

ESTUDO COMPARATIVO DOS CONCRETOS USINADOS E PRODUZIDOS EM OBRAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE EM LAMBARI MG

Aluno: Marcos Vinícius Moreira da Silva^{1*}

Orientadora: Prof. Esp. Geisla Aparecida
Maia Gomes^{2*}

RESUMO

Nos dias de hoje, existem inúmeros meios de produção do concreto e os mais comuns são o concreto produzido em canteiros de obra e o concreto produzido por central de usinagem. O concreto rodado em obra é o mais utilizado para a concretagem de obras de pequeno porte, já que é inviável financeiramente contratar um volume baixo de concreto usinado. A pesquisa tem como objetivo comparar a resistência à compressão das amostras de concreto rodado em obra e o concreto usinado. Sendo assim, foram escolhidas 7 obras na cidade de Lambari - MG, para coletar o material. Em 5 das 7 obras foi colhido o concreto rodado no local e nas outras 2 o concreto usinado. Os ensaios foram praticados em laboratório por meio da utilização da prensa hidráulica. Finalmente, após o experimento constatou-se que o concreto usinado apresentou um resultado superior, tratando-se de resistência à compressão.

Palavras-chave: Estruturas de concreto. Produção de concreto. Resistência à compressão.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Ribeiro et al (2016), o concreto é amplamente utilizado como material de construção, os engenheiros estão preocupados com a qualidade do concreto produzido no projeto porque têm características preocupantes de resistência mecânica e processabilidade. As características estruturais mínimas recomendadas pela norma atual podem ser afetadas.

¹ Graduando Engenharia Civil, Centro Universitário do Sul de Minas - MG.

E-mail: marcos.vinicius@alunos.unis.edu.br

² Engenheira Civil, Mestranda em Estatística Aplicada. Docente no Centro Universitário do Sul de Minas.

E-mail: geisla.gomes@unis.edu.br

No entanto, existem vários fatores que podem alterar o nível de qualidade e as propriedades mecânicas do concreto, incluindo o método de dosagem aplicado; o tipo e a qualidade dos materiais usados em sua composição; e como é feito. O concreto pode ser mecânico (mecânico ou betoneira) ou manual.

De acordo com Santiago (2011), a variação na produção deste material afeta a resistência final, resultando um concreto não conforme, que pode levar à não aceitação ou restrição de uso na estrutura e, em casos extremos, existe a probabilidade da inviabilização da obra.

Dessa forma, esta pesquisa tem como intuito desenvolver um estudo comparativo entre os dois tipos de concreto mais utilizados na região, o concreto produzido em obra e o concreto usinado, com fins de contribuir com o campo acadêmico. Este trabalho será realizado por intermédio de uma pesquisa de caráter comparativo onde serão colhidas amostras do concreto de quatro obras diferentes em Lambari-MG e também duas amostras de concreto usinado a fim de chegar ao resultado esperado.

Deve-se destacar a relevância do trabalho para os profissionais da área e também para a população, levando em consideração o levantamento de informações, comparando as resistências à compressão obtidas, indicando as possíveis contradições e causas que possam influenciar os resultados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conceituação do concreto

Basicamente o concreto é constituído de cimento, agregados miúdos, agregados graúdos e água. Um ponto importante no preparo do concreto é o cuidado com a qualidade e quantidade da água que será utilizada. Segundo o Portal do Concreto (2016), se a porção for inferior, a reação não acontecerá completamente e se for excessiva, a resistência irá reduzir em função dos poros que acontecerão quando este excesso evaporar.

O concreto deve ter uma boa distribuição granulométrica, para preencher todos os vazios, já que a porosidade tem interferência na permeabilidade e na resistência das estruturas de concretos (NEVILLE, 1982).

A proporção entre todos os materiais que fazem parte do concreto é também conhecida por dosagem ou traço, sendo que pode obter concreto com características especiais, ao acrescentar à mistura, aditivos, isopor, pigmentos, 10 fibras ou outros tipos de adições. Ainda segundo o Portal do Concreto (2016), todos os elementos usados na dosagem devem ser previamente explorados em um laboratório, para que sua qualidade seja constatada e para atingir os dados necessários para a preparação do traço (massa específica, granulometria, etc.)

