



**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS - FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ
ENGENHARIA CIVIL**

GUILHERME ZAGUE SOARES

CONTROLE TECNOLÓGICO E RECEBIMENTO DO CONCRETO EM OBRA

**UBÁ
2018**

GUILHERME ZAGUE SOARES

CONTROLE TECNOLÓGICO E RECEBIMENO DO CONCRETO EM OBRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação Engenharia Civil, da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador (a): Gustavo Ciotti.

**UBÁ
2018**

RESUMO

O concreto é o principal constituinte das edificações, envolvendo cuidados e controles importantes a serem realizados que frequentemente não são feitos e até mesmo desconhecido pelos profissionais que trabalham na área. Sendo assim, o controle tecnológico do recebimento do concreto em obra tem como objetivo garantir que esteja de acordo com os critérios estabelecidos pelas normas técnicas, assegurando uma perfeita execução das obras, segurança, qualidade e a longevidade da estrutura. A NBR 12655 (ABNT, 2006) recomenda ações para atestar que os mesmos sejam realizados de forma eficiente, com o intuito de nortear os procedimentos relacionados a esse controle, devendo ser aplicada desde a escolha e o recebimento dos materiais, passando pelo acompanhamento dos serviços e processos na obra, até a gestão dos ensaios em laboratórios. O presente trabalho executou uma revisão de literatura para a interpretação das ações relativas ao controle no recebimento do concreto em obra. Através da análise de literatura, identificou-se as razões e consequências das falhas no controle do concreto, relacionadas no decorrer deste trabalho.

Palavras Chave: Concreto. Estrutura. Procedimentos. Controle. Obra.

ABSTRACT

Concrete is the main constituent of buildings, involving important care and controls to be carried out that are often not done and even unknown by professionals working in the area. Therefore, the technological control of the receipt of the concrete at work has as its objective to ensure that it is in accordance with the criteria established by the technical norms, ensuring a perfect execution of the works, safety, quality and the longevity of the structure. The NBR 12655 (ABNT, 2006) recommends actions to certify that they are carried out in an efficient manner, with the purpose of guiding the procedures related to this control, and should be applied from the choice and receipt of the materials, through the monitoring of the services and processes in the work, to the management of laboratory tests. The present work carried out a review of the literature for the interpretation of the actions related to the control in the reception of concrete in construction. Through the literature analysis, the reasons and consequences of the failures in the concrete control, related in the course of this work, were identified.

Keywords: Concrete. Structure. Procedures. Control. Work.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil no Brasil possui atualmente cerca de 170 mil empresas atuantes no mercado, sendo considerado um importante setor da economia brasileira, responsável por aproximadamente 6 a 8% do Produto Interno Bruto (PIB), de acordo com os dados do Sindicato da Indústria da Construção Civil de Minas Gerais (SINDUSCON-MG, 2011). Entre os anos de 2003 e 2011, a construção civil vivenciou uma fase de expansão, que veio atrelada ao desenvolvimento de novas técnicas de construção e aperfeiçoamento de outras já existentes.

Modificações nas propriedades do concreto de cimento Portland foram aprimoradas, tornando-se indispensáveis na concepção de projetos estruturais, agregando qualidade no método de execução das edificações e permitindo uma evolução no sistema construtivo e no fornecimento do concreto usinado.

Portanto, a necessidade de aferir determinadas características e propriedades tornou-se primordial para prevenir perdas excessivas no campo econômico, evitando reavaliações de projetos, reforços em estruturas devido a patologias e até mesmo a demolição de estruturas irre recuperáveis.

Um dos procedimentos que ganhou destaque nestes anos foi o Controle Tecnológico do Concreto em obra, tornando-se fundamental para garantir que futuras falhas e patologias venham a ocorrer em virtude da não observância da qualidade do concreto, a NBR 12655 (ABNT, 2015) é a responsável pela regulamentação de tal controle, estabelecendo as condições ideais para a utilização do concreto de cimento Portland, seja no seu estado fresco ou endurecido, realizando também a padronização no preparo desse item indispensável as construções de modo geral. A qualidade e treinamento da mão de obra também são importantes, já que muitos fatores do processo de execução da estrutura de uma edificação estão condicionados ao fator humano, logo, torna-se necessária a realização de treinamento e capacitação da mão de obra envolvida.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é a entidade responsável pela elaboração das Normas Brasileiras (NBR), Sendo esta, uma fonte de consulta para consultorias e empresas, possuindo inúmeras aplicações para padronização de documentos, processos produtivos e procedimentos de gestão, possuindo em vários casos, força de lei. As NBR são elaboradas por seus Comitês Brasileiros (ABNT/CB), Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), desde a sua fundação em 28 de setembro de 1940, segundo a própria ABNT (2018).

OBJETIVO

O intuito deste trabalho é apresentar a importância do controle tecnológico em edificações de concreto armado com cimento Portland, utilizando conhecimentos técnicos adquiridos durante a graduação em Engenharia Civil e na vivência em obras durante os processos de estágios. Este trabalho de conclusão de curso também tem a finalidade de esclarecer aos profissionais da área de construção sobre o processo de controle tecnológico, almejando assim a redução das patologias nas obras que utilizam tal técnica.

JUSTIFICATIVA

O método produtivo da indústria da construção civil no Brasil tem como característica a utilização de mão de obra pouco qualificada, subdivisão de suas etapas de execução e uso de técnicas construtivas artesanais no canteiro de obras, ocasionando insatisfação dos clientes com a qualidade das edificações, demonstrando assim, a necessidade da melhoria no controle tecnológico das edificações. Diante este cenário, justifica-se a relevância para a realização de uma análise crítica em busca de melhorias.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Concreto

Concreto é um material de construção civil, composto essencialmente por um aglomerante (cimento), com agregados miúdo (areias), agregado graúdo (brita) e água em proporções bem definidas. Atualmente, é comum a utilização de outros componentes, as adições, destinados a melhorar ou conferir propriedades especiais ao concreto. A pasta formada pelo cimento e água age envolvendo os grãos dos agregados, obturando os vazios entre eles e unindo esses grãos, formando uma massa compacta e trabalhável. A proporção entre os componentes da mistura chama-se traço e deve ser definida pelo Engenheiro Calculista segundo Neville (1997) ou pelo Engenheiro Tecnologista de Concreto.

2.1.1 Propriedades do concreto fresco

Segundo Alves (1987), as principais propriedades do concreto fresco são: a Consistência, homogeneidade e trabalhabilidade.

Destaca-se que o motivo da importância para se controlar as propriedades do concreto no estado fresco é a facilidade do seu lançamento e, posteriormente, com as propriedades do concreto no estado fresco rigorosamente controladas, muito provavelmente suas propriedades no estado endurecido também estarão controladas.

A medida do concreto normalmente é a massa da unidade de volume. Os valores dessas massas variam entre 2.000 kg/m^3 ¹ a 2.800 kg/m^3 . Considera-se para efeitos de cálculo, quando a massa específica real não for conhecida, o valor de 2.400 kg/m^3 para o concreto simples e de 2.500 kg/m^3 para o concreto armado (ABNT NBR 6118, 2014).

2.1.1.1 Consistência e trabalhabilidade

A trabalhabilidade é a característica fundamental para que o concreto seja bem adensado, ou seja, é a adequação da consistência ao processo utilizado para o lançamento e adensamento, (GIAMUSSO, 1992). Para Alves (1993) a trabalhabilidade do concreto é a propriedade do concreto de ser misturado, transportado, lançado e vibrado, sem mudança de homogeneidade.

Segundo Neville (1997), não existe um ensaio aceitável que determine diretamente a trabalhabilidade do concreto. Entretanto, dentre os ensaios que indicam indiretamente a trabalhabilidade dos concretos convencionais e bombeados, pode-se citar o ensaio de abatimento do tronco de cone, denominado (*Slump Test*).

Geyer e Resende (2006) relatam que o ensaio do abatimento de tronco de cone mede a consistência e fluidez do concreto, permitindo que se controle a uniformidade do mesmo, sendo que tal ensaio tem como principal função fornecer uma metodologia simples e convincente para se controlar a uniformidade da produção do concreto em diferentes betonadas.

A consistência do concreto fresco é uma propriedade intrínseca relacionada com o estado de fluidez da mistura, sendo fundamental para garantir a trabalhabilidade. Esta, por sua vez, trata-se de uma propriedade complexa do concreto recém-misturado, que determina a

¹ kg/m^3 = Quilograma pôr metro cúbico.

facilidade e a homogeneidade com a qual o material pode ser misturado, lançado, adensado e acabado (ANDOLFATO, 2002; GEYER; RESENDE, 2006).

2.1.1.2 Problemas da segregação

Segundo Alves (1993), segregação consiste na separação dos materiais de composição do concreto, onde os agregados finos tendem a se alojar na parte superior da peça concretada e os agregados graúdos na parte inferior do elemento concretado, com o consequente aparecimento de brocas, que o adensamento não conseguirá eliminar.

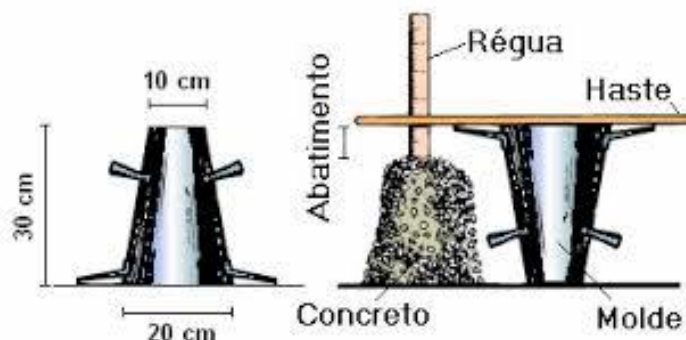
Compreende-se como segregação do concreto a separação dos constituintes da mistura, impedindo a obtenção de um concreto com características de uniformidade satisfatórias. Existem, basicamente, dois tipos de segregação. Na primeira, os grãos maiores do agregado tendem a separar-se dos demais durante as operações de lançamento com energia demasiada ou vibração excessiva. Na segunda, comum nas misturas muito plásticas, ocorre a nítida separação da pasta da mistura, sendo também conhecida como exsudação (ALMEIDA, 2002).

A exsudação, portanto, é uma forma particular de segregação, em que a água da mistura tende a elevar-se à superfície do concreto recentemente lançado, tendo como resultado o aparecimento de água na superfície do concreto após ele ter sido lançado e adensado. Segundo Magalhães (2011), este fenômeno é provocado pela impossibilidade dos constituintes sólidos de fixarem toda a água da mistura.

2.1.1.3 Ensaio para aferição das propriedades do concreto no estado fresco

Segundo a NBR NM 67 (ABNT, 1998), o ensaio de abatimento do tronco de cone consiste, basicamente, no preenchimento de um recipiente em formato de cone com dimensões padrões. Este preenchimento deve ser realizado em três camadas de concreto com a mesma espessura, realizando o adensando com 25 golpes por camada com a haste de ferro padrão sem deixar que o adensamento de uma camada venha a transpor a camada inferior, após a compactação da última camada, retira-se o excesso de concreto e regulariza-se a superfície com a haste. Em seguida, retira-se o cone içando-o com cuidado na direção vertical, lenta e continuamente entre 5 a 10 segundos. O valor do abatimento é a medida do abatimento do concreto logo após a retirada do molde tronco-cônico, conforme indica na FIG.1

Figura 1 – Slump Test



Fonte: Departamento de Construção Civil da Universidade Federal do Paraná (2013, p.13)

Segundo Neville (1997) existe uma relação entre a trabalhabilidade do concreto e o ensaio de abatimento do tronco de cone, conforme apresentado na TAB 1.

Tabela 1 – Trabalhabilidade conforme abatimento

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 até desmoronamento

Fonte: Neville (1997), adaptado pelo autor.

A NBR 12655 (ABNT, 2015) estabelece que o ensaio de abatimento de tronco de cone (*Slump Test*) deve ser realizado a cada caminhão betoneira que chega à obra para a aceitação do concreto fresco quando se tratar de concreto usinado. Já no caso de concreto virado em obra devem ser realizados ensaios de consistência sempre que ocorrerem alterações na umidade dos agregados, na troca dos operadores das betoneiras, ao reiniciar o preparo após uma interrupção da jornada de concretagem de pelo menos duas horas, na primeira amassada do dia e cada vez que forem moldados corpos-de-prova, visando controlar e garantir as particularidades previstas para a execução da estrutura, sendo que a aceitação dos resultados obtidos devem obedecer aos critérios da TAB 2.

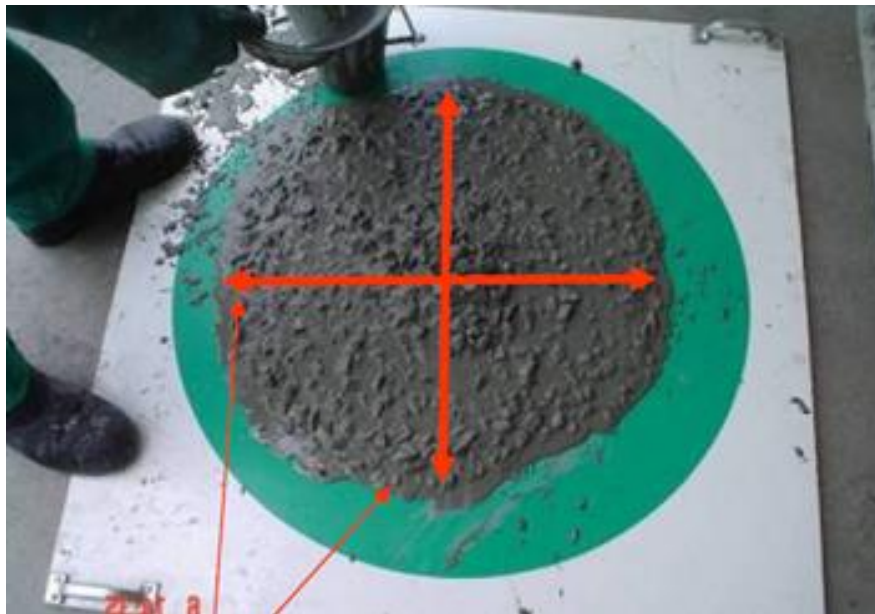
Tabela 2 – Tolerância do abatimento

Abatimento	Tolerância
De 10 a 90 mm	+/- 10 mm
De 90 a 150 mm	+/- 20 mm
Acima de 160 mm	+/- 30 mm

Fonte: NBR 7212 (ABNT, 2012), adaptado pelo autor.

Para concretos fluidos com abatimento superior a 250 mm, como ocorre com o auto adensável, é recomendado o uso do *Slump Test Flow*. Neste teste utiliza-se uma mesa de 100×100 centímetros, nivelada conforme o ensaio de abatimento normal, onde o concreto é espalhado sobre a mesa. O *Slump Flow* é o ensaio capaz de medir o espalhamento do concreto na mesa por dois diâmetros conforme FIG.2

Figura 2 - Flow Test



Fonte: Departamento de Construção Civil da UFPR (2013, p.16)

2.1.2 Propriedades do concreto no estado endurecido

De acordo com o departamento de construção civil da Universidade Federal do Paraná (2013), as principais propriedades do concreto endurecido são: resistência a compressão, resistência a tração e módulo de elasticidade.

2.1.2.1 Resistência à compressão.

A resistência à compressão é a principal característica do concreto pela influência que ela exerce sobre outras propriedades do concreto endurecido, apresentando indícios da qualidade do concreto, pois está diretamente relacionada com a estrutura da pasta de cimento hidratada. Propriedades como módulo de elasticidade, impermeabilidade e resistência às intempéries são diretamente relacionadas com a resistência à compressão (NEVILLE, 1997).

Segundo a (ABNT NBR 6118, 2014) o valor mínimo da resistência à compressão deve ser de 20 *Mega Pascal* (MPa)² para concretos estruturais apenas com armadura passiva (armado) e 25 MPa para concretos com armadura ativa (protendido). O valor de 15 MPa pode ser usado apenas em concreto magro, fundações e em obras provisórias conforme a (ABNT NBR 6118, 2014) e (ABNT NBR 6122, 2010).

A resistência à compressão pode ser verificada submetendo corpos de prova, moldados no ato da concretagem à ensaio de compressão axial. Porém, em grande parte das situações este resultado não representa a real resistência do concreto empregado na estrutura, devido às operações realizadas, como lançamento, adensamento e cura. Ou seja, ele mede a resistência potencial do concreto (F_{ci}), fazendo com que seja necessário verificar a resistência do concreto empregado na estrutura, a chamada resistência efetiva do concreto ($F_{c.ef}$). Para isso existem duas classes de ensaios, os destrutivos, como por exemplo o ensaio de extração de testemunhos do concreto, e também os ensaios não destrutivos, que causam um dano mínimo ou desprezível na estrutura e permitem a realização de inúmeras repetições sem comprometimento estrutural, como por exemplo, o ensaio de esclerometria.

O maior interesse de se controlar a resistência a compressão do concreto é adquirir um valor único e característico da resistência a compressão de determinado volume de concreto, para que se possa confrontar esse valor com o especificado no projeto estrutural, que foi tomado como referência para o dimensionamento da estrutura.

2.1.2.2 Resistência à tração.

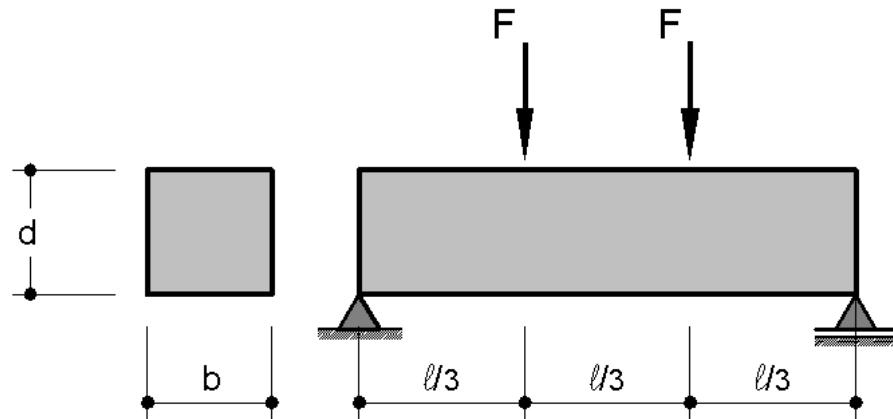
Segundo o Departamento de Engenharia de Estruturas da Universidade de São Paulo (USP), em relação a resistência a tração do concreto é aproximadamente 10 % do valor obtido na resistência à compressão, assim, a resistência a tração do concreto é a adquirido através da média aritmética dos resultados. Existem dois ensaios normatizados para o estudo da tração: a compressão diametral e tração na flexão.

Ensaio de tração na flexão: conhecido também por carregamento nos terços, devido aos carregamentos se localizarem nos terços do vão, onde um corpo de prova com seção prismática é exposto a flexão, com carregamentos em duas seções simétricas, até a ruptura. Nota-se que a

² Mega Pascal (MPa) = é a unidade padrão de pressão e tensão no Sistema Internacional de Unidades (SI). Equivale à força de (1)⁶ Newton, aplicada uniformemente sobre uma superfície de 1 m². Unidade de medida para a Resistência Característica do Concreto à Compressão

região de momento máximo possui cortante nula quando se analisa os diagramas de esforços solicitantes, onde ocorre flexão pura no trecho central como ilustra a FIG.3

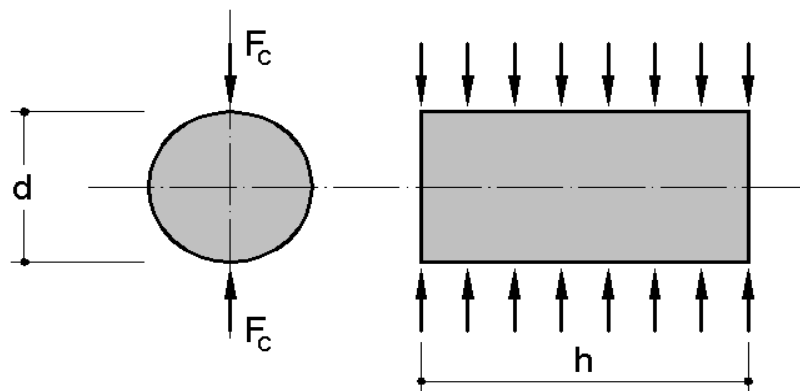
Figura 3 - Ensaio de tração na flexão



Fonte: Departamento de Engenharia de Estruturas da USP (2004, p.4)

Ensaio de tração na compressão diametral (*splitting test*): para realizar este teste, um corpo de prova cilíndrico, com dimensão 10 por 20 centímetros é alocado com o eixo horizontal entre os pratos da prensa, aplica-se uma força até a ruptura do corpo de prova por tração indireta (ruptura por fendilhamento), este ensaio é o mais utilizado devido a sua praticidade. A FIG.4 ilustra o teste.

Figura 4 - Ensaio de tração por compressão diametral



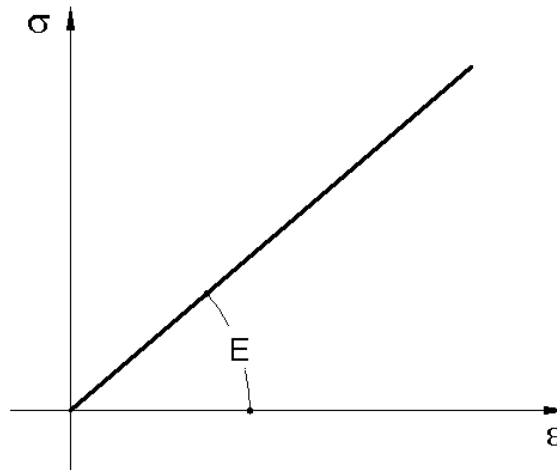
Fonte: Departamento de Engenharia de Estruturas da USP (2004, p.4)

2.1.2.3 Módulo de elasticidade

A relação entre tensão e deformação, oriunda da resistência dos materiais, é de extrema relevância para um projeto de estruturas de concreto. Podendo ser considerada linear para

determinados intervalos, onde a tensão (σ) é igual a multiplicação da deformação específica (ϵ) pelo módulo de elasticidade (E), assim: $\sigma = E \cdot \epsilon$. A FIG.5 ilustra o módulo de elasticidade.

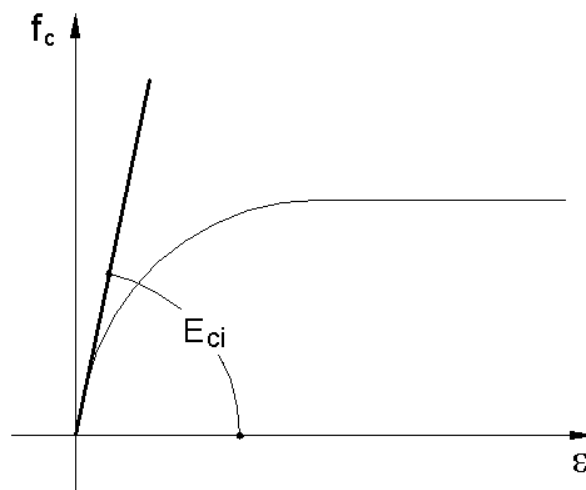
Figura 5 - Módulo de elasticidade ou de deformação longitudinal



Fonte: Departamento de Engenharia de Estruturas da USP (2004)

A aplicação do módulo de elasticidade para o concreto é considerada somente na parte retilínea da curva tensão-deformação, podendo ser aplicada a tangente da curva na origem no caso da não existência de uma parte retilínea, obtendo-se assim o Módulo De Deformação Tangente Inicial como mostra a FIG.6

Figura 6 - Módulo de deformação tangente inicial



Fonte: Departamento de Engenharia de Estruturas da USP (2004)

O módulo de deformação tangente inicial é obtido segundo ensaio descrito na (ABNT NBR 8522, 2017) – Concreto – Determinação dos módulos estatísticos de elasticidade e de deformação à compressão. Quando não forem feitos ensaios e não existirem dados mais

precisos sobre o concreto, para a idade de referência de 28 dias, pode-se estimar o valor do módulo de elasticidade inicial conforme a EQ.1

Equação 1

$$E_{ci} = 5600 \times f_{ck}^{1/2}$$

onde:

E_{ci} é dado em GPa

f_{ck} é dado em MPa

Módulo de elasticidade é a razão entre a tensão e a deformação na direção da carga aplicada, sendo a máxima tensão que o material suporta sem sofrer deformação permanente. O concreto com módulo de elasticidade definido, ou módulo de deformação, é um concreto dimensionado especificamente para atender a condicionantes de projeto, o que inclui estruturas esbeltas, pilares finos e espaçados com grandes vãos.

2.1.3 Ensaios para aferição das propriedades do concreto no estado endurecido

Os principais ensaios de controle para concreto endurecido são: ensaios de compressão de corpos de prova cilíndricos, determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos e determinação da resistência a tração na flexão de corpos de prova prismáticos.

2.1.3.1 Formação de lotes e amostragem.

De acordo com a NBR 12655 (ABNT, 2015), a amostragem de concreto para ensaios de resistência a compressão deve ser feita de acordo com a TAB 3, onde uma amostra deve ser retirada de cada lote, devendo a amostra conter um número de exemplares de acordo com o tipo de controle adotado pela empresa responsável pela execução da obra.

Tabela 3 – Valores máximos para a formação de lotes de concreto (a)

Identificação (o mais exigente para cada caso)	Solicitação principal dos elementos da estrutura	
	Compressão ou compressão e flexão	Flexão simples (b)
Volume de concreto	50 m³	100 m³
Número de andares	1	1
Tempo de concretagem	Três dias de concretagem (c)	

(a)- no caso de controle por amostragem total, cada betonada deve ser considerado um lote

(b)- no caso de complemento de pilar, o concreto faz parte do volume do lote de lajes e vigas

(c)- este período deve estar compreendido no prazo total máximo de sete dias, que inclui eventuais interrupções para tratamento de juntas

Fonte: NBR 12655 (ABNT, 2015, p. 18), adaptado pelo autor.

As amostras de concreto para ensaios de resistência a compressão devem ser adquiridas aleatoriamente após a completa adição e homogeneização de todos os elementos constituintes do concreto, inclusive a adição total da água na mistura, tomando ciência de que o número de exemplares e a frequência com que serão coletadas depende do tipo ensaio a ser realizado. Deve-se retirar dois corpos de prova da mesma amassada e no mesmo ato para cada idade de rompimento no caso de ensaio de resistência a compressão, devendo-se coletar as amostras entre 15 e 85 % do volume total da descarga, conforme estabelecido na NBR NM 33: 1998 (Concreto - Amostragem de concreto fresco).

Para a moldagem dos corpos de provas é necessário que seus moldes estejam limpos e preferencialmente revestidos com uma fina camada de óleo mineral ou outro lubrificante que não reaja com o cimento, a superfície de apoio deve ser rígida, horizontal e livre de vibrações que possam modificar as propriedades do concreto durante a moldagem. Homogeneiza-se a amostra para garantir a uniformidade e durante a moldagem devemos seguir as seguintes orientações:

- A. Nos corpos de prova (100 mm x 200 mm) são aplicados 12 golpes em cada camada, totalizando duas camadas iguais e sucessivas.
- B. Nos corpos de prova (150 mm x 300 mm) são aplicados 25 golpes em cada camada, com a haste, totalizando três camadas iguais e sucessivas.

Realiza-se o adensamento com a haste de ferro de camada em camada de acordo com a dimensão do corpo de prova, evitando que o adensamento de uma camada venha a penetrar na camada inferior, os golpes devem ser distribuídos em toda a seção da forma, após o adensamento da última camada retira-se o excesso de concreto, é realizado o razamento da

superfície do molde e utiliza-se bater lentamente na face externa do molde para eliminar os vazios na massa de concreto.

Após a moldagem, os corpos de provas devem permanecer por 24 horas sobre superfície horizontal, rígida, livre de vibrações e intempéries, com a finalidade de evitar perda ou acréscimo de água ao concreto, decorrido o prazo de 24 horas deve-se desformas, identificar e deixa-lo imerso em água até ser enviado ao laboratório para o rompimento. A desforma e o transporte deve ser realizado com cuidado para evitar pancadas e quedas dos corpos de prova que possam vir a danificar o mesmo, prejudicando os testes de resistência a compressão.

Existem dois tipos de controle da resistência do concreto segundo a NBR 12655 (ABNT, 2015), são elas o controle estatístico por amostragem parcial e controle por amostragem total, ou seja, 100 pôr cento. No caso de amostragem parcial, os exemplares são retirados somente de algumas betonadas, devendo retirar no mínimo seis exemplares para os concretos do grupo I, que são os que vão até a classe de 50 Mpa e, doze exemplares para os concretos de grupo II, os que tem mais de 50 MPa.

Para lotes com número N de exemplares, que fique compreendido entre 6 e 20 unidades, o valor estimado da resistência característica a compressão é dada de acordo com EQ.2

Equação 2

$$FCK. EST = \left(2 \times \frac{F1 + F2 + \dots + FN - 1}{M - 1} \right) - FM$$

Onde:

M = N/2. Despreza-se o valor mais alto de N, se for ímpar;

N = número de exemplares

F1, F2... FM = valores das resistências dos exemplares, em ordem crescente

Para lotes com número N de exemplares superior a 20, tem-se a EQ.3

Equação 3

$$FCK. EST = FCM - (1,65 \times SD)$$

Onde:

FCM é a resistência média dos exemplares do lote, em MPa;

SD é o desvio padrão da amostra de n elementos, calculado com um grau de liberdade a menos [(n-1) no denominador da fórmula], em MPa.

2.1.3.2 Ensaio de resistência à compressão do concreto

O teste de resistência do concreto é realizado pelo método do ensaio de compressão axial. Após o recebimento do corpo de prova da obra, ele é armazenado em câmara úmida por um tempo determinado, ressaltando que o concreto atinge a sua resistência característica aos 28 dias. Vencido este prazo o Corpo de Prova (CP) segue para outro setor do laboratório de testes onde ele passa por um nivelamento das superfícies para que encaixe perfeitamente na máquina que irá fazer o ensaio, a última fase é chamada de rompimento, onde a máquina exerce uma força gradual de compressão sobre o CP até que o mesmo venha a romper, a força exercida é dividida pela área de topo do CP em cm^2 , temos então a relação de kgf (exercido pela máquina) por cm^2 como ilustra a FIG.7

Figura 7 – Prensa Eletro hidráulica para rompimento de corpo de prova



Fonte: Solotest (2018)³

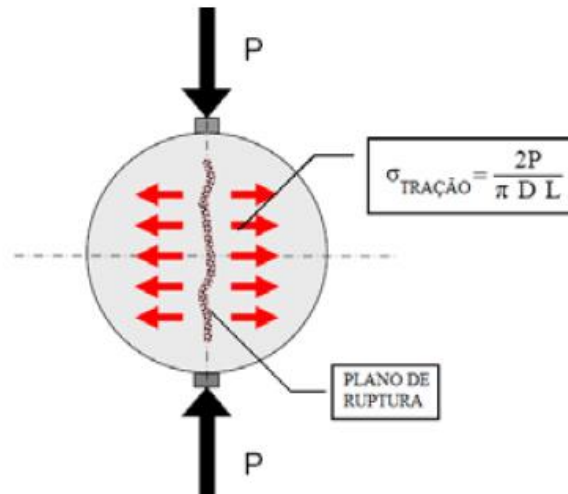
2.1.3.3 Ensaio de tração diametral

Conforme Magalhães (2009) a resistência à tração obtida através de compressão diametral é outra forma de medir esta grandeza. Este método consiste em comprimir um corpo de prova cilíndrico de medidas 10 x 20 cm, ao longo de duas linhas axiais diametralmente opostas. Este ensaio é amplamente utilizado, visto que não necessita de grandes adaptações na

³ SOLOTEST, 2018. Disponível em: <http://www.solotest.com.br/novo/produtos/prensa-eletrorhidraulica-200ton-220v-50hz/1.503.250>. Acesso em 19 out, 2018.

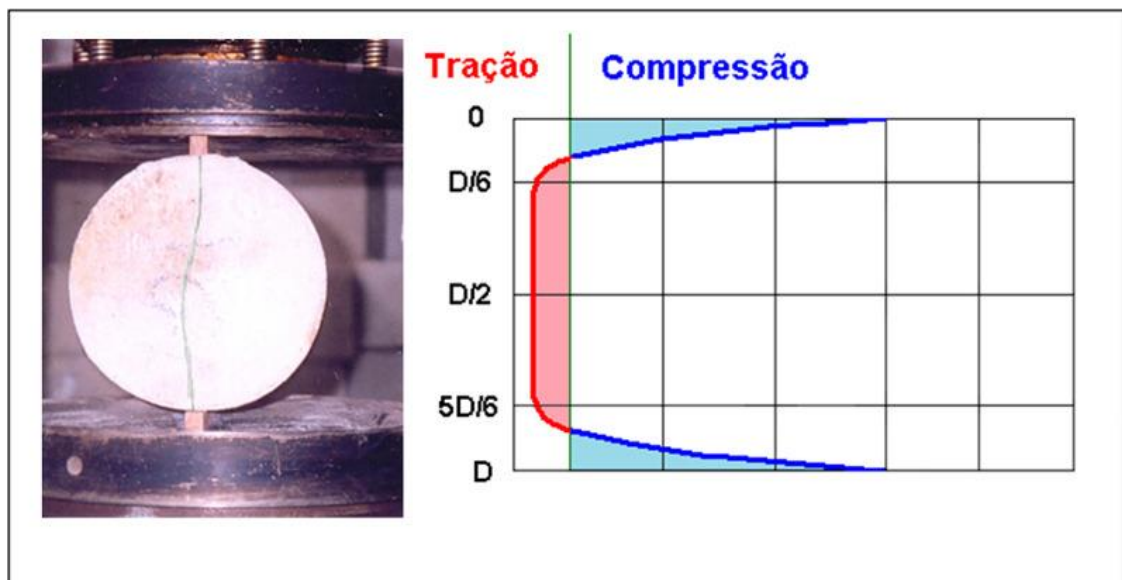
prensa e, por utilizar as mesmas formas de corpos de prova de ensaios à compressão como mostra a FIG.8 e FIG.9

Figura 8 - Diagrama do ensaio de tração por compressão diametral



Fonte: Magalhães (2009).

