

# ANÁLISE DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E CARACTERÍSTICAS DO CONCRETO PRODUZIDO EM OBRAS DE PEQUENO PORTE NA REGIÃO NORTE DA CIDADE DE MARINGÁ-PR

ANALYSIS OF RESISTANCE TO COMPRESSION AND CHARACTERISTICS OF CONCRETE PRODUCED IN SMALL ARTWORKS IN THE REGION NORTH OF MARINGÁ-PR CITY

FERNANDO AUGUSTO ROSA<sup>1\*</sup>, ANTONIO APARECIDO LOPES<sup>2</sup>

1. Acadêmico do curso de graduação em Engenharia Civil da UNINGÁ – Centro Universitário Ingá. 2. Engenheiro Civil, especialista em Gestão de Obras de Edificações, docente adjunto do curso de graduação em Engenharia Civil da UNINGÁ – Centro Universitário Ingá.

\* Travessa dos Chorões, 113, Parque das Palmeiras, Maringá, Paraná, Brasil, 87023-560. [fernando-a.r@hotmail.com](mailto:fernando-a.r@hotmail.com)

Recebido em 20/09/2016. Aceito para publicação em 10/11/2016

## RESUMO

Atualmente as obras de pequeno porte na cidade de Maringá não tem o devido acompanhamento técnico para a execução dos diversos tipos de estruturas em concreto armado.

Dessa forma o objetivo principal deste estudo será estimar de forma amostral a resistência do concreto produzido em obras de pequeno porte situadas na região norte da cidade de Maringá, bem como as características desse concreto, tornando conhecida a resistência à compressão, o abatimento padrão utilizado nas obras de pequeno porte e a relação água/cimento praticada nas mesmas, fazendo um comparativo com a resistência mínima solicitada pelas normativas vigentes, possibilitando assim conhecer se as construções analisadas atendem aos requisitos das normas vigentes no ano de 2016.

Foi analisado o concreto executado “in loco” em obras escolhidas na região norte da cidade de Maringá, e posteriormente realizado o rompimento e análise do fck, onde o resultado médio obtido nas obras foi de 6,72 Mpa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Concreto, controle tecnológico, resistência à compressão.

## ABSTRACT

Currently the small artworks in the city of Maringa has no proper technical support for the execution of various types of structures with reinforced concrete. Thus the main objective of this study is to estimate the sample form the strength of concrete produced in small construction situated in the north of the city of Maringa, as well as the characteristics of the concrete, making known the resistance to compression, the standard deflection used in small Artworks and water / cement ratio practiced in them, making a comparison with the minimum strength required by current regulations, thus enabling to know if the analyzed constructions meet the requirements of the existing standards in the year 2016. It analyzed the concrete executed "in situ" in the works selected in the north of the city of Maringa, and was later made the break and analyze the fck, where the average result in the works was 6.72 Mpa.

**KEYWORDS:** Concrete, technological control, resistance to compression.

## 1. INTRODUÇÃO

A cidade de Maringá, segundo o IBGE (2016)<sup>1</sup>, é a terceira maior cidade do estado do Paraná com área de 487.952 m<sup>2</sup>, perdendo apenas para a capital do estado que é Curitiba e a cidade de Londrina. Segundo o censo demográfico populacional do ano de 2010, a cidade apresentou uma população de 353.077 com uma estimativa de 403.963 habitantes para o ano de 2016. Maringá, segundo o Iperdes (2011)<sup>2</sup>, apresenta a quarta maior economia do estado com um produto interno bruto, PIB, no ano de 2013, de R\$ 13.733.657,00 reais, que corresponde a 4,13% de toda a produção do estado.

Segundo Carvalho (2008)<sup>3</sup>, o concreto é atualmente o material de construção mais utilizado no mundo, em função de diversos fatores, dentre eles, o fator principal é a sua facilidade de conformação.

O concreto é um material construtivo obtido através da mistura racional de aglomerante, sendo ele o cimento, os agregados como brita e areia, e com a adição de água<sup>4</sup>.

Segundo Carvalho e Figueiredo Filho (2013)<sup>5</sup> “[...] O cimento é um material caro, o principal objetivo da utilização dos agregados de maiores dimensões é reduzir os custos sem que a qualidade do material seja muito prejudicada [...]”.

Hoje o concreto é a matéria construtiva mais utilizada no mundo, devido as suas propriedades físicas e a fácil conformação aos diferentes tipos de forma que possa ser solicitado pela arquitetura moderna. De uma maneira geral, o concreto é definido pelas propriedades de seus componentes sendo o cimento Portland, agregados como areia e brita, aditivos químicos, proporção água/cimento e a proporção/agregado - cimento<sup>6,7,8,9</sup>.

Botelho<sup>10</sup> afirma ao comparar o concreto com o aço,

que pode-se admitir que o concreto resista dez vezes mais à compressão, possibilitando assim o uso da armadura de aço na parte tracionada do concreto, pois o aço resiste muito bem a tração.

