADO DA PESQUISA	57
5.4.1	Da Empresa Construtora A	57
5.4.2	Da Empresa Construtora B	59
5.4.3	Obra A - Laboratório	60
5.4.4	Obra B – Condomínio Residencial.....	60
5.4.5	Obra C – Ampliação de Supermercado.....	60
5.4.6	Obra D – Ampliação de Estacionamento	61
5.4.7	Obra E – Ponto Comercial.....	61
5.4.8	Obra F – Prédio Comercial.....	62
5.4.9	Obra G – Prédio Comercial	62
5.4.10	Obra H – Prédio Comercial.....	63
6	CONCLUSÃO	64
	REFERÊNCIAS	66

1 INTRODUÇÃO

O Brasil vive atualmente uma crise econômica aguda em que a área da engenharia civil é uma das mais afetadas. Grandes construtoras estão cortando gastos e demitindo funcionários a fim de amenizar os custos e tentar se manter no mercado.

A rentabilidade do setor da construção civil sofreu queda de 11,2% em 2013 para 2,3% em 2014 e, diante deste cenário, “muitas empresas ficarão pelo caminho, mas mesmo as outras companhias terão até cinco anos difíceis pela frente”, como afirma Claudio Porto, presidente da consultoria Macroplan (AMORIM, 2015).

Com a rentabilidade caindo, construtoras estão pesquisando meios para mudar esse cenário dramático. Desta forma, tem-se que:

Na busca de elevados níveis de qualidade e produtividade, as empresas vêm empreendendo grandes esforços para continuarem competitivas em um mercado cada vez mais concorrido. Atualmente o Brasil passa por grandes transformações seguindo as tendências mundiais na era da globalização e abertura de fronteiras. As empresas por menores que sejam, buscam espaço nesse novo ambiente; cientes de que a competição é acirrada e que a sobrevivência vai depender fundamentalmente do esforço e da qualificação das pessoas que fazem parte da gestão de cada organização (CAMFIELD, POLACINSKI e GODOY, 2006, p. 01).

Uma boa gestão de qualidade significa uma melhoria em vários setores das empresas, como por exemplo, redução nos seus custos, aumento da produtividade, diminuição de desperdícios, satisfação dos clientes, aperfeiçoamento do *marketing*, obtendo assim, uma boa vantagem no mercado. Outra melhoria é no controle da qualidade dos materiais utilizados na obra, sendo o foco deste estudo a qualidade do serviço de concreto de cimento Portland.

Na construção civil, o movimento da qualidade com as empresas se iniciou em 1994, por meio de um programa de capacitação de empresas construtoras em gestão da qualidade voltado para pequenas e médias empresas (OHASHI e MELHADO, 2004). Diversas empresas passaram a adotar sistemas de gestão da qualidade como o PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat) e outros programas, dentre eles a norma ISO 9001.

Para que um controle de qualidade seja eficiente, deve-se estar atento não somente às etapas de execução, mas também com a produção e aquisição dos materiais de construção. Estudos do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (BRASIL, 2003) comprovam que a construção civil ainda não conseguiu atingir um nível satisfatório de gestão de qualidade. Um desses fatores é a ocorrência de graves problemas de qualidade dos materiais de construção utilizados em obras. Por esse motivo, muitos problemas estruturais e

patologias de edifícios estão ocorrendo no Brasil, problemas que estão se multiplicando ao longo dos anos, fragilizando a credibilidade do setor.

Segundo Cunha, Souza e Lima (1996), os sinistros de uma obra podem decorrer de qualquer uma das atividades intrínsecas ao processo genérico chamado de “construção civil”, processo este que estes autores dividem em três etapas: concepção, execução e utilização da obra. Esses autores destacam que muitos dos problemas podem ocorrer da falta de capacitação técnica da mão-de-obra envolvida no processo de execução, a utilização de materiais de baixa qualidade, a fadiga dos materiais ocasionados pela ação do tempo e por ações externas, como choques, ataques químicos, físicos e biológicos relativos ao ambiente.

Segundo abordagens de Feigenbaum (1994) apud Melichar (2013, p. 05), “qualidade é a correção dos problemas e de suas causas ao longo de toda a série de fatores relacionados com *marketing*, projetos, engenharia, produção e manutenção, que exercem influência sobre a satisfação do usuário”. Por esses motivos, a busca pela qualidade dos materiais de construção é de grande relevância na engenharia civil.

Um serviço de grande importância para a qualidade de uma obra é o concreto de cimento Portland e, diante disso, o seu controle tecnológico é essencial para assegurar a segurança e durabilidade da obra. A evolução do controle tecnológico se deu juntamente com a busca da qualidade na Construção Civil que, por sua vez, foi incentivada pela globalização. Porém, apesar da relevância do controle desse serviço, muitas empresas construtoras não o realizam.

Após contextualização, apresenta-se que a metodologia adotada neste trabalho consistiu em coletar dados através de entrevistas, adotando como amostra empresas construtoras e obras da construção civil na cidade de São Luís - MA, para identificar se estas realizam e como realizam o controle tecnológico do concreto. A pesquisa ocorreu em duas etapas: a primeira foi uma revisão bibliográfica, buscando teses e artigos, que abordem sobre o tema analisado; e a segunda etapa foi uma pesquisa de campo, em que foram realizadas entrevistas em construtoras e algumas obras pela cidade.

O presente estudo é composto por cinco capítulos, estruturados da seguinte forma: a introdução que é este primeiro capítulo; no segundo capítulo são apresentados os modelos de conformidades ISO 9001 e o PBQP-H que auxiliam na melhora da qualidade das empresas construtoras, trazendo diversos benefícios para estas empresas, ajudando na confiança dos seus clientes com as mesmas. O terceiro capítulo aborda sobre o concreto de cimento Portland, tratando sobre os materiais que compõem o mesmo e o concreto dosado em central,

focando nos ensaios que devem ser feitos para a verificação de suas especificações exigidas no projeto.

Em acréscimo, o quarto capítulo é a apresentação do estudo de caso, que resultou nos dados necessários através da realização de entrevistas em empresas construtoras e obras da cidade de São Luís – MA, sobre o controle tecnológico do concreto que cada uma aplica em suas obras ou a ausência desse controle. Por fim, são feitas as conclusões, analisando o resultado do estudo.

1.1 JUSTIFICATIVA

O tema escolhido se justifica pela situação econômica atual do Brasil e a crise na área da engenharia civil. Gastos estão sendo reduzidos pelas empresas, mas alguns destes podem acarretar em graves consequências, como comprar materiais ou serviços de construção baratos, que podem significar de baixa qualidade, fora das propriedades satisfatórias, ocasionando patologias nas obras.

A partir destas considerações, este estudo tem a finalidade de questionar: as construtoras de São Luís do Maranhão possuem um controle tecnológico do concreto que utilizam em suas obras?

É fundamental ter conhecimento sobre o entendimento do concreto, suas propriedades, modo de aplicação adequado, pois estas são um dos maiores causadores de patologias em obras. Assim, saber exatamente as informações técnicas do produto para aquilo que se deseja utilizar é de grande relevância para sua perfeita utilização.

Vale ressaltar que os produtos que formam o concreto, por muitas vezes, podem não passar por testes em laboratórios para que seja avaliado se suas propriedades estão de acordo com as normas estabelecidas. Visando isto, um ponto importante da metodologia de pesquisa deste trabalho é a realização de entrevista em construtoras e com responsáveis técnicos de obras na capital maranhense, para obter informações sobre as metodologias utilizadas por estes para a realização do controle tecnológico do concreto utilizado em suas obras.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Considerando a importância do controle tecnológico do concreto, que abrange ensaios específicos para garantir a segurança e durabilidade na construção civil, este trabalho tem como objetivo geral identificar se ocorre e como ocorre esse controle na cidade de São Luís – MA.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Apresentar a norma ISO 9001 e PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat), enfatizando a importância e a contribuição destes para assegurar a qualidade de uma empresa;
- Apresentar o serviço de concreto de cimento Portland, destacando o concreto usinado, a forma de fazer o pedido, transporte e lançamento, o controle tecnológico e aceitação e rejeição do mesmo;
- Identificar os tipos de metodologias utilizadas por atuantes da engenharia civil na cidade de São Luís - MA para a realização do controle tecnológico do concreto em suas obras.

2 MODELOS DE CONFORMIDADES

2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O Brasil vive atualmente uma grande crise econômica, acirrando ainda mais a concorrência existente no mercado da indústria da engenharia civil. Nas últimas décadas, um número crescente de empresas no mundo vem adotando sistemas de gestão, baseados em normas que são aceitas internacionalmente, com objetivos de propiciar melhores condições competitivas e garantir a sua permanência no mercado (RENZI e CAPPELLI, 2000).

Segundo Puri (1994), os benefícios atingidos pela certificação são as reduções de custos de produtos defeituosos, além da organização na produção. As construtoras precisam reduzir os custos de construção e, ao mesmo tempo, manter um nível operacional elevado para condizer às exigências do mercado dentro de um contexto de elevada competitividade. Para isso, de acordo com Cardoso (1993), as construtoras precisam não somente mudar o processo técnico de construção, mas também passar por reestruturação organizacional.

Nesse sentido, vale expor que, para Andery e Lana (2002), a introdução de novos modelos de conformidade nas empresas construtoras, que entendem a qualidade dos seus serviços como um diferencial perante seus concorrentes, é consequência de uma série de fatores que caracterizam a atual conjuntura de mercado da construção civil brasileira, em especial o subsetor dedicado às edificações.

A implantação de um sistema de gestão da qualidade dentro de uma empresa significa um interesse cada vez mais desta pela melhoria do seu produto oferecido, além da especialização de seus trabalhadores e a possibilidade de otimização de diversos processos dentro da organização, resultando para si uma maior organização, produtividade e credibilidade, aumentando sua competitividade no mercado.

Para que uma gestão de qualidade seja eficaz, as empresas precisam ter claros os objetivos que desejam alcançar para, a partir disso, fazer uma reestruturação do trabalho, tentando ao máximo aperfeiçoar a relação entre os recursos humanos e a tecnologia, melhorando a qualidade de seus produtos.

Com isso, as empresas estão buscando os modelos de conformidade afim de melhorar na qualidade de seus serviços. A família ISO 9000 veio transformar definitivamente o conceito de qualidade, consolidando-a em todos os processos de produção.

2.2 ISO 9000

O grupo de normas ISO 9000 foi criada por um comitê técnico da Organização Internacional de Normalização (*International Organization for Standardization*) a fim de elaborar normas voltadas aos sistemas da qualidade, uniformizando conceitos, padronizando os modelos para a garantia da qualidade e fornecendo orientações para que sistemas de gestão da qualidade sejam implantados em organizações (MEKBEKIAN, 1997, apud COSTA, 2001).

No Brasil, as normas da série ISO 9000 são editadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que é uma sociedade privada, que tem como associados pessoas físicas e jurídicas, sem fins lucrativos, e reconhecida pelo governo brasileiro como o foro de normalização.

A implantação de um sistema de qualidade dentro de uma empresa, neste caso a certificação ISO 9000, auxilia no gerenciamento dos processos e atividades, através da documentação de formulários e registros para assegurar a existência de um controle na forma de como a organização conduz seu negócio (MELLO et al., 2009). Além dessas vantagens, Rothery (1995, p. 06) acrescenta que:

A característica mais marcante da ISO 9000, no gerenciamento, não se restringe apenas em fornecer automaticamente controles para assegurar qualidade da produção e expedição, mas também, em reduzir desperdícios, tempo de paralisação da máquina e ineficiência da mão de obra, provocando, por conseguinte, aumento da produção.

Esta série de normas estabelece requisitos que auxiliam a melhoria dos processos internos, melhorando também o sistema de gestão de qualidade, aplicando-se em diversos campos, como os materiais de construção. Com isso, a ISO 9000 faz com que os clientes se sintam mais seguros e confiáveis à capacidade dos fornecedores, fator muito importante na construção civil. Uma representação esquemática da estrutura conceitual da ISO 9001 é mostrada na Figura 1:

Figura 1 - Modelo de abordagem por processos da ISO



Fonte: ABNT (2008)

Nota-se que a série da ISO está estruturada em um ciclo de quatro grandes conjuntos em que o cliente tem grande influência. O conjunto “Realização do produto” é o foco da norma, em que os requisitos dos clientes agregam valor diretamente neste. Na “Responsabilidade da administração” serão traçados os objetivos dessa gestão de qualidade, a política da qualidade da empresa e a forma de implementação dessa gestão. A “Gestão de recursos” refere-se ao planejamento de como será utilizado os recursos para se tornar viável à realização do produto e a operação do sistema de qualidade. E a “Medição, análise e melhoria” é o processo para satisfazer cada vez mais os clientes com a consequente melhoria contínua do produto final.

