

ESTUDO COMPARATIVO DE CORPOS DE PROVA DE CONCRETO, DE TRAÇOS DISTINTOS, POR MEIO DE ENSAIOS DE RESISTÊNCIA

Rabelo V. P. ¹ Mello M. A. G.de ²

1 Aluno Engenharia Civil da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Luz, 26260-045, Nova Iguaçu – RJ.

2, Docente da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Luz, 26260-045, Nova Iguaçu – RJ.

¹ marco.gomesdemello@eb.mil.br²

Resumo-Este estudo comparativo realizou ensaios de compressão e testes de SLUMP em diferentes formulações de concreto para avaliar o desempenho de cada combinação. Foram investigados diversos traços de concreto, relações água/cimento e a presença de aditivos. Os resultados destacaram que a escolha do traço e da relação água/cimento desempenham um papel crucial no comportamento do concreto. Em formulações sem aditivos, o traço 1:1,5:0,5 (cimento:areia:brita) com uma relação água/cimento de 1/0,55 demonstrou a maior resistência à compressão. Por outro lado, a introdução de aditivos de incorporadores de ar favoreceu o traço 1:3:2, juntamente com a mesma relação água/cimento de 1/0,55, equilibrando resistência e trabalhabilidade. A relação água/cimento de 1/0,55 revelou-se versátil, adaptando-se bem tanto a formulações com aditivos quanto sem. Esta relação permitiu ajustar a consistência do concreto conforme necessário para cada projeto. No geral, a escolha do traço e da relação água/cimento deve ser guiada pelos objetivos específicos do projeto, equilibrando resistência e trabalhabilidade. Estes resultados contribuirão para avanços na engenharia civil e práticas de construção, promovendo estruturas mais seguras e eficientes.

Palavras Chaves: concreto, traços, resistência, trabalhabilidade.

Abstract-This comparative study conducted compression tests and slump tests on different concrete formulations to assess the performance of each combination. Various concrete mixtures, water-to-cement ratios, and the presence of additives were investigated. The results highlighted that the choice of mixture and water-to-cement ratio plays a crucial role in concrete behavior. In formulations without additives, the 1:1.5:0.5 mixture (cement: sand: aggregate) with a water-to-cement ratio of 1/0.55 demonstrated the highest compressive strength. Conversely, the introduction of air-entraining additives favored the 1:3:2 mixture, along with the same water-to-cement ratio of 1/0.55, balancing strength, and workability. The water-to-cement ratio of 1/0.55 proved to be versatile, adapting well to both formulations with and without additives. This ratio allowed for adjusting the consistency of concrete as needed for each project. Overall, the choice of mixture and water-to-cement ratio should be guided by the specific goals of the project, balancing strength, and workability. These results will contribute to advancements in civil engineering and construction practices, promoting safer and more efficient structures.

Keywords: concrete, mix proportions, strength, workability.

1. INTRODUÇÃO

A história do concreto é uma narrativa fascinante que remonta a civilizações antigas, como os romanos, que utilizavam uma mistura de cal, cinzas vulcânicas e pedras para criar estruturas duráveis (MEHTA & MONTEIRO, 2014). Ao longo dos séculos, o concreto evoluiu de uma simples mistura de materiais em algo muito mais complexo e crucial na construção civil. Sua jornada culminou no

desenvolvimento do cimento Portland patenteado por *Joseph Aspdin*⁴ no século XIX, que se tornou o principal componente do concreto moderno (SANTOS, 2017).

A indústria da construção civil no Brasil está crescendo e apresenta números animadores, não só na esfera da habitação popular, mas também nas áreas de infraestrutura, indústria e pesquisa tecnológica. Para que esse crescimento ocorra, o mercado necessita de uma ampla gama de insumos, entre os quais se destaca o concreto. Esse é o material de construção mais utilizado no mundo, com um consumo que fica na ordem dos bilhões de metros cúbicos por ano (CHIES, 2011). Para acompanhar essa demanda, é essencial entender não apenas a história e a composição do concreto, mas também as técnicas avançadas e os controles de qualidade que garantem sua eficácia na construção.

