



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
Faculdade de Engenharia
Engenharia Civil - FAEN

TAMARA DOS REIS
ARAUJO

ESTUDO COMPARATIVO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E
CONSISTÊNCIA DE CONCRETO MOLDADO NA OBRA E CONCRETO
USINADO

Dourados - MS
2022

TAMARA DOS REIS ARAUJO

**ESTUDO COMPARATIVO DE RESISTÊNCIA À
COMPRESSÃO E CONSISTÊNCIA DE CONCRETO
MOLDADO NA OBRA E CONCRETO USINADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora da Universidade Federal da Grande Dourados, como pré-requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob a orientação do Prof^o Dr. Andre Felipe Aparecido de Mello com área de concentração 3.01.00.00-3 – Engenharia Civil.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

ANEXO H – ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Às 14:00 horas do dia 31 de outubro de 2022, realizou-se no(a) Sala de Reuniões da FAEN (local) a defesa pública do Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Civil, intitulado “ESTUDO COMPARATIVO ENTRE CONCRETO MOLDADO IN LOCO E CONCRETO USINADO” de autoria do(a) discente Tamara dos Reis Araujo, como requisito para a aprovação no componente curricular Trabalho de Conclusão de Curso II.

Após a defesa e posterior arguição, a banca examinadora concluiu que o Trabalho apresentado deve ser:

Aprovado

Reprovado

O(A) discente(a) declara ciência de que a sua aprovação está condicionada à entrega da versão final (encadernada, corrigida e assinada) do Trabalho de Conclusão de Curso, nos termos em que especifica o regulamento do componente curricular, em anexo ao Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Civil da UFGD. O(A) orientador(a) se responsabilizará pela verificação e aprovação das correções do manuscrito feitas pelo(a) discente(a) para a elaboração da versão final.

OBSERVAÇÕES ADICIONAIS

Aprovada com ressalvas.
Deve enviar o texto novamente à banca.

DISCENTE

Nome: Tamara dos Reis Araujo

Assinatura: Tamara dos Reis Araujo

BANCA EXAMINADORA

Orientador: André Felipe Aparecido de Mello

Assinatura: André Felipe Ap. de Mello

Membro: Christian Souza Barboza

Assinatura: Christian S. Barboza

Membro: Maria Aparecida G. T. C. Machado

Assinatura: Maria Aparecida G. T. C. Machado

ESTUDO COMPARATIVO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E CONSISTÊNCIA DE CONCRETO MOLDADO NA OBRA E CONCRETO USINADO

Tamara dos Reis Araujo¹ André Felipe Aparecido de Mello²
t-dosreis@live.com¹; andremello@ufgd.edu.br²

RESUMO

O concreto é um dos insumos mais utilizados na construção civil em termos de quantidade. Os processos de produção mais aplicados no Brasil atualmente são o concreto dosado em central e concreto produzido no canteiro de obra. Com o uso cada vez mais frequente do concreto usinado, faz-se necessário um estudo comparativo entre concreto moldado in loco e concreto fabricado em usina, para saber qual se encaixa melhor no projeto e preferência do engenheiro executante. O presente artigo apresenta um estudo comparativo de resistência à compressão e abatimento entre esses dois tipos de concreto, ambos C30, a fim de observar se existem diferenças, mediante realização do ensaio de abatimento do tronco de cone no local de recebimento do concreto usinado e local de fabricação do concreto moldado na obra, moldagem de corpos de prova para a realização do ensaio de resistência à compressão de ambos os concretos. Nenhum dos concretos analisados atingiram resistência de projeto desejada, contudo, o concreto usinado foi o único que apresentou resultado do ensaio de abatimento que satisfaz a solicitação do engenheiro civil responsável pela obra.

Palavras-chave: concreto; resistência à compressão; abatimento; compressão.

ABSTRACT

Concrete is one of the most used inputs in civil construction in terms of quantity. The most applied production processes in Brazil today are concrete dosed into concrete and produced at the construction site. With the increasingly frequent use of ready-mixed concrete, a study between concrete and cast-in-place concrete and factory-made concrete is necessary, to know which best fits the project and preference of the executable engineer. The article presented is a comparison of strength made with the realization of two types of local study and slump, both C30, the comparison between the machining of the run-out test of the trunk of cone receiving concrete from the manufacture of concrete for work, of proof carrying out resistance test for molded ambosses. None of the concrete projects carried out achieved the desired work, however, the result of the single slump test of the desired project, however, the result of the single slump test that satisfied the request of the civil engineer.

Keywords: concrete; compressive strength; slump; compressive.

1 INTRODUÇÃO

Mesmo com a variedade de materiais e avanço da tecnologia, o concreto ainda é um dos insumos mais utilizados na construção civil em todo o mundo. O concreto é moldável, permitindo grande variação de forma e conceito arquitetônico, apresentando boa resistência à maioria dos tipos de solicitações. A estrutura de concreto é monolítica, permitindo que todo o conjunto funcione quando a peça for solicitada, possui baixo custo de matéria-prima e requer profissionais qualificados.

Helene e Andrade (2007) descrevem concreto fresco como a fase que compreende um período em que o concreto pode ser misturado, adensado, lançado, transportado e acabado facilmente e sem segregação. A etapa de adensamento, que consiste na diminuição do número de vazios do concreto, é de grande importância pois garante uma boa trabalhabilidade do concreto.

De acordo com Neville (1997), é considerado um concreto trabalhável aquele que pode ser facilmente adensado. A limitação final é necessária devido a alguns efeitos secundários: uma relação agregado/cimento menor significa uma maior área superficial total de sólidos como agregado e cimento, então a mesma quantidade de água resulta em trabalhabilidade um pouco menor. Isso pode ser compensado usando agregados de granulação ligeiramente mais grossa. Para determinada trabalhabilidade, existe uma relação agregado graúdo/agregado miúdo que demanda menor quantidade de água.

Existem normas que definem cada etapa de execução, controle e até mesmo aceitação do concreto, como por exemplo a NBR 12655 (ABNT, 2015), que determina os critérios para conformidade e aceitação do concreto a ser utilizado em uma obra. O engenheiro civil da obra é quem define qual concreto e onde será preparado, geralmente de acordo com o tamanho da obra e custo-benefício. Há duas formas de se produzir concreto: pode ser moldado no canteiro de obra ou produzido em concreteira.

Pode-se definir concreto moldado in loco, como o concreto preparado diretamente na obra. Segundo a NBR 12655 (ABNT, 2015), o responsável pela elaboração e a dosagem do concreto é o engenheiro executante da obra. A norma estabelece ainda que os materiais constituintes do concreto não devem conter substâncias nocivas que possam prejudicar sua durabilidade ou causar corrosão das armaduras. Os testes de consistência devem ser realizados sempre no primeiro amassamento do dia, após a troca do operador da betoneira e cada vez que for moldado um corpo de prova.

Outro método de preparo de concreto é o concreto dosado em central (CDC), conhecido popularmente como concreto usinado, onde é fabricado em empresas

prestadoras de serviços de concretagem e transportado até o canteiro por caminhões betoneiras. A dosagem dos componentes utilizados deve ser feita de forma controlada e monitorada seguindo altos padrões de qualidade e tecnologia de acordo com a NBR 7212 (ABNT, 2012). Para que o concreto usinado seja aceito no canteiro de obra, a NBR 12655 (ABNT, 2015) determina que é necessário realizar o ensaio de abatimento de tronco de cone, também conhecido como *slump test*. A cada caminhão betoneira que chega à obra. O concreto usinado geralmente é bombeado diretamente para o canteiro de obras com uma mangueira, pois sua mistura é mais fluida que o concreto produzido em obra.

O método construtivo de concreto mais utilizado no Brasil é o concreto armado, que é definido pela junção do concreto convencional com uma armadura, geralmente formada por barras de aço. De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014), seu comportamento estrutural depende da aderência entre concreto e armadura, não se aplicando alongamentos iniciais das armaduras antes da materialização dessa aderência. Para a utilização desse material devem ser obedecidas duas normas técnicas: a NBR 6118 (ABNT, 2014), que contém procedimentos necessários para tomada de decisões no projeto, e a NBR 14931 (ABNT, 2004), que dita as regras que devem ser cumpridas na fase de execução de estruturas de concreto.

Com a utilização cada vez mais frequente do concreto usinado na construção civil, faz-se necessária a verificação de abatimento e resistência à compressão entre o concreto dosado em central e o concreto moldado na obra para que seja possível escolher qual se encaixa melhor no projeto estrutural e preferência do engenheiro da obra.

Este trabalho tem como objetivo comparar o abatimento e resistência à compressão do concreto usinado e concreto produzido em obra, de classe C30, com resistência característica (f_{ck}) igual a 30 MPa, identificando qual concreto apresenta melhor resultado mediante realização de ensaio de tronco de cone e ensaio de resistência à compressão.

2 METODOLOGIA

Serão comparadas a resistência e abatimento dos dois tipos de concreto através dos dados obtidos no ensaio de abatimento do tronco de cone e ensaios de resistência à compressão de 9 corpos de prova de cada concreto.

Para obtenção do concreto C30 moldado na obra, recomendado pelo engenheiro responsável pela obra, o seguinte quantitativo de materiais:

- 2 sacos (50 kg cada) de cimento
- 2 baldes (18 L cada) de água

- 4 padiolas (0,378 m³ cada) de brita 0
- 4 padiolas (0,378 m³ cada) de areia grossa tipo 3

O traço do concreto moldado na obra foi de 1:2:3 e o cimento utilizado na sua preparação foi cimento tipo 32.

Na Figura 1 é possível observar padiola e betoneira utilizadas no preparo do concreto.

Figura 1 – Equipamentos utilizados para o preparo do concreto moldado na obra



(a) Padiola



(b) Betoneira

Fonte: Autor (2022).

2.2. Ensaio de abatimento do tronco de cone

Mais conhecido como *slump test*, o ensaio de abatimento do tronco de cone mede a consistência do concreto para conferir seu abatimento e verificar se este poderá ser utilizado na obra. A Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Concretagem (ABESC) considera o ensaio como o principal controle de recebimento do concreto na obra e, para isso, é preciso executá-lo corretamente.

O ensaio de abatimento do tronco de cone é um dos ensaios necessários para garantir a qualidade do concreto. Nos dias atuais, diversos testes são realizados para esse fim. E esses testes são necessários para verificar se o material atende aos requisitos necessários. Se o controle de qualidade do concreto utilizado em determinada obra não for

realizado ou for realizado de forma incorreta, a integridade estrutural da edificação não pode ser garantida.

Feita em laboratório ou em obra, o método que especifica a determinação da consistência do concreto fresco, é dado pela NBR NM 67 (ABNT, 1998). Obrigatoriamente, para a liberação do concreto, o ensaio de abatimento do tronco de cone necessita ser realizado no início da descarga, podendo ser verificado novamente antes da moldagem dos corpos-de-prova. A amostra do concreto a ser utilizada deve ser obtida de acordo com a ABNT NBR NM 33.

A realização do teste foi feita segundo a NBR NM 67: (ABNT, 1998) da seguinte forma:

- Umedeceu-se o molde (de diâmetro superior a 10 cm e inferior a 20 cm e altura de 30 cm, com base maior voltada para baixo) e a placa de base. De forma que o operador se posicionasse com os pés sobre suas aletas para mantê-lo estável.
- Encheu-se o molde com o concreto coletado em três camadas, cada camada com aproximadamente 1/3 da altura do molde.
- Golpeou-se cada camada com 25 golpes distribuídos uniformemente, levando em consideração que para compactar a camada inferior é necessário inclinar levemente a haste e efetuar cerca de metade dos golpes de forma espiral.
- Retirou-se o molde verticalmente de forma cuidadosa no tempo entre 5 a 10 segundos.
- Mediu-se imediatamente após a retirada do molde o abatimento do concreto, determinando a diferença de altura entre a haste e concreto.

Com o resultado é possível verificar se o concreto apresentou abatimento satisfatório ou se houve anomalias observadas. Na Figura 2 é possível observar a (a) realização e resultado do ensaio de abatimento do tronco de cone do concreto feito em obra e (b) concreto fabricado em concreteira. Esse valor é verificado pela NBR 10342 (ABNT, 2012), a norma estabelece um limite de tolerância de perda de abatimento, para que o concreto seja aceitável. O resultado do teste deve variar de acordo com a finalidade e local de aplicação do concreto.

Figura 2 – Ensaio de abatimento do tronco de cone do concreto moldado in loco e concreto usinado.



(a) Concreto moldado na obra.



(b) Concreto usinado.

Fonte: Autor (2022).