Pode-se perceber que o cliente é a base do sistema, influenciando tanto na entrada quanto na saída deste, entendendo “cliente” como consumidor do produto. Desta forma, os resultados do processo produtivo devem ser confrontados com as expectativas dos clientes, previamente definidas.

Atualmente a qualidade vem sendo uma variável estratégica de elevada importância para o desenvolvimento do setor da construção civil. Tendo em vista a globalização e o aumento da concorrência, a certificação e a implementação de Sistemas de Gestão da Qualidade podem ser consideradas fundamentais para a competitividade e para o

bom funcionamento das empresas que atuam nesse setor. Partindo-se desse princípio, destaca-se que:

[...] a indústria da construção civil brasileira clama por melhoria na sua qualidade e produtividade, julga-se necessário que seja feito um diagnóstico de situação vigente das organizações do referido setor, tomando-se por base os requisitos de sistema de gestão da qualidade estabelecidos em normas e programas de qualidade (FERREIRA e GIACOMITTI JUNIOR, 2007, p. 60).

Porém, a certificação ISO 9000, para alguns autores, não leva à qualidade necessária. Segundo Andery e Lana (2002), algumas construtoras estão levando como fatores de incentivo para a implantação do sistema de gestão de qualidade as exigências de órgãos públicos de financiamento ou de empresas públicas contratantes e, em segundo e terceiro lugar, respectivamente, a melhoria do sistema gerencial e aumento da competitividade.

Para Roesch (1994, p. 60), existe o questionamento “a utilização do padrão ISO 9000 é necessária e suficiente para atingir a qualidade total?”. Esta autora entra em dois debates para resolver essa questão: o primeiro é de que a ISO 9000 tem sido implantada erroneamente, em que as empresas só estão interessadas em atingir a certificação e não em implementar os sistemas de qualidade de maneira adequada; o segundo é em relação à própria natureza conceitual da ISO 9000, em que, para esta autora, é muito limitado para levar a qualidade total.

Com relação à implementação da ISO 9000, Hutchins (1992) apud Roesch (1994) afirma que as companhias que adotam uma visão positiva encaram o padrão como uma guia para revisar seus sistemas internos e resolver suas deficiências. Por outro lado, as empresas que estão só interessadas na certificação, tomam várias atitudes negativas na implantação da ISO 9000 como a falta de entusiasmo e as ações tomadas para atingir a certificação serão as mínimas possíveis. A organização estará operando dois sistemas, sendo uma para apresentar ao auditor e outra que realmente ocorre.

Essa situação gera uma relação negativa com a qualidade, tornando-se seu sistema ineficaz, sem atingir benefício algum. Já em relação ao conceito da ISO 9000, Roesch (1994, p. 17) afirma que “se a introdução da ISO 9000 for feita isoladamente de outras iniciativas de qualidade na empresa, terá efeito limitado em termos de resultado”.

2.3 SiAC/PBQP-H

O Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil – SiAC é um dos projetos propulsores do PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat), que é o resultado da revisão e ampliação do antigo SiQ (Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras). Esse programa do Governo Federal tem como meta organizar o setor da construção civil em torno da melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva, através da qualificação de construtoras, mão de obra, materiais de construção e serviços.

O SiAC possui caráter nacional único, evolutivo e proativo, cujos os requisitos dos sistemas de gestão da qualidade das empresas devem atender a referenciais normativos adaptados às diferentes especialidades técnicas e subsetores da Construção Civil envolvidos na produção do *habitat* (BRASIL, 2012). Segundo o Ministério das Cidades, o SiAC tem como objetivo:

[...] avaliar a conformidade de sistemas de gestão da qualidade em níveis ou estágios definidos conforme a especialidade técnica das empresas do setor de serviços e obras atuantes na construção civil, visando contribuir para a evolução da qualidade, produtividade e sustentabilidade no setor (BRASIL, 2012, p. 02).

Para a avaliação dessa conformidade, são feitas auditorias de certificação, em que a auditoria é realizada para o nível ou estágio de certificação pertinente (nível A, nível B, nível C e nível D) para a verificação da conformidade do sistema de gestão da qualidade da empresa, contemplando todos os requisitos e aspectos regimentais do nível ou estágio em avaliação, para a especialidade técnica e subsetor do SiAC considerados (BRASIL, 2012)

Deve-se salientar que as empresas construtoras que aderem ao PBQP-H, além do objetivo de organizar a empresa em torno da melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva, através da qualificação, estas também visam a possibilidade de conquista de financiamentos em instituições de créditos públicas como a Caixa Econômica Federal e, conseqüentemente, a participação do programa “Minha Casa, Minha Vida”, pois esse órgão público têm o PBQP-H como pré-requisito para concessão de benefícios.

A seção 7.4 do anexo III do manual do PBQP-H descreve os procedimentos importantes da gestão de qualidade aos materiais e serviços de construção na operação de aquisição destes, dividindo-se da seguinte maneira:

- a) Seção 7.4.1. Processo de aquisição;
- b) Seção 7.4.2. Informações para aquisição;

c) Seção 7.4.3. Verificação do produto adquirido.

2.3.1 Processo de Aquisição

Segundo a seção 7.4.1 do anexo III do manual do PBQP-H, “a empresa construtora deve assegurar que a compra de materiais e a contratação de serviços estejam conforme com os requisitos especificados de aquisição” (BRASIL, 2012, p. 13). Isso inclui serviços controlados, serviços laboratoriais, serviços de projeto e serviços que a construtora considerar como críticos para o atendimento das exigências do cliente.

Ainda nessa seção é afirmado que o tipo e a rigorosidade do controle aplicado ao fornecedor e ao produto adquirido devem depender diretamente da importância do produto adquirido para assegurar a qualidade da obra durante a etapa de execução ou no produto final (BRASIL, 2012).

A seção 7.4.1.1 do anexo III deste manual aborda sobre o processo de qualificação de fornecedores. É afirmado que as empresas precisam ter muito cuidado quando escolher os seus fornecedores, precisando qualificar e pré-avaliar estes, considerando a capacidade desse fornecedor em atender os requisitos especificados no documento de aquisição, sua formalidade e legalidade em atendimento à legislação vigente (BRASIL, 2012). Porém, existem exceções destacadas a seguir:

Poderá ser dispensada do processo de qualificação a empresa considerada qualificada pelo Programa Setorial da Qualidade (PSQ) do Sistema de Qualificação de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos (SiMaC) do PBQP-H, para o produto-alvo do PSQ a ser adquirido (BRASIL, 2012, p. 14).

2.3.2 Informações para aquisição

A seção 7.4.2 do anexo III do manual do PBQP-H descreve que a empresa construtora deve se assegurar que os documentos de contratação de serviços, de compra de materiais de construção e de serviços laboratoriais venham com o máximo de informações e especificações técnicas possíveis, descrevendo claramente o que está sendo contratado, para que não ocorra nenhum erro por parte do fornecedor (BRASIL, 2012)

2.3.3 Verificação do produto adquirido

A seção 7.4.3 do anexo III do manual do PBQP-H descreve que a empresa construtora deve implementar uma inspeção dos materiais adquiridos para certificar que os requisitos de aquisição especificados estejam corretos. Esta seção também descreve que a empresa deve estabelecer procedimentos de inspeção de recebimento para todos os materiais e serviços de execução controlados (BRASIL, 2012).

2.3.4 Identificação e rastreabilidade do Produto

A seção 7.5.3.1, do anexo III do manual do PBQP-H, descreve que, quando apropriado, a construtora deve identificar os produtos a partir do recebimento e ao longo de todo o processo executivo, tendo por objetivo garantir a compatibilidade entre projetos, produtos, serviços e registros gerados, evitando erros (BRASIL, 2012)

A mesma seção estabelece que deve ser feito um parecer indicando a situação dos produtos com relação às inspeções e aos ensaios feitos, assinalando a conformidade ou não conformidade dos mesmos em relação às exigências especificadas. Antes de ser feito esse procedimento, a construtora deve assegurar que nenhum material controlado seja empregado por ela ou por empresas subcontratadas. Caso seja necessário utilizar um material antes desse procedimento de controle, o mesmo deve ser formalmente identificado para possível rastreamento se necessária a realização de correções no caso do não atendimento das especificações (BRASIL, 2012).

Com isso, a seção 7.5.3.2 da seção III do manual do PBQP-H descreve que a construtora deve garantir a rastreabilidade do material dos locais de cada lote para os materiais controlados cuja qualidade não possa ser assegurada por meio de medição e monitoramento realizados antes da sua aplicação (BRASIL, 2012).

2.3.5 Preservação do Produto

A seção 7.5.5 da seção III do manual do PBQP-H descreve que a construtora deve se certificar que os materiais estão com a correta identificação, manuseio, estocagem e condicionamento, preservando a conformidade do material em todas as etapas de execução, para que não ocorram erros. A seção ainda afirma que esse procedimento deve ser feito não

importando se esses materiais estão sob responsabilidade da construtora ou de empresas terceirizadas (BRASIL, 2012).

2.3.6 Inspeção e Monitoramento do Produto

A seção 8.2.4 do anexo III do manual do PBQP-H descreve que a construtora deve documentar todos os procedimentos de inspeção e monitoramento das características dos materiais controlados a fim de verificar a conformidade com o pedido. As liberações dos materiais não devem prosseguir até que todas as providências sejam concluídas e satisfatórias (BRASIL, 2012).

3 CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND

O concreto é um dos serviços mais importantes na engenharia civil. Segundo Mehta e Monteiro (2008), dentre as várias características que justificam o fato do concreto ser o serviço de construção mais utilizado no mundo depois da água, pode-se citar:

- a diversidade de aplicação (edifícios, obras de infraestrutura, etc.);
- a resistência do concreto à água (caixas d'água, barragens, represas, canais, pavimentos, estruturas etc.);
- a excelente moldabilidade dada pela consistência plástica no estado fresco do concreto, que facilita a obtenção de infinitas formas e tamanhos de elementos estruturais; e
- a facilidade de obtenção e o baixo custo do material.

Segundo a NBR 12655/2015, o concreto de cimento portland é o material formado pela mistura homogênea de cimento, agregado miúdo e graúdo e água, com ou sem a incorporação de aditivos, que desenvolve suas propriedades pelo endurecimento da pasta de cimento (cimento e água) (ABNT, 2015).

O concreto possui a função mais importante em construções civis, que é a de resistir a esforços. Por esse motivo, sua preparação precisa de todo um cuidado especial, devendo o construtor definir todas as características e propriedades de maneira explícita, antes do início das operações de concretagem.

Conforme a NBR 12655/2015, o armazenamento dos materiais do concreto deve ser feito em locais de modo a não permitir a contaminação por elementos indesejáveis, evitando alterações e mistura de componentes com características e de procedências diferentes (ABNT, 2015). Cada um desses materiais deve ser identificado durante o armazenamento, diferenciando pela classe ou graduação de cada um deles. Os documentos que comprovam a origem e as características dos materiais devem permanecer arquivados, pelo período de cinco anos.

O concreto pode ser preparado pelo construtor da obra ou por empresas de serviços de concretagem. Segundo a NBR 12655/2015 caso o preparo do concreto seja realizado pelo construtor da obra, este tem responsabilidade sobre cada etapa de preparo que são (ABNT, 2015):

- caracterização dos materiais componentes do concreto;
- estudo de dosagem do concreto;

- ajuste e comprovação do traço de concreto;
- elaboração do concreto

De acordo com a mesma norma, o profissional responsável pela execução da obra tem a responsabilidade desde a escolha da dimensão máxima dos agregados e do tipo de cimento que irão ser utilizados no preparo do concreto, o modo de execução do concreto, escolha do tipo de concreto e sua consistência, tendo por obrigação atender a todos os requisitos de projeto, inclusive quanto à escolha dos materiais a serem utilizados. Tem o dever de inspecionar o recebimento e aceitação do concreto, levando em consideração as peculiaridades dos materiais e as condições de temperatura ambiente.

3.1 CIMENTO PORTLAND

Segundo a NBR 5732/1991 o cimento portland comum é um aglomerante hidráulico obtido pela moagem de clínquer Portland ao qual se adiciona, durante a operação, a quantidade necessária de uma ou mais formas de sulfato de cálcio (ABNT, 1991). Durante a moagem é permitido adicionar a esta mistura materiais pozolânicos, escórias granuladas de alto-forno e ou materiais carbonáticos.

3.1.1 Armazenamento

De acordo com a NBR 5732/1991, o cimento Portland fornecido deve ser armazenado separadamente, de acordo com a marca, tipo e classe (ABNT, 1991).