As matérias-primas do concreto são de origens variáveis e, ao mesmo tempo, o processo de preparação é de difícil controle, além da mão de obra que prepara a mistura do concreto, que nas obras em sua grande maioria são de baixa qualificação. Nas obras de construção civil onde as normas de controle tecnológico do concreto são utilizadas, a variação é menor, enquanto em pequenas obras a variação é grande, aumentando com isso, a complexidade da interpretação dos resultados<sup>10</sup>.

A verificação da resistência do concreto é obtida através de um ensaio regulamentado pela NBR 5739 (2007)<sup>11</sup>, onde o corpo de prova cilíndrico é submetido a um ensaio à compressão, com aplicação de força constante.

O corpo de prova cilíndrico deve ser posicionado de modo que, quando estiver concentrado, seu eixo coincida com o da máquina, fazendo com que a resultante das forças passe pelo centro. Sendo o acionamento através de uma fonte estável de energia, proporcionando a aplicação de força contínua e isenta de choques. NBR 5739<sup>11</sup>.

Andrade e Tutikian<sup>12</sup> afirmam que é de grande importância a resistência do concreto para as estruturas, sendo solicitado por três tipos de tensões, sendo elas a de compressão, a tração, e ao cisalhamento, ou mesmo quando as mesmas atuam simultaneamente em uma combinação de esforços atuando dentro do elemento estrutural.

Devido ao concreto não possuir um padrão de execução e a sua resistência obtida através do ensaio à compressão para a obtenção do  $f_{ck}$  (Resistência Característica do Concreto a Compressão, em MPa), a combinação de seus compostos, sendo cada um deles em proporções delimitadas pelos que o executam, influencia diretamente no seu resultado final. Sendo assim, torna-se necessário conhecer as proporções utilizadas em sua execução, quando o mesmo não foi dosado por um profissional da construção civil.

[...] pelo método que melhor se adaptar as circunstâncias e ao seu modo particular de trabalho, determinar as curvas características de comportamento dos concretos preparados com os materiais disponíveis. Devem ser estudadas pelo menos as relações “R x a/c e” (água/material seco) x consistência. Uma vez conhecidos os parâmetros “Resistência e Consistência”, para os materiais disponíveis, cimento, agregado graúdo e miúdo, poderá sempre e com facilidade ser calculada nova dosagem [...] Bauer<sup>4</sup>.

Salgado (2015)<sup>13</sup> afirma que, a execução do traço, ou a mistura para a elaboração do concreto pode ser elabo-

rada por três formas, sendo elas a mistura manual, onde em obras de pequeno porte, a mistura do concreto depende da força braçal dos colaboradores, a mistura feita por força mecânica de betoneiras estacionárias, e por fim o concreto produzido em centrais e transportado por caminhões betoneiras até o local da aplicação.

Sendo essas três formas de mistura do concreto, descartaremos a produção de concreto produzido em centrais, pois o foco deste trabalho tem por finalidade estimar nas obras pesquisadas a resistência do concreto dosado por um colaborador sem instrução técnica, levando em consideração apenas o conhecimento adquirido com os anos de trabalho para fazer o traço que é usado no seu dia a dia, onde por muitas vezes é passado de pai para filho.

Assim como retratado por Bauer<sup>4</sup>, a cura do concreto em água reduz a retração do elemento estrutural ou mesmo a amostra coletada na fase em que o concreto tem pouca resistência, evitando a formação de fissuras de retração, atendendo assim aos critérios da NBR 5738<sup>14</sup>.

A medida da trabalhabilidade pode ser feita na obra por meio do cone de Abrams (Slump test). No procedimento de ensaio, deve ser o cone molhado internamente e colocado sobre uma chapa metálica molhada, uma vez colocados firmemente sobre a chapa, é o cone enchido com concreto em três camadas de igual altura. Cada uma das camadas é “socada” com 25 golpes, por uma barra 5/8” (16mm) Bauer<sup>4</sup>.

Devido ao fato dos concretos produzidos em obras de pequeno porte não possuírem um padrão de execução na sua combinação de compostos que constituem o traço, torna-se necessário catalogar através de ensaios laboratoriais, estimando assim a resistência média a compressão do concreto representada pelo  $f_{ck}$  aos 28 dias, além de estimar a proporção dos agregados utilizados para a composição dos mesmos. Sendo assim torna-se necessário conhecer as proporções utilizadas no desenvolvimento do traço para a execução do concreto, quando o mesmo não foi dosado por um profissional da construção civil.

A resistência deve ser estimada, pois a solicitação de projeto das obras na cidade pode não estar sendo atendida, ocasionando manifestações patológicas e danos às estruturas, colocando em risco a vida útil das edificações, como também à vida dos usuários que as habitam, ou seja, descumprindo os requisitos mínimos exigidos na norma de desempenho das edificações, a NBR 15575<sup>15</sup>.

A presente pesquisa tem por objetivo estimar a resistência média amostral levando em consideração o concreto em obras de pequeno porte como casas geminadas, salas comerciais, pequenos barracões e assim estimar o traço médio e suas propriedades, desde o modo de execução e a qualidade alcançada do concreto produzido em pequenas obras na região norte da cidade de Maringá,

quanto a verificação da resistência obtida pelo concreto se o mesmo atende as solicitações das normativas vigentes, relação água/cimento e o abatimento por meio do tronco de Abrams, obtendo assim a resistência média e as características de um concreto produzido sem nenhum controle tecnológico.