2.3. Ensaio de resistência à compressão

O procedimento mais comum para medir a resistência mecânica do concreto, em termos de parâmetros mínimos de aplicação, é o ensaio de resistência à compressão. O teste é realizado em laboratório e envolve a aplicação de uma tensão de compressão axial ao corpo de prova, a partir do qual é possível obter um gráfico de tensão por deformação.

Os ensaios de resistência à compressão visam denotar possíveis diferenças na qualidade do concreto desde sua dosagem até sua composição, tendo em vista que a resistência à compressão característica (f_{ck}) é o parâmetro que orienta o dimensionamento de um elemento estrutural. Portanto, quanto melhor o controle de qualidade do material, maior a probabilidade de que o comportamento estrutural do elemento ao longo dos anos esteja de acordo com as diretrizes de projeto.

Na figura 3 é possível observar os moldes utilizados no para fabricação dos corpos de prova do ensaio de resistência à compressão do concreto usinado e concreto moldado no canteiro de obra. Moldes cilíndricos de altura 20 cm e diâmetro de 10 cm.

Figura 3 – Moldes utilizados na realização do ensaio de resistência a compressão.



Fonte: Autor, (2022).

2.3.1. Moldagem do corpo de prova

De acordo com a NBR 5738 (ABNT, 2015) os moldes devem ser cilíndricos e devem possuir altura duas vezes maior que o diâmetro. Para a moldagem dos corpos de prova dos concretos analisados utilizou-se moldes com 20 cm de altura e 10 cm de diâmetro, como mostra na Figura 3. Na Figura 4 mostra a moldagem dos corpos de prova. Os moldes devem ser posicionados em um local plano e seco, onde deve permanecer durante 24 horas, protegido do sol e longe de vibrações ou contatos.

Para a moldagem dos corpos de prova de concreto convencional, segundo a norma citada anteriormente, aplicou-se as seguintes orientações:

- Revestiu-se os moldes com uma fina camada de óleo mineral.
- Colocou-se duas camadas de concreto, cada uma sendo adensada com 12 golpes com haste metálica, de forma uniforme e distribuída por toda seção. A haste chegou a aproximadamente 2 cm da camada anterior para que fosse adensado corretamente, como pode-se observar na figura 4, os moldes e confecção dos testemunhos.

- Desmoldaram-se todos os 9 corpos de prova 24 horas após a moldagem, identificou e submeteu-os a cura úmida até o momento da realização do ensaio.

Segundo a NBR 5739 (ABNT, 2018) os corpos de prova devem ser rompidos com uma idade especificada. No estudo comparativo do presente artigo as idades de ensaio de compressão foram de 7, 14 e 28 dias.

Com os dados obtidos no ensaio de compressão é possível verificar se o concreto possui resistência adequada de acordo com os parâmetros da norma NBR 5739 (ABNT, 2018).

Figura 4 - Produção dos corpos de prova.



Fonte: Autor, (2022).

2.3.2. Realização do ensaio

A NBR 5739 (ABNT, 2018) define a forma como deve ser realizado o ensaio de resistência à compressão do concreto em corpos de prova cilíndricos moldados conforme a NBR 5738 (ABNT, 2015).

O ensaio é feito de forma manual e tem como objetivo determinar a tensão necessária para comprimir o corpo de prova cilíndrico. O ensaio de resistência à compressão foi feito da seguinte forma:

- Primeiramente, retificaram-se os corpos de prova para que fiquem apoiados de forma alinhada na máquina de ensaio de compressão.

- Apoiou-se a peça de forma que estivesse perfeitamente centralizada no equipamento e a força axial a ser aplicada fosse distribuída uniformemente sobre a seção transversal do testemunho, a fim de evitar ao máximo o efeito da fricção e atrito entre a mesa e a peça.
- Em seguida, submeteu-se a peça a uma tensão de compressão.

O ensaio fornece informações como, resistência à compressão e deformação sob compressão. No presente artigo, a propriedade mecânica avaliada pelo ensaio é o limite de resistência à compressão. A Figura 5 exhibe (a) os corpos de prova prontos para serem submetidos ao ensaio e (b) a máquina utilizada para determinar a resistência do concreto à compressão.

Figura 5 – Corpos de prova e máquina de ensaio de resistência à compressão.



(a) Corpos de prova.



(b) Máquina de ensaio de resistência à compressão..