Segundo o *American Concrete Institute* (ACI 211, 1990), o concreto estrutural leve é um concreto estrutural em todos os sentidos. Visando a redução do custo total, o concreto é feito com agregados leves, sendo seu peso específico aproximadamente igual a dois terços do peso específico do concreto feito com agregado normal.

2.2 Materiais para concreto

2.2.1 Cimento

De acordo com a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2002), com a fabricação do cimento, houve uma inovação na engenharia civil, descobrindo um dos principais materiais para a construção civil atual. Basicamente, o cimento é um pó fino com propriedades aglomerantes, com a mistura de água, o endurece, na qual se dá o nome de hidratação.

O cimento é fabricado a partir de dois elementos existentes na natureza: o calcário, que é uma rocha, e a argila, que é um tipo de solo. Em uma temperatura aproximadamente de 1500°C, eles são mexidos e assentados num forno. O material que sai do forno, tem um aspecto de pedras escuras, chamado clínquer. Após ser resfriado e moído, resulta num pó, que é o cimento. No processo de moagem, acrescenta gesso para regular o tempo de pega do cimento.

A escolha do tipo de cimento influencia na resistência do concreto. No decorrer do tempo, as características físico-químicas do cimento evoluíram, já existindo tipos de cimentos no mercado atual, conforme apresentados no quadro 1.

Quadro 1: Composição do cimento Portland

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

Fonte:(Kihara e Centurione, 2005).

2.2.2 Agregados

Os agregados constituem materiais minerais sólidos no formato de grãos, componentes de concreto e argamassa.

A NBR 7211 (ABNT, 2009) define:

os agregados devem ser compostos por grãos de minerais duros, compactos, estáveis, duráveis e limpos, e não devem conter substâncias de natureza e em quantidade que possam afetar a hidratação e o endurecimento do cimento, a proteção da armadura contra a corrosão, a durabilidade ou, quando for requerido, o aspecto visual externo do concreto.

Os tipos de agregados utilizados nos concretos são:

- Agregado miúdo (Areia): de acordo com a NBR NM 248 (ABNT, 2003), os agregados precisam passar pela peneira com abertura de malha de 4,75 mm e retido na peneira com abertura de malha de 150 μ m.
- Agregado Graúdo (Brita): de acordo com a NBR NM 248 (ABNT, 2003), os agregados precisam passar pela peneira com abertura de malha de 75 mm e retidos na peneira com abertura de malha de 4,75 mm.

2.2.3 Água

Segundo Yazigi (2007), a água é um dos elementos mais importantes para que a mistura fique em condições de trabalho, pois ajuda na fixação e adensamento, reagindo quimicamente com o cimento. O excesso de água permanece na argamassa até se evaporar, deixando canais capilares e pequenas bolhas no produto. Quanto mais água existir na mistura, maior será o número de vazios e a tendência é que a mistura seja menos resistente. Sempre haverá vazios no concreto, já que a água é necessária para hidratar o cimento.

As impurezas da água podem afetar a liga no cimento, por conta disso é tão importante estar atento à qualidade da água. Essas impurezas podem interferir na resistência do concreto, acarretar manchas em sua superfície ou até mesmo levar a corrosão das armaduras.

2.3 Propriedades do Concreto fresco

Segundo Bauer (2000), o concreto fresco apresenta as seguintes propriedades: mistura, transporte, lançamento, adensamento e a cura.

A **mistura** é a operação de concreto cujo principal objetivo é o resultado de um conjunto homogêneo do agrupamento interno dos agregados, aglomerantes, aditivos e água. A mistura também pode ser feita com o uso de máquinas chamadas de betoneiras. O amassamento mecânico em canteiro deve durar, segundo a NBR 6118, o tempo necessário para permitir a homogeneização da mistura e seus elementos. O tempo aumenta com o volume dos componentes do concreto e será tanto maior quanto mais seco for o mesmo.

Segundo Bauer (2000), a localização e volume da obra influenciam muito no transporte do concreto do seu local de fabricação até o de aplicação. Já que esses fatores muitas vezes definem a trabalhabilidade que o concreto deverá ter.

O **transporte** pode ser feito na horizontal, pode ser inclinado por meio de calhas e chicanas ou tapetes rolantes ou na vertical com o auxílio de guinchos ou guindastes. Há também outro modo de transportar o concreto, que é bastante utilizado em obras de grande e médio porte, é o bombeamento. Esse método é mais flexível e rápido (30 a 60³m/h). O

diâmetro dos tubos, nesse caso, deverá ser de pelo menos 3 vezes o diâmetro máximo da areia e brita juntos.

De acordo com Bauer (2000), o **lançamento** é a colocação do concreto nas formas ou local de aplicação. Esse processo é dividido em três etapas sendo a primeira a preparação da superfície, em seguida a colocação do material transportado e por fim a maneira como deverá ficar depositado, para receber a compactação. O concreto não pode demorar mais de uma hora entre o fim do amassamento até o lançamento, a não ser que seja usado um aditivo retardador e a altura de queda não pode ultrapassar 2 metros para que não haja segregação do concreto.

Após o lançamento do concreto nas fôrmas, é indispensável torná-lo o mais compacto possível, impulsionando a saída do ar aprisionado no seu interior e facilitando a arrumação interna das partículas do agregado, ligando-se umas às outras. Uma simples porcentagem de vazios pode acarretar em uma redução de resistência. Portanto é imprescindível que sejam eliminados os vazios por meio de um **adensamento**. Pode ser manual ou vibratório.

O método manual é realizado com equipamentos mais rudimentares, como barras de aço, por exemplo. Quando se utilizam soquetes, submete-se a camada de concreto a choques repetidos. Nesse caso o número de golpes é mais importante que a energia de cada um, desde que essa energia ultrapasse um determinado valor.

O método de vibração gera uma distribuição de energia mecânica na massa do concreto, porque contrapõe com as ligações de contato, eliminando o atrito interno, o que descomplica o adensamento provocado pelo peso dos componentes. Desse modo, como é muito maior do que o ar, permite que o ar seja repellido.

Para Pini (2012), a **cura** são vários métodos empregues para controlar a hidratação do cimento, garantindo que o concreto endureça de modo correto e que as estruturas exponham o desempenho calculado. Uma das principais funções da cura é evitar que o concreto perca água e retraia abruptamente, o que acarretaria fissuras.

O endurecimento do concreto ocorre por um processo químico de hidratação. A hidratação é a reação que dá origem à liga e ao endurecimento da mistura.

De acordo com Metha e Monteiro (1994) em condições normais de temperatura, os constituintes do cimento começam a se hidratar a medida em que a água é adicionada mas as reações de hidratação retardadas consideravelmente quando os produtos de hidratação cobrem os grãos de cimento anidro. Tempo e umidade são, portanto, fatores importantes nos

processos de hidratação. Além do mais, como em todas as reações químicas, a temperatura tem um efeito acelerador sobre as reações de hidratação.

2.4 Propriedades do Concreto endurecido

De acordo com a NBR 12655 (ABNT, 2015), quando um concreto é identificado no estado sólido e desempenhou uma resistência mecânica, o concreto está endurecido.

O concreto endurecido precisa de resistência mecânica e durabilidade compatíveis com as determinações do projeto e o ambiente onde a estrutura será construída.

No concreto, a resistência está relacionada com a tensão máxima necessária para causar a ruptura. Mesmo não tendo sinais de fratura externa, o corpo de prova é considerado rompido quando não suporta uma carga maior, isso devido ao estado avançado de fissuração interna atingido.

Segundo Mehta e Monteiro (1994), o fator água/ cimento é o mais importante para determinar a porosidade e resistência do concreto. Porém outros fatores podem influenciar nesta propriedade, como: condições de cura, adensamento, dimensões e mineralogia do agregado, aditivos, condições de umidade e geometria do corpo de prova e velocidade de carregamento.

No entanto, dificilmente apenas um único fator varia, pois o seu efeito pode somar ou se compensar com os outros, resultando em um efeito combinado de várias coisas.

2.5 Concreto rodado em obra

O concreto feito em obras é produzido dentro das barreiras do canteiro de obras, sendo que pode ser produzido em uma central com tecnologia para obter uma qualidade melhor.

