

Fabricação e estudo de produto dispersante à base de elementos biodegradáveis para adição em matriz de concreto visando efeito plastificante

Manufacture and study of dispersant product based on biodegradable elements for addition in concrete matrix aiming at plasticizing effect

Cayttano Saul de Sá Zarpellon, Graduando em Engenharia Civil, Universidade Federal de Mato Grosso.

czarpel@outlook.com

Cristopher Antonio Martins de Moura, Graduado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Mato Grosso.

cristopherantonio@live.com

Claudemir Batalini, Doutor em Química, Universidade Federal de Mato Grosso.

pirapotimao@msn.com

Resumo

O concreto é o material construtivo mais consumido no mundo, composto por partículas de agregados, classificados de acordo com suas dimensões, envolvidas por um meio aglomerante formado por cimento Portland e água, possuindo dois estados, sendo o fresco e o endurecido. A presente pesquisa tem como objetivo a fabricação e estudo de um sabão líquido que atua como produto dispersante produzido a partir de materiais biodegradáveis buscando efeito plastificante quando adicionado ao concreto. A amostra de dispersante fabricada em laboratório foi adicionada ao concreto com 2% em relação à massa cimentícia, mantendo fixa a relação água/cimento e os demais componentes. Os resultados mostraram que no ensaio do tronco de cone do concreto fabricado com o dispersante, verificou-se o aumento do abatimento, em relação à matriz de referência, o que indica a capacidade do elemento em ser um agente redutor da consistência, entretanto, ocasionou a redução da resistência à compressão, comparado ao concreto de referência. Dessa forma, avalia-se que o dispersante é um redutor de consistência que ocasionou a redução da resistência mecânica, devido a possível incorporação de ar, constatada com a redução da densidade dos corpos de prova, sendo necessário o estudo de dosagens experimentais que permitam elevação do abatimento, sem a redução significativa de resistência.

Palavras-chave: plastificante; concreto; aditivo biodegradável.

Abstract

Concrete is the most consumed construction material in the world, composed of particles of aggregates, classified according to their dimensions, surrounded by a binder consisting of Portland cement and water, having two states, being fresh and hardened. The present research aims at the manufacture and study of a liquid soap that acts as a dispersant product produced from biodegradable materials seeking plasticizing effect when added to the concrete. The laboratory dispersant sample was added to the concrete with 2% of the cementitious mass, keeping the water / cement ratio and the other components fixed. The results showed that in the test of the cone trunk of the concrete made with the dispersant, the increase of the abatement was verified, relative to the reference matrix, which indicates the capacity of the element to be a reducing agent of the consistency, however, caused the reduction of the compressive strength, compared to the reference concrete. In this way, it is evaluated that the dispersant is a consistency reducer that caused the reduction of the mechanical resistance, due to the possible incorporation of air, verified with the reduction of the density of the test specimens, being necessary the study of experimental dosages that allow elevation of the abatement, without the significant reduction of resistance.

Keywords: *plasticizer; concrete; biodegradable additive.*

1. Introdução

O concreto é o material construtivo mais consumido no mundo, capaz de adaptar-se aos mais distintos formatos, apresentando-se com considerável desempenho e reduzidos custos. É composto por partículas que variam entre agregados graúdos e agregados miúdos, classificados de acordo com suas dimensões, envolvidos por um meio aglomerante formado por cimento Portland e água, desenvolvendo o estado fresco e o estado endurecido (ABCP, 2017).

A produção do concreto in loco é uma atividade comum nos canteiros de obras, e nesse contexto, manter o controle tecnológico é muito desafiador, pois observa-se práticas que não condizem com o conhecimento técnico como a introdução de água além do traço estabelecido a fim de manter ou elevar a trabalhabilidade do concreto (TEIXEIRA, 2007).

O melhoramento do concreto em termos de aumento de abatimento, depende de propriedades como consistência e trabalhabilidade que podem ser otimizadas a partir da aplicação de aditivos, como os plastificantes comerciais a fim de evitar a introdução de água além do que prescrito pela dosagem para reduzir a consistência (HELENE; TUTIKIAN, 2012).

