



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS-RN
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

LUIZ FERNANDO SILVA GOES

**GESTÃO DE CONTROLE TECNOLÓGICO EM UMA OBRA NA CIDADE DE
PAU DOS FERROS – RN**

PAU DOS FERROS-RN

2020

LUIZ FERNANDO SILVA GOES

**GESTÃO DE CONTROLE TECNOLÓGICO EM UMA OBRA NA CIDADE DE
PAU DOS FERROS – RN**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Pau dos Ferros, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^a. Dra. Rafaely Angélica
Fonseca Bandeira – UFERSA.

PAU DOS FERROS-RN

2020

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência (SIR)

G GOES, LUIZ FERNANDO SILVA.
598 g GESTÃO DE CONTROLE TECNOLÓGICO EM UMA OBRA NA
CIDADE DE PAU DOS FERROS - RN / LUIZ FERNANDO
SILVA GOES. - 2020.
43 f. : il.

Orientadora: Dra. RAFAELY ANGÉLICA FONSECA
BANDEIRA.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2020.

1. CONCRETO. 2. CONTROLE TECNOLÓGICO . 3. OBRA.
I. BANDEIRA, Dra. RAFAELY ANGÉLICA FONSECA ,
orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

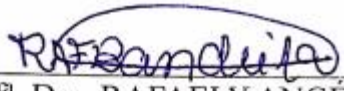
LUIZ FERNANDO SILVA GOES

**GESTÃO DE CONTROLE TECNOLÓGICO EM UMA OBRA NA CIDADE DE
PAU DOS FERROS – RN**

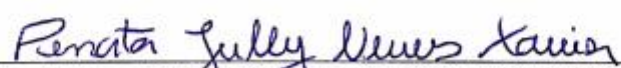
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal Rural
do Semi-Árido, Centro Multidisciplinar
de Pau dos Ferros, como requisito para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Defendida em: 05/02/2020

BANCA EXAMINADORA


Prof.^a. Dra. RAFAELY ANGÉLICA FONSECA BANDEIRA


Prof. Esp. JOSE HENRIQUE MACIEL DE QUEIROZ


Prof.^a. Me. RENATA JULLY NUNES XAVIER

Dedico este trabalho aos meus pais que em cada momento me apoiaram e acreditaram no meu potencial.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitário, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.

Agradeço aos meus pais, que deram todo o apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

A minha orientadora Dra. Rafaely Angélica Fonseca Bandeira, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

A minha avó Agnone Ferreira Góes meu avô Benedito Albino que em seu momento de vida, me deu todo o apoio e incentivo para continuar minha jornada.

Meus agradecimentos aos amigos, companheiros de universidade e irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida com certeza.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

O controle tecnológico do concreto em obra tem como objetivo garantir que o principal material componente das edificações, esteja de acordo com os parâmetros estabelecidos pelas normas, sendo para tal necessário para a perfeita execução da obra e consequentemente garantir a durabilidade da estrutura. Para servir de guia nos procedimentos relacionados a esse controle, tomou-se como base a ABNT NBR 12 655:2006 que preconiza as ações necessárias para garantir que os mesmos possam ser realizados de forma eficiente. O presente trabalho teve como base um levantamento bibliográfico da literatura objetivando a compreensão das condutas relativas ao controle do concreto, além de um estudo de campo em que esses procedimentos foram analisados em uma obra na cidade de Pau dos Ferros – RN. Desse modo, foi possível constatar algumas conformidades dos procedimentos realizados no empreendimento visitado com relação às condutas impostas pela ABNT NBR 12 655:2006.

Palavras-chave: Concreto. Controle tecnológico. Construção.

RESUME

The technological control of concrete on site aims to ensure that the main component material of the buildings, is in accordance with the parameters established by the standards, being necessary for the perfect execution of the work and consequently guaranteeing the durability of the structure. To serve as a guide in the procedures related to this control, ABNT NBR 12 655: 2006 was based, which recommends the necessary actions to ensure that they can be carried out efficiently. The present work was based on a bibliographic survey of the literature aiming at understanding the behaviors related to concrete control, in addition to a field study in which these procedures were analyzed in a work in the city of Pau dos Ferros - RN. In this way, it was possible to verify some conformities of the procedures carried out in the visited enterprise in relation to the conducts imposed by ABNT NBR 12 655: 2006.

Keywords: Concret. Technological control. Constructions.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Medida do abatimento	16
Figura 2- Paralelo entre resistência real e potencial	19
Figura 3- Representação da resistência à compressão	20
Figura 4- Relação a/c e resistência à compressão do concreto	21
Figura 5 - Influencia da relação a/c e idade de cura na resistência do concreto	22
Figura 6- Influencia de ar incorporado e relação a/c	23
Figura 7- Influencia das condições de cura sobre a resistência do concreto	24
Figura 8- Influencia da temperatura de moldagem e cura na resistência	25
Figura 9 - Resistência média a compressão	26
Figura 10 - Tipos de modo de elasticidade	27
Figure 11 - Futura fachada do empreendimento	29
Figure 12 - Informações técnicas de projeto	32
Figure 13 - Mapa de concretagem	34
Figure 14 - Relatório de controle da resistência à compressão fornecido pelo responsável da obra	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação entre a trabalhabilidade do concreto e o valor do abatimento do tronco de cone.....	16
Tabela 2 - Classe de resistência.....	18
Tabela 3- Resistência à compressão do concreto após 28 dias.....	18
Tabela 4- Resultados da resistência à compressão para diversos tamanhos e formas de corpos de prova.....	26
Tabela 5 – Resumo do <i>checklist</i> das conformidades de responsabilidade da empresa de concretagem.....	31
Tabela 6 - Resumo de conformidade e não conformidade dos parâmetros de projeto....	32
Tabela 7 - Responsabilidades da contratante.....	35
Tabela 8 - Resumo dos dados levantados em <i>checklist</i> relacionados à comunicação entre executante, projetista e concreteira.....	37

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
f_{ck}	Resistência Característica do Concreto à Compressão
f_c	Resistência a Compressão Simples
$f_{ck,est}$	Resistência Característica do Concreto à Compressão Estimado
a/c	Relação água/cimento

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO TEÓRICA	14
2.1 ATRIBUIÇÕES DE RESPONSABILIDADE DE ACORDO COM A ABNT NBR 12655:2006	14
2.2 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DO CONCRETO....	15
2.2.1 Propriedade no estado fresco.....	15
2.2.2 Propriedades no estado endurecido	17
2.3 FATORES QUE INFLUENCIAM A RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO	21
2.3.1 Relação a/c	21
2.3.2 Porosidade	22
2.3.3 Agregados	23
2.3.4 Cura	24
2.3.5 Corpos de prova	25
2.3.6 Módulo de elasticidade	27
3 METODOLOGIA.....	28
3.1 metodologia empregada no estudo de campo	29
3.1.1 Coleta de informações.....	29
3.1.2 Descrição da obra.....	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
4.1 Dados gerais.....	30
4.2 responsabilidade da concreteira (Contratada).....	30
4.3 responsabilidade de projeto.....	31
4.4 responsabilidade do executante.....	33
4.5 comunicação entre executante, concreteira e projetista	37
4.6 discussão global dos resultados	37
5 CONCLUSÃO.....	38
6 REFERÊNCIA	40
APÊNDICE A – <i>CHECKLIST</i>	42

1 INTRODUÇÃO

Encontrado nas mais diversas estruturas, o concreto é utilizado em pontes, rodovias, edificações ou barragens. Constituído de uma mistura de cimento Portland, água, areia e brita, sendo considerado o segundo material mais consumido no mundo perdendo apenas para a água, que é o material mais consumido na construção civil (MEHTA; MONTEIRO, 1994).

Independente do desenvolvimento e pesquisas de suas propriedades, o concreto não é um material novo, sua utilização vem acontecendo há cerca de 3 mil anos a.C. Do ponto de vista técnico, para que seja possível utiliza-lo de maneira satisfatória, o executante e o projetista devem estar familiarizados com todo o processo de fabricação do concreto, desde sua concepção, definição dos requisitos, dosagem, produção, aplicação e tecnologia, pois tais fases são essenciais para uma boa qualidade do material.

Sendo assim, a necessidade de verificar tais propriedades e características, ou seja, a realização de um controle tecnológico para sua aceitação passou a ser fundamental para evitar perdas significativas em termos econômicos, o que inclui a necessidade de execução de reforços estruturais, a reavaliação do projeto estrutural e até mesmo a demolição e a reconstrução de um determinado elemento (SANTIAGO, 2011).

Contudo, para aumentar a durabilidade do concreto e verificar sua aceitação, são utilizados métodos tecnológicos de controle de acordo com as normas brasileiras regulamentadoras (NEVILLE, 1997).

Para aceitação do concreto, deve ser verificado, de maneira sistêmica, o controle tecnológico, a fim de buscar uma melhoria e garantir a rastreabilidade de cada ensaio, prevenindo patologias e anomalias. Os resultados devem ser analisados para a confirmação dos parâmetros estabelecidos e, assim, desenvolver um plano de ação preventiva e corretiva, de modo a analisar problemas de não compatibilidade com o concreto, evitando e prevenindo a ocorrência de manifestações patológicas (FORTES, 1996).

Sendo assim, o presente trabalho tem como principal objetivo desenvolver comparações entre as diretrizes recomendadas pela ANBT NBR 12655:2006 e o que é realmente executado, realizar o acompanhamento na obra com enfoque na forma como o controle tecnológico é realizado e propor ações de melhoria na execução de obras para o aumento da qualidade dos processos de construção.

Devido à dificuldade encontrada por profissionais da área da construção em se conduzir de maneira satisfatória e adequada esse controle no dia a dia da obra, este trabalho se justifica pela necessidade de esclarecer a forma adequada do controle tecnológico do material mais utilizado na construção civil e o segundo mais utilizado no mundo, o concreto.

2 REVISÃO TEÓRICA

2.1 ATRIBUIÇÕES DE RESPONSABILIDADE DE ACORDO COM A ABNT NBR 12655:2006

De acordo com a ABNT NBR 12655:2006 as obrigações e atribuições desde a concepção à execução de estruturas de concreto, passando pelo controle, preparo e recebimentos do concreto de cimento Portland são de responsabilidade das partes envolvidas.

As características e propriedades do concreto devem ser definidas antes da concretagem, sendo o proprietário e o responsável técnico pela execução da obra, incumbido de garantir o cumprimento da norma.

A ABNT NBR 12655:2006 afirma que é de responsabilidade do projetista a definição da resistência característica a compressão do concreto, f_{ck} onde deve constar em todos os memoriais e desenhos, a resistência a “j” dias, para etapas construtivas, como a retirada de todos os escoramentos, o manuseio de pré-moldados ou aplicação da protensão.

Além disso o projetista é responsável por explicitar e especificar todos os requisitos relacionados a durabilidade da estrutura, vida útil e a classe de agressividade ambiental utilizada para elaborar o projeto. Identificar os elementos relativos às propriedades especiais do concreto como o módulo de deformação para a etapa de desforma.

Segundo a ABNT NBR 12655:2006 compete ao profissional responsável pela execução da obra quando o concreto for preparado no próprio local, assegurar que o mesmo cumpra todas as especificações definidas no projeto estrutural, caso o concreto seja executado por uma empresa de serviços de concretagem, o encarregado deverá solicitar todos os requisitos descritos no projeto, inclusive quando houver especificações

dos materiais a serem utilizados, as condições de aplicações e os requisitos empregados pela Norma.

2.2 PRINCIPAIS CARACTERISTICAS E PROPRIEDADES DO CONCRETO

Para um melhor condicionamento do controle do concreto, o estudo de suas propriedades é uma parte imprescindível. Por isso, serão abordadas algumas propriedades fundamentais para o seu melhor desempenho e com isso, sua melhor qualidade.

2.2.1 Propriedade no estado fresco

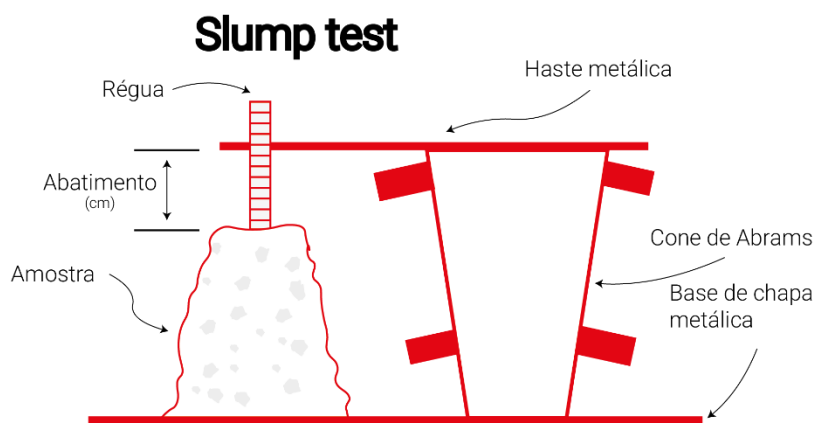
A consistência do concreto fresco é uma propriedade ao qual relaciona o estado de fluidez da mistura, garantindo sua trabalhabilidade. Sendo assim, uma propriedade complexa do concreto recém-misturado, que determina a facilidade e a homogeneidade com o qual o material pode ser misturado, lançado, adensado e acabado (ANDOLFATO, 2002; GEYER; RESENDE, 2006).

De acordo com Neville (1997) não existe um ensaio considerado aceitável para determinar diretamente a trabalhabilidade do concreto. Entretanto, o ensaio de abatimento do tronco de cone (*slump test*), é o ensaio que indica indiretamente a trabalhabilidade dos concretos convencionais e bombeados.

Geyer e Resende (2006) afirmam que o *slump test* afere a fluidez e a consistência do concreto, permitindo assim que se controle sua uniformidade, sendo que esse tipo de ensaio tem sua principal função é fornecer uma metodologia simples e conveniente para que possa se controlar a uniformidade da produção do concreto em diferentes betonadas.

O *slump test* consiste no preenchimento de um tronco de cone em três camadas de concreto de igual altura, sendo que cada camada golpeada 25 vezes com uma haste padrão. O valor da medida do abatimento do concreto se dá logo após a retirada do molde, conforme indica a Figura 1.

Figura 1 - Medida do abatimento



Fonte: NBR MN 67 (ABNT, 1998)

Neville (1997) indica as correlações entre a trabalhabilidade do concreto e o ensaio de abatimento, como apresentado na tabela 1.

Tabela 1 - Relação entre a trabalhabilidade do concreto e o valor do abatimento do tronco de cone

TRABALHABILIDADE	ABATIMENTO (MM)
ABATIMENTO ZERO	0
MUITO BAIXA	5 a 10
BAIXA	15 a 30
MÉDIA	45 a 75
ALTA	80 a 155
MUITO ALTA	160 ao desmoronamento

Fonte: (NEVILLE, 1997)

De acordo com a ABNT NBR 12655:2006, para concreto preparado pelo executante da obra, devem ser realizados ensaios de consistência sempre que ocorrerem alterações na umidade do agregado, no primeiro manuseio do dia, ao reiniciar o preparo após uma interrupção da concretagem de pelo menos duas horas e cada vez que forem moldados corpos-de-prova. Tais procedimentos tem como objetivo garantir e controlar as especificações previstas para a execução da estrutura.

O concreto coeso é aquele que apresenta homogeneidade e sem separação dos materiais em todas as fases de utilização. Segundo os autores Neville (1997), Geyer e Resende (2006), não existem ensaios normalizados para medir a coesão de uma mistura. Contudo, o simples processo de se bater a haste de abatimento na lateral do concreto, se torna um teste simples para se medir a coesão do material.

A segregação pode ser compreendida como a separação dos constituintes da mistura, evitando a obtenção de um concreto com características de uniformidade satisfatória. Existe dois tipos de segregação. Na primeira, as misturas muito plásticas, ocorre a visível separação da pasta da mistura, também conhecida como exsudação, na segunda, os grãos maiores do agregado tendem a se desligar dos demais durante o lançamento com energia ou vibração excessiva (ALMEIDA, 2002).

Considerada uma forma particular de segregação, a exsudação é uma propriedade em que a água da mistura tende a se elevar à superfície do concreto recentemente lançado, tendo como resultado o surgimento de água na superfície do concreto após o seu lançamento e adensamento.

Não existem ensaios normalizados para medir a segregação. Segundo Geyer e Resende (2006), o endurecimento e a extração de testemunhos de concreto endurecido ou a observação visual do concreto são indicados para a verificação desse fenômeno. A água é retirada da superfície do concreto em intervalos de tempo determinados e a exsudação é estabelecido como sendo a relação entre a quantidade de água retirada da superfície e a água total da amostra.

2.2.2 Propriedades no estado endurecido

A resistência à compressão, denominada de f_c , é considerada como o principal parâmetro, ou, o mais objetivo para se avaliar a qualidade do concreto na estrutura. Particularmente, a resistência a compressão simples, realizada através da ruptura de corpos-de-prova moldados e preparados ao sair da betoneira segundo a ABNT NBR 5738:2008 – Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto, os quais são ensaiados de acordo com a ABNT NBR 5739:2007 – Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos, os quais, representam uma resistência potencial ao qual o concreto pode atingir na estrutura.

Segundo Pacheco e Helene (2013), no Brasil, a resistência a compressão, corresponde à tensão de ruptura à compressão axial de um cilindro de concreto, com 15cm de diâmetro de 30cm de altura e idade de referência para o ensaio é 28 dias. Esta é a propriedade adotada em circunstância do dimensionamento da estrutura e consequentemente, está diretamente ligada à segurança e estabilidade estrutural. Sendo assim o concreto pode ser classificado de acordo com a ABNT NBR 8953:2011 – Concreto para fins estruturais, bem como a sugerida por Priskin (1994) tabela 2 e tabela 3, abrangendo diversas categorias de concretos.