O concreto virado na obra é aquele ordenado pelos próprios serventes no canteiro de obras. Para a dosagem, esses trabalhadores utilizam latas ou baldes para realizar as medidas dos materiais do concreto, como é uma forma mais artesanal, as medidas não são precisas, esse processo pode apresentar baixa qualidade do produto. A mistura é realizada com betoneiras ou enxadas.

Nos dias de hoje, esses concretos gerados no canteiro de obras são questionados, por apresentar uma qualidade inferior em comparação ao concreto usinado, que possui uma tecnologia e controle de qualidade do produto.

Segundo MAYOR (2012), hoje em dia, com toda a tecnologia existente, desenvolvida para o concreto, contando com aditivos, controle tecnológico do concreto, equipamentos diversos, centrais dosadoras móveis e afins, 'virar concreto na obra' passou a ser uma atividade que deve ser muito bem pensada e analisada.

2.6 Concreto usinado

De acordo com Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Concretagem (ABESC, 2019), o concreto usinado é seguro, prático, econômico, alta trabalhabilidade, e são garantidos por meio de certificados da resistência e da dosagem.

Segundo Regattieri e Maranhão (2011), o concreto dosado em central surgiu para suprir a necessidade de grandes volumes de concreto em um período curto de tempo com pequenas variações na resistência mecânica do mesmo. Este deve compreender algumas vantagens, tais como: velocidade de preparação e transporte, racionalização dos canteiros de obra, flexibilidade das propriedades do concreto e controle da qualidade.

Como trata-se de um produto industrializado, o concreto já chega pronto na obra, apenas para ser despejado nas formas preparadas. Isso facilita os processos fundamentais nessa etapa da obra, além que os caminhões betoneiras comportam um volume grande, possibilitando um consumo maximizado do concreto e a minimização de mão de obra.

Um problema que às vezes pode acontecer em grandes centros urbanos é o atraso de caminhões betoneiras devido à probabilidade de engarrafamentos e imprevistos ao decorrer do trajeto. Portanto, precisa ter um cuidado especial para que a logística da chegada desses caminhões seja ideal.

3 METODOLOGIA

Tratou-se de uma pesquisa com caráter comparativo, portanto, na primeira etapa, foram coletadas amostras de concreto produzido em 5 obras correntes da construção civil, ou seja, obras residenciais de pequeno e médio porte, na cidade de Lambari, em Minas Gerais.

Para preservar, de maneira ética, a privacidade dos operadores, engenheiros civis e arquitetos, as obras serão denominadas, como caráter meramente indicativo, de “Obra 1”, “Obra 2”...“Obra 5”.

Em todos os cinco empreendimentos visitados, foram coletadas três amostras de corpos-de-prova de concreto feitos in loco, e a linha foi projetada para atingir a F_{ck} de 25 MPa. A data da coleta pode ser vista no Quadro 2.

Quadro 2: Datas das coletas do concreto In Loco.

Obras	Data da coleta
Obra 1	03/06/2021
Obra 2	03/06/2021
Obra 3	03/06/2021
Obra 4	03/06/2021
Obra 5	03/06/2021

Fonte: O autor (2021).

Também foram coletadas três amostras de concreto usinado nos dois projetos, com o objetivo de atingir a F_{ck} de 25 MPa. Veja o Quadro 3 para a data de coleta de cada lote.

Quadro 3: Datas das coletas do concreto usinado.

Obras	Data da coleta
Obra 1	04/06/2021
Obra 2	04/06/2021

Fonte: O autor (2021).

3.1 Coleta de Dados de Concreto moldado In Loco

Na coleta do concreto moldado *in loco*, foi constatada a produção de duas formas diferentes. Na maior parte das obras o concreto foi produzido com auxílio da betoneira estacionária, como pode ser visto na Figura 1 e outra parte do concreto foi produzido através de uma enxada, como pode ser visto na Figura 2.

Figura 1: Concreto produzido em betoneira.



Fonte: O autor (2021).

Figura 2: Concreto produzido em betoneira.



Fonte: O autor (2021).