Figura 9 - Resistência à tração por compressão diametral



Fonte: Departamento de Construção Civil da UFPR (2013, P.53)

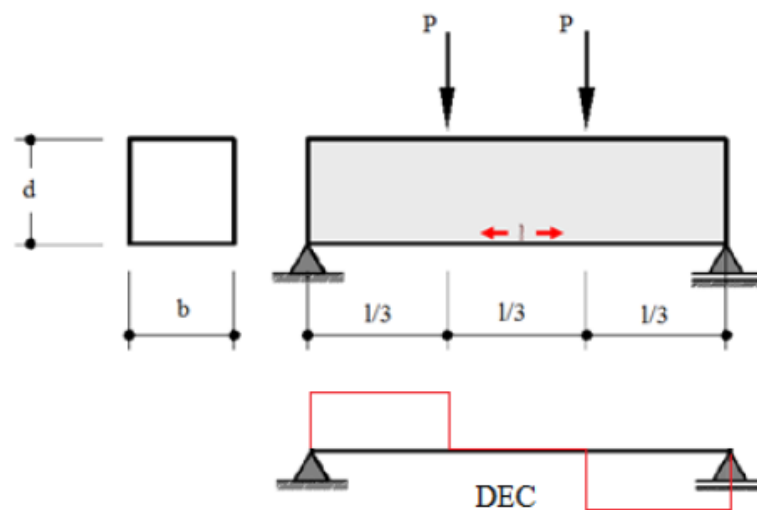
2.1.3.4 Ensaio de tração na flexão

O Método de aferição da resistência à tração na flexão consiste em romper corpos de prova prismáticos. A norma brasileira (ABNT NBR 12142, 2010) determina o procedimento de ensaio de tração na flexão. Este consiste basicamente em aplicar duas cargas linearmente

distribuídas nos terços médios de um prisma, de modo a provocar tração na face inferior do CP. Esta face terá suas fibras tracionadas até a ruptura do concreto. Devido à forma de aplicação da carga de ruptura do elemento de concreto.

Segundo Magalhães (2009) o terço central da peça fica sob ação de flexão pura, não havendo efeitos de esforços cortantes como pode ser observado através de diagrama de esforços solicitantes na FIG.10 e FIG.11

Figura 10 – Diagrama do ensaio de tração na flexão



Fonte: Magalhães (2009).

Figura 11 – Ensaio de tração na flexão

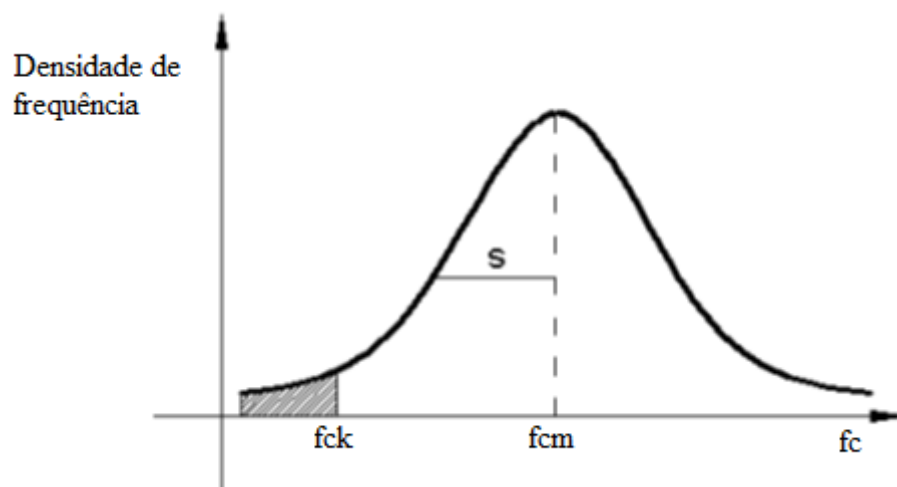


Fonte: Departamento de Construção Civil da UFPR (2013, P.56)

2.1.3.5 Controle estatístico dos resultados dos ensaios

Através de um grande número de corpos de prova ensaiados pode-se montar um gráfico com os valores da resistência do concreto a compressão (f_c) versus a quantidade de corpos de prova relativo a determinado valor de resistência a compressão do concreto, também conhecido como densidade de frequência. A curva obtida neste gráfico recebe o nome de Curva Estatística de Gauss como ilustrado na FIG.12

Figura 12 – Curva de Gauss



Fonte: Departamento de Engenharia de Estruturas da USP (2004, P.2)

Dois valores fundamentais são entrados na Curva de Gauss, a resistência média do concreto a compressão (f_{cm}) e a resistência característica do concreto à compressão (f_{ck}), sendo o f_{cm} a média aritmética dos valores de f_c para o conjunto de corpos de prova ensaiados e, utilizado na determinação da resistência característica (f_{ck}) por meio da EQ.4:

Equação 4

$$FCK = FCM - 1,65 \times Sd$$

Onde:

FCM = Resistência média do concreto a compressão

FCK = Resistência característica do concreto à compressão

Sd = Desvio Padrão

O desvio padrão (Sd) é calculado fazendo-se o somatório das diferenças de cada valor encontrado no ensaio pela média, elevando este valor ao quadrado, em seguida dividindo-o pelo número de ensaios menos um e por fim, extraindo a raiz quadrada como mostra a EQ.5

Equação 5:

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (Fcc - Fcm)^2}{n - 1}}$$

Onde:

FCC é o valor de cada resultado obtido no ensaio

N é o número de ensaios realizados

Como sugere o exemplo a seguir, se fossem realizados dois ensaios contendo quatro corpos de prova cada ensaio e, que apresentassem os seguintes valores

1° Ensaio (MPa)	18	19	19	20
2° Ensaio (MPa)	16	20	20	24

Para os ensaios a média seria igual à:

$$Fcm1 = \frac{18 + 19 + 19 + 20}{4} = 19 \quad Fcm2 = \frac{16 + 20 + 20 + 24}{4} = 20$$

$$SD1 = \sqrt{\frac{(18 - 19)^2 + (19 - 19)^2 + (19 - 19)^2 + (20 - 19)^2}{4 - 1}} = \sqrt{\frac{(-1)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (1)^2}{3}} = \sqrt{\frac{2}{3}} = 0,8165$$

$$SD2 = \sqrt{\frac{(16 - 20)^2 + (20 - 20)^2 + (20 - 20)^2 + (20 - 24)^2}{4 - 1}} = \sqrt{\frac{(-4)^2 + (0)^2 + (0)^2 + (4)^2}{3}} = \sqrt{\frac{32}{3}} = 3,2660$$

Percebe-se através dos cálculos realizados acima que o desvio padrão foi maior para o segundo ensaio, propiciando os seguintes coeficientes de variação.

$$S1 = \frac{0,8165}{19} = 4,3\% \quad S2 = \frac{3,2660}{20} = 16,33\%$$

Em termos práticos, o desvio padrão calculado sugere que a produção do primeiro ensaio foi realizada de forma mais uniforme, devido à baixa variação dos valores obtidos nos resultados dos corpos de prova, sendo comprovado com o valor do desvio padrão em 4,3 %. Já no segundo ensaio, a produção foi realizada com menor uniformidade, com uma maior variação de resultados nos corpos de prova, consequentemente, o seu desvio padrão foi de 16,33%.

A classificação do desvio padrão é realizada de acordo com as TAB.4

Tabela 4 – Desvio Padrão

Local de Preparo do Concreto	Desvio Padrão (Mpa)			
	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Central	3,0	3,0 – 4,0	4,0 – 5,0	> 5,0

Fonte: NBR 7212 (2012), adaptado pelo autor.

A classificação do Controle de Produção é realizada de acordo com as TAB.5

Tabela 5 - Sistema de Controle de Produção

SD	Classificação
< 3 Mpa	Produção Excelente
$3 \leq Sd < 4$ MPA	Produção Bom
$4 \leq Sd < 5$ MPA	Produção Razoável
≥ 5 MPA	Produção Inaceitável

Fonte: NBR 7212 (2012), adaptado pelo autor.

A classificação do nível de Controle é realizada de acordo com as TAB.6

Tabela 6 - Nível de Controle

Nível 1	Excelente
Nível 2	Bom
Nível 3	Razoável
Nível 4	Inaceitável

Fonte: NBR 7212 (2012), adaptado pelo autor.

2.2 Usinas de concreto

As Usinas de Concreto são as responsáveis pela dosagem dos materiais e componentes do concreto e sua transferência para o caminhão betoneira, onde a mistura será homogeneizada antes de prosseguir para a obra.

Estas centrais são compostas basicamente por silo de cimento, reservatórios para água e aditivo, balanças de cimento e agregados, hidrômetros, compressores e transportadores de correia.

Nas centrais automatizadas, o balanceiro digita o código do traço⁴ e o volume a ser carregado no computador. Este por sua vez comanda o painel de controle e o balanceiro só interfere na dosagem se for constatado algum problema com a carga.