Tabela 2 - Classe de resistência

CATEGORIA	CLASSE DE RESISTÊNCIA (números correspondem ao valor da resistência em Mpa)
Grupo I	C10; C15; C20; C25; C30; C35; C40; C45; C50
Grupo II	C55; C60; C70; C80

Fonte: Adaptado pelo autor da NBR 6118:2014

Tabela 3- Resistência à compressão do concreto após 28 dias

CLASSIFICAÇÃO	RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO AOS 28 DIAS (f_{ck28}) MPa
Concreto comum	20 -50
Concreto de Alto Desempenho	50 - 100
Concreto de Ultra Alto Desempenho	100 - 150
Concretos Especiais	➤ 150

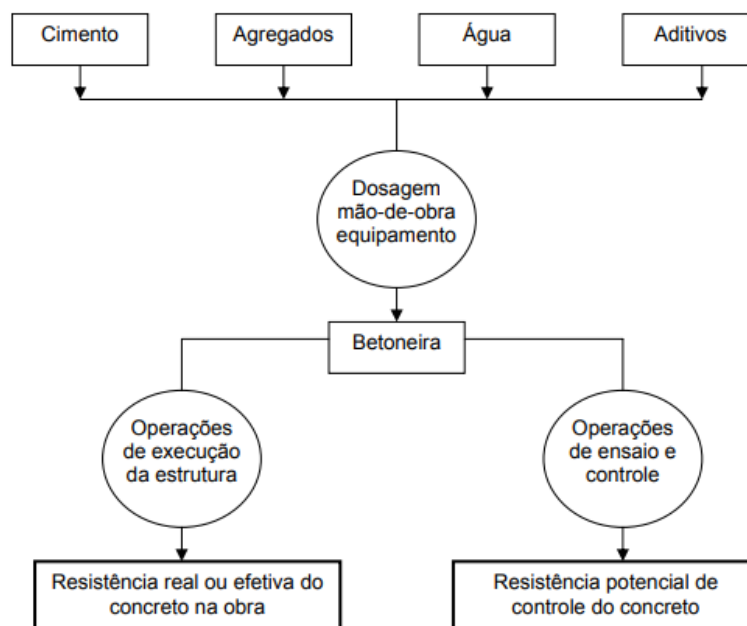
Fonte: Adaptado pelo autor da NBR 6118:2014

Contudo essas classificações são puramente de cunho prático, apresentando a simplicidade ao qual esses parâmetros são adotados como representativo da qualidade do concreto. Entretanto, a avaliação dessa resistência nas estruturas executadas é complexa. O processo de produção do concreto, desde a sua avaliação da variabilidade das características dos seus componentes, passando pela heterogeneidade dos materiais até o transporte, lançamento, adensamento e cura do concreto da obra, acarreta uma série de variáveis de difícil quantificação, que levam em consideração a resistência *in situ*

admitida como a real, sendo inferior à dos corpos-de-prova moldados e curados sob condições ideais.

Contudo, a resistência à compressão do concreto se restringe à resistência medida na boca da betoneira, conforme aponta o esquema na figura 2, a seguir:

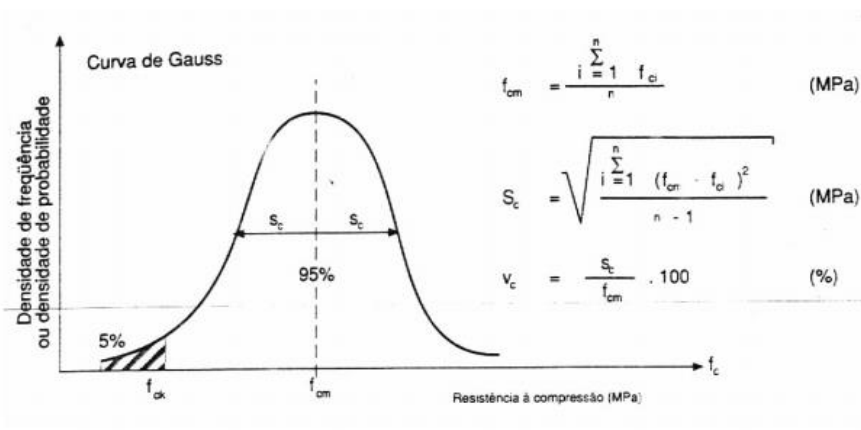
Figura 2- Paralelo entre resistência real e potencial



Fonte: Pacheco e Helena (2013).

O controle de resistência a compressão do concreto está relacionado com a necessidade de comprovação daquilo que está sendo executado com o que foi adotado no projeto estrutural. Em razão desse objetivo, Helene (1986), estabelece que a função de erro, distribuição de Gauss ou normal, é um modelo com a qual a resistência a compressão do concreto pode ser representada de maneira satisfatória. Sendo assim, a resistência característica (f_{ck}), é um valor ao qual se encontra dentro da distribuição gaussiana e cuja sua probabilidade de ocorrência é igual a 5%, como indica a figura 3:

Figura 3- Representação da resistência à compressão



Fonte: Pacheco e Helena (2013).

Pode-se dizer que essa resistência é o valor ao qual o projetista toma como referência para base de cálculo e está associada a um nível de confiança de 95%. Sendo, que essa resistência deve ser comparada a resistência característica estimada do concreto a compressão ($f_{ck,est}$) que por sua vez, representa um valor estimado, obtido através de ensaios de corpos-de-prova cilíndricos, de um lote de concreto homogêneo.

A ABNT NBR 12655:2006 prescreve que os lotes só devem ser aceitos, quando o valor estimado da resistência característica satisfazer a relação: $f_{ck,est} \geq f_{ck}$, ou seja, a estrutura só deve ser executada com um concreto de resistência característica a compressão (estimado) igual ou superior ao valor adotado no projeto estrutural. Consequentemente, o concreto produzido na obra ou oriundo de uma empresa responsável por serviços de concretagem, está apta no que se refere a sua resistência mecânica, pois os valores considerados no projeto são compatíveis com os valores de resistência a compressão do concreto produzido ou recebido.

Toda a sistemática de controle presente na NBR 12655 (ABNT, 2006), enfatiza que a conformidade e adequabilidade do concreto enquanto material, não atesta ou afere o concreto real da estrutura, que passa por todas as etapas executivas, como: transporte, lançamento, adensamento e cura.

2.3 FATORES QUE INFLUENCIAM A RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

2.3.1 Relação a/c

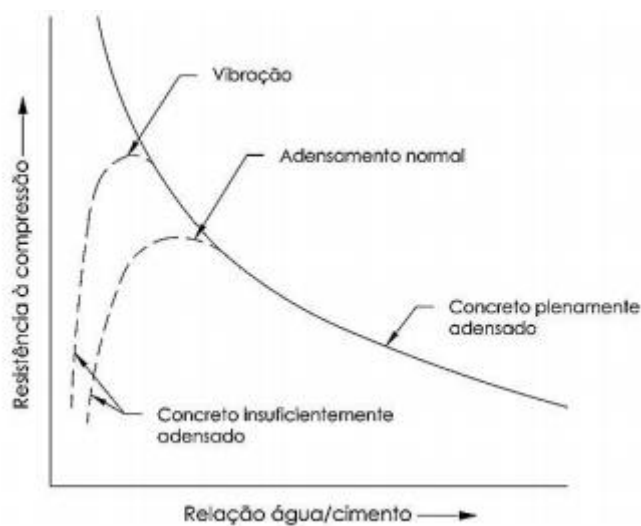
Comumente conhecida como Lei de Abrams, a relação água/cimento pode ser representada pela seguinte formula:

$$f_c = \frac{k_1}{k_2 \frac{a}{c}} \quad (01)$$

Onde, segundo Mehta e Monteiro (2014), a/c é a relação água/cimento da dosagem do concreto, f_c é a resistência à compressão do concreto e k_1 e k_2 são constantes experimentais.

De acordo com Neville (2016), teoricamente, quando o concreto está completamente adensado, sua resistência é considerada inversamente proporcional a relação água/cimento. Porém, analisando a figura 4, pode-se observar que a relação a/c e a resistência é restrita, pois o adensamento pleno submetido a relação a/c muito baixas a curva deixa de ser obedecida.

Figura 4- Relação a/c e resistência à compressão do concreto

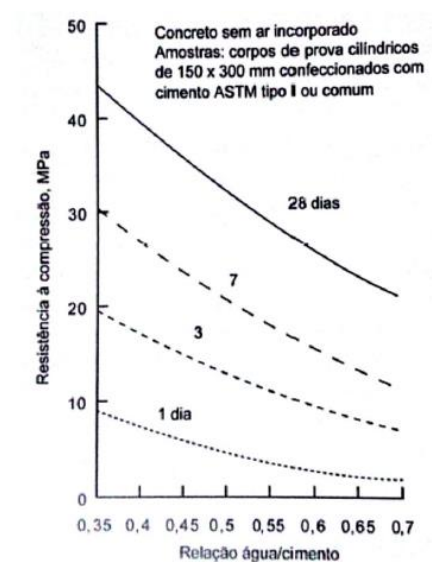


Fonte: Neville (2016).

A relação entre a resistência do concreto e a relação a/c é a consequência do enfraquecimento contínuo da matriz causado pelo aumento da porosidade com o aumento da relação a/c, segundo Mehta e Monteiro (2014).

Para concretos de alta resistência a resistência à compressão pode ser ampliada de forma desigualmente elevada com reduções pequenas na relação a/c. Porém, para concretos de densidade de baixa ou média resistência, a zona de transição na área de interação e da matriz é determinante na resistência, o que mantém a relação entre a resistência do concreto e a relação a/c conforme Mehta e Monteiro (2014), como pode ser analisado na figura 5.

Figura 5 - Influência da relação a/c e idade de cura na resistência do concreto.



Fonte: Mehta e Monteiro (2014).

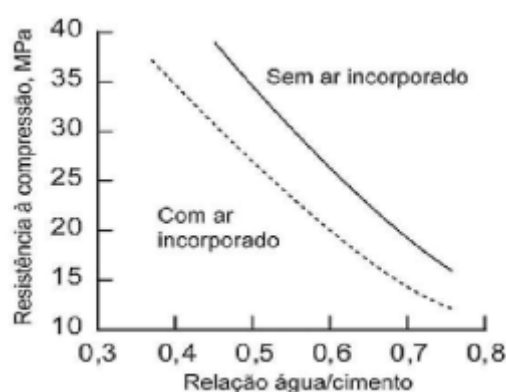
Para Neville (2016), a relação a/c, na prática é o fator mais correlacionado à resistência do concreto, porém alguns pesquisadores afirmam que essa relação não é suficientemente fundamental.

