



Avaliação da compatibilidade de aditivo compensador de retração com aditivos dispersantes

Evaluation of the compatibility between a shrinkage-compensating admixture and dispersing agents

Renan P. Salvador (1); Ramoel Serafini (2); Dimas A. S. Rambo (3); Juliana B. Santos (4); Aline C. Ribeiro (5); Cláudio O. Silva (6)

- (1) Professor Doutor, Universidade São Judas Tadeu
- (2) Professor Doutor, Universidade São Judas Tadeu
- (3) Professor Doutor, PROLAB Engenharia de Construção
- (4) Engenheira, Universidade São Judas Tadeu
- (5) Mestre, Universidade São Judas Tadeu
- (6) Mestre, Associação Brasileira de Cimento Portland

Rua Dias Leme, 323, Mooca, São Paulo, SP - renan.salvador@saojudas.br

Resumo

Aditivos dispersantes são um componente fundamental para as usinas concreteiras. Apesar de sua ampla utilização, são o assunto de diversas pesquisas, para a maior compreensão dos seus mecanismos de dispersão. Considerando o amplo emprego dos aditivos compensadores de retração em pisos e pavimentos de concreto, é fundamental caracterizar sua interação com diferentes ligantes e aditivos dispersantes. Dessa forma, podem ser obtidos sistemas ligante-compensador de retração-dispersante compatíveis, para otimizar sua eficiência e capacidade de compensar a retração de sistemas cimentícios. Neste contexto, o objetivo geral do estudo foi caracterizar a interação entre o aditivo compensador de retração, ligantes e aditivos dispersantes. Para isso, pastas e suspensões de cimento, produzidas com diferentes misturas de cimento e aditivos, foram caracterizadas por calorimetria isotérmica, espalhamento por *mini-slump* e espectrofotometria UV-vis. Verificou-se que aditivos dispersantes apresentam adsorção preferencial pela superfície das partículas do óxido de cálcio, em relação às partículas de cimento. Além disso, foi observado que o uso de aditivos compensadores de retração contribui para a redução dos efeitos de retardo causados pelos dispersantes. Com isso, podem contribuir para evitar problemas oriundos da incompatibilidade ou do uso incorreto de aditivos dispersantes em concretos.

Palavra-Chave: Aditivo compensador de retração, aditivos dispersantes, compatibilidade.

Abstract

Dispersing admixtures are a fundamental component in concrete plants. Despite their wide use, they are the subject of several research for a better understanding of their dispersion mechanisms. Considering the widespread use of shrinkage-compensating admixtures in concrete slabs, it is essential to characterize their interaction with different binders and dispersing admixtures. By doing so, compatible binder-shrinkage-compensating admixture-dispersing agent systems may be obtained, to optimize their efficiency and capacity to compensate for the shrinkage of cementitious systems. In this context, the general objective of the study was to characterize the interaction between the shrinkage-compensating admixture, binders and dispersing agents. Cement pastes and suspensions, produced with different mixtures of cement and admixtures, were characterized by isothermal calorimetry, mini-slump, and UV-vis spectrophotometry. Dispersing admixtures present preferential adsorption by the surface of the calcium oxide particles in relation to the cement particles. Furthermore, it was observed that the shrinkage-compensating admixture contributes to reducing the retarding effects caused by the dispersing agents. Therefore, they can help avoid problems arising from incompatibility or incorrect use of dispersing admixtures in concrete.

Keywords: Shrinkage-compensating admixture, dispersing admixtures, compatibility.



1 Introdução

Desde a década de 1970, a tecnologia de concreto apresentou um progresso considerável. Tal evolução não foi somente devida ao desenvolvimento de novos cimentos e de processos construtivos inovadores, mas também a um grande esforço aplicado à ciência de aditivos. Atualmente, a produção de concretos de elevada resistência e desempenho, aplicados a elementos de grande complexidade estrutural, depende fortemente da utilização de aditivos de alta eficiência (AITCIN; WILSON, 2015; ALDRED, 2010; CLARK, 2014; KWON et al., 2013).

Aditivos dispersantes são comumente utilizados na produção de misturas cimentícias e são um componente fundamental para as usinas concreteiras (GELARDI; FLATT, 2016). Esses produtos químicos contribuem para a dispersão das partículas do ligante por meio da criação de forças repulsivas entre elas, impedindo sua aglomeração (FERRARI et al., 2011). Dessa forma, as propriedades da mistura no estado fresco são aprimoradas, otimizando o comportamento reológico com menor relação água/cimento e menor risco de ocorrer exsudação e segregação (GELARDI; FLATT, 2016). Além disso, o desenvolvimento da microestrutura e das propriedades mecânicas da matriz é otimizado, conseguindo-se uma estrutura menos porosa e permeável, com menor retração e maior durabilidade (NAGROCKIENE; PUNDIENĖ; KICAITE, 2013).

Apesar de sua ampla utilização, aditivos dispersantes são o assunto de diversas pesquisas, para a maior compreensão dos seus mecanismos de dispersão e para melhoria de sua eficiência (ASO et al., 2013; KALLIOLA et al., 2015). Como esses polímeros atuam na interface sólido-líquido do sistema coloidal da pasta de cimento (GELARDI; FLATT, 2016), pode ocorrer sua adsorção seletiva em diferentes superfícies no decorrer da hidratação à curtas idades, dependendo da sua afinidade por diferentes fases contidas no ligante (NAGROCKIENE; PUNDIENĖ; KICAITE, 2013). No caso do mercado brasileiro, a eficiência desses aditivos pode ainda ser mais comprometida, dado que grande parte do cimento empregado é composto, contendo filer calcário, escória de alto-forno ou sílica reativa (BATTAGIN; BATTAGIN, 2010).

Considerando o DRY D1 como um aditivo amplamente empregado em pisos e pavimentos de concreto, é fundamental caracterizar sua interação com diferentes ligantes e aditivos dispersantes. Dessa forma, podem ser obtidos sistemas ligante-DRY D1-dispersante compatíveis, para otimizar sua eficiência e capacidade de compensar a retração de sistemas cimentícios. Além disso, a possibilidade de ocorrer efeitos colaterais inesperados e comportamentos indesejados é significativamente reduzida.

Neste contexto, o objetivo geral do estudo realizado foi caracterizar a interação entre o aditivo DRY D1, ligantes e aditivos dispersantes. Um programa experimental foi conduzido para avaliar o processo de hidratação de misturas cimentícias contendo ligantes, aditivo DRY D1 e diferentes aditivos dispersantes. Os resultados obtidos podem ter uma repercussão significativa na utilização do DRY D1 em matrizes cimentícias. Com isso, podem ser formulados sistemas com elevada compatibilidade ligante-DRY D1-dispersante, otimizando as propriedades mecânicas, a durabilidade, a ecoeficiência e o valor econômico

2 Objetivos

O objetivo geral da pesquisa é caracterizar a interação entre o aditivo DRY D1, aditivos dispersantes e materiais cimentícios. Para isso, foram definidos os 3 objetivos específicos, descritos a seguir:



- Analisar se ocorre a adsorção preferencial do agente dispersante pelo aditivo DRY D1.
- Avaliar a capacidade de dispersão dos aditivos dispersantes em misturas que contenham DRY D1.
- Caracterizar a cinética e os mecanismos de hidratação de sistemas produzidos com DRY D1, aditivos dispersantes e diferentes ligantes.

3 Metodologia experimental

3.1 Materiais

Os materiais utilizados para o estudo estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Materiais utilizados no estudo.

Material	Tipo	Fornecedor
Cimento	CP V ARI RS	InterCement Ijaci
Aditivo compensador de retração	Óxido de cálcio supercalcinado (DRY D1)	Chimica Edile do Brasil
Água	Deionizada	Universidade São Judas Tadeu
ADVA Cast 525	Superplastificante baseado em éter de policarboxilato	GCP
Muraplast FK 830	Plastificante polifuncional	MC-Bauchemie
Murasan BWA 16	Aditivo para concreto vibroprensado	MC-Bauchemie
Powerflow 1180	Superplastificante baseado em éter de policarboxilato	MC-Bauchemie
Sikament 370 RM	Plastificante polifuncional (pega normal)	Sika
Sikament 380 RM	Plastificante polifuncional (pega retardada)	Sika
Sikaplast 900	Superplastificante baseado em éter de policarboxilato	Sika
Viscocrete 6090 SK	Superplastificante baseado em éter de policarboxilato	Sika

3.2 Dosagem e preparação de pastas de cimento

As pastas de cimento foram produzidas com uma relação água/cimento (a/c) fixa igual a 0,45. Os teores de DRY D1 foram 3,0 e 5,0% sobre a massa de cimento. Todos os aditivos dispersantes foram adicionados nos teores de 0,30 e 0,60% sobre a massa de cimento. No total, foram produzidas 45 pastas de cimento. Também foram produzidas pastas somente com cimento e dispersantes (sem DRY D1), para análise comparativa. Lotes de 200 g de pasta foram preparados pela pré-mistura de cimento e DRY D1, seguido da adição de água e homogeneização por 60 s usando um agitador IKA RW 20 acoplado a um eixo R1342 de 4 lâminas a 1500 rpm. Então, o agitador foi desligado e as paredes internas do recipiente foram limpas durante 30 s com uma espátula. Daí, a pasta foi homogeneizada novamente por 60 s a 1500 rpm no agitador. Em seguida, o aditivo dispersante foi adicionado e misturado por 60 s a 1500 rpm no agitador. Concluído o processo de mistura, a pasta foi destinada para calorimetria isotérmica para a determinação do espalhamento por *mini-slump*.

3.3 Dosagem e preparação de suspensões de cimento

As suspensões de cimento foram produzidas com uma relação a/c igual a 10. O teor de DRY D1 foi de 5,0% sobre a massa de cimento. O aditivo dispersante Muraplast FK 830 foi empregado na dosagem de 0,60% sobre a massa de cimento. Esse aditivo foi selecionado por conter grupos aromáticos em sua molécula, o que permite sua detecção por radiação ultravioleta. No total, foram produzidas 4 suspensões de cimento, compostas por: cimento e água (referência); cimento, água e Muraplast FK 830 a 0,60%;

cimento, água e DRY D1 a 5%; cimento, água, DRY D1 a 5% e Muraplast FK 830 a 0,60%.

As suspensões foram produzidas utilizando um agitador e uma barra magnética (SALVADOR et al., 2016), como uma adaptação do procedimento utilizado por Minard et al (MINARD et al., 2007). Cimento, DRY D1 e água foram misturados por 5 min em rotação constante a 1500 rpm. Então, o aditivo dispersante Muraplast FK 830 foi adicionado à suspensão e homogeneizado por mais 5 min.

Nas idades de 5, 60 e 120 min após a adição do dispersante, a agitação foi paralisada para decantação da fase sólida. Depois disso, uma alíquota de 5 mL da fase líquida foi coletada e filtrada para remover partículas sólidas em suspensão. Foi determinada a absorbância do filtrado em um espectrofotômetro UV-vis. É importante salientar que a agitação foi mantida constante durante todo o processo. A Figura 1 mostra o processo de preparação das suspensões.

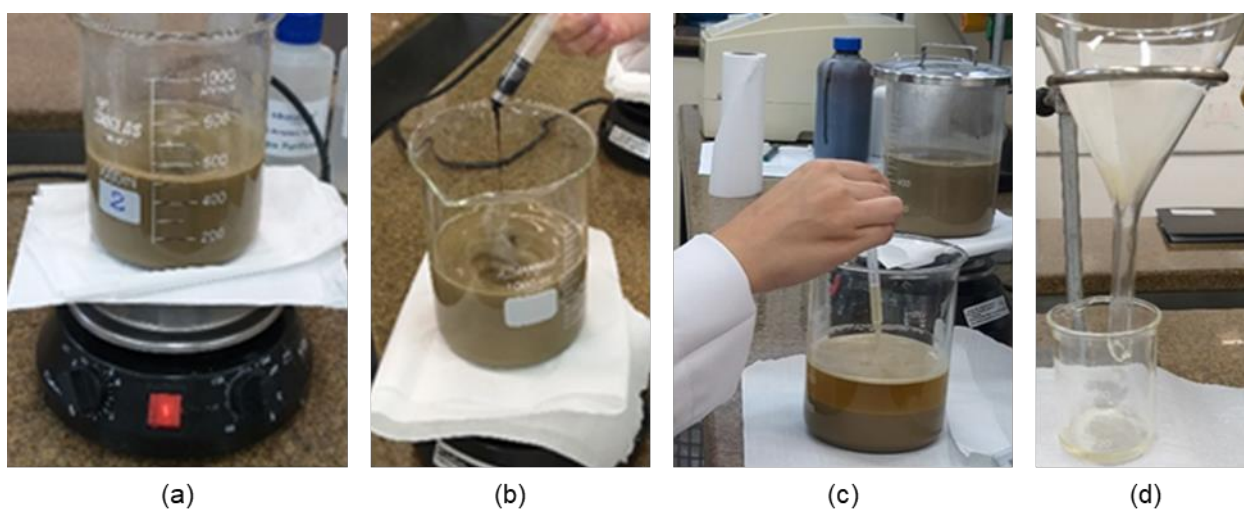


Figura 1 - Processo de preparação de suspensões: (a) mistura no agitador magnético; (b) adição do aditivo dispersante; (c) coleta do líquido após sedimentação do material; (d) filtração para retirada de resíduos sólidos.

3.4 Ensaios realizados

3.4.1 Calorimetria isotérmica

A calorimetria isotérmica foi realizada a 23 °C durante 72 h com 8,0 g de pasta de cimento, utilizando um calorímetro isotérmico TAMAir. Esse ensaio foi realizado para analisar como os aditivos influenciam a cinética de hidratação de pastas de cimento. Com isso, foi possível analisar a interação ligante-DRY D1-dispersante para verificar se existem incompatibilidades que podem resultar em efeitos negativos durante o processo de hidratação e desenvolvimento de resistência mecânica.

3.4.2 Espalhamento por *mini-slump*

O tronco de cone utilizado para a determinação do espalhamento por *mini-slump* representa um cone Abrams (ABNT, 2017) reduzido, com as seguintes dimensões: diâmetro superior: 19 mm; diâmetro inferior: 38 mm; altura: 57 mm. O cone foi produzido com politetrafluoroetileno, para evitar aderência da pasta de cimento em suas paredes internas. Além disso, o cone foi colocado sobre uma placa de vidro plano, limpa e seca, para evitar problemas relativos ao espalhamento da pasta.

O espalhamento das pastas de cimento foi determinado 5 min após a adição do aditivo dispersante. A pasta foi colocada no cone e, em seguida, o cone foi levantado verticalmente em 10 s para minimizar os efeitos inerciais. Depois de 1 min da retirada do cone, o diâmetro da pasta espalhada foi determinado. Cada pasta foi testada em triplicata, usando três lotes de pasta misturados separadamente, para obter uma boa reprodutibilidade estatística dos dados obtidos e para garantir que todos os testes fossem realizados em pastas com histórico de cisalhamento diretamente comparável. O processo de execução do ensaio pode ser visualizado na Figura 2.

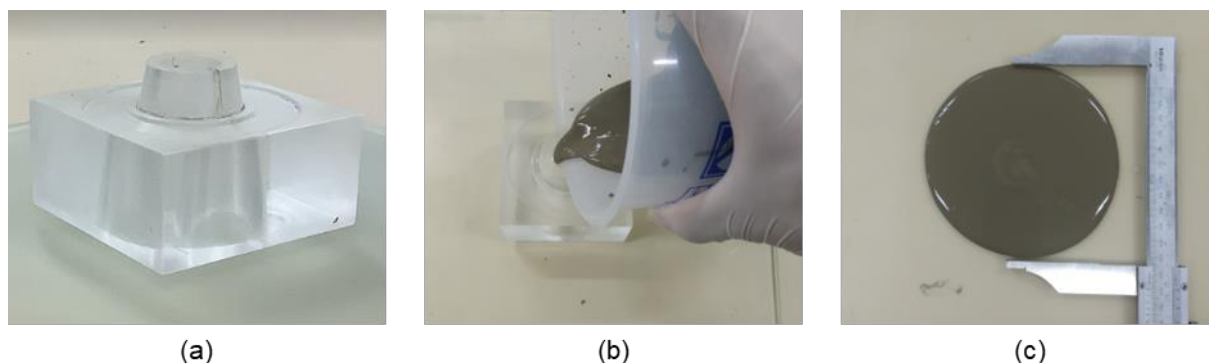


Figura 2 - Ensaio de espalhamento por mini-slump: (a) tronco de cone utilizado; (b) preenchimento do cone com pasta; (c) medição do diâmetro de espalhamento.

3.4.3 Espectrofotometria UV-vis

A espectrofotometria UV-vis foi realizada para a obtenção da isoterma de adsorção do aditivo Muraplast FK 830 em pastas de cimento contendo DRY D1. Esse ensaio foi conduzido nas idades de 5, 60 e 120 min após a adição do aditivo dispersante. Nessas idades, uma alíquota da suspensão foi retirada com uma seringa e filtrada. A solução obtida foi transferida para uma cubeta de quartzo e sua absorvância foi determinada em um espectrofotômetro UV mini 1240 (Shimadzu), com o comprimento de onda 430 nm. Esse ensaio foi realizado apenas com as suspensões contendo o aditivo Muraplast FK 830, pois sua molécula contém grupos funcionais aromáticos que absorvem radiação ultravioleta (GELARDI; FLATT, 2016). Não foi possível realizar esse ensaio com os aditivos superplastificantes compostos por éter de policarboxilato, pois sua estrutura molecular é linear e não contém grupos que absorvam radiação ultravioleta.

4 Resultados e discussão

4.1 Calorimetria isotérmica

A Figura 3 apresenta as curvas de fluxo de calor obtidas com pastas de cimento produzidas com os aditivos dispersantes.

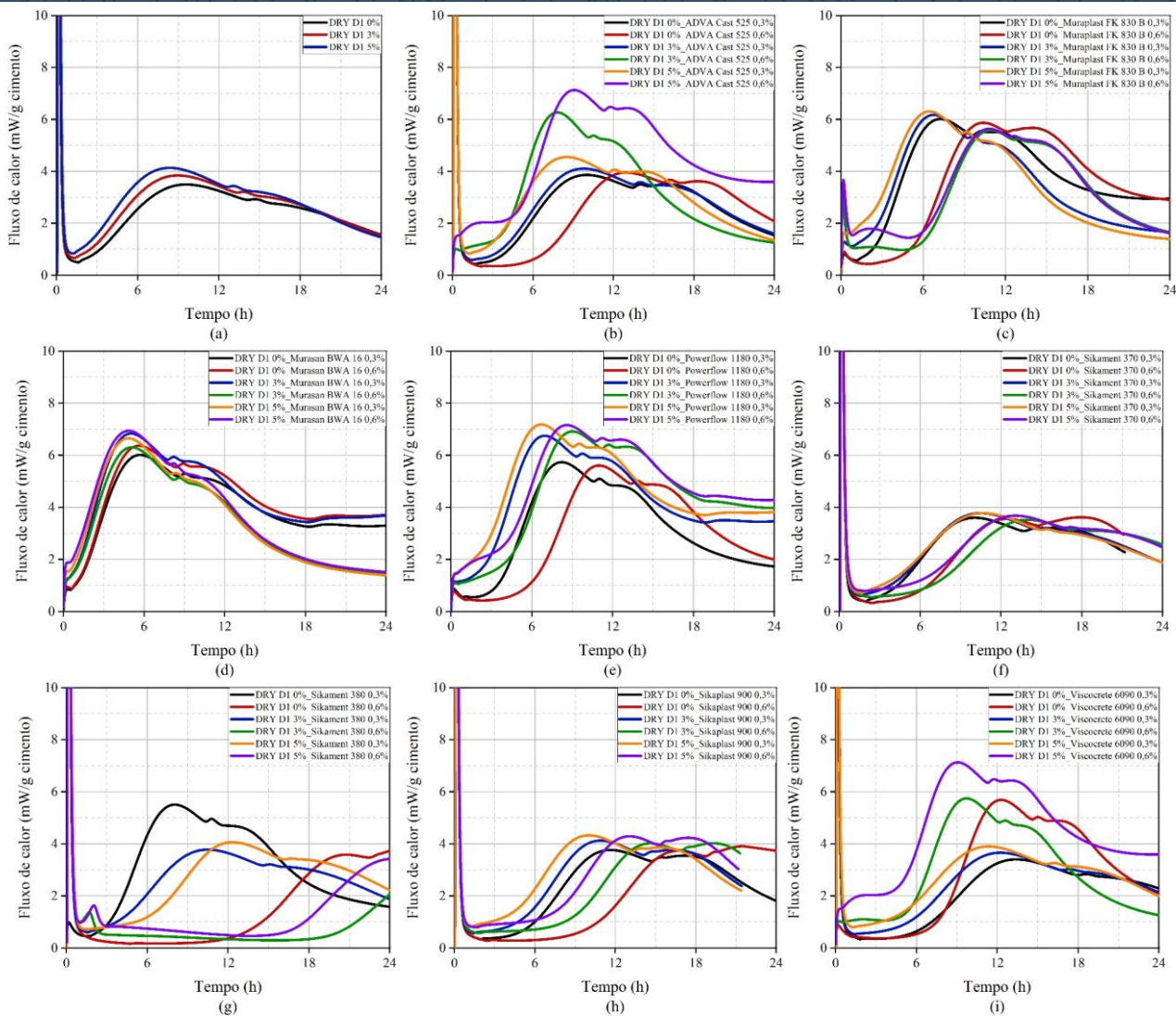


Figura 3 - Curvas de calor de hidratação de pastas de cimento: (a) referência; (b) ADVA Cast 525; (c) Muraplast FK 830; (d) Murasan BWA 16; (e) Powerflow 1180; (f) Sikament 370; (g) Sikament 380; (h) Sikaplast 900; (i) Viscocrete 6090.

De maneira geral, o emprego de todos os aditivos dispersantes promove retardo na pega das pastas de cimento. Observa-se aumento no período de indução, diminuição da taxa de reação do cimento e diminuição do grau de hidratação da pasta, principalmente quando se usam maiores teores de dispersantes ou aditivos polifuncionais. Com a maior dosagem de aditivo, maior a concentração desse composto na fase líquida, que tende a reduzir a velocidade de dissolução das fases do cimento, retardando a supersaturação da solução com íons cálcio e o início do período de aceleração.

O uso de DRY D1 nas pastas contribui para acelerar a cinética de reações de hidratação. O óxido de cálcio supercalcinado tem maior afinidade com as moléculas dos aditivos dispersantes quando comparado ao cimento. Portanto, as moléculas dos dispersantes são adsorvidas preferencialmente na superfície do DRY D1, diminuindo a concentração do aditivo dissolvido na fase líquida, que contribui para diminuir o tempo de indução e o tempo de início de pega. Tal efeito é mais significativo nas pastas contendo 5% de DRY D1, pois maior a área superficial adicional para adsorção das moléculas do aditivo.

Os efeitos causados por aditivos compostos por éter de policarboxilato são significativamente menos intensos que os efeitos causados por aditivos polifuncionais. Como as moléculas de éter de policarboxilato são sintéticas, sua estrutura molecular é definida para que haja alta interação com as partículas de cimento, promovendo maior dispersão e menores efeitos na pega. Portanto, as pastas produzidas com éter de policarboxilato apresentam menor tempo de indução, maior velocidade de reação e maior grau de hidratação que as pastas contendo polifuncionais.

De acordo com as curvas analisadas, pode ser considerado que os aditivos ADVA Cast 525, Muraplast FK 830 B, Murasan BWA 16, Powerflow 1180, Sikament 370, Sikaplast 900 e Viscocrete 6090 apresentam boa compatibilidade com o DRY D1. Entretanto, a compatibilidade do aditivo Sikament 380 com o DRY D1 não foi adequada, pois houve retardo significativo no início do tempo de pega das pastas contendo ambos os materiais, atingindo valores superiores a 18 h.

4.2 Espalhamento por *mini-slump*

A Figura 4 ilustra os espalhamentos obtidos com as pastas produzidas com o dispersante ADVA Cast 525 juntamente com o DRY D1. Os resultados da determinação do espalhamento por mini-slump de pastas de cimento estão apresentados na Tabela 2. A discussão dos resultados obtidos está apresentada subsequentemente.

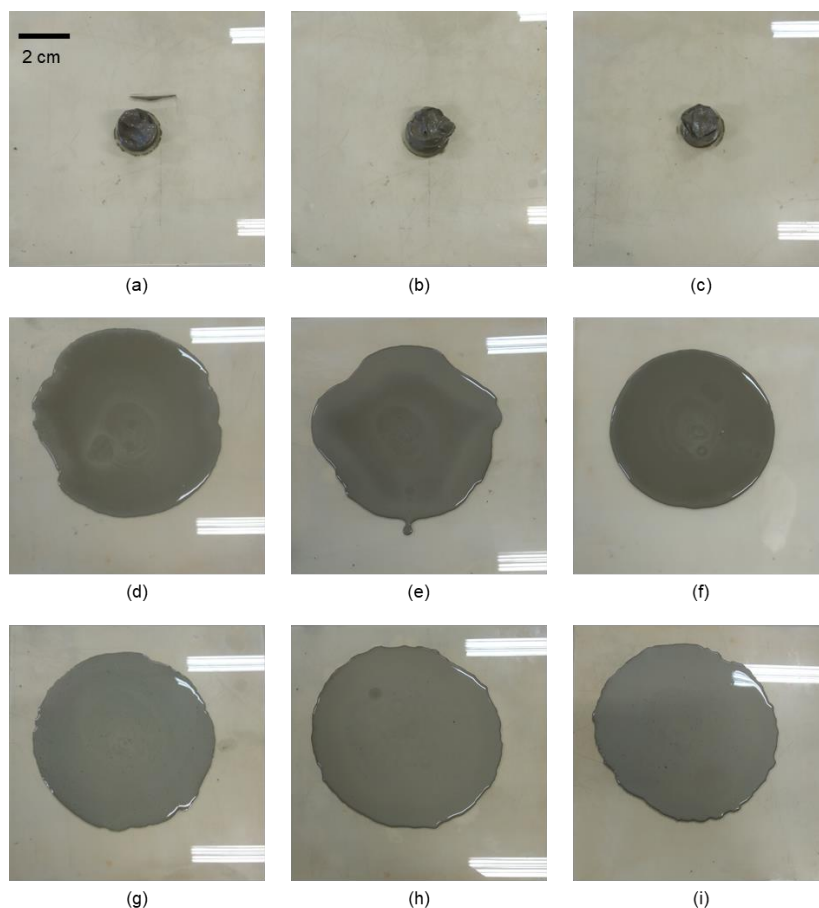


Figura 4 - Espalhamento por mini-slump de pastas de cimento: (a) DRY D1 0% (referência); (b) DRY D1 3%; (c) DRY D1 5%; (d) DRY D1 0%_ADVA Cast 525 0,3%; (e) DRY D1 0%_ADVA Cast 525 0,6%; (f) DRY D1 3%_ADVA Cast 525 0,3%; (g) DRY D1 3%_ADVA Cast 525 0,6%; (h) DRY D1 5%_ADVA Cast 525 0,3%; (i) DRY D1 5%_ADVA Cast 525 0,6%.



Tabela 2 – Resultados médios do espalhamento por *mini-slump* de pastas de cimento.

Identificação	Espalhamento médio (mm)
DRY D1 0% (Referência)	40,7
DRY D1 3%	45,5
DRY D1 5%	40,9
DRY D1 0%_ADVA Cast 525 0,3%	205,3
DRY D1 0%_ADVA Cast 525 0,6%	203,0
DRY D1 3%_ADVA Cast 525 0,3%	202,2
DRY D1 3%_ADVA Cast 525 0,6%	205,9
DRY D1 5%_ADVA Cast 525 0,3%	183,6
DRY D1 5%_ADVA Cast 525 0,6%	201,4
DRY D1 0%_Muraplast FK 830 0,3%	63,6
DRY D1 0%_Muraplast FK 830 0,6%	92,0
DRY D1 3%_Muraplast FK 830 0,3%	58,5
DRY D1 3%_Muraplast FK 830 0,6%	101,1
DRY D1 5%_Muraplast FK 830 0,3%	78,0
DRY D1 5%_Muraplast FK 830 0,6%	95,1
DRY D1 0%_Murasan BWA 16 0,3%	53,0
DRY D1 0%_Murasan BWA 16 0,6%	52,8
DRY D1 3%_Murasan BWA 16 0,3%	50,9
DRY D1 3%_Murasan BWA 16 0,6%	44,5
DRY D1 5%_Murasan BWA 16 0,3%	48,4
DRY D1 5%_Murasan BWA 16 0,6%	49,5
DRY D1 0%_Powerflow 1180 0,3%	109,3
DRY D1 0%_Powerflow 1180 0,6%	139,4
DRY D1 3%_Powerflow 1180	105,4
DRY D1 3%_Powerflow 1180 0,6%	131,4
DRY D1 5%_Powerflow 1180 0,3%	104,9
DRY D1 5%_Powerflow 1180 0,6%	125,2
DRY D1 0%_Sikament 370 0,3%	62,7
DRY D1 0%_Sikament 370 0,6%	92,9
DRY D1 3%_Sikament 370 0,3%	73,5
DRY D1 3%_Sikament 370 0,6%	79,9
DRY D1 5%_Sikament 370 0,3%	74,3
DRY D1 5%_Sikament 370 0,6%	80,2
DRY D1 0%_Sikament 380 0,3%	75,4
DRY D1 0%_Sikament 380 0,6%	88,7
DRY D1 3%_Sikament 380 0,3%	82,6
DRY D1 3%_Sikament 380 0,6%	87,8
DRY D1 5%_Sikament 380 0,3%	83,7
DRY D1 5%_Sikament 380 0,6%	94,7
DRY D1 0%_Sikaplast 900 0,3%	136,8
DRY D1 0%_Sikaplast 900 0,6%	185,2
DRY D1 3%_Sikaplast 900 0,3%	157,4
DRY D1 3%_Sikaplast 900 0,6%	181,5
DRY D1 5%_Sikaplast 900 0,3%	135,6
DRY D1 5%_Sikaplast 900 0,6%	192,9
DRY D1 0%_Viscocrete 6090 0,3%	65,4
DRY D1 0%_Viscocrete 6090 0,6%	130,1
DRY D1 3%_Viscocrete 6090 0,3%	79,6
DRY D1 3%_Viscocrete 6090 0,6%	130,6

Tabela 2 – Resultados médios do espalhamento por *mini-slump* de pastas de cimento (*continuação*).

Identificação	Espalhamento médio (mm)
DRY D1 5% Viscocrete 6090 0,3%	86,5
DRY D1 5% Viscocrete 6090 0,6%	124,5

De modo geral, o emprego de todos os aditivos dispersantes promove aumento no espalhamento das pastas de cimento. Com a maior dosagem do aditivo dispersante (de 0,3% para 0,6% sobre a massa de cimento) observa-se o aumento no espalhamento. Este fato é evidenciado nos aditivos dispersantes Muraplast FK 830, Sikament 380, Powerflow 1180, Sikaplast 900 e Viscocrete 6090. Com o aumento na dosagem dos aditivos ADVA Cast 525 e Murasan BWA 16 (não é evidenciado aumento no espalhamento).

Com a incorporação do aditivo DRY D1 às pastas, observa-se aumento no espalhamento, com predominância no uso combinado com aditivos polifuncionais. Não se nota aumento de espalhamento com o uso dos superplastificantes, visto que estes dispersantes possuem alta eficiência e o ganho promovido pelo DRY D1 fica sobreposto. Entretanto, pode ser notado claramente na Figura 4 que o uso do DRY D1 torna a pasta mais coesa, reduzindo o risco de exsudação e segregação.

4.3 Espectrofotometria UV-vis

A Figura 5 apresenta a curva de calibração de soluções produzidas com o dispersante Muraplast FK 830 em água deionizada. A Figura 6 mostra os resultados de absorbância das soluções extraídas das suspensões de cimento analisadas. Os resultados obtidos nessa análise estão discutidos subseqüentemente.

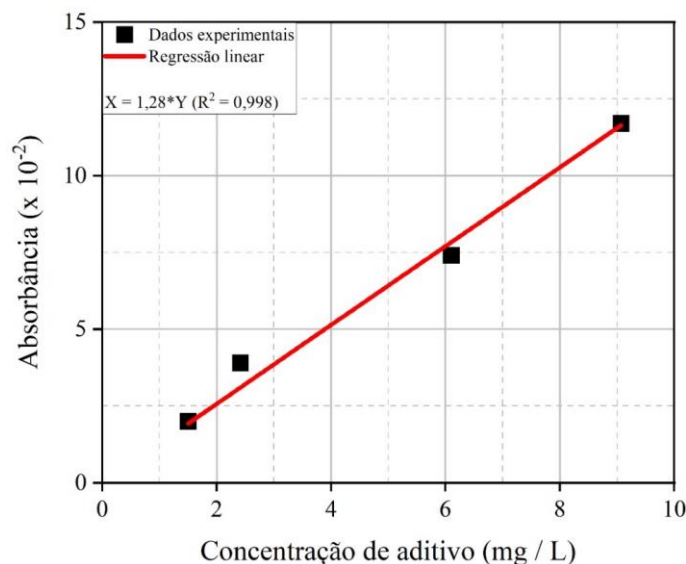


Figura 5 - Curva de calibração da concentração do aditivo em solução aquosa.

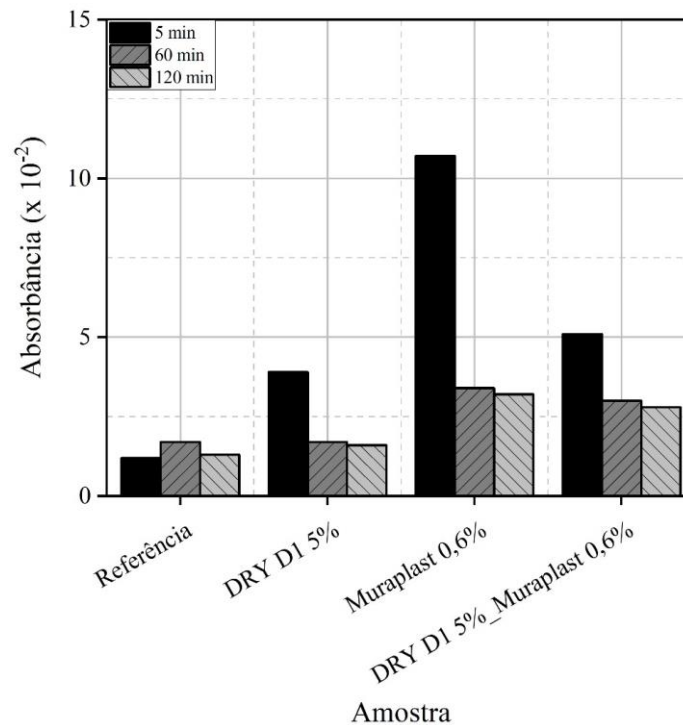


Figura 6 - Resultados de absorvância das soluções extraídas da suspensão de cimento.

A absorvância da solução é diretamente proporcional à quantidade de aditivo dispersante não adsorvida pelas partículas de cimento e de DRY D1. Na Figura 6, pode ser observado que as suspensões que não contêm aditivo (Referência e DRY D1 5%) apresentam os valores mais baixos de absorvância entre as amostras analisadas. Além disso, os valores determinados na amostra referência são praticamente constantes no intervalo de tempo analisado.

Nas amostras contendo o aditivo dispersante (Muraplast 0,6% e DRY D1 5%_Muraplast 0,6%), observa-se que a absorvância inicial aos 5 min depende do uso de DRY D1. O filtrado da suspensão que não contém DRY D1 apresenta maior absorção que os demais filtrados. Isso significa que o cimento é o material que menos adsorve as moléculas do aditivo em sua superfície, resultando em uma maior concentração na fase líquida.

Com o decorrer da hidratação, a superfície das partículas de cimento é modificada pela geração de cristais de etringita e C-S-H. Tais fases tendem a aumentar a superfície da partícula de cimento, pois têm forma acicular. Com isso, a adsorção de aditivo nas partículas de cimento e na superfície desses hidratos tende a aumentar com o tempo. Tal fato pode ser concluído pela diminuição da absorvância da solução ao longo do tempo, o que significa que uma maior quantidade de moléculas do aditivo foi adsorvida pelas partículas sólidas.

Quando é empregado o DRY D1, pode ser constatado que ocorre adsorção do dispersante nas partículas do óxido de cálcio supercalcinado em preferência às partículas de cimento. É importante salientar que quanto maior a concentração de aditivo não adsorvida, maior tende a ser o retardo na pega da pasta, visto que a atividade da solução aumenta e tende a diminuir a concentração de cálcio dissolvida no meio. Com isso, o DRY D1 pode contribuir para evitar problemas oriundos da incompatibilidade ou do uso incorreto de aditivos dispersantes em concretos.



5 Conclusões

A partir dos resultados obtidos, é possível concluir que:

- Aditivos dispersantes apresentam adsorção preferencial pela superfície das partículas de DRY D1, em relação às partículas de cimento. A afinidade dos dispersantes pelo cimento tende a aumentar com o decorrer da hidratação, devido à geração de fases hidratadas.
- Os aditivos dispersantes promovem retardo na velocidade de ganho de resistência em todas as pastas analisadas. Tal retardo é mais significativo para maiores dosagens de aditivