

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**ANA PAULA PIAIA DALLABRIDA
CAMILA VEIGAS**

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO
CONCRETO USINADO: COMPARAÇÃO ENTRE O MÉTODO DE
MOLDAGEM REMOTA E MOLDAGEM *IN LOCO***

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2014

ANA PAULA PIAIA DALLABRIDA
CAMILA VEIGAS

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO
CONCRETO USINADO: COMPARAÇÃO ENTRE O MÉTODO DE
MOLDAGEM REMOTA E MOLDAGEM *IN LOCO***

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso Superior de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Paôla Regina Dalcanal.
Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Caroline Angulski da Luz.

PATO BRANCO
2014

TERMO DE APROVAÇÃO

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DO CONCRETO USINADO: COMPARAÇÃO ENTRE O MÉTODO DE MOLDAGEM REMOTA E MOLDAGEM *IN LOCO*

ANA PAULA PIAIA DALLABRIDA

e

CAMILA VEIGAS

Aos 02 dias do mês de dezembro do ano de 2014, às 15:15 horas, na sala de treinamento da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, este trabalho de conclusão de curso foi julgado e, após arguição pelos membros da Comissão Examinadora abaixo identificados, foi aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco – UTFPR-PB, conforme Ata de Defesa Pública nº 039-TCC/2014.

Orientador Prof^a. Dr^a. PAÛLA REGINA DALCANAL (DACOC/UTFPR-PB)

Orientador Prof^a. Dr^a. CAROLINE ANGULSKI DA LUZ (DACOC/UTFPR-PB)

Membro 1 da Banca: Prof. Msc. JAIRO TROMBETTA (DACOC/UTFPR-PB)

Membro 2 da Banca: Prof Msc. JOSÉ MIGUEL ETCHALUS (DACOC/UTFPR-PB)

AGRADECIMENTO

Aos nossos professores que nos acompanharam durante a graduação e que não mediram esforços para nos transmitir todo o conhecimento, em especial as nossas orientadoras Prof^a. Dr^a. Paôla Regina Dalcanal e Prof^a. Dr^a. Caroline Angulski da Luz.

A empresa Hobi pela oportunidade de desenvolver esta pesquisa, nos dando todo o apoio necessário.

Aos amigos e colegas, pelo apoio constante.

Aos nossos familiares por acreditar, pois sem o apoio deles seria muito difícil completar mais esta etapa.

Fazer concreto é mais do que apenas misturar cimento, agregados e água. Os ingredientes para um bom concreto e um “mau” concreto são os mesmos, o que faz a diferença é apenas o conhecimento (NEVILLE,1997).

RESUMO

DALLABRIDA, Ana Paula; VEIGAS, Camila. Avaliação da resistência à compressão do concreto usinado: comparação entre o método de moldagem remota e moldagem *in loco*. 2014. 59 f. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso Superior de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. Pato Branco, 2014.

A utilização do concreto dosado em central vem sendo muito difundida nos últimos tempos, tendo em vista seu melhor controle de qualidade, evitando o desperdício de material e sua estocagem em obra. Para o controle da qualidade faz-se o ensaio de resistência à compressão de corpos de prova, que indica se o concreto atende as necessidades de resistência do projeto. O método utilizado para realizar a moldagem dos corpos de prova é a moldagem *in loco*, ou seja, na própria obra, durante a concretagem, mas esta vem apresentando algumas dificuldades como: perda de corpos de prova em obra, gastos com deslocamentos de pessoal para coletar as amostras, armazenamento inadequado em obra. Com isso as centrais dosadoras tem adotado uma nova metodologia chamada moldagem remota. Portanto, esta pesquisa apresenta uma abordagem teórico-experimental do comparativo entre as resistências verificadas na moldagem remota e na moldagem *in loco* de corpos de prova de concreto, com foco em concretos da empresa HOBICIA Ltda, de mesmo traço, com f_{ck} 20 MPa e aditivo plastificante, em obras localizadas nas cidades de Pato Branco e São Mateus do Sul, no Paraná. Apresentam-se os conceitos sobre propriedades do concreto e as características das moldagens dos corpos de prova. Discute-se o comparativo entre as duas formas de moldagem estudadas, sendo que a remota é feita pela coleta de amostra do concreto fresco em obra, transportada até o laboratório da central dosadora por caminhões betoneiras em recipientes vedados para serem moldadas, enquanto a moldagem *in loco* consiste na moldagem no local da obra. As moldagens dos corpos de prova foram realizadas conforme a NBR 5738 (ABNT, 2003), em um número de oito corpos de prova por obra, quatro moldados na obra e quatro na central, rompidos aos vinte e oito dias, na cidade de Pato Branco. E, em São Mateus do Sul foram analisados os dados coletados e fornecidos pela central dosadora. A moldagem remota apresentou resultados de resistência à compressão maiores, mas não mais significativos, que a *in loco*, nas duas cidades. Sendo assim, a moldagem remota se torna satisfatória para as centrais dosadoras levando em consideração suas vantagens em relação ao outro método.

Palavras-chave: Controle tecnológico do concreto. Resistência característica do concreto. Resistência média à compressão do concreto aos 28 dias.

ABSTRACT

DALLABRIDA, Ana Paula; VEIGAS, Camila. Evaluation of the compressive strength of the ready-mixed concrete: a comparison between the remote concrete specimen molding and the in loco molding. 2014. 59 f. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso Superior de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. Pato Branco, 2014.

The use of ready-mixed concrete is increasing in the last decades, as the pressure from the market to use a high quality product, using less storage spaces and less production of residuals also increased. For the quality control, compression tests are performed utilizing specimens, which are going to show if the concrete was made according to the designed load. The method utilized to do the molding of the specimens is the in loco molding, because this one has shown some difficulties to be done as: the lost of specimens at the construction site, high costs with the transportation of specialized people to collect the specimens, inappropriate material storage, and other. With this in mind, the metering plants companies have adopted a new methodology in order to achieve a better compression strength control, called remote concrete specimen molding. Thus, this research shows an experimental and theoretical overview about the comparison between the strength results from the remote and in loco specimens molding, focusing in constructions executed by HOBITECIA LTDA in the cities of Pato Branco and São Mateus do Sul, in the state of Paraná. Concepts, properties, and the characteristics of the specimens molding are going to be presented, as well as an analysis of the comparative between the two kinds of molding of specimens studied: for the remotely molded specimen, the concrete is collected at the construction site and transported to the laboratory of the metering plant by the concrete mixer in sealed containers to be molded later, while the specimens molded in loco consists of molding the specimens at the construction site. Eight concrete specimens were molded at the construction site and at the metering plant, according to the NBR 5738 (ABNT, 2003), being tested twenty-eight days after they are collected, at the city of Pato Branco. In São Mateus do Sul, the same types of specimens collected by the metering plant were further analyzed. The compression strength results of both methods were compared and it was concluded that the strength of the specimens molded remotely were higher, but not significantly higher, than the ones molded at the construction site in both cities, however the standard deviation was higher. In short, the use of specimens molded remotely is satisfactory to the metering plants accordingly to its advantages when compared to the another method.

Keywords: Technological control of concrete. Characteristic strength of the concrete. Average resistance of concrete compression at 28 days.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo do molde cilíndrico utilizado	35
Figura 2: Colocação do concreto no molde	36
Figura 3: Adensamento do concreto no molde.....	36
Figura 4: Arrasamento do concreto no molde	37
Figura 5: Identificação dos moldes.....	37
Figura 6: Balde contendo amostra da moldagem remota.....	38
Figura 7: Concreto sendo transferido do balde para o carrinho de mão	39
Figura 8: Moldagem e armazenamento remoto.....	39
Figura 9: Cura dos corpos-de-prova.....	40
Figura 10: Rompimento do corpo de prova	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número de camadas para moldagem dos corpos-de-prova.....	31
Tabela 2: Data da moldagem dos corpos de prova e distância das obras à concreteira.....	34
Tabela 3: Informações sobre as moldagens nas diferentes obras	44
Tabela 4: Resultado da resistência à compressão aos 28 dias, para os corpos-de-prova moldados <i>in loco</i>	44
Tabela 5: Resultado da resistência à compressão aos 28 dias, para os corpos-de-prova moldados remotamente.....	45
Tabela 6: Resistências médias e característica e desvio padrão das moldagens <i>in loco</i> e remota.....	45
Tabela 7: Variação entre os resultados da moldagem remota em relação a moldagem <i>in loco</i>	47
Tabela 8: Resistência à compressão, característica e desvio padrão, fornecida pela empresa, coletados em obras de São Mateus do Sul – PR.	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Composição do cimento Portland.....	27
---	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Comparativo da resistência característica entre os métodos de moldagem.	46
Gráfico 2: Variação do desvio padrão entre as moldagens.	46
Gráfico 3: Comparativo das resistências médias entre as moldagens em Pato Branco-PR.	48
Gráfico 4: Comparativo das resistências características entre as moldagens em Pato Branco-PR.	48
Gráfico 5: Comparativo da resistência característica obtida nas diferentes moldagens realizadas em São Mateus do Sul - PR.	50

LISTA DE ABREVIATURAS

ABCP – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO *PORTLAND*

ABESC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SERVIÇOS DE CONCRETAGEM

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

ACI – AMERICAN CONCRETE INSTITUTE

CM – CENTÍMETROS

CP – CORPO DE PROVA

FCK – RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA

LTDA – LIMITADA

MM - MILÍMETROS

MPA – MEGA PASCAL

NBR – NORMA BRASILEIRA REGISTRADA

PR – PARANÁ

SIMEPAR – SISTEMA METEOROLÓGICO DO PARANÁ

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS	13
1.1.1	Objetivo Geral	13
1.1.2	Objetivos específicos	14
1.2	JUSTIFICATIVA	14
2	O CONCRETO	16
2.1	BREVE HISTÓRICO SOBRE CONCRETO	16
2.2	CONCRETO	17
2.2.1	Cimento	17
2.2.2	Agregados	18
2.2.3	Água	18
2.3	CONCRETO DOSADO EM CENTRAL	19
2.4	PRODUÇÃO E CONTROLE DO CONCRETO DOSADO EM CENTRAL	19
2.5	CONTROLE DE QUALIDADE DA PRODUÇÃO E ACEITAÇÃO	20
2.6	TEMPO DE PEGA DO CONCRETO	20
2.7	RESISTÊNCIA	21
2.8	ADITIVOS	22
2.8.1	Plastificantes	23
2.9	PROPRIEDADES DO CONCRETO FRESCO	23
2.9.1	Trabalhabilidade	23
2.9.2	Coesão e segregação	24
2.9.3	Exsudação	25
2.10	PRINCIPAIS VARIÁVEIS QUE INFLUENCIAM NA RESISTÊNCIA DO CONCRETO	25
2.10.1	Transporte e lançamento	26
2.10.2	Tipo de cimento	26
2.10.3	Cura	29
2.10.4	Temperatura	30
2.10.5	Moldagem de corpos de prova	31
2.10.6	Condições de carregamento	32
3	METODOLOGIA	33
3.1	ESTUDO EM PATO BRANCO - PR	33
3.1.1	Determinação das obras de estudo	33
3.1.2	Coleta da amostra	34

