

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE ADITIVO PLASTIFICANTE NA
TRABALHABILIDADE, CONSUMO DE CIMENTO E
RESISTÊNCIA DO CONCRETO**

**ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF PLASTICIZER ADDITIVE IN
WORKABILITY, CEMENT CONSUMPTION AND COMPRESSIVE
STRENGTH OF CONCRETE**

Ajurycaba C. de Lucena Jr¹; Maria Aparecida G. Tommaselli²

Discente do curso de Eng. Civil¹; Docente do curso de Eng. Civil²;
jr@ajurycaba.com.br¹; mariatomaseli@gmail.com²;

RESUMO – Aditivos redutores de água, quando adicionados a mistura de concreto sem alterações nas proporções dos materiais, causam um aumento na trabalhabilidade da mistura. Tal efeito também pode ser utilizado para reduzir o fator água cimento ou para diminuir o consumo de cimento do concreto através de dosagens controladas para não comprometer a trabalhabilidade. Estas possibilidades foram testadas com a utilização de 1% de aditivo redutor de água a base de lignosulfonatos. Os concretos dosados apresentaram respectivamente: aumento de 80 mm no abatimento de tronco de cone; aumento de 26,7% na resistência à compressão e redução de 15% no consumo de cimento.

Palavras-chave: Concreto; Plastificante; Redutor de água; Trabalhabilidade; Resistência à compressão; Consumo de cimento.

ABSTRACT – Water reducing additives, when added to the concrete mix without any changes in its ingredient's proportions, can increase the mixture's workability. Such effect can also be used to reduce the water-cement factor or to reduce the concrete's cement consumption through controlled dosages so to not compromise the workability. These possibilities were tested using 1% of water reducing additive based on lignosulfonates, hence the concretes dosed presented, respectively: 80 mm increase in slump; increase of 26,7% in the compressive strength; and reduction of 15% in cement consumption.

Keywords: concrete; plasticizer; water reducer; workability; compressive strength; cement consumption.

1. INTRODUÇÃO

Os aditivos são hoje em dia fundamentais na tecnologia do concreto e podem ser considerados como o quarto componente do concreto. Todo concreto originário de usinas dosadoras possui ao menos um tipo de aditivo em sua composição. (CARVALHO, 2012).

Os aditivos são divididos, conforme NBR 11768/2011, em 7 categorias:

- Redutor de água/plastificante;
- Alta redução de água/superplastificante tipo I;
- Alta redução de água/superplastificante tipo II;
- Incorporador de ar;
- Acelerador de pega;
- Acelerador de resistência;
- Retardador de pega;

Apesar de divididos em diversas categorias, todos eles possuem a finalidade de alterar propriedades do concreto fresco ou endurecido, ampliando as qualidades ou minimizando os pontos fracos de um concreto (CARVALHO, 2012; SILVA, 2017; MEHTA e MONTEIRO, 1994).

Ainda conforme a NBR 11768/2011, os aditivos plastificantes e superplastificantes também podem influenciar o tempo de pega. Quanto ao tempo de pega, os plastificantes são considerados: tipo PR, quando retardador de pega; tipo PA, quando acelerador; e tipo

PN, quando não tem função de modificar a pega.

O uso de materiais e métodos de dosagem corretos são fundamentais para a produção de concretos de qualidade. Portanto, pretende-se estabelecer uma relação entre as características de um concreto, ao fixarmos dois dos parâmetros iniciais do concreto para alterarmos um terceiro parâmetro por meio da utilização do aditivo redutor de água. {justificativa e objetivos}

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os parâmetros de resistência (f_{cj}), fator a/c (água/cimento), abatimento e consumo de cimento, assumidos pelas “leis de comportamento”, foram correlacionadas no método de dosagem EPUSP/IPT por meio do Diagrama de Dosagem (Figura 1), apresentado no Manual de Dosagem e Controle do Concreto (HELENE e TERZIAN, 1992).

O diagrama de dosagem (Figura 1) é uma combinação de três “leis do comportamento”: lei de Abrams, lei de Lyse e lei de Molinari. Abordados individualmente a seguir.

2.1.1. LEI DE ABRAMS

A relação água/cimento é o parâmetro mais importante do concreto estrutural geralmente, uma vez definida a relação água/cimento e definidos certos materiais, a resistência e a durabilidade do concreto

