

Emprego de sabão líquido como agente redutor da consistência em matriz de concreto

Use of liquid soap as a consistency reducing agent in concrete matrix

Uso de jabón líquido como agente reductor de consistência en la matriz de hormigón

Recebido: 27/01/2021 | Revisado: 02/02/2021 | Aceito: 05/02/2021 | Publicado: 13/02/2021

Cayttano Saul de Sá Zarpellon

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8185-3088>

Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

E-mail: engcayttanozarpellon@gmail.com

Claudemir Batalini

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5915-0850>

Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil

E-mail: pirapotimao@msn.com

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo adicionar sabão líquido na matriz de concreto durante a fabricação, a fim de investigar a capacidade de redução da consistência proporcionada por esse composto em comparação ao concreto produzido com o aditivo plastificante comercial, acetato de sódio e concreto de referência, ou seja, sem aditivos. Após a determinação do traço do concreto, ocorreram sete produções, sendo o concreto dosado em 1% e 2% com sabão líquido, o concreto dosado em 1% e 2% com aditivo plastificante comercial, o concreto dosado em 1% e 2% de acetato de sódio e por fim a matriz de referência, sem adições. Os resultados foram obtidos através dos ensaios de abatimento com o tronco de cone, avaliando, portanto, a redução da consistência por meio da medição da deformação da matriz. Na esfera de resultados, a matriz dosada com sabão líquido produziu valores de abatimento superiores ao concreto de referência com os dois percentuais de dosagem. Em relação ao concreto produzido com aditivo plastificante comercial, a matriz dosada com sabão líquido em 1% gerou valor de abatimento superior e inferior para 2%. A matriz fabricada com acetato de sódio desenvolveu elevada rigidez, com os dois percentuais de dosagem, apresentando ausência de mobilidade, portanto, sem abatimento. Analisando os resultados, entende-se que o emprego do sabão líquido, de fácil preparação, baixo custo e ecologicamente sustentável, desenvolveu a redução da consistência do concreto, por conseguinte, assumindo características de um possível agente redutor da consistência, análogo ao aditivo plastificante comercial.

Palavras chave: Concreto; Aditivo plastificante; Sabão líquido; Consistência; Trabalhabilidade.

Abstract

The present work aims to add liquid soap to the concrete matrix during manufacture, in order to investigate the consistency reduction capacity provided by this compound in comparison to the concrete produced with the commercial plasticizer additive, sodium acetate and the reference concrete, that is, without additives. After determining the concrete mix, seven productions took place, with the concrete dosed in 1% and 2% with liquid soap, the concrete dosed in 1% and 2% with commercial plasticizer additive, the concrete dosed in 1% and 2% of sodium acetate and finally the reference matrix, without additions. The results were obtained through the slump tests with the cone trunk, evaluating therefore the reduction of the consistency through the measurement of the deformation of the matrix. The matrix dosed with liquid soap produced abatement values higher than the reference concrete with the two dosage percentages. In relation to the concrete produced with a commercial plasticizer additive, the matrix dosed with liquid soap at 1% generated an upper and lower abatement value for 2%. The matrix made with sodium acetate developed high rigidity, with two percentages of dosage, presenting an absence of mobility, therefore, without abatement. Analyzing the results, it is understood that the use of liquid soap, easy to prepare, low cost and ecologically sustainable, developed a reduction in the consistency of the concrete, therefore, assuming characteristics of a possible consistency reducing agent, analogous to the commercial plasticizer additive.

Keywords: Concrete; Plasticizer additive; Liquid soap; Consistency; Workability.

Resumen

El presente trabajotiene como objetivo agregar jabón líquido a la matriz de hormigón durante lafabricación, conelfin de investigar lacapacidad de reducción de consistencia que proporciona este compuestoencomparaciónconelhormigónproducidoconel aditivo plastificante comercial acetato de sodio y elhormigónde referencia, es decir, sin aditivos. Después de ladeterminación de lamezcla de hormigón, se realizaronseteproducciones, conelhormigón dosificado en 1% y 2% conjabón líquido, el hormigón dosificado en 1% y 2% con aditivo plastificante comercial, elhormigón dosificado en 1% y 2% de acetato de sodio y finalmente la matriz de referencia, sin adiciones.

