

Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG
Curso de Engenharia Civil

Renato Bonfim De Moura

ESTUDO DE CASO: CONCRETO COM ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE VERSUS
CONCRETO CONVENCIONAL

Publicação Nº 03

Goianésia - GO
2024

FICHA CATALOGRÁFICA

MOURA, RENATO BONFIM.

Estudo de caso: Concreto com superplastificante versus concreto convencional [Goiás] 2024 xi, 08P (ENC/FACEG, Bacharel, Engenharia Civil, 2024).

ARTIGO – FACEG – FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

Curso de Engenharia Civil.

1. Concreto
3. Resistência
I. FACEG

2. Superplastificante
4. Aditivo
II. Estudo de caso: Concreto com aditivo
superplastificante versus concreto convencional

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MOURA, R. B. Estudo de caso: Concreto com superplastificante versus concreto convencional, Publicação 03 2024 Curso de Engenharia Civil, Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG, Goianésia, GO, 8p. 2024.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Renato Bonfim De Moura

TÍTULO DO TRABALHO DO ARTIGO: Estudo de caso: Concreto com superplastificante versus concreto convencional.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2024

É concedida à Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Renato Bonfim de Moura

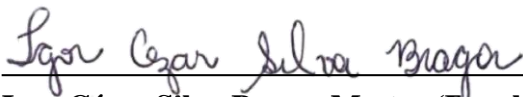
Renato Bonfim De Moura

Vila Brasília

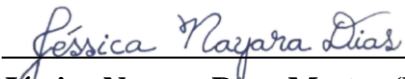
74000-000 - Goiânia/GO – Brasil

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO, EM FORMA DE ARTIGO,
SUBMETIDO AO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA FACEG**

Aprovados por:



**Igor César Silva Braga, Mestre (Faculdade Ev. De Goianésia)
(ORIENTADOR)**



**Jéssica Nayara Dias, Mestre (Faculdade Ev. De Goianésia)
(EXAMINADOR INTERNO)**



**Robson de Oliveira Felix, Mestre (Faculdade Ev. De Goianésia)
(EXAMINADOR INTERNO)**

ESTUDO DE CASO: CONCRETO COM SUPERPLASTIFICANTE VERSUS CONCRETO CONVENCIONAL

Renato Bonfim De Moura
Igor César Silva Braga

¹Acadêmico de Engenharia Civil/FACEG Email: Renato Bonfim De Moura

²Orientador(a) e Professor(a) do Curso de Engenharia Civil/FACEG Email: Igor César Silva Braga

Resumo: A indústria da construção civil tem demonstrado um notável avanço ao longo dos últimos anos, impulsionada pelo desenvolvimento contínuo de conhecimentos, tecnologias inovadoras e uma ampla gama de produtos especializados, o concreto aditivado é um destes avanços, oferecendo uma série de benefícios significativos, neste trabalho será abordado o aumento da resistência que ele proporciona. O objetivo do deste estudo é analisar e comparar o desempenho desses dois tipos de concreto em termo de resistencia mecânica, demonstrando qual concreto possui uma maior resistência. Para sua concepção foram realizados testes laboratoriais comparando as propriedades dos dois tipos de concreto, no qual foram obtidas quatro amostras para cada tipo de concreto, concreto convencional e aditivado, para realizar o rompimento de corpo de prova e o teste *slump*, podendo assim fazer uma comparação dos resultados de suas resistências e trabalhabilidade determinando qual concreto possui uma maior resistência e trabalhabilidade. Os resultados obtidos mostram as diferenças observadas em termos de resistência, demonstrando que o concreto aditivado possui uma resistência mecânica maior em todos os testes, também foi demonstrado que o mesmo possui uma maior trabalhabilidade, facilitando assim a sua utilização nas obras.

Palavras-chaves: Concreto; superplastificante; resistência; aditivo; *slump*.

Abstract: The civil construction industry has shown remarkable progress in recent years, driven by continuous development of knowledge, innovative technologies, and a wide range of specialized products; one such advancement is the use of additive-enhanced concrete, offering a variety of significant benefits. This study focuses on its enhanced strength. The objective is to analyze and compare the performance of these two types of concrete in terms of mechanical strength, identifying which exhibits greater resistance. Laboratory tests were conducted to compare the properties of both types, yielding four samples for each: conventional and additive-enhanced concrete. These tests included compressive strength testing and slump tests, allowing for a comparison of their strengths and workability to determine which concrete offers superior properties. Results indicate notable differences in strength, confirming that additive-enhanced concrete consistently exhibits higher mechanical strength across all tests. Moreover, it demonstrated greater workability, facilitating its application in construction projects.