Para realizar a coleta de concreto moldado in loco, foi realizado de acordo com a norma NBR 5738:2015, prescreve o procedimento para moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos e prismático

As amostras terão suas dimensões de 10 centímetros e altura de 20 centímetros, serão coletadas no momento em que serão lançados esses concretos. O molde cilíndrico estará limpo e com uma fina camada de óleo mineral, conforme a figura 3.

Figura 3: Molde preparado para recebimento do concreto.



Fonte: O autor (2021).

Foram coletados três corpos de prova de cada obra visitada. Os corpos de provas foram preenchidos em duas etapas para que houvesse um melhor adensamento do mesmo dentro do corpo cilíndrico.

Com auxílio de uma concha em formato de U, deverá ser preenchido até a metade do cilindro de concreto e serão realizados doze golpes em cada amostra para realizar o adensamento, conforme a figura 4.

Figura 4: Primeira parte do adensamento.



Fonte: O autor (2021).

Na segunda etapa, o resto do cilindro foi preenchido e realizado o mesmo processo com doze golpes em cada amostra para obter um melhor adensamento, conforme a figura 5. Para finalizar, será feito o arrasamento do molde com uma colher de pedreiro, conforme a figura 6.

Figura 5: Segunda parte do adensamento.



Fonte: O autor (2021).

Figura 6: Arrasamento com uma colher de pedreiro.



Fonte: O autor (2021).

3.2 Coleta de Dados Concreto Usinado

A coleta de amostra do caminhão betoneira, contratado para a concretagem de uma empresa especializada, foi de acordo com a norma regulamentadora de preparo ABNT NBR:12655 (1996). As amostras foram coletadas após os primeiros 15% de cada caminhão.

A coleta foi realizada em duas obras diferentes, na qual foram contratados os concretos usinados. O processo de coleta é o mesmo do concreto In Loco.

3.3 Cura e Armazenamento do Concreto

Estes moldes foram armazenados em um local protegido por um período de 24 horas, sendo então levados a um local protegido e submersos em um tanque com água onde foram curados para realização dos ensaios, conforme a figura 7.

Os corpos de provas foram rompidos com idade de 28 dias, obtendo assim, a resistência à compressão referente à idade ensaiada. Com esses dados, será analisada a diferença de resistência do concreto virado na obra, comparando-as com concreto usinado.

Figura 7: Corpos de prova submersos no tanque.



Fonte: Mapa da obra (2017).

3.4 Determinação da resistência do concreto aos 28 dias

As amostras cilíndricas foram processadas adequadamente para que sua superfície não tenha irregularidades ou defeitos. Posteriormente, as bandejas para distribuição dos corpos-de-prova foram devidamente limpas.

Em seguida, posicione cuidadosamente o objeto a ser testado, e centralize a placa inferior com o auxílio do círculo de referência na prensa, de forma que seu eixo fique

consistente com o eixo da máquina, gerando assim uma força resultante passando pelo seu centro, conforme a figura 8.

Figura 8: Rompimento de corpo de prova por meio de prensa hidráulica.



Fonte: O autor (2021).

A resistência à compressão, em MPa, foi calculada de acordo com as expressões 3, 4 e 5. A expressão 3, onde r é o raio do corpo de prova, foi utilizada para calcular a área do corpo de prova (A), em milímetros.

$$A = \pi * r^2 \quad (3)$$

Após isso, foi calculada a resistência em Newtons (N) pela expressão 4. Onde tem-se que F é a força, em Newtons, F_c é a força de compressão retirada da prensa em Tonelada-força (Tf).

$$F = F_c * 10000 \quad (4)$$

Por fim, foi utilizada a Expressão 5 para calcular a resistência à compressão (R), em MPa, que é a razão entre a força F e a área do corpo de prova, A .

$$R = \frac{F}{A} \quad (5)$$

Através das combinações dessas fórmulas citadas acima, foram calculados os valores das resistências à compressão de cada corpo de prova

3.5 Comparação de resultados

Para comparação de dados, são utilizadas estatísticas descritivas, que fornecem um resumo de fácil compreensão da amostra da pesquisa. O resumo pode ser quantitativo ou visualização pode formar a base da descrição inicial dos dados, É o suficiente por conta própria. (SANTOS, 2017).