3.1.3	Determinação da resistência do concreto aos 28 dias.....	40
3.2	ESTUDO EM SÃO MATEUS DO SUL - PR.....	43
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	44
5	CONCLUSÃO.....	51
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

O concreto é um material construtivo amplamente disseminado, podendo ser encontrado em casas de alvenaria, pontes, edifícios, em obras de saneamento, entre outras. Estima-se que anualmente no mundo são consumidos 11 bilhões de toneladas de concreto, ou seja, um consumo médio de 1,9 toneladas de concreto por habitante (PEDROSO, 2009). Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2014) estima-se que as concreteiras tenham produzido 125 milhões toneladas de concreto no ano de 2012. Esta quantidade foi devido ao crescimento geral da construção civil, principalmente em obras de infraestrutura e habitação. Dados de 2011 indicavam que 72% das construtoras utilizam concreto usinado no Brasil.

Helene (1993), afirma que na indústria da construção civil a aceitação e o entendimento do significado de qualidade têm evoluído nos últimos anos. Esta qualidade, no que diz respeito ao concreto, pode ser entendida como: ter resistência estrutural adequada, ser funcional, ter vida útil elevada, possuir baixo custo de operação e manutenção e ter um preço acessível.

Para comprovar a resistência mecânica do concreto, realizam-se ensaios de compressão. Estes testes são realizados em corpos de prova colhidos no local da obra e moldados segundo a NBR 5738 (ABNT, 2003).

Fatores como dispersões na coleta de exemplares, moldagem, cura, capeamento e condições de ruptura dos corpos de prova podem influenciar na resistência do concreto e introduzir variações que não correspondem às variações reais dos resultados dos ensaios do concreto analisado (HELENE, 1993).

A moldagem utilizada é a *in loco*, que consiste em moldar os corpos-de-prova no próprio local da obra, coletando o concreto do caminhão betoneira e moldando segundo a NBR 5738 (ABNT, 2003). No entanto, este método traz algumas dificuldades e gastos extras como: o tempo e custo para um assistente buscar o corpo de prova após 24 horas e levá-lo até o laboratório para a cura, isso quando são recolhidos nesse período, corpos de prova que se extraviam pela obra ou que não ficam armazenados corretamente, gastos com treinamento de diferentes profissionais para realizar a moldagem, possíveis variações dos resultados devido à coleta e moldagem ser realizada por diferentes profissionais.

Visando sanar as dificuldades citadas, outra metodologia vem sendo empregada por algumas empresas no Brasil, denominada moldagem remota. Esta usa a mesma metodologia da moldagem convencional com o diferencial de que o concreto é colhido em obra e moldado em laboratório. Um exemplo disto é a Novamix, empresa de concreto e argamassa situada na região metropolitana de Curitiba - PR, que se utiliza do sistema de moldagem remota, sendo as moldagens sempre feitas pelo mesmo profissional a fim de reduzir a variação nos resultados (NOVAMIX, 2014).

Esta pesquisa tem por objetivo comparar a resistência entre corpos de prova de concreto moldado convencionalmente com os moldados remotamente. Para tanto, será necessária a coleta e análise de amostras para realização dos dois métodos de moldagem para posterior comparação dos resultados, possibilitando desta forma a resposta da seguinte questão: Há diferença significativa entre os valores de resistência à compressão do concreto obtido pelos métodos de moldagem remota e convencional?

Para apresentação deste trabalho foi adotada a seguinte sequência: (i) revisão bibliográfica abordando as propriedades do concreto, em especial a resistência mecânica; (ii) metodologia abordando o plano de moldagem e coleta de corpos-de-prova visando à comparação entre o método convencional e remota; (iii) resultados e conclusões, buscando atender aos objetivos e responder à pergunta da pesquisa proposta.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Comparar os métodos de moldagem, *in loco* e remota, do concreto usinado visando a determinação da sua resistência aos 28 dias.

1.1.2 Objetivos específicos

- Avaliar a influência do tempo de deslocamento do caminhão da obra à central dosadora na moldagem remota em relação à resistência à compressão;
- Determinar e correlacionar os desvios padrões obtidos nas duas formas de moldagem com a influência da temperatura média do dia.

1.2 JUSTIFICATIVA

O concreto mostra um futuro muito promissor devido à sua capacidade de gerar excelente durabilidade e propriedades mecânicas com um preço relativamente baixo. Este apresenta inúmeras vantagens quando comparados com outros materiais estruturais, como por exemplo, a excelente resistência a água e a facilidade de execução com formas e tamanhos variados. Devido a sua importância, a busca pela qualidade das estruturas e a necessidade da redução de custos, faz com que o concreto convencional seja cada vez mais substituído pelo concreto dosado em central (MEHTA; MONTEIRO, 1994).

Podem-se destacar algumas vantagens de se aplicar o concreto dosado em central em relação ao convencional, tais como: a eliminação das perdas de areia, brita e cimento, racionalização do número de operários, redução de materiais, equipamentos, áreas de estoque com melhor aproveitamento do canteiro de obras e redução do custo total da construção (ABESC, 2007).

Um dos parâmetros para classificação, qualidade e dimensionamento de concretos é o ensaio de resistência à compressão. Neville (1997), diz que os resultados destes ensaios podem ser influenciados por variações do tamanho e moldagem dos corpos de prova, preparação dos topos, cura, capacidade de carga da máquina e velocidade de aplicação de tensão.

Para assegurar um material de acordo com as especificações técnicas é necessário ter um controle rígido de qualidade para assim verificar possíveis falhas causadas por fatores humano ou mecânico. O procedimento atual, segundo informações da empresa HOBİ & CIA Ltda., parceira neste trabalho, apesar de

seguir as exigências da norma regulamentadora de moldagem dos corpos de prova, ainda enfrenta algumas dificuldades, principalmente por fatores externos, como: a perda de exemplares em obra causada pela falta de cuidado dos trabalhadores ou mesmo o furto das fôrmas, os moldes alojados em locais impróprios sob ação do sol e da chuva, sem nivelamento correto e passível de colisão, permanecendo na obra por mais tempo do que o previsto em norma, o que prejudica a cura, o custo e tempo para a central dosadora dispor um funcionário para moldar e recolher o material e inconstância na forma de moldagem feita por diferentes funcionários, já que o motorista de cada caminhão é responsável pela moldagem de sua carga em obra. Isso demonstra que mesmo que o concreto atenda especificações quanto às propriedades do estado fresco, não significa que a qualidade do concreto endurecido será avaliada em consonância com a norma, com isso suscita-se a possibilidade de realização de outro método de moldagem que possa trazer ganhos quanto à qualidade dos resultados.

Isso demonstra que mesmo que o concreto atenda especificações quanto às propriedades no estado fresco, não significa que a qualidade do concreto endurecido será atendida, visto os problemas citados acima na pós-moldagem, com isso suscita-se a possibilidade de realização de outro método de moldagem que possa trazer ganhos quanto à qualidade dos resultados.

Sendo assim, dá-se a importância deste trabalho para que se possa, através da comparação das resistências à compressão obtidas pelos dois métodos de moldagem, indicar as possíveis divergências e fatores que possam influenciar nos resultados.

Esta pesquisa foi realizada na empresa HOBÍ e CIA LTDA, que interessada nos resultados da pesquisa, cedeu laboratórios, concretos das obras, além de todos os dados necessários. A pesquisa realizou-se na cidade de Pato Branco-PR e analisando-se dados obtidos em São Mateus do Sul - PR.

2 O CONCRETO

O concreto pode ser considerado um dos materiais mais importantes da construção civil, além de ser um dos produtos mais fabricados no mundo em termos de volume. Tal significância atingida por este composto se deve, basicamente, a excelente resistência à água, baixo custo, facilidade de uso e disponibilidade em todo o mundo (MEHTA; MONTEIRO, 2008).

Atualmente a maior parte do concreto utilizado é produzida em centrais dosadoras e a tendência é que esse processo se torne cada vez mais predominante, principalmente em países em desenvolvimento como o Brasil, visto suas vantagens frente à produção em obra (MASCOLO, 2012).

A seguir serão apresentadas algumas considerações necessárias para o bom entendimento da pesquisa, tais como: a definição de concreto, produção e controle de concreto dosado em central, controle de qualidade de produção e aceitação, tempo de pega, resistência, propriedades do concreto fresco e as variáveis que influenciam na resistência.

2.1 BREVE HISTÓRICO SOBRE CONCRETO

O primeiro material estrutural que o homem usou nas suas edificações foi à pedra, contudo este material tinha uma grande limitação quanto à resistência a tração. Algumas soluções foram usadas, como as adotadas pelos romanos que usavam o arco para vencer grandes vãos com estruturas menores, ou como as dos gregos que usaram as colunatas para apoiar as vigas. Mas a pedra ainda apresentava dificuldades no corte e no transporte. Este problema foi resolvido com o cimento dos romanos, constituído por cinzas vulcânicas e cal. E, com o cimento *portland* foi possível à fabricação do concreto, um material moldável capaz de adquirir o tamanho e formato que eram necessários (GIAMMUSSO, 1992).

Desde os primeiros usos ficou claro que o proporcionamento dos materiais não poderia ser feito de qualquer forma e que era necessário um conglomerado compacto e sólido (HELENE, 1993).

[...] até o início do século XIX pouco se sabia acerca das qualidades a serem exigidas dos materiais constituintes dos concretos e argamassas. A postura com relação ao proporcionamento dos materiais e sua influência no comportamento dos conglomerados foram alterando-se a partir dessa época em função da descoberta do cimento *Portland* e sua fabricação em escala comercial (HELENE, 1993, pg.55).

2.2 MATERIAL CONCRETO

O concreto é um material composto por uma mistura de cimento, areia, pedras britadas e água, e pode-se ainda adicionar aditivos e outras adições, conforme necessário (NEVILLE, 1997).