Keywords: Concrete; superplasticizer; resistance; additive; *slump*.

INTRODUÇÃO

As visões contemporâneas sobre o concreto na esfera tecnológica apontam para uma crescente demanda por construções que primem pela eficiência, economia e rapidez. Para atender a essas demandas, é imprescindível investir em novos materiais que ofereçam maior resistência e durabilidade. Hoje, o concreto vai além da tradicional composição de cimento, água e agregados, incorporando adições minerais e aditivos com propriedades específicas, adaptando-se às mais variadas aplicações [1].

Um dos avanços mais significativos nesta área é a introdução de aditivos, que têm o potencial de melhorar diversas características do concreto, como os redutores de água e superplastificantes. Os aditivos redutores de água geralmente funcionam ao criar uma repulsão eletrostática entre os grãos de cimento e a água. Isso leva a uma dispersão mais uniforme dos grãos na pasta de concreto, prevenindo a formação de aglomerados e garantindo uma hidratação mais uniforme em toda a superfície do cimento. Como resultado, o concreto apresenta uma textura mais

regular e pode ter uma resistência potencialmente maior devido à minimização das falhas durante o processo de hidratação [2].

Nos anos 30, no Japão, foi desenvolvido o primeiro aditivo superplastificante, baseado em moléculas de policondensado de formaldeído naftaleno sulfonados. Estas moléculas atuavam como excelentes dispersantes do cimento. Naquela época, as estruturas não demandavam grandes esforços, então a trabalhabilidade era ajustada apenas com água, visto que o cimento era de baixo custo e não havia incentivo para reduzir seu consumo na produção de concreto. Nos anos seguintes, as indústrias focaram seus esforços nos benefícios dos aditivos plastificantes, especialmente aqueles baseados em lignossulfonatos [3].

Os superplastificantes oferecem benefícios significativos, como a melhoria da trabalhabilidade, facilitando a colocação sem comprometer a consistência ou a resistência final; aumentam as resistências mecânicas mesmo em misturas com menor quantidade de água; permitem a redução do teor de cimento sem afetar a trabalhabilidade e as resistências padrão [4].

O objetivo geral deste estudo é investigar e comparar as propriedades e desempenho do concreto com superplastificante em relação ao concreto convencional em aplicações práticas. Especificamente, pretende-se avaliar como a incorporação deste aditivo influencia na resistência do concreto e na sua trabalhabilidade obtida por meio do *slump* test. Ao atingir esses objetivos, busca-se fornecer informações relevantes para a escolha adequada entre o uso de concreto com superplastificante e concreto convencional.

REFERENCIAL TEÓRICO

O concreto é um dos materiais mais utilizados na construção civil devido à sua versatilidade, durabilidade e resistência. Tradicionalmente, o concreto convencional é composto por cimento Portland, agregados (como areia e pedra britada), água e, em alguns casos, aditivos para melhorar suas propriedades. No entanto, com o avanço da tecnologia de materiais de construção, surgiram novos aditivos, como os superplastificantes, que têm sido cada vez mais utilizados para melhorar diversas características do concreto [3].

Os aditivos, apesar de serem considerados vantajosos no mercado atual por sua capacidade de modificar as propriedades dos materiais, requerem uma aplicação criteriosa devido ao risco de possíveis consequências negativas para a estrutura, caso sejam utilizados de forma inadequada [3].

De maneira distinta dos plastificantes, a maioria dos superplastificantes consiste em compostos químicos que exercem menor impacto no tempo de endurecimento do cimento e na quantidade de ar incorporado no concreto. Essas características possibilitam dosagens em volumes consideravelmente maiores do que as necessárias para os plastificantes, resultando em uma ação defloculante mais intensa e um aumento significativo na plasticidade [2].

Os superplastificantes são frequentemente designados como aditivos redutores de água de alta eficácia, pois têm a capacidade de diminuir de três a quatro vezes a quantidade de água necessária para a mistura de

concreto em comparação com os aditivos redutores de água convencionais [5].

Comparativamente aos aditivos redutores de água convencionais, é possível adicionar quantidades consideráveis de superplastificantes nas misturas de concreto sem provocar exsudação excessiva ou atrasos no endurecimento. A excelente dispersão das partículas de cimento na água acelera o processo de hidratação, resultando em poucos casos de retardamento; ao invés disso, é mais comum observar aceleração na pega e no endurecimento [5].