O cimento Portland que for fornecido em sacos deve ser guardado em pilhas, em local fechado, protegido da ação de chuva, névoa ou condensação. Os sacos devem ser empilhados em altura de no máximo 15 unidades, quando ficarem retidos por período inferior a 15 dias no canteiro de obras, ou em altura de no máximo 10 unidades, quando permanecerem por período mais longo. Cada pilha dessas deve estar apoiada sobre estrado de madeira, com uma altura de 30 cm, para evitar o contato direto com o piso e distante de 30 cm das paredes com o mesmo objetivo.

As pilhas devem estar separadas por corredores que permitam o fácil acesso à inspeção e à identificação de cada lote, como demonstrado pela Figura 2:

Figura 2 - Modo de armazenamento do cimento Portland



Fonte: O Autor (2016)

3.1.2 Inspeção

De acordo com a NBR 5732/1991, o fornecedor do cimento Portland deve facilitar ao máximo para o consumidor, proporcionando as melhores condições para a inspeção e amostragem do cimento a ser entregue (ABNT, 1991).

Antes dos ensaios que irão ser realizados pelo consumidor, o cimento Portland deve ser amostrado de acordo com a seguinte metodologia:

- o lote deve possuir uma carga máxima de 30 toneladas, referente ao cimento de um mesmo fornecedor, entregue na mesma data e nas mesmas condições de armazenamento, sendo que cada saco deve conter 50 kg líquidos de cimento que devem estar íntegros na inspeção e recebimento;
- o cimento pode ser entregue em sacos, contêiner ou a granel e, de acordo com a NBR 5732/1991, quando o cimento for entregue em sacos, estes devem ter impressos em cada extremidade, as siglas e as classes correspondentes (CP I-25, CP I-32, CP I-40 ou CP I-S-25, CP I-S-32, CP I-S-40) e no centro a marca e nome do fornecedor (ABNT, 1991). A sigla CP significa Cimento Portland, já os algarismos significam o tipo de cimento, enquanto os números significam a resistência mínima à compressão após 28 dias de cura. No caso de entrega a granel ou contêiner, a documentação que acompanha a entrega deve conter a sigla correspondente e a classe, a denominação formalizada e a massa líquida do cimento entregue.

- cada lote deve ser representado por duas amostras de 25 kg, pré-homogeneizados;
- cada uma dessas amostras deve ser armazenada em recipientes hermético e impermeável, de material não-reagente com o cimento, devidamente identificado, sendo que uma dessas amostras vai para o laboratório para serem realizados os ensaios e a outra fica armazenada em um local seco e protegido para eventual comprovação de resultados;
- o prazo entre a entrega da amostra ao laboratório e o recebimento do resultado deve ser de no máximo 10 dias.

3.1.3 Ensaios

Segundo a NBR 5732/1991, os ensaios que devem ser feitos no cimento Portland são (ABNT, 1991):

- Resíduo insolúvel - NBR 5744;
- Resíduo insolúvel quando se adiciona material pozolânico - NBR 8347;
- Perda ao fogo - NBR 5743;
- Trióxido de enxofre - NBR 5745;
- Óxido de magnésio - NBR 5742 ou NBR 9203;
- Área específica - NBR 7224;
- Finura - NBR 11579;
- Expansibilidade - NBR 11582;
- Tempo de pega - NBR 11581;
- Resistência à compressão - NBR 7215;
- Determinação do teor de escória - NBR 5754;
- Índice de consistência da argamassa normal - NBR 7215;
- Anidrido carbônico - NBR 11583;
- Água de consistência da pasta - NBR 11580;
- Atividade do material pozolânico - NBR 5752.

3.1.4 Aceitação e Rejeição

O cimento Portland só deve ser aceito se o resultado de todos os ensaios atenderem as exigências da NBR 5732/1991 (ABNT, 1991). Quando os resultados não atenderem as especificações da norma, deve-se utilizar a amostra exemplar que ficou reservada para a repetição dos ensaios.

Caso os sacos de cimentos Portland estejam armazenados há mais de três meses, ou o cimento armazenado a granel ou contêiner há mais de seis meses, os ensaios devem ser refeitos.

Independentemente dos resultados dos ensaios, não devem ser aceitos os cimentos que são entregues em sacos rasgados, molhados ou avariados durante o transporte. No caso de a entrega por meio de contêiner ou a granel, não devem ser aceitos cimentos com sinais evidentes de contaminação.

Sacos que apresentem variação superior a 2%, para mais ou para menos, dos 50 kg líquidos, devem ser rejeitados. Se a massa média dos sacos, em qualquer lote, obtida pela pesagem de 30 unidades, tomadas ao acaso, for menor que 50 kg, todo o lote deve ser rejeitado.

3.2 AGREGADOS

A definição de agregados de acordo com a NBR 9935/2011 é que estes são materiais que não possuem forma ou volume definidos, geralmente inerte, de dimensões e propriedades que propiciam a produção adequada de concreto e argamassa (ABNT, 2011). Estes podem ser classificados como agregados graúdos e agregados miúdos.

Segundo a NBR 7211/2005, os agregados graúdos são agregados cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 4,75 mm. Os agregados miúdos são agregados cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 4,75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 150 μ m (ABNT, 2005).

Segundo a NBR 7211/2005, o módulo de finura equivale ao somatório das porcentagens retidas e acumuladas em massa de um agregado, nas peneiras da série normal, dividido por 100, conforme a Tabela 1:

Tabela 1 - Conjunto de peneiras das séries normais e intermediárias

Série Normal	Série Intermediária
75mm	-
-	63 mm
-	50 mm
37,5 mm	-
-	31,5 mm
-	25 mm
19 mm	-
-	12,5 mm
9,5 mm	-
-	6,3 mm
4,75 mm	-
2,36 mm	-
1,18 mm	-
600 µm	-
300 µm	-
150 µm	-

Fonte: Adaptado de ABNT (2005)

As areias são divididas em grossas, médias, finas e muito finas, conforme o valor do seu módulo de finura. A areia ótima para o concreto armado apresenta módulo de finura entre 3,35 e 4,05.

De acordo com a NBR 7211/2005 (ABNT, 2005), os valores são:

- a) areia grossa – módulo de finura entre 3,35 e 4,05;
- b) areia média – módulo de finura entre 2,40 e 3,35;
- a) areia fina – módulo de finura entre 1,97 e 2,40;
- a) areia muito fina – módulo de finura menor que 1,97.

As britas mais utilizadas na produção do concreto são a brita 1 que o tamanho varia de 9,5 mm a 19 mm ou uma mistura de brita 1 com brita 2, que o tamanho varia de 19 mm a 25 mm.

3.2.1 Inspeção

Os agregados devem ser fornecidos ao consumidor em lotes em que cada agregado com sua respectiva granulometria deve ser transportado individualmente, juntamente com uma guia de remessa na qual constem pelo menos os seguintes dados:

- nome do produtor;
- proveniência do material;
- identificação da classificação granulométrica;
- massa do material ou seu volume aparente; e

- data do fornecimento.

3.2.2 Armazenamento

De acordo com a NBR 7211/2005, os agregados devem ser armazenados separadamente em função de sua graduação granulométrica (ABNT, 2005), como apresentado pela Figura 3.

Figura 3 - Modo de armazenamento dos agregados



Fonte: Estágio na Obra (2013)

3.2.3 Amostragem e Ensaio

Segundo a NBR NM 26/2000, a investigação preliminar e a amostragem desempenham um papel muito importante na construção. Dependendo do tipo de construção, o agregado deve ser definido a fim de garantir a durabilidade da estrutura. Portanto, a investigação deve ser feita por uma única pessoa, responsável e especializada (ABNT, 2000).

Esta norma informa que o material pode ser encontrado em pilhas, silos, ou sobre veículos de transporte ou correias transportadoras. Sempre que for possível, a amostra deverá ser coletada no lugar de origem do material, durante o carregamento dos veículos de transporte, senão as amostras devem ser coletadas no lugar de destino, preferencialmente antes do material ser descarregado dos veículos. Em cada caso, o procedimento deve assegurar que não ocorra nenhuma influência de segregação nos resultados obtidos.

Segundo a NBR 7211/2005, os ensaios que devem ser feitos nos agregados miúdos são (ABNT, 2005):

- a) Granulometria – NBR NM 248;
- b) Massa específica – NBR NM 52;
- c) Massa unitária – NBR 7251;
- d) Umidade superficial – NBR 9775;
- e) Absorção de água – NBR NM 30;
- f) Inchamento – NBR 6467;
- g) Substâncias nocivas:
 - teor de materiais pulverulentos (NBR 7219);
 - teor de impurezas orgânicas (NBR 7220);
 - teor de argila em torrões e materiais friáveis (NBR 7218).

Segundo a NBR 7211/2005, os ensaios que devem ser feitos nos agregados miúdos são (ABNT, 2005):

- a) Granulometria - NBR NM 248;
- b) Forma dos Grãos – NBR 7809;
- c) Desgaste por abrasão “Los Angeles” - NBR NM 51;
- d) Substâncias nocivas:
 - teor de argila em torrões e materiais friáveis - NBR 7218;
 - materiais carbonosos - ASTM C 123;
 - material fino que passa através da peneira 75 μm por lavagem - NBR NM 46.

Pela Figura 4 são mostrados os materiais para a realização de dois dos principais ensaios dos agregados, granulometria e determinação da massa específica respectivamente.

Figura 4 - Peneiras e Tubo de Chapman



Fonte: O Autor (2016)

3.2.4 Aceitação e Rejeição

Segundo a NBR 7211/2005, um lote só deve ser aceito se estiver conforme com todas as prescrições desta norma (ABNT, 2005). Com isso, deve ser realizada a coleta dos ensaios das amostras no laboratório para a verificação dos mesmos.

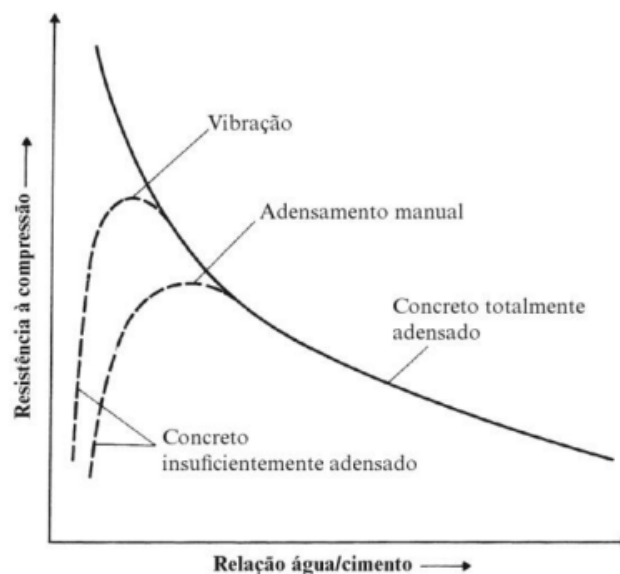
3.3 ÁGUA

A água tem um papel muito importante no preparo do concreto, em que a relação água-cimento deve ser calculada de acordo com o tipo de concreto que se deseja, influenciando o incremento da resistência à compressão.

A combinação água mais cimento é conhecida como “pasta”. Essa pasta possui a função, no estado fresco, de envolver os agregados, preenchendo os vazios entre os agregados e acarretar certa mobilidade ou fluidez à mistura. Já no estado endurecido, a pasta tem a função de aglutinar os agregados, conferindo impermeabilidade, resistência mecânica e durabilidade.

A relação água cimento influencia as propriedades do concreto, tais como trabalhabilidade, porosidade, permeabilidade, resistência à compressão e durabilidade. Conforme é demonstrado pela Figura 5, quanto maior for essa relação, menor será a resistência à compressão do concreto. Para obter concreto muito resistente, a quantidade de água de amassamento deve ser tal que não apareçam vertendo na superfície.

Figura 5 - Relação água/cimento x Resistência à compressão do concreto



Fonte: Neville (1982)

3.3.1 Armazenamento

Segundo a NBR 12655/2015, a água destinada ao amassamento do concreto deve ser armazenada em caixas estanques e tampada, de modo a evitar a contaminação por substâncias estranhas (ABNT, 2015).

3.3.2 Inspeção

De acordo com a NBR 15900-1/2009, a verificação da possibilidade ou não de a água ser usada para a fabricação de concreto pode ser feita através de sua origem (ABNT, 2009). A água de abastecimento público é adequada para o uso em concreto e não necessita ser ensaiada. As águas de fontes subterrâneas, natural da superfície, de captação pluvial são adequadas para o uso do concreto, porém devem ser ensaiadas. A água de esgoto ou de tratamento de esgotos não são adequadas para o uso em concreto. A água que deve ser ensaiada, para ser usada no concreto, precisa estar dentro dos parâmetros permitidos.