Para obter este composto com qualidade é necessária uma série de cuidados que engloba desde a escolha dos materiais, a determinação do traço, a resistência requerida, o adensamento e a cura (ABESC, 2007).

2.2.1 Cimento

Mehta e Monteiro (1994, pg. 188) define cimento *Portland* como “um aglomerante hidráulico produzido pela moagem de clínquer, que consiste essencialmente de silicatos de cálcio hidráulicos, usualmente com uma ou mais formas de sulfato de cálcio como um produto de adição. Os clínqueres são nódulos de 5 a 25 mm de diâmetro de um material sinterizado, produzido quando uma mistura de matérias primas de composição pré-determinada é aquecida a altas temperaturas”.

Os cimentos hidráulicos são aglomerantes que endurecem a partir das reações causadas através do contato com a água, e formam também um produto resistente a ela (MEHTA; MONTEIRO, 1994). Quando hidratados com diferentes composições químicas, os cimentos apresentam diferentes propriedades. Assim é possível desenvolver cimentos com variadas composições para as propriedades desejadas. Comercialmente hoje já existem vários tipos de cimentos diferentes (NEVILLE, 2013).

2.2.2 Agregados

A NBR 7211 (ABNT, 2009) define areia ou agregado miúdo como grãos que passam pela peneira ABNT de 4,8 mm e ficam retidos na peneira ABNT de 0,075 mm. E a mesma define também agregado graúdo como pedregulho ou pedra brita cujos grãos passam pela peneira malha quadrada com abertura nominal de 152 mm e ficam retidos na peneira ABNT de 4,8 mm.

Agregado é um material granular sem forma definida, normalmente inerte, com propriedades e dimensões adequadas para obras em engenharia (PETRUCCI, 2005). Os agregados devem apresentar boa qualidade, visto que ocupam $\frac{3}{4}$ do volume do concreto, além de limitarem sua resistência e afetarem nas propriedades do concreto ligadas a durabilidade e desempenho estrutural.

Os agregados naturais são formados por processos de abrasão, intemperismo ou por britagem. A maior parte das características do agregado depende da rocha mãe da qual foram retirados, como por exemplo, a composição química e mineral, massa específica, dureza, resistência, estrutura de poros, entre outras (NEVILLE, 2013).

2.2.3 Água

Segundo Isaia (2011), a água é um material indispensável ao concreto que lhe confirma as propriedades necessárias de resistência e durabilidade. As alterações que a água exerce na microestrutura das pastas cimentícias são importantes como hidratação de cimento, a retração e fluência, propriedades reológicas do concreto fresco e endurecido, os mecanismos de transporte dos fluídos e muitos outros fenômenos.

A qualidade da água é importante porque suas impurezas podem afetar na pega do cimento, interferir desfavoravelmente na resistência do concreto ou acarretar manchamento de suas superfícies, ou ainda levar à corrosão das armaduras. Por essas razões, a adequabilidade da água de amassamento e de cura deve ser conferida (NEVILLE, 2013).

Em geral, a utilização de água potável é segura, porém, a água não potável também pode ser satisfatória para a produção do concreto. Como regra, qualquer água com pH (grau de acidez) entre 6,0 e 8,0, sem sabor salino ou salobro é adequada ao uso, e a coloração escura ou odor não necessariamente implicam em dizer que existem substâncias deletérias (NEVILLE, 2013, pg. 74 e 75).

2.3 CONCRETO DOSADO EM CENTRAL

Neville (1997) afirma que o concreto dosado em central, também conhecido como “concreto pré-misturado”, que é largamente usado nos dias de hoje, costuma ser tratado como um tópico à parte por ter características especiais.

O concreto dosado em central é particularmente útil em canteiros congestionados ou em construções rodoviárias onde se dispõe de pouco espaço para uma instalação de concreto e para estocagem de agregados, mas, talvez a maior vantagem própria do concreto pré-misturado é a de ser preparado com melhores condições de controle do que normalmente seria possível, a não ser em grandes obras. O controle deve ser obrigatório, mas, como uma central misturadora opera em condições comparáveis as de uma indústria, é possível um controle realmente rigoroso de todas as operações de obtenção do concreto fresco. Também são assegurados os cuidados necessários durante o transporte do concreto com caminhões agitadores, mas, naturalmente, o lançamento e adensamento permanecem sob responsabilidade do pessoal da obra. (NEVILLE, 1997, pg. 224).

2.4 PRODUÇÃO E CONTROLE DO CONCRETO DOSADO EM CENTRAL

O concreto dosado em central surgiu com o objetivo de suprir a necessidade de grandes volumes de concreto em um curto período de tempo com pequenas variações na resistência mecânica do mesmo. Este deve compreender algumas vantagens, tais com: a velocidade de preparação e transporte, racionalização dos canteiros de obras, flexibilidade das propriedades do concreto e controle da qualidade. Para que essas vantagens sejam atendidas é necessário que haja uma seleção dos materiais empregados atendendo às especificações da norma brasileira, além do treinamento da mão de obra, que é de fundamental importância para o processo final do serviço, e a moldagem dos corpos de prova para avaliação da resistência à compressão axial (REGATTIERI; MARANHÃO, 2011).

2.5 CONTROLE DE QUALIDADE DA PRODUÇÃO E ACEITAÇÃO

O concreto por ser um produto que desempenha função de responsabilidade, precisa ter um controle de qualidade, tendo em vista que há um grande número de variáveis que influem nas suas características (BAUER, 2008).

Na produção do concreto são realizados basicamente dois tipos de controle, um interno na central dosadora que é denominada controle de qualidade, e outro na obra denominado controle tecnológico.

No controle tecnológico o objetivo é avaliar se o concreto está sendo entregue conforme o pedido, este controle é estabelecido pela NBR 12655 (ABNT, 2006). O ensaio que avalia a consistência (*slump*) deve ser realizado em todos os caminhões betoneira que chegam à obra, já os ensaios de resistência mecânica podem ser de amostragem total ou parcial.

No controle de qualidade o objetivo é avaliar as atividades produtivas e estabelecer desvios padrões das atividades, sem particularizar uma obra, salvo exceções. Com base nos desvios padrões é possível classificar as centrais dosadoras em quatro níveis, segundo a NBR 7212 (ABNT, 1984), onde a empresa de nível 1 tem desvio padrão de até 3,0 MPa e a de nível 4 superior a 5,0 MPa (REGATTIERI; MARANHÃO, 2011).

2.6 TEMPO DE PEGA DO CONCRETO

As reações entre o cimento e a água são as causas básicas da pega do concreto, embora o tempo de pega do concreto não coincida com o do cimento. A pega, o enrijecimento e o endurecimento são fenômenos que se manifestam das reações progressivas de hidratação do cimento (MEHTA; MONTEIRO, 1994). Portanto, a pega se refere à mudança do estado físico para o fluido. Durante a pega a pasta adquire certa resistência, mas é necessário distinguir pega de endurecimento, que se refere ao aumento da resistência, de uma pasta de cimento depois da pega (NEVILLE, 1997).

A pega é causada por uma reação seletiva dos compostos do cimento: os primeiros a reagirem são o C_3A e o C_3S , já o C_2S endurece de um modo mais gradativo. A formação rápida de produtos cristalinos, o desenvolvimento de películas em volta dos grãos de cimento e uma coagulação conjunta dos componentes da pasta são fatores para evolução da pega (NEVILLE, 1997).

O tempo de início e fim de pega são pontos definidos por um ensaio, que determina o começo da solidificação em uma pasta de cimento. De forma similar, a pega do concreto é definida como o início da solidificação da mistura fresca (MEHTA; MONTEIRO, 1994).

O tempo de início de pega e final de pega, medidos pelo método de resistência à penetração, não registram uma mudança específica nas características físico-químicas da pasta de cimento; são puramente pontos de referência no sentido de que o primeiro define o limite de manuseio e o segundo define o início da resistência mecânica. O início e o fim de pega do concreto não têm de coincidir exatamente com os períodos do fim ou da perda completa da trabalhabilidade e com o início da resistência mecânica. Ao contrário, o início de pega representa aproximadamente o tempo a partir do qual o concreto fresco não pode mais ser misturado, lançado e compactado. O final da pega representa aproximadamente o tempo após o qual inicia-se o desenvolvimento da resistência a uma taxa significativa (MEHTA; MONTEIRO, 1994, pg.362).

Portanto, a pega está relacionada com o tempo que se dispõe a trabalhar com o concreto fresco (GIAMMUSSO, 1992).

2.7 RESISTÊNCIA

A resistência à compressão tem importância tanto para si mesma bem como pela influência que ela exerce sobre outras propriedades. Ela dá uma percepção da qualidade do concreto, pois está diretamente relacionada com a estrutura da pasta de cimento hidratada (MEHTA; MONTEIRO, 1994). Propriedades como impermeabilidade, módulo de elasticidade e resistência às intempéries são diretamente relacionadas com a resistência à compressão (NEVILLE, 1997).

Mehta e Monteiro (1994) definem resistência de um material como a capacidade de resistir a tensões sem ruptura. A ruptura pode ser identificada com aparecimento de fissuras. Nos ensaios de compressão, o corpo de prova pode ser

considerado rompido mesmo sem ter fissuras aparentes externas, porém contém fissuras internas muito avançadas, sendo incapaz de suportar mais carga.

2.8 ADITIVOS

Neville (1997) nos define aditivos como um produto químico que é adicionado à mistura de concreto, em teores não maiores do que 5% em relação à massa de cimento, durante a mistura, com finalidade de melhorar as propriedades normais do concreto. O motivo do grande crescimento do uso dos aditivos é a capacidade de proporcionar melhorias físicas e econômicas.

Mesmo não sendo baratos, os aditivos não são considerados necessariamente um custo adicional, pois podem resultar em economia, como no custo do trabalho para o adensamento, na possibilidade da diminuição do teor de cimento ou na melhoria da durabilidade (NEVILLE, 1997).

Os aditivos variam quanto à composição química e muitos desempenham mais de uma função, portanto não é possível classificá-los de acordo com suas funções. As substâncias usadas como aditivos são divididas em dois grupos. Algumas substâncias começam a agir instantaneamente sobre o sistema água-cimento, por modificação da tensão superficial da água e por adsorção à superfície das partículas de cimento; outras se dissociam em seus íons constituintes e afetam as reações químicas entre os compostos de cimento e água, de algumas horas após a adição. O efeito físico da presença dos aditivos sobre o comportamento reológico do concreto fresco torna-se imediatamente visível, mas levam de alguns dias a alguns meses para que os efeitos químicos se manifestem (MEHTA; MONTEIRO, 1994).