O terreno para abrigar uma empresa prestadora de serviços de concretagem deve ter além do local destinado aos equipamentos da Central Dosadora, espaço suficiente para armazenamento dos agregados, estacionar caminhões e construir edificações como escritório, vestiário, cabine de comando, refeitório, etc.

Um fator importante ao se falar em central dosadora é que sua manutenção e a aferição de seus equipamentos devem estar sempre em dia, pois, uma central quebrada significa caminhões parados e clientes insatisfeitos. A FIG.13 ilustra uma usina de concreto fixa e a FIG.14 uma usina de concreto móvel.

Figura 13 – Usina de concreto fixa



Fonte: Montar Um Negócio (2018)⁵

⁴ Traço é a proporção definida entre areia, cimento, pedra e água para que o material final tenha a resistência requerida para determinada função.

⁵ Montar um Negócio, 2018. Disponível em: < <https://www.montarumnegocio.com/como-montar-uma-usina-de-concreto/>>. Acesso em 31 out, 2018.

Figura 14 – Usina de concreto móvel



Fonte: Convicta (2018)⁶

2.2.1 Escolha da usina

Com base em normas, ao escolher uma concreteira deve-se levar em consideração alguns pontos, tais como:

- A. A situação jurídica juntamente com a estrutura da usina: contrato de serviço, nota fiscal, capital social, recolhimento de tributos e faturas;
- B. Existência de equipamentos de medição e certificados de aferições;
- C. O grau de automação e o nível de controle sobre os ensaios;
- D. A distância a ser percorrida da concreteira até a obra;
- E. A eficiência e a conservação dos caminhões e do misturador;
- F. A procedência dos agregados e a qualidade dos matérias que faram a composição do concreto;
- G. A presença de um responsável técnico juntamente com o laboratório de controle;
- H. O tempo que a empresa está no mercado e sua experiência.

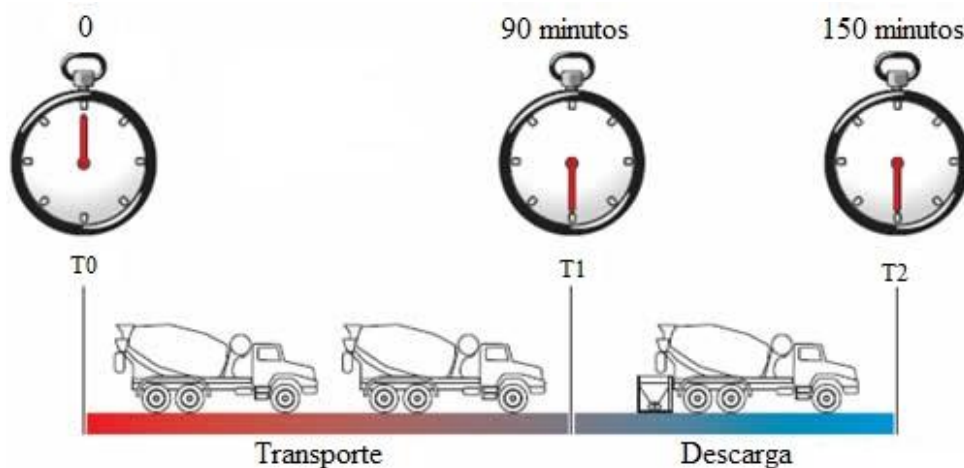
⁶ Convicta, 2018. Disponível em: < <http://www.convicta.com.br/produto/central-movel-c30/43>>. Acesso em 31 out, 2018.

2.3 Transporte

De acordo com a (ABNT NBR 7212 - Execução de concreto dosado em central – Procedimento, 2012), um caminhão betoneira tem que realizar a entrega do concreto que transporta no tempo máximo de 150 minutos, independente das condições de trânsito e da distância percorrida entre a central e o local de descarga especificado pelo contratante do serviço.

Dentre os 150 minutos total, 90 minutos são reservados para o transporte até a obra, 30 minutos para o início da descarga e 30 minutos para aplicação e adensamento, como mostrado na FIG.15

Figura 15 – Tempo de transporte e descarga de concreto



Fonte: ABESC, 2007

Contudo, ocasiões onde caminhões ficam com concreto cerca de 4 horas ou mais em decorrência do transporte ou imprevistos são comuns na prática, tempo muito superior ao especificado pela norma. Nestas condições, orienta-se o seguinte:

- A. Não percebendo alterações na temperatura do concreto, o engenheiro da obra aceita o mesmo e confere o abatimento do concreto antes do início da descarga, verificando o abatimento dentro da classe de consistência especificada, não se permite adição de água conforme estabelecido na NBR 7212 (ABNT, 2012). Qualquer acréscimo de água solicitada pelo contratante retira da empresa de concretagem as responsabilidades quanto as características do concreto constantes no pedido, sendo que, esse processo deve ser registrado no documento de entrega para resguardar a empresa.

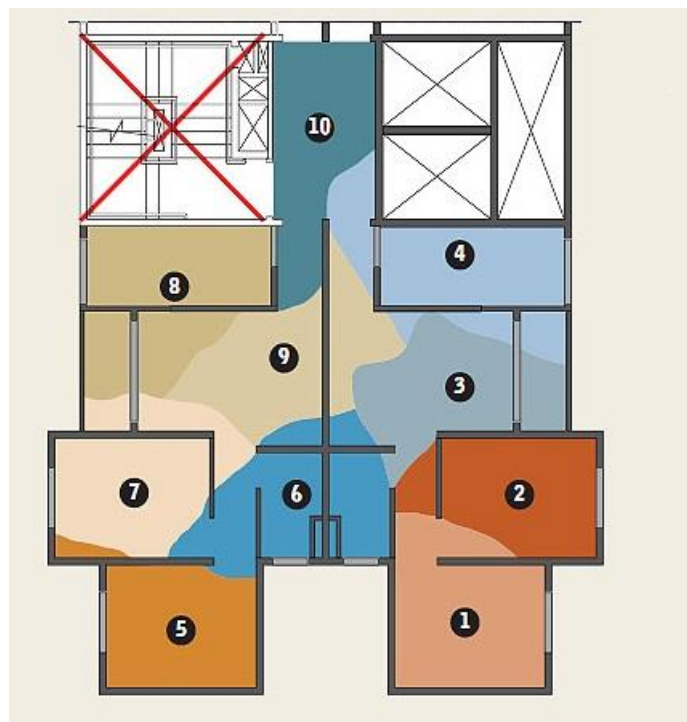
- B. O concreto é devolvido a central que deve destina-lo adequadamente, levando sempre em consideração que o concreto é um resíduo agressivo ao meio ambiente e que esses descartes envolvem grandes volumes.

2.4 Rastreabilidade do concreto

O concreto é o principal material utilizado para a execução de edificações em geral, portanto, no ramo da engenharia civil é um dos materiais mais controlados, devido ao impacto ocasionado no resultado final das obras. A rastreabilidade do concreto é o meio pelo qual se possibilita localizar o histórico de aplicação por meio de registros gerados do material.

A rastreabilidade utilizada nas obras corresponde a composição de mapas de concretagem, são apontamentos coloridos sobre as plantas de forma dos locais que serão concretados, através de cores que podem ser de lápis de cor, caneta ou giz de cera, correlacionando os locais concretados com as respectivas notas fiscais do concreto aplicado juntamente com o fck do concreto, o volume aplicado, a data da concretagem e as peças concretadas. Conforme FIG.16 e TAB 7.

Figura 16 - Mapa de rastreabilidade



Fonte: Equipe de Obra (PINI, 2011)⁷.

⁷ PINI, 2018. Disponível em: <<http://equipededeobra.pini.com.br/construcao-reforma/37/mapeamento-de-concretagem-220680-1.aspx>>. Acesso em 04 out, 2018.

Tabela 7: Identificação da rastreabilidade

Área	Data	Hora de Início	Nº do Caminhão	Nota Fiscal
1	15/06/2011	7:05	125	51-99.88
2	15/06/2011	7:45	213	51-99.891
3	15/06/2011	8:20	079	51-99.892
4	15/06/2011	8:55	198	51-99.894
5	15/06/2011	9:25	015	51-99.895
6	15/06/2011	10:30	110	51-99.899
7	15/06/2011	11:05	154	51-99.902
8	15/06/2011	11:40	212	51-99.907
9	15/06/2011	12:10	213	51-99.908
10	15/06/2011	12:35	125	51-99.915

Fonte: Equipe de Obra (PINI, 2011)⁸, adaptado pelo autor.

A rastreabilidade é uma importante ferramenta para solucionar possíveis problemas futuros referente a estrutura de concreto, além de ser um artefato exigido para o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H) e imprescindível para a aquisição da ISO 9001.

Diante das informações apresentadas, fica evidente que é através da rastreabilidade que se pode identificar qual concreto foi lançado em um determinado local, possibilitando o estudo das causas de uma possível inconformidade, como baixo resultado de resistência ou trincas nas estruturas e consequentemente escolher a melhor maneira de trata-la.