O concreto é qualquer produto ou massa produzido a partir de um meio cimentante. Neste projeto será usado a reação entre um cimento hidráulico e a água. Contudo, mesmo com essa reação, existe uma larga gama de produtos que agregados a essa reação formam diversos tipos de concreto (NEVILLE, 2013). Assim, o concreto, apesar de não ter sofrido grandes modificações na sua composição principal, teve grandes avanços tecnológicos incorporados nos últimos anos nos seus agregados. Desde adições na composição dos cimentos, a aditivos de alto desempenho capazes de melhorar a performance com redução de custos e quantidade de insumos (PINHEIRO, 2023).

Alinhado a todas essas mudanças no concreto, faz-se cada vez mais necessário um alto controle tecnológico que garanta ao cliente, à construtora e aos usuários, a segurança e a qualidade do produto ofertado. Um dos controles tecnológicos mais difundidos na construção civil nacional é o ensaio mecânico de resistência à compressão axial de corpos-de-prova cilíndricos. A escolha do ensaio à resistência de compressão se justifica pois, além de ser a resistência a propriedade mais importante do concreto, o ensaio tem custo consideravelmente baixo, é de fácil execução e existe a correlação dos seus resultados com outras propriedades, como o módulo de elasticidade, trabalhabilidade e a resistência a tração.

Dessa forma, para garantir que esse ensaio de resistência do concreto apresente o desempenho esperado e possua os níveis de resistência e elasticidade adequados é preciso realizar a retirada de amostras de corpo de prova para testes. E para realizar os ensaios, a norma ABNT NBR 5738-2015 (CONCRETO – PROCEDIMENTO PARA MOLDAGEM E CURA DE CORPOS DE PROVA) prescreve os procedimentos de moldagem e cura dos corpos de prova para a realização de ensaios de resistência à compressão. Esses ensaios servem para garantir que as obras em concreto tenham satisfeitas as condições de qualidades impostas pelos projetos estruturais. Os ensaios determinam se o f_{ck} ⁵ do concreto é igual ou superior ao f_{ck} que está no projeto estrutural. Quando um concreto tem o f_{ck} alto, as estruturas podem ter suas seções reduzidas, aumentando as áreas úteis das edificações. Para que o f_{ck} aumente, é normal aumentar o conteúdo de cimento, reduzir a relação água/cimento ou colocar aditivos nos concretos.

Os aditivos são acrescentados ao concreto para proporcionar características especiais a esse concreto. Entre as principais finalidades podem-se citar: acelerar ou retardar o tempo de pega,

⁴ Joseph Aspdin (1778-1855) foi um construtor britânico e inventor do cimento Portland, patenteado em 1824. Sua invenção revolucionou a indústria da construção e é a base para o concreto moderno.

⁵ f_{ck} é o termo Feature Compression Know, que traduzido para o português significa "Resistência Característica do Concreto à Compressão"

possibilitar maior fluidez, aumentar a resistência e a capacidade do concreto. O traço nada mais é do que a indicação da quantidade dos componentes que constituem o concreto, ou seja, uma combinação adequada e econômica dos constituintes do concreto e pode ser quantificado em volume ou em peso, muitas vezes, adota-se uma indicação mista: peso e volume. Seja qual for a forma, toma-se sempre o cimento como unidade, e relacionam-se as demais quantidades à quantidade de cimento como referência (PETRUCCI, 1968).

O teste de *slump*⁶ avalia a trabalhabilidade e/ou fluidez do concreto produzido. A trabalhabilidade está relacionada com a facilidade de moldar o concreto nas formas desejadas, pois, além da resistência, o concreto tem como vantagem a possibilidade de moldá-lo como o desejado. O teste de Slump tem como objetivo determinar a consistência do concreto, ou seja, a mobilidade do concreto em massa, o Slump é a medida do seu abatimento realizado no ensaio. Normalmente, quando se faz um concreto estrutural, mede-se o slump para saber se o concreto é trabalhável ou não e se é consistente ou não. Tudo isso, junto com o teste de compressão, pode-se chegar a diversos resultados.