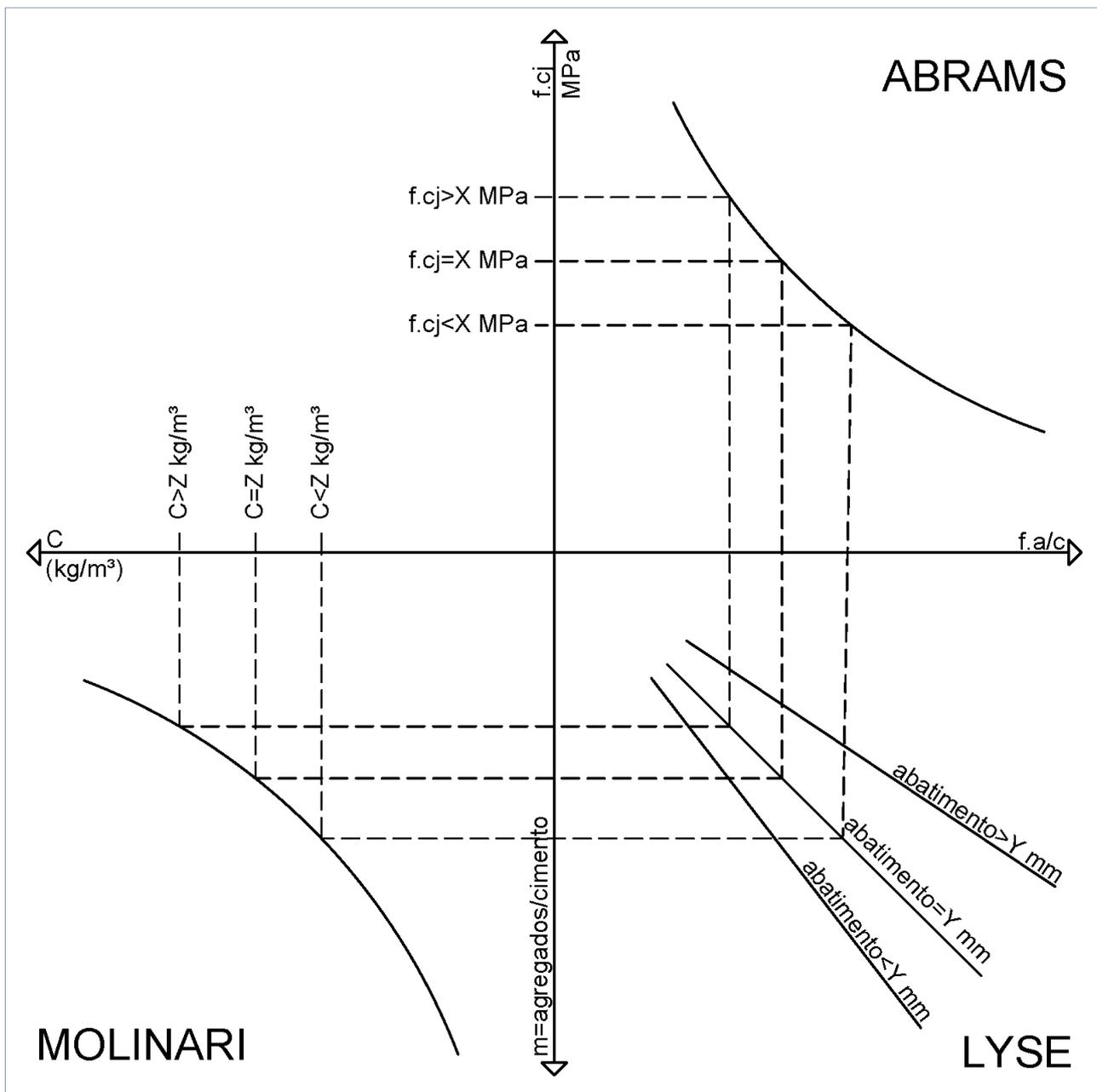
passam a ser únicas (HELENE e TERZIAN, 1992).

A quantidade de água do concreto está relacionada à hidratação do cimento, fundamental para a pega, e também relacionada à porosidade do concreto. Porosidade essa que é inversamente proporcional à resistência do concreto. Assim, a resistência à compressão axial (f_{cj}) é

inversamente proporcional ao fator a/c (ABRAMS, 1919; MEHTA e MONTEIRO, 1994).

A adição de água em uma mistura já estabelecida provocará perda de resistência à compressão e aditivos plastificantes podem ser utilizados como uma forma segura de correção da trabalhabilidade. (FERNANDES e SILVA, 2011).

Figura 1. Diagrama de dosagem - modelo de comportamento.



Fonte: (HELENE e TERZIAN, 1992)

Para se obter uma resistência maior há duas alternativas diretas: a primeira é a redução da quantidade de água, que acarreta em perda de trabalhabilidade, e a segunda é o aumento da quantidade de cimento da mistura, acarretando em maiores custos, tendo em vista que o cimento é o material mais caro do concreto (CARVALHO, 2012; COLLEPARDI, 1998).

2.1.2. LEI DE LYSE

A NBR NM 67/1996 define o método do abatimento do tronco de cone (*slump test*) para determinar a consistência do concreto fresco através da medida de seu assentamento. Teste esse que pode ser facilmente realizado em campo, e pode ser considerado como uma forma de determinar índice de trabalhabilidade do concreto (MEHTA e MONTEIRO, 1994; SCHWAAB, 2015).

Na dosagem, deve-se procurar o máximo de trabalhabilidade sem prejudicar as outras condições técnicas do concreto. Um abatimento muito grande (característica de um concreto com muita água) causará uma maior porosidade e conseqüentemente uma resistência menor. Assim como um concreto com baixo abatimento pode atrapalhar o adensamento, também causando maior porosidade (CARVALHO, 2012).

A trabalhabilidade depende da quantidade de água do concreto quando

fixadas as quantidades de cimento e agregados. Assim, para uma mistura de fator a/c constante, pode-se alterar a trabalhabilidade verificada no abatimento do tronco de cone através de alterações na proporção entre agregados e cimento (LYSE, 1932).