A dosagem dos aditivos é expressa como porcentagem da massa de cimento presente na mistura, e é recomendada pelo fabricante. A eficiência dos mesmos pode variar de acordo com a dosagem e também com os constituintes da mistura, especialmente com as propriedades do cimento (NEVILLE, 1997).

2.8.1 Plastificantes

Segundo a NBR 11768 (ABNT, 1992), os aditivos plastificantes são aqueles que aumentam o índice de consistência do concreto, mantida pela água de amassamento.

Estes aditivos são utilizados basicamente com estes objetivos: aumentar a trabalhabilidade, incrementar a resistência e a durabilidade e reduzir custos.

Pelo efeito plastificante do aditivo é possível reduzir o fator água/cimento mantendo a mesma resistência e trabalhabilidade do concreto (MARTIN, 2005).

2.9 PROPRIEDADES DO CONCRETO FRESCO

O conhecimento sobre as propriedades do concreto e dos fatores que a afetam, provem, na sua maioria, de experiências que fornecem explicações adequadas para as propriedades e como e porque são influenciadas por vários fatores (MEHTA; MONTEIRO, 1994).

Aïtcin (2000) destaca duas razões importantes para se controlar as propriedades do concreto no estado fresco para que ele apresente bom desempenho. A primeira razão é que ele deve ser facilmente lançado, e a segunda razão é que, se as propriedades do concreto no estado fresco são rigorosamente controladas, muito provavelmente suas propriedades no estado endurecido estarão, também, controladas.

Algumas dessas propriedades serão definidas na sequência.

2.9.1 Trabalhabilidade

Mehta e Monteiro (1994, pg. 314) afirmam que “a trabalhabilidade pode afetar tanto o custo quanto à qualidade do concreto”. Concretos pouco trabalháveis podem causar segregação e exsudação tornando-os mais caros pelo acabamento final e serão menos duráveis.

Para que o concreto atinja a melhor compactação no lançamento e adensamento é necessário expulsar ao máximo o ar aprisionado sem o desagregar. A ACI116R descreve a trabalhabilidade como sendo a facilidade e homogeneidade com que o concreto fresco pode ser manipulado desde a mistura até o acabamento.

[...] a trabalhabilidade do concreto deve ser estabelecida em função de geometria da peça estrutural, do tipo de fôrma, da taxa de armadura, dos equipamentos de mistura, de transporte, de lançamento e de adensamento, bem como da técnica e tipo de acabamento desejado.

Assim, o concreto deve apresentar duas qualidades principais durante a fase de execução de peças estruturais: fluidez e coesão. A fluidez é a facilidade de mobilidade, e a coesão é à resistência e exsudação e à segregação (GUIMARÃES, 2005 pag. 474).

Segundo Petrucci (2005), a cura é o conjunto de medidas necessárias para evitar a evaporação prematura da água.

As várias qualidades requeridas para o concreto como resistência e impermeabilidade são adquiridas com uma boa cura, principalmente nas primeiras idades, na qual o concreto está mais sensível ao calor e ao vento, os quais provocarão a evaporação da água da mistura impossibilitando a total hidratação do cimento, acarretando assim, a retração. Tornando-o menos resistente e suscetível ao ataque de agentes agressivos (BAUER, 2008).

2.9.2 Coesão e segregação

Segundo Giammusso (1992) a coesão é a propriedade que mantém os concretos misturados, onde seus componentes não se separam. Podemos perceber se um concreto é coeso por alguns aspectos: os agregados não se mostram aparentes, as bordas da mistura são convexas e não é possível perceber separação entre água ou pasta.

Para Mehta e Monteiro (1994) a segregação é a separação dos componentes do concreto fresco de forma que sua distribuição não seja mais uniforme.

No concreto a primeira causa da segregação é as diferenças no tamanho das partículas, que pode ser controlada por uma granulometria adequada. Outras

causas são os métodos de manuseio e o lançamento do concreto. O risco de ocorrer segregação será pequeno se o concreto não for transportado para longas distâncias e for transferido do caminhão para as formas na sua posição final, pois o concreto não deve ser movimentado dentro das formas. Outro cuidado no manuseio é o de não vibrar demais o concreto, pois caso contrário o agregado graúdo vai todo para o fundo da forma e a pasta de cimento fica na parte superior (NEVILLE, 1997).

2.9.3 Exsudação

A exsudação é um fenômeno de segregação que ocorre nas pastas de cimento. Os grãos de cimento, sendo mais pesados que a água tendem a ir para baixo, enquanto a água que os envolvem aflora. Este fenômeno ocorre antes do início da pega. A água que se acumula na parte superior da pasta é chamada de exsudação. É uma forma de segregação que prejudica a uniformidade, a resistência e a durabilidade dos concretos. A finura do cimento contribui para que este fenômeno não aconteça (BAUER, 2008).

2.10 PRINCIPAIS VARIÁVEIS QUE INFLUENCIAM NA RESISTÊNCIA DO CONCRETO

A resistência do concreto é uma propriedade muito valorizada no controle de qualidade. Nos sólidos existe uma relação fundamental inversa entre a porosidade e a resistência, portanto, em um material com várias fases como o concreto, a porosidade dos materiais empregados pode se tornar um fator limitante na resistência (MEHTA; MONTEIRO, 1994).

O fator água/cimento é o mais importante para determinação da porosidade, e conseqüentemente da resistência do concreto, mas outros fatores podem influenciar nesta propriedade, tais como: adensamento, condições de cura, temperatura, dimensões e mineralogia do agregado, aditivos, condições de umidade

e geometria do corpo de prova e velocidade de carregamento (MEHTA; MONTEIRO, 1994).

No entanto, dificilmente se tem um único fator variando, ou seja, quando um fator varia o seu efeito pode se somar ou se compensar com os outros fatores, de modo que o resultado passa a ser um efeito combinado de várias coisas (GIAMMUSSO, 1992).

2.10.1 Transporte e lançamento

Bauer (2008) nos diz que o sistema de transporte utilizado da sua fabricação até o local da aplicação irá depender do tipo do concreto, da localização e do volume, impondo também a trabalhabilidade com que ele irá ser utilizado.

O transporte do concreto dosado em central normalmente é feito com os caminhões betoneiras. Estes são usados por serem capazes de agitar o concreto para que ele não perca a homogeneidade, evitando assim a segregação dos materiais no transporte sendo capaz também de misturar o concreto quando necessário (TANGO, 2005). Bauer (2008) diz que o volume de cada betonada não deve ultrapassar 63% do volume da cuba quando utilizado para a mistura, e pode chegar a 80% se utilizado apenas como agitador.

É necessário ter alguns cuidados no transporte, como o tempo de transporte que não deve ser maior que o tempo de pega do cimento, evitar perdas de materiais, evitar a segregação e para o caso de concretos mais fluídos, adicionar parte da água apenas momentos antes da descarga, evitar a evaporação transportando o concreto em recipientes que evitem o contato com a atmosfera exterior e evitar a hidratação prematura, encurtando ao máximo as distâncias além de escolher as horas mais frias para fazer o transporte (TANGO, 2005).

2.10.2 Tipo de cimento

A resistência do concreto depende do tipo de cimento. Essa influência se manifesta tanto no valor da resistência quanto na evolução da mesma com o tempo (GIAMMUSSO, 1992).

Com o passar do tempo as propriedades físico-químicas dos cimentos evoluíram, e hoje existem vários tipos de cimentos normatizados, conforme apresentados no quadro 1 (KIHARA, CENTURIONE, 2005).

Nome	Sigla	Classes	Conteúdo dos componentes (%)			
			Clínquer + gesso	Escória	Pozolana	Filer calcário
Comum	CPI	25, 32, 40	100	-	0	-
Comum c/ adição	CPI-S	25, 32, 40	99-95	-	1-5	-
Composto c/ escória	CPII-E	25, 32, 40	94-56	6-34	0	0-10
Composto c/ pozolana	CPII-Z	25, 32, 40	94-76	0	6-14	0-10
Composto c/ filer	CPII-F	25, 32, 40	94-90	0	0	6-10
Alto forno	CPIII	25, 32, 40	65-25	35-70	0	0-5
Pozolânico	CPIV	25, 32	5-45	0	15-50	0-5
Alta resistência inicial	CPV-ARI	-	100-95	0	0	0-5
Resistente a sulfatos	RS	25, 32, 40	-	-	-	-

Quadro 1: Composição do cimento Portland
Fonte: Adaptado de (Kihara e Centurione, (2005).

2.10.2.1 Cimento Portland Comum (CP I e CP I-S)

O CP I é o tipo mais básico de cimento e é composto de clínquer Portland mais adição de sulfato de cálcio. O CP I-S se difere pela adição de material pozolânico, cerca de 1 a 5% em massa. Ambos os cimentos são identificados com a sua sigla e classe de resistência correspondente, conforme sua norma específica a NBR 5732 (ABNT, 1991).

2.10.2.2 Cimento Portland Composto (CP II-Z, CP II-F e CP II-E)

Os cimentos CP II são cimentos comuns com adições. O CP II- E contém a adição de escoria de alto forno, cerca de 6 a 34% em massa, o CP II-F tem adição de 6 a 10 % de filler (material carbonático) e por fim o CP II-Z tem adição de 6 a 14% de material pozolânico. Os mesmos são identificados segundo a sua classe de resistência e sigla correspondente, conforme sua norma específica a NBR 11578 (ABNT, 1991).

2.10.2.3 Cimento Portland de alto-forno (CP III)

Cimento de alto-forno tem adição de escoria de alto-forno, cerca de 35 a 70%. Este tem identificados a classe de resistência e sigla correspondentes, conforme sua norma específica a NBR 5735 (ABNT, 1991).

2.10.2.4 Cimento Portland Pozolânico (CP IV)

O CP IV tem adição de 5 a 45% de clínquer sulfato de cálcio, 15 a 50% de material pozolânico e 0 a 5% de material carbonático. Este contém a classe de resistência e sigla correspondentes identificados, conforme sua norma específica a NBR 5736 (ABNT, 1991).