Portanto, este projeto será de grande valia para os engenheiros civis, pois informará os efeitos que cada traço causa na resistência à compressão, ou seja, qual é o mais resistente, como também verificar a trabalhabilidade e a consistência do concreto.

2. METODOLOGIA

Neste estudo, foram realizados ensaios de compressão axial e testes de Slump para avaliar a influência de diferentes traços, relações água/cimento (A/C) e a presença de aditivos no concreto. Os corpos de prova foram preparados de acordo com a norma ABNT NBR 5738-2015 para moldagem e cura de corpos de prova.

a. Preparação dos Corpos de Prova (CP)

Foram utilizados nove traços diferentes de concreto, variando a proporção de cimento, areia, brita 0, pó de pedra e a relação A/C. Os traços foram designados como CP1, CP2, CP3, CP4, CP5, CP6, CP7, CP8, CP9 e CP10, cada um com suas especificações detalhadas conforme descrito na Tabela 1.

9	Traços	Relação A/C	Quantidade de CP	Adição de aditivos
1	1:3:2 (areia)	1:0,55	3	Sem
2	1:1,5:0,5 (areia)	1:0,45		Sem
3	1:1,5:2,5 (areia)	1:1		Sem
4	1:1:1 (areia)	1:0,45		Sem
5	1:3:2 (areia)	1:0,55		Aditivo incorporador de ar
6	1:1,5:2,5 (areia)	1:1		Aditivo plastificante
7	1:2:1 (pó de pedra)	1:0,65		Aditivo plastificante

⁶ O teste de slump de concreto é um teste que avalia a fluidez e a trabalhabilidade de um concreto recém-produzido, podendo também ser aplicado em concretos prontos, apesar desses últimos já possuírem qualidade aprovada.

8	1:2:1 (areia)	1:0,65		Aditivo plastificante
9	1:1:1 (pó de pedra)	1:0,55		Aditivo superplastificante
10	1:1:1 (areia)	1:0,55		Aditivo superplastificante

Tabela 1 – traços dos concretos, relação A/C e slump Fonte: autor, 2023

b. Teste de slump, Moldagem e Cura dos Corpos de Prova

Para cada traço, foram moldados corpos de prova cilíndricos de acordo com a norma ABNT NBR 5738-2015. Antes da moldagem, para cada concreto feito, foi realizado o teste de slump. Os corpos de prova foram curados em ambiente controlado, mantendo uma temperatura constante e umidade adequada por um período de 28 dias, a fim de garantir o desenvolvimento da resistência do concreto.

Figura 1 – Fazendo o teste de slump



Fonte: autor, 2023

Figura 2 – Moldando o CP



Fonte: autor, 2023

c. Ensaio de Compressão

Após o período de cura, os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de compressão axial utilizando uma máquina de ensaio universal. Os resultados foram registrados em kilonewtons (kN) e a resistência à compressão média de cada traço foi calculada.



Figura 3 – Teste de compressão Fonte: autor, 2023

f. Análise e Comparação dos Resultados

Os resultados obtidos nos ensaios foram cuidadosamente registrados e analisados. Foram comparadas as resistências à compressão iniciais, após exposição à água e após exposição ao ambiente natural para cada tipo de madeira. Essa análise permitiu identificar quais madeiras mantiveram sua resistência em diferentes condições e quais foram mais sensíveis às variações ambientais.

g. Interpretação e Discussão dos Resultados

Os resultados foram interpretados à luz das características intrínsecas de cada tipo de madeira, como densidade, porosidade e composição química. Isso possibilitou uma discussão detalhada sobre os motivos pelos quais algumas madeiras se destacaram em termos de resistência sob condições adversas, enquanto outras apresentaram maior sensibilidade.

h. Considerações Finais e Implicações Práticas

Com base nos resultados, foram tiradas conclusões sobre a adequação de cada tipo de madeira para diferentes aplicações na construção civil. Além disso, foram discutidas as implicações práticas desses resultados, destacando a importância dos tratamentos de preservação e da escolha responsável de materiais.

Esta metodologia permitiu uma análise completa das propriedades das madeiras em estudo, considerando sua resistência, durabilidade e reação a diferentes condições ambientais. Os resultados

obtidos são de grande relevância para orientar a seleção apropriada de madeira em projetos de construção e em outras aplicações, contribuindo para o uso sustentável deste valioso recurso natural.