2.3.2 Porosidade

Ainda que o concreto seja um material complexo demais para um hipótese de sua resistência pela relação exata entre a resistência e porosidade, essa relação dever ser respeitada, devido ao fato de a porosidade no concreto ser um limitador da resistência, visto que a resistência do concreto está diretamente relacionada com o volume de vazios (MEHTA; MONTEIRO, 2014; NEVILLE, 2016).

Sabemos, que a relação a/c determina a porosidade na maioria dos casos, contudo, quando o ar é incorporado ao concreto, seja por aditivos incorporadores de ar ou por adensamento inadequado, conseqüentemente haverá um aumento na porosidade do concreto e com isso uma diminuição na resistência do concreto. Ao analisar certas relações de a/c, (Figura 6), nota-se que em concretos de alta resistência, ao acrescentar certas quantidades de ar ao concreto, este sofre uma considerável perda de resistência, contudo em concretos de baixa resistência, a tendência é sofrer apenas uma irrelevante perda de resistência (MEHTA, MONTEIRO, 2014).

Figura 6- Influencia de ar incorporado e relação a/c



Fonte: Mehta e Monteiro (2014).

2.3.3 Agregados

Na construção civil, os agregados são utilizados para a fabricação de produtos artificiais resistentes. De acordo com a ABNT NBR 7211:2009 – Agregados para concreto, o agregado para concreto deve ser composto por grãos de minerais duros, compactos, duráveis, estáveis, limpos e que não interfiram no endurecimento e hidratação do cimento e também na proteção contra corrosão da armadura.

De acordo com Li (2011), a utilização de agregados com uma granulometria bem definida resulta na diminuição dos vazios no concreto, resultando no aumento da resistência a compressão. Sua forma e textura também influenciam na sua resistência. Agregados de forma angular e superfície áspera, relacionados com uma relação a/c constante e o mesmo consumo de cimento resultam em uma maior resistência à compressão do que agregados de forma esférica e superfície lisa.

A influência na resistência do concreto devido ao agregado graúdo depende da relação a/c. Percebe-se que devido ao aumento da relação a/c, a interferência do agregado na resistência diminui, provavelmente pela resistência da matriz da pasta cimento hidratada se tornar primordial.

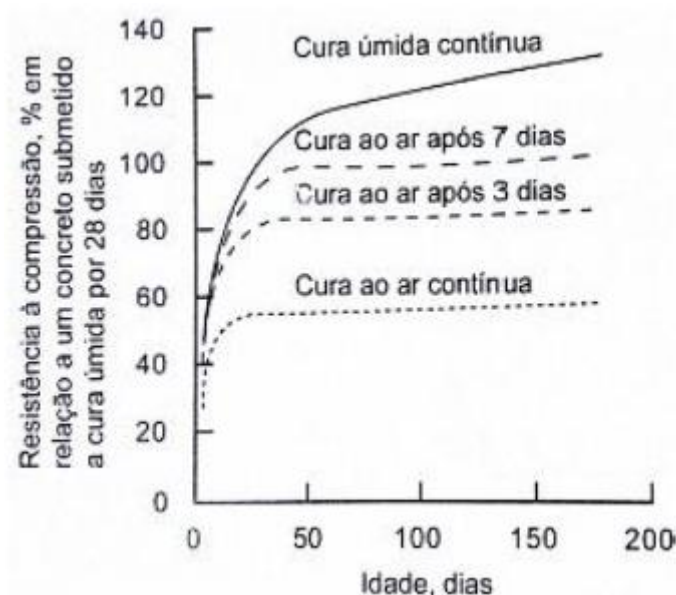
2.3.4 Cura

A cura consiste em procedimentos aplicados para promover a hidratação do cimento, controle da temperatura e controle de entrada e saída de água do concreto, ou seja, evitar a perda de água responsável pela hidratação do cimento, pois esta perda pode originar vazios no concreto.

Para Mehta e Monteiro (2014), a cura merece uma atenção especial, pois uma cura inapropriada pode gerar perda de resistência e falta de durabilidade do concreto. Sabe-se que a cura é uma combinação de tempo, temperatura e umidade do concreto após o seu lançamento, praticada para proporcionar a sua hidratação.

Após um certo tempo, a resistência do concreto permanece constante com a idade de cura sem que a mesma seja úmida, como pode ser observado na figura 7.

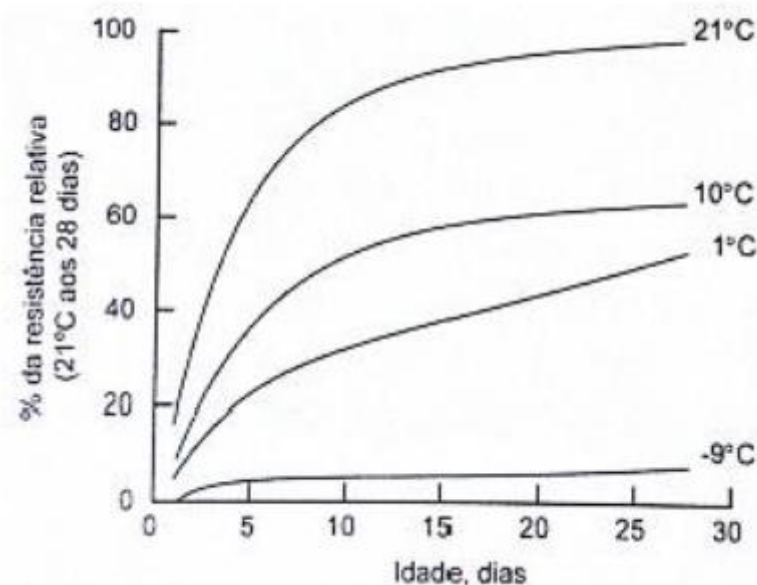
Figura 7- Influência das condições de cura sobre a resistência do concreto



Fonte: Mehta e Monteiro (2014).

A temperatura de cura tem grande influência na taxa de desenvolvimento da resistência e resistência final do concreto, devido ao fato de controlar a hidratação do cimento. A Figura 8, mostra o efeito de diferentes temperaturas de cura atuantes na resistência do concreto. Em tese, quanto menor a temperatura, menor será a resistência do concreto.

Figura 8- Influencia da temperatura de moldagem e cura na resistência



Fonte: Meththa e Monteiro (2014).

2.3.5 Corpos de prova

A resistência a compressão dos corpos-de-prova, tem significativa influencia com sua forma e tamanho e isso pode se tornar um problema comparativo, pois diferentes países utilizam diferentes formas e tamanhos. Nos Estados Unidos os corpos-de-prova são cilíndricos de 150 mm x 300 mm, a norma britânica determina que podem ser utilizados corpos cúbicos, no Brasil são utilizados corpos-de-prova cilíndricos de 100 mm x 200 mm e 150 mm x 300 mm (BS EN 12390-1, 2000; RAO et. al., 2011; MEHTA; MONTEIRO, 2014).

Um estudo realizado por Rao et. al. (2011), pode-se observar os diferentes resultados obtidos de um mesmo concreto ao qual foram moldados corpos-de-prova de diferentes tamanhos e formas (TABELA 4).

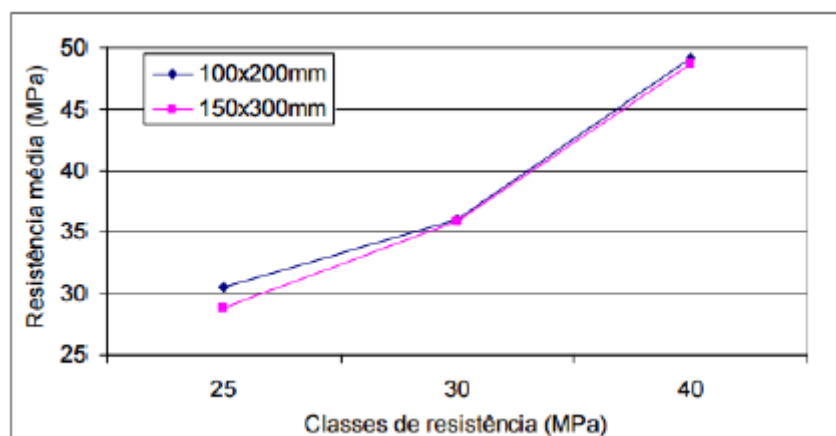
Tabela 4- Resultados da resistência à compressão para diversos tamanhos e formas de corpos de prova

ID CP	TIPO DE CP	TAMANHO DO CP (mm)	f_{c7} (Mpa)	f_{c28} (Mpa)
1	Cubo	100x100x100	18,2	30,3
2	Cubo	150x150x150	20,0	33,4
3	Cilíndrico	100x200	15,7	25,6
4	Cilíndrico	100x300	15,2	24,6
5	Cilíndrico	150x150	18,8	29,6
6	Cilíndrico	150x300	15,3	25,5
7	Prisma	100x100x200	16,3	28,2
8	Prisma	100x100x300	15,0	27,1
9	Prisma	150x150x300	18,1	31,8
10	Prisma	150x150x450	16,2	29,8

Fonte: Adaptado pelo autor de Rao et. al. (2011).