2.5 Atribuições de responsabilidades segundo a NBR 12655 (ABNT, 2015)

A NBR 12655 (ABNT, 2015) especifica as atribuições e responsabilidades de todos os envolvidos desde a concepção até a execução de estruturas de concreto de cimento Portland, sendo as características e propriedades do concreto definidas antes da realização da concretagem, sendo o responsável técnico pela edificação juntamente com o proprietário do imóvel, responsáveis por garantir o cumprimento dessa norma.

2.5.1 Responsabilidades do projetista

O profissional responsável pela elaboração do projeto tem o encargo de definir a resistência característica a compressão do concreto, f_{ck} , tendo obrigação de incluir em todos os

⁸ PINI, 2018. Disponível em: <<http://equipededeobra.pini.com.br/construcao-reforma/37/mapeamento-de-concretagem-220680-1.aspx>>. Acesso em 04 out, 2018.

detalhamentos e memoriais de cálculo que de alguma forma descrevem o projeto tecnicamente, a resistência a “j” dias, f_{cj} , para as fases construtivas, como a remoção do cimbramento, manejo de pré-moldados ou aplicação de protensão. Deve-se especificar também as condições para a durabilidade da estrutura, vida útil e a classe de agressividade ambiental utilizada para efeito de cálculo, conforme a NBR 12655 (ABNT, 2015).

2.5.2 Responsabilidades do executor da obra

O profissional responsável pela execução da obra, na solicitação do concreto as empresas de concretagem, deve requerer uma série de condições que atenda aos requisitos do projeto estrutural, como tipo do cimento a ser empregado, consistência, dimensão do agregado e o f_{ck} .

O responsável técnico pela obra, denominado pelo proprietário da edificação, juntamente com o mesmo, são responsáveis pelo recebimento do concreto fazendo-se cumprir com as exigências da NBR 12655 (ABNT, 2015), analisando e aprovando a documentação referente ao preparo do concreto, juntamente com os relatórios de ensaios, sendo que, esta documentação deve ser armazenada e preservada no canteiro de obra durante todo o processo construtivo, ao termino do empreendimento, deve-se preservar tal documentação pelo prazo estabelecido na legislação vigente, como especificado na NBR 12655 (ABNT, 2015).

2.5.3 Responsabilidades da empresa de concretagem

Conforme a NBR 12655 (ABNT, 2015), a empresa de concretagem contratada para a execução do serviço, fica responsável pela produção e transporte do concreto, da central de produção ao endereço especificado pelo contratante, conforme estabelecido em contrato.

Após a efetuação do contrato, a empresa terceirizada se torna responsável por preparar o concreto, aferindo todas as etapas da produção do mesmo, levando em consideração a necessidade de comprovar que todas as prescrições normativas e especificações de contrato foram atendidas, disponibilizando a documentação de cumprimento dessas prescrições ao responsável técnico da obra e ao proprietário para o armazenamento.

2.6 Recebimento do concreto

De acordo com a NBR 12655 (ABNT, 2015), o concreto só pode ser recebido caso as condições estabelecidas em norma sejam atendidas juntamente com as condições estipuladas em contrato e, de acordo com a classe do concreto utilizado, realizar os ensaios para determinar e controlar as propriedades do concreto, como os ensaios de consistência e resistência a compressão.

No recebimento efetivo do concreto, é necessário conferir se o concreto entregue encontra-se conforme ao que foi solicitado logo na chegada do caminhão a obra, analisando se o volume entregue está de acordo com o solicitado e, posteriormente, na ocorrência de retenção parcial de água de amassamento, realiza-se o complemento da parte final da água.

Os responsáveis pela etapa de recebimento do concreto, devem manter toda a documentação comprobatória referente ao material fornecido pelas empresas terceirizadas de concretagem, como os relatórios de ensaios, relatórios de dosagem, nota fiscal e outros, arquivados e preservados durante o prazo previsto em legislação vigente de acordo com a NBR 12655 (ABNT, 2015).

2.6.1 Controle de aceitação do concreto

O concreto pode ser aceito, somente quando o valor aferido da resistência característica for maior ou igual a resistência característica de projeto, considerando três descrições para aceitação do concreto de acordo com a NBR 12655 (ABNT, 2015):

- A. Aceitação do concreto: exame sistemático do concreto, de acordo com a referida norma, de modo a verificar se atende às especificações;
- B. Aceitação do concreto fresco: verificação da conformidade das propriedades especificadas para o estado fresco, efetuada durante a descarga da betoneira;
- C. Aceitação definitiva do concreto: verificação do atendimento a todos os requisitos especificados para o concreto.

Para Helene (2013), a conformidade entre concreto produzido por uma empresa de serviços de concretagem e as especificações técnicas do projeto estrutural pode ser realizada em cinco passos, são eles:

- A. **Primeira Etapa:** A primeira etapa equivale a identificação inicial a concretagem, da extensão do lote de concreto a ser controlado e avaliado. A amostragem do concreto tem

como meta mensurar a resistência característica a compressão, realizando a divisão da estrutura em lotes obedecendo os limites estabelecidos por normas, de maneira a ser retirado uma amostra de cada lote e, cada amostra deve ser composta por um número de exemplares de acordo com o tipo de controle adotado.

- B. **Segunda Etapa:** Conforme a NBR 12655 (ABNT, 2015) há dois tipos de amostragem que podem ser adotados para o controle estatístico do concreto, a amostragem parcial e a amostragem total.
- C. **Terceira Etapa:** Na terceira etapa, define-se o tamanho mínimo da amostragem no caso de aplicação de amostragem parcial, levando-se em consideração dois fatores:
- O número mínimo de exemplares para admitir uma estimativa confiável da resistência do lote.
 - Número máximo de betonadas empregadas na concretagem da peça em questão, pois não existe necessidade de retirar mais de um exemplar por betonada.
- D. **Quarta Etapa:** Na quarta etapa segue-se as orientações da norma de amostragem de concreto fresco NBR NM 33 (ABNT, 1998) que determina a coleta e a preparação de amostras de concreto fresco o mais representativo possível, que permitam a determinação de suas propriedades.
- E. **Quinta Etapa:** Na quinta etapa, O $f_{ck, est}$ é adquirido através da estimação aplicada nos resultados dos exemplares a 28 dias, sendo que a aceitação do concreto do lote avaliado obedece a seguinte condição: $f_{ck, est} \geq f_{ck}$.

2.6.2 Rejeição do concreto

Conforme a NBR 7212 (ABNT, 2012), a rejeição do concreto será fundamentada na verificação e ensaios efetuados pelo contratante, tendo como objetivo evidenciar as características do concreto conforme as normas brasileiras e contrato vigente.

De acordo com a NBR 7212 (ABNT, 2012), a divergência entre a consistência solicitada e a consistência apurada pelo abatimento do tronco de cone ou, outro método com o mesmo objetivo, são motivos para rejeição do lote de concreto fresco, assim como incoerências em relação à dimensão máxima característica do agregado graúdo solicitado, massa específica, relação água/cimento, consumo de cimento, tipo e marca de cimento, tipo de aditivo, temperatura e outras, podem ocasionar na rejeição do lote.

De acordo com a NBR 7212 (ABNT, 2012), a temperatura ambiente para lançamento do concreto deve estar entre 5 °C e 30 °C. Já a temperatura do concreto por ocasião de seu lançamento deve ser fixada de modo a evitar fissuração de origem térmica.

O grande problema de realizar concretagens em dias muito quentes está relacionado à rápida perda de água pela mistura, em função da evaporação, o que leva ao aparecimento de fissuras de retração. O calor também aumenta a velocidade da reação de hidratação do cimento, resultando na perda da trabalhabilidade do concreto durante o seu transporte, o que leva à necessidade de água adicional para que atinja o abatimento especificado para a obra, porém, a adição de água acima do especificado tem como resultado a diminuição da resistência mecânica do produto.

Em relação a rejeição do concreto endurecido, esta só ocorrerá quando a resistência característica não atingir a resistência solicitada em projeto, ou então, quando houver inconformidades em relação a alguma característica solicitada em contrato. A rejeição do concreto endurecido se dá através da demolição ou reforço da peça concretada com o concreto reprovado nos testes, ficando o prejuízo financeiro sobre a responsabilidade da usina concreteira contratada para a execução serviço.