2.1.3. LEI DE MOLINARI

Verifica-se que o concreto passa a ser mais econômico quanto maior a dimensão máxima característica do agregado graúdo e menor o abatimento do tronco de cone (HELENE e TERZIAN, 1992).

Gilberto Molinari verificou que o consumo de cimento de um concreto correlaciona-se com a relação agregados/cimento. Essa correlação foi incluída no diagrama de dosagem por expressar a viabilidade econômica de um concreto.

2.2. ADITIVOS REDUTORES DE ÁGUA

Tais aditivos são também chamados de plastificantes pela NBR 11768/2011 e atuam reduzindo a quantidade necessária de água na mistura. Possibilitando assim manipular as propriedades do concreto que podem ser estimadas pelas “leis de comportamento” de Abrams, Lyse e Mollinari, correlacionadas no diagrama de dosagem.

O mecanismo de ação baseia-se em fenômenos de adsorção do polieletrólito pelas partículas de cimento. O polieletrólito

com grupos sulfônicos ligados à cadeia se adsorve às partículas de cimento conferindo-as de carga líquida negativa. Este efeito provoca repulsão entre as partículas de cimento favorecendo sua dispersão em água e evitando a floculação do cimento (MEHTA e MONTEIRO, 1994; COLLEPARDI, 1998; ASSUNÇÃO, ROYER, *et al.*, 2005; SILVA, 2017).

Os aditivos plastificantes têm como principal função a redução da água de amassamento, melhorando a coesão, a homogeneidade e diminuindo a retração. Essencialmente, diminuem a tensão superficial da água (SCHEEREN, SALUM, *et al.*, 2017).

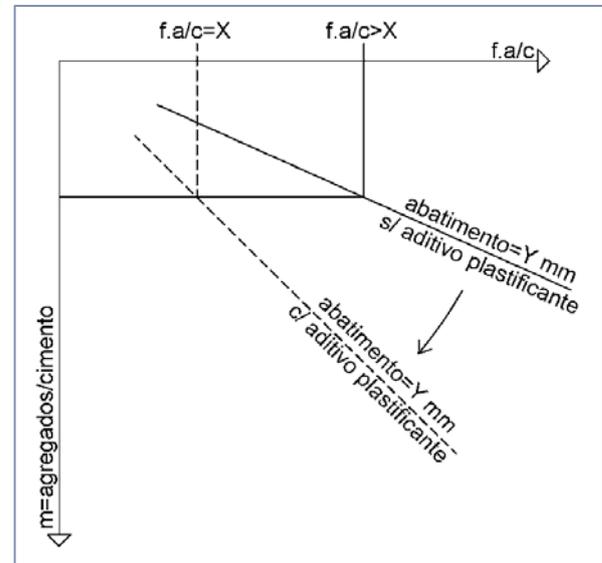
Os aditivos redutores de água têm se convertido em um componente de elevada importância devido aos seus efeitos desde um ponto de vista técnico (trabalhabilidade e resistências mecânicas) assim como do ponto de vista econômico, já que, se dosados corretamente, podem diminuir o consumo de cimento (COLLEPARDI, 1998).

O efeito do uso do aditivo plastificante no comportamento do concreto pode ser representado (Figura 2) como uma alteração na Lei de Lyse, mudando o coeficiente angular da reta onde o abatimento é constante.

Dosando-se corretamente, o aditivo pode ser utilizado para aumento de trabalhabilidade, aumento de resistência à compressão ou diminuição do consumo de cimento (SCHWAAB, 2015; NEVILLE e

BROOKS, 2013). Conforme esquematizado por (COLLEPARDI, 1998) e adaptado na Figura 3.

Figura 2. Representação da lei de Lyse alterada pelo uso de aditivo plastificante (permitindo um mesmo abatimento para uma relação água/cimento menor)