3.3.3 Ensaaios

Os ensaios químicos que devem ser feitos na água são citados na Tabela 2:

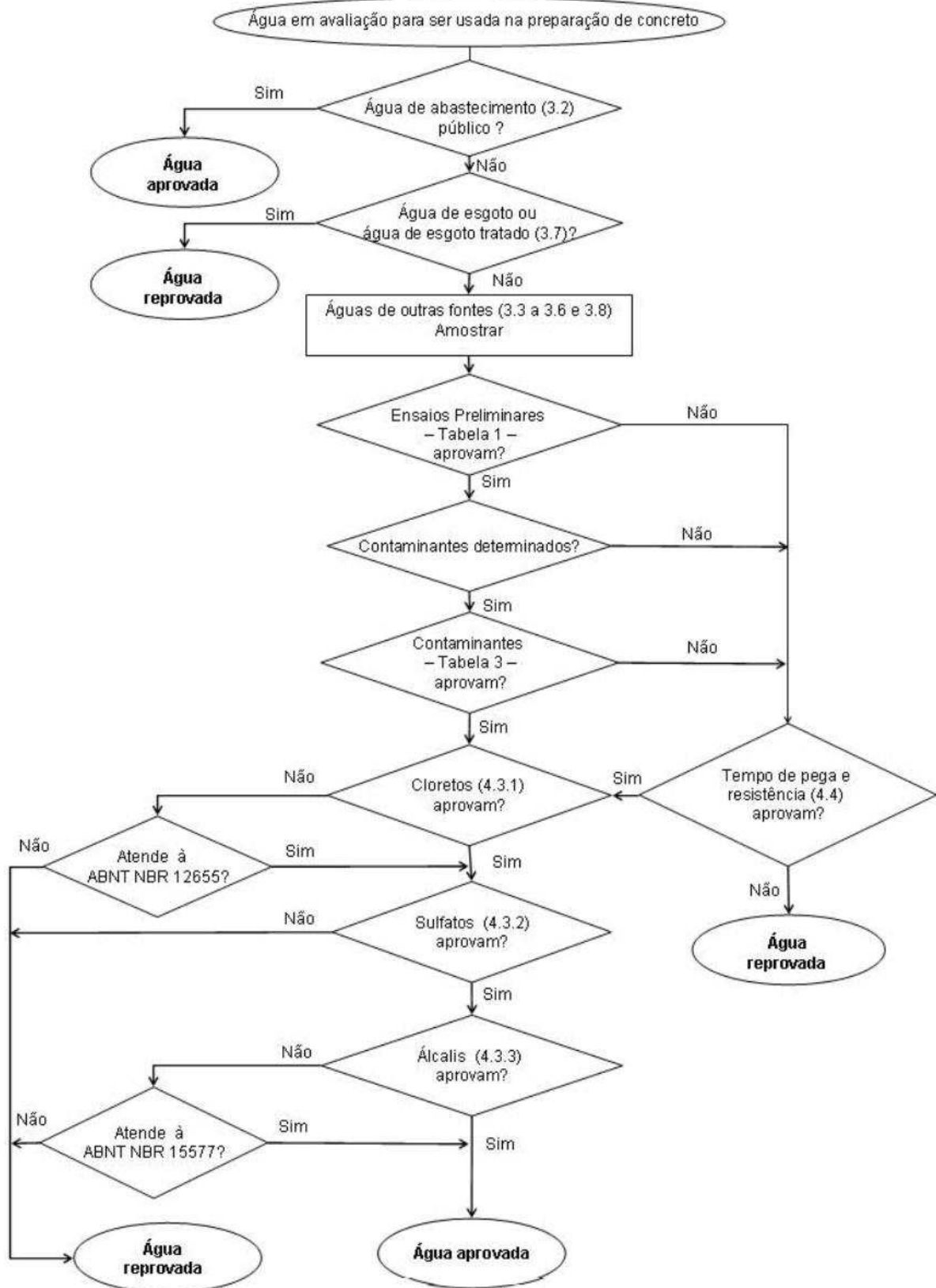
Tabela 2 - Ensaaios químicos feitos na água	
Determinação	Método
Cloretos	ABNT NBR 15900-6
Sulfatos	ABNT NBR 15900-7
Álcalis	ABNT NBR 15900-9
Açúcares	ABNT NBR 15900-11
Fosfatos	ABNT NBR 15900-8
Nitratos	ABNT NBR 15900-10
Chumbo	ABNT NBR 15900-5
Zinco	ABNT NBR 15900-4
Material sólido	ABNT NBR 15900-3

Fonte: Adaptado de ABNT (2009)

3.3.4 Aceitação da Água

A água para amassamento do concreto só deve ser aceita se atender todos os requisitos da NBR 15900-1 (ABNT, 2009), de acordo a com a Figura 6.

Figura 6 - Fluxograma de aceitação da água para amassamento do concreto



Fonte: ABNT (2009)

3.4 ADITIVOS

Os aditivos são largamente empregados no preparo do concreto. Eles já são considerados o quarto componente do concreto. Segundo a NBR 11768/2011, aditivo é o produto adicionado durante o processo de preparação do concreto, em quantidade não maior que 5 % da massa de material cimentício contida no mesmo, com o objetivo de modificar suas propriedades no estado fresco e ou no estado endurecido (ABNT, 2011). Para o caso de concreto projetado, a dosagem pode ser superior a 5%.

São várias as vantagens da utilização dos aditivos, atuando nas propriedades do concreto e alterando as reações de hidratação do cimento, melhorando a trabalhabilidade, modificando a viscosidade, atuando na retenção de água, acelerando ou retardando o tempo de pega, controlando o desenvolvimento de resistências mecânicas, intensificando a resistência à ação do congelamento, diminuindo a fissuração térmica, atenuando as consequências do ataque por sulfatos, reação álcali-agregado e corrosão de armadura, entre outras propriedades.

A NBR 11768/2011 classifica os aditivos químicos de acordo com a sua função, tais como (ABNT, 2011):

- Aditivo redutor de água/plastificante;
- Aditivo de alta redução de água/ superplastificante
- Aditivo incorporador de ar (IA);
- Aditivo acelerador de pega (AP);
- Aditivo acelerador de resistência (AR);
- Aditivo retardador de pega (RP).

A referida norma define os aditivos plastificantes e superplastificantes como aqueles que aumentam a fluidez e ou permitem a redução da relação a/c para um dado abatimento do concreto. Quando se deseja obter concretos com resistência e durabilidade elevadas, a relação a/c deve ser reduzida e o uso de aditivos redutores de água se torna obrigatória. Na Tabela 3, é demonstrada a ação desses aditivos:

Tabela 3 - Classificação dos aditivos em função da redução de água

Tipo de aditivo	Redução de água	Dosagem típica	Aumento da resistência
Plastificante (P)	5-10%	0,2 a 0,5%	±10%
Superplastificante (SP I e SP II)	15-40%	0,6 a 2,0%	±25%
Polifuncionais	8-18%	0,4 a 1,0%	±25%

Fonte: Adaptado de Effting (2014)

3.4.1 Armazenamento

Segundo a NBR 12655/2005, os aditivos devem ser armazenados em sua embalagem original até o instante do seu uso, ou em locais permitidos pela sua especificação (ABNT, 2015). Cada aditivo deve ser agitado uma vez por dia e imediatamente antes do seu uso, de modo a impedir a decantação dos sólidos. Caso os aditivos sejam armazenados em recipientes, estes devem estar identificados para que seja permitida a sua rastreabilidade e devem estar protegidos de contaminantes ambientais.

3.4.2 Inspeção

Segundo a NBR 11768/2011, as amostras de aditivos líquidos devem ser embaladas em frascos impermeáveis, não contaminados, bem vedados e resistentes ao ataque do aditivo e de maneira a ficar assegurado o não contato com umidade (ABNT, 2011). Antes da realização dos ensaios, as amostras devem ser cuidadosamente homogeneizadas.

De acordo com a mesma norma, antes da amostragem dos aditivos, deve-se realizar agitação energética. A cada lote de 2000 kg de aditivo, deve-se obter, no mínimo, três amostras simples com volume mínimo de 1 L cada para a verificação da uniformidade do lote.

A NBR 11768/2011 classifica as amostras em simples ou compostas. Quando as amostras foram tomadas de um único local, elas são classificadas como simples; quando forem formadas por várias amostras simples, são classificadas como compostas. Se o objetivo da amostragem for a realização de ensaio para verificação do desempenho, deve ser tomada uma amostra composta, representativa do lote em exame e devem ser efetuados de acordo com NB-1401. Quando o objetivo da amostragem for a realização de ensaio para verificação da uniformidade de um único lote, devem ser tomadas amostras simples e devem ser efetuados de acordo com a MB-2645 (ABNT, 2011).

Segundo a NBR 12655/2015, a utilização dos aditivos requer cuidados. Além do prazo de validade e demais precauções que se devem ter com a conservação dos aditivos, é importante estar devidamente informado sobre o momento certo da aplicação, a forma de se colocar o produto e a dose exata (ABNT, 2015). De acordo com a NBR 11768/2011, o fabricante do aditivo deve apresentar as seguintes informações sobre este (ABNT, 2011):

- denominação comercial;
- tipo;

- efeitos principais;
- efeitos secundários;
- efeitos em caso de superdosagem;
- identificação do lote;
- data de fabricação
- descrição do produto quanto ao aspecto visual;
- teor de cloretos no caso de aditivos à base de cloretos;
- teor de sólidos, pH e massa específica;
- dosagem recomendada (cm^3/kg ou g/kg de cimento), expressa em porcentagem;
- modo de adição ao concreto;
- influência da temperatura no desempenho do produto;
- condições e prazo máximo de armazenamento;
- tipos de embalagem e quantidade de cada embalagem;
- cuidados no manuseio.

3.4.3 Ensaios

Segundo a NBR 10908/2008, os ensaios que devem ser realizados nos aditivos são (ABNT, 2008):

- Determinação do pH;
- Determinação do teor de sólidos;
- Determinação da massa específica;
- Determinação de cloretos.

3.4.4 Aceitação e Rejeição

Segundo a NBR 11768/2011, o lote de aditivos é automaticamente aceito se atender todas as exigências da norma. Devem ser rejeitadas as embalagens com danificações que possam comprometer a qualidade do produto e as embalagens que apresentarem variações de conteúdo para menos de 2% da quantidade especificada (ABNT, 2011).

4 CONCRETO DOSADO EM CENTRAL

Segundo a NBR 7212/2012, o concreto dosado em central consiste no concreto dosado, transportado e misturado em caminhões-betoneira, dotado ou não de agitação, para a entrega a um determinado consumidor, em um local e tempo determinados, com a ressalva da entrega ser antes do tempo de pega do concreto (ABNT, 2012). A sua utilização já é bem expressiva no setor da engenharia civil, pela sua vantagem em termos de custo-benefício, com a racionalização no processo produtivo, aumento da produtividade e redução do custo total da obra.

Atualmente com a elevada concorrência na engenharia civil, as construtoras estão intensificando o controle de qualidade do concreto entregue nas obras, pela sua própria sobrevivência no mercado, estabelecendo uma relação de confiança entre consumidor e produtor na garantia da qualidade do seu serviço. Destaca-se ainda que a certificação de qualidade mediante o PBQP-H, contribuiu significativamente para o aumento do controle de qualidade do concreto. Com isso, o rigor no controle tecnológico exigido se intensificou, resultando em maior controle por parte das centrais de concreto.

É importante observar que na produção do concreto dosado em central, existe um grande número de variáveis que podem influenciar na qualidade do concreto, como a falta de controle de abatimento, falta de precisão no traço dos materiais, falta de capacidade técnica na execução dos procedimentos de moldagem e transporte dos corpos de prova. Desse modo, nota-se a importância do controle de qualidade no processo de produção deste produto (SILVA, 2010).

De acordo com a norma de fiscalização da câmara de engenharia civil nº 011 de 13 de outubro de 2006, as empresas que produzem concreto usinado, estão obrigadas ao registro no Conselho, tendo como responsável técnico um profissional legalmente habilitado e com atribuições para tal (CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA DO RIO GRANDE DO SUL - CREA-RS, 2006). Para cada contrato de aplicação do concreto usinado, o profissional ou a empresa deverá fazer a competente anotação de responsabilidade técnica (ART). O responsável técnico da obra poderá exigir o comprovante de registro do fornecedor, no Conselho, que o habilite a produzir.

4.1 PEDIDO DO CONCRETO

O pedido do concreto feito pelo construtor da obra deve ser o mais específico possível para evitar que aconteçam erros. Assim, segundo a NBR 7212/2012, o pedido do concreto deve conter a resistência característica do concreto à compressão na idade do controle, a classe de agressividade ambiental, a dimensão máxima dos agregados graúdos e a classe de consistência do concreto fresco (abatimento) (ABNT, 2012). Deve ser especificado também a composição do traço informando as quantidades dos materiais componentes do concreto por metro cúbico, incluindo aditivos, e o consumo de cimento por metro cúbico de concreto.