De acordo com Pacheco e Helene (2013), algumas atitudes podem ser tomadas a fim de corrigir eventuais erros caso o controle de aceitação do concreto indique que o material não possui resistência característica potencial adequada, ações descritas a seguir:

- A. Reavaliar o projeto levando em consideração o novo resultado de resistência característica à compressão do concreto, utilizando os resultados obtidos através de corpos de prova moldados e rompidos.
- B. Realizar a inspeção in loco, avaliando de melhor forma através de ensaios de estruturas já finalizadas, não havendo necessidade de destruir, ensaios como Esclerometria, Pacometria e Ultrassom.
- C. Promover a retirada de testemunhos e estimar o novo fck equivalente, conforme apresentado pela NBR 7680 (ABNT, 2015)
- D. Após a estimativa do fck do item anterior, compara-lo ao fck de projeto. Se for satisfatório, a averiguação se dá por encerrada e aceita-se o concreto do ponto de vista estrutural.
- E. Caso a comparação não seja satisfatória, deve-se utilizar na nova verificação estrutural, para o caso dos estados limites últimos (ELU) um $\gamma_c = 0,9 * \gamma_c \text{ original}$. No caso de verificação dos estados limites de serviço (ELS) deve ser adotado $\gamma_c = 1,0$, ambos de acordo com a (ABNT NBR 6118, 2014).

2.7 Consequências do mau recebimento do concreto

O recebimento do concreto em obra realizado de maneira imprópria e a utilização do concreto com possíveis falhas e anomalias podem ocasionar problemas na estrutura da edificação, conhecidas como patologias no ramo da construção civil. Em decorrência destas patologias, gastos adicionais serão necessários para a recuperação estrutural, ou para evitar que os mesmos venham a aparecer caso o erro seja identificado antes do término da obra.

2.7.1 Manifestações patológicas

Existem inúmeras causas e origens que cominam na ocorrência de patologias em uma estrutura. Podendo se originar nas fases de projeto, execução e utilização de um elemento qualquer, originando-se devido a fatores externos, internos ou ainda da combinação de ambos. As causas são inúmeras, passando por problemas na constituição química dos materiais, fenômenos da natureza como a sazonalidade, erros humanos tanto no projeto como execução devido à negligência ou falta de qualidade, até ataques biológicos e de agentes agressivos às armaduras e ao concreto.

Os problemas patológicos estão presentes na grande maioria das edificações, seja em maior ou menor intensidade. Os estudos das patologias no ramo da construção civil podem ser caracterizados como a parte da engenharia destinada a estudar as formas de manifestação, causas, origem, e sintomas dos defeitos e deformidades que acontece nas edificações.

As principais características dos problemas patológicos são as fissuras ou trincas em elementos estruturais e alvenarias, esmagamento do concreto, desagregação do concreto, ruptura do concreto, carbonatação, corrosão da armadura, percolação de água e as manchas e deslocamentos de revestimento em fachadas.

De acordo com a NBR 12655 (ABNT, 2015), através de suas recomendações, as patologias do concreto podem ser evitadas com um adequado controle tecnológico no recebimento do mesmo. Nos tópicos a seguir estão listadas algumas características do concreto que podem ser verificadas no ato do recebimento e com o correto acompanhamento do produto:

- A. Resistência do concreto abaixo da determinada em projeto: pode causar fissuras ou rompimento como mostra a FIG.17

Figura 17 - Fissuras no concreto



Fonte: Faz fácil (2018), Disponível em: <<https://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/fissuras-trincas-rachaduras/2/>>. Acesso em 19 out, 2018.

- B. Agregados graúdos com dimensões acima do especificado em projeto: a estrutura pode vir a sofrer fissuras ou pode haver o surgimento de vazios no concreto como ilustra a FIG.18

Figura 18 - Vazios no concreto



Fonte: Jornal Arte (2018)⁹.

⁹ Jornal Arte, 2018. Disponível em: < <http://jornalarte3.blogspot.com/2012/05/internauta-faz-alerta-sobre-eventuais.html>>. Acesso em 31 out, 2018.

C. Alteração da relação a/c: pode deixar o concreto mais poroso, diminuindo sua resistência e permeabilidade, o que facilita a entrada de Dióxido de Carbono, a carbonatação, a corrosão das armaduras e as fissuras de retração, como mostra a FIG.19

Figura 19 - Porosidade no concreto



Fonte: Engenheiro de estruturas (2018)¹⁰.

Existe uma grande necessidade pela busca de qualidade na construção civil, assim como em qualquer outra área da engenharia civil. É preciso entender que para uma estrutura de concreto armado alcançar um bom nível, com a ausência de manifestações patológicas, todas as áreas envolvidas, desde a mão de obra de execução e os projetistas, os materiais utilizados, o conhecimento sobre o solo e o ambiente no qual se deseja construir devem estar em harmonia de excelência. Pois, de nada adianta haver um bom quadro humano na área da execução, se os materiais utilizados são de baixa qualidade e procedência desconhecida. Para evitar a ocorrência de problemas patológicos, todos os aspectos devem andar juntos e possuírem um padrão mínimo de aceitação.

¹⁰ Engenheiro de Estruturas, 2018. Disponível em: <http://www.engenheirodeestruturas.com.br/2017/09/patologias-em-pilares-de-concreto-armado.html>. Acesso em 19 out, 2018.

2.7.2 *Gastos excessivos*

Os prejuízos oriundos do mau recebimento do concreto em obra ficam maiores a medida que os problemas demoram a ser constatados, para se recuperar determinado elemento específico que esteja com problemas ainda na fase de execução, pode haver a necessidade de se paralisar a obra, gerando contratempos em relação ao planejamento, prejuízos com matérias e mão de obra que não estavam previstos inicialmente e atrasos no cronograma da obra.

Os prejuízos ainda podem ser maiores no caso de inconformidades do concreto ou qualquer outro elemento pertencente a edificação devido a constatação através do surgimento de patologias, promovendo transtornos aos moradores e ocupantes da edificação, afetando a segurança dos mesmos, dificultando e encarecendo a recuperação devido a extrema complexidade na maioria dos casos.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho de conclusão de curso teve como objetivo dissertar sobre o tema do controle tecnológico e recebimento do concreto em obra, orientado principalmente pela (ABNT NBR 12655, Concreto de cimento Portland– Preparo, Controle e Recebimento e aceitação – Procedimento, 2015). Realizou-se uma revisão bibliográfica sobre o tema, indispensável para a análise de dados e um grande apoio técnico para tomada de decisões e conclusões.

Conclui-se, portanto, que a omissão ou negligência das condutas que as normas técnicas estabelecem, é a maior causadora das não conformidades presentes nas obras, juntamente com o não conhecimento dos processos e das normas, tornando-se um grande problema em relação ao controle tecnológico do concreto. Notou-se que na maioria dos casos a qualidade e a segurança das edificações não são levadas em consideração para a execução dos procedimentos exigidos por norma, sendo executados simplesmente pelo hábito de execução.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ADES, A. Z. **A importância do controle Tecnológico na fase estrutural em Obras de edificações**. Rio de Janeiro, 2015.

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

Alves, J.D. **Manual de Tecnologia do concreto**. 3º ed. Goiânia: Editora UFG, 1987.

Alves, J.D. **Materiais de construção**. 2º ed. Goiânia: Editora Universidade Federal de Goiás, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 11768**: Aditivos químicos para concreto de cimento Portland – Requisitos. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR NM 33**: Concreto – Amostragem de concreto fresco. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 12655**: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR NM 67**: Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 12142**: Concreto – Determinação da resistência à tração na flexão de corpos de prova prismáticos. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 8522**: Concreto – Determinação do módulo de estático de elasticidade à compressão. Rio de Janeiro, 2017.

_____. **NBR 7680-1**: Concreto – Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto Parte 1: Resistência à compressão axial. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR 7212**: Execução de concreto dosado em central – Procedimento. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR 6122**: Projeto e execução de fundações – Procedimento. Rio de Janeiro, 2010.

FREITAS, R. P. **Controle de qualidade em concreto endurecido: ensaios mecânicos**. Juiz de Fora, 2012.

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

JUNIOR, G. A. D. **Controle estatístico do processo aplicado na produção do concreto estrutural in loco na cidade de Campo Mourão**. Campo Mourão, 2014.

MAGALHÃES, A. G. **Durabilidade, proteção e recuperação das estruturas**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.

NASCIMENTO, P. L. S. **A importância do controle tecnológico do concreto**. Juiz de Fora, 2012.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto**. 2ª ed. São Paulo, PINI, 1997.

PACHECO, J.; HELENE, P. **Boletim Técnico: Controle da resistência do concreto Brasil**. ALCONPAT, 2013, 18p.

SANTOS, P. S. **Estudo do controle tecnológico dos componentes da alvenaria estrutural em uma obra de Betim/mg**. Belo Horizonte, 2015.

TRINDADE, D. S. **Patologia em estruturas de concreto armado**. Santa Maria, 2015.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). **Características do concreto**. Departamento de Engenharia de Estruturas. São Paulo, 2004.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Propriedades do concreto endurecido**. Departamento de Construção Civil. Paraná, 2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Propriedades do concreto fresco**. Departamento de Construção Civil. Paraná, 2013.