Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.2
2022/02 ISSN 2178-6925

RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO DO CONCRETO UTILIZADO EM CANTEIROS DE OBRAS DO MUNICÍPIO DE FORMIGA-MG

RESISTANCE TO COMPRESSION OF CONCRETE USED IN CONSTRUCTIONS AT THE MUNICIPALITY OF FORMIGA, MINAS GERAIS, BRAZIL

Leandro José Lima
Graduando em Engenharia Civil, Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG, Brasil.
E-mail: limajleandro@hotmail.com

Kátia Daniela Ribeiro
Professora Titular II, Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG, Brasil.
E-mail: katiaribeiro@uniformg.edu.br

Recebido: 25/01/2022 – Aceito: 17/02/2022

Resumo

A construção civil é um importante setor na economia brasileira, porém o retrabalho causado pela deficiência do produto final vem caindo sua produtividade. Esse artigo visa analisar a resistência à compressão de concretos dosados e misturados manualmente, em betoneira e também concreto usinado que são utilizados nos canteiros de obras no município de Formiga/MG, permitindo inferir sobra a qualidade das obras construídas com esses concretos. Foram selecionadas três obras nas quais eram empregados cada um dos tipos de fabricação de concreto analisados, sendo moldados cinco corpos de prova para cada tipo de fabricação, que foram submetidos a ensaios para determinação da massa específica e resistência à compressão. Observou-se que o excesso de água e a baixa quantidade de agregado graúdo no traço dos concretos virados *in loco*, manualmente e em betoneira, foram os responsáveis pela baixa resistência do concreto, permitindo inferir sobre uma má qualidade das obras de Formiga/MG.

Palavras-Chave: Controle de qualidade. Relação água/cimento. Traço do concreto.

Abstract

Civil construction is an important sector in the Brazilian economy, but the rework caused by the deficiency of the final product has been decreasing its productivity. This article aimed to analyze the resistance to compression of concrete produced manually, by concrete mixers, and concrete dosed in central, that are used in construction sites in the municipality of Formiga, Minas Gerais, Brazil, allowing inferences about the quality of the works built with these concretes. For each production method of concrete, it was molded five specimens which were submitted to tests to determine the specific mass and compressive strength. It was observed that the excess of water and the low amount of coarse aggregate in the mix of concrete turned in loco, manually and in a concrete mixer, were responsible for the low strength of the concrete, allowing inferences about the poor quality of the constructions in the municipally of Formiga.

Keywords: Quality control. Water/cement ratio. Concrete trace.

1. Introdução

A indústria da construção civil é um importante segmento da economia brasileira (ROMANO, 2007). Porém, de acordo com Oliveira (2017), este foi o setor que menos exibiu aumento na produtividade nas últimas duas décadas, sendo o retrabalho uma das grandes causas para esse cenário, ocasionado pela má qualidade do produto final.

Os transtornos referentes à propriedade e rendimento no setor de construção civil no Brasil são, cada vez mais, objetos de pesquisas e debates, criando uma propensão ao progresso de técnicas de avaliação e orientação de problemas ligados à não-similaridade dos produtos e serviços neste setor (ROCHA, 2007), ocorrendo transformações com o propósito de aumentar a qualidade referente a seus processos produtivos (NAVARRO, 2005).

Segundo Abellán-Garcia (2020), o bem mais relevante da construção civil é o concreto, além de ser o produto mais produzido no mundo em termos de proporção. O concreto é a combinação entre cimento, água, pedra e areia. No arranjo do composto feito para o concreto, devem-se determinar as quantidades desses materiais, sendo essa composição chamada de traço (DALLABRIDA; VEIGAS, 2014).

No concreto, os agregados desempenham papel importante, tanto do aspecto econômico quanto do aspecto técnico, agindo positivamente no acréscimo da resistência mecânica do concreto (TEODORO, 2013). Já a água, quando ausente,

complica a utilização do concreto, formando blocos de concretagem. Em contrapartida, a utilização excessiva de água, apesar de facilitar a utilização do concreto, enfraquece sua resistência consideravelmente (MACIEL; COELHO; PEREIRA, 2020).