Los resultados se obtuvieron a través de las pruebas de asentamiento con el tronco del cono, evaluando así la reducción en consistencia midiendo la deformación de la matriz. En el ámbito de resultados, la matriz dosificada con jabón líquido produjo valores de abatimiento superiores al hormigón de referencia con los dos porcentajes de dosificación. En relación al hormigón producido con un aditivo plastificante comercial, la matriz dosificada con jabón líquido al 1% generó un valor de abatimiento superior e inferior del 2%. La matriz elaborada con acetato de sodio desarrolló alta rigidez, con dos porcentajes de dosificación, presentando ausencia de movilidad, por tanto, sin abatimiento. Analizando los resultados, se siente que el uso de jabón líquido, fácil de preparar, de bajo costo y ecológicamente sostenible, desarrolló una reducción en la consistencia del hormigón, asumiendo así características de un posible agente reductor de consistencia, análogo al aditivo plastificante comercial.

Palabras clave: Hormigón; Aditivo plastificante; Jabón líquido; Consistencia; Viabilidad.

1. Introdução

De acordo com a Associação Brasileira de Cimento Portland - ABCP (2017), o concreto é um material construtivo composto por agregado graúdo, agregado miúdo, cimento Portland e água, além de aditivos químicos a depender da necessidade de projeto. Para Neville e Brooks (2016), a título de melhoramento das propriedades, adições também podem ser realizadas no traço, tal como fibras e borrachas. Segundo Neville (2016), os aditivos químicos são produtos líquidos que podem ser adicionados ao concreto com a função de controlar e alterar suas propriedades.

Este material construtivo contém o período de estado fresco, no qual concreto possui características plásticas e coesivas e o estado endurecido que tem início no período de transição do estado plástico para o não plástico, denominado período de pega, desenvolvendo a partir disso, o ganho de resistência. A resistência à compressão é uma das propriedades mais importantes do concreto e depende de propriedades do estado fresco, tal como consistência, homogeneidade e trabalhabilidade. Os processos de transporte, lançamento e adensamento também necessitam do melhor desempenho da matriz em relação à trabalhabilidade, uma vez que se esses processos são executados com facilidade, tem-se, portanto, um concreto trabalhável e dessa forma, garante-se maior ganho de resistência durante o processo de cura e ao longo da vida útil (Neville & Brooks, 2013).

De acordo com Carvalho e Figueiredo Filho (2014), a consistência representa a capacidade de deformação do concreto, variando entre maior ou menor de acordo com a necessidade de projeto e pode sofrer alterações com o fator água/cimento (a/c), granulometria dos agregados ou aplicação de aditivos químicos. A homogeneidade diz respeito a como os agregados graúdos estão distribuídos dentro da matriz de concreto, ou seja, quanto mais uniformes e completamente envolvidos pela pasta, não apresentando desagregação, mais homogêneo e não obstante, com maior qualidade.

Na gama de aditivos para melhoramento de concretos ou também denominados concretos especiais, os plastificantes estão entre os aditivos mais utilizados atualmente. A Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 11768 (2019) o classifica como produto que reduz a consistência do concreto, mantendo a quantidade de água, ou seja, é uma proposta para minimizar a prática de adição de água, em excesso, a fim de se obter maior trabalhabilidade.

Daltin (2011) destaca que os aditivos plastificantes pertencem ao grupo dos tensoativos, que são moléculas que apresentam características polar e apolar em uma mesma estrutura. Na reação entre cimento e aditivo, a extremidade negativa do plastificante interage com as partículas de cimento, caracteristicamente positivas e as extremidades positivas expostas externamente, formam um modelo de revestimento com carga positiva nesta partícula e esse conjunto é denominado como micela. Segundo Mehta e Monteiro (2008), as micelas ocasionam o afastamento entre si devido a repulsão eletrostática, reduzindo o atrito das partículas e elevando conseqüentemente, a mobilidade do concreto durante o estado fresco, proporcionando a redução da consistência e aumento da trabalhabilidade.

Freitas (2013) afirma que aditivo plastificante é um tensoativo formado através da reação entre a base hidróxido de sódio (NaOH) com ácidos lignosulfônicos, ácidos carboxílicos hidroxilados, dentre outros ácidos, originando os sais, como o

sal de ácido sulfônico. Por sua vez, o sal de ácido sulfônico é um aditivo plastificante, com cadeia carbônica cíclica ou ramificada, contendo cerca de vinte (20) carbonos em sua estrutura molecular.