2.10.2.5 Cimento Portland de alta resistência inicial (CP V – ARI)

O cimento de alta resistência inicial não contém adições, assim como o cimento comum, o que os diferencia é o processo de dosagem e produção do clínquer. O CP V – ARI é produzido com um clínquer de dosagem diferenciada de calcário e argila e com moagem mais fina. Este também é identificado com sua sigla conforme sua norma específica a NBR 5733 (ABNT, 1991).

2.10.2.6 Cimento Portland Resistente a Sulfatos (RS)

Os cimentos resistentes a sulfatos podem ser qualquer um dos tipos de cimentos citados acima, mas para isso devem se enquadrar em uma das características descritas abaixo:

- Teor de aluminato de tricálcico do clínquer e teor de adições carbonáticas de 8 e 5% em massa, respectivamente;
- Cimentos de alto forno com escória de alto forno entre 60 e 70%;
- Cimentos pozolânicos que tenham material pozolânico entre 25 e 40%;
- Cimentos com histórico de resultados de ensaios de longa duração ou de obras que garantem resistência aos sulfatos. (KIHARA, CENTURIONE, 2005)

2.10.3 Cura

Segundo Mehta e Monteiro (1994), o termo cura do concreto trata de procedimentos utilizados para hidratar o cimento, com controle do tempo, temperatura, condições de umidade, imediatamente após a colocação do concreto nas formas.

A cura é a última operação a ser realizada e consiste em evitar a retração hidráulica nas primeiras idades, quando o concreto ainda não tem resistência suficiente para evitar a formação de fissura. Desta forma, para que não haja retração deve-se evitar a perda de água pela superfície do concreto. São muitos os processos utilizados para evitar a retração, tais como: molhagem contínua da

superfície exposta, proteção com tecidos ou papéis úmidos, cobertura com lonas plásticas ou aplicação de emulsão impermeabilizante (GIAMMUSSO, 1992).

Para Mehta e Monteiro (1994), a porosidade da pasta endurecida de cimento hidratada é determinada pelo grau de hidratação do cimento. Em condições normais de temperatura, alguns constituintes do cimento começam a se hidratar assim que é adicionado água, mas as reações são retardadas quando os grãos de cimento anidro são cobertos pelos produtos de hidratação. Sendo assim, a hidratação apenas é satisfatória quando em condições de saturação.

A cura deve ser iniciada logo após o adensamento e acabamento do concreto, e deve ser mantida até que o concreto tenha resistência suficiente para não mais se fissurar. Com temperatura próxima a 22°C o ideal é manter a cura durante 14 dias, nunca menos que 7 dias para os cimentos *Portland*. No entanto, os cimentos pozolânicos e de alto forno devem ser curados entre 14 e 21 dias (GIAMMUSSO, 1992).

2.10.4 Temperatura

Neville (1997) garante que o aumento da temperatura acelera as reações químicas de hidratação, favorecendo as resistências iniciais do concreto, mas desfavorecendo as mesmas nas idades sequentes. Isto se dá porque a hidratação inicial rápida aparentemente forma produtos com uma estrutura fisicamente mais pobre, mais porosa, de modo que uma pequena parte desses poros nunca será preenchida.

[...] Verbeck e Helmut que sugeriu que a hidratação rápida a temperaturas mais altas retarda a hidratação subsequente e produz uma distribuição não uniforme dos produtos da hidratação no interior da pasta. Isto se deve a que, com uma grande velocidade inicial de hidratação, não há tempo suficiente para a difusão dos produtos para posições mais distantes das partículas de cimento e para uma precipitação uniforme nos espaços intersticiais, como ocorre a temperaturas mais baixas. Como resultado, se forma uma grande quantidade de produtos de hidratação nas vizinhanças das partículas que estão se hidratando, o que retarda a hidratação subsequente e prejudica a resistência em longo prazo (NEVILLE, 1997, pg. 366).

Um aumento lento da resistência inicial tem efeitos benéficos sobre a resistência final, e também quando a hidratação se torna mais lenta com ajuda de aditivos retardadores. Os plastificantes e retardadores de pega compensam a redução da resistência em longo prazo dos concretos lançados em temperaturas elevadas. Este efeito se dá porque a relação água/cimento diminui com a utilização desses aditivos (NEVILLE, 1997).

Portanto, a temperatura tem várias aplicações importantes nas construções em concretos. Sendo a temperatura de cura muito mais importante que a temperatura de lançamento (MEHTA; MONTEIRO, 1994).

2.10.5 Moldagem de corpos de prova

Conforme Neville (2013), o corpo-de-prova cilíndrico é preferencialmente moldado em um molde reutilizável e com base removível, possuindo uma fina camada de óleo mineral aplicada nas superfícies internas, de modo a evitar a aderência entre concreto e molde. O concreto é colocado em camadas e adensado com uma haste metálica segundo a tabela 1:

Tabela 1: Número de camadas para moldagem dos corpos-de-prova

Tipo de corpo-de-prova	Dimensão básica (d) mm	Número de camadas em função do tipo de adensamento		Número de golpes para adensamento manual
		Mecânico	Manual	
Cilíndrico	100	1	2	12
	150	2	3	25
	200	2	4	50
	250	3	5	75
	300	3	6	100
	450	5	9	225
Prismático	150	1	2	75
	250	2	3	200
	450	3	--	--

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 5738 (ABNT, 2003).

Após desmoldados os corpos-de-prova são mantidos em ambientes úmidos ou em água saturada com cal até a idade de ensaio.

A superfície superior do cilindro deve ser regularizada com uma colher de pedreiro ou uma espátula, porém isso não garante planicidade do mesmo, portanto, exige-se preparação adicional, podendo ser de duas formas: retificação ou capeamento.

Os ensaios de resistência à compressão devem ser realizados com o concreto úmido, devido aos efeitos causados pela umidade na resistência. Os ensaios realizados em corpos de prova secos ao ar apresentam 20 a 25% maior resistência do que nos ensaios realizados em condições saturadas (MEHTA; MONTEIRO, 1994).

2.10.6 Condições de carregamento

Para determinar a resistência do concreto é realizado o ensaio de compressão uniaxial em laboratório, em que o corpo de prova é submetido a um carregamento que aumenta progressivamente até a ruptura da amostra. Na realidade, o concreto é submetido a cargas permanentes por período indefinido e, às vezes, submetidos a cargas de impacto ou cíclicas (MEHTA; MONTEIRO, 1994).

3 METODOLOGIA

Este trabalho tem por finalidade comparar a resistência à compressão aos 28 dias entre corpos de prova de concreto moldados *in loco* com os de moldagem remota. Na primeira etapa avaliou-se a influência da defasagem de tempo entre os dois tipos de moldagem e a temperatura ambiente no dia da concretagem, realizada na cidade de Pato Branco, na segunda etapa avaliou-se os dados coletados e fornecidos pela empresa através da resistência característica, na cidade de São Mateus do Sul no Paraná.

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, que é “a pesquisa desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigo científicos”, sendo também, uma pesquisa experimental que “consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto”, além de ser classificada como uma pesquisa documental que é aquela pesquisa que utiliza materiais que ainda não receberam tratamento analítico, ou que podem ainda ser alterados conforme a pesquisa (GIL, 1991).

Quanto à natureza, pode ser classificada como pesquisa aplicada, que tem por finalidade gerar conhecimentos para aplicação prática ligada à solução de problemas específicos (GIL, 1991). E, do ponto de vista da abordagem do problema, pode ser classificada como qualitativa, que é o tipo de pesquisa que leva em consideração o que pode ser quantificável, traduzido em números (SILVA, 2005).

A pesquisa bibliográfica deu-se através de livros, teses de graduação, manuais, artigos técnicos e científicos, internet, etc.

3.1 ESTUDO EM PATO BRANCO - PR

3.1.1 Determinação das obras de estudo

A primeira etapa prática consistiu-se no levantamento de dados em campo. Inicialmente foi realizada a coleta de concreto, em três obras localizadas na cidade de Pato Branco – PR, com distâncias diferentes da concreteira. Em todas as obras foram coletados concretos com mesmo traço, f_{c_k} de 20 MPa e aditivo plastificante. Também foram coletados os horários da chegada do caminhão à obra, da moldagem *in loco*, e da moldagem remota, bem como a temperatura ambiente, a partir de dados do Sistema de Meteorologia do Paraná (Simepar, 2014). A tabela 2 apresenta os dados sobre o dia da moldagem e a distância da obra até a concreteira onde se encontra o laboratório em que foi realizada a moldagem remota.

Tabela 2: Data da moldagem dos corpos de prova e distância das obras à concreteira.

	Dia da moldagem	Distância da central (Km)
Obra 1	23/09/2014	6,8
Obra 2	01/10/2014	1,0
Obra 3	03/10/2014	6,0

Fonte: Autoria própria

3.1.2 Coleta da amostra

As amostras foram coletadas de caminhões betoneira conforme previsto na norma regulamentadora de preparo NBR 12655 (ABNT, 1996), sendo extraídas do centro das descargas, desprezados os volumes correspondentes aos 15% iniciais de cada caminhão, após terem sido feitos os testes de consistência. Coletada a amostra, uma parcela de concreto foi armazenada em um balde de 20 litros para posterior moldagem em laboratório e com a outra parcela foi iniciada a moldagem *in loco*.

A amostragem constituiu-se de 8 corpos de prova de cada caminhão betoneira, 4 moldados *in loco* e 4 no laboratório.

Para a moldagem foi necessário um molde cilíndrico de dimensões 10x20 cm, previamente limpo e com uma fina camada de óleo mineral como apresentado na figura 1.



Figura 1: Exemplo do molde cilíndrico utilizado
Fonte: Autoria própria

3.1.2.1 Método de moldagem *in loco*

A execução da moldagem foi feita segundo a norma regulamentadora dos procedimentos para moldagem e cura dos corpos de prova de concreto, NBR 5738 (ABNT, 2003).

Com uma concha em forma de U, colocou-se o concreto em 2 camadas, figura 2, adensadas com 12 golpes em cada, feitas com uma haste metálica por toda a superfície da fôrma, figura 3, e cada uma das camadas adensada em toda a sua espessura.



Figura 2: Colocação do concreto no molde
Fonte: Autoria própria



Figura 3: Adensamento do concreto no molde
Fonte: Autoria própria

Para finalizar a moldagem dos 4 corpos de prova foi feito o arrasamento da superfície com uma colher de pedreiro, figura 4, fixada uma etiqueta de identificação e fechados com um papel filme, figura 5, que dificulta a troca de umidade com o meio.