Ao utilizar o aditivo superplastificante é possível ter uma redução considerável no consumo de água [5], ao fazer a dosagem do concreto a utilização de água é muito menor, isso se torna uma redução de custo em relação ao gasto de água. Reduzindo a quantidade de água do traço do concreto, tem-se um aumento na resistência a compressão, isso porque a relação água/cimento é proporcional ao aumento nas propriedades mecânicas [5].

Em seu livro P. Kumar Mehta e Paulo Monteiro [5] fez um estudo com três tipos de concretos, onde demonstra o resultado do consumo de cimento (kg/m^3), relação água/cimento, abatimento (mm) e resistência à compressão (MPa). O estudo foi feito com corpos de prova para os dias 01, 03, 07 e 28, conforme mostra Tabela 1.

De acordo com P. Kumar Mehta e Paulo Monteiro [5] na década de 1990, surgiram novos tipos de superplastificantes como os poliacrilatos, policarboxilatos e copolímeros à base de polietileno, que possuem estrutura molecular semelhante a um pente. Essa nova geração de superplastificantes atua predominantemente pela inibição de sítios reativos através da dispersão, ao invés da repulsão eletrostática que era o mecanismo dominante anteriormente para dispersar o cimento. Na repulsão estérica, são formadas barreiras físicas de pequena extensão entre as partículas de cimento. Uma extremidade da cadeia polimérica se adsorve na superfície do grão de cimento, enquanto a parte longa não adsorvida cria a repulsão estérica.

Tabela 1. Exemplos de altas resistências iniciais obtidas com uso de aditivos superplastificantes

Ensaio	Consumo de cimento (kg/m ³)	Relação água/cimento	Abatimento (mm)	Resistência à compressão (MPa)			
				1 dia	3 dias	7 dias	28 dias
Concreto de referência (sem aditivo)	360	0,60	225	10	21	32	45
Concreto de mesma consistência do acima, mas contendo menos água e 2% de superplastificante em massa de cimento	360	0,45	225	20	35	43	55
Concreto de mesma relação água/cimento, mas sem superplastificante e com abatimento menor que a mistura anterior	360	0,45	30	16	28	37	52

Fonte: P. Kumar Mehta e Paulo Monteiro (2008)

METODOLOGIA

Este trabalho é um estudo de caso que visa comparar o desempenho do concreto com aditivo superplastificante em relação ao concreto convencional em aplicações práticas. O estudo foi conduzido no laboratório de uma empresa de produção de concreto, onde foram realizados testes laboratoriais para avaliar diversas propriedades dos dois tipos de concreto.

Para a realização do estudo foram adotados dois tipos de concreto, o convencional com traço 1:2:2,6:0,38 (cimento, areia, brita e água) e o aditivado com traço 1:2:2,6:0,33:0,005 (cimento, areia, brita, água e aditivo), tendo diferença apenas na quantidade de água, onde o convencional utiliza apenas água e o aditivado usa a adição de superplastificante, o concreto aditivado teve uma redução de 13% de água em relação ao convencional, tendo sido o restante substituído pela adição do aditivo superplastificante.

Os testes laboratoriais incluem avaliação da trabalhabilidade por meio do *slump* test e determinação da resistência por meio de ensaio a compressão. Para o ensaio a compressão foram separados quatro corpos de prova para o concreto convencional e quatro para o aditivado, um corpo de prova de cada para o período de 1 dia, 3 dias, 7 dias e 28 dias.

Foram utilizadas amostras produzidas em condições controladas, seguindo as proporções e métodos recomendados pela NBR 5738 (ABNT, 2018). De acordo

com referida norma os moldes para a moldagem de corpos de prova cilíndricos de concreto devem ter as superfícies internas lisas e sem defeitos e devem possuir o diâmetro interno de 100 mm e altura de 200 mm [6].

Para obter resultados consistentes, todos os corpos de prova passaram por um período de cura, de acordo com a NBR 5738 (ABNT, 2018) os corpos de prova devem ser mantidos submersos em água até o momento do ensaio [6]. Após o período de cura apropriado, demonstrado na Figura 1. Os corpos de prova utilizados para o estudo foram identificados e guardados junto com outros corpos de prova da empresa. Os corpos de prova foram submetidos a ensaios de compressão utilizando uma máquina de ensaio devidamente calibrada.