Daltin (2011) comenta que o sabão líquido é também um sal, porém de ácido carboxílico, também formando através da reação entre o hidróxido de sódio (NaOH) com óleos vegetais, dando origem ao sal de ácido carboxílico. Possui dezoito carbonos em sua cadeia carbônica linear. Devido a reação com a base (NaOH), o sabão líquido também possui caráter iônico, garantindo a capacidade de interação com as partículas de cimento. Portanto, também classificado como um tensoativo, é o produto da reação entre o etanol, água, óleo de soja e o hidróxido de sódio. Durante a reação, os ésteres do glicerol reagem com três mols de soda cáustica (hidróxido de sódio - NaOH). É denominado como sal do ácido carboxílico, análogo ao aditivo plastificante que geralmente tem origem de ácidos sulfônicos (Borsatto; Moreira & Galão, 2004).

Pinto et al. (2012) afirmam que o formato da estrutura molecular de um composto é um dos fatores que possibilita caracterizá-lo como sendo um material com maior ou menor probabilidade em ser biodegradável. Existem microrganismos capazes de reconhecer e digerir moléculas que possuem estrutura molecular com cadeia carbônica linear como é o caso do sabão líquido, ao passo em que não desempenham esta mesma função com moléculas formadas por cadeias carbônicas cíclicas ou ramificadas, apresentada na estrutura do aditivo plastificante comercial. Vale ressaltar que o sabão líquido é um material distinto do detergente, uma vez que é possível manipular sua fabricação em laboratório, permitindo obter concentrações desejadas, assim como ocorreu nesta pesquisa. Todavia o detergente por ser um produto industrializado, não possibilita alterações do composto em laboratório.

Os aditivos com a função de reduzir ou manter o volume de água do concreto, contribuem na fase de hidratação do aglomerante hidráulico, promovendo o ganho de resistência, pois uma vez que não ocorre a adição de água em excesso para aumento da trabalhabilidade, tende-se a reduzir os índices de porosidade, compondo uma microestrutura mais densa, e conseqüentemente, obtendo-se maior área íntegra de concreto para distribuição de esforços solicitantes (Mehta & Monteiro, 2014).

Neville (2016) reitera sobre a eficiência do plastificante em promover a redução dos volumes de adição de água na matriz de concreto, resguardando o ganho de trabalhabilidade, sem perda da pasta de cimento. Segundo Fernandes et al. (2020), os aditivos e adições são indispensáveis para a produção de concretos especiais e as intercorrências devem ser avaliadas, estudadas e corrigidas através de ensaios laboratoriais. Os aditivos plastificantes são compostos que devem ser dosados dentro dos limites definidos, pois em casos de excessos, podem desenvolver efeitos indesejados tal como exsudação excessiva e segregação.

A produção do concreto *in loco* é uma atividade comum nos canteiros de obras e nesse contexto, manter o controle tecnológico é um desafio perante a insuficiência na difusão de conceitos técnicos de equipes que operam a execução, visto que a prática de adição da água no concreto a fim de aumentar ou manter a consistência é corriqueira em canteiros de obra de menor porte. Segundo Barros (2016), a adição de água em excesso no concreto desenvolve maiores índices de porosidade, comprometendo a resistência à compressão, uma vez que reduz a área de concreto íntegro, pois durante o processo de cura do concreto, ocorre uma reação exotérmica devido ao calor de hidratação do cimento e a água excedida tende a evaporar, formando caminhos até alcançar a superfície do elemento estrutural.

Dessa forma, o presente trabalho adota um processo alinhado a alguns dos princípios da “Química Verde” (Anastas & Kirchof, 2002), uma vez que propõe a fabricação e adição de sabão líquido, um produto natural biodegradável na matriz de concreto, com a finalidade de obter a redução da consistência, análogo ao aditivo plastificante comercial. A proposta de pesquisa do sabão líquido para esta finalidade é devido a análise de características comuns entre os dois materiais tal como a forma líquida, a quantidade de carbonos presente nas estruturas, a interação com a base (NaOH) no processo produtivo, pertencerem ao grupo de tensoativos e conseqüentemente, o caráter iônico. Utilizou-se o acetato de sódio ($\text{H}_3\text{CCOO}^-\text{Na}^+$)

como um material de contra prova, pois avaliando o processo produtivo, também reage com a base (NaOH), possui caráter iônico, porém contém apenas dois carbonos em sua estrutura molecular. De acordo com as análises, entende-se que a cadeia carbônica seja um fator determinante na ação de redução da consistência do concreto e como o sabão líquido possui quantidade semelhante ao do aditivo plastificante comercial, há possibilidade de também ser um agente redutor da consistência.