Através do acompanhamento de obras que se enquadram nesta pesquisa, serão moldados corpos de prova padrão de 10x20cm, onde cada obra terá um traço coletado, para obtermos os resultados que irão compor a pesquisa. Para se obter a resistência de cada obra, será moldado três corpos de prova para cada dia de rompimento, sendo estes com 3, 7, 14 e 28 dias, sendo que os rompimentos dos corpos de prova à compressão serão nas dependências da instituição sede da pesquisa, seguindo os parâmetros de teste da NBR 5739<sup>11</sup>, concreto este que compôs estruturas como vigas e pilares nas obras pesquisadas.

Como o concreto não é caracterizado apenas pela sua resistência a compressão com 28 dias, outros ensaios se tornam necessários para sua caracterização, como o Slump Test que foram executados segundo a NBR NM 67<sup>16</sup>.

Por meio da determinação do volume de dosagem do agregado graúdo e miúdo, e componente acrescido no concreto para estimar o traço médio utilizado através dos resultados obtidos por métodos estatísticos;

Estimar através de métodos estatísticos com os dados obtidos com o rompimento dos corpos de prova uma resistência média do concreto coletado nas obras pesquisadas.

Comparar a resistência obtida nas obras analisadas com as normativas vigentes, comparando a resistência e relação água/cimento necessários para a cidade de Maringá segundo os parâmetros empregados pela NBR 6118<sup>17</sup>.

## MATERIAL E MÉTODOS

O projeto de pesquisa foi realizado na cidade de Maringá, com o intuito de mapear de forma amostral a resistência do concreto produzido em obras de pequeno porte onde o engenheiro responsável não se acompanha a execução da obra, sendo estas de no máximo dois pavimentos, com área entre 50 e 150 m<sup>2</sup>, onde o traço é determinado por um pedreiro ou empreiteiro, sem qualquer consulta a um profissional habilitado da construção civil, levando em consideração para a dosagem dos materiais apenas a experiência de trabalho dos anos de profissão. O foco desta pesquisa é determinar se a resistência em fck das estruturas de concreto produzido em obras de pequeno porte está atendendo aos requisitos mínimos de resistência exigidos pela NBR 6118<sup>16</sup> aos 28 dias de moldagem.

O processo de pesquisa se deu da seguinte forma:

Foram utilizados doze moldes para corpos de prova de dimensão padrão com 10cm de diâmetro por 20cm de altura, os materiais para a obtenção do Slump Test, sendo estes o tronco de Abrams, uma haste de 16mm de diâmetro e comprimento de 60cm, também utilizada no processo de moldagem dos corpos de prova e a placa de base, materiais estes cedidos pelo laboratório de matérias de construção civil da instituição de ensino superior Uningá, Centro Universitário de Maringá.

Com a liberação dos proprietários e/ou colaboradores responsáveis pelas obras, no dia da concretagem foi realizado o acompanhamento da mesma, verificando cada passo da execução do concreto "in loco" (no lugar), o volume dos agregados utilizados na realização dos mesmos, volume de água utilizado no traço, e a quantidade de cimento para posteriormente mapear o traço de cada obra, posteriormente, foi obtido a relação água/cimento, tipos de agregados utilizados na composição do traço e a trabalhabilidade obtida no traço demonstrada em números através do Slump Test.

Após o concreto pronto, retirava-se da betoneira uma quantidade equivalente de 40 a 60 litros de concreto com o auxílio de uma girica, para que os dados dessa pesquisa pudessem ser obtidos sem atrapalhar o andamento da obra.



Figura 1. Girica com concreto, tronco de Abrams e materiais para obtenção do Slump Test. Fonte: Autor.

Com o concreto no carrinho de mão, iniciavam-se os procedimentos para a obtenção do Slump Test, segundo os parâmetros empregados pela NBR NM 67<sup>16</sup>, onde, nos procedimentos para a obtenção do ensaio, sendo executado em uma superfície plana e estável, assim, para cumprirmos os processos solicitados pela norma, foi

utilizado areia para nivelar o solo de apoio da placa de base que receberia o cone de Abrams. Os preparativos para o início do ensaio procederam nos parâmetros indicados pela norma, inicialmente umedecendo o tronco de cone e a placa de base, que posteriormente seria posicionada sobre a base nivelada com areia<sup>18</sup>.

Com a base nivelada, iniciou-se o Slump Test com concreto produzido na obra, sendo o mesmo colocado em três camadas, adensando cada camada com vinte e cinco golpes de forma circular a fim de garantir o melhor adensamento proposto pela NBR NM 67<sup>15</sup>. Após o término da última camada do Slump Test, retirou-se o cone de Abrams e com o auxílio da haste e uma trena, se obteve em centímetros o abatimento do concreto, sendo que o mesmo foi realizado no mínimo duas vezes em cada obra a fim de garantir o resultado obtido.