Sob essa ótica, o objetivo da presente pesquisa é a fabricação e estudo de um sabão líquido produzido com base em materiais biodegradáveis buscando efeito plastificante quando adicionado ao concreto. Tal estudo representa uma proposta no sentido da sustentabilidade na construção civil buscando a aplicação de um produto biodegradável a fim de solucionar uma deficiência presente nos canteiros de obra de menor porte.

2. Revisão bibliográfica

O concreto possui dois os estados no qual a matriz precisa desenvolver suas propriedades intrínsecas da forma mais eficiente, de modo que o controle tecnológico realizado no estado fresco contribua para o melhor desenvolvimento do estado endurecido. A fabricação do concreto pode ser realizada a partir de diversas bases cimentícias, denominados aglomerantes hidráulicos, além de conter na composição também, a presença de adições, como aditivos plastificantes, polímeros e fibras. As adições, como são nomeadas quaisquer inserções além da composição elementar do concreto, preveem a alteração de propriedades específicas que tem como objetivo o melhoramento do produto final, em relação à sua eficiência de projeto e durabilidade (NEVILLE; BROOKS, 2013).

Os aditivos plastificantes são adicionados ao concreto com a finalidade de intervir no melhoramento de propriedades, como consistência e trabalhabilidade. Geralmente, estes aditivos são dispostos na forma líquida e adicionados ao concreto no intervalo de mistura em pequenas quantidades, não superiores a 5% da massa cimentícia, conforme a ABNT NBR 12655:2015 (FERGUSON, 2005).

De acordo com Neville (2016), com a adição do aditivo plastificante é possível aumentar a trabalhabilidade mantendo fixa a relação água/cimento. Deste modo, têm-se melhores resultados de abatimento do concreto, reduzindo a incidência de formação porosa, contribuindo para o ganho de resistência à compressão simples.

Recentemente foram estudadas aplicações de detergente comercial na matriz de concreto, com a finalidade de se obter a redução da consistência, avaliando efeitos análogos aos do aditivo plastificante comercial. Manhães e Souza (2016) realizaram estudos relacionados à eficiência do detergente como agente redutor da consistência no concreto e concluíram que o detergente sintético quando adicionado na matriz gera resultados de abatimento moderadamente superiores ao aditivo plastificante comercial.

Neste contexto, Freitas (2013) destaca que o efeito plastificante proporcionado pelo detergente na matriz de concreto, análogo ao efeito do aditivo plastificante comercial, é devido ambos pertencerem ao mesmo grupo químico de tensoativos aniônicos, assim como sabão líquido proposto nesta pesquisa, denominado produto dispersante. Esses tensoativos possuem como grupo hidrófilo um radical com carga positiva e outra negativa, interagindo com a partícula de cimento caracteristicamente positiva, enquanto a extremidade positiva fica exposta formando as chamadas micelas, como mostra a Figura 1. Desta forma, tem-se então a ação de repulsão eletrostática entre as micelas, promovendo o afastamento, logo reduzindo o atrito, causando maior deformabilidade no estado fresco, denominado como redução da consistência.

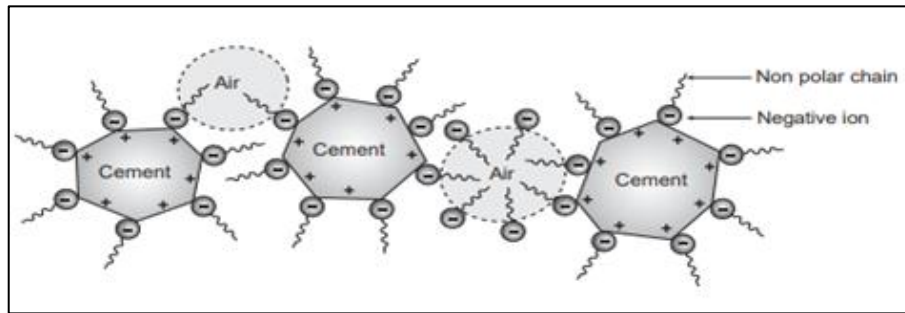


Figura 1 – Representação de reação cimento-aditivo. Fonte: MEHTA; MONTEIRO (2008, p. 285).