2. Metodologia

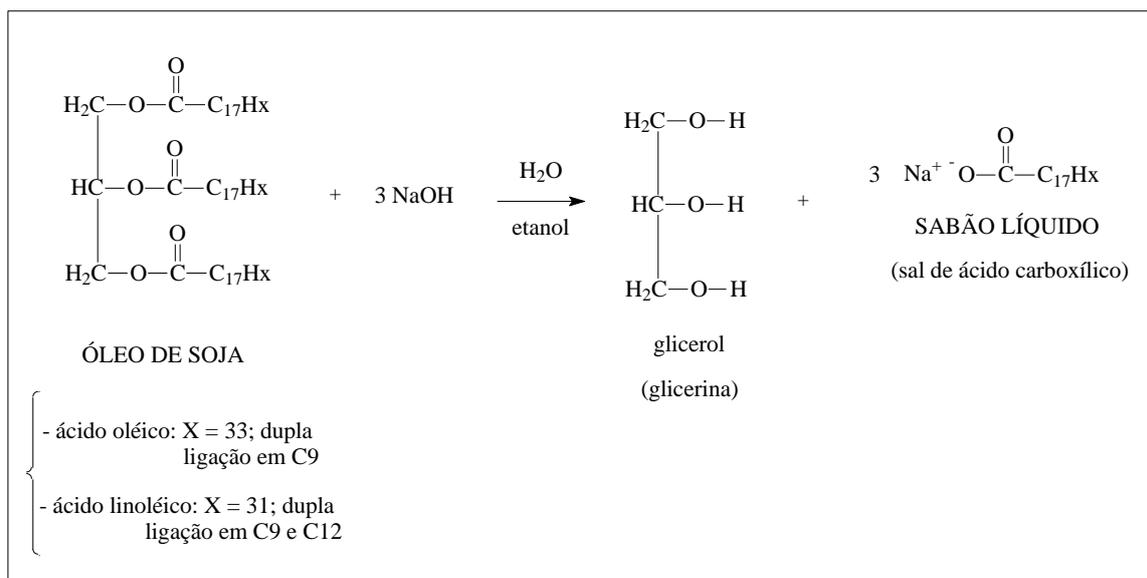
Segundo Pereira et al. (2018) para desenvolver relações quantitativas num objeto de estudo, deve-se através análise científica, seguir a metodologia de experimentação, elaboração de hipóteses, repetição, reavaliação das hipóteses, avaliações e caracterização do estudo. Neste sentido, Gil (2008) entende a pesquisa como um método sistemático de avaliação do objeto de estudo com o intuito de propor soluções para um determinado problema a partir dos resultados obtidos. Devido os procedimentos da presente pesquisa consistirem em submeter o objeto avaliado 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 metodologia da pesquisa, como quantitativa e experimental de acordo com os autores, respectivamente.

O sabão líquido com o qual se busca o efeito de redução da consistência do concreto, foi produzido nas instalações do LAPQUÍM (Laboratório de Pesquisa em Química de Produtos Naturais) da UFMT/CUA - Unidade I, em Pontal do Araguaia - MT. O traço do concreto de referência, determinado para a resistência de vinte Megapascal (20 MPa), utilizado na fabricação do concreto foi definido como 1:3:3,67:0,52, que corresponde respectivamente às proporções de cimento Portland, areia, brita e relação água/cimento, destacando que a água utilizada no traço é de origem potável. Esta proporção de materiais utilizados foi determinada através da dosagem realizada pelo método ABCP (2015). Este método foi publicado pela Associação Brasileira de Cimento Portland em 1984 por meio do Estudo Técnico (ET-67) denominado como “Parâmetros de Dosagem do Concreto”, sendo o autor responsável o engenheiro Públio Penna Firme Rodrigues, caracterizando-se como um método experimental.

2.1 Fabricação do sabão líquido

De acordo com as metodologias propostas por Verani, Gonçalves e Nascimento (2000) para a fabricação do sabão líquido, representado na Figura 1, dissolveu-se 50 g de hidróxido de sódio (NaOH) - Vetec (pureza 93%) em 100 mL de água fervente em um recipiente de plástico apropriado e a seguir, sempre com agitação, foram adicionados 100 mL de óleo de soja comercial. Logo após, foram adicionados 100 mL de etanol comercial (adquirido em posto de combustível local) e 3,5 L de água destilada para diluição final. O sistema permaneceu sob agitação por mais 10 minutos, desenvolvendo uma aparência homogênea, de tonalidade marrom claro. Após o preparo, a amostra foi reservada e denominada genericamente como A1.

Figura 1. Reação dos ésteres do glicerol do óleo de soja com o hidróxido de sódio.



Fonte: Autores.

A Figura 1 demonstra a reação entre o óleo de soja e o hidróxido de sódio, permitindo a verificação da quantidade de carbonos na estrutura e por conseguinte a presença de cadeia carbônica linear, o que o caracteriza como composto biodegradável.