Percebe-se na Tabela 1 que os corpos-de-prova admitidos no Brasil, não apresentam diferenças significativas de resultados, o que vai ao encontro da pesquisa de Martins (2008), que comparou os resultados de resistência à compressão obtidos em concretos de classes diferentes em corpos-de-prova de dimensões 100 mm x 200 mm e 150 mm x 300 mm, como pode ser observado na figura 9.

Figura 9 - Resistência média a compressão



Fonte: Martins (2008).

2.3.6 Módulo de elasticidade

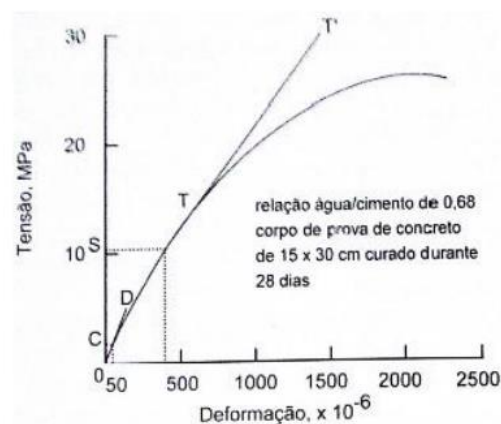
Para Mehta e Monteiro (2014), o módulo de elasticidade do concreto é a relação da tensão aplicada e a deformação imediata dentro de um limite proporcional adotado, e é a dado pela declividade da curva de tensão-deformação sob o carregamento uniaxial.

Os módulos de elasticidade são definidos em três tipos, devido a sua não linearidade da curva de tensão-deformação, Helene (1998) e Mehta e Monteiro (2014) resumem como:

1. Módulo de elasticidade secante: é o módulo de deformação estático e instantâneo, dado pela declividade de uma linha traçada da origem até qualquer porcentagem de f_c . geralmente recomenda-se trabalhar com o módulo de elasticidade secante a $0,4f_c$, que equivale ao modulo cordal entre 0,5 Mpa e $0,4f_c$.
2. Módulo de elasticidade tangente inicial: é o módulo de deformação, estático e instantâneo para uma linha tangente à curva de tensão-deformação traçada a partir da origem. Corresponde ao modulo de elasticidade cordal entre 0,5 Mpa e $0,3f_c$ e ao modulo de elasticidade secante de $0,3f_c$.
3. Módulo de elasticidade cordal: é o módulo de deformação, estático e instantâneo, dado pela inclinação de uma linha traçada em qualquer intervalo da curva de tensão-deformação.

A figura 10 abaixo apresenta os diferentes tipos de módulo de elasticidade:

Figura 10 - Tipos de modo de elasticidade



Fonte: Mehta e Monteiro (2014).

Para Altheman e Rocha (2014), vários fatores podem incidir no desempenho do módulo de elasticidade de um concreto, dentre eles pode-se destacar:

- Módulo de elasticidade do agregado graúdo;
- Dimensão dos agregados graúdos (o módulo cai com a redução do diâmetro/granulometria);
- Teor de argamassa empregado para a fluidez (quanto maior o teor de argamassa no traço menor o módulo);
- Resistência do concreto (quanto maior a resistência mecânica do concreto, maior o módulo, porém não é uma relação linear);
- Vazios (falhas no adensamento ou aumento no teor de ar incorporado).

A precaução com as flechas admissíveis e as deformações é de vasta importância no cálculo estrutural. Além de conter o valor da resistência característica a compressão do concreto (f_{ck}), os projetos devem especificar o valor mínimo do módulo de elasticidade na mesma idade considerada para a resistência característica, que por norma é 28 dias (PICCOLI, 2014).

A NBR 12655 (ABNT, 2006) afirma que o responsável pelo projeto estrutural, a definição do módulo e sua explanação no projeto e ao executor da obra a correta contratação do concreto, de modo a atender essa definição de projeto.

3 METODOLOGIA

Realizou-se um estudo prático afim de possibilitar uma analogia entre o que acontece nos canteiros de obra da região da cidade de Pau dos Ferros – RN e os procedimentos exigidos pela norma. Sendo assim, foi selecionado uma obra de grande porte com o objetivo de avaliar o cumprimento da ABNT NBR 12 655:2006.

A obra selecionada é uma edificação de múltiplos pavimentos, em fase de execução dos serviços de concretagem da superestrutura. O acesso as informações técnicas, como relatórios técnicos, projetos e documentação de controle interno, foram realizados com a autorização da empresa envolvida.

3.1 METODOLOGIA EMPREGADA NO ESTUDO DE CAMPO

3.1.1 Coleta de informações

A avaliação do procedimento foi realizada através de registro fotográfico, entrevista e aplicação de *checklist*, Apêndice A. O *checklist* aplicado é composta por 5 (cinco) grupos de perguntas, referindo-se aos dados gerais, às responsabilidades da concreteira, às responsabilidades de projeto, às responsabilidades do executante da obra e as solicitações feita pelo executante.

O primeiro grupo do *checklist* caracteriza o caso analisado, distinguindo o empreendimento através da definição do responsável pela empresa contratante e contratada, projetista.

3.1.2 Descrição da obra

O empreendimento possui duas torres residenciais, cada uma composta por 5 apartamentos, 18 pavimentos tipos, subsolo térreo. Localizada no bairro Arizona, a cerca de 2,5 km do centro da cidade de Pau dos Ferros – RN. A construtora responsável pelo empreendimento é da cidade de Pau dos Ferros figura 11, enquanto a concreteira tem sua cede na cidade de Sousa – Pb.

Figura 11 - Futura fachada do empreendimento



Fonte: Fontes Rêgo, 2020.

A tipologia é em concreto armado convencional, estruturado com pilares, vigas e lajes maciça e treliçadas. No ato da visita estava sendo realizada a locação das formas dos pilares do terceiro pavimento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 DADOS GERAIS

Os elementos cujo o concreto foi analisado foram pilares e vigas, segundo as informações cedidas pelo engenheiro responsável pela obra e devido ao fato de que nos dias das visitas os mesmos não estarem em processo de concretagem. Para moldagem e ensaios dos corpos de prova, foi contratada uma empresa responsável para tais serviços.

4.2 RESPONSABILIDADE DA CONCRETEIRA (CONTRATADA)

Com base no que foi informado na entrevista, que após a solicitação do serviço de concreto, a concreteira era responsável pelo transporte do produto, da usina até o canteiro de obras, sendo o mesmo transportado dentro do canteiro de obras através de mecanismos executados por profissionais qualificados da concreteira em conjunto com funcionários da obra.

O transporte do concreto da usina até o canteiro de obra foi realizado por caminhões betoneira, equipados com dispositivos de agitação, controle de adição de água, dentre outros mecanismos responsável pelo controle e de possíveis ajustes do material transportado.

De acordo com o responsável pela obra, no ato da chegada do caminhão foi entregue a nota fiscal do concreto, como definido pela ABNT NBR 12 655:2006. Segundo o mesmo em todas as notas constavam o volume de concreto, a dimensão máxima característica dos agregados graúdos, o valor da Resistência de compressão (f_{ck}) e o abatimento (*slump*). A tabela 5 relaciona as conformidades obtidas durante a entrevista.

Tabela 5 – Resumo do *checklist* das conformidades de responsabilidade da empresa de concretagem

RESPONSABILIDADE DA CONTRATADA (CONCRETEIRA)		
NOTA DE RECEBIMENTO (DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA)	POSSUI NOTA	
Há nota de recebimento?	SIM (X)	NÃO ()
O f_{ck} é informado?	SIM (X)	NÃO ()
O f_{ck} atende ao solicitado em projeto?	SIM (X)	NÃO ()
A curva de resistência x tempo é representada?	SIM (X)	NÃO ()
O módulo de elasticidade (E_c) é informado?	SIM (X)	NÃO ()
O E_c atende ao solicitado em projeto?	SIM (X)	NÃO ()
O traço do concreto é informado?	SIM (X)	NÃO ()
A relação a/c é informada?	SIM (X)	NÃO ()
A relação a/c obedece a solicitação de projeto?	SIM (X)	NÃO ()
Tipo e marca do cimento?	SIM (X)	NÃO ()
D_{max} característico do agregado graúdo ?	SIM (X)	NÃO ()
Obedece a solicitação de projeto?	SIM (X)	NÃO ()
Tipo de aditivo(s)?	SIM (X)	NÃO ()
O abatimento (slump test) é informado?	SIM (X)	NÃO ()
Hora de mistura (1ª adição de água)?	SIM (X)	NÃO ()
Quantidade de água adicionada na central?	SIM (X)	NÃO ()
Quantidade máxima de água adicionada na obra?	SIM (X)	NÃO ()
Hora de chegada do caminhão?	SIM (X)	NÃO ()
Hora do fim do descarregamento?	SIM (X)	NÃO ()

Fonte: Autor 2020

Devido ao fato de não possuir as notas fiscais em mãos e baseando-se através de critérios adotados no *checklist*, nota-se que a empresa responsável atende todos os requisitos.

4.3 RESPONSABILIDADE DE PROJETO

No empreendimento visitado, os desenhos e memoriais dos projetos analisados continham expresso os valores referentes à resistência característica à compressão (f_{ck}) e o cobrimento nominal figura 12, atendendo, até mesmo, ao mínimo exigido por norma de acordo com a Classe de Agressividade Ambiental (CAA), ou seja, mínimo de 25 Mpa para uma CAA igual a II, característica de atmosferas urbanas. Por outro lado, os projetos não faziam referência ao módulo de elasticidade (E_{cj}) e à resistência a compressão (f_{cj}) para as etapas construtivas, como por exemplo, a retirada do escoramento.