O sabão é o produto da reação entre óleos ou gorduras em contato com um álcali, sendo os mais utilizados o hidróxido de sódio ou potássio e o produto desta reação é denominado como sal de ácido carboxílico. Assim como os aditivos plastificantes comerciais são advindos da reação entre o ácido abiético, ácido sulfônico, dentre outros, com o hidróxido de sódio formando então como produto da reação o sal de ácido sulfônico, como exemplo, denominado plastificante; da mesma forma o óleo de soja, presente como ésteres do glicerol reage também com o hidróxido de sódio, formando então o sal de ácido carboxílico, denominado sabão líquido, reconhecido como produto dispersante. Os sais possuem em sua estrutura molecular ligações com caráter iônico, sendo que estas ligações possuem extremidades positivas e negativas, gerando diferença de eletronegatividade, formando um dipolo elétrico, o que garante a interação com as partículas de cimento, caracteristicamente positivas, resultando no desenvolvimento de micelas capazes de promover a repulsão entre as partículas, reduzindo o atrito e a consistência da matriz de concreto (NETO; PINO, 2011).

O dispersante (sabão líquido) tem a estrutura molecular formada predominantemente por carbonos e possui configuração linear. Por outro lado, o aditivo plastificante comercial tem a estrutura molecular também com predominância carbônica, porém possui configuração cíclica. Nesse contexto, destaca-se que de acordo com Pinto *et al.* (2012), existem microrganismos presentes na água, capazes de reconhecer e promover o processo de digestão de moléculas com estruturas carbônicas lineares, ao passo em que não desempenham esta mesma função com moléculas com cadeia carbônica cíclica. Este fator de ação dos microrganismos caracteriza o material como biodegradável ou não, logo, o plastificante comercial é um produto não-biodegradável e o produto dispersante é um elemento biodegradável.

Por conseguinte, entende-se que a adição do dispersante na forma de sabão líquido na produção do concreto, pode proporcionar à matriz característica favorável quanto à trabalhabilidade, que é a propriedade do concreto fresco que identifica sua maior ou menor aptidão para ser empregado em uma determinada utilização com facilidade e sem perda de sua homogeneidade, de modo a oferecer facilidade aos operários no processo de fabricação, transporte, lançamento e adensamento, pois mantendo a proporção de água imposta em projeto e adicionando-se o produto dispersante, analogamente ao plastificante, busca-se que o concreto obtenha um grau de fluidez satisfatório que viabilize a aplicação do dispersante produzido.

3. Metodologia

De acordo com Gil (2008), a pesquisa é um método sistemático de avaliação do objeto de estudo com o intuito de propor soluções para um determinado problema a partir dos resultados obtidos. De acordo com os procedimentos em submeter o objeto de estudo sob a influência de variáveis e parâmetros fixos, além de possibilitar a investigação das influências devido variações nos resultados e posteriores comparações de dados, é possível classificar a pesquisa como experimental e comparativa.

O dispersante com o qual se busca o efeito plastificante foi produzido nas instalações do LAPQUÍM (Laboratório de Pesquisa em Química de Produtos Naturais) da UFMT/CUA. Em um recipiente de plástico, dissolveu-se 50 g de soda cáustica em 100 mL de água fervente e a seguir, sempre com agitação a fim de promover a diluição e homogeneização de todos os compostos, foram adicionados 100 mL de óleo de soja comercial virgem. Logo após, foram adicionados 100 mL de etanol. O sistema permaneceu sob agitação e ao final, diluiu-se com água até um volume final de 3,5 litros (L).

Para fabricação do concreto, utilizou-se cimento Portland (CPII-Z 32), agregado miúdo, agregado graúdo e água potável, sendo que os agregados foram caracterizados e classificados de acordo com a ABNT NBR NM 248:2003 e ABNT NBR 7211:2009, respectivamente. O traço dos materiais manteve-se fixo, variando apenas a adição do produto dispersante (A_1) e plastificante comercial. A dosagem padrão dos materiais foi determinada como 1:3:3,67:0,52 de modo que os valores correspondem respectivamente ao cimento Portland, areia, brita e relação água/cimento.