Fonte: Autor, (2022).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente foi realizado o ensaio de abatimento do tronco de cone em cada um dos concretos analisados de acordo com NBR NM 67 (ABNT,1998), que estabelece a forma que deve ser feito o ensaio. Após a realização do ensaio, foram obtidos os dados representados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados do ensaio de abatimento de tronco de cone.

	Abatimento
Concreto moldado in loco	250 mm
Concreto usinado	100 mm

Fonte: Autor, (2022).

A discrepância nos resultados do ensaio de abatimento do tronco de cone do concreto feito em obra e concreto produzido em obra pode ser explicada devido ao acréscimo de água. A dosagem de água interfere nas reações químicas e conseqüentemente nas características técnicas de resistência do concreto. Devido ao acréscimo de água, o concreto moldado em obra apresentou maior abatimento, gerando discrepância de abatimento entre concreto usinado e concreto produzido em obra.

Para o concreto usinado, foi solicitado pelo engenheiro civil da obra um concreto C30 e abatimento de 120 mm +- 20 mm, onde o resultado da realização do ensaio de abatimento obtido está dentro do desejado pelo solicitante e de acordo com a NBR 10342 (ABNT, 2012).

No ensaio de resistência à compressão foram produzidos nove corpos de prova de concreto usinado e nove de concreto moldado no canteiro de obra. Para cada um dos concretos, três corpos de prova foram rompidos com 7, 14 e 28 dias de vida, respectivamente. Na Figura 6 é possível visualizar características de rompimento do concreto devido ao ensaio de resistência a compressão e observar também se o concreto foi bem adensado e se há presença de outros tipos de materiais, como no caso foi encontrado material desconhecido no concreto moldado na obra.

Figura 6 – Corpos de prova após ensaio de resistência à compressão.