Figura 1: Período de cura

Fonte: Próprio autor (2024)

Ao realizar o teste de compressão foi seguido o procedimento estabelecido pela NBR 5739 (ABNT, 2018), sendo assim, o corpo de prova cilíndrico foi alinhado de forma que, ao estar centralizado, seu eixo coincida com o da máquina, assegurando que a resultante das forças passe pelo centro [7].

Ao seguir o procedimento da NBR 5739 (ABNT, 2018), garante-se a confiabilidade e precisão dos resultados obtidos nos testes de resistência à compressão. Este procedimento padronizado é amplamente reconhecido e adotado para garantir a uniformidade e consistência nos testes de resistência à compressão do concreto, fornecendo uma base sólida para a comparação entre o concreto com superplastificante e o concreto convencional.

Os corpos de prova preparados foram colocados em uma máquina de ensaio de compressão, devidamente calibrada, no qual a máquina aplica uma carga axial gradual até a falha do material, demonstrando no final o valor da ruptura.

O teste para saber sobre a trabalhabilidade é realizado por meio do ensaio de abatimento do tronco de cone de acordo com a NBR 16889 (ABNT, 2020), que consiste na distorção provocada em uma massa de concreto recém-feita mediante a aplicação de uma força.

De acordo com a NBR 16889 (ABNT, 2020) o molde deve ter a forma de um tronco de cone oco com o diâmetro da base inferior de 200 mm, diâmetro da base superior de 100 mm e altura de 300 mm, a haste de adensamento deve ter o diâmetro de $16 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ e comprimento de 600 mm a 800 mm [8], mostrado na Figura 2. A norma também estabelece que a placa da base não deve possuir dimensão inferior a 500 mm e espessura igual ou superior a 3 mm.

De acordo com a NBR 16889 (ABNT, 2020) a forma correta de se realizar o ensaio é adensar cada camada com 25 golpes com a haste mostrado na Figura 3, adicionando mais concreto caso no final o mesmo fique abaixo da borda do molde e retirando o excesso depois [8]. A medição do abatimento deve ser feita logo após a

remoção do molde, determinando a diferença da altura do eixo do corpo de prova e do molde.

A análise dos resultados obtidos permitiu não apenas comparar o desempenho dos dois tipos de concreto, mas também fornecer *insights* valiosos sobre as vantagens e desvantagens de cada abordagem, ao comparar o comportamento do concreto com e sem a adição de superplastificante por meio do teste de *slump*, busca-se identificar em termos de eficiência, trabalhabilidade, gasto de água e aplicabilidade prática.

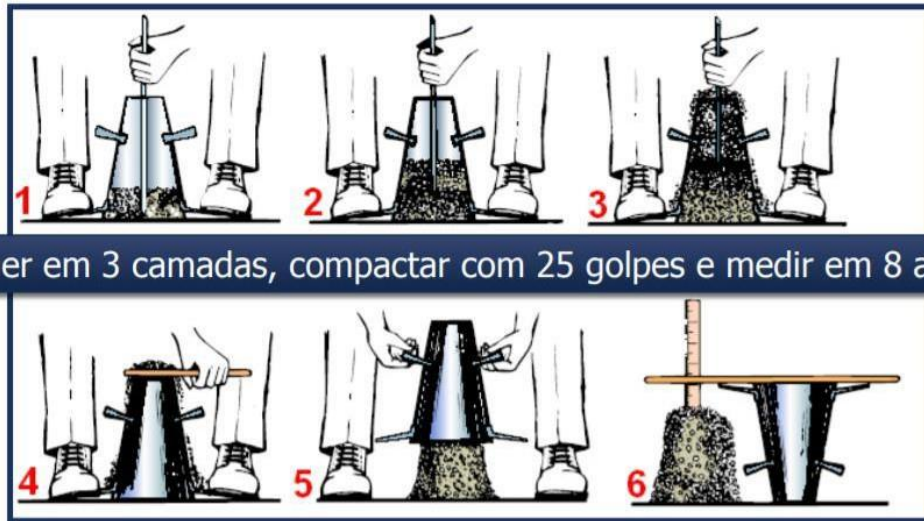
Figura 2: Molde do teste *slump*



Fonte: Próprio autor (2024)

Foram obtidos para a realização dos testes o consentimento e permissões necessárias para a coleta de dados em locais de estudo. Esta metodologia forneceu uma estrutura sólida para a realização do estudo de caso e a análise comparativa entre o concreto com superplastificante e o concreto convencional.

Figura 3: Ensaio de abatimento



Preencher em 3 camadas, compactar com 25 golpes e medir em 8 a 12 seg.