Figura 4: Arrasamento do concreto no molde
Fonte: Aatoria própria



Figura 5: Identificação dos moldes
Fonte: Aatoria própria

Estes moldes foram armazenados em um local protegido por um período de 24 horas, sendo então levados ao laboratório e submersos em um tanque com água onde foram curados para realização dos ensaios.

3.1.2.2 Método de moldagem remota

Para os corpos de prova que foram moldados remotamente, o concreto foi levado da obra ao laboratório pelo próprio caminhão betoneira em um balde de 20 litros com tampa, figura 6, preocupando-se em evitar a segregação e exsudação do concreto.



**Figura 6: Balde contendo amostra da moldagem remota.
Fonte: A autoria própria**

No destino, o material foi despejado em um carrinho de mão, figura 7, para ser homogeneizado com uma enxada, devido à água exsudada do período de coleta até a central, e assim moldados conforme a moldagem *in loco*, figura 8, e de acordo com a NBR 5738 (ABNT, 2003).



Figura 7: Concreto sendo transferido do balde para o carrinho de mão
Fonte: Autorial própria

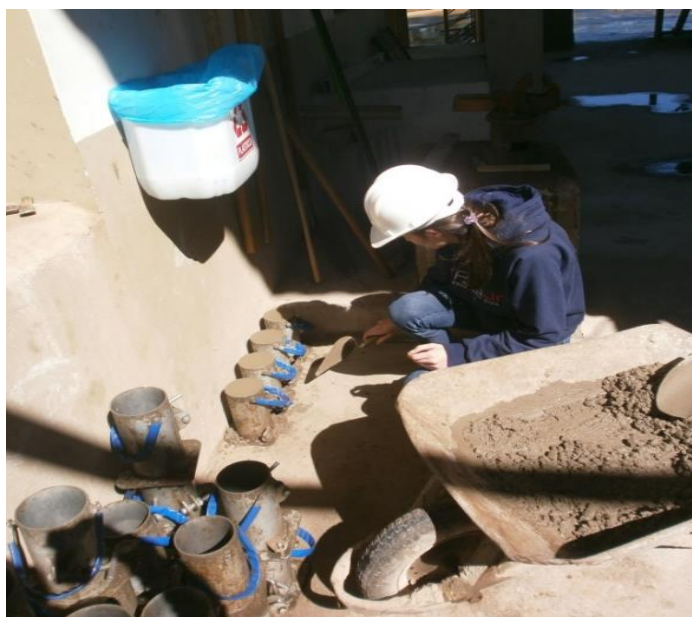


Figura 8: Moldagem e armazenamento remoto
Fonte: Autorial própria

Os corpos de prova moldados remotamente também foram desformados após 24 horas e armazenados no tanque de cura do laboratório, figura 9, permanecendo neste local até a data de rompimento, que se deu aos 28 dias após as moldagens.



Figura 9: Cura dos corpos-de-prova
Fonte: Autoria própria

Analisou-se também a influência do tempo decorrido entre as duas formas de moldagem, subtraindo o horário da moldagem in loco da moldagem remota das 3 obras à central. Outra variável considerada é a temperatura do dia de moldagem, obtida do site do Simepar, pois estes fatores podem alterar o resultado da resistência mecânica.

3.1.3 Determinação da resistência do concreto aos 28 dias.

A amostragem adotada segundo a NBR 12655 (ABNT, 2006) foi a amostragem total (100%) que consiste no ensaio de exemplares de cada amassada de concreto e aplica-se a casos especiais. Neste caso não há limitação para do número de exemplares do lote.

Nos dias de ensaio à compressão os corpos de prova foram retificados, que consiste no processo de desbastar as faces da parte superior e inferior a fim de deixá-los retilíneos.

Conforme a norma regulamentadora, NBR 5739 (ABNT, 2007), as bases dos pratos da máquina de ensaio, figura 9, e dos corpos de prova foram limpas para serem colocadas no centro da máquina, coincidindo com o eixo central da mesma, fazendo com que a resultante das forças passasse pelo centro.



Figura 10: Rompimento do corpo de prova
Fonte: Autoria própria

3.1.3.1 Resistência média

Após os ensaios e obtidos os resultados das resistências de cada corpo de prova, com a intenção de comparar as resistências alcançadas pelos diferentes métodos de moldagem, calculou-se a média aritmética simples, que é uma medida de tendência central sendo resultado da divisão do somatório dos números dados pela quantidade de números somados, Eq. (1)

$$x = \frac{\sum x}{n} \quad (1)$$

Onde:

x = média aritmética

n = número de elementos da amostra

x = valores dados

Para verificar a variação dos resultados foi estimado o desvio padrão, que é uma medida de dispersão que indica a regularidade de um conjunto de dados em função da média aritmética, Eq. (2).

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x)^2}{(n - 1)}} \quad (2)$$

Sendo:

S= desvio padrão

x_i = elementos da amostra

x = média aritmética

n = número de elementos da amostra

3.1.3.2 Resistência Característica NBR 12655 (2006)

Também é apresentado o valor estimado da resistência característica ($f_{ck_{est}}$), que significa a resistência característica da amostragem, e que para a amostragem total é dado pelo maior valor dentre as resistências dos exemplares de casa obra (f_1), segundo a NBR 12655 (2006). Este valor representa a resistência mecânica da amostragem servindo de parâmetro para certificar-se de que o concreto atingiu a resistência esperada.

A resistência característica, conforme a NBR 12655 (2006), é dado por:

$$\text{Se } n \leq 20, f_{ck_{est}} = f_1$$

Sendo:

n = número de exemplar

f_{ck} = Resistência característica

f_1 = maior valor dentre os resultados de resistência à compressão da amostra.

3.2 ESTUDO EM SÃO MATEUS DO SUL - PR

A segunda etapa prática baseou-se em analisar os valores de resistência à compressão, já coletados na cidade de São Mateus do Sul – PR, pela própria central dosadora da cidade, sendo 2 corpos de prova moldados *in loco* e 2 remotamente, em 26 obras, durante 4 meses do ano, de maio a agosto, os demais dados como distância, tempo entre as duas formas de moldagem, e temperatura do dia ou média do mês não foram cedidas pela empresa.

Os concretos coletados nesta etapa também possuíam as mesmas características dos coletados na cidade de Pato Branco - PR e foram moldados como na primeira etapa do trabalho.

Para comparar os resultados dos dois métodos de moldagem da cidade de São Mateus do Sul utilizaram-se a resistência característica, sendo o maior valor do par de cada amostra.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A caracterização das obras em que foram moldados os corpos de prova, em relação ao dia da coleta, dia de ensaio, distância da mesma à concreteira, temperatura do dia de moldagem e a diferença de tempo entre as moldagens *in loco* e remota é apresentada na tabela 3. O apêndice 1 apresenta os horários de início da descarga do concreto, da moldagem *in loco* e da remota.

Tabela 3: Informações sobre as moldagens nas diferentes obras

	Dia moldagem	Dia ensaio	Distância (km)	Temperatura (°C)	Diferença de tempo entre as moldagens
Obra 1	23/09/2014	22/10/2014	6,8	27,0	01:15
Obra 2	01/10/2014	29/10/2014	1,0	22,1	01:30
Obra 3	03/10/2014	31/10/2014	6,0	14,0	00:55

Fonte: Autoria própria

Observa-se que o tempo decorrido entre um tipo de moldagem e outro não foi influenciado pela distância da obra à concreteira, como observado para a obra 2 que possui a menor distância, porém apresenta a maior diferença de tempo entre as duas moldagens. Isso ocorre, principalmente, devido ao número de funcionários na obra envolvidos na concretagem e o volume de concreto por caminhão.

Os resultados das resistências à compressão aos 28 dias dos corpos de prova moldados *in loco* estão apresentados na tabela 4 e os da moldagem remota na tabela 5.

Tabela 4: Resultado da resistência à compressão aos 28 dias, para os corpos-de-prova moldados *in loco*.

Amostras	Ensaio moldagem <i>in loco</i>		
	Resistência à compressão (MPa)		
	Obra 1	Obra 2	Obra 3
CP 1	21,40	20,80	25,00
CP 2	19,30	20,90	24,70
CP 3	19,10	20,30	23,00
CP 4	20,00	19,80	21,00

Fonte: Autoria própria

Tabela 5: Resultado da resistência à compressão aos 28 dias, para os corpos-de-prova moldados remotamente.

Ensaio moldagem remota			
Amostras	Resistência à compressão (MPa)		
	Obra 1	Obra 2	Obra 3
CP 1	21,60	22,20	24,10
CP 2	19,10	21,10	22,80
CP 3	19,00	19,90	22,20
CP 4	21,10	20,70	23,30

Fonte: Autoria própria

Com os resultados apresentados foi possível calcular os valores da resistência média, característica e o desvio padrão da amostra para a moldagem *in loco* e remota observados na tabela 6.

Tabela 6: Resistências médias e característica e desvio padrão das moldagens *in loco* e remota.

Obras	Ensaio moldagem <i>in loco</i>			Ensaio moldagem remota		
	f_m (MPa)	f_1 (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	f_m (MPa)	f_1 (MPa)	Desvio Padrão (MPa)
Obra 1	19,95	21,40	1,04	20,20	21,60	1,34
Obra 2	20,45	20,90	0,51	20,98	22,20	0,96
Obra 3	23,43	25,00	1,84	23,10	24,10	0,80

Fonte: Autoria própria

Com os resultados das tabelas anteriores pode-se perceber que, na sua maioria, os valores de resistência característica da moldagem remota foram maiores que os da moldagem *in loco*, como ilustrado no gráfico 1, e o desvio padrão que também apresentou valores maiores na moldagem remota, mostrado no gráfico 2.

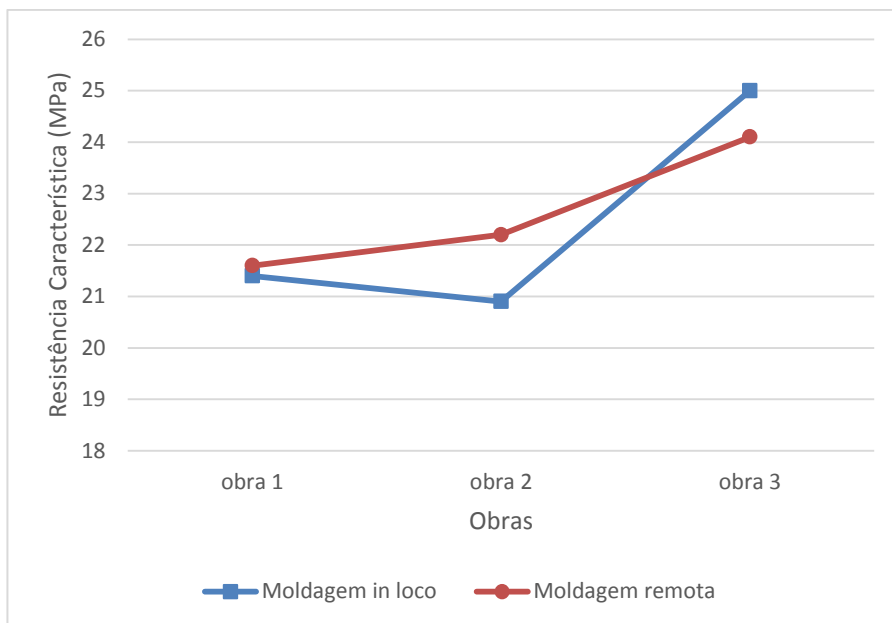


Gráfico 1: Comparativo da resistência característica entre os métodos de moldagem.
Fonte: Autoria própria

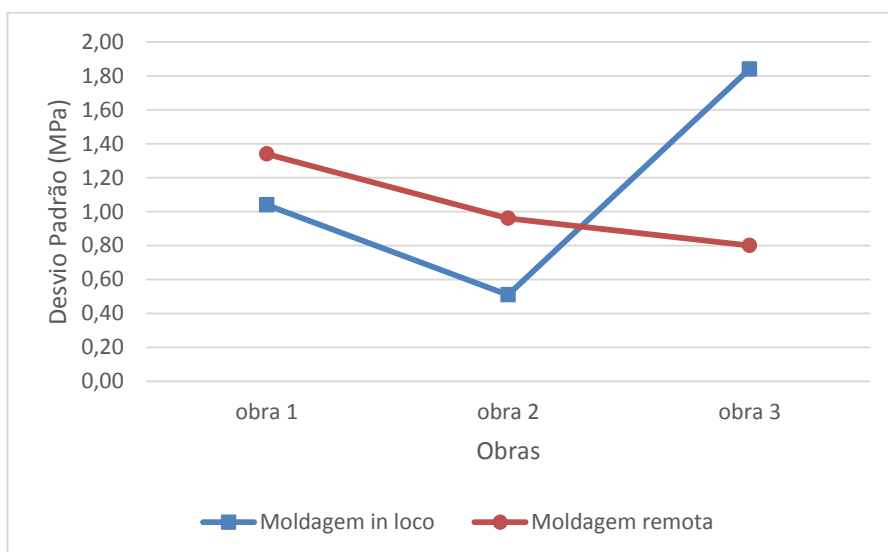


Gráfico 2: Variação do desvio padrão entre as moldagens.
Fonte: Autoria própria

Na tabela 7 pode-se perceber que os valores obtidos pelos dois métodos de moldagem foram muito próximos, sendo que na maioria das obras a resistência característica e o desvio padrão foram maiores na moldagem remota.

Tabela 7: Variação entre os resultados da moldagem remota em relação a moldagem *in loco*

	Variação de resistência característica	Variação de desvio padrão
	Moldagem remota - Moldagem <i>in loco</i>	Moldagem remota - Moldagem <i>in loco</i>
Obra 1	0,25	0,30
Obra 2	0,53	0,45
Obra 3	-0,33	-1,04

Fonte: Autoria própria

O desvio padrão entre os resultados da resistência média pode ter ocorrido pela variação entre a temperatura nas datas de moldagem, pela distância entre as obras e o laboratório e pela variação de tempo entre as moldagens, que mesmo sem alterar significativamente o resultado, apresentaram alteração de valores.

Em se tratando de temperatura, pode ser observado que na obra 3 onde ocorreu a menor temperatura, apresentando uma variação de 13 °C para a maior temperatura, obteve-se a maior resistência. Já na maior temperatura ocorreu a menor resistência, apresentada na obra 1. Este fato pode ter ocorrido, pois quando se tem uma maior temperatura a resistência é desfavorecida, devido à aceleração da hidratação no cimento nas primeiras idades prejudicando sua evolução nas idades seguintes.

Quanto ao tempo entre uma moldagem e outra, pode-se perceber que quanto menor o tempo decorrido mais alta a resistência se mostrou, caso da obra 3, que teve uma diferença de tempo de apenas 55 minutos e apresentou a maior resistência. Isto se dá pela pega do concreto, pois quanto mais avançada a pega se encontra menor será a trabalhabilidade, dificultando a moldagem e consequentemente a evolução da resistência.

Quando analisada a distância em relação ao tempo decorrido entre uma moldagem e outra, observou-se que a mesma não influenciará diretamente, pois quando se tem distâncias mais longas espera-se que o tempo aumente proporcionalmente, mas isso não ocorreu em todas as obras, como na obra 2 que tem a menor distância, porém maior tempo. Isto pode ter ocorrido pelo fato do caminhão betoneira ter um maior volume de concreto e/ou menor número de funcionários na obra envolvidos na concretagem, tornando o processo mais lento. Portanto a distância pode ser desprezada desde que o tempo entre as moldagens seja considerado e que esse nunca ultrapasse o tempo de pega do concreto.

Os gráficos 3 e 4 mostram o comparativo das resistências médias e características entre os dois métodos de moldagem, respectivamente. Isso demonstra que não há diferença significativa na resistência entre as duas formas de moldagem.

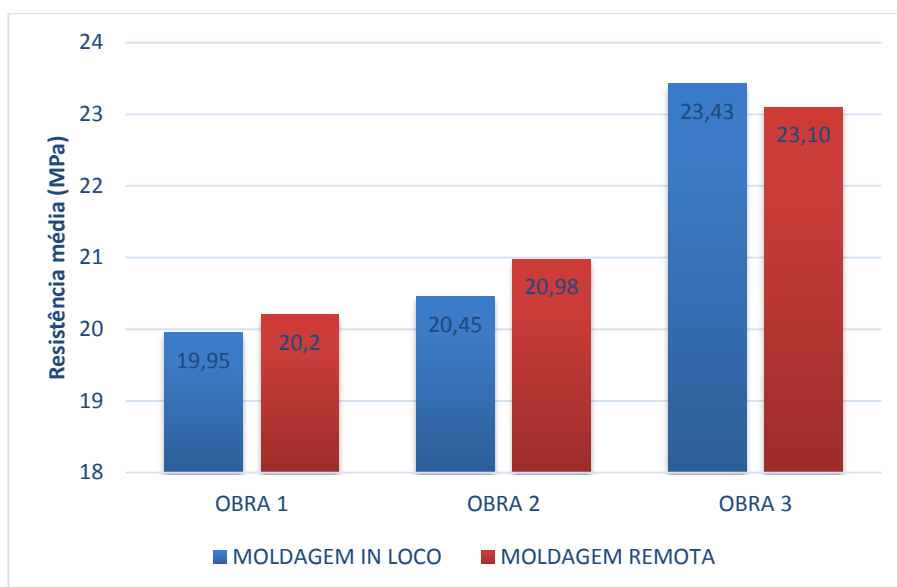


Gráfico 3: Comparativo das resistências médias entre as moldagens em Pato Branco-PR.
Fonte: Autoria própria

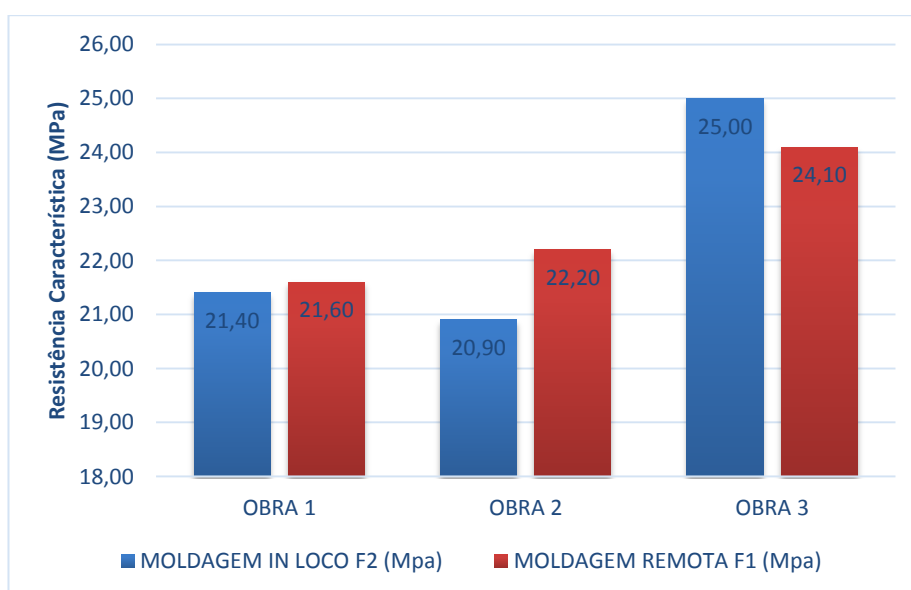


Gráfico 4: Comparativo das resistências características entre as moldagens em Pato Branco-PR.
Fonte: Autoria própria

A tabela 8 apresenta os valores das resistências características e data de moldagem dos 2 exemplares de cada obra fornecidos pela concreteira de São Mateus do Sul-PR.

Tabela 8: Resistência à compressão, característica, fornecida pela empresa, coletados em obras de São Mateus do Sul – PR.