Após o teste e o resultado de resistência da amostra na mão, cálculos foram feitos para comparar a resistência realizada Para diferentes tipos de fôrmas de concreto, o valor médio é usado no cálculo Aritmética simples. A média aritmética simples nos fornece uma medida de centralidade, derivado da divisão da soma pelo número de números adicionados, conforme mostrado na Expressão 6 (SANTOS, 2017).

(6)

$$Xm = \frac{\Sigma x}{y}$$

Tem-se:

- Xm = Média aritmética.
- Y = Número de amostras.
- X = somatório dos valores encontrados.

Após a utilização desta fórmula, obtém-se o valor médio de cada tipo de concreto.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Resistências Características à compressão

Para todos os concretos coletados, foi exigida uma resistência característica à compressão (F_{ck}) de 25 MPa. Para ambos, os procedimentos para moldagem dos corpos de prova foram iguais, buscando uma regularidade nos resultados.

Após o rompimento de todos os corpos de prova à compressão aos 28 dias, obteve-se os resultados de todos os concretos *In loco* conforme mostra o Quadro 4.

Quadro 4: Resistências ao rompimento do concreto produzido no canteiro de obras.

Lotes	Resistência Compressão 1 (MPa).	Resistência Compressão 2 (MPa).	Resistência Compressão 3 (MPa).
Lote 1	15,19	15,23	15,11
Lote 2	17,69	17,57	17,78
Lote 3	10,43	10,48	10,39
Lote 4	11,65	11,74	11,77
Lote 5	15,92	16,04	15,97

Fonte: O autor (2021).

O lote 1 (um) e 2 (dois) de concreto rodado em obra foram utilizados em lajes e fabricados com auxílio de uma betoneira, o lote 3 (três) foi utilizado em viga e foi fabricado através de uma enxada e por fim, os lotes 4 (quatro) e 5 (cinco) foram utilizados em pilar, onde apenas o 5 (cinco) foi utilizado uma betoneira para a fabricação..

Os lotes 3 (três) e 4 (quatro) obtiveram um valor menor dos demais, um dos motivos que ambos foram virados na rua através de enxada, onde o cuidado do controle de dosagem foi menor e na hora da coleta, estava garoando no concreto, onde aumentou o consumo de água.

Também após os 28 dias de cura, foram realizados os testes de rompimento da compressão dos corpos de prova do concreto produzido em central de usinagem, conforme o Quadro 5.

Quadro 5: Resistências ao rompimento do concreto usinado.

Lotes	Resistência Compressão 1 (MPa).	Resistência Compressão 2 (MPa).	Resistência Compressão 3 (MPa).
Lote 1	23,95	23,98	23,97
Lote 2	24,12	24,03	23,97

Fonte: O autor (2021).

Para os lotes de concreto usinado, as amostras foram retiradas do centro e dos finais das cargas, desprezando os primeiros 15% de cada caminhão, como rege a norma ABNT NBR:12655 (2015). O concreto foi bombeado diretamente nas formas de vigas e lajes.

Foram coletadas 3 (três) amostras em cada obra visitada, obtendo os valores das resistências, onde foi possível calcular a resistência à compressão média. O Quadro 6 demonstra estes valores.

Quadro 5: Resistências médias ao rompimento do concreto *In loco*.

Obras	Resistência Compressão Média (MPa)
Lote 1	15,18
Lote 2	17,68
Lote 3	10,43
Lote 4	11,72
Lote 5	15,98

Fonte: O autor (2021).

O Quadro 7 demonstra os valores das médias do concreto produzido na central de usinagem.