Há diferentes métodos para a fabricação do concreto, entre eles: concreto manual, em betoneira e o concreto usinado (CDC). O concreto "virado *in loco*" é um método de fabricação comumente encontrado nos canteiros das obras executadas no município de Formiga/MG, no qual, para a liga e homogeneização do concreto, são manuseadas pás, enxadas ou pequenas betoneiras elétricas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇO DE CONCRETAGEM - ABESC, 2018). Geralmente, em obras de pequeno porte, esse concreto virado *in loco* é produzido sem orientação técnica e com mão de obra não qualificada, o que leva a pressupor que o concreto virado *in loco* não conquiste a resistência esperada (LOPES; TOMMASELLI, 2019).

Já o concreto usinado é aquele dosado e misturado em maquinário estagnado ou em caminhão betoneira transportado ou outro modelo de instrumento, atribuído ou não de trepidação, visando sua entrega ao local da obra antes do início do processo de pega, atendendo a local e tempo previamente definidos, para que se realizem os procedimentos posteriores à entrega, cruciais à obtenção de um concreto rígido com os atributos planejados (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2012).

A resistência do concreto está intimamente ligada à qualidade atribuída à obra, sendo obtida somente com a compatibilidade de todos os estágios de dosagem, mistura, transporte, lançamento, acabamento e cura do concreto (ALVES et al., 2017). Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi analisar a resistência à compreensão e a massa específica de concretos dosados e misturados manualmente, em betoneira e também concreto usinado que são utilizados nos canteiros de obras no município de Formiga/MG, permitindo inferir sobra a qualidade das obras construídas com esses concretos.

2. Metodologia

O estudo realizado apresenta caráter comparativo-quantitativo e foi conduzido entre os meses de maio e julho de 2021 no município de Formiga/MG, cujas coordenadas geográficas são latitude 20° 27’ 42’’ Sul e longitude 45° 25’ 58’’ Oeste.

Inicialmente, visitaram-se os canteiros das obras em execução no município, na época do experimento, para definir um canteiro de obra onde fosse utilizado concreto virado *in loco* manualmente (tratamento T1), outro que utilizasse concreto virado *in loco* em betoneira (tratamento T2) e um terceiro que utilizasse concreto usinado (tratamento T3).

Após a definição dos locais de estudo, moldaram-se os corpos de prova. Nos próprios canteiros de obras, foram moldados 5 (cinco) corpos de prova para cada tratamento (Figura 1), totalizando 15 (quinze) corpos de prova. Foram utilizados moldes cilíndricos de PVC com 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura.

Figura 1 – Corpos de prova de concreto usinado (CDC) moldados no próprio canteiro de obra.