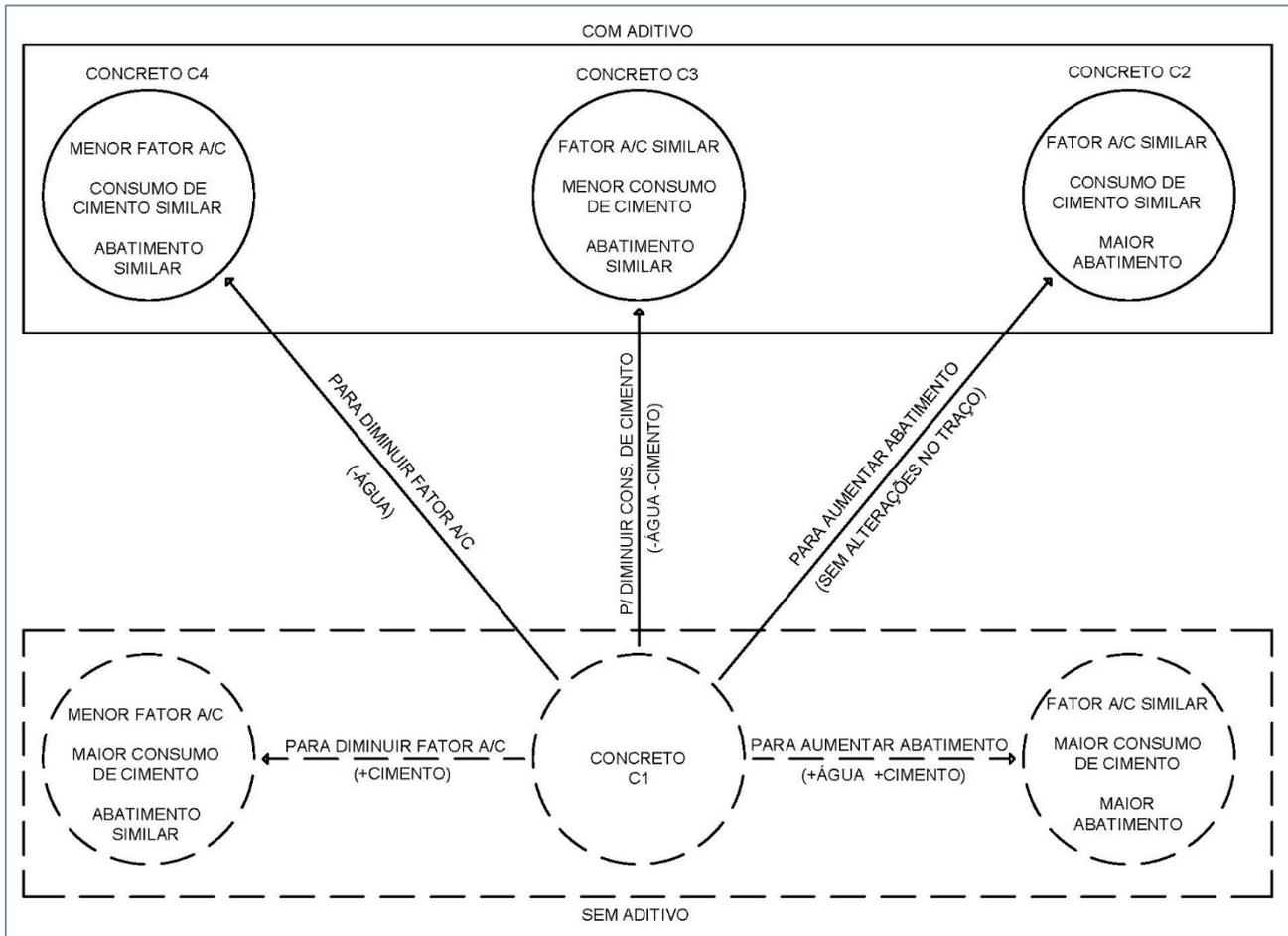


Fonte: (MARTINS, GOMES, *et al.*, 2001) – adaptação.

A Figura 3 mostra as diferenças na dosagem de concretos com e sem aditivo plastificante.

Considerando a importância dos aditivos na dosagem do concreto, pretende-se, com os experimentos apresentados neste artigo, analisar os efeitos da inclusão do aditivo redutor de água/plastificante (tipo PN), a base de lignosulfonatos em três das principais condições as quais um concreto deve atender: resistência à compressão, trabalhabilidade e viabilidade econômica (avaliada por meio do consumo de cimento).

Figura 3. Diagrama esquemático do efeito de aditivos plastificantes.



Fonte: (COLLEPARDI, 1998) - adaptação

3. METODOLOGIA

Pretendeu-se, com o programa experimental, estabelecer uma relação entre as características de um concreto, ao se fixar dois dos parâmetros iniciais do concreto para alterarmos um terceiro parâmetro por meio da utilização do aditivo redutor de água. Sendo assim, três possibilidades foram avaliadas individualmente:

a) Melhorar a trabalhabilidade, mantendo-se uma mesma quantidade de cimento e resistência do concreto;

b) Reduzir o consumo de cimento, mantendo-se a trabalhabilidade e resistência do concreto;

c) Aumentar a resistência do concreto, mantendo-se a mesma trabalhabilidade e mesma quantidade de cimento.

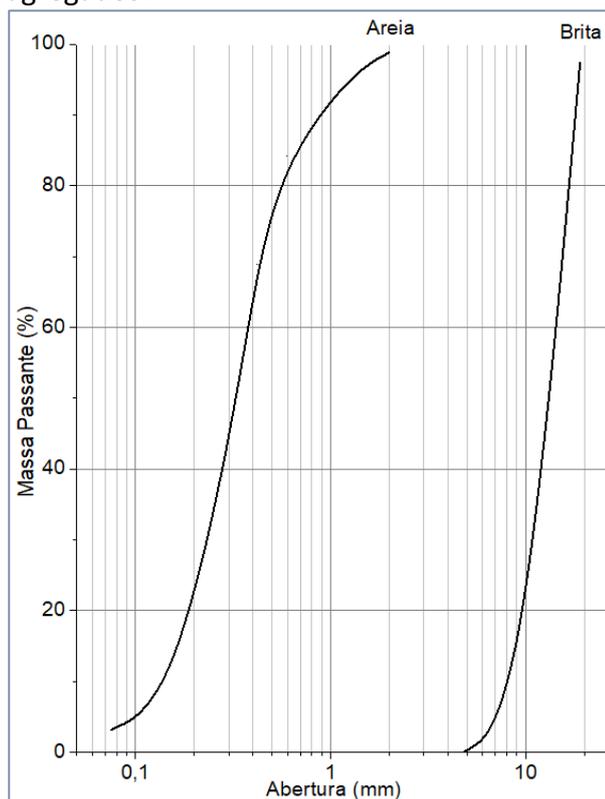
O programa experimental foi dividido em três etapas: na primeira foi realizada a caracterização dos agregados. Na segunda, foram realizadas as dosagens de quatro concretos, ensaios de abatimento de tronco de cone (NBR NM 67/1998), determinação de massa específica aparente (NBR NM 56/1996) e moldagem dos corpos de prova (NBR 5768/2015). E na terceira etapa foram