3 RESULTADOS

a. Trabalhos Realizados

Neste item, será descrito em detalhes os experimentos e ensaios realizados durante o curso deste estudo. Estes trabalhos foram conduzidos de acordo com a metodologia previamente descrita no número 2 e visaram alcançar os objetivos estabelecidos na introdução.

1) Preparação dos Corpos de Prova de Concreto

Para iniciar os trabalhos, foram preparados quatro traços diferentes de concreto, designados como Traço 1, Traço 2, Traço 3 e Traço 4, com variações de com ou sem aditivos, ou ainda com areia e pó de pedra. Cada traço foi elaborado de acordo com a proporção específica de cimento, agregados, água e aditivos, conforme descrito na letra do número 2. As matérias-primas utilizadas foram de alta qualidade e seguiram as normas de qualidade estabelecidas.

2) Moldagem dos Corpos de Prova e teste de slump

Após a mistura dos materiais de acordo com os traços específicos, foi procedido à moldagem de corpos de prova de concreto cilíndricos. De cada concreto realizado, foram moldados 3 corpos de prova (CP). O processo de moldagem seguiu estritamente as normas NBR 5738 (2015) e 5739 (2018), visando garantir a precisão das dimensões e características dos corpos de prova.

Além disso, antes da moldagem dos corpos de prova, foi realizado o teste de "slump" em cada traço de concreto para avaliar sua trabalhabilidade e consistência. O teste de "slump" é um ensaio padrão que mede a capacidade do concreto de manter sua forma após a remoção de um molde cilíndrico.

3) Cura dos Corpos de Prova

Após a moldagem, os corpos de prova foram cuidadosamente identificados, etiquetados e colocados em condições de cura controlada. Durante 28 dias, os corpos de prova foram mantidos a uma temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $95\% \pm 5\%$. Essas condições garantiram que a cura fosse uniforme e que os corpos de prova atingissem a resistência esperada.

4) Ensaios de Resistência à Compressão

Após o período de cura, foram realizados os ensaios de resistência à compressão. Cada corpo de prova foi retificado e, após posicionado em uma máquina de ensaio universal e submetido a cargas crescentes até o ponto de rompimento. O valor máximo de carga antes do rompimento foi registrado para cada corpo de prova, e os resultados foram tabulados e analisados.

b. Planilha de Resultados

A Planilha de Resultados apresentada é uma ferramenta crucial para documentar e analisar os dados obtidos durante os experimentos. Esta planilha contém informações sobre o teste de slump e os ensaios de compressão realizados em diferentes Corpos de Prova de Concreto (CP). A seguir estão os resultados detalhados dessa planilha:

Nº do CP	Teste slump	Ensaio de compressão em kN			
		CP 1	CP 2	CP 3	Média
1	2,5 cm	140,4	148,3	142,5	143,7
2	6,5 cm	86,8	82,6	88,2	85,9
3	8 cm	217,3	223,8	212,7	217,9
4	17 cm	239,6	234,0	256,7	243,4
5	5,5 cm	99,9	97,4	101,2	99,5
6	15 cm	185,8	186,4	186,5	186,2
7	12 cm	146,3	149,6	148,2	148,0
8	12 cm	142,0	137,2	138,5	139,2
9	25 cm	218,2	226,7	221,6	222,2
10	26 cm	331,1	323,5	330,1	328,2

Tabela 2 - Resultados Fonte: autor, 2023

Nesta planilha, os CP estão numerados de 1 a 10, cada um com seu valor de teste de slump, bem como os resultados dos ensaios de compressão nos CPs 1, 2 e 3. A coluna "Média" fornece a média dos valores dos ensaios de compressão para cada CP.

Esses resultados são fundamentais para a avaliação da qualidade e desempenho do concreto utilizado em um projeto. O teste de slump permite entender a trabalhabilidade do concreto, enquanto os ensaios de compressão fornecem informações sobre sua resistência. A média dos valores dos ensaios de compressão é especialmente relevante para garantir que o concreto atenda aos requisitos de resistência especificados em normas de construção e projetos. Portanto, a planilha de resultados desempenha um papel central na análise e interpretação dos dados experimentais, contribuindo para a tomada de decisões informadas em projetos de construção.

c. Gráfico do teste slump e do ensaio de compressão

O gráfico exibe os resultados dos ensaios de compressão conduzidos em diferentes corpos de prova de concreto, apresentando-os em conjunto com os valores obtidos no teste de slump. Para cada corpo de prova (CP), são representadas duas colunas distintas: uma contendo o resultado do teste de slump e outra exibindo a média dos resultados dos ensaios de compressão para esse CP.

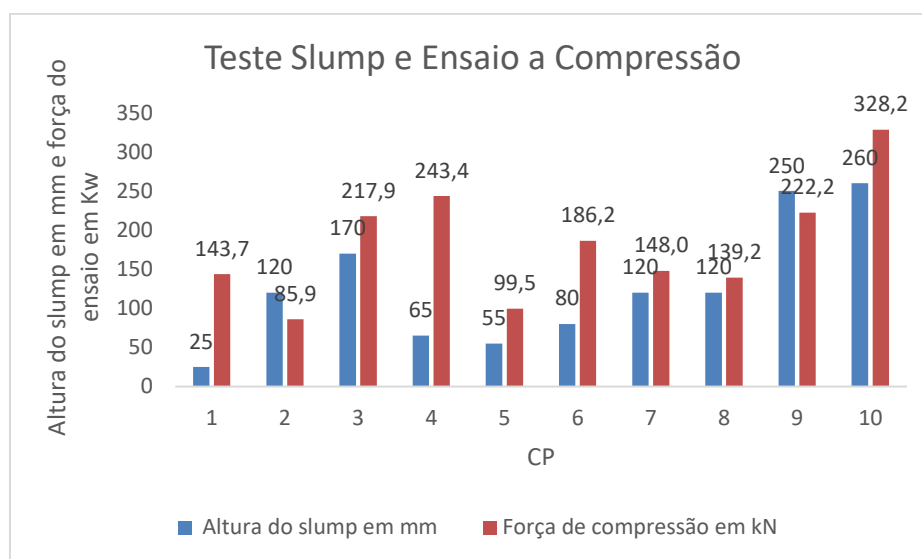


Gráfico1 – Resultado dos testes Fonte: autor, 2022

Os corpos de prova 10 e 9, que possuem traços com aditivos superplastificantes, demonstraram os maiores valores de resistência à compressão, com 328,2 kN e 222,2 kN, respectivamente. Além disso, eles apresentaram valores significativamente altos no teste de slump, com 25 cm e 26 cm, indicando boa trabalhabilidade.

Os corpos de prova 7 e 8, com traços que incluem aditivos plastificantes, também apresentaram resistência à compressão superior à média, com 148 kN e 139,2 kN, respectivamente. Seus valores de slump foram de 12 cm, indicando um equilíbrio entre trabalhabilidade e resistência.

Corpos de prova 1 e 5, que não possuem aditivos plastificantes e têm traços semelhantes, mostraram valores de resistência à compressão de 143,7 kN e 99,5 kN, respectivamente. No entanto, o corpo de prova 1 apresentou um teste de slump de apenas 2,5 cm, enquanto o corpo de prova 5 teve um slump de 5 cm. Isso indica que o aditivo de incorporadores de ar no corpo de prova 5 melhorou a trabalhabilidade sem prejudicar significativamente a resistência.

d. Discussão

A análise detalhada dos resultados dos testes de slump e ensaios de compressão permite identificar quais corpos de prova demonstraram maior resistência, consistência, trabalhabilidade e como uma mistura dessas características influencia o desempenho geral do concreto. Esta discussão busca elucidar esses aspectos, fornecendo uma visão abrangente dos resultados obtidos.

Ao analisar os resultados dos ensaios de compressão, é evidente que alguns corpos de prova se destacaram por sua notável resistência. Os CP4 e CP10, com valores médios de resistência à compressão de 243,4 kN e 328,2 kN, respectivamente, são os mais resistentes do conjunto. Isso sugere que a formulação do concreto utilizada para esses corpos de prova apresenta uma proporção ideal de cimento, agregados e água, resultando em uma alta capacidade de suportar cargas de compressão.