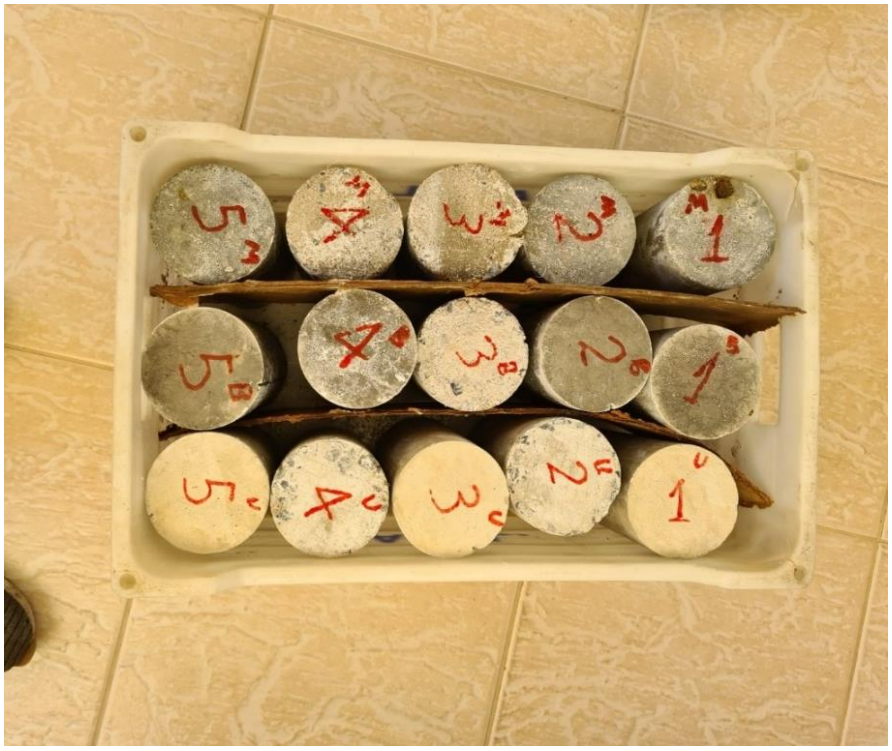


Fonte: O autor.

A moldagem foi realizada em duas camadas de concreto com aplicação de 12 golpes por camada para o adensamento manual realizado com uma haste metálica.

Finalizada a moldagem, os corpos de prova foram curados ao ar nas primeiras 24 horas. Ao fim desse período, os corpos de prova foram desmoldados, identificados (Figura 2) e submergidos em um reservatório com água contendo cal, conforme preconiza a Norma Brasileira Regulamentadora – NBR 5738 (ABNT, 2015).

Figura 2 – Corpos de prova desmoldados e identificados.



Fonte: O autor.

Os corpos de prova permaneceram imersos no reservatório durante 27 dias, sendo posteriormente retirados e curados ao ar por mais 24 horas, momento no qual foram pesados em balança analítica para obtenção da massa específica (relação entre massa e volume do corpo de prova), bem como foram submetidos a ensaio para determinação da resistência à compreensão.

O ensaio de resistência à compreensão foi realizado no laboratório da empresa CRV Construtora, localizada no município de Campo Belo/MG, sendo o

rompimento realizado em uma prensa manual da marca SOLOCAP (Figura 3), seguindo os procedimentos da NBR 5739 (ABNT, 2007).

A massa específica e a resistência à compreensão foram determinadas com cinco repetições para cada tratamento.

Figura 3 – Rompimento do corpo de prova em prensa manual.



Fonte: O autor.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância segundo delineamento inteiramente casualizado, bem como foram submetidos ao teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, para a comparação das médias. Para realização das análises estatísticas dos dados, utilizou-se o software SISVAR, versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

3. Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos para as análises de variância dos parâmetros analisados no experimento.

Não foi verificada diferença significativa entre os valores de massa específica obtidos para os tratamentos analisados. Independentemente da forma de fabricação, os concretos analisados apresentaram massa específica média de 2169,6 kg/m³, sendo este valor condizente com Pinheiro, Muzardo e Santos (2004), que dizem que a massa específica normalmente encontrada para concretos para fins estruturais está compreendida entre 2000 kg/m³ e 2800 kg/m³, sendo classificados como concretos leves aqueles cuja massa específica se encontra abaixo dessa faixa e, acima dela, os concretos são classificados como densos ou pesados. Portanto, com relação à massa específica, todos os concretos analisados adequam-se às finalidades estruturais às quais foram empregados nos canteiros de obras.

TABELA 1. Análises de variância para a massa especifica e para a resistência à compreensão dos concretos analisados (fonte de variação = tratamentos).

Parâmetro[1]	SQ	QM	Fc	Pr > Fc[2]	CV (%)	Média geral	Erro padrão
ME	25440,8	12720,4	2,79	0,101 ns	3,11	2169,60 [3]	30,18
R	135,02	67,51	11,87	0,0014 *	25,28	9,45 [4]	1,06

[1] ME = massa específica; R = resistência à compressão. [2] ns - não significativo; * significativo a 5%. [3] valores em kg/m³. [4] valores em MPa.
Fonte: Resultados da pesquisa, 2021.