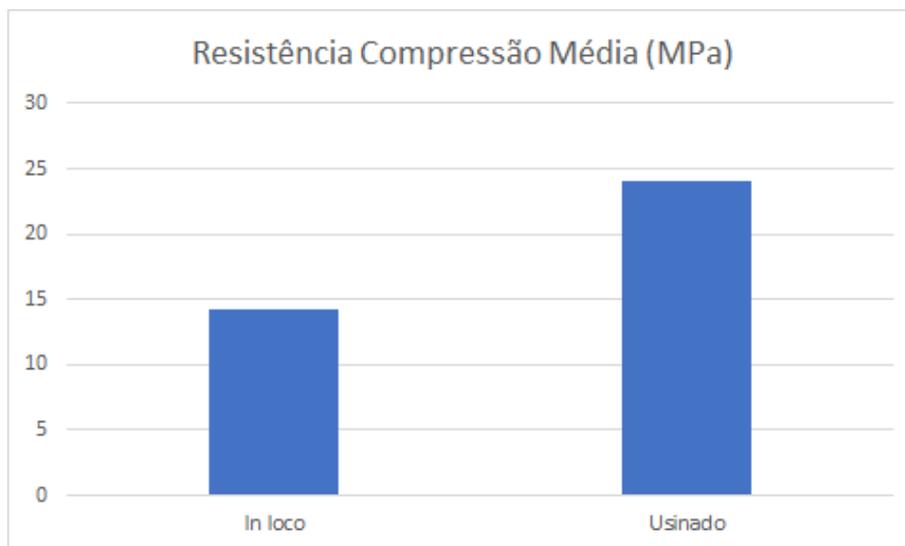
Quadro 7: Resistências médias ao rompimento do concreto usinado.

Obras	Resistência Compressão Média (MPa)
Lote 1	23,97
Lote 2	24,04

Fonte: O autor (2021).

De acordo com os resultados dos valores médios da resistência à compressão dos métodos de moldagem, obtém-se o valor médio geral dos dois concretos estudados, conforme mostrado na Figura 9.

Figura 9: Média geral de resistência à compressão.



Fonte: O autor (2021).

O gráfico demonstra uma comparação dos valores médios das resistência à compressão de do concreto *in loco* e usinado.

4.2 Verificação de controle tecnológico

Das 7 (sete) obras visitadas, constatou-se que nem os operários nem os técnicos responsáveis pela construção civil tinham controle sobre o concreto no local.

Em relação ao concreto usinado, foi destacado que a empresa de concreto possui controle técnico para retirar amostras antes de transportar o produto para o canteiro de obras e realizar ensaio de compressão para autocontrole.

No que se refere aos técnicos responsáveis por esta obra, não há investigação para verificar os ensaios de concreto recebidos.

5 CONCLUSÃO

O trabalho em questão identificou as diferenças entre o concreto rodado em obra e o concreto usinado. Foram visitadas 7 obras no total, onde 5 foram colhidas amostras de concreto rodado em obra e 2 foram colhidas amostras de concreto usinado. Em razão ao

pequeno número de obras visitadas, não se pode generalizar o resultado encontrado para todo o Sul de Minas.

Houve grande divergência entre os resultados, já que o concreto moldado *in loco* adquiriu resistência inferior ao concreto produzido em central de usinagem.

O concreto produzido em central de usinagem deveria atingir uma resistência à compressão de projeto de 25 MPa, e obteve média de resistência entre as 2 obras de 24,01 MPa com 28 dias de cura.

O concreto moldado *in loco* por betoneira estacionária ou de forma manual também deve atingir a resistência à compressão projetada em 25 MPa. No entanto, a mistura não atingiu a resistência necessária porque esta resistência à compressão característica média de 12,68 MPa entre as 5 obras com cura de 28 dias. Entre as 5 obras, 2 tiveram um resultado pior, um dos possíveis motivos seria que estava chovendo no concreto que estava no chão, assim adicionando mais água.

Acontece essa diferença de qualidade, pelo fato dos concretos rodados em obras não seguir a norma ABNT NBR 12655(2015), onde determina a dosagem de concreto. Enquanto as usinas de concreto seguem à risca a utilização desta norma.

Com base nos resultados alcançados, fica claro que, para as obras analisadas no estudo, o concreto moldado em central de usinagem obteve resistência característica à compressão cerca de 69% maior que o concreto moldado *in loco*.

Por ser uma peça estrutural que precisa de uma quantidade menor de concreto, geralmente para o pilar se utiliza o método de produção *in loco*.

Deve-se notar também que, na região estudada, muitas construções têm certa negligência com o processo estrutural, já que se confia na experiência do empreiteiro para definição da quantidade de matérias que deverão ser necessárias para a mistura do concreto. Tais profissionais usam de técnicas intuitivas e obtidas através de experiências próprias, para tentar garantir a segurança da construção.