2.2 Fabricação do concreto

No processo de fabricação produziu-se como amostras o concreto de referência (sem adições), concreto com 1% e 2% de sabão líquido, concreto com 1% e 2% de aditivo plastificante comercial Sika® Concreto Forte e por fim o concreto com 1% e 2% de acetato de sódio.

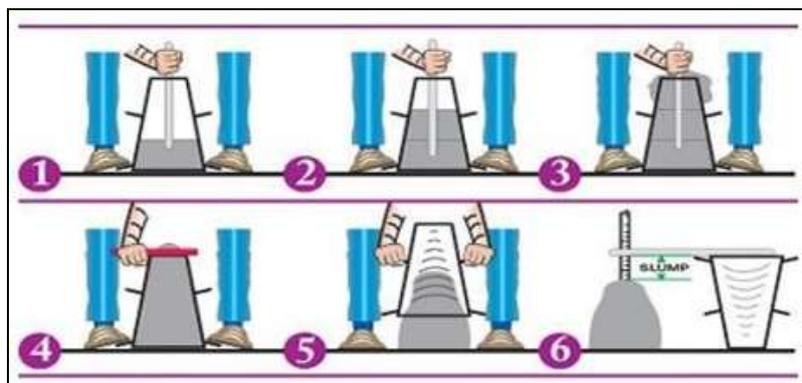
2.3 Ensaio de abatimento do concreto

Foram realizados os ensaios de abatimento do concreto de acordo com a ABNT NBR 16889 (2020), que oferecem resultados significativos sobre a consistência da matriz e é imprescindível para o controle da matriz de slump conhecido. É válido ressaltar que o slump ou teste de abatimento do concreto, é um ensaio realizado com o tronco de cone e tem como objetivo determinar a consistência do concreto para verificar a trabalhabilidade. Executou-se ensaios com todas as amostras de concreto produzidas com o sabão líquido, aditivo plastificante comercial, acetato de sódio e sem adições (concreto de referência).

Após o preparo com cada produto, introduziu-se o concreto em um tronco de cone imóvel apoiado sobre uma placa metálica nivelada. Em seguida, após o preenchimento da primeira camada, aplicou-se vinte e cinco golpes com haste metálica, atingindo a placa na região inferior. Na sequência, foi preenchida a segunda camada e adensada com vinte e cinco golpes, repetindo o processo para a terceira e última camada, evitando sempre atingir a camada inferior.

Por fim, após o preenchimento da última camada, a superfície foi rasada e após o levantamento do tronco de cone, mediu-se a altura de deformação da matriz, conforme a Figura 2. De acordo com a ABNT NBR 16889 (2020), os resultados de abatimento devem ser apresentados em milímetros, com arredondamento de cinco milímetros.

Figura 2. Ensaio de abatimento do concreto.



Fonte: Teodoro (2013).

Representado na Figura 2, no ensaio de abatimento, o slump test oferece dados significativos em relação à consistência da matriz, sendo um procedimento imprescindível para fins de controle tecnológico, pois permite uma avaliação imediata das condições de preparo. A partir dos ensaios, foram obtidos valores referentes ao abatimento, variando de acordo com as porcentagens de dosagem de adições, permitindo, portanto, a comparação e classificação das matrizes de acordo com os resultados.

A ABNT NBR 8953:2015 determina algumas aplicações do concreto de acordo com os resultados de abatimento, como mostra a Tabela 1. Dessa forma, os resultados obtidos na pesquisa serão também comparados com estes valores de referência dispostos pela norma.

Tabela 1. Relação abatimento/aplicação.

Caso	Abatimento (mm)	Aplicação
1	$10 \leq A < 50$	Concreto extrusado, vibroprensado ou centrifugado
2	$50 \leq A < 100$	Alguns tipos de pavimentos e elementos de fundações
3	$100 \leq A < 160$	Elementos estruturais com lançamento convencional
4	$160 \leq A < 220$	Elementos estruturais com lançamento bombeável
5	≥ 220	Elementos estruturais com alta densidade de armadura

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 8953:2015.

De acordo com a Tabela 1, entende-se que a depender da classificação do projeto, há a necessidade de concretos com maior ou menor mobilidade, devendo-se então verificar a inevitabilidade de concretos especiais, classificados a partir do caso 3 ou concretos normais como representam os casos 1 e 2.