Além disso, podem ser solicitadas outras características e parâmetros, como por exemplo, o tipo de cimento, tipo e teor de aditivo, relação água-cimento, consumo de cimento máximo ou mínimo, tipo de lançamento (convencional, bombeado, projetado, submerso), propriedades e condições especiais como tração na flexão, retração, fluência, permeabilidade, módulo de elasticidade ou deformação e temperatura do concreto.

4.2 TRANSPORTE E LANÇAMENTO DO CONCRETO

Segundo a NBR 7212/2012, o transporte do concreto deve ser feito por veículo dotado ou não de dispositivo de agitação, desde que apresente estanqueidade necessária, fundo e paredes de material não absorvente para que não haja perda de material (ABNT, 2012). Esse transporte é feito por caminhão betoneira, como o mostrado pela Figura 7:

Figura 7 - Caminhão betoneira acoplado à bomba estacionária



Fonte: O Autor (2016)

Os materiais componentes do concreto devem ser colocados no caminhão betoneira, na melhor ordem possível e na quantidade estabelecida tecnicamente. A verificação quanto a qualidade da mistura deve contemplar sua estanqueidade, a ausência de concreto aderida nas paredes da betoneira e os parâmetros e limites especificados de acordo com a tabela da NBR 7212/2012, representada pela Tabela 4:

Tabela 4 - Parâmetros e limites para caminhões betoneiras

Parâmetro	Limite
Altura das facas	≥ 280 mm
Espessura de chapas de aço (cilindro central do balão e das facas)	≥ 2 mm
Velocidade de mistura da betoneira	(14 ± 2) rpm

Fonte: Adaptado de ABNT (2012)

Segundo a NBR 7212/2012, o tempo de transporte do concreto tem que ser inferior a 90 minutos e inferior a 40 minutos em caso de o veículo não ser dotado de equipamento de agitação (ABNT, 2012). Esse tempo é fixado de forma que o fim do adensamento não ocorra após o início da pega do concreto lançado.

O lançamento do concreto deve ser iniciado em até 30 minutos da chegada no caminhão betoneira na obra ou em tempo inferior a 150 minutos contando a partir da primeira adição de água, e ficando a empresa prestadora de serviço eximida de responsabilidade do concreto após esse tempo. No caso de veículos sem equipamento de agitação, o lançamento do concreto deve ser feito em tempo inferior a 60 minutos contados a partir da primeira adição de água.

Segunda a NBR 7212/2012, a temperatura ambiente para lançamento do concreto deve estar entre 5 °C e 30 °C, conforme NBR 14931 (ABNT, 2012).

4.3 CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO

O controle tecnológico do concreto consiste em verificar, através de ensaios, a qualidade do concreto que será lançado na obra, com a finalidade de verificar principalmente sua consistência e resistência. Esse procedimento deve estar presente desde a primeira até a última etapa da execução de uma estrutura, assim garantindo que o concreto está de acordo com as normas técnicas, bem como com as especificações do projeto seguidas, deixando a obra com segurança e qualidade.

O controle tecnológico fornece informações para a avaliação da qualidade da obra e pode indicar possíveis causas de patologias. Normalmente a concreteira realiza esse

controle, mas é importante que um órgão independente, não vinculado à concreteira, realize os ensaios também.

Mesmo sendo o concreto um dos serviços da construção civil mais difundido e pesquisado no mundo (NEVILLE, 1982), na grande maioria das cidades de pequeno e médio portes do Brasil, as construtoras em geral, com algumas exceções, e as pequenas empresas construtoras de grandes cidades ainda não utilizam esse conhecimento, produzindo concreto em obra, muitas vezes sem nenhum processo de racionalização e nenhum controle tecnológico (CAVALHEIRO, 2004).

A qualidade e durabilidade final de uma estrutura de concreto armado depende tanto do controle das propriedades no estado fresco do concreto como no seu estado endurecido. Esse controle depende de uma série de setores que estão diretamente ligados um ao outro, de acordo com a Figura 8, a seguir:

Figura 8 - Controle Tecnológico: as responsabilidades da cadeia



Fonte: Minascon (2010)

De acordo com a Figura 8, nota-se que a responsabilidade do controle tecnológico começa pelos projetistas, com o dever de especificar as características dos materiais

componentes do concreto, conhecer o sistema construtivo e atender às normas técnicas. Após isso, a responsabilidade passa para a concreteira, em que esta precisa fornecer concretos que atendam às normas e especificações técnicas do projeto. Para isso, necessita-se de uma equipe qualificada. Com isso, vem a responsabilidade da construtora em aceitar esse concreto, respeitando as características especificadas no projeto.

A empresa pode ser auxiliada por laboratórios de controle, onde se executam os ensaios normativos para avaliação do concreto no estado fresco e endurecido. Necessita-se também de uma mão de obra qualificada, assim como os equipamentos devem estar todos calibrados corretamente.

4.3.1 Ensaio de Abatimento do Tronco de Cone (*Slump Test*)

O ensaio de Abatimento do Tronco de Cone é regido pela NBR NM 67/1998 (ABNT, 1998). Pela simplicidade dos materiais utilizados no ensaio e facilidade de transporte, o ensaio é bastante realizado nos canteiros de obra. Tem como por objetivo verificar a uniformidade do abatimento entre uma remessa e outra do concreto, em concretos com a consistência plástica com abatimento igual ou superior a 10 mm. O ensaio só deve ser feito se o agregado do concreto passar pela peneira de 38 mm.

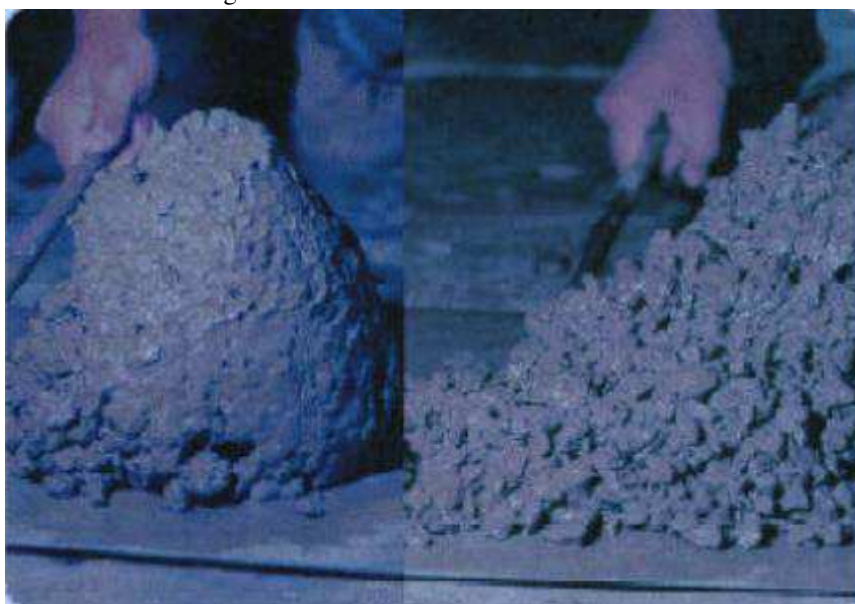
A vantagem desse ensaio é que por ele medir a consistência do concreto, propriedade relacionada ao estado de fluidez da mistura, verifica-se a trabalhabilidade do concreto, ou seja, a facilidade com que esse concreto pode ser colocado num certo tipo de fôrma, sem segregação.

Uma propriedade muito ligada à trabalhabilidade é a coesão e a falta dessa propriedade na mistura pode ocasionar a desagregação do concreto no estado fresco, alterando sua composição física e sua homogeneidade. A segregação do concreto significa que está ocorrendo a separação dos componentes do concreto no estado fresco de tal forma que sua distribuição não seja mais uniforme (GEYER e SÁ, 2006).

Existem dois tipos de segregação, em que o primeiro acontece em concretos pobres e secos, em que os agregados maiores tendem a se separar dos demais durante as operações de lançamento com energia demasiada ou vibração excessiva, formando um grande índice de vazios e porosidade, facilitando, assim, a infiltração de água e diminuindo a resistência do concreto.

O segundo tipo de segregação acontece quando a mistura está muito plástica, manifestando-se pela separação da pasta da mistura, sendo também conhecida por exsudação, em que a água da mistura tende a se elevar à superfície do concreto recentemente lançado, ocasionando outros problemas como o enfraquecimento da aderência pasta-agregado (zona de transição), aumento da permeabilidade do concreto e, se a água for impedida de evaporar, pela camada que lhe é superposta, poderá resultar em uma camada de concreto fraca, porosa e de pouca durabilidade (GEYER e SÁ, 2006). A Figura 9 demonstra um concreto coeso e um concreto não coeso.

Figura 9 - Concreto coeso e concreto não coeso



Fonte: Helene e Terzian (1993)

O abatimento do *Slump* é modificado de acordo com a proporção de água adicionada. A Tabela 5 demonstra a classificação das consistências do concreto de acordo com o seu abatimento indicado no ensaio de Abatimento do Tronco de Cone.

Tabela 5 - Classificação das consistências do concreto

CONSISTÊNCIA	ABATIMENTO (cm)
Seca	0 a 2
Firme	2 a 5
Média	5 a 12
Mole	12 a 18
Fluida	18 a 25

Fonte: Adaptado de Andolfato (2002)

Como apresentado pela Figura 10, os equipamentos necessários para a realização do referido ensaio são:

- molde tronco-cônico oco (100 mm no diâmetro da base superior x 200 mm no diâmetro na base inferior x 300 mm na altura);
- colarinho metálico;
- placa da base metálica quadrada (500 mm x 500 mm);
- haste de socamento com extremidade semi-esférica (16 mm x 600 mm);
- reguá metálica graduada (30 cm);e
- concha.

Figura 10 - Equipamentos para a realização do ensaio do *Slump Test*



Fonte: O Autor (2016)

Segundo a NBR NM 67, o ensaio se inicia com a umidificação interna das paredes do molde e da placa; após isso, colocar o molde sobre a placa da base; e o operacionador deve posicionar os pés sobre as aletas do molde, a fim de mantê-lo estável durante o preenchimento com o concreto do ensaio, como indica a Figura 11:

Figura 11 - Operacionador adensando o concreto



Fonte: O Autor (2016)

O molde deve ser preenchido com o concreto coletado em três camadas, cada uma com aproximadamente um terço da altura do molde compactado, adensando cada camada antes da colocação da seguinte. Cada camada deve ser adensada com 25 golpes uniformes distribuídos pela haste de socamento, de modo que atinja a camada anteriormente compactada.

No preenchimento e compactação da camada superior, acumular o concreto sobre o molde, antes de iniciar o adensamento, não podendo o nível de concreto ficar abaixo da borda do molde. Caso isso aconteça, adicionar mais concreto para manter um excesso na borda do molde durante toda a operação da camada superior, rasar a superfície do concreto com uma desempenadeira e com movimentos rolantes da haste de compactação.

Após isso, vem a etapa da retirada do molde (Figura 12), pressionando as alças do molde para baixo, retirar os pés das aletas e, em um tempo de 5 a 10 segundos, levantar verticalmente com muito cuidado o molde, sem submeter o concreto a movimentos de torção lateral. A operação completa, desde o início de preenchimento do molde até sua retirada, deve ser realizada em no máximo 150 segundos.

Figura 12 - Retirada do molde do corpo de prova



Fonte: O Autor (2016)

Imediatamente após a retirada do molde, deve-se medir o abatimento do concreto, em milímetros, medindo a diferença de altura entre o molde e o eixo do corpo de prova, que corresponde à altura média do corpo de prova desmoldado, aproximando os 5 mm mais próximos (Figura 13).

Figura 13 - Medição do abatimento do concreto



Fonte: O Autor (2016)

Segundo a NBR NM 67/1998, caso ocorra um desmoronamento ou deslizamento da massa de concreto ao realizar os desmolde, impedindo a medição do assentamento, e consequentemente a realização do ensaio, este ensaio deve ser refeito (ABNT, 1998).

O relatório de ensaio deve conter a referência a esta norma, data do ensaio, identificação da amostra, abatimento do corpo de prova e ou anomalias como deslizamento.

4.3.2 Ensaio de Compressão de Corpos de Prova Cilíndrico

O concreto, na maior parte das estruturas, está submetido a esforços de compressão. Este fator, juntamente com o fato do ensaio ser preciso, faz com que a resistência axial do concreto seja a mais apropriada para a verificação de qualidade do concreto. Com isso, o ensaio de compressão é de grande importância para verificar se a resistência do concreto lançado nas estruturas está de acordo com a especificada pelo calculista nos projetos estruturais.