Em relação à consistência do concreto, os CP1 e CP6 apresentaram os menores valores de slump, a 2,5 cm e 15 cm, respectivamente. Isso indica uma consistência mais rígida, sugerindo que esses corpos de prova podem ser mais adequados para aplicações em que a fluidez é menos crítica,

como elementos pré-moldados. Por outro lado, os CP4 e CP10, com os maiores valores de slump (17 cm e 26 cm), são considerados os mais trabalháveis, sendo potencialmente a escolha ideal para concretagens que exigem alta fluidez e facilidade de colocação.

A trabalhabilidade do concreto é essencial em muitas aplicações de construção, e os CP4 e CP10 se destacam como os mais trabalháveis devido aos seus altos valores de slump. Isso significa que esses concretos podem ser facilmente moldados e colocados, o que é particularmente vantajoso em construções de formas complexas ou quando é necessária uma colocação rápida.

Corpos de prova como CP5 e CP7 apresentam um equilíbrio interessante entre resistência, consistência e trabalhabilidade. CP5, com um valor de slump de 5,5 cm e uma resistência média de 99,5 kN, e CP7, com 12 cm de slump e resistência média de 148,0 kN, demonstram que é possível alcançar um compromisso entre esses fatores. Isso pode ser benéfico em aplicações onde a fluidez do concreto é importante, mas a resistência não pode ser sacrificada.

Em resumo, os resultados dos testes indicam que a escolha do concreto ideal depende das necessidades específicas de cada aplicação. Corpos de prova com maior resistência são adequados para estruturas que exigem suporte de carga significativo, enquanto concretos mais consistentes podem ser preferíveis em situações em que a precisão na moldagem é fundamental. Aqueles que buscam alta trabalhabilidade devem considerar os corpos de prova com maiores valores de slump. No entanto, uma mistura bem equilibrada de todas essas características pode ser a chave para atender a uma variedade de requisitos em projetos de construção civil. Portanto, é crucial que engenheiros e construtores avaliem cuidadosamente os resultados desses testes e selecionem o concreto mais adequado para cada aplicação específica.

d. Melhor traço com aditivo e sem aditivo

Com base nos resultados obtidos nos ensaios de compressão e no teste de slump, foi possível identificar o melhor traço de concreto tanto com aditivo quanto sem aditivo, buscando um equilíbrio entre resistência e trabalhabilidade.

Para o concreto com aditivo, o traço que apresentou o melhor desempenho em termos de resistência e trabalhabilidade foi aquele utilizado nos corpos de prova CP10. Com uma resistência média à compressão de 328,2 kN e um valor de slump de 26 cm, esse traço se destacou como a escolha ideal para aplicações que exigem alta resistência juntamente com excelente fluidez durante a colocação. Essa combinação de características é particularmente valiosa em projetos de construção que demandam rapidez na concretagem e alta capacidade de carga.

Logo, um traço eficaz consiste em: cimento: 1 parte; areia: 1,5 partes; brita 0 ou brita 1 (dependendo da disponibilidade): 1,5 partes; aditivo plastificante (para melhorar a trabalhabilidade): quantidade conforme recomendação do fabricante. Relação água/cimento (A/C): 0,45 a 0,5 (ajustável de acordo com as condições específicas do projeto e os materiais disponíveis).

No caso do concreto sem aditivo, o traço mais equilibrado foi encontrado nos corpos de prova CP4. Esses corpos de prova demonstraram uma resistência média à compressão de 243,4 kN, juntamente com um valor de slump de 17 cm. Esse resultado indica que o CP4 oferece uma resistência robusta enquanto mantém uma trabalhabilidade adequada. Portanto, é uma escolha recomendada

para projetos que necessitam de uma combinação equilibrada dessas propriedades, como construções de médio porte.