Foram moldados cinco corpos de prova para cada elemento de estudo, como mostra a Figura 2, com diferentes matrizes de concreto, sem aditivos, com a adição da amostra de dispersante (sabão líquido) e com plastificante comercial, com a concentração de 2% para o plastificante e para o dispersante, em relação à massa cimentícia. Destaca-se que o percentual do plastificante é o valor máximo permitido pelo fabricante. Em sequência, dispôs-se então o concreto em moldes metálicos com base de 10 centímetros e altura 20 centímetros, permanecendo em repouso durante 24 horas, sendo este intervalo definido pela ABNT NBR 5738:2015 como o período de cura inicial do concreto.



Figura 2– Corpos de prova de concreto. Fonte: Arquivo do autor (2018).

No decorrer do trabalho, realizou-se o ensaio de abatimento do tronco de cone para avaliação, de modo geral, da trabalhabilidade da matriz fabricada com o produto

dispersante, aditivo plastificante comercial e sem aditivos, obtendo-se desta forma resultados relacionados à consistência do concreto. Além disso, realizou-se também o ensaio de resistência à compressão simples, realizado conforme indicado pela ABNT NBR 5739:2018 após 28 dias de submersão dos corpos de prova em solução saturada de hidróxido de cálcio. Os resultados destes ensaios possibilitaram a comparação entre o concreto produzido com o produto dispersante, aditivo plastificante e sem aditivos.

A resistência mecânica do concreto é determinada através dos ensaios de compressão dos corpos de prova cilíndricos, contemplada pela ABNT NBR 5739/2018. Desta forma, sabe-se que para uma mesma dosagem, ocorre a variação dos resultados de resistência e por isso é necessário demonstrar esses valores com caráter estatístico. Desta forma, admitindo a curva normal de distribuição, tem-se então a representação da resistência característica do concreto à compressão na equação (1), de acordo com Carvalho e Figueiredo Filho (2016).

$$f_{ck} = f_{cm} - 1,645 * \delta. \quad (1)$$

Sendo:

f_{ck} - o valor de cada resultado obtido no ensaio e n é o número de ensaios realizados.

f_{cm} - valor médio dos resultados, em MPa.

δ - desvio padrão.

A ABNT NBR 12655:2015 determina um percentual que majora o resultado do desvio padrão e pela diferença com o valor médio das resistências obtidas, fornece o resultado do f_{ck} que é a resistência característica do concreto. O valor de 1,645 é denominado variável reduzida da distribuição normal que inclui a possibilidade de que no ensaio de ruptura, 5% do total de corpos de prova apresentem resultados de resistência abaixo do valor de f_{ck} , ou seja, a ABNT NBR 6118:2014 prevê que existem resultados de resistências menores do que as de projeto na curva de distribuição normal e isso não cause danos à estrutura.

4. Discussões e Resultados

Após o ensaio de peneiramento com a série normal de peneiras, as quantidades retidas foram removidas e pesadas de modo a caracterizar a composição granulométrica do agregado miúdo, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1

Resultados de granulometria do agregado miúdo

Ensaio de Granulometria					
Peneira	Abertura	Massa retida (g)	Percentual retido (%)	Percentual retido acumulado (%)	Módulo de finura
4	4,75 mm	0	0	0	0
8	2,36 mm	33,80	3,38	3,38	3,38
16	1,18 mm	110,11	11,01	14,39	17,77
30	600 µm	200,98	20,09	34,48	52,26
50	300 µm	428,52	42,85	77,34	129,60
100	150 µm	206,43	20,64	97,98	227,58
200	Fundo	20,16	2,01	100,00	327,58
	Total	1000	100		7,58

Tabela 1 – Resultados de granulometria do agregado miúdo. Fonte: Construção do autor (2018)

Tem se então que a partir do ensaio de granulometria, o agregado miúdo foi classificado como areia grossa, de acordo com a ABNT NBR NM 248:2003 e o agregado graúdo, classificado como brita 1 de acordo com a ABNT NBR 7211:2009. O ensaio de abatimento do concreto avalia a consistência entre os concretos fabricados com dispersante, plastificante comercial e sem aditivo, como mostra a Tabela 2.