Figure 12 - Informações técnicas de projeto

CONCRETO - $f_{ck} = 300 \text{ Kgf/cm}^2 = 30 \text{ MPa}$

AÇO(S): CA-50 A / CA-60 B

COBRIMENTO DAS ARMADURAS: VIGA / CINTA = 3.00 cm

PILAR = 3.00 cm

LAJE = 3.00 cm

SAPATA = 4.50 cm

OBSERVAÇÕES INICIAIS

- 1 - A taxa do solo foi fornecida em ensaio de sondagem
- 2 - A execução da estrutura deve obedecer as recomendações da NBR-6118.
- 3 - As cotas e níveis devem ser conferidos pelas plantas de arquitetura.
- 4 - Confirmar, com o fabricante de concreto, a disponibilidade, dois dias antes da concretagem.
- 5 - Para concreto confeccionado na obra, utilizar a betoneira.
- 6 - Antes da execução da estrutura, as formas e a locação devem ser validadas pelo engenheiro construtor
- 7 - As dúvidas serão esclarecidas pelo Eng. Projetista
- 8 - Acompanhar cuidadosamente a cura do concreto, principalmente nos primeiros sete dias, umedecendo adequadamente as peças concretadas.

Fonte: Fontes Rêgo

A tabela 12 relaciona a conformidade e desconformidade referente às possibilidades de projeto do empreendimento.

Tabela 6 - Resumo de conformidade e não conformidade dos parâmetros de projeto

RESPONSABILIDADE DE PROJETO		
PARÂMETROS DE PROJETO	FOI APRESENTADO	
O f_{ck} é expresso em todos os desenhos do projeto?	SIM (x)	NÃO ()
Há especificações da classe de agressividade ambiental (CAA)?	SIM ()	NÃO (x)
Há exigência de f_{cj} para etapas construtivas, como retirada de cimbramento?	SIM ()	NÃO (x)
O f_{ck} mínimo é atendido de acordo com a CAA?	SIM (x)	NÃO ()
A relação a/c é expressa no projeto?	SIM (x)	NÃO ()
A relação a/c atende a NBR 6118:2014?	SIM (x)	NÃO ()
O cobrimento nominal mínimo (função do CAA) é atendido?	SIM (x)	NÃO ()

O Dmax. característico do agregado gráudo é expressa ou exigida?	SIM (x)	NÃO ()
--	-----------	---------

Fonte: Autor 2020.

É evidente que a resistência à compressão é tida como a principal característica para a elaboração dos cálculos estruturais dos edifícios e, juntamente com o módulo de elasticidade do concreto (E_c) e o cobrimento nominal, estão diretamente relacionados ao atendimentos das condições do Estado Limite Ultimo (ELU), associados ao desempenho, durabilidade e portanto, à vida útil da estrutura. Sendo assim, foi possível confirmar que os termos relativos aos fatores implícitos constavam nos projetos.

A ABNT NBR 12 655:2006 aconselha a especificação de valores para E_{cj} e f_{cj} , pois os concretos possuem comportamentos diferentes, em termos de desenvolvimento de módulo de elasticidade e resistência, em função do tipo de cimento, traço e consumo de cimento, portanto fixar um prazo para retirada de fôrmas e escoramento pode implicar em problemas patológicos de fissuração e deformação a estrutura.

4.4 RESPONSABILIDADE DO EXECUTANTE

Conforme apurado na entrevista, o pedido do concreto a concreteira foi realizado, via e-mail ou telefone, pelo engenheiro responsável pela execução da obra. Constatou-se que o padrão de concretagem, fica a cargo do responsável pela execução da obra planejar e gerenciar o recebimento do concreto, dispondo o local de acesso adequado e especificando a área a ser concretada.

A concretagem ocorre sob supervisão do engenheiro e/ou mestre de obras, sendo eles os responsáveis pela conferência do caminhão, da nota fiscal e do volume de concreto entregue, bem como autorizar o início da concretagem. No ato do recebimento do concreto foi verificado o horário da primeira adição de água bem como a quantidade de água adicional permitida em obra, averiguou-se o tipo de cimento utilizado, o tipo e quantidade de aditivo e a relação de a/c utilizado na preparação do concreto.

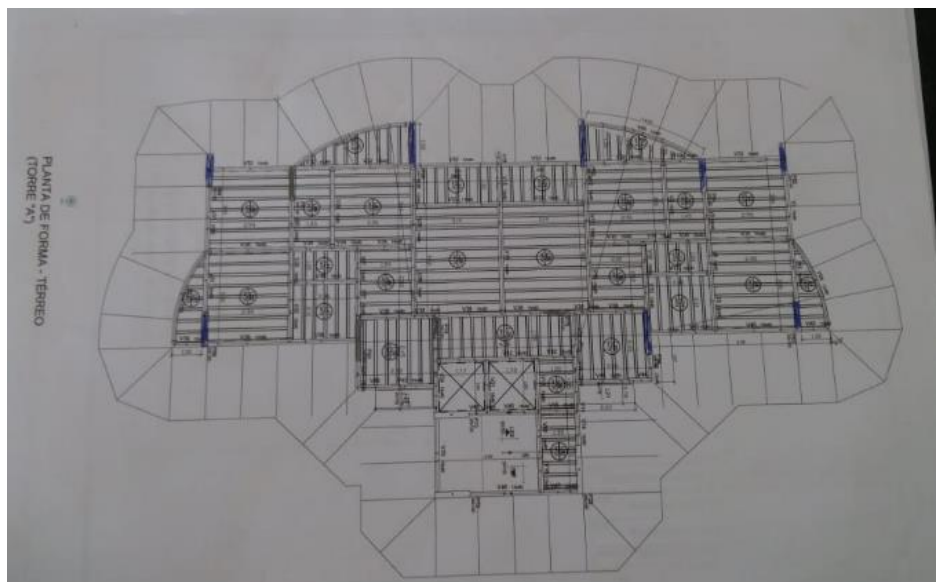
Em seguida, funcionários de empresas responsáveis pela moldagem de corpos de prova e ensaios, tanto *in loco* quanto laboratoriais, retiraram quantidades de concreto da

betonada para os testes, seguindo critérios pré-determinado pela mesma e de acordo com a solicitação da construtora. O sistema de amostragem utilizado foi o de Amostragem Parcial e o concreto para a realização dos testes foi retirado do primeiro e terceiro terço do caminhão.

A partir da remoção das amostras de concreto, os funcionários da empresa responsável, conforme determina a ABNT NBR 12 655:2006, realizaram os testes de consistência pelo abatimento do tronco de cone (*slump test*), a partir do que determina a ABNT NBR NM 67:1998, em seguida segundo o engenheiro responsável, os profissionais moldaram, seguindo as definições da ABNT NBR 5738:2003, os corpos de prova para a realização dos ensaios laboratoriais de resistência a compressão, retirando-se 4 corpos de prova, sendo um para o teste de resistência à compressão na idade de 7 dias, um para idade de 14 dias e outros dois para idade de 28 dias. Sendo esses corpos de prova moldados no início e no final da concretagem de cada caminhão betoneira.

Mapas de concretagens foram preparados pelo engenheiro da obra antes da concretagem e seu preenchimento realizado pelo mestre de obra. A figura 13 refere-se a um mapa de concretagem utilizada no térreo.

Figure 13 - Mapa de concretagem



Fonte: Fontes Rêgo 2020.

Após preenchidos, eram arquivados no escritório juntamente com os demais arquivos e relatórios técnicos dos ensaios laboratoriais de controle, conforme indica a

figura 14, no qual eram enviados posteriormente pela empresa terceirizada responsável pela realização dos ensaios.

Figure 14 - Relatório de controle da resistência à compressão fornecido pelo responsável da obra