3. Resultados e Discussão

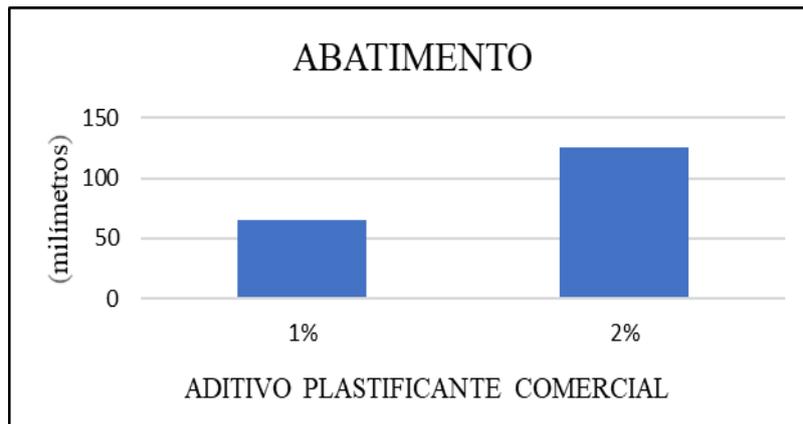
3.1 Abatimento do concreto de referência

A partir dos resultados obtidos nos ensaios, verifica-se que o concreto de referência, obteve valor de abatimento com 35 mm (trinta e cinco milímetros), classificado como caso 1, de acordo com a Tabela 1.

3.2 Abatimento do concreto com aditivo plastificante comercial

De acordo com a fabricante Sika Brasil, o aditivo plastificante Sika® Concreto Forte é um composto que possui a finalidade de aumento da trabalhabilidade através da redução da consistência, sendo também um redutor de água que não interfere no tempo de pega e não possui restrições quanto aos tipos de cimentos. Este produto foi adicionado durante a fabricação do concreto em duas fases, contendo no primeiro traço 1% de dosagem e no segundo 2% de dosagem. A Figura 3 apresenta os resultados de abatimento.

Figura 3. Resultados de abatimento do concreto.

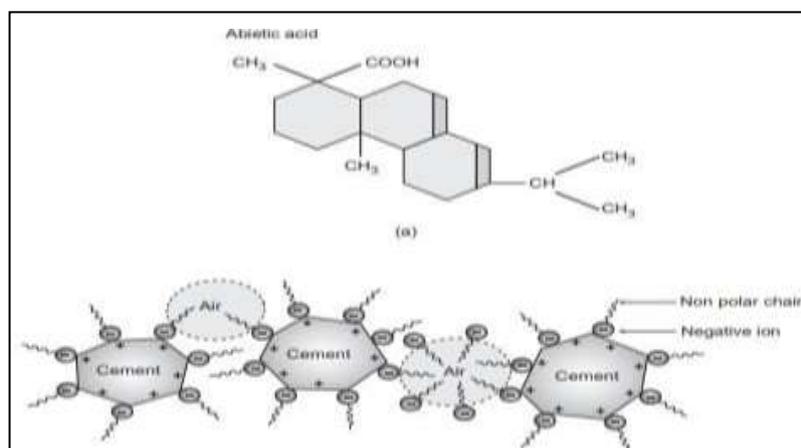


Fonte: Autores.

Como mostra a Figura 3, o abatimento do concreto fabricado com o aditivo plastificante proporcionou um abatimento de sessenta e cinco (65) milímetros para a dosagem de 1% e 125 milímetros para a dosagem de 2%, classificado como caso 1 e 3, respectivamente, de acordo com a Tabela 1. Observa-se que ambas as dosagens proporcionaram o aumento do abatimento, em relação ao concreto de referência.

Notoriamente, tais resultados são esperados devido o composto possuir a função de aumento da trabalhabilidade, pois resumidamente, o aditivo plastificante ao interagir com as partículas de cimento, ilustrado na Figura 4, forma micelas - revestidas por cargas positivas - que geram repulsões entre si, reduzindo o atrito e aumentando a mobilidade das partículas, configurando a redução da consistência.

Figura 4. Reação cimento - aditivo.