Fonte: Mehta e Monteiro (2006).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabela 2 mostra os resultados obtidos durante os teste de compressão e trabalhabilidade, os resultados sugerem claramente que o concreto com superplastificante possui

vantagens significativas em termos de resistência mecânica e trabalhabilidade em comparação com o concreto convencional.

Tabela 2. Resistência à compressão

Ensaio	Consumo de cimento (kg/m ³)	Relação água/cimento	Abatimento (mm)	Resistência à compressão (MPa)			
				1 dia	3 dias	7 dias	28 dias
Concreto de referência (sem aditivo)	400	0,38	150	11,6	21,12	30,89	41,46
Concreto de mesma consistência do acima, mas contendo menos água e 0,5% de superplastificante em massa de cimento	400	0,33	180	17,8	31,08	47,72	60,57

Fonte: Próprio autor (2024)

RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO

Quando comparados, os resultados dos testes de compressão revelaram uma diferença notável entre o desempenho do concreto aditivado com superplastificante e o concreto convencional em termos de resistência à compressão. No qual ao realizar o teste de compressão com o concreto convencional foram obtidos valores inferiores ao aditivado, onde no corpo de prova com 28 dias de cura o resultado foi de 32.56 toneladas como mostrado na Figura 4.

Quando feito o teste de compressão com o concreto aditivado a diferença a resistência é claramente maior desde o primeiro rompimento, ao realizar o rompimento do corpo do dia 28 foi obtido um resultado de 47.57 toneladas como mostrado na Figura 5.

Ao converter os resultados como mostrado na tabela 2, no dia 28 o concreto convencional tem uma resistência de 41,46 MPa enquanto o concreto com aditivo superplastificante tem uma resistência de 60,57 MPa.

Figura 4: Rompimento aos 28 dias sem aditivo superplastificante



Fonte: Próprio autor (2024)

Figura 5: Rompimento aos 28 dias com aditivo superplastificante



Fonte: Próprio autor (2024)

Em termo de porcentagem nota-se claramente, um aumento de 46% na resistência do concreto aditivado em relação ao concreto convencional, uma diferença muito grande, mostrando a eficácia do aditivo superplastificante em termos de resistência.

O teste de compressão é amplamente utilizado para avaliar a capacidade do concreto de suportar cargas de compressão. Os resultados indicaram que o concreto com superplastificante apresentou uma resistência maior em todos os dias testados em relação ao o concreto convencional. Mostrando que a adição de superplastificante contribuiu positivamente para a resistência à compressão do concreto.

Os resultados dos testes de compressão forneçam uma indicação da resistência mecânica do concreto. Em seu estudo P. Kumar Mehta e Paulo Monteiro [5] obtiveram um aumento de 22% na sua resistência a compressão no dia 28, enquanto neste estudo a diferença observada foi de 46%, uma diferença maior em relação ao seu estudo.

TESTE DE *SLUMP*

Durante a preparação e aplicação do concreto, observou-se que o concreto aditivado com superplastificante teve um maior abatimento como mostrado na Tabela 2, exibindo uma maior fluidez e capacidade de preenchimento dos moldes em comparação com o concreto convencional.

O teste *slump*, mostra de forma clara a diferença entre os dois concretos, ao realizar o teste *slump* no concreto convencional o valor foi 150 mm como mostrado na Figura 6, exibindo um abatimento menos acentuado, indicando uma menor fluidez.

No concreto aditivado com superplastificante, notou-se uma maior fluidez, como mostrado na Figura 7, mostrando um abatimento maior, onde o resultado foi de 180 mm.

Figura 6: Teste *slump* concreto sem aditivo superplastificante



Fonte: Próprio autor (2024)

Figura 7: Teste *slump* concreto com aditivo superplastificante



Fonte: Próprio autor (2024)

Esses resultados têm implicações importantes para a aplicabilidade prática e o desempenho do concreto em situações reais de construção. A maior fluidez do concreto com superplastificante pode facilitar o processo de lançamento e manuseio, possibilitando o preenchimento eficaz de formas complexas e reduzindo a necessidade de vibração excessiva para a compactação.

Além disso, a utilização de superplastificante requer um controle rigoroso de dosagem e mistura para garantir resultados consistentes. Variações nesses processos podem afetar significativamente não apenas a fluidez, mas também outras propriedades do concreto, destacando a importância de protocolos de controle de qualidade adequados.

Essa maior trabalhabilidade pode ser atribuída à capacidade do superplastificante de reduzir a quantidade de água necessária para manter a mesma consistência, resultando em uma mistura mais coesa e fácil de manipular.