Segundo Hervé Neto (2007), muitas obras não fazem a amostragem para a determinação da resistência à compressão. Neste caso, nem a existência de um projeto completo e um cronograma amarrado à evolução da resistência do concreto consegue prover a segurança da obra. Com isso, o autor questiona: “Como ficam os Calculistas e Arquitetos que projetaram estas obras em risco? Como ficam os Construtores dessas obras sem segurança? Até quando vão ignorar o RISCO permanecendo sem aplicar a Tecnologia do Concreto?” (HERVÉ NETO, 2007, p. 4).

O ensaio de compressão de corpos de prova cilíndrico é descrito pela NBR 5739/2007 (ABNT, 2007). Essa norma apresenta os aparelhos necessários para a execução do ensaio que são:

- máquina de ensaio: deve atender aos valores máximos admissíveis determinados pela ABNT NBR NM ISO 7500-1. Para ensaios em laboratórios, a máquina de ensaio deve ser da classe 1, já para laboratórios instalados na obra ou em centrais de concreto, admite-se a classe 2;
- pratos de compressão: a máquina deve ser equipada com dois pratos de aço, cujas superfícies de contato com o corpo de prova tenham sua menor dimensão 4% superior ao maior diâmetro do corpo de prova que deve ser ensaiado;
- prato inferior: deve ser removível, a fim de permitir a manutenção das condições de superfície. A face do prato inferior em contato com o corpo de prova deve ficar sempre perpendicular ao eixo da máquina durante todo o ensaio; e
- paquímetro.

O ensaio se inicia com a determinação do diâmetro utilizado para o cálculo da área transversal e da altura do corpo de prova, medida sobre seu eixo longitudinal, com precisão de 0,1 mm. Os moldes cilíndricos devem ter altura igual ao dobro do diâmetro, sendo o diâmetro de 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm, 30 cm ou 45 cm. A relação altura/diâmetro nunca deve ser maior que 2,02. A base e laterais dos moldes devem ser de aço para não haver reação com o cimento Portland e suficientemente resistentes para manter sua forma durante toda a operação de moldagem (Figura 14).

Figura 14 - Moldes cilíndricos 10x20 cm



Fonte: O Autor (2016)

Após a escolha dos moldes cilíndricos, deve ser passado nesses moldes um desmoldante para facilitar na retirada do corpo de prova endurecido. Após isso, o operador preenche o molde com o concreto coletado em duas camadas, adensando cada camada antes

da colocação da seguinte. Cada camada deve ser adensada com 12 golpes uniformes distribuídos pela haste de socamento, em um movimento helicoidal, de fora para dentro (Figura 15).

Figura 15 - Adensamento com 12 golpes na camada de concreto



Fonte: O Autor (2016)

Os corpos de prova devem ser moldados com amostras de concreto coletadas durante a descarga do caminhão betoneira, conforme a normatização NBR 7212/2012 (ABNT, 2012) e NBR NM 33/1998 (ABNT, 1998), que preconizam a não utilização dos 15% iniciais e finais do volume total de concreto da betoneira para a realização dos ensaios.

Após o adensamento, é retirado o excesso de concreto, raspando no nível da borda do molde cilíndrico, assim modelando os corpos de prova (Figura 16).

Figura 16 - Moldagem dos corpos de prova cilíndricos



Fonte: O Autor (2016)

O corpo de prova cilíndrico deve ser posicionado no prato inferior com o topo de moldagem para cima, de modo que seu eixo central coincida com o eixo central da máquina, fazendo com que a resultante das forças passe pelo centro. De acordo com a norma, antes da

execução do ensaio, deve-se limpar e secar as faces do corpo de prova antes de colocá-los em posição de ensaio.

O carregamento do ensaio deve ser aplicado continuamente e só deve parar quando acontecer a ruptura dos corpos de prova (Figura 17). A velocidade do carregamento deve ser de $(0,45 \pm 0,15)$ MPa/s. A calibração da máquina de ensaio deve ser feita conforme prescrito na NBR NM ISO 7500-1, sob condições normais, em intervalos não maiores que 12 meses (ABNT, 2007).

Figura 17 - Rompimento do corpo de prova



Fonte: O Autor (2016)

Segundo a NBR 5739/2007, os corpos de prova devem ser rompidos à compressão em uma dada idade especificada, com certas tolerâncias de tempo (ABNT, 2007) segundo informações da Tabela 6:

Tabela 6 - Tolerância para idade de ensaio	
Idade de ensaio	Tolerância permitida (h)
24 h	0,5
3 d	2
7 d	6
28 d	24
63 d	36
91 d	48

Fonte: Adaptado de ABNT (2007)

A resistência à compressão é calculada através da seguinte expressão (1):

$$f_c = \frac{4F}{\pi \times D^2} \quad (1)$$

Em que:

‘Fc’ é a resistência à compressão, em Mpa.

‘F’ é a força máxima alcançada, em N.

‘D’ é o diâmetro do corpo de prova, em mm.

O anexo B da referida norma informa sobre uma possível avaliação estatística de desempenho do ensaio quanto à dispersão dos resultados, devido às operações de ensaio. Para a execução desta análise, a norma recomenda que a amostra tenha dez ou mais exemplares e os exemplares tenham dois corpos de prova.

O coeficiente de variação dentro do ensaio é calculado pela divisão do desvio padrão pela média das resistências dos exemplares da amostra (2):

$$cv_e = \frac{S_e}{f_{cm}} \quad (2)$$

Em que f_{cm} é a resistência média dos exemplares e o desvio padrão é obtido a partir da média das amplitudes dos valores das resistências de todos os exemplares da amostra (3).

$$S_e = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{d_2 \times n} \quad (3)$$

Em que:

‘ A_i ’ é a amplitude de valores de resistência, diferença entre o maior e o menor resultado do exemplar, em MPA.

‘n’ é o número de exemplares.

‘Coeficiente d_2 ’ mostrado na Tabela 7:

Tabela 7 - Coeficiente d_2	
Quantidade de corpos de prova	Coeficiente d_2
2	1,128
3	1,693
4	2,059
5	2,326
6	2,534

Fonte: Adaptado de ABNT (2007)

Então, se o $cv_e < 3,0$, é considerado excelente. Se $3,0 < cv_e \leq 4,0$, é considerado muito bom. Se $4,0 < cv_e \leq 5,0$, é considerado bom. Se $5,0 < cv_e \leq 6,0$, é considerado razoável. Se $cv_e > 6,0$ é considerado deficiente.

O resultado do ensaio deve ser apresentado em forma de relatório, identificando os corpos de prova, a data de moldagem, a data de ensaio, a idade dos corpos de prova, suas dimensões, o tipo de capeamento empregado e a classe da presa. Deve-se também informar os resultados individuais e dos exemplares, além do tipo de ruptura dos corpos de prova.

4.4 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO DO CONCRETO

De acordo com a NBR 7212/2012 (ABNT, 2012), para a aceitação do concreto, o documento de entrega do mesmo deve ser analisado, para comparar se todas as características contidas no documento estão de acordo com as contidas no pedido e principalmente a verificação da consistência do concreto fresco pelo método do abatimento de cone que deve ser feita de acordo com a NBR NM 67. Caso haja alguma divergência o concreto não deve ser aceito, exceto se o responsável da obra aceitar essas divergências, devidamente registradas no documento de entrega.

O concreto só deve ser aceito desde que atendidas todas as condições estabelecidas na NBR 12655/2015 (ABNT, 2015). Os lotes e exemplares de concreto devem ser aceitos se estes atenderem à resistência característica do concreto à compressão especificada no projeto estrutural.

O local e a hora da entrega do concreto devem ser tratados entre o contratante e contratado, de acordo com o estipulado no contrato e pedido do mesmo.

Para a verificação física do volume, a referida norma estabelece os seguintes métodos:

- conhecida a massa específica do concreto, o volume pode ser obtido a partir das massas totais de cada remessa ou viagem;
- a partir do volume absoluto de cada componente do concreto, considerando-se o volume de a aprisionado, calculado de acordo com a NBR 9833;
- por medição direta, mediante o lançamento e adensamento do concreto em recipientes de volume definido;
- pelos volumes das fôrmas e moldes, tomando cuidado no que se refere a perdas ou derramamentos.

Segundo a NBR 7212/2012, a documentação de entrega do concreto que acompanha cada remessa deve conter (ABNT, 2012):

- o volume do concreto. Para os caminhões betoneiras, o volume de concreto deve ser igual ou superior a 3 m³. Os pedidos devem ser feitos em quantidades múltiplas de 0,5 m³.
- hora de início da 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 à 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.

A carta de traço deve conter a quantidade em massa de cada componente do concreto, os materiais utilizados, as especificações do concreto, o código de identificação do traço, os fornecedores de insumos, a data de elaboração da carta de traço e a assinatura do responsável técnico.

5 ESTUDO DE CASO

Sabendo da importância do concreto na construção civil e da importância do seu controle tecnológico, este estudo de caso visa verificar se nos canteiros de obras na cidade de São Luís - MA são realizados os procedimentos de controle tecnológico do concreto em conformidade com a ABNT.

Para isso, foram pesquisadas duas obras de empresas construtoras de grande porte na capital e contatados responsáveis técnicos de oito obras complementares, sendo uma construção de laboratório, uma construção de condomínio residencial, uma ampliação de supermercado, uma ampliação de estacionamento de shopping center, um ponto comercial e três prédios comerciais. Assim, foi buscado identificar as metodologias utilizadas para a realização do controle de qualidade do concreto.

De antemão, é importante apresentar a Tabela 8, que mostra alguns dos procedimentos necessários para ter êxito na qualidade do concreto:

Tabela 8 - Procedimentos para a garantia de qualidade do concreto de cimento Portland

Material Concreto	Norma	Descrição dos Requisitos
Concreto Usinado	NBR 12655 NBR 7212	- Realização de ensaios de consistência e de resistência à compressão para todos os concretos.
Cimento	NBR 5732 NBR 11578 NBR 5735 NBR 5736 NBR 5733 NBR 5737	-Inspeção visual (verificação da integridade dos sacos) -Ensaio de resistência à compressão nas idades 3,7 e 28
Areia	NBR 7211	- Qualidade da areia -Identificação do material -Inspeção da quantidade pedida -Ensaio de qualificação
Pedra britada	NBR 7211	- Qualidade da pedra britada -Identificação do material -Execução de ensaios de qualificação

Fonte: O Autor (2016)

Como principal instrumento de coleta de dados, foram realizadas entrevistas para levantamento dos procedimentos adotados pelos atuantes da engenharia civil na cidade de São Luís – MA que participaram do estudo, de modo a identificar se ocorre e como ocorre o controle tecnológico do concreto. A partir dos dados levantados, foi realizada uma comparação dos procedimentos de cada um, com enfoque para a análise sobre o processo que eram utilizados, para a verificação do controle da qualidade do concreto em relação às normas da ABNT já abordadas.

5.1 PROCEDIMENTOS ADOTADOS PELAS EMPRESAS CONSTRUTORAS

5.1.1 Empresa Construtora A

A empresa construtora A é considerada de grande porte na capital maranhense e foi fundada em novembro de 1994 na cidade de Fortaleza. Nos primeiros anos de atividade, possuía como foco principal o setor de obras públicas e clientes privados. A partir de 2000, a empresa ampliou seu foco de atuação, iniciando parcerias com a Caixa Econômica Federal na construção de unidades habitacionais de baixa renda, principalmente obras do PMCMV (Programa Minha Casa Minha Vida).

A empresa possui um manual de qualidade e é certificada na NBR ISO 9001/2008 e no SiAC/PBQP-H nível A. A política de qualidade da empresa consiste em construir com qualidade através do comprometimento e da melhoria contínua, selando parcerias com fornecedores e funcionários, buscando a satisfação do cliente através do atendimento aos requisitos e a maximização do lucro.

A empresa tem todo um cuidado com o cliente, onde fazem uma análise crítica dos requisitos do produto explicitados pelo cliente incluindo os requisitos de entrega e atividades de pós entrega, além daqueles não explicitados, mas necessários para o uso pretendido e também os requisitos estatutários e regulamentares.

Todo o processo de aquisição da empresa é controlado para assegurar que o material adquirido ou serviço contratado esteja em conformidade com os requisitos e está detalhado no procedimento. Os fornecedores são avaliados e os pedidos de compra contêm todas as informações sobre os materiais e serviços. A empresa preserva a conformidade dos materiais e produtos durante o armazenamento, processo e entrega. Esses procedimentos incluem identificação, manuseio, embalagem, armazenamento, proteção e se aplica também à ferramenta de processo.

Quanto à Empresa Construtora A, foi visitada a obra em andamento onde irá ser executado um condomínio de 252 casas de 49 m² do Minha Casa Minha Vida, na estrada São Domingos, São José de Ribamar (região metropolitana de São Luís – MA).