realizados os rompimentos dos corpos-de-prova (NBR NM 101/1996) na idade de 14 dias: 6 corpos de prova foram moldados para cada concreto, totalizando 24 corpos-de-prova.

3.1. PRIMEIRA ETAPA – CARACTERIZAÇÃO DOS AGREGADOS

Os materiais utilizados foram cimento Cauê CP-II-E-32, brita 1 e areia adquiridos em Dourados – MS. A curva granulométrica da areia e da brita estão exibidos na Figura 4 e as características na Tabela 1.

Figura 4. Curva granulométrica dos agregados.



Fonte: Autores (2018)

Tabela 1. Caracterização dos agregados.

Característica	Areia	Brita
Massa unitária (g/cm ³)	1,43	1,61
Massa específica (g/cm ³)	2,78	2,85
Diâmetro máximo característico (mm)	1,29	18,67
Módulo de finura	2,99	1,98

3.2. SEGUNDA ETAPA – REALIZAÇÃO DAS DOSAGENS

A dosagem do concreto C1 diz respeito a definição de um concreto que foi produzido sem o uso de aditivos, para que se tenha uma referência comparativa. E os demais concretos (C2, C3 e C4) dizem respeito aos concretos que foram produzidos com o uso de aditivos na tentativa de atender individualmente as três possibilidades levantadas anteriormente.

3.2.1. CONCRETO C1

O concreto C1 foi desenvolvido com o objetivo de se estabelecer o concreto utilizado como concreto de referência, portanto não foi empregado aditivo.

O concreto de referência partiu de um traço inicial, descrito na Tabela 2, que resultou na quantidade de material apresentada na Tabela 3.

Tabela 2. Traço do concreto inicial.

Cimento (kg)	Areia (kg)	Brita (kg)	Água (L)	Relação a/c
1	2,1	2,92	0,6	0,6

Fonte: Autores (2018)

Tabela 3. Quantidade de material utilizado inicialmente na confecção do concreto de referência (C1).

Cimento (kg)	Areia (kg)	Brita (kg)	Água (L)	Relação a/c
8,88	18,6	25,95	5,33	0,6

Fonte: Autores (2018)

Ajustes foram realizados para atender a um abatimento de 80 mm, verificado através do *slump test* (NBR NM 67/1998). Este valor foi escolhido, como referência, por ser considerado usualmente utilizado para vigas e pilares e com possibilidade de bombeamento. Os ajustes do C1 foram feitos sem alterar a relação a/c do traço. A quantidade de areia e brita adicionada estão relacionadas na Tabela 4.

Tabela 4. Quantidade de material adicionado para ajustar o abatimento em 80 mm (C1).

Cimento (kg)	Areia (kg)	Brita (kg)	Água (L)	Relação a/c
0	1,05	1,5	0	-

Fonte: Autores (2018)

A Tabela 5 apresenta todo o material empregado na confecção do concreto de referência após a realização dos ajustes.

Tabela 5. Quantidade total de material utilizado na confecção do concreto de referência com abatimento de 80 mm (C1).

Cimento (kg)	Areia (kg)	Brita (kg)	Água (L)	Relação a/c
8,88	19,65	27,45	5,33	0,6

Fonte: Autores (2018)

Vale ressaltar que a adição de areia e brita se fez necessária pois o traço inicial (Tabela 2) apresentou um abatimento de 120 mm, valor maior que os 80 mm estabelecidos

como objetivo. Caso o abatimento apresentasse um valor menor que 80 mm o procedimento ideal seria adição de cimento e água (proporcionalmente para manter a mesma relação a/c).

3.2.2. CONCRETO C2

O concreto 2 foi desenvolvido no intuito de utilizar o aditivo para aumentar a trabalhabilidade do concreto. Utilizou-se da mesma quantidade de material utilizada no concreto C1 (abatimento de 80 mm), porém, foi adicionado aditivo (1% da massa de cimento em massa de aditivo), resultando na quantidade apresentada na Tabela 6. A quantidade de água foi subtraída da quantidade de aditivo adicionada para que a relação a/c fosse mantida, conforme recomendações do fabricante.

Tabela 6. Quantidade total de material utilizado na confecção do concreto C2.