Abatimento do Concreto	
Corpo de Prova	Abatimento (cm)
Produto dispersante	12,50
Plastificante comercial	10,00
Sem aditivo	3,50

Tabela 2 – Resultados de abatimento do concreto. Fonte: Construção do autor (2018)

Em relação aos resultados obtidos a partir do ensaio de abatimento do concreto, observa-se que o produto dispersante (sabão líquido), proporcionou resultado ligeiramente superior em relação ao aditivo plastificante comercial. Esses resultados coadunam com o que foi observado por Manhães e Souza (2016) em seu trabalho com detergente comercial agindo como agente redutor da consistência, resultados de abatimento ligeiramente superiores aos da matriz com plastificante comercial. Os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de resistência à compressão simples, obtendo-se os seguintes resultados descritos na Tabela 3.

Resultados de resistência à compressão simples			
Sem aditivo	tf	MPa	Massa (kg)
CP1	14,17	17,70	3,70
CP2	14,13	17,65	3,70
CP3	14,38	17,97	3,70
CP4	15,80	19,74	3,75
CP5	14,13	17,65	3,70
Média		18,14	
Desvio Padrão		0,90	
fck		16,65	

Tabela 3– Resultados de resistência à compressão simples do concreto sem aditivo. Fonte: Construção do autor.

Observa-se que para os resultados de resistência à compressão dos corpos de prova produzidos sem aditivo, tem-se considerável variação dos resultados o que implica em maior redução do resultado de resistência característica, calculado de acordo com a equação (1). Na tabela 4 estão indicados os resultados de resistência à compressão dos corpos de prova produzidos com o dispersante (sabão líquido).

Resultados de resistência à compressão simples			
Produto dispersante	tf	MPa	Massa (kg)
CP1	9,63	12,00	3,30
CP2	9,67	12,10	3,30
CP3	9,05	11,30	3,20
CP4	9,20	11,50	3,45
CP5	10,53	13,20	3,45
Média		12,02	
Desvio Padrão		0,73	
fck		10,80	

Tabela 4 – Resultados de resistência à compressão simples do concreto com produto dispersante. Fonte: Construção do autor (2018).

Observa-se que para os resultados de resistência à compressão dos corpos de prova produzidos com o produto dispersante, tem-se menor variação dos resultados, em relação ao concreto de referência. Na tabela 5 estão indicados os resultados de resistência à compressão dos corpos de prova produzidos com o aditivo plastificante comercial.

Resultados de resistência à compressão simples

Plastificante comercial	tf	MPa	Massa (kg)
CP1	18,19	22,70	3,71
CP2	19,14	23,90	3,71
CP3	18,68	23,30	3,67
CP4	18,55	23,20	3,70
CP5	18,18	22,70	3,72
Média		23,16	
Desvio Padrão		0,50	
fck		22,34	

Tabela 5 – Resultados de resistência à compressão simples do concreto com plastificante comercial.
Fonte: Construção do autor (2018).

Em relação aos dados dos ensaios de resistência à compressão simples, é possível observar que o concreto com produto dispersante, obteve resultados inferiores quando comparado aos resultados de corpos de prova fabricados com o aditivo plastificante comercial e sem aditivo, devido a possibilidade elevada de formação porosa, relacionada a incorporação de ar. A Figura 3 representa os modos de ruptura de alguns corpos de prova submetidos ao ensaio de resistência à compressão simples.



(3.a - sem aditivo)



(3.b - aditivo plastificante)



(3.c - produto dispersante)

Figura 2– Ensaio de resistência à compressão simples do concreto. Fonte: Arquivo do autor (2018).

No que corresponde aos ensaios de resistência à compressão simples dos corpos de prova, com área da seção transversal de $0,007885 \text{ m}^2$, avalia-se que foi predominante os modos de ruptura cônica e bipartida para os corpos de prova ensaiados de acordo com a ABNT NBR 5739:2018. Diante dos resultados obtidos, entende-se que a dosagem com 2% para o dispersante pode ter sido o fator agravante na redução da resistência das amostras, devido a possível incorporação de ar que pode ter sido desenvolvida pelo sabão líquido.