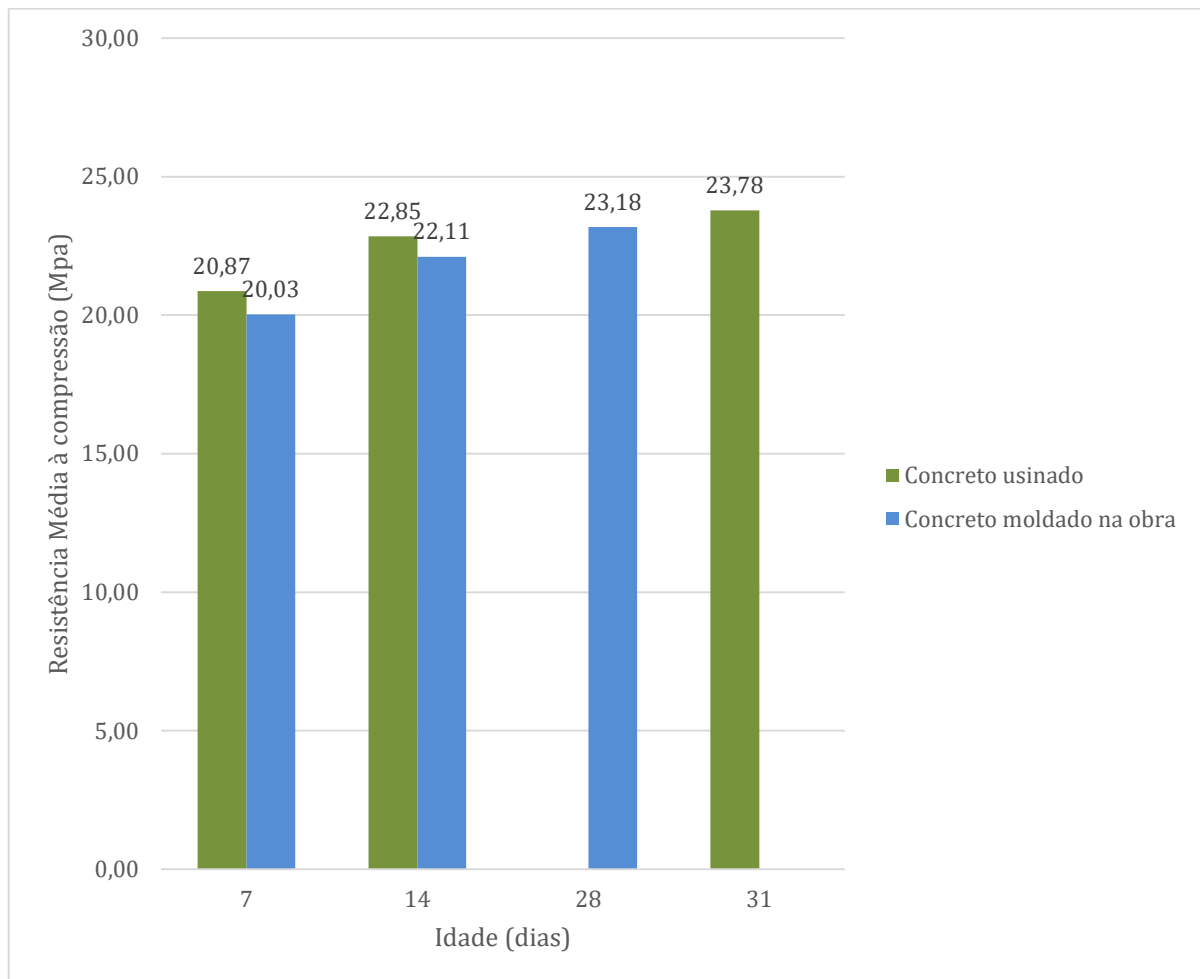


Fonte: Autor, (2022).

É válido ressaltar que devido ao ponto facultativo e seguidamente dois feriados, o laboratório de realização dos ensaios não estava funcionando, logo, não foi possível realizar o ensaio de resistência a compressão dos últimos três corpos de prova do concreto usinado com 28 dias de vida. Os corpos foram rompidos com 31 dias de vida. A média dos resultados com relação ao tempo de vida de cada corpo de prova é apresentado na Figura 7.

Apesar de se observar no momento de produção do concreto moldado in loco, o acréscimo, além do previsto, de água no concreto, e a presença de material desconhecido, como mostra na Figura 7, o mesmo atingiu uma resistência à compressão, valores médios (F_{cj}) para as determinadas idades, muito próxima ao resultado obtido no concreto usinado.

Figura 7 - Média dos resultados obtidos no ensaio de resistência à compressão do concreto usinado e concreto moldado na obra.



Fonte: Autor, (2022).

Apesar da pequena diferença dos resultados do ensaio de resistência à compressão, o concreto usinado apresentou melhor resistência à compressão e somente ele atendeu a condição do engenheiro do concreto de abatimento de 120 mm +- 20mm. Sabendo que o resultado do ensaio de abatimento do tronco de cone é considerado um dos principais parâmetros para aceitação do concreto na obra, torna inviável a utilização do concreto moldado na obra.

4 CONCLUSÃO

Como pode-se observar na Figura 7, os resultados obtidos no ensaio de resistência à compressão, tanto o concreto moldado na obra como o concreto usinado apresentaram

resultados insatisfatórios, uma vez que os concretos com 28 dias de vida não alcançaram a resistência desejada de projeto, 30 MPa.

De acordo com os resultados obtidos nos ensaios de abatimento do tronco de cone somente o concreto usinado satisfaz a solicitação de abatimento do engenheiro civil responsável pela obra, já o concreto moldado em obra não se encaixa nos padrões de aceitabilidade do concreto na obra. Sua utilização pode acarretar em diversos problemas estruturais na edificação.

Em trabalhos futuros pode-se realizar um estudo mais detalhado do controle de qualidade na produção dos concretos utilizados na obra, para apontar falhas e encontrar melhorias no processo de execução do concreto, evitando assim, possível surgimento de manifestações patológicas na estrutura.

Pode ser realizar também um estudo comparativo de qualidade e resistência à compressão entre prestadoras de serviços de concretagem para averiguar se de fato as empresas estão entregando concreto de qualidade com o mesmo abatimento e resistência solicitado pelo engenheiro civil, responsável pela obra.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a construtora Teto Engenharia por todo auxílio durante cada etapa de pesquisa deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇO DE CONCRETAGEM. **O que é concreto dosado em central**. Disponível em: <<http://www.abesc.org.br/assets/files/oque.pdf>> Acesso em: 16/04/2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimentos – Procedimento**: NBR 12 655. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**: NBR 5739. Rio de Janeiro, 2018.