Já a resistência à compressão dos concretos fabricados pelos diferentes métodos apresentou diferença significativa entre os tratamentos, sendo os valores médios desse parâmetro apresentados na Tabela 2. O concreto usinado apresentou maior resistência à compressão, praticamente o dobro do valor obtido para os concretos virados *in loco*, tanto manualmente quanto em betoneira.

TABELA 2. Valores médios da resistência à compressão para os tratamentos analisados.

Tratamento	Resistência à compreensão
Concreto manual	7,64 b
Concreto em betoneira	7,00 b
Concreto usinado	13,66 a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade

Essa maior resistência verificada para o concreto usinado pode estar relacionada ao traço adotado para a fabricação dos concretos virados *in loco*, que, segundo pedreiros e serventes das obras selecionadas, era constituído de 1 saco de cimento (50 kg) para 2 carrinhos de agregado miúdo (areia) para 1 carrinho de agregado graúdo (brita) com quantidade de água indeterminada , ou seja, a água é colocada na mistura conforme “bom senso” do servente, até ser atingida a trabalhabilidade considerada adequada por ele.

A qualidade do concreto está diretamente relacionada com o fator água/cimento (a/c), pois a quantidade de água tem grande influência na resistência do concreto. Geralmente, o fator água/cimento adequado está em torno de 0,4 – 0,7, de modo que se o concreto estiver com a/c = 0,3 apresentará baixa trabalhabilidade e, se estiver com a/c = 0,8, ficará enfraquecido (PEDROSO; TERTULINO; PULIDO, 2016).

A NBR 15900-1 (ABNT, 2009) determina que a água para o uso em concreto deve estar de acordo com as condições químicas ou com as condições de tempo de pega e com a resistência a compressão relatadas na norma. Entretanto, as maiores implicações da água sobre a resistência do concreto têm mais relação com a quantidade de água empregada do que com as impurezas que ela possa conter (AMARAL, 2016).

Para fins estruturais, a NBR 6118 impõe uma resistência à compressão mínima de 20 Mpa (ABNT, 2014). Para os concretos virados *in loco*, o valor obtido foi de apenas 7 MPa. O excesso de água na produção desses concretos foi um dos fatores que prejudicaram a resistência verificada nesse estudo.

Como mostra a Figura 4, o excesso de água utilizado na produção *in* loco de concreto é comumente observado nas obras do município de Formiga/MG. Passado de geração a geração, sem nenhum estudo e embasamento, os funcionários dos canteiros de obra acreditam que, quanto maior a quantidade de água na mistura, mais fácil será seu manuseio e rendimento do concreto, não se preocupando com o efeito prejudicial à resistência do concreto. Infere-se, portanto, de que falta mais acompanhamento dos engenheiros em obras, passando seus conhecimentos para os pedreiros a fim de seguir os padrões adequados pelas normas.

Outro fator que proporcionou a baixa resistência dos concretos virados *in loco* foi o uso de uma quantidade reduzida de agregados graúdos no traço adotado. A Tabela 3 apresenta os traços comumente usados na construção civil.

Figura 4 – Excesso de água nas amostras de concreto produzido em betoneira.



Fonte: O autor.

Para todos os traços apresentados na Tabela 3, a proporção de agregado miúdo é menor que a proporção de agregado graúdo, o que não ocorreu no traço informado para os tratamentos T1 e T2 deste trabalho. Segundo Habitzreiter (2015), os agregados realizam importante função no concreto, tanto econômica quanto tecnicamente, e desempenhando vantagens sobre alguns aspectos importantes, como a retração e o aumento da resistência ao desgaste.

TABELA 3 - Consumo de materiais por m³ de concreto.