Cimento (kg)	Areia (kg)	Brita (kg)	Água (L)	Relação a/c	Aditivo (kg)
8,88	19,65	27,45	5,24	0,6	0,08875

Fonte: Autores (2018)

A utilização de uma mesma proporção nos materiais dos concretos C1 e C2 permitiram uma comparação entre os resultados obtidos observando a influência do aditivo no abatimento ao se manter fixos tanto a relação a/c como a proporção cimento/agregado, verificando-se abatimento de 190 mm.

3.2.3. CONCRETO C3

O concreto C3 foi desenvolvido para utilização do aditivo (1% da massa de cimento em massa de aditivo) a fim de diminuir o consumo de cimento para um mesmo abatimento e mesmo fator a/c em relação ao concreto C1.

Partiu-se das mesmas proporções iniciais, estabelecidas para o concreto C1 (Tabela 3), mas dessa vez incluindo aditivo como especificado na Tabela 7.

Tabela 7. Quantidade de material utilizado inicialmente na confecção do concreto de C3.

Cimento (kg)	Areia (kg)	Brita (kg)	Água (L)	Relação a/c	Aditivo (kg)
8,88	18,6	25,95	5,24	0,6	0,08875

Fonte: Autores (2018)

A seguir, as proporções iniciais foram ajustadas para atender a um abatimento de 80 mm, mantendo-se a mesma relação a/c. A quantidade de brita e areia adicionadas estão relacionadas na Tabela 8.

Tabela 8. Quantidade de material adicionado para ajustar o abatimento em 80 mm (C3).

Cimento (kg)	Areia (kg)	Brita (kg)	Água (L)	Relação a/c	Aditivo (kg)
-	5,2	7,21	-	-	-

Fonte: Autores (2018)

A Tabela 9 apresenta todo o material empregado na confecção do concreto de referência após a realização dos ajustes.

Tabela 9. Quantidade total de material utilizado na confecção do concreto C3 com abatimento de 80 mm.

Cimento (kg)	Areia (kg)	Brita (kg)	Água (L)	Relação a/c	Aditivo (kg)
8,88	23,8	33,16	5,24	0,6	0,08875

Fonte: Autores (2018)

Para o concreto C3 empregou-se o mesmo procedimento do concreto C1, mas com adição de aditivo. Com isso, ambos apresentaram o mesmo abatimento e mesmo fator a/c, no entanto observou-se um consumo de cimento menor em relação ao concreto C1.

3.2.4. CONCRETO C4

O concreto C4 foi desenvolvido no intuito de utilizar o aditivo para aumentar a resistência a compressão do concreto. Considerou-se as mesmas proporções de cimento, areia e brita iniciais, estabelecidas para o concreto C1 (Tabela 3). Porém, para que fosse utilizada a menor quantidade de água possível, iniciou-se com apenas 2 litros e com a inclusão de 1% de aditivo como demonstrado na Tabela 10.

Tabela 10. Quantidade de material utilizado inicialmente na confecção do concreto de C4.

Cimento (kg)	Areia (kg)	Brita (kg)	Água (L)	Relação a/c	Aditivo (kg)
8,88	18,6	25,95	2	0,24	0,08875

Fonte: Autores (2018)

Em seguida, as proporções iniciais foram ajustadas, aumentando-se apenas a quantidade de água, para atender a um abatimento de 80 mm. Resultando em uma adição de 2,85 litros.

A quantidade total de material total utilizado na produção do concreto 4 está apresentado na Tabela 11.

Tabela 11. Quantidade total de material utilizado na confecção do concreto C4 com abatimento de 80 mm.

Cimento (kg)	Areia (kg)	Brita (kg)	Água (L)	Relação a/c	Aditivo (kg)
8,88	18,6	25,95	4,8	0,55	0,08875

Fonte: Autores (2018)

Para o concreto C4, utilizou-se do mesmo procedimento na produção do concreto C1, porém fixando-se a quantidade de cimento. Com isso, ambos apresentaram o mesmo abatimento e mesmo consumo de cimento, porém foi observado uma diferença na relação água cimento, que está diretamente ligada à resistência do concreto.

A tabela 12 relaciona os traços finais dos quatro concretos produzidos após as alterações necessárias aos objetivos do trabalho.

Tabela 12. Traços finais dos concretos estudados após alterações no traço inicial.

	Cimento (kg)	Areia (kg)	Brita (kg)	Água (L)	Aditivo
C1	1	2,21	3,09	0,60	-
C2	1	2,21	3,09	0,60	1%
C3	1	2,68	3,73	0,60	1%
C4	1	2,09	2,92	0,55	1%

Fonte: Autores (2018)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os dados obtidos, os concretos C2, C3 e C4 foram comparados ao concreto de referência (C1) na Tabela 13.

Conforme a NBR NM 56, foi possível determinar o consumo de cimento através da Equação 1.

$$C = \frac{m_c \times m}{V \times (m_a + m_c + m_f + m_g)} \quad (1)$$

Onde:

C : consumo de cimento (kg/m³);

m_c : massa de cimento utilizada no traço (kg);

m : massa do volume medido no ensaio de massa específica aparente (kg);

V : volume do recipiente utilizado no ensaio de massa específica aparente (m³);

m_a : massa de água utilizada no traço (kg);

m_f : massa de areia utilizada no traço (kg);

m_g : massa de brita utilizada no traço (kg).