Teoricamente, o concreto com superplastificante pode apresentar uma menor porosidade e uma maior densidade, o que pode contribuir para uma melhor resistência à corrosão e durabilidade em ambientes agressivos.

O concreto com superplastificante demonstra vantagens técnicas, é importante considerar também seus custos e viabilidade econômica. A adição de superplastificante pode aumentar o custo inicial da mistura de concreto, porém, isso pode ser compensado pelos benefícios decorrentes, como menor quantidade de água necessária, redução do tempo de construção e potencial aumento da vida útil da estrutura. Uma análise completa de custo-benefício deve ser realizada para determinar a viabilidade econômica do uso do superplastificante em relação ao concreto convencional.

CONCLUSÃO

Com base nos dados fornecidos, pode-se observar que o concreto aditivado com superplastificante apresentou uma resistência à compressão significativamente maior em comparação com o concreto convencional em todos os estágios de cura.

No primeiro dia, o concreto aditivado atingiu uma resistência de 14 MPa, enquanto o concreto convencional apresentou uma resistência de apenas 9,11 MPa. Esse padrão se manteve ao longo do tempo, com o concreto aditivado superando consistentemente o convencional nos dias 1, 3, 7 e 28. Com uma resistência final de 47,57 MPa, o concreto com superplastificante demonstra vantagem em termos de resistência, já que o convencional teve uma resistência final de 32,56 MPa, tendo uma diferença de 15,01 MPa de resistência.

Em relação à trabalhabilidade, o concreto aditivado demonstrou uma maior capacidade de fluidez, conforme indicado pelo teste slump, com um valor de 180

mm em comparação com os 150 mm do concreto convencional. Isso sugere que o superplastificante teve um impacto positivo na capacidade de moldagem e manuseio do concreto, facilitando sua aplicação em diferentes formas e estruturas, o que sugere vantagens significativas em situações que demandam formas complexas ou espaços confinados.

Portanto, com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que o uso de superplastificante no concreto resultou em uma melhoria significativa na resistência à compressão e na trabalhabilidade em comparação com o concreto convencional. Essa melhoria pode ser atribuída à capacidade do superplastificante de dispersar as partículas de cimento de forma mais eficiente, resultando em uma matriz de concreto mais densa e resistente, além de uma maior fluidez que facilita o processo de aplicação. Esses resultados destacam a importância dos aditivos na formulação de concretos de alto desempenho para diversas aplicações na construção civil.

Dessa forma, os resultados deste estudo destacam a importância de uma abordagem holística ao planejar e executar projetos de construção. A seleção e o uso de aditivos como o superplastificante devem ser baseados em uma compreensão completa das necessidades específicas do projeto, equilibrando os benefícios imediatos de trabalhabilidade com considerações de desempenho a longo prazo.

Por fim, é importante ressaltar que este estudo se concentrou principalmente em testes de laboratório e em análises preliminares. Recomenda-se que estudos adicionais sejam conduzidos para avaliar o desempenho do concreto com superplastificante em condições de campo e ao longo do tempo, a fim de validar e refinar ainda mais os resultados apresentados.

Em suma, os resultados deste estudo destacam o potencial do concreto com superplastificante como uma alternativa viável e eficaz ao concreto convencional, oferecendo vantagens significativas em termos de desempenho mecânico e praticidade construtiva. Essas descobertas têm importantes implicações para a indústria

da construção civil, fornecendo insights valiosos para aprimorar a qualidade e eficiência das estruturas de concreto em futuros projetos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CARVALHO, S; et al. **Influência do aditivo hiperplastificante no concreto convencional**. p. 3, 2016.
2. CORRÊA, A. Estudo do desempenho dos aditivos plastificantes e polifuncionais em concretos de cimento portland tipo cpIII-40. p. 18, 2010.
3. TRINDADE, D. O uso de aditivos redutores de água no concreto convencional. p. 24, 2017.
4. BRITO, P; et al. Síntese e Caracterização de um Superplastificante para Betão.
5. P. KUMAR MEHTA; PAULO J. M. MONTEIRO. CONCRETO Microestrutura, Propriedade E Materiais. v. 3, p. 297, 2008.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, NBR-5738: Moldagem e cura dos corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto, Rio de Janeiro, 2018.
7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, NBR-5739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos, Rio de Janeiro, 2018
8. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, NBR-16889: Concreto- Determinação da consistência pelo abatimento do tronco cone, Rio de Janeiro, 2020.