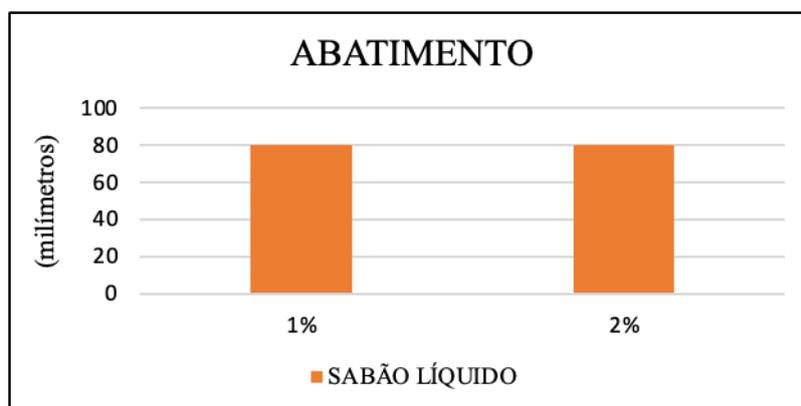
Fonte: Adaptado de Mehta & Monteiro (2008).

De acordo com as bibliografias, os componentes básicos de produção dos três produtos estudados passam por um processo similar de síntese com o hidróxido de sódio, ambos são quimicamente classificados como sais, fator que garante a interação com as partículas de cimento, como mostra a Figura 4, por serem compostos iônicos e pertencerem ao grupo de tensoativos.

3.3 Abatimento do concreto com sabão líquido

O sabão líquido fabricado e dosado para adição na matriz, também proporcionou o aumento do abatimento do concreto, verificado na Figura 5.

Figura 5. Resultados de abatimento do concreto.



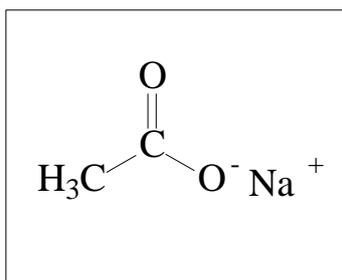
Fonte: Autores.

Nota-se na Figura 5 que o concreto produzido com o sabão líquido apresentou o mesmo valor de abatimento de oitenta (80) milímetros com os dois percentuais de dosagem, classificado como caso 2, de acordo com a Tabela 1. Devido o sabão líquido ser um composto que está sendo inicialmente estudado na esfera de aditivos em concreto, não é possível - a princípio - definir as causas de equivalência destes resultados. Todavia, compreende-se que proporcionou o aumento do abatimento em relação ao concreto de referência, analogamente ao aditivo plastificante comercial.

3.4 Abatimento do concreto com acetato de sódio

As adições com 1% e 2% de acetato de sódio proporcionaram o aumento da consistência da matriz, reduzindo o abatimento a zero, portanto resultando em um concreto sem trabalhabilidade, não contemplado pela Tabela 1. É válido ressaltar que o acetato de sódio, representado na Figura 6, possui apenas dois carbonos na estrutura molecular, uma vez que o aditivo plastificante possui cerca de vinte carbonos e o sabão líquido possui dezoito carbonos. A quantidade de carbonos presente na estrutura molecular dos compostos é um dos principais fatores destacados como possível contribuinte para o efeito de redução da consistência.

Figura 6. Estrutura molecular do acetato de sódio.



Fonte: Autores.

O acetato de sódio ($\text{H}_3\text{CCOO}^-\text{Na}^+$) na Figura 6, é um sal anidro e produto da reação entre o hidróxido de sódio e o ácido acético, contendo dois carbonos em sua estrutura molecular de cadeia linear (Borsatto; Moreira & Galão, 2004).

4. Considerações Finais

A busca por processos industriais menos agressivos ao meio ambiente tem crescido nas duas últimas décadas, no sentido de que esteja mais alinhado aos princípios da “Química Verde” (Anastas & Kirchhof, 2002; Zimmerman et al., 2020). Este trabalho se enquadra nesse objetivo e faz uso de um produto de origem natural, o sabão líquido, como coadjuvante importante em estudos na matriz de concreto.

O sabão líquido que possui dezoito carbonos na estrutura molecular, proporcionou maiores resultados de abatimento com 1% de dosagem em relação ao concreto de referência e ao concreto dosado com 1% de aditivo plastificante comercial que contém vinte carbonos na estrutura molecular. Para a dosagem de 2% o produto comercial apresentou resultados mais elevados em relação ao concreto de referência e ao concreto dosado com sabão líquido.

O acetato de sódio ocasionou o enrijecimento da matriz com a ausência de abatimento, possivelmente devido à presença somente de dois carbonos em sua estrutura química. A análise da composição do sabão líquido, aditivo plastificante comercial, acetato de sódio e dos resultados proporcionados com a adição de cada um desses compostos no concreto, direcionou à possibilidade de a presença de carbonos em maior quantidade na estrutura molecular ser um fator significativo na redução da consistência do concreto.