Os dados foram relacionados para comparação na Tabela 13 e uma correlação gráfica foi apresentada na Figura 5.

Analisando os resultados obtidos pôde-se observar que o concreto C2 apresentou um abatimento de 190mm, maior em relação ao C1 (80mm) em virtude do emprego de aditivo, que atuou diretamente na coesão da mistura. O consumo de cimento manteve-se semelhante ao C1 pois nada além do uso do aditivo foi alterado no traço. A resistência a compressão de 28,8 MPa, similar, se deu em virtude da relação a/c não ter sido alterada. Observou-se que o concreto C2 apresentou um abatimento de 190mm, representando um acréscimo de 80 mm no abatimento em relação ao concreto de referência.

Tabela 13. Dados obtidos de abatimento, massa específica aparente, consumo de cimento, relação a/c e resistência a compressão dos concretos produzidos.

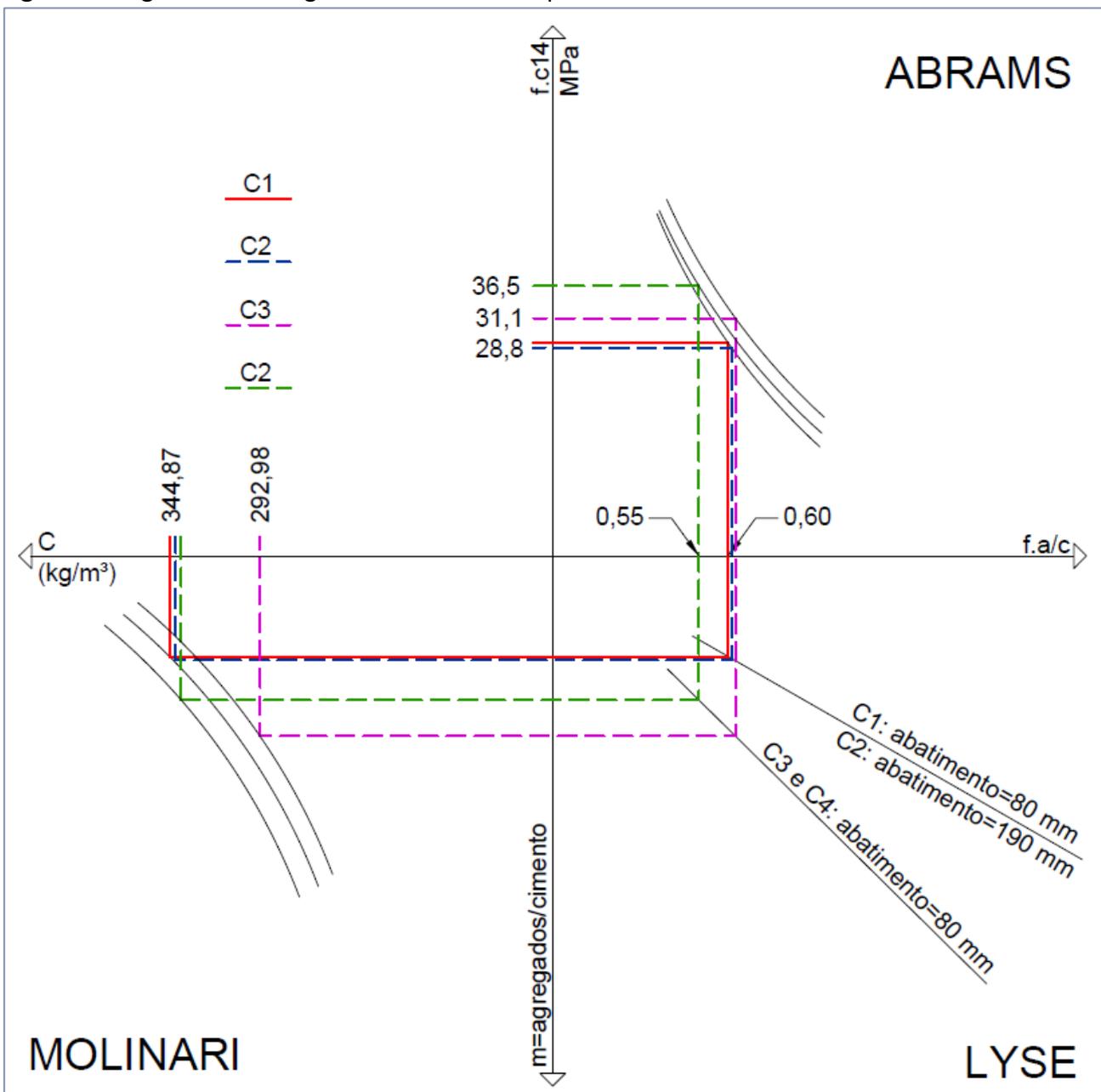
Concreto	Abatimento (mm)	Massa específica aparente (kg/m ³)	Consumo de cimento (kg/m ³)	Relação a/c	Resistência (MPa)
C1	80 ± 10	2382,02	344,87	0,60	28,8 ± 0,1
C2	190 ± 10	2378,84	344,41	0,60	28,8 ± 0,7
C3	80 ± 10	2349,13	292,98	0,60	31,1 ± 0,3
C4	80 ± 10	2261,59	344,20	0,55	36,5 ± 0,3

Fonte: Autores (2018)

No concreto C3, o aditivo permitiu a adição de 4,15 kg de areia e 5,71 kg de brita, mantendo o mesmo abatimento de 80 mm do

concreto de referência. Neste caso, o volume resultante de concreto produzido aumentou e, conseqüentemente, o consumo de cimento

Figura 5. Diagrama de dosagem - modelo de comportamento.



Fonte: Autores (2018)

por m³ foi reduzido para 292,98 kg/m³. A resistência à compressão similar do concreto C3 e C2, provavelmente, se deu ao fato da relação a/c não ter sido alterada. O concreto C3 apresentou uma economia de 15% no consumo de cimento, em relação ao concreto C1 que foi de 344,87 kg/m³.

No concreto C4, o uso do aditivo permitiu que fosse utilizada uma quantidade de água menor para se chegar no mesmo abatimento de 80 mm do C1. A relação água cimento diminuiu, e observou-se um aumento na resistência do concreto para 36,5 MPa. O consumo de cimento manteve-se similar pois apenas a quantidade de água foi alterada no traço. Pode-se dizer que o concreto C4 apresentou uma resistência a compressão aproximadamente 26,7% maior em relação ao concreto de referência (C1).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme os resultados apresentados, pode-se dizer que o aditivo plastificante a base de lignosulfonatos, juntamente com um estudo de dosagem alterou as características, melhorando a trabalhabilidade, resistência a compressão e reduzindo o consumo de cimento.

As especificações do produto indicam reduzir cerca de 10% a água necessária de amassamento (valor esse que depende de diversos fatores). Neste estudo foi verificado

uma redução de aproximadamente 8% (concreto C4).

Os três traços que utilizaram aditivo apresentaram resistência à compressão similar ou superior ao concreto de referência (C1).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Supermix, pelo fornecimento do aditivo utilizado, e a Polimix, pelas retificações e rompimentos dos corpos de prova.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 101: Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**, 1996.

ABNT. **NBR NM 56: Concreto fresco - Determinação da massa específica, do rendimento e do teor de ar, pelo método gravimétrico**, 1996.

ABNT. **NBR NM 79: Concreto - Preparação de concreto em laboratório**, 1996.

ABNT. **NBR NM 33: Concreto - Amostragem de concreto fresco**, 1998.

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

ABNT. **NBR 11768: Aditivos químicos para concreto de cimento portland - requisitos**, Rio de Janeiro, 2011.

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

ABRAMS, D. A. **Design of Concrete Mixtures**. Chicago: Structural Materials Research Laboratory, Lewis Institute, 1919.

ASSUNÇÃO, R. M. N. et al. **Efeito da Aplicação do Poliestireno Sulfonado (PSSNa) como Aditivo em Argamassas e Concretos de Cimento Portland CPV32**. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v. 15, p. 63-67, 2005.

CARVALHO, E. F. T. D. **O concreto sem mistérios**. Ouro Preto: UFOP, 2012.

COLLEPARDI, M. **Admixtures Used to Enhance Placing Characteristics of Concrete**. *Cement and Concrete Composites*, n. 20, p. 103-112, 1998.

FERNANDES, F. M.; SILVA, B. D. V. **Influência da adição de aditivo plastificante e água para manter o abatimento ao logo do tempo na resistência à compressão do concreto**. Trabalho de Conclusão de Curso - UNESC - Curso de Engenharia Civil, Criciúma, 2011.

HELENE, P.; TERZIAN, P. **Manual de dosagem e controle do concreto**. Brasília: PINI, 1992.

LYSE, I. **Tests on consistency and strength of concrete having constant water content**. *Proceedings of the American Society for Testing Materials (ASTM)*, 32, 1932.

MARTINS, H. F. et al. **Dosagem de concreto de cimento portland ARI RS com e sem aditivo plastificante redutor de água tipo P (ABNT) – Avaliação das propriedades e custos preliminares de aquisição**. Anais do 45º Congresso Brasileiro de Cerâmica, Florianópolis, Junho 2001.

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

NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J. **Tecnologia do Concreto**. 2ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

SCHEEREN, C. et al. **Influência de aditivos superplastificantes a base de policarboxilato na resistência a compressão e propriedades no estado fresco de um cimento Portland tipo I**. *Revista de Engenharia Civil IMED, Passo Fundo*, v. 4, n. 2, p. 129-141, 2017.

SCHWAAB, S. **Efeito da adição de aditivo plastificante retardador de pega nas propriedades de concretos usinados de cimento portland usando planejamento fatorial**. Dissertação de Mestrado - UDESC - Pós-Graduação em Ciência dos Materiais, Joinville, 2015.

SILVA, D. M. D. **Influência da Mistura de Agregados Graúdos, Resíduo de Corte de Mármore e Granito e Metacaulim e Aditivos no Desempenho Mecânico do Concreto**. *Revista de Ciências Exatas e Tecnologia, Londrina*, v. 12, p. 2-8, 2017.

SILVA, G. R. D. **Manual de Traços de Concreto**. São Paulo: Solivro, 1975.