Traço em volume	Consumo por m³ de concreto				Resistência a compressão aos 28 dias (provável)
	CIMENTO	AREIA	BRITA	ÁGUA	
C : A : B	Saco 50 kg	Litro	Litro	Litro	Mpa
1:1:2	10,3	363	726	226	40
1:1,5:3	7,7	409	818	189	35
1:2:2,5	7,5	528	660	206	29,8
1:2:3	6,9	486	728	210	25,4
1:2,5:3	6,4	562	674	207	22,8
1:2:4	5,94	420	840	202	21
1:2,5:3,5	5,86	517	724	208	19,5
1:2,5:4	5,5	487	780	201	18,5
1:2,5:5	4,9	435	870	195	15,7
1:3:5	4,6	486	810	202	12,4
1:3:6	4,2	441	882	198	10
1:4:8	3,2	456	912	194	Não

Fonte: Adaptado de Engenharia – Recursos Digitais e Aprendizagem, 2021.

Segundo Damineli, Pileggi e John (2017), bem como Victor (2020), a adoção de maior proporção de agregado graúdo em comparação ao agregado miúdo no traço está relacionado ao fato de que concretos com menor porcentagem de areia exigem menores teores de água para molhar o material, devido a uma menor superfície específica. E, como já foi mencionado anteriormente, menores quantidades de água na mistura acarretam em maiores resistências para o concreto. Novamente, infere-se sobre a necessidade de um acompanhamento mais frequente das obras pelos engenheiros, com a transmissão de informações técnicas aos colaboradores que executam as atividades nos canteiros de obras.

Com relação ao concreto usinado, o mesmo é dosado e misturado para atender a um determinado volume a ser gasto na obra e também para atender a uma determinada resistência característica (fck), sendo esses parâmetros definidos em projeto pelo engenheiro responsável pela obra. O concreto usinado analisado nesse trabalho foi comprado para atender a uma resistência de projeto de 25 MPa

(informação obtida no canteiro de obra), que, segundo Tabela 3, corresponde a um traço de 1:2:3 com relação água/cimento de 0,6. No município de Formiga/MG, o concreto usinado geralmente é utilizado na construção de lajes e raramente utilizado em fundações. Pressupõe-se que esse tipo de concreto já venha na dosagem e quantidade ideais a serem utilizadas na obra, eliminando grande parte de problemas futuros, inclusive no quesito resistência. Porém, os resultados da Tabela 2 mostram que esse tipo de concreto também não apresentou qualidade de fabricação, com uma resistência à compressão de 13,66 MPa, quase metade do valor desejado que era de 25 MPa.

Na produção do concreto usinado, o atendimento aos padrões de projeto (fck) depende da qualidade de cada um dos materiais que compõem a mistura (granulometria dos agregados, resistências dos agregados, densidade dos mesmos, entres outras); do traço e da dosagem de aditivos (ROMANO, 2004; MOLIN FILHO et al., 2019)). Como se trata de um processo feito longe dos olhos do responsável técnico, torna-se difícil o controle desses fatores, o que pode vir a comprometer a resistência final do concreto, como verificado nesse estudo. Um maior tempo de cura teria gerado maior resistência, conforme observou Souza (2002), em seu estudo sobre a resistência à compressão dos concretos submetidos a diferentes condições de curas, no qual verificou a ocorrência de acréscimo contínuo da resistência no decorrer de um período de um ano. E essa seria uma solução a ser investigada.

Por fim, a qualidade do concreto usado nas obras de Formiga/MG não está dentro dos padrões de qualidade devido ao traço utilizado, o qual apresenta excesso de água e/ou falta de agregados graúdos, no caso da produção *in loco*. E mesmo o concreto usinado, a terceirização do serviço não conferiu qualidade ao concreto analisado no presente estudo. Reforça-se a importância da presença de profissionais qualificados acompanhado os serviços feitos nas obras construtivas do município.

4. Conclusões

O processo de fabricação não interferiu nos valores de massa específica dos concretos analisados, cujos valores apresentaram-se normais.

Os concretos virados *in loco*, tanto o misturado manualmente quanto em betoneira, apresentaram valores de resistência muito aquém do determinado pela NBR 6118, sendo a baixa resistência devida ao traço inadequado e ao excesso de água adotados na mistura.