5.1.2 Empresa Construtora B

A empresa construtora B foi fundada em 1992 e é uma das maiores na capital maranhense, reconhecida regionalmente. A empresa tem como campo de atuação o segmento

de empreendimentos residenciais, institucionais, públicos e privados, como prédios comerciais, hospitais, fábricas, obras de saneamento, infraestrutura e urbanização. A empresa possui um amplo foco de atuação em parcerias com a Caixa Econômica Federal na construção de unidades habitacionais de baixa renda, principalmente obras do PMCMV.

O manual que especifica o Sistema de Gestão de Qualidade da empresa atente aos requisitos da NBR ISO 9001/2008 e do PBQP-H/SiAC nível A. Esse sistema busca a melhoria contínua da empresa e a satisfação dos clientes.

Da Empresa Construtora B, foi visitada a obra onde está sendo construído um condomínio residencial constituído de 336 (trezentos e trinta e seis) unidades habitacionais distribuídas em 09 (nove) blocos padrão térreo mais 03 (três) pavimentos tipos, com 08 (oito) apartamentos por andar, localizado no bairro da Maiobinha, em São José de Ribamar (região metropolitana de São Luís – MA).

5.2 OBRAS COMPLEMENTARES

Além das duas obras referentes às construtoras já mencionadas, foram visitadas obras menores e particulares, cujas descrições estão contidas de forma sucinta na Tabela 9:

Tabela 9 - Obras complementares

Obra	Informações
A	Construção de um laboratório de pesquisa em uma universidade.
B	Construção de condomínio Residencial localizado no bairro Calhau - São Luís, que consiste em um prédio de dois andares, com uma caixa d'água apoiada em uma laje e com fundação por sapatas.
C	Ampliação de um supermercado no bairro da Cohama, em São Luís - MA.
D	Ampliação de um estacionamento de shopping center no bairro da Cohama - São Luís.
E	Ponto comercial de dois pavimentos, sendo o segundo pavimento em mezanino para escritório do dono da loja que será alugada - no bairro Ponta D'areia, São Luís.
F	Construção de um prédio do tipo comercial localizado na Av. dos Holandeses, no bairro Quintas do Calhau – São Luís para ser composto de lojas, salas e lanchonetes distribuídas em 5 (cinco) pisos, sendo 1 (um) subsolo, 1 (um) piso térreo, 1 (um) piso sobreloja e 2 (dois) pisos de salas. O edifício contará com 3 (três) elevadores, rampa de acessibilidade, escadas de combate a incêndio. A área total construída equivale a 9.799,35 m².
G	A obra está em andamento e consiste em um prédio comercial de 430m² localizado na Av. dos Holandeses, no bairro Quintas do Calhau – São Luís. O prédio possuirá dois andares e um subsolo para estacionamento.
H	Construção de um prédio comercial de dois pavimentos localizado no bairro da Cohama – São Luís.

Fonte: O Autor (2016)

5.3 PERGUNTAS EM ENTREVISTAS

Para estas construtoras e obras, foram feitas as seguintes perguntas para os responsáveis das obras do estudo de caso:

1. Vocês utilizam concreto usinado, feito na obra ou as duas opções?
2. Vocês realizam o controle tecnológico desse concreto em sua obra?
3. Quais procedimentos são realizados?
4. Para quais peças vocês realizam o controle tecnológico do concreto?
5. Qual a frequência que vocês realizam esse controle?
6. Vocês anotam no diário de obra a realização desse controle na obra e o setor que está sendo aplicado?
7. No pedido do concreto, vocês especificam a resistência do mesmo?
8. No recebimento do concreto, vocês exigem a Nota Fiscal da concreteira?
9. Vocês exigem o laudo do controle tecnológico do concreto feito pela concreteira?
10. Vocês documentam todos os concretos recebidos na obra?
11. Quais os motivos que levam a rejeição do concreto pela empresa?

5.4 RESULTADO DA PESQUISA

5.4.1 Da Empresa Construtora A

A Empresa Construtora A utiliza concreto tanto usinado como produzido na própria obra. Quanto ao concreto confeccionado na obra, a empresa dimensiona a equipe necessária para “virar” o concreto na obra, verificando o traço a ser executado de acordo com o projeto estrutural, bem como o dimensionamento das padiolas e o dosador para a água. O melhor local para instalação da betoneira deve ser previamente estudado e definido.

No caso do concreto usinado, na ordem de compra da empresa é definida a quantidade, a resistência característica do concreto à compressão, *slump*, entre outras características necessárias. Segundo a empresa, deve existir a conformidade com as normas técnicas NBR 7212/2012 - execução de Concreto Dosado em Central e NBR 12655/2015 – Preparo, Controle e Recebimento do concreto.

A programação da concretagem é agendada de forma antecipada, juntamente com o agendamento em laboratório de análise de concreto de acordo com o horário da concretagem. É acordado antecipadamente também com a concreteira as condições de descarga, se será ou não bombeado, o horário de início, espaçamento de tempo entre cada caminhão e o volume previsto.

Na chegada do caminhão, a empresa exige a nota fiscal, conferindo se nela contém a resistência característica do concreto à compressão, o *Slump*, entre outras informações de acordo com a ordem de compra. Assim, são verificados os dados fiscais e se o lacre do caminhão está de acordo com o indicado na nota fiscal. O horário de saída da usina também deve estar indicado na nota fiscal.

A tolerância da empresa para aceitação do concreto é de no máximo uma hora de diferença entre o horário de saída da usina até a chegada na obra. Se existir especificações incorretas ou o lacre estiver violado, não há tolerâncias. O *Slump* deve ter uma tolerância de dois centímetros a mais ou a menos de acordo com o especificado na nota fiscal. O responsável pela aceitação do concreto é o engenheiro da obra e a concretagem e a peça que estiver sendo concretada são anotadas no diário de obra.

Na obra são realizados o *Slump Test* e o Ensaio de Compressão a cada carro betoneira que chega na obra, por uma empresa terceirizada, documentando os laudos. Com isso, foi identificada uma divergência no concreto lançado na obra, em que a resistência à compressão no 28º dia resultou em valor menor que ao especificado no projeto. Isto demonstra ainda mais a importância do controle tecnológico do concreto e, nessa situação, o calculista é avisado para serem tomadas as devidas providências.

Foi notado também uma divergência entre os resultados dos laudos da concreteira e da empresa terceirizada, pois a moldagem dos corpos de prova por parte dos motoristas da concreteira não estava em conformidade com a norma, onde foi retirada a amostra logo na primeira porção do concreto descarregado. O hasteamento também não foi feito corretamente, com movimentos bruscos, sem a contagem da quantidade necessária e com muitas vibrações, aspectos que irão variar a resistência de ruptura à compressão.

Outras não conformidades constatadas se referem ao fato das sapatas e as vigas do reservatório elevado desta obra serem concretados com concreto confeccionado na obra e sem a realização do controle tecnológico do concreto para assegurar que a resistência característica do concreto à compressão estava de acordo com o especificado no projeto. Com isso, todo concreto confeccionado na obra não é controlado tecnologicamente, portanto, não são executados procedimentos em conformidade com a norma.

5.4.2 Da Empresa Construtora B

A empresa construtora B utiliza concreto fabricado em central em sua grande maioria. Porém, quando necessário pode ser “rodado” concreto em sua obra, em pequenos volumes. Nesse caso, somente profissionais especializados e capacitados poderão executar, utilizando de traços devidamente validados, bem como o dimensionamento das padiolas e o dosador para a água.

No caso do concreto fabricado em central, o engenheiro faz a ordem de compra especificando o tipo de cimento, a brita, a resistência característica do concreto à compressão, a data e hora de recebimento, *slump test*, entre outras características necessárias. Esse concreto é utilizado em toda parte estrutural da obra.

No recebimento do concreto, a técnica de edificações da obra fica com essa responsabilidade, analisando a nota fiscal de cada caminhão, verificando a hora de saída do caminhão da usina, se está dentro do tempo permitido, se o lacre não está danificado, o *slump test*, a resistência característica do concreto à compressão, entre as outras informações de acordo com a ordem de compra.

A tolerância da empresa para aceitação do concreto é de no máximo três horas de diferença entre o horário de saída da usina até a finalização da concretagem. Se existir especificações incorretas ou o lacre estiver violado, não há tolerâncias. O *Slump* deve ter uma tolerância de dois centímetros a mais ou a menos de acordo com o especificado na nota fiscal. A responsabilidade pela aceitação do concreto também é da técnica de edificações da obra. Não são feitas anotações no diário de obra.

Nessa obra são realizados os ensaios de *Slump Test* e o ensaio de compressão. O *Slump Test* é realizado em todo concreto que chega na obra por uma empresa terceirizada. Porém, houve algumas não conformidades constatadas: o ensaio de compressão só é realizado a cada 3 (três) caminhões betoneiras que chegam na obra, estando, assim, em não conformidade com a norma que orienta a realização do ensaio em todo concreto que chega na obra. Os laudos são todos documentados. Todo concreto confeccionado na obra não é controlado tecnologicamente, ou seja, pode ser considerado como não-conforme com a norma.

5.4.3 Obra A - Laboratório

Essa obra utiliza somente concreto usinado em central, sendo que o concreto foi utilizado em sapatas, arranques, pilares, vigas, lajes e toda parte estrutural da obra.

No recebimento do concreto, o responsável analisa a nota fiscal para constatar que está de acordo com a ordem de compra. Porém, não há um controle tecnológico desse concreto. O responsável técnico confia somente no controle tecnológico que a concreteira realiza e, desta forma, não são realizados procedimentos da norma na obra. Os laudos dos ensaios ficam com a concreteira e, conseqüentemente, não se obtém as informações sobre a resistência característica do concreto à compressão.

Com isso houve divergências, e vale destacar que alunos da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, em uma visita técnica na obra, retiraram uma amostra do concreto da obra. O resultado do ensaio de compressão foi preocupante, pois a resistência característica do concreto à compressão resultou em valor muito abaixo do indicado no projeto estrutural.

5.4.4 Obra B – Condomínio Residencial

Na obra só foi utilizado concreto produzido na obra. De acordo com informações do mestre de obra, foi constatado que não existe nenhum tipo de controle tecnológico do concreto, não é realizado o *Slump Test* e nem o ensaio de compressão.

Com isso, não pode se ter certeza que o concreto atingiu a resistência característica do concreto à compressão especificada no projeto, comprometendo o nome do calculista caso ocorra algum problema, como também pode ocasionar algum perigo para os que ali vierem habitar. Então, a realização da concretagem da obra está totalmente fora da norma técnica.

5.4.5 Obra C – Ampliação de Supermercado

A partir de questionamentos com o mestre de obras desta obra, foi constatado que é utilizado na obra concreto tanto usinado como produzido na obra. O concreto usinado é utilizado nas lajes e o concreto produzido na obra é utilizado em vigas e pilares. Segundo o

mestre de obras, o concreto produzido na obra é feito pelo traço já estabelecido, lançado sem nenhum controle tecnológico e, assim, estando em não conformidade com a norma.

No concreto usinado não é realizado o *Slump Test*, porém, são moldados os corpos de prova da concreteira para o ensaio de compressão, mas os laudos não são exigidos pela construtora. A tolerância da empresa para aceitação do concreto é de no máximo três horas de diferença entre o horário de saída da usina até a finalização da concretagem. Se existir especificações incorretas ou o lacre estiver violado, não há tolerâncias.

5.4.6 Obra D – Ampliação de Estacionamento

Em entrevista com o mestre da obra da ampliação de estacionamento, foi constatado que é utilizado somente concreto usinado em central. Nesse caso, o engenheiro faz a ordem de compra especificando a resistência característica do concreto à compressão, a data e hora de recebimento, *slump test*, entre outras características necessárias.

No recebimento do concreto, a técnica de edificações da obra fica com essa responsabilidade, analisando a nota fiscal de cada caminhão, verificando a hora de saída do caminhão da usina, se está dentro do tempo permitido, se o lacre não está danificado, o *slump test*, a resistência característica do concreto à compressão, entre as outras informações de acordo com a ordem de compra.

O controle tecnológico do concreto nessa obra é feito corretamente, em conformidade com a norma, em que se especifica que deve ser feito o ensaio de compressão em todos os carros betoneiras que chegam na obra. Para os ensaios, é contratada uma empresa terceirizada para essa finalidade.

A tolerância da empresa para aceitação do concreto é de no máximo duas horas e meia de diferença entre o horário de saída da usina até a finalização da concretagem. E, novamente, se existir especificações incorretas ou o lacre estiver violado, não há tolerâncias.

5.4.7 Obra E – Ponto Comercial

De acordo com informações do encarregado da obra, foi constatado que é utilizado somente concreto usinado em central na obra. Nesse caso, o engenheiro faz a ordem de compra especificando a resistência característica do concreto à compressão, a data e hora

de recebimento. Esse concreto foi utilizado na fundação que consistiu em sapatas, em lajes e vigas.