Entende-se que esse efeito análogo ao do aditivo plastificante é suscitado devido à origem química do grupo de tensoativos e a elevada presença de carbonos na estrutura molecular. É válido destacar também, a capacidade de biodegradabilidade do sabão líquido, ao passo que o mesmo não se aplica ao aditivo plastificante, devido a origem das cadeias carbônicas, pois os micro-organismos presentes na água reconhecem e conseguem realizar a decomposição de compostos formados por cadeia lineares, no entanto, não realizam a mesma atividade para compostos formados por cadeia carbônica cíclicas ou ramificadas. Portanto, entende-se que o sabão líquido, a partir dos resultados de abatimento, é um possível agente redutor da consistência do concreto, assim como o aditivo plastificante comercial. Portanto, tendo-se a perspectiva de avanço da pesquisa e a partir das conclusões obtidas, sugere-se que para trabalhos futuros sejam realizadas dosagens de sabão líquido no concreto em frações reduzidas, em relação às frações propostas neste estudo, a fim de avaliar as alterações do comportamento da matriz de acordo com as dosagens distintas.

Referências

- Anastas, P. T. & Kirchof, M. M. (2002). Origins, current status, and future challenges of green chemistry. *Accounts of Chemical Research*, 35 (9), 686-694.
- Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). (2015). *Método de Dosagem da ABCP*. Clube do concreto. <http://www.clubedoconcreto.com.br/2015/10/metodo-de-dosagem-da-abcp.html>.
- Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). (2017). *Programa setorial da qualidade de cimento Portland*. ABCP, p. 15.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (2015). NBR 8953: *Concreto para fins estruturais - Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência*. Rio de Janeiro, p. 3.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (2019). NBR 11768: *Aditivos para concreto de cimento Portland*. p. 24.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (2020). 16889: *Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone*. Rio de Janeiro, p. 5.
- Barros, L. M. (2016). Concreto de alta resistência a partir de matérias-primas amazônicas e vidro reciclado. *Tese de Doutorado*. UFSCar - São Carlos (SP).
- Borsatto, D., Moreira, I. & Galão, O. F. (2004). *Detergentes naturais e sintéticos: um guia técnico*. Londrina: EDUEL.
- Carvalho, R. C. & Figueiredo Filho, J. R. (2014). *Cálculo e detalhamento de estruturas usuais e concreto armado: segundo a NBR 6118:2014*. (4a ed.), EdUFSCar, 415 p.
- Daltin, D. (2011). *Tensoativos: química, propriedades e aplicações*. Ed. Blucher, 59p.
- Fernandes, S. C., Barros, R. P., Ferreira, A. S. & Barros, L. M. (2020). Produção de concreto de alta resistência com utilização de superplastificante e adição de microssílica. *Research, Society and Development*, 9 (12), e44991211380.
- Freitas Jr., J. D. A. (2013). *Métodos materiais de construção: aditivos para concreto*. 93f. Universidade Federal do Paraná. Estado do Paraná.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. (6a ed.), Atlas. 200 p.
- Mehta, P. K. & Monteiro, P. J. M. (2008). *Concreto: microestrutura, propriedades e materiais*. (3a ed.), IBRACON.
- Mehta, P. K. & Monteiro, P. J. M. (2014). *Concreto: microestrutura, propriedades e materiais*. (2a ed.), IBRACON, 751 p.
- Neville, A. M. (2016). *Propriedades do concreto*. Tradução de Ruy Alberto Cremonini. (5a ed.), Bookman, 888 p.
- Neville, A. M. & Brooks, J. J. (2013). *Tecnologia do concreto*. Tradução: Ruy Alberto Cremonini. Bookman, 448p.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia de Pesquisa Científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Recuperado de https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.
- Pinto, A. C. L., Reis, A. H. S. L. R., Gerós, A. I. S., Silva, A. S. M., Pinto, A. J. A. R. & Moreira, C. S. (2012). *Sabão, detergentes e glicerina*. Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 26 p.
- Teodoro, P. E., Ferreira, M. H. Q., Charbel, D. S., Formagini, S. & Neivock, M. P. (2013). Estimativa da taxa de redução de CO₂ de concretos produzidos com cinzas resíduas de bagaço de cana de açúcar. *Revista de Ciências Exatas e Tecnologia*, 8 (8), 173-179.
- Verani, C. N., Gonçalves, D. R. & Nascimento, M. G. (2000). Sabões e detergentes como tema organizador de aprendizagens no ensino médio. *Química Nova na Escola*, (12), 15-19.
- Zimmerman, J. B., Anastas, P. T., Erythropel, H. C. & Leitner, W. (2020). Designing for a green chemistry future. *Science*, 367 (6476), 397-400.