**Figura 2.** Slump Test realizado “in loco”. Fonte: Imagem obtida pelo autor em uma das obras analisadas na pesquisa.

Com o Slump Test concluído, iniciaram-se os trabalhos para a moldagem dos corpos de prova. Para cada obra analisada, foram moldados doze corpos de prova de acordo com a NBR 12655<sup>19</sup> no item 6.2.2, diz que: “Cada exemplar (traço), deve ser constituído por dois corpos de prova da mesma amassada. Conforme a NBR 5738<sup>14</sup>, para cada idade de rompimento, moldados no mesmo ato. Toma-se como referência do exemplar o maior dos dois valores obtidos no ensaio de resistência a compressão.”, sendo assim, obteve-se uma projeção do ganho de resistência em favor da idade adquirida das amostras, sendo que para cada dia de rompimento eram coletados três corpos de prova, com exceção das obras 2 e 3, que a pedido dos proprietários, para diminuir a quantidade de concreto utilizada na pesquisa, foram coletados oito corpos de prova, mantendo assim duas amostras por dia

de rompimento, possibilitando assim a obtenção de dados para a pesquisa, sem comprometer os resultados, que por sua vez, seriam obtidos aos dias 3, 7, 14 e 28 de rompimento das amostras.

Para moldar os corpos de prova, assim como o Slump Test, foi necessária a obtenção de uma superfície plana, sendo esta obtida com areia na base dos corpos de prova quando necessário.

Cada corpo de prova seguiu o processo determinado pela NBR 5738<sup>14</sup> que determina que, inicialmente segundo o item 7.2 os moldes sejam preparados com uma camada de óleo mineral para auxiliar na desforma. Segundo o item 7.4.2, que rege o procedimento de adensamento manual, que por serem de moldes de 100mm, as amostras foram moldadas em duas camadas iguais, sendo cada camada adensada com doze golpes de maneira circular. Os corpos de prova foram moldados em locais onde não haveria a incidência de sol, para que as amostras não perdessem a umidade, e também não houvesse a necessidade de uma movimentação após a moldagem, determinada no item 7.3 da mesma norma.



**Figura 3.** Armazenamento dos corpos de prova após a moldagem. Fonte: Imagem obtida pelo autor em uma das obras analisadas na pesquisa.

As amostras moldadas nas obras permaneceram por vinte e quatro horas para que atingissem a cura inicial para o transporte até o laboratório, por se tratarem de corpos de prova cilíndricos, sem que houvesse qualquer tipo de movimentação, e após esse período de tempo, deu-se o processo de coleta das amostras, que foram desmoldadas e envoltas em um tecido de algodão, para que as amostras não entrassem em atrito em si, e colocadas em um recipiente com água para serem transportados até o tanque de cura localizado na instituição de ensino Uningá, substituindo a solicitação da NBR 5738<sup>14</sup> que solicita que as amostras sejam transportadas em uma caixa com areia ou serragem.

No laboratório de materiais de construção da instituição de ensino superior, as amostras foram posicionadas

no tanque de cura, emersos em água, sendo adicionado cal hidratada para auxiliar este processo. As amostras ficaram emersas em água até o dia de rompimento para garantir a sua cura e ganho de resistência em favor do tempo.



**Figura 4.** Corpos de prova emersos em água em processo de cura úmida. **Fonte:** Imagem obtida pelo autor na instituição de ensino superior.

Os agregados utilizados na confecção do concreto dos ensaios, foram adquiridos pelos proprietários das obras analisadas, sem qualquer tipo de interferência por parte da pesquisa, tanto na elaboração do volume dos agregados utilizados na elaboração do traço na obra, na escolha da granulometria a ser utilizada ou mesmo o tipo de cimento a ser utilizado. Assim, para determinar a granulometria dos materiais utilizados na execução do traço, foi coletado com o fornecedor dos agregados o ensaio granulométrico dos materiais.

O volume dos materiais utilizados foi determinado utilizando o peso dos agregados e a massa específica de cada material, pois cada obra tem a sua própria maneira de realizar a dosagem, podendo ser pás, baldes ou mesmo padiolas.

O peso específico do concreto foi determinado com o auxílio de uma balança de precisão, onde um corpo de prova de cada obra teve as suas superfícies escarificadas com o auxílio de máquina no laboratório de matérias de construção civil, determinando assim o volume de um corpo de prova pelo seu peso para a obtenção da massa equivalente a um metro cúbico.

Foi criada uma tabela para auxiliar nos dias de rompimento das amostras, para que fosse cumprido os rompimentos com as datas propostas.

O processo padrão para rompimento das amostras foram devidamente embasados pela NBR 5739<sup>11</sup> e 5738<sup>14</sup> sendo que, nos dias de rompimento, com o auxílio do técnico de laboratório da instituição, os corpos e prova tiveram as suas bases escarificadas para que a pressão exercida pela prensa hidráulica fosse aplicada por igual na amostra de concreto, assim como indicado

no item 9.4 da NBR 5738<sup>14</sup>.



**Figura 5.** Rompimento de corpos de prova em prensa hidráulica. **Fonte:** Imagem obtida pelo autor na instituição de ensino superior

Com os dados obtidos pela prensa hidráulica, foi elaborado uma tabela com os dados de cada amostra, e posteriormente a média amostral por dia de rompimento, obtendo assim o  $F_{cj}$  (Resistência Média do Concreto à Compressão a  $j$  dias de idade, em MPa) em cada dia de rompimento. Para se determinar o  $F_{ck}$  para cada idade de rompimento, foi aplicado o desvio padrão encontrado pela diferença de resistência obtida nas amostras, e esse valor foi subtraído da resistência final em  $F_{cj}$  e obteve-se assim o  $F_{ck}$ . Com estes resultados foram elaborados gráficos para facilitar a compreensão e a visualização do ganho de resistência das amostras, que seria o foco principal do presente projeto de pesquisa.

O procedimento acima descrito foi seguido em todas as obras, sendo este embasado pelas normas vigentes de concreto e análise de concreto, para proporcionar uma maior confiabilidade nos dados obtidos e veracidade nos resultados da pesquisa.

Foram analisadas seis obras na região norte da cidade de Maringá, dentre elas casas geminadas, casas assobradadas e barracões. Todas as obras seguem o mesmo estilo de execução da estrutura, onde a mesma é executada após a execução da alvenaria, sendo que esse procedimento foi seguido para toda a estrutura da obra tanto pilares quanto as vigas das obras analisadas.

Os traços foram executados “in loco”, e a dosagem dos agregados foi estimada pelos responsáveis da execução das obras, sendo estes com brita 1/2", areia média e cimento CII-Z-32 da marca Votoran ou CII-E-32 da marca Cauê.

Todas as obras analisadas não recebem a visita do

engenheiro ou arquiteto responsável pela execução das obras, fazendo com que a única referência ou parâmetro de execução dos profissionais da construção civil seja simplesmente os dados contidos no projeto arquitetônico das edificações, enquadram-se assim nos parâmetros propostos do presente projeto de pesquisa, por isso, não havia um parâmetro numérico esperado da resistência obtida aos vinte e oito dias de moldagem do concreto.

À pedido dos proprietários e colaboradores das obras analisadas, não serão apresentados o endereço das obras somente terá como descrição das mesmas a numeração de 1 a 6 na mesma ordem em que as mesmas foram analisadas.

## 2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo a metodologia apresentada acima, foram realizados os trabalhos de coleta dos corpos de prova para que fossem alcançados os objetivos desta pesquisa, de acordo com as normativas vigentes no ano de 2016.

Através do contato direto com os empreiteiros e colaboradores responsáveis pelas obras, foram visitadas dezoito construções de pequeno porte para criar um vínculo que possibilitasse a elaboração e extração dos dados que compõe a pesquisa, porém, observou-se que no decorrer do processo de pesquisa os responsáveis pela execução apresentaram uma certa resistência devido aos estudos e ensaios que visam a qualidade e a produtividade da construção civil da cidade, resultando na coleta de apenas seis obras, que totalizam 33,34% das obras visitadas para a criação do vínculo para a pesquisa, pois, os profissionais da construção se posicionaram com determinada incerteza aos resultados que poderiam ser obtidos na pesquisa, refletindo em mudanças nos seus métodos de trabalho ou até mesmo uma possível substituição do método de trabalho.

As coletas nas obras se iniciaram no dia 21 de março de 2016 com os equipamentos fornecidos pela instituição de ensino superior Uningá e foram finalizadas no dia 07 de julho de 2016, seguindo o procedimento de coleta, moldagem e análise do concreto produzido nas obras conforme descrito anteriormente com base nas normativas. Com base nos dias de moldagem foi elaborado a Tabela 1, como cronograma de rompimentos dos corpos de prova no laboratório do Centro Universitário Uningá, onde os resultados obtidos foram transcritos e resumidos na tabela 2, com os valores em  $\text{kN/cm}^2$ , onde o corpo de prova com maior resistência a compressão é descrito na mesma, conforme a NBR 5739<sup>11</sup>.

Com os dados colhidos provenientes dos resultados dos rompimentos dos corpos de prova nas seis obras analisadas, pode-se observar o ganho de resistência em favor do tempo, e por meio destes, desenvolveu-se o gráfico com a evolução de resistência do concreto em fator de tempo, representado no gráfico abaixo com os valores da resistência obtida em  $f_{cj}$  (onde o desvio pa-

drão não foi empregados para a obtenção dos resultados) e  $f_{ck}$  (com desvio padrão de A de 4 Mpa segundo a NBR 12.655<sup>19</sup>) sendo estes contendo os valores médios de todas as obras analisadas e com os valores compensados, ou seja, os dados seguindo o procedimento para apresentar os resultados de 3, 7, 14 e 28 dias de rompimento.

**Tabela 1.** Dias de coleta das amostras nas obras estudadas.

OBRAS	COLETA	3 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
1	21/MAR	24/MAR	28/MAR	04/ABR	18/ABR
2	05/ABR	08/ABR	12/ABR	19/ABR	03/MAI
3	11/ABR	14/ABR	18/ABR	25/ABR	09/MAI
4	27/MAI	30/MAI	03/JUN	10/JUN	28/JUN
5	07/JUL	10/JUL	14/JUL	21/JUL	04/AGO
6	07/JUL	10/JUL	14/JUL	21/JUL	04/AGO

**Fonte:** Dados fornecidos pelo autor.



**Figura 6.** Resistência média desenvolvida nas obras analisadas. **Fonte:** Autor.

Em análise dos dados observados na Figura 6, verifica-se que a resistência média do concreto produzido nas obras pesquisadas obtiveram um comportamento de ganho de resistência padrão, como já era esperado por sua composição ser de materiais usuais e comuns para a elaboração de um traço de concreto. Não foi realizado um comparativo do resultado obtido em laboratório com a resistência solicitada em projeto, pois, nenhuma possuía projeto estrutural.

De uma maneira geral, nesse padrão de construção, os colaboradores não se preocupam com a resistência que o concreto recém-aplicado nem com a cura do mesmo, pensando apenas na produção que possa ser alcançada na obra e a conclusão de etapas para obter um retorno financeiro mais rápido.

A partir de uma análise prévia do fornecimento de agregados para a construção civil na região norte da cidade, pode-se constatar que nas obras analisadas, em sua grande maioria, os agregados eram provenientes de um fornecedor em comum, assim, obteve-se em contato com o fornecedor em questão o laudo de granulometria da

brita 1/2" e areia média que compõem os traços das obras.

A Tabela 2 corresponde ao ensaio granulométrico da brita 1/2, com a finalidade de caracterizar o agregado utilizado na elaboração dos traços "in loco", resultados estes cedidos pelo fornecedor da brita, cujo material foi adquirido pelos proprietários em depósitos localizados nas proximidades das obras.

**Tabela 2.** Ensaio granulométrico da brita 1/2".

ENSAIO GRANULOMÉTRICO BRITA 1/2'			
ENSAIO 1			
PENEIRAS	MATERIAL RETIDO (g)	MATERIAL RETIDO (%)	PERCENTUAL PASSANTE
1"			
5/8"	58,35	1,07	1,07
1/2"	1888,5	34,64	35,71
3/8"	2688,8	49,32	85,03
1/4"	680,9	12,49	97,52
4	33,1	0,61	98,13
8	19,82	0,36	98,49
16	15,69	0,29	98,78
30	7,4	0,14	98,92
50	5,16	0,09	99,01
100	6,6	0,12	99,13
200	46,78	0,86	99,99
FUNDO	0,54	0,01	100
ENSAIO 2			
PENEIRAS	MATERIAL RETIDO (g)	MATERIAL RETIDO (%)	PERCENTUAL PASSANTE
1"			
5/8"	38,01	0,75	0,75
1/2"	1810	35,89	36,64
3/8"	2391,4	47,42	84,55
1/4"	684,5	13,57	97,58
4	23,91	0,47	98,12
8	18,68	0,37	98,48
16	14,82	0,29	98,77
30	7,04	0,14	98,91
50	5,07	0,1	99,01
100	5,82	0,12	99,13
200	43,24	0,86	99,99
FUNDO	0,5	0,01	100
<b>MÓDULO DE FINURA DO AGREGADOS: 8,12.</b>			

Fonte: Dados obtido por meio de ensaio realizado pelo fornecedor.

A Tabela 3 corresponde ao ensaio granulométrico da

areia média, com a finalidade de caracterizar o agregado utilizado na elaboração dos traços "in loco", resultados estes cedidos pelo fornecedor da areia, cujo material foi adquirido pelos proprietários em depósitos localizados nas proximidades das obras.

**Tabela 3.** Ensaio granulométrico da areia média.

ENSAIO GRANULOMÉTRICO AREIA MÉDIA			
ENSAIO 1			
PENEIRAS	MATERIAL RETIDO (g)	MATERIAL RETIDO (%)	PERCENTUAL PASSANTE
1/4"			100
4	0,82	0,11	0,11
8	4,62	0,62	0,73
16	14,28	1,93	2,66
30	52,75	7,13	9,79
50	26,164	35,36	45,15
100	362,26	48,95	94,1
FUNDO	42,77	5,78	100
ENSAIO 2			
PENEIRAS	MATERIAL RETIDO (g)	MATERIAL RETIDO (%)	PERCENTUAL PASSANTE
1/4"			100
4	1,54	0,16	0,16
8	7,13	0,74	0,9
16	19,65	2,04	2,94
30	71,57	7,43	10,37
50	347,66	36,09	46,46
100	483	50,14	96,6
FUNDO	32,73	3,4	100

**MÓDULO DE FINURA DO AGREGADOS: 1,55.**

Fonte: Dados obtido por meio de ensaio realizado pelo fornecedor.

Com a composição dos agregados e materiais utilizados na elaboração do traço nas obras, através de métodos de cálculo, sabendo que em obras desse padrão, a dosagem dos materiais não é feita de maneira precisa e de forma idêntica ao longo do dia, pois os mesmos são colocados diretamente na betoneira com o auxílio de pás. Foi considerado o peso de uma pá de brita 1/2" sendo 6,25 Kg e uma pá de areia média com 6,45 Kg, resultado este obtido após a pesagem dos agregados com o auxílio de uma balança e estimando uma média, levando em consideração a massa específica dos agregados e a dosagem utilizada "in loco" transformando a quantidade de pás de brita e areia utilizada em obra em um volume conhecido.

Observando a composição utilizada na dosagem do concreto, podemos observar que a proporção padrão a ser utilizada atualmente na cidade é de: popularmente

falado “concreto um para três”, que nada mais é que três partes de brita com três partes de areia para uma parte de cimento.

**Tabela 5.** Traço médio desenvolvido nas 6 obras analisadas.

TRAÇO MÉDIO	COMPOSIÇÃO	PROPORÇÃO	PROPORÇÃO EM OBRA
CIMENTO CII	1	50 Kg	1 SACO
BRITA MEIA	3,0	152,1 Kg	24 PÁS
AREIA MÉDIA	3,2	157,8 Kg	24,5 PÁS
ÁGUA	0,853		42,7 LITROS
SLUMP TEST		21±4	
DENSIDADE MÉDIA DO CONCRETO		2.220,61 Kg/M <sup>3</sup>	

Fonte: Dados fornecidos pelo autor.

A composição mínima solicitada pela NBR 6118<sup>18</sup> entra em algumas divergências com o concreto executado nas obras analisadas, pois, segundo ela em sua tabela 6.1 de Classes de agressividade ambiental, a cidade de Maringá por ser um ambiente urbano denomina-se como classe 2, sendo essa uma classe de agressividade moderada, sendo assim com um risco relativamente pequeno de deterioração de estruturas em concreto armado. Seguindo a mesma denominação, pela tabela 7.1 pode-se encontrar a relação de água/cimento que deve ser menor ou igual a 0,60, sendo a relação água/cimento<sup>19</sup> a proporção de água dividida pela quantidade de cimento. Segundo os dados obtidos na pesquisa com o rompimento dos corpos de prova, pode-se verificar que de uma maneira geral, a resistência do concreto nas obras analisadas foi inferior à resistência mínima imposta pela NBR 6118<sup>18</sup> que corresponde a 25 Mpa, para C.A.A II (Classes de Agressividade Ambiental II), sendo este um risco considerado moderado, dentre eles o padrão a ser adotado nas estruturas pesquisadas. Fazendo um comparativo com os resultados do gráfico 1, verifica-se que a resistência média obtida foi de 13,77 Mpa, considerando assim, os traços elaborados nas obras como sendo insatisfatórios e a relação água/cimento de 0,90 apresentada na tabela 1 seguindo os mesmos parâmetros de inconformidade, pois o exigido pela norma seriam valores menores ou iguais a 0,60.

### 3. CONCLUSÃO

A cidade de Maringá vem crescendo em ritmo acelerado e com ela o número de construções de residências unifamiliares e bifamiliares, com isso a grande variedade de profissionais atuando na execução de imóveis de pequeno porte. Devido a falta de acompanhamento técnico nas obras analisadas, os colaboradores tomam para si a responsabilidade da execução dos elementos estruturais sem o conhecimento hábil para tal feito, sendo assim, conclui-se que os

resultados obtidos, ficaram bem abaixo do esperado e determinado pelas normas como mostrado através dos rompimento dos corpos de prova aos 28 dias de moldagem com o resultado médio de 6,72 MPa, com isto conclui-se que, nenhuma das obras analisadas obteve a resistência mínima imposta pela NBR 6118<sup>18</sup>, sendo este o fator de grande relevância e importância para a comunidade.

Como o concreto não se caracteriza apenas com a resistência a compressão, observa-se que a relação água/cimento também se mostra inadequada segundo a mesma normativa, pois deveria se enquadrar pelo nível de agressividade ambiental abaixo de 0,60, mas mostra-se em média a 0,853, dado este considerado crítico, pois se o mesmo concreto fosse executado com a relação de água/cimento<sup>19</sup> imposta pela norma, os resultados dessa pesquisa seriam completamente diferentes. A instrução de profissionais na área de execução sendo um Engenheiro Civil ou Arquiteto que tenham o mínimo de conhecimento da prática já auxiliaria nos resultados finais obtidos.

Por se tratarem de obras de pequeno porte, a atenção dos profissionais que assinam as ART's (Anotações de Responsabilidades Técnicas) de execução é mínima, ou seja, em algumas obras o responsável técnico não faz nenhuma visita ao canteiro de obras, nem ao menos o acompanhamento da execução das obras, sendo assim pode-se constatar os dados obtidos na pesquisa como resultados de um descaso dos profissionais responsáveis, colocando em risco a vida dos usuários que compraram o imóvel e a vida dos operários que a executam.

Através de análise dos dados obtidos e de conversas com os responsáveis pela elaboração desse concreto, pode-se concluir que o fator crítico que resultou na baixa resistência do concretos foi a quantidade de água em sua composição, pois, a mesma só era adicionada para que o mesmo pudesse ser mais maleável ou fluido, ou seja, diminuindo a quantidade de água utilizada e substituindo por um aditivo que tenha essa função nas proporções adequadas, os resultados dessa pesquisa poderiam ser outros.

Em construções desse porte, não existe o costume de manter de fato um acompanhamento da execução por meio dos profissionais que colocam o seu número de registro junto ao CREA ou mesmo o CAU assumindo assim todos os riscos provenientes dos mesmos, pois, em suas ausências no canteiro de obras uma pessoa desprovida dos conhecimentos adquiridos em uma graduação assume o papel de executor, dosando os materiais da maneira como compreende e muitas vezes da maneira mais fácil para ser executada.

Foram encontradas limitações no desenvolvimento desta pesquisa devido ao tema ser muito abrangente e de âmbito nacional, sendo limitado a poucos resultados coletados na região norte da cidade de Maringá, mas

a partir desta pesquisa, podem ser realizados novos estudos que venham a complementar a base de dados obtida, mapeando assim a resistência do concreto produzido em obras de pequeno porte tanto na cidade de Maringá como um todo e consequentemente nas outras cidades do estado e até mesmo do Brasil, catalogando as diferentes formas de execução do concreto, seus diferentes traços, diferentes composições utilizadas com os agregados nativos de cada região, a resistência característica aos 28 dias dentre outros assuntos relacionados ao concreto produzido em obras sem o acompanhamento técnico

## REFERÊNCIAS

- [1] IBGE, Instituto brasileiro de Geografia e Estatística – 2016.  
<<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=411520>>.  
Acesso em 17 set. 2016.
- [2] IPARDES, Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social – 2011.  
Rua Máximo João Kopp, 274 - Bloco 1 - Santa Cândida, 82630-900 - Curitiba - PR  
<[http://www.ipardes.gov.br/index.php?pg\\_conteudo=1&cod\\_conteudo=1](http://www.ipardes.gov.br/index.php?pg_conteudo=1&cod_conteudo=1)>. Acesso em 17 set. 2016.
- [3] Carvalho, João Dirceu Nogueira de. Revista Tecnológica: Sobre as origens e desenvolvimento do concreto. 2008. 19 f. Artigo - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008. Cap. 9. Disponível em:  
<<http://eduem.uem.br/ojs/index.php/RevTecnol/articulo/download/8169/5163>>. Acesso em: 05 out. 2015.
- [4] Bauer, L. A. Falcão. MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO: NOVOS MATERIAIS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL. 5. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2015. 199, 380 e 384 p.
- [5] Carvalho; R.C.; Figueiredo; J.R. Cálculo e Detalhamento de Estruturas Usuais de Concreto Armado, Segundo a NBR 6118:2003. 3 ed. São Carlos: EdUFScar, 2013.
- [6] Almeida, I. R. ,1990, Concretos de alta resistência e durabilidade. Composição e características, Tese de Doutorado, Instituto Superior Técnico da Universidade técnica de Lisboa, Portugal, 740pp.
- [7] Neville, A.M, 1997, Propriedades do concreto, 2ª edição, Ed. Pini, Brasil.
- [8] Metha, P.K., e Monteiro, P.J.M., 1994, Concreto: estrutura, propriedades e materiais, Ed. Pini, Brasil.
- [9] Coutinho, A.S. e Gonçalves, A. ,1994, Fabrico e Propriedades do Concreto, Vol.III , LNEC, Lisboa, Portugal, 368p.
- [10] Botelho, Manoel Henrique Campos; MARCHETTI, Osvaldo. CONCRETO ARMADO EU TE AMO: SEGUNDO A NORMA DE CONCRETO ARMADO NBR 6118/2007. 7. ed. SÃO Paulo: Blucher, 2013. 24 e 204 p. 1 v. 5.
- [11] Associação brasileira de normas técnicas. NBR 5739:2007 Concreto-Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.
- [12] Andrade, Jairo Jose de Oliveira; TUTIKIAN, Bernardo F (Ed.). CONCRETO: CIÊNCIA E TECNOLOGIA: RESISTÊNCIA MECÂNICA DO CONCRETO. São Paulo: Ibracon, 2011. 615 p. EDITOR GERALDO CECHELLA ISAIA.
- [13] Salgado, Júlio. TECNICAS E PRATICAS CONSTRUTIVAS PARA EDIFICACOES: MISTURA DE CONCRETO. 3. ed. São Paulo: Érica / Saraiva, 2015. 100 p. EDIÇÃO REVISADA.
- [14] Associação brasileira de normas técnicas. NBR 5738:2015 Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro, 2015.
- [15] Associação brasileira de normas técnicas. NBR 15575:2013 Edificações Habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.
- [16] Associação brasileira de normas técnicas. NBR NM 67 – 1998 Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.
- [17] Ambrozewicz; P.H.L. Materiais de Construção, Normas Especificações, Aplicação e Ensaio de Laboratório. 1 ed. São Paulo: Pini, 2012.
- [18] Associação brasileira de normas técnicas. NBR 6118:2014 Projeto de estruturas de concreto — Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- [19] Associação brasileira de normas técnicas. NBR 12655:2015 Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento. Rio de Janeiro, 2015.