O concreto usinado apresentou a maior resistência à compressão entre os tratamentos, no entanto não atendeu às condições de projeto (fck = 25 MPa).

Para as condições do presente estudo, a qualidade do concreto utilizado nos canteiros das obras do município de Formiga/MG apresentou-se inadequada, em termos técnicos e em comparação à literatura e normas.

Referências

ABELLAN-GARCIA, Joaquín et al . Factorial design of reactive concrete powder containing electric arc slag furnace and recycled glass powder. **Dyna rev.fac.nac.minas**, Medellín , v. 87, n. 213, p. 42-51, June 2020 . DOI: https://doi.org/10.15446/dyna.v87n213.82655.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇO DE CONCRETAGEM - ABESC. **Princípios básicos.** 2018. Disponível em: <www.abesc.org.br/assets/files/pricipios-basicos.pdf>. Acesso em 03 set. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15900-1 - Água para amassamento do concreto Parte 1: Requisitos**. 2009. Disponível em: <https://freitag.com.br/files/uploads/2018/01/portaria_norma_473.pdf>. Acesso em: 01 out 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 5738** - **Concreto — Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. 2015. Disponível em: <http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/15030/material/NBR%205738%20-%2015_aula.pdf>. Acesso em 01 out. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 5739** - **Concreto — Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**. 2007. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/19077454/nbr-5739-2007-concreto-ensaio-de-compressao-de-corpos-de-prova-cilindricos>. Acesso em 01 out. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6118** - **Projeto de estruturas de concreto - Procedimento**. 2014. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5591979/mod_resource/content/1/10%20NBR%206118.pdf>. Acesso em 01 out. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7212** - **Execução de concreto dosado em central – Procedimento**. 2012. Disponível em: <http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/15030/material/NBR%207212%20-%2012_aula_sitepuc.pdf>. Acesso em 01 out. 2021.

ALVES, A. et al. Compressive strength values dispersion of side-mixed and ready-mixed concretes. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais [online].** 2017, v. 10, n. 05, p. 972-984. DOI: https://doi.org/10.1590/S1983-41952017000500002.

AMARAL, Elisa Monteiro do. **Análise da influência da granulometria e dispersão das partículas nas propriedades de concretos refratários.** Belo Horizonte: CEFET-MG, 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Materiais). Disponível em: <https://www.eng-materiais.bh.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/189/2018/06/TCC_1%C2%BA_2016-Elisa-Monteiro-do-Amaral-vers%C3%A3o-final.pdf >. Acesso em 10 nov. 2021.

DALLABRIDA, Ana Paula Piaia; VEIGAS, Camila. **Avaliação da resistência à compressão do concreto usinado: comparação entre o método de moldagem remota e moldagem in loco.** 2014. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014. Disponível em:

<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3393/1/PB_COECI_2014_2_6.pdf>. Acesso em 10 nov. 2021.

DAMINELI, B. L.; PILEGGI, R. G.; JOHN, V. M. Influence of packing and dispersion of particles on the cement content of concretes. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais [online].** 2017, v. 10, n. 05, p. 998-1024. DOI: https://doi.org/10.1590/S1983-41952017000500004.

ENGENHARIA – RECURSOS DIGITAIS E APRENDIZAGEM. **Traço concreto – tabela prática**. 2021. Disponível em: <http://recursosengenharia.blogspot.com/2017/05/traco-concreto-tabela-pratica.html>. Acesso em 10 nov. 2021.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciênc. Agrotec. [online].** 2014, vol.38, n.2 [citado 2015-10-17], pp. 109-112. Disponibleen: ISSN 1413-7054

HABITZREITER, M. **Estudo comparativo entre concreto usinado e concreto produzido no canteiro de obras**. Ijuí: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/bitstream/handle/123456789/3865/TCC%20Maxoel%20Habitzreiter.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 02 out. 2021.

LOPES, M. M.; TOMMASELLI, M. A. G. **Estudo comparativo entre concreto usinado e concreto produzido no canteiro de obras**. Dourados: Universidade Federal da Grande Dourados, 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil). Disponível em: <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/2355/1/MatheusMarraLopes.pdf>. Acesso em 27 ago. 2021.