CERTIFICADO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SIMPLES DO CONCRETO NBR - 5739														
Obra: PREDIO RESIDENCIAL				Concreta : POLIMEXE CONCRETO										
Interessado: RESID. E INCO. IMOBILIARIAS FONTES REGO				Marca/Tipo/Classe do Cimento: APODI / CP III										
Local da aplicação: R. JACIRA SOUSA SENA, ZECA PEDRO / PAU DOS FERROS-RN				Marca/Tipo do Aditivo: GRACE / MIRA SET 79										
				Tipo do Concreto: Convencional () Bombeado (X)										
				Slump Especificado: 100+20										
				Fck Especificado (Mpa): 30										
Responsável pela Moldagem: Aidam Lacerda														
RESULTADOS OBTIDOS														
Nº da Amostra	Volume (m³)	Nº da OS	Data da Moldagem	Hora	Aplic.	07 Dias (MPa)			14 Dias (MPa)			28 Dias (MPa)		
						Data	C.P. IND.	FCK	Data	C.P. IND.	FCK	Data	FCK	FCK Méd
C01	8,0	4300	26/07/2019	04:50	1ª LAJE	02/ago	17,36	22,10	09/ago	20,16	25,67	23/ago	32,24 31,80	32,02
C02	8,0	4301	26/07/2019	04:55	1ª LAJE	02/ago	18,07	23,01	09/ago	20,78	26,46	23/ago	31,40 32,77	32,09
C03	8,0	4302	26/07/2019	05:20	1ª LAJE	02/ago	18,96	24,14	09/ago	21,91	27,99	23/ago	32,10 33,46	32,78
C04	8,0	4303	26/07/2019	06:20	1ª LAJE	02/ago	20,92	26,64	09/ago	23,59	30,04	23/ago	35,80 34,69	35,26
C05	8,0	4304	26/07/2019	06:30	1ª LAJE	02/ago	21,34	27,17	09/ago	23,50	29,92	23/ago	32,94 33,36	33,15
C06	8,0	4305	26/07/2019	06:50	1ª LAJE	02/ago	18,78	23,91	09/ago	21,55	27,44	23/ago	32,06 34,27	33,17
C07	8,0	4306	26/07/2019	07:00	1ª LAJE	02/ago	19,36	24,65	09/ago	23,09	29,40	23/ago	33,92 32,92	33,42
C08	8,0	4307	26/07/2019	09:50	1ª LAJE	02/ago	18,60	23,68	09/ago	23,64	30,10	23/ago	34,86 35,80	35,33
C09	8,0	4308	26/07/2019	10:00	1ª LAJE	02/ago	21,67	27,59	09/ago	26,30	33,49	23/ago	36,82 35,64	36,23
C10	8,0	4309	26/07/2019	10:30	1ª LAJE	02/ago	17,60	22,41	09/ago	21,63	27,54	23/ago	33,69 32,47	33,08
C11	8,0	4310	26/07/2019	11:10	1ª LAJE	02/ago	20,10	25,59	09/ago	24,81	31,59	23/ago	36,13 34,53	35,33
C12	8,0	4311	26/07/2019	12:10	1ª LAJE	02/ago	19,85	25,27	09/ago	24,00	30,56	23/ago	34,15 33,77	33,96

Fonte: Fontes Rêgo 2020.

A análise quanto à temperatura do concreto, desagregação, exsudação e floculação e temperatura do ambiente não foi realizado, conforme verificado a partir do que foi abordado pelo responsável pela obra.

A tabela 7 apresenta o desempenho do empreendimento analisado quanto ao procedimento de atuação da empresa executante da obra.

Tabela 7 - Responsabilidades da contratante

RESPONSABILIDADE DA CONTRATANTE (RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO DA OBRA)		
CONTROLE DE PARÂMETROS DO CONCRETO		
Quem é o responsável pelo recebimento do concreto?	PROP. DA OBRA ()	RESP. OBRA (X)
	AMBOS ()	NENHUM ()
	OUTROS ()	
Existe a documentação da NBR 12655 na obra?	SIM ()	NÃO (X)
Há conferência do volumen de concreto?	SIM (X)	NÃO ()
Há recebimento de nota fiscal?	SIM (X)	NÃO ()
Há conferência quanto a hora da primeira adição de água?	SIM (X)	NÃO ()
Há conferência da quantidade de água adicional permitida na obra?	SIM (X)	NÃO ()
Existe análise quanto a Dmax do agregado?	SIM (X)	NÃO ()
Há uma preocupação quanto ao tipo e quantidade de aditivo(s) utilizado(s)?	SIM (X)	NÃO ()
Existe uma preocupação quanto a relação a/c?	SIM (X)	NÃO ()
Questiona-se qual o tipo de cimento utilizado?	SIM (X)	NÃO ()
PRÉ-RECEBIMENTO		
Qual sistema de amostragem utilizado?	AMOSTRAGEM TOTAL ()	AMOSTRAGEM PARCIAL (X)
	OUTRA AMOSTRAGEM ()	NÃO SABE ()
Quais são os critérios para retirada dos CP?		
Em qual terço são retirados os CP?	1º TERÇO (X)	2º TERÇO ()
	3º TERÇO (X)	SEM PADRÃO ()
ENSAIOS	FOI REALIZADO	
Quem realiza?	TERCEIRIZADO (X)	PRÓPRIA OBRA ()
Resistência à compressão	SIM (X)	NÃO ()
Quais as idades?	7, 14 e 28 dias	
Slump test	SIM (X)	NÃO ()
OUTROS		
Houve uma análise de desagregação, exsudação e floculação?	SIM ()	NÃO (X)
Houve verificação quanto a temperatura do concreto?	SIM ()	NÃO (X)
Houve verificação quanto a temperatura do ambiente?	SIM ()	NÃO (X)

Fonte: Autor 2020.

Percebeu-se na realização da entrevista, uma preocupação por parte do responsável pela execução da obra, no ato do recebimento do concreto em relação ao volume, a conferência da primeira adição de água, o tipo e quantidade de aditivo, a quantidade máxima de adição de água em obra, informações técnicas documentadas que comprovem a qualidade do concreto exigida pela ABNT NBR 12 655:2006.

4.5 COMUNICAÇÃO ENTRE EXECUTANTE, CONCRETEIRA E PROJETISTA

As definições de consistência do concreto entregue na obra foram feita através da solicitação em projeto e realizada pelo engenheiro responsável tabela 8. Em relação a solicitação efetuada pelo executor da obra a concreteira, constatou que tais definições foram feitas apenas uma única vez no ato da elaboração do contrato que se refere a dimensão máxima característica do agregado.

Tabela 8 - Resumo dos dados levantados em *checklist* relacionados à comunicação entre executante, projetista e concreteira

COMUNICAÇÃO ENTRE EXECUTANTE DA OBRA, PROJETISTA E CONCRETEIRA				
QUEM FOI O RESPONSÁVEL?				
Pela definição da consistência?	EXECUTANTE DA OBRA (X)	CONCRETEIRA ()	PROJETISTA ()	
Pela dimensão máxima característica?	EXECUTANTE DA OBRA (X)	CONCRETEIRA ()	PROJETISTA ()	
DEFINIÇÃO DE PROJETO E EXECUÇÃO		EXECUTANTE DA OBRA COMUNICA/SOLICITA DA CONCRETEIRA?		
Dimensão máxima característica?	SIM (X)	NÃO ()		
Slump?	SIM (X)	NÃO ()		
Relação a/c máxima	SIM (X)	NÃO ()		
CARACTERÍSTICAS OU REQUISITOS ESPECIAIS DO CONCRETO		EXECUTANTE DA OBRA COMUNICA/SOLICITA DA CONCRETEIRA?		
Eci (28 dias)	SIM (X)	NÃO ()		
fcj (28 dias)	SIM (X)	NÃO ()		
Ecj (28 dias)	SIM (X)	NÃO ()		
Ccim (mín)	SIM ()	NÃO (X)		

Fonte: Autor 2020.

4.6 DISCUSSÃO GLOBAL DOS RESULTADOS

A pesquisa de campo realizada na obra mostrou uma deficiência na comunicação entre projetista, executante e concreteira, tendo essa análise baseada nos requisitos

normativos da ABNT NBR 12 655:2006 e ABNT NBR 6118:2014, contemplados em parte pelo *checklist* realizado para complementação do trabalho. O resultado geral foi tido como ruim devido ao fato de não ter o conhecimento necessário determinado por norma ou mesmo a negligência em relação aos aspectos normativos e devido ao fato de dados insuficientes para uma pesquisa eficiente.

Uma boa comunicação entre projetista e construtora é de grande importância, uma vez que a construtora deve cobrar as recomendações da ABNT NBR 12 655:2006, para que as mesmas sejam atendidas e solicitar as especificações consideradas necessárias para uma execução do empreendimento.

No que tange da relação de comunicação entre contratante (executor) e contratada (concreteira), a contratante deve definir o tipo de solicitação, as informações adicionais do produto que deseja adquirir e cobrar que a concreteira forneça as principais características, os materiais constituintes do concreto a ser entregue. Apesar do não acompanhamento da entrega do concreto e também pela não observação da concretagem, todas passaram pela avaliação de aceitação da empresa.

Do parâmetro que se apresentou mais aceitável, foi a conformidade com a relação a/c, onde o executante teve uma maior preocupação para não burlar os limites impostos pela ABNT NBR 6118:2014, no qual o não atendimento desse parâmetro pode gerar a longo prazo patologias com o aumento excessiva de porosidade, sendo que este é o principal acesso de diversos agentes agressivos, como por exemplo, umidade e substâncias a base de cloretos, CO₂, que em contato com a armadura provoca a corrosão.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo geral discorrer sobre o tema gestão de controle tecnológico de uma obra, baseado principalmente nos parâmetros normativos da ABNT NBR 12 655:2006 (Concreto – Preparo, Controle e Recebimento). Contudo, buscou-se fazer um levantamento bibliográfico da literatura sobre o tema, o que se tornou uma importante contribuição para a análise técnica dos dados, a fim de ter uma melhor obtenção dos resultados e discussão.

Com base nos dados obtidos através da pesquisa de campo, constatou-se que aproximadamente um pouco mais da metade da totalidade dos critérios analisados no

checklist apontaram inconformidades nos procedimentos adotados, visto que se torna um valor considerado alto diante da influência do principal componente das estruturas dos edifícios.

Embora a pesquisa realizada aponte falhas nos procedimentos realizados pela contratante, projetista e concreteira, considera-se que o executante da obra detém um nível maior de responsabilidade sobre tal situação, visto que é a contratante, intermediadora e principal supervisora dos outros dois elementos, tal como a principal prejudicada se por acaso a estrutura vir a ser prejudicada.

Finda-se ainda que a não conformidade observada na pesquisa deve-se ao fato de o não conhecimento da importância do controle tecnológico ou a omissão e negligência das condutas estabelecidas pelas normas técnicas. Sendo assim, verificou-se que a maioria dos procedimentos, solicitações e testes realizados são executados por serem meramente cotidianos.