	Data da moldagem	Ensaio moldagem remota			Ensaio moldagem <i>in loco</i>		
		CP 1 (MPa)	CP 2 (MPa)	f_1 (MPa)	CP 1 (MPa)	CP 2 (MPa)	f_1 (MPa)
1	02/05/2014	24,7	23,0	24,7	20,9	22,5	22,5
2	05/05/2014	27,2	28,3	28,3	21,5	22,9	22,9
3	06/05/2014	26,0	25,0	26,0	24,6	24,2	24,6
4	08/05/2014	25,5	25,9	25,9	26,2	27,8	27,8
5	09/05/2014	21,4	21,8	21,8	22,4	22,1	22,4
6	09/05/2014	19,8	20,3	20,3	26,1	24,9	26,1
7	14/05/2014	28,8	28,2	28,8	23,7	23,4	23,7
8	15/05/2014	25,0	24,1	25,0	24,7	25,8	25,8
9	16/05/2014	24,8	25,0	25,0	23,4	22,9	23,4
10	20/05/2014	22,6	23,0	23,0	21,3	20,9	21,3
11	22/05/2014	23,1	22,4	23,1	23,2	22,3	23,2
12	25/05/2014	21,6	21,4	21,6	22,6	24,7	24,7
13	29/05/2014	22,2	23,2	23,2	22,6	21,4	22,6
14	30/05/2014	22,5	23,7	23,7	21,1	23,8	23,8
15	31/05/2014	20,5	21,3	21,3	21,2	22,7	22,7
16	05/06/2014	26,5	26,6	26,6	30,1	31,0	31,0
17	23/06/2014	23,3	23,9	23,9	25,5	25,9	25,9
18	17/07/2014	22,3	22,5	22,5	20,9	20,9	20,9
19	18/07/2014	20,9	22,8	22,8	24,1	25,5	25,5
20	19/07/2014	24,4	24,3	24,4	26,2	27,0	27,0
21	24/07/2014	23,4	24,5	24,5	24,7	24,2	24,7
22	12/08/2014	20,3	20,0	20,3	25,2	26,3	26,3
23	05/08/2014	20,7	21,8	21,8	24,1	24,3	24,3
24	06/08/2014	24,7	25,8	25,8	23,9	23,9	23,9
25	06/08/2014	23,9	24,1	24,1	23,5	22,6	23,5
26	14/08/2014	22,4	22,7	22,7	25,7	25,8	25,8

Fonte: Autoria própria

Verifica-se que a maioria dos resultados de resistência característica foram maiores na moldagem remota, como demonstrado no gráfico 5.

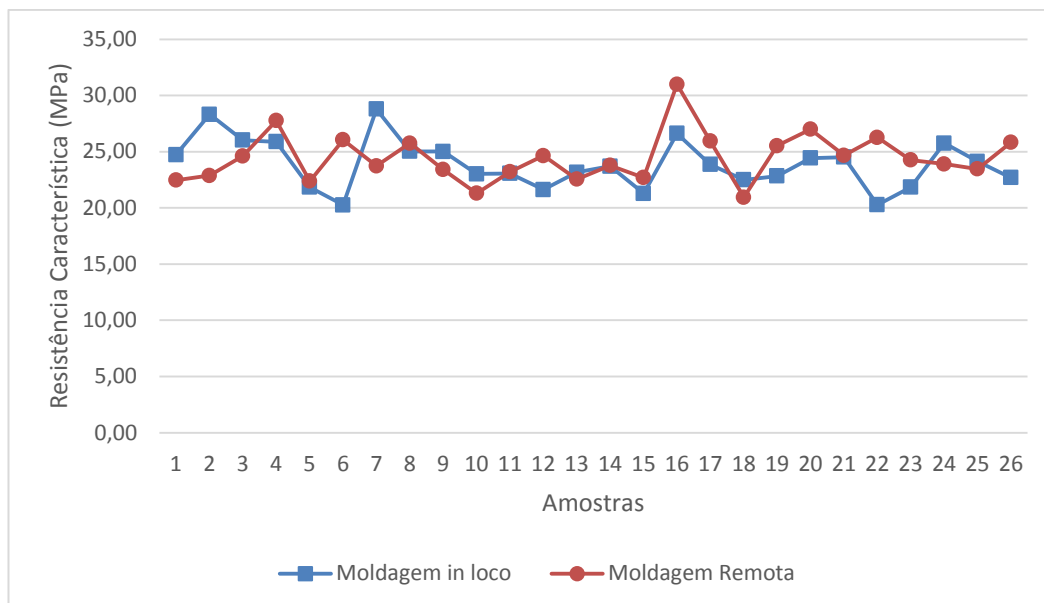


Gráfico 5: Comparativo da resistência característica obtida nas diferentes moldagens realizadas em São Mateus do Sul - PR
Fonte: Autoria própria

5 CONCLUSÃO

Nesta pesquisa foi avaliada a influência dos métodos de moldagem do concreto usinado visando comparar as resistências dos corpos de provas pelos dois métodos de moldagem, remoto e *in loco*.

Através dos resultados obtidos nos ensaios de resistência à compressão do concreto, pode-se perceber que a moldagem remota apresentou os maiores valores em comparação à moldagem *in loco*. No entanto, esse método apresentou maior desvio padrão, que pode ter sido influenciado pela temperatura ambiente no dia da concretagem, tempo decorrido entre uma moldagem e outra e pela distância da concreteira ao laboratório.

Conclui-se então que o controle da forma de moldagem pelo laboratorista, o ambiente e a forma de armazenamento dos moldes influenciam positivamente nos resultados, no entanto a temperatura no dia da concretagem e o tempo entre as duas formas de moldagem, podem acarretar uma maior variação dos resultados. Para que o método de moldagem remota seja eficaz o tempo de pega do concreto deve ser considerado para que o mesmo não seja ultrapassado antes mesmo de realizar a moldagem.

Aspectos tecnológicos e logísticos também são considerados ao qualificar o método de moldagem, sendo que a moldagem *in loco* apresenta algumas desvantagens quando comparada a moldagem remota, como: as empresas devem dispor de um funcionário capacitado para realização das moldagens na obra, o furto ou perda de fôrmas causa prejuízo à empresa por não ter amostragem para análise das peças concretadas, os danos causados em moldes por funcionários das obras e a coleta tardia dos corpos de prova que podem influenciar no processo de cura diminuindo a resistência.

As principais vantagens do sistema de moldagem remota é o controle tecnológico da moldagem, sendo realizado por apenas um funcionário, tornando o processo padronizado, e o transporte para coletar as amostras após 24 horas seria eliminado, reduzindo os custos com veículo e funcionário, bem como possíveis perdas dos corpos-de-prova ou armazenamento indevido dos mesmos.

Portanto, não há diferença significativa nos resultados de resistência à compressão entre os métodos de moldagem, e o sistema de moldagem remota

mostrou-se eficaz e contribui para um melhor controle na qualidade, podendo também reduzir os custos, tornando-se um método satisfatório para as centrais dosadoras.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AÏTCIN, Pierre Claude. **Concreto de alto desempenho**. São Paulo: Pini, 2000.

ABESC, **Manual do concreto dosado em central**. Abril de 2007. Disponível em: <<http://www.abesc.org.br/pdf/manual.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2014.

ABCP. **Pesquisa inédita e exclusiva revela cenário do mercado brasileiro de concreto**. Disponível em:<<http://www.abcp.org.br/conteudo/imprensa/pesquisa-inedita-e-exclusiva-revela-cenario-do-mercado-brasileiro-de-concreto#.VE03DPIdXUc>>. Acesso em: 18 out. 2014

ABESC – Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Concretagem do Brasil. **Manual do Concreto dosado em central**. São Paulo, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Guia básico de utilização do cimento Portland**. 7 ed. São Paulo, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11578**: Cimento Portland composto. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11768**: Aditivos para concreto de cimento Portland. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655**: Concreto-preparo, controle e recebimento. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5732**: Cimento Portland comum. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5733**: Cimento Portland de alta resistência inicial. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5735**: Cimento Portland de alto forno. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5736**: Cimento Portland. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**: Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto. Rio de Janeiro, 2003.

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

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7212**: Execução de concreto dosado em central. Rio de Janeiro, 1984.

BAUER, Falcão. **Materiais de construção**. Rio de Janeiro: LTC, 2008

GUIMARÃES, André Tavares da Cunha. **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**. Rio de Janeiro, RJ: IBRACON, 2005.

GIAMMUSSO, Salvador E. **Manual do concreto**. São Paulo: Pini, 1992.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1991.

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

ISAIA, Cechella Geraldo. **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**. Rio de Janeiro, RJ: IBRACON, 2005. 1 vol.

ISAIA, Cechella Geraldo. **Concreto: Ciência e Tecnologia**. Rio de Janeiro, RJ: IBRACON, 2011. 2 vol.

KIHARA, Yushiro; CENTURIONE, Sérgio Luiz. **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**. Rio de Janeiro, RJ: IBRACON, 2005. 1vol.

MASCOLO, Rafael. **Concreto Usinado: Análise da variação da resistência à compressão e de propriedades físicas ao longo da descarga do caminhão betoneira**. 2012. 130 f. Tese (mestrado em engenharia civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

MARTIN, Juan Fernando Matías. **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**. Rio de Janeiro, RJ: IBRACON, 2005. 1v.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, Paulo J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo, SP: Pini, 1994.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, Paulo J. M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**. 1. ed. São Paulo: IBRACON, 2008.

NEVILLE, Adam M. **Propriedades do concreto**. 2 ed. São Paulo: Pini, 1997.

NEVILLE, Adam M. **Tecnologia do concreto**. 2. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2013.

NOVAMIX CONCRETO E ARGAMASSA. **Resistências do concreto**. Disponível em: <<http://www.novamixconcreto.com.br/suporte-tecnico/>> Acessos em: 26 de out. 2014.

PEDROSO, Fábio Luís. Concreto: as origens e a evolução do material construtivo mais usado pelo homem. **Concreto e construções**, n. 53, 2009. Disponível em: <http://www.ibracon.org.br/publicacoes/revistas_ibracon/rev_construcao/pdf/Revista_Concreto_53.pdf>. Acesso em: 18 out. 2014.

PETRUCCI, Eladio G. R.; PAULON, Vladimir Antonio. **Concreto de cimento Portland**. São Paulo: Globo, 2005.

REGATTIERI, Carlos Eduardo Xavier; MARANHÃO, Flávio Leal. **Concreto: Ciência e Tecnologia**. Rio de Janeiro, RJ: IBRACON, 2011. 2 vol.

SILVA, Edna Lúcia da. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação/** Edna Lúcia da Silva, Estera Muszkat Menezes. 4 ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SIMEPAR. **Sistema Meteorológico do Paraná**. Disponível em: <<http://www.simepar.com.br>> Acessos em: 23 de set. 2014.

TANGO, Carlos Eduardo de Siqueira. **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**. Rio de Janeiro, RJ: IBRACON, 2005

SOBRAL, Hernani Sávio. **Propriedade do concreto fresco**. 6 ed. São Paulo, Associação Brasileira de Cimento Portland, 2000.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Informações coletadas em obra

Data moldagem	Data ensaio	Distância (km)	Temperatura (°C)	Início da descarga	Hora da moldagem in loco	Hora da moldagem remota
23/set	22/out	6,8 km	27,0°	14:45	15:45	17:00
01/out	29/out	1 Km	22,1°	08:40	09:30	11:00
03/out	31/out	6 km	14,0°	08:30	08:45	09:40