MACIEL, Lucas Damas; COELHO, Adenilson Roberto; PEREIRA, Helena Ravache Samy. Estudo das propriedades do concreto convencional com aditivo ou adição de água para correção de consistência. **Matéria (Rio de Janeiro) [online].** 2020, v. 25, n. 04. DOI: https://doi.org/10.1590/S1517-707620200004.1211.

MOLIN FILHO, R. G. D. et al. Study of the compressive and tensile strenghts of self-compacting concrete with sugarcane bagasse ash. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais [online].** 2019, v. 12, n. 04, p. 874-883. DOI: https://doi.org/10.1590/S1983-41952019000400009.

NAVARRO, G. P. **Proposta de um sistema de indicadores de desempenho para a gestão da produção em empreendimentos de edificações residenciais**. Porto Alegre: UFRS, 2005. 165f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia). Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/10155>. Acesso em 05 set. 2021.

OLIVEIRA, L. B. de. **Elementos da metodologia ágil para o controle da qualidade de obras–método LTPA**. Recife: UFPE, 2017. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/30470/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O%20Lorena%20Brenda%20de%20Oliveira.pdf>. Acesso em 03 set. 2021.

PEDROSO, B.; TERTULINO, B.; PULIDO, A. Influência do fator água/cimento para a resistência do concreto. In: VII CONCCEPAR: Congresso Científico da Região Centro-Ocidental do Paraná/Centro Universitário Integrado de Campo Mourão. **Anais.** Campo Mourão, PR: Centro Universitário Integrado de Campo Mourão. 2016. Disponível em: <https://conccepar.grupointegrado.br/resumo/influencia-do-fator-aguacimento-pararesistencia-do-concreto/480/854>. Acesso em: 02 nov 2021.

PINHEIRO, Libânio M.; MUZARDO, Cassiane D.; SANTOS, Sandro P. **Estruturas de concreto – capítulo 2**. Março de 2004. Disponível em:

<http://www.fec.unicamp.br/~almeida/ec702/EESC/Concreto>. Acesso em: 01 nov 2021.

ROCHA, M. Q. B. da. **Elaboração de indicadores e uso de ferramentas de controle da qualidade na execução de obras prediais**. Rio de Janeiro: UERJ, 2007. 193 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Disponível em <http://www.labbas.eng.uerj.br/pgeciv/sub/temas/Resumo-16/16.pdf>. Acesso em 27 ago. 2021.

ROMANO, C. A. **Apostila de tecnologia do concreto.** Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, 2004. Disponível em: <http://site.ufvjm.edu.br/icet/files/2013/04/Concreto-02.pdf> Acesso em 05 set. 2021.

ROMANO, B. D. **Programas da qualidade na construção civil do Brasil**: uma análise sob a ótica da teoria institucional. Universidade Federal do Espírito Santo. 2007. Disponível em: <http://www.fgvsp.br/iberoamerican/Papers/0410_Conf.Iberoamerican.pdf> Acesso em 05 set. 2021.

SOUZA, J. **Controle Tecnológico Básico do Concreto**. NEPAE - Núcleo de Ensino e Pesquisa da Alvenaria Estrutural. São Paulo, SP, 2002.

TEODORO, Sabrina Bastos. **Avaliação do uso da areia de britagem na composição do concreto estrutural.** Juiz de Fora: UFJF, 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil). Disponível em: <https://www.ufjf.br/engenhariacivil/files/2012/10/TCC-AVALIA%C3%87%C3%83O-DO-USO-DA-AREIA-DE-BRITAGEM-NA-COMPOSI%C3%87%C3%83O-DO-.pdf>. Acesso em 10 nov. 2021.

VICTOR, J. **A influência do agregado graúdo no concreto**. 31 de julho 2020. Disponível em: < https://www.guiadaengenharia.com/a-influencia-do-agregado-graudo-no-concreto/>. Acesso em: 03 nov 2021.