_____. **Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova:** NBR 5738. Rio de Janeiro, 2015.

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

_____. **Projeto de estrutura de concreto – Procedimentos:** NBR 6118. Rio de Janeiro, 2014.

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

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

_____. **Agregados para concreto – Especificação:** NBR 7211. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **Execução de estruturas de concreto – Procedimento:** NBR 14931. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **Concreto – Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estrutura de concreto:** NBR 7680-1. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **Solo – Análise granulométrica:** NBR 7181. Rio de Janeiro, 2018

_____. **Amostras de solo – Preparação para ensaio de compactação e ensaios de caracterização:** NBR 6457. Rio de Janeiro, 2016.

_____. **Projeto de estrutura de concreto – Procedimentos:** NBR 6118. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **Concreto – Perda de abatimento - Método de ensaio:** NBR 10342. Rio de Janeiro, 2012.

ASSIS (2011) apud PALACIOS M. P. G., **Emprego de ensaios não destrutivos e de extração de testemunhos na avaliação da resistência à compressão do concreto**, Dissertação de M.Sc, FT/UnB, Brasília, Brasil, 2012.

DAS, Braja M. **Fundamentos de engenharia geotécnica.** São Paulo: Ligia Cosmo Cantarelli, 2007.

HABITZREITER, Maxoel. **Estudo Comparativo Entre Concreto Usinado e Concreto Produzido no Canteiro de Obras.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí, 2015.

HELENE, Paulo; ANDRADE, Tibério. **Concreto de Cimento Portland.** In: materiais de construção civil e princípios de ciência e engenharia de materiais. Ed. G. C. ISAIA. – São Paulo: IBRACON. 2007. vol 2.

Medeiros-Junior, R. A., Munhoz, G. S., Medeiros, M. H. F. (2019), “Correlações entre absorção de água, resistividade elétrica e resistência à compressão de concreto com diferentes teores de pozolana”, Revista ALCONPAT, 9 (2), pp. 152 – 162, DOI: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v9i2.335>

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. **Concreto: microestruturas, propriedades e materiais.** 2. ed. São Paulo: Ibracon, 2014.

NEVILLE, Adam Mathew. **Propriedades do concreto.** 2ª ed. Tradução: Salvador E. Giammusso. São Paulo: Ed. Pini. 1997. 829 p.

UNICAMP. **Estruturas de concreto**. Disponível em:
<<http://www.fec.unicamp.br/~almeida/ec702/EESC/introducao.pdf>> Acesso em: 22/04/2022.

PETRUCCI, Eladio G. R. **Materiais de Construção**. 8. ed. rev. Rio de Janeiro: Ed. Globo, 1981.

ANEXO I

Relação dos dados obtidos nos ensaios de resistência à compressão do concreto moldado na obra e concreto usinado.

Concreto moldado na obra

7 dias de vida	Média=20,03		Dp=1,9624
Corpo de prova	Diâmetro (mm)	Força (kN)	Fcj
1	101,64	166,20	20,4838
2	100,64	124,90	17,9639
3	100,55	171,81	21,6368

14 dias de vida	Média=22,11		Dp=1,7891
Corpo de prova	Diâmetro (mm)	Força (kN)	Fcj
4	100,32	155,92	19,7259
5	101,30	193,73	24,0374
6	99,64	175,92	22,5610

28 dias de vida	Média=23,18		Dp=0,9478
Corpo de prova	Diâmetro (mm)	Força (kN)	Fcj
7	101,15	175,9	21,8899
8	100,64	186,9	23,5001
9	100,26	190,61	24,1435

Concreto usinado

7 dias de vida	Média= 20,87		Dp=0,8015
Corpo de prova	Diâmetro (mm)	Força (kN)	Fcj
1	100,29	156,01	19,7491
2	99,72	166,01	21,3327
3	99,33	166,96	21,5457

14 dias de vida	Média= 22,85		Dp=1,3661
Corpo de prova	Diâmetro (mm)	Força (kN)	Fcj
4	100,02	189,90	23,6930
5	99,70	163,15	20,8981
6	100,45	189,88	23,9601

31 dias de vida	Média= 23,78		Dp=1,5394
Corpo de prova	Diâmetro (mm)	Força (kN)	Fcj
7	101,55	205,29	25,3391
8	100,03	192,30	24,4687
9	100,72	173,13	21,7296

$$Dp = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Dp= Desvio padrão

x_i = valor individual

\bar{x} = média dos valores obtidos no ensaio

n= número de corpos de prova rompidos em determinada idade