6 REFERÊNCIA

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

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738:** Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro, 2008.

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

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118:** Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

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

ABNT: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8953:** Concreto para fins estruturais - Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência. Rio de Janeiro, 2011.

ALMEIDA, L. C. **Estruturas IV – Concreto armado.** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2002.

ALTHEMAN, D.; ROCHA, H. Módulo de elasticidade do concreto. **Informativo Concrepav**, 2ª Edição, abril de 2014.

ANDOLFATO, R. P. **Controle tecnológico básico do concreto.** Ilha Solteira: Núcleo de Ensino e Pesquisa da Alvenaria Estrutural, 2002.

BRITISH STANDARD. **BS EN 12390-1:** Testing hardened concrete – Part 1: Shape, dimensions and other requirements for specimens and moulds. London: BSI, 2000.

FORTES, R. M. **Proposta para implementação da qualidade total em laboratórios de ensaio para controle tecnológico.** In: 29ª Reunião do Asfalto, 1996. Anais... Mar de Prata, Argentina, 1996.

GEYER, A. L. B.; RESENDE, R. **Importância do controle de qualidade do concreto no estado fresco.** Informativo Realmix: 2ª Edição, julho de 2006.

GEYER, A. L. B.; RESENDE, R. Importância do controle de qualidade do concreto no estado fresco. **Informativo Realmix**, 2ª Edição, julho de 2006.

HELENE, P. **Corrosão em Armaduras para Concreto Armado.** São Paulo: Pini, 1986.

HELENE, Paulo R. L. **Estudo da variação do módulo de elasticidade do concreto com a composição e característica do concreto fresco e endurecido.** São Paulo: PhD Engenharia, 1998.

HELENE, Paulo R. L., “Estudo da Variação do Módulo de Elasticidade do Concreto com a Composição e Características do Concreto Fresco e Endurecido.”, Relatório EPUSP, São Paulo – SP, 1998.

MARTINS, Danilo Gomes. **Influência do tamanho do corpo de prova nos resultados de ensaios de módulo de deformação e resistência à compressão e suas correlações para concretos produzidos em Goiânia-GO.** Goiânia: UFG, 2008.

MEHTA, P. K; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto – Estrutura, propriedade e materiais.** São Paulo: 1994.

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, J. M. Paulo. **Concreto:** microestrutura, propriedades e materiais. 2 ed. São Paulo: IBRACON, 2014.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto.** 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto.** Trad. Salvador E. Giamusso: 1ª Ed. Pini, São Paulo, 1997.

PACHECO, J.; HELENE, P. **Boletín Técnico:** Controle da resistência do concreto Brasil. ALCONPAT, 2013.

PICOLLI, G. M. **A importância de determinação experimental do módulo de elasticidade do concreto.** Engemat, 2014.

RAO, M. V. Krishna; KUMAR, P. Rathish; SRINIVAS, B. **Effect of size and shape of specimen on compressive strength of glass fiber reinforced concrete (GFRC).** Facta universitatis. Architecture and Civil Engineering, 2011.

SANTIAGO, W. C. **Estudo da não conformidade de concretos produzidos no Brasil e sua influência na confiabilidade estrutural.** Dissertação de mestrado – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

APÊNDICE A – CHECKLIST

CONTROLE TECNOLÓGICO DO CONCRETO	
DADOS GERAIS	
DATA:	ELEMENTO(S) ESTRUTURAL(S) CONCRETATOS(S):
EMPRESA CONTRATANTE:	
EMPRESA CONTRATADA:	
EMPRESA CONTRATADA PARA ENSAIOS:	
TIPO DE OBRA:	
PROJETISTA ESTRUTURAL:	

RESPONSABILIDADE DA CONTRATADA (CONCRETEIRA)		
NOTA DE RECEBIMENTO (DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA)	POSSUI NOTA	
Há nota de recebimento?	SIM (X)	NÃO ()
O fck é informado?	SIM (X)	NÃO ()
O fck atende ao solicitado em projeto?	SIM (X)	NÃO ()
A curva de resistencia x tempo é representada?	SIM (X)	NÃO ()
O módulo de elasticidade (Ec) é informado?	SIM (X)	NÃO ()
O Ec atende ao solicitado em projeto?	SIM (X)	NÃO ()
O traço do concreto é informado?	SIM (X)	NÃO ()
A relação a/c é informada?	SIM (X)	NÃO ()
A relação a/c obedece a solicitação de projeto?	SIM (X)	NÃO ()
Tipo e marca do cimento?	SIM (X)	NÃO ()
Dmax. característico do agregado graúdo ?	SIM (X)	NÃO ()
Obedece a solicitação de projeto?	SIM (X)	NÃO ()
Tipo de aditivo(s)?	SIM (X)	NÃO ()
O abatimento (slump test) é informado?	SIM (X)	NÃO ()
Hora de mistura (1ª adição de água)?	SIM (X)	NÃO ()
Quatidade de água adicionada na central?	SIM (X)	NÃO ()
Quantidade máxima de água adicionada na obra?	SIM (X)	NÃO ()
Hora de chegada do caminhão?	SIM (X)	NÃO ()
Hora do fim do descarregamento?	SIM (X)	NÃO ()

(Continuação *checklist*)

RESPONSABILIDADE DE PROJETO		
PARÂMETROS DE PROJETO	FOI APRESENTADO	
O fck é expresso em todos os desenhos do projeto?	SIM ()	NÃO ()
Há especificações da classe de agressividade ambiental (CAA)?	SIM ()	NÃO (x)
Há exigência de fcj para etapas construtivas, como retirada de cimbramento?	SIM ()	NÃO (x)
O fck mínimo é atendido de acordo com a CAA?	SIM (x)	NÃO ()
A relação a/c é expressa no projeto?	SIM (x)	NÃO ()
A relação a/c atende a NBR 6118:2014?	SIM (x)	NÃO ()
O cobrimento nominal mínimo (função do CAA) é atendido?	SIM (x)	NÃO ()
O Dmax. característico do agregado gráudo é expressa ou exigida?	SIM (x)	NÃO ()

RESPONSABILIDADE DA CONTRATANTE (RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO DA OBRA)		
CONTROLE DE PARÂMETROS DO CONCRETO		
Quem é o responsável pelo recebimento do concreto?	PROP. DA OBRA ()	RESP. OBRA (X)
	AMBOS ()	NENHUM ()
	OUTROS ()	
Existe a documentação da NBR 12655 na obra?	SIM ()	NÃO (X)
Há conferência do volumen de concreto?	SIM (X)	NÃO ()
Há recebimento de nota fiscal?	SIM (X)	NÃO ()
Há conferência quanto a hora da primeira adição de água?	SIM (X)	NÃO ()
Há conferência da quantidade de água adicional permitida na obra?	SIM (X)	NÃO ()
Existe análise quanto a Dmax do agregado?	SIM (X)	NÃO ()
Há uma preocupação quanto ao tipo e quantidade de aditivo(s) utilizado(s)?	SIM (X)	NÃO ()
Existe uma preocupação quanto a relação a/c?	SIM (X)	NÃO ()
Questiona-se qual o tipo de cimento utilizado?	SIM (X)	NÃO ()
PRÉ-RECEBIMENTO		
Qual sistema de amostragem utilizado?	AMOSTRAGEM TOTAL ()	AMOSTRAGEM PARCIAL (X)
	OUTRA AMOSTRAGEM ()	NÃO SABE ()
Quais são os critérios para retirada dos CP?		
Em qual terço são retirados os CP?	1º TERÇO (X)	2º TERÇO ()
	3 TERÇO (X)	SEM PADRÃO ()

ENSAIOS	FOI REALIZADO	
Quem realiza?	TERCEIRIZADO (X)	PRÓPRIA OBRA ()
Resistência à compressão	SIM (X)	NÃO ()
Quais as idades?	7, 14 e 28 dias	
Slump test	SIM (X)	NÃO ()
OUTROS		
Houve uma análise de desagregação, exsudação e floculação?	SIM ()	NÃO (X)
Houve verificação quanto a temperatura do concreto?	SIM ()	NÃO (X)
Houve verificação quanto a temperatura do ambiente?	SIM ()	NÃO (X)

COMUNICAÇÃO ENTRE EXECUTANTE DA OBRA, PROJETISTA E CONCRETEIRA

QUEM FOI O RESPONSÁVEL?

Pela definição da consistência?	EXECUTANTE DA OBRA (X)	CONCRETEIRA ()	PROJETISTA ()
Pela dimensão máxima característica?	EXECUTANTE DA OBRA (X)	CONCRETEIRA ()	PROJETISTA ()

DEFINIÇÃO DE PROJETO E EXECUÇÃO	EXECUTANTE DA OBRA COMUNICA/SOLICITA DA CONCRETEIRA?		
Dimensão máxima característica?	SIM (X)	NÃO ()	
Slump?	SIM (X)	NÃO ()	
Relação a/c máxima	SIM (X)	NÃO ()	

CARACTERÍSTICAS OU REQUISITOS ESPECIAIS DO CONCRETO	EXECUTANTE DA OBRA COMUNICA/SOLICITA DA CONCRETEIRA?		
Eci (28 dias)	SIM (X)	NÃO ()	
fcj (28 dias)	SIM (X)	NÃO ()	
Ecj (28 dias)	SIM (X)	NÃO ()	
Ccim (mín)	SIM ()	NÃO (X)	