5. Conclusão

Diante dos resultados obtidos de matrizes de concreto fabricadas com a adição do dispersante, avalia-se que este produto pode ser caracterizado como um agente que proporciona efeito plastificante, reduzindo a consistência, elevando o grau de plasticidade e trabalhabilidade, devido à capacidade de influenciar no índice de mobilidade do concreto. Entende-se que esse efeito de redução da consistência, análogo ao do aditivo plastificante é suscitado devido à origem química de tensoativo, destacando a capacidade de biodegradabilidade do dispersante, ao passo que o mesmo não se aplica ao aditivo comercial.

A adição do elemento dispersante tem o objetivo de promover o melhoramento de propriedades do concreto como trabalhabilidade, homogeneidade e consistência. Em termo de ensaios, avalia-se que o dispersante sintetizado em laboratório proporcionou resultados satisfatórios de abatimento, no entanto ocasionou também a redução da resistência à compressão simples, provavelmente através da incorporação de ar na matriz, que não foi consideravelmente removido no processo de adensamento, constatada pela redução da massa específica dos corpos de prova produzidos com aditivo dispersante, em relação ao concreto de referência e diante dos resultados obtidos, entende-se que a dosagem de 2% utilizada na fabricação pode ter sido o fator agravante na redução da resistência mecânica das amostras.

Em relação ao plastificante comercial, o fabricante não permite dosagens que ultrapassem o percentual de 2%. Portanto, é válido destacar que a pesquisa está em fase inicial, fazendo-se necessário o estudo de demais dosagens experimentais a fim de encontrar a proporção ótima que permita o aumento do abatimento, sem redução significativa de resistência.

6. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). **Programa Setorial da Qualidade de Cimento Portland**. ABCP, 2017. 15 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11768**: Aditivos para Concreto de Cimento Portland. Rio de Janeiro, 2011. 24 p.

_____. **NBR 5738**: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro, 2002.

_____. **NBR 5739**: Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007. 4 p.

_____. **NBR 12.655**: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento. Rio de Janeiro, 2015. 29 p.

CARVALHO, R.C.; FIGUEIREDO FILHO, J.R. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**: segundo a NBR 6118:2014, 4. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2016.

COUTO, J.A.S.; CARMINATTI, R. L.; NUNES, R. R. A.; MOURA, R. C. A. **O concreto como material de construção**, 2013.

FERGUSON, B.K. **Porous pavements**. Boca Raton: CRC Press, 2005.

FREITAS Jr., J.D.A. **Métodos Materiais de construção**: Aditivos para Concreto. 2013. 93 f. Universidade Federal do Paraná. Estado do Paraná, PR, 2013. Disponível em: <http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/1/15/TC031_Aditivos_.pdf>. Acesso em: 10 out. 2018.

MANHÃES, G.; SOUZA, L.V.S.; VIOLIN, R.Y.T. **Análise de viabilidade a incorporação de detergente sintético em concreto de Cimento Portland**. VIII Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica, I Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Tecnológica e Inovação. Maringá, 2016.

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

NETO, O.G.Z.; PINO, J.C.D. **Trabalhando a química dos sabões e detergentes**. Estado do Rio Grande do Sul, 2011. 72 p.

NEVILLE, A.M. **Propriedades do concreto**. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

NEVILLE, A.M.; BROOKS, J.J. **Tecnologia do concreto**. 2. Ed. Porto Alegre. Bookman, 2013.

PINTO, A.C.L. *et al.* **Sabão, detergente e glicerina.** 2012. 26 f. Universidade do Porto. Porto, 2012. Disponível em: <http://paginas.fe.up.pt/~projfeup/cd_2012_13/files/REL_Q1Q3_02.pdf>. Acesso em: 12 out. 2018.

TUTIKIAN, B.; HELENE, P. **Concreto: ciência e tecnologia.** São Paulo: IBRACON, 2012.