Já para o concreto sem aditivo, um traço eficaz que prioriza a simplicidade e economia é: cimento: 1 parte; areia: 2 partes; brita 0 ou brita 1 (dependendo da disponibilidade): 2 partes. Relação água/cimento (A/C): 0,5 a 0,55 (ajustável com base nas exigências do projeto e nos materiais disponíveis)

Em última análise, a seleção do traço de concreto mais adequado, seja com ou sem aditivo, dependerá das necessidades específicas de cada projeto. A análise cuidadosa dos requisitos de resistência e trabalhabilidade é fundamental para tomar a decisão certa e garantir o sucesso da aplicação do concreto em diversas situações na construção civil.

4 CONCLUSÃO

Os resultados deste projeto proporcionaram ensinamentos importantes sobre o desempenho de traços de concreto com e sem aditivo, abordando aspectos cruciais de resistência e trabalhabilidade. Através da análise detalhada dos ensaios de compressão e do teste de slump, foi possível chegar a conclusões significativas que podem orientar a seleção de traços de concreto em diversas aplicações na construção civil.

Primeiramente, ficou evidente que a adição de aditivos ao concreto pode resultar em melhorias substanciais no seu desempenho. Os traços com aditivo apresentaram maior resistência à compressão média em comparação com os traços sem aditivo. Isso é particularmente relevante para projetos que exigem alta capacidade de carga e durabilidade estrutural.

No entanto, a escolha do traço ideal não é uma decisão unidimensional. A trabalhabilidade do concreto é igualmente essencial em muitos contextos. Nesse sentido, os traços sem aditivo se destacaram, oferecendo um equilíbrio notável entre resistência e trabalhabilidade. Isso é especialmente valioso em projetos que demandam boa fluidez durante a colocação, facilitando o processo construtivo.

É importante ressaltar que as conclusões deste estudo são aplicáveis como diretrizes gerais, e as decisões específicas devem ser baseadas nas necessidades exclusivas de cada projeto. A escolha do traço de concreto ideal deve ser sempre orientada pelas demandas de resistência e trabalhabilidade estipuladas pelo projeto e pelas condições de aplicação.

Em resumo, os resultados obtidos nesta pesquisa contribuem para o conhecimento contínuo no campo da tecnologia do concreto. Eles oferecem uma base sólida para a tomada de decisões informadas na seleção de traços de concreto com ou sem aditivo, ajudando a atender às demandas cada vez mais complexas da construção civil. A busca pelo equilíbrio ideal entre resistência e trabalhabilidade é essencial para garantir a segurança e a eficácia das estruturas de concreto, e este estudo é um passo importante nesse caminho.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5.738: Concreto – procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro. 2015.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5.739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro. 2018.

BAUER, F.L.A. Materiais de Construção. 5ª Edição. Rio de Janeiro-RJ: LTC, 2013.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto Microestrutura, Propriedade e Materiais - 2ª Edição. Ed.: IBRACON. São Paulo-SP. 2014.

CHIES, Josué Argenta. CORPOS-DE-PROVA SUBMETIDOS À COMPRESSÃO: INFLUÊNCIA DO TIPO DE PREPARAÇÃO DAS FACES PARA DIFERENTES NÍVEIS DE RESISTÊNCIA DO CONCRETO. Trabalho de Conclusão de Curso da UFRS. Porto Alegre-RS: 2011. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/127927?locale-attribute=pt_BR>. Acesso em: 01mar. 2023.

MELO, Gustavo Parada de. Ensaio de concreto e agregados: princípios e aplicações. Pini, São Paulo-SP: 2012.

NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J.. Tecnologia do concreto. Bookman, PORTO ALEGRE-RS: 2013.

NEVILLE, A. M. Propriedades do concreto. Bookman, Porto Alegre-RS: 2016.

PETRUCCI, Eládio G. Concreto de Cimento Portland. Associação Brasileira de Cimento Portland, São Paulo-SP. 1968.

PINHEIRO, Libânio M. Fundamentos do concreto e projeto de edifícios: em 2017 Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~almeida/ec702/EESC/Concreto.pdf>>. UNICAMP - Campus, São Paulo. Acesso em: 15abr. 2023.

SANTOS, Alexandre José dos. Tecnologia do concreto: materiais e propriedades. Oficina de Textos, São Paulo-SP: 2017.