No recebimento desse concreto, o responsável analisa a nota fiscal, verificando a hora de saída do caminhão da usina, se está dentro do tempo permitido e se o lacre não está danificado. O tempo limite para aceitação do concreto nessa obra é de no máximo três horas de diferença entre o horário de saída da usina até a finalização da concretagem.

Nesta obra não é realizado o controle tecnológico do concreto, não realizando o *Slump Test* e nem o ensaio de compressão. O mestre de obras, quando questionado se exigiam os laudos da concreteira, também forneceu resposta negativa. Com isso, não é possível afirmar se o concreto atingiu a resistência característica do concreto à compressão especificada no projeto, comprometendo a qualidade da obra e, no pior caso, a sua estrutura, não garantindo segurança para os que ali irão frequentar.

5.4.8 Obra F – Prédio Comercial

Por meio de entrevista com o mestre de obra, foi constatado que o concreto utilizado na obra foi o usinado em central, porém é realizada a produção do concreto na obra para eventuais complementos necessários. O concreto foi utilizado em toda parte estrutural da edificação, lajes, vigas e pilares. A empresa contratou uma terceirizada para realizar o controle tecnológico do concreto, tanto o *Slump Test* como o ensaio de compressão e ainda exige o laudo da concreteira.

No recebimento desse concreto, o responsável analisa a nota fiscal, verificando a hora de saída do caminhão da usina, se está dentro do tempo permitido, se o lacre não está danificado. O tempo limite para aceitação do concreto nessa obra é de no máximo três horas de diferença entre o horário de saída da usina até a finalização da concretagem. Essa obra está em conformidade com as normas.

5.4.9 Obra G – Prédio Comercial

Segundo o mestre de obra da construção do prédio comercial, foi informado que na obra é utilizado tanto concreto usinado como concreto produzido na própria obra. O concreto usinado é utilizado na parte estrutural da obra, porém o concreto produzido na obra foi utilizado em alguns pilares de sustentação. Esse concreto produzido na obra é feito pelos

traços tabelados existentes na empresa, porém eles não realizam nenhum ensaio para controle desse concreto.

O mestre de obra afirmou que eles não contrataram uma terceirizada para realizar o controle tecnológico do concreto usinado, por isso o mesmo não é feito, estando em não conformidade com a norma. Quanto ao controle tecnológico feito pela concreteira, eles não exigem o laudo dos ensaios. Então o que ocorre apenas é que o concreto é rejeitado se ultrapassar as três horas da saída da usina até o fim do lançamento.

5.4.10 Obra H – Prédio Comercial

Em entrevista com o mestre da obra, foi informado que foi utilizado somente concreto usinado na obra. Esse concreto foi utilizado em pilares, lajes e vigas. Foi informado também que não houve o controle tecnológico desse concreto por parte da empresa. A empresa também não exigia os laudos da concreteira, não sabendo a resistência à compressão que o concreto atingiu aos 28 dias de cura.

Quando ao pedido e recebimento do concreto, o procedimento é o mesmo das outras obras, analisando o tempo de saída do caminhão betoneira da usina, para verificar se está de acordo com o especificado no pedido e projeto. Caso não esteja de acordo, esse concreto é rejeitado.

6 CONCLUSÃO

A busca pela qualidade na Construção Civil fez com que o controle tecnológico dos materiais acontecesse paralelamente a isso, as empresas começaram a ter um controle da produção e do recebimento dos materiais, trazendo avanços científicos e também uma maior competitividade no mercado. Com isso, o concreto sendo um dos serviços mais importantes da Engenharia Civil e o mais utilizado no Brasil, começou a ter um controle maior na sua produção.

A função do concreto em resistir esforços é de grande valia para o êxito da qualidade final da obra, por esse motivo, o controle tecnológico do concreto é essencial para se obter sucesso nesse quesito. O controle tecnológico do concreto possibilita ainda uma garantia a segurança da obra ao engenheiro ou responsável técnico, assegurando que as normas técnicas, além das especificações de projeto, estejam sendo seguidas.

O presente estudo possibilitou verificar se era realizado e como era o controle tecnológico do concreto na cidade de São Luís – MA. Foram visitadas dez obras, sendo duas de empresas consideradas de grande porte e vinculadas à ISO 9001 e PBQP-H e oito obras complementares. O resultado mostrou que a prática da realização do controle tecnológico na fase estrutural das edificações varia de acordo com o sistema construtivo adotado, com o porte da empresa construtora, com o diferencial de ser obra pública ou privada, além de ter ou não incentivo para implementar o controle.

De acordo com o estudo de caso, 60% das obras visitadas não realizavam nenhum tipo de controle tecnológico do concreto e dos outros 40% que informaram que havia o controle, apenas duas obras realizam os procedimentos de controle totalmente em conformidade com as normas e, quanto às demais, a conformidade com a ABNT era parcial, como no caso das duas construtoras.

Grande parte das obras visitadas utilizavam o concreto usinado em central nas partes estruturais das obras. Muitos dos responsáveis técnicos das obras complementares confiavam no controle feito pela concreteira, o que não é indicado por norma, em que se deve contratar uma terceirizada não vinculada à concreteira para realizar os ensaios de controle. Com isso, foram identificadas diferenças entre as resistências à compressão da concreteira e a especificada no projeto estrutural em duas das obras visitadas, onde foi possível analisar os laudos.

As obras que utilizam concreto produzido na própria obra adotam traços de concreto baseados em tabelas empíricas, não realizando nenhum tipo de controle tecnológico

do concreto, o que é preocupante. Além disso, utilizavam de pessoas não qualificadas para a confecção desse concreto. Com isso, esse concreto sem nenhum tipo de controle, não possui uma garantia de que está de acordo com o especificado em projeto, estando em não conformidade com a norma, comprometendo a qualidade e segurança da obra.

Desta forma, conclui-se então que o controle tecnológico do concreto na cidade de São Luís – MA não é realizado ainda adequadamente. Muitas obras não o fazem, comprometendo a segurança da obra, a sua qualidade e durabilidade. É necessário o entendimento de que apenas realizando os processos de controle tecnológico do concreto de maneira séria e comprometida, a equipe responsável de uma obra consegue evitar patologias, evitando assim retrabalhos e gastos com material e mão de obra para remediar falhas que poderiam ter sido prevenidas.

Para mudar esse cenário preocupante é necessário que ocorra uma mudança de pensamento dos construtores e fornecedores na construção civil. Além de se fazer uma construção com o menor tempo possível para conseguir o maior lucro, é preciso garantir a segurança da mesma. É necessário estimular a prática do controle tecnológico do concreto, para que seja algo inerente ao contexto da construção civil, devido à sua importância, e não somente como algo obrigatório por uma das partes envolvidas. A disseminação e reforço das normas técnicas na área acadêmica para melhor conhecimento das mesmas é uma outra necessidade, assim colaborando para a aplicação nos canteiros de obra, garantindo a segurança e qualidade das construções.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, L. **Construção civil vive crise sem precedentes no Brasil**. 2015. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/revista-exame/edicoes/109202/noticias/a-crise-e-a-crise-da-construcao>. Acesso em: mar. 2016.
- ANDERY, P. R.; LANA, M. P. **O controle da qualidade na produção de edifícios – adequação ao PBQP-H**. In: Jornadas Sul Americanas da Engenharia Estrutural, Universidade de Brasília, 2002.
- ANDOLFATO, R. **Controle Tecnológico Básico do Concreto**. 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT **NBR NM 67**: Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.
- _____. **NBR 10908**: Aditivos para argamassa e concreto – Ensaio de caracterização. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.
- _____. **NBR 11768**: Aditivos para concreto de cimento Portland. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.
- _____. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- _____. **NBR 15900-1**: Água para amassamento do concreto – Parte 1 - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.
- _____. **NBR 5732**: Cimento Portland Comum. Rio de Janeiro: ABNT, 1991.
- _____. **NBR 5739**: Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.
- _____. **NBR 7211**: Agregados para concreto – Especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- _____. **NBR 7212**: Execução de concreto dosado em central - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.
- _____. **NBR 9935**: Agregados – Terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.
- _____. **NBR ISO 9001**: Sistema de Gestão da Qualidade - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.
- _____. **NBR NM 26**: Agregados – Amostragem. Rio de Janeiro, ABNT, 2009.
- _____. **NBR NM 33**: Concreto - Amostragem de concreto fresco. Rio de Janeiro, ABNT, 1998.

BRASIL. **O futuro da Construção civil no Brasil**. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2003.

_____. **Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat - PBQP-H**. Ministério das Cidades, 2012.

CAMFIELD, C. E. R.; POLACINSKI, E.; GODOY, L. P. **Estudos dos impactos da certificação ISO 9000: o caso de empresas da construção civil**. In: XIII SIMPEP, Bauru, São Paulo, 2006.

CARDOSO, F. F. **Novos enfoques sobre a gestão da produção. Como melhorar o desempenho das empresas de Construção Civil**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo. Anais. São Paulo, EPUSP/ANTAC, v. 2, p. 557-69, 1993.

CAVALHEIRO, E. K. **Concreto dosado em obra na cidade de Chapecó: verificação da variabilidade da resistência como fator para otimização do binômio custo x desempenho**. 2004. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) - Universidade Comunitária Regional de Chapecó. Chapecó, 2004.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA DO RIO GRANDE DO SUL – CREA-RS. **Norma de Fiscalização da Câmara de Engenharia Civil N. 011, De 13 De Outubro De 2006**. Dispõe sobre empresas de fornecimento de argamassa e concreto usinados. Disponível em <<http://www.crea-rs.org.br/site/pop/camara/portal/normas/Civil/Norma%20n.%20011-2006.pdf>> Acesso: novembro de 2016.

COSTA, F. S. **Análise da contribuição das mudanças técnicas e gerenciais introduzidas em pequenas e médias empresas de construção de edifícios do Recife para melhoria da qualidade**. 2001. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

CUNHA, A.; SOUZA, V.; LIMA, N. **Acidentes estruturais na construção civil**. São Paulo. PINI. 1996.

EFFTING, C. **Aditivos**. MCC2001, Aula 5. 2014.

ESTÁGIO NA OBRA. **Relatório de Visita Técnica a uma Central de Concreto**. 2013. Disponível em <http://estagionaobra.blogspot.com.br/2013_05_01_archive.html> Acesso: novembro de 2016.

FERREIRA, C. C.; GIACOMITTI JUNIOR, M. R. **Avaliação do Grau de Atendimento das Pequenas Construtoras de Obras Cíveis, da cidade de Curitiba – PR, aos requisitos do PBQP-H**. v. 4, n. 1, p.59-80, Curitiba – PR, 2007.

GEYER, A. L. B.; SÁ, R. R. **Importância do Controle de Qualidade do Concreto no Estado Fresco**. 2006). Informativo Técnico Realmix. Ano 2, n. 2, julho de 2016.

HELENE, P. R. L.; TERZIAN, P. **Manual de dosagem e controle do concreto**. São Paulo, Pini, 1993.

HERVÉ NETO, E. **O RISCO da falta de Controle Tecnológico do Concreto: considerações sobre algumas evidências confirmadas no Brasil.** São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural – ABECE, 2011. (Artigo Técnico).

MEHTA, P. K., MONTEIRO, P. J. M. **Concreto – Estruturas, propriedades e materiais.** Pini: São Paulo, 2008.

MELICHAR, L. **O controle da qualidade como ferramenta de gestão para a melhoria da performance nas diversas etapas construtivas.** 2013. Monografia (Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2013.

MELLO, et al. **ISO 9001:2008 - Sistemas de Gestão da Qualidade para Operações de Produção e Serviços.** São Paulo: Editoria Atlas, 2009.

MINASCON. **Controle tecnológico do concreto: direitos e deveres.** In: 7º Encontro Unificado da Cadeia Produtiva da Indústria da construção, Belo Horizonte. 2010.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto.** 2 ed. São Paulo: Pini, 1982.

OHASHI, E. A. M.; MELHADO, S. B. **A importância dos indicadores de desempenho nas empresas construtoras e incorporadoras com certificação ISO 9001:2000.** In: I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável; X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 18-21 julho 2004, São Paulo, 2004.

PURI, S. C. **ISO série 9000 e gestão de qualidade total.** Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 1994.

RENZI, M. F.; CAPPELLI, L. **Integration between ISO 9000 and ISO 14000: opportunities and limits.** Total Quality Management, v. 11, n. 4-6, p. 489-856, 2000.

ROESCH, S. M. A. **ISO 9000: caminho para a qualidade total?.** Revista de Administração. v 29, n. 4, p. 13 – 21, 1994.

ROTHERY, B. **ISO 9000.** São Paulo: Makron Books, 1995.

SILVA, W. R. L. **Concreto Dosado em Central: Proposta de Metodologia de Controle de Qualidade e Identificação das Causas de Variabilidade no Processo de Produção de Concreto.** 2010. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina. 2010.