Através dos resultados obtidos e das observações feitas em obra, conclui-se que são nítidas as vantagens do concreto feito em central de usinagem em relação ao concreto moldado *in loco*, uma vez que expõem maior resistência à compressão e melhor controle de produção. Portanto, equilíbrio ideal entre segurança, economia e durabilidade do edifício são, sem dúvida, alcançadas com a ajuda boa execução do projeto e acompanhamento técnico suficiente.

ABSTRACT

Nowadays, there are numerous ways of producing concrete and the most common are concrete produced at construction sites and concrete produced by a machining center. Rolled concrete on site is the most used for the concreting of small works, since it is impossible to hire a low volume of machined concrete. The research aims to compare the compressive strength of cast concrete samples on site and machined concrete. Thus, 7 works were chosen in the city of Lambari - MG, to collect the material. Where 5 works were harvested, the concrete cast on site and 2 works were harvested from machined concrete. The tests were carried out in the laboratory using a hydraulic press. Finally, after the experiment, it was found that the machined concrete presented a satisfactory result, in terms of compressive strength.

Keywords: Concrete structures. Concrete production. Compressive strength.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇO DE CONCRETAGEM. **O que é concreto dosado em central**. Disponível em: Acesso em: <<http://www.abesc.org.br/assets/files/oque.pdf>> 06/04/2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Guia básico da utilização do cimento portland**. 7ª. ed. São Paulo: [s.n.], 2002. 28 p. BT-106.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE – **ACI, COMMITTEE 211** (1990), -Standard Practice for Selecting Proportions for Lightweight Concrete ACI 211.22, ACI Materials Journal, Vol. 87, Nº 4, Nov-Dec. P.638-651.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**: Concreto -Procedimento para moldagem e cura de corpo de prova. Rio de Janeiro: [s.n.], 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro: [s.n.], 2004.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655**. Concreto de cimento Portland — Preparo, controle, recebimento e aceitação — Procedimento. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248: Agregados - Determinação da composição granulométrica.** - Procedimento. Rio de Janeiro: [s.n.], 2003.

BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção.** Vol 1. 5ª Edição revisada. 2000 LTC Editora S.A.

HELENE, P.; ANDRADE, T. **Concreto de Cimento Portland. Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais,** 2010. 905-944.

ISAIA, Geraldo Cechella. A água no concreto. In: **CONCRETO: CIÊNCIA E TECNOLOGIA.** Ed. G. C. ISAIA. – São Paulo: IBRACON. 2011. vol 1.

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

MAYOR, Wagner Rocha. **Sistema Construtivo Modular.** 2012. 105p. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais Belo Horizonte, Belo Horizonte.

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

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

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto.** São Paulo: PINI, 1982. 734p.

PEDROSO, F. L. **Concreto: As Origens e a Evolução do Material Construtivo Mais Usado Pelo Homem. Concreto&Construções,** n. 53, p. 14-19, 2009.

PINI disponível em: <<http://www.pini.com.br>>. Acesso em 05 abr. 2021

PORTAL DO CONCRETO, **Concreto virado na obra.** Disponível em: <<https://www.portaldoconcreto.com.br/concreto-virado-na-obra>>. Acesso em 29/03/2021.

REGATTIERI, Carlos Eduardo Xavier; MARANHÃO, Flávio Leal. **Produção e controle de concreto dosado em central.** In: CONCRETO: CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Ed. G. C. ISAIA. – São Paulo: IBRACON. 2011. vol 1.

RIBEIRO, R. J. et al. Um estudo das propriedades mecânicas do concreto para fins estruturais preparado em canteiro de obras. IBRACON estruturas e materiais, 9, Outubro 2016. 722-744.

SANTIAGO, W. C. **Estudo da (Não-)Conformidade de Concretos Produzidos no Brasil e sua Influência na Confiabilidade Estrutural.** Dissertação de mestrado apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2011.

YAZIGI, Walid. **A Técnica de Edificar.** São Paulo: Pini 2007. p. 256.