**ESTUDO ELABORADO ENTRE CONCRETO USINADO E CONCRETO PRODUZIDO NO CANTEIRO DE OBRAS**

LUIZ SOARES CORREIA 1 e REGINALDO DE JESUS2

1Me. Transportes, UnB-DF, Brasília-DF, luiz.correia@docente.unip.br;

2Estudante de graduação em Engenharia Civil, UNIP-DF, Brasília-DF, rregisjesus@gmail.com.

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC

08 a 11 de agosto de 2023

**RESUMO**: O trabalho tem como objetivo estudar o concreto usinado e o concreto feito nos canteiros de obras. O concreto usinado é elaborado em um sistema que controla a quantidade exata de materiais e tempo de mistura. Por sua vez, o concreto produzido em obra, ainda que englobe os mesmo materiais na mistura, falha no controle exato das quantidades. O modo de produção do concreto pode ser definido com base no espaço para produção, volume a ser utilizado, controle de qualidade, entre outros fatores. Serão utilizados testes laboratoriais para avaliar a qualidade do concreto. Os tipos de concretos são relativamente similares e há consistência, são definidos no estado fresco (slump), o estado endurecido, que encontram resistência a compressão após 7, 14, 28 dias na cura e absorção de água. A resistência à compressão que mostra a diferença entre os concretos, na maioria das vezes apresentando maior resistência em concreto dosado em central.

**PALAVRAS-CHAVE:** concreto, usinado, laboratório.

**ELABORATE STUDY BETWEEN READY-MIX CONCRETE AND CONCRETE PRODUCED AT THE CONSTRUCTION SITE**

**ABSTRACT**: The paper aims to study ready-mix concrete and concrete made on construction sites. The ready-mix concrete is produced in a system that controls the exact number of materials and mixing time. On the other hand, the concrete produced on site, even though it includes the same materials in the mixture, fails to control the exact amounts. The concrete production method can be defined based on production space, volume to be used, quality control, among other factors. Laboratory tests will be used to evaluate the quality of the concrete. The types of concrete are relatively similar and there is consistency, are defined in the fresh state (slump), the hardened state, which find compressive strength after 7, 14, 28 days in curing and water absorption. The compressive strength that shows the difference between the concretes, in most cases presenting higher strength in centrally dosed concrete.

**KEYWORDS:** concrete, machined, laboratory.

**INTRODUÇÃO**

O concreto surgiu aproximadamente no ano de 1756, formado através da aglomeração de agregados graúdo e cimento, passando a ser utilizado na construção civil e anos depois, em 1836 na Alemanha, foi submetido ao seu o primeiro teste a resistência à compressão tração do concreto.(“A História do Concreto - Hembrafer”, 2019).

Com ambos testes foram possíveis identificar e dimensionar diversas aplicações do concreto, tornando-se um dos produtos mais importantes na construção civil e também de maior produção volumétrica mundial. Além disso, apresenta vários benefícios quando comparado a outros materiais que desempenham a mesma função, dentre os benefícios ele se destaca pela excelente resistência à água, pela acessibilidade de sua utilização, pelo o custo que é relativamente baixo e por fim pela sua durabilidade que é impressionante, se realizada as manutenções preventivas (LOPES; PEÇANHA; CASTRO, 2020).

No Brasil o concreto é produzido de duas formas diferentes, a primeira é o concreto usinado feito em centrais dosadoras, que possui abrangência de aplicação nas construções de médio e grande porte devido a versatilidade que ele proporciona em preencher várias formas de estruturas de uma única vez (LOPES; TOMMASELLI, 2019).

A outra forma é a produção no próprio canteiro de obra, tido como processo manual (braçal) ou com o auxílio de equipamentos elétricos tais como o misturador tipo betoneira, abrange apenas pequenas obras que permitem a concretagem gradativa. Esse tipo de concreto costuma ser utilizado para pequenas obras como prédios residenciais, comerciais e pequenas indústrias (NBR 12655, 2015).

Na aplicação e fabricação de ambos concretos exigem normativos para balizar os cuidados necessário para evitar a perda da resistência do concreto, um dos balizadores é o intervalo de tempo da fabricação até a aplicação na estrutura, segundo a Norma Brasileira (NBR) nº 7212 (ABNT, 2012) deve-se observar o tempo máximo para aplicação de 150 minutos, considerando que o tempo inicial é contado a partir da dosagem e mistura dos componentes do concreto

A não observância desse tempo compromete a qualidade do concreto, visto que quando passado esse tempo a mistura de concreto começa a perder hidratação, inicia-se o enrijecimento da mistura, perdendo fluidez e dificultando sua aplicação em formas com ferragens muito próximas além de reduzir consideravelmente sua resistência.

Quando falamos de resistência estamos falando de uma característica fundamental e direta, pois em outras palavras significa dizer que o atraso no tempo da aplicação ensejará que o concreto tenha reduzido sua capacidade de aguentar peso, resistir aos esforços aplicados sobre ele.

Em grandes obras quando o concreto ultrapassa o tempo máximo ele deixa de ser aplicado na estrutura e se não utilizado para calçamentos e outras funções que não requeiram tanta resistência acaba sendo jogado fora. Uma das principais causas que leva a perda do concreto usinado é devido aos atrasos oriundos de complicações de logística que envolvem todo o processo de fabricação, transporte até o local da obra e transporte do caminhão até o local a ser aplicado.

 A esse grupo de processos tem-se problemas como: trânsito lento ou congestionamento das rodovias, problemas mecânicos dos caminhões transportadores e também a adição indevida de água no concreto. A respeito da adição indevida, de água para aumentar a fluidez do concreto porém esse ato que promete resolver um problema acaba por gerar outro como a redução da resistência final do concreto, (POLESELLO et al., 2013).

Para que o concreto usinado tenha seu melhor aproveitamento, assegurando a qualidade e buscando a redução de custos, é necessário verificar os tipos de materiais empregados, técnicas, mão de obra, realizar um bom planejamento e desenvolvimento de cada etapa e juntamente com metas realizar as inspeções da qualidade e confirmação de resistências (ZALAF; FILHO; BRAZ, 2014).

**MATERIAL E MÉTODOS**

 Objetivando comparar ambos concretos, o usinado e o manual, utilizou-se a metodologia experimental, ou seja, que avalia amostras em laboratório para determinar suas características e diferenças, bem como as propriedades de ambos concretos. Dessa forma, foram coletadas amostras em uma obra de concreto, usinado e de feito manualmente, e levadas em laboratório para curarem e sequencialmente serem submetidas a esforço de compressão, na mesma quantidade de força.

 Cabe esclarecer que o concreto misturado em uma usina, também conhecida como usina central dosadora, são dosados em proporções precisas e misturados em uma máquina especial ou em caminhão betoneira. A central de concreto é responsável por entregar o concreto na obra, garantindo mais qualidade e uniformidade do material (NBR 12655, 2015).

 Além disso, permite melhor controle na dosagem de materiais e reduz a possibilidade de erros humanos durante o processo produtivo.

 Outro ponto importante a ser esclarecido sobre os métodos empregados é que devido a concretagem ser aplicada em dias diferentes, um para o usinado e outro dia para o manual, as amostras foram coletadas em dias diferentes, contudo seguiu-se os mesmos procedimentos e ambas foram coletadas por meio de recipientes coletores (corpos de provas) de mesmo tamanho.

 Para este trabalho, houve a colaboração da empresa Real mix concreto que possibilitou a realização de visita em uma das obras residenciais onde houve a coleta de 9 corpos de prova, de moldes cilíndricos feito de PVC com dimensões de 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura, para cada tipo de concreto.

 Esses corpos de provas foram levados em laboratório e foram submetidos a aplicação de força (ensaio de resistência à compreensão), sendo 6 (3 de cada) corpos quando completaram 7 dias de idade, 6 (3 de cada) corpos para 14 dias de idade e 6 (3 de cada) corpos com 28 dias de idade. O laboratório utilizado foi o da empresa Real mix concreto, localizada no SOF/Norte em Brasília-DF, e o rompimento (aplicação da força) foi realizado com uma prensa manual da marca EMIC, seguindo os procedimentos da NBR 5739 (ABNT, 2007).

Figura 1. Ensaio dos corpos de prova.



Fonte: autor, 2023.

 Durante as análises observou-se que as amostras eram formadas de mistura de mesmos materiais, sendo eles os mais utilizados na produção de concreto, os quais relaciono a seguir e detalho suas principais funções:

* Cimento Portland: responsável pela resistência do concreto;
* Areia: imprescindível pela estabilidade do concreto;
* Brita: essencial para resistência e dureza do concreto;
* Água: tem atribuição por molhar o cimento e misturar os materiais.

 Em que pese as amostras serem formadas apenas dos materiais acima, cabe esclarecer que existem também outros materiais utilizados na fabricação de concreto tais como aditivos e fibras que são adicionados à mistura para melhorar as propriedades do concreto, como resistência, trabalhabilidade, durabilidade, etc. (MACIEL; COELHO; PEREIRA, 2020).

 As análises seguiram os procedimentos experimentais para avaliar o desempenho do concreto usinado e do produzido em obra definidos na NBR 7211/2005, conforme relacionamos e detalhamos a seguir:

- Definição dos objetivos das análises, os parâmetros de resistência à compressão, trabalhabilidade, durabilidade e indicadores de qualidade dos concretos.

- Ensaio de materiais: os agregados (graúdos e miúdos) e aditivos devem ser selecionados e preparados para a mistura. A areia, brita e cimento devem ser limpos e livres de impurezas, visando a garantir a qualidade e resistência do concreto(“Traço de concreto”, 2022)

- Dosagem dos materiais em proporções adequadas, com base nas especificações do traço (Fck) que são especificadas por técnico especializado. A produção pode ser manual ou por meio de equipamentos automatizada (FIRMINO; ARAÚJO, 2018).

- Mistura: são misturados em um equipamento apropriado, como uma betoneira, até que atinja uma consistência homogênea e o ponto para a aplicação.

- Cura: Após a aplicação, deve ser aplicada água na peça concretada para garantir a resistência e durabilidade. Isso pode envolver a aplicação de um agente de cura, manutenção da umidade e temperatura controlada, entre outras práticas, evitando fissuras (CECCONELLO; TUTIKIAN, 2012).

 É importante ressaltar que cada etapa do processo foi acompanhada por um controle de qualidade rigoroso para garantir a segurança e qualidade da estrutura final.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para ambos os tipos de concreto foi estabelecido que se resultasse um concreto com resistência característica a compressão de 20 MPa, os mecanismos de ensaio de abatimento pelo tronco de cone e moldagem dos corpos de prova foram os mesmos para os dois tipos de concreto para que não haja alteração nos resultados.

O primeiro lote ensaiado foi com o concreto realizado pela central de concretagem, este foi colhido diretamente na saída do caminhão betoneira da usina e moldado na sequência no local de obra. De início, foi despejado o concreto dentro de um carrinho de mão, em seguida foi realizado o ensaio de abatimento pelo tronco de cone de acordo com a NBR NM 67 (ABNT, 1998), logo após foram moldados 18 corpos de prova cilíndricos de dimensão 10x20 de acordo com a NBR 5738 (ABNT, 2015).

A partir dos dados gerados pela concreteira, foi possível desenvolver o traço do concreto usinado:

1: 3, 2: 3: 1,4: 0,42

cim: areia: brita 1: pedrisco: água

Em relação a massa de cimento (traço em massa) identifica-se:

50: 160: 150: 70: 21

cim (Kg): areia (Kg): brita 1(Kg): pedrisco (Kg): água(litros)

No concreto elaborado no canteiro de obras, o consumo de material para a geração do concreto com resistência característica de 20 Mpa foi considerado no instante em que eram manuseados na betoneira estacionária.

Como meio de manejo foi utilizado um balde, constatou-se que para cada balde com cimento, foram usados 3 baldes com areia, 3 baldes com brita 1 e em torno de 80% do volume do bande com água dentro da betoneira. Percebeu-se que não existe um equilíbrio total das quantidades de material colocada na betoneira, pois em alguns casos o balde estava cheio, em outros não aplicava sua capacidade total, e em outros casos até excedia esse volume.

O gráfico 1 mostra os resultados obtidos de resistência à compressão, em MPa, alcançadas para ambos os concretos aos 7, 14, e 28 dias de idade, em que foram obtidas através da média aritmética entre os 3 corpos de prova para cada concreto em cada idade.

Gráfico 1. Média dos resultados obtidos no ensaio de resistência à compressão do

concreto usinado e do concreto produzido no canteiro de obras.



Fonte: autor, 2023.

Verificou-se que desde as primeiras idades a resistência a compressão do concreto usinado foi totalmente superior a resistência do concreto produzido no canteiro de obras, entretanto, a curva que representa a evolução de resistência certifica que o concreto usinado adere maior resistência nas primeiras idades e após diminui a intensidade de crescimento, estabilizando aos 28 dias. Já o concreto

produzido no canteiro de obras manifesta uma curva com crescimento mais lento e constante nas idades iniciais, aumentando o ganho de resistência nas idades de 14 a 28 dias.

Compreende-se que a resistência média a compressão do concreto usinado superou entorno de 100% a resistência média a compressão do concreto produzido no canteiro de obras aos 28 dias. A maior diferença de resistência a compressão pode ser constatada no rompimento com idade de 14 dias, onde a resistência média do concreto usinado supera entorno de 110% a resistência média do concreto produzido no canteiro de obras.

Possivelmente, em razão à diferença na relação água/cimento e o uso de aditivo que ocasionou o concreto endurecido a ter maiores resistências mecânicas iniciais e finais.

**CONCLUSÃO**

 Analisando os resultados alcançados, o concreto produzido no canteiro de obras apresentou resistências bem abaixo ao concreto produzido por uma central dosadora. Levando em consideração o consumo de materiais, não houve diferenças entre ambos tipos de concreto que possa justificar a grande disparidade nos resultados de resistência característica a compressão.

 É necessário destacar que no concreto produzido em laboratório houve um controle de qualidade que naturalmente em um canteiro de obras não haveria. Entretanto, o concreto usinado apresentou-se com maior qualidade por conta do maior controle com relação a sua mistura e a inclusão de aditivo que provocou aumento de resistência à compressão nas idades iniciais e finais, além de proporcionar uma melhor trabalhabilidade e diminuição de absorção do concreto por água. E importante que os órgãos fiscalizadores observarem a falta de controle em pequenas obras, para que posso evitar acidentes futuros.

**AGRADECIMENTOS**

A Universidade Paulista-Unip por todo apoio prestado, a empresa Real mix concreto pela colaboração no fornecimento dos aparelhos de laboratório na realização do experimento, ao CONTECC, CONFEA e ao CNPq/Fapesp pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor.

**REFERÊNCIAS**

A História do Concreto - Hembrafer. Disponível em: <https://hembrafer.com.br/a-história-do-concreto/>. Acesso em: 15 jun. 2023.

CECCONELLO, V.; TUTIKIAN, B. A influência das baixas temperaturas na evolução das resistências do concreto. Revista IBRACON de Estruturas e Materiais, v. 5, p. 68–83, fev. 2012.

FIRMINO, S. P.; ARAÚJO, T. F. D. INVESTIGAÇÃO DAS PROPRIEDADES DE CONCRETOS PRODUZIDOS POR DIFERENTES CENTRAIS DOSADORAS. 2018.

LOPES, H. M. T.; PEÇANHA, A. C. C.; CASTRO, A. L. DE. Considerações sobre a eficiência de misturas de concreto de cimento Portland com base no conceito de empacotamento de partículas. Matéria (Rio de Janeiro), v. 25, p. e, 6 abr. 2020.

LOPES, M. M.; TOMMASELLI, M. A. G. ESTUDO COMPARATIVO ENTRE CONCRETO USINADO E CONCRETO PRODUZIDO NO CANTEIRO DE OBRAS. 2019.

MACIEL, L. D.; COELHO, A. R.; PEREIRA, H. R. S. Estudo das propriedades do concreto convencional com aditivo ou adição de água para correção de consistência. Matéria (Rio de Janeiro), v. 25, p. e, 11 dez. 2020.

POLESELLO, E. et al. O limite de tempo especificado pela NBR 7212, para mistura e transporte do concreto, pode ser ultrapassado? Revista IBRACON de Estruturas e Materiais, v. 6, p. 339–359, abr. 2013.

Traço de concreto: o que é e como preparar a mistura ideal em uma obra. Disponível em: <https://www.obrafit.com.br/traco-de-concreto-o-que-e-e-como-preparar-a-mistura-ideal-em-uma-obra>. Acesso em: 15 jun. 2023.

ZALAF, R. S.; FILHO, S. R. M.; BRAZ, T. C. ESTUDO DO CONTROLE TECNOLÓGICO E RECEBIMENTO DO CONCRETO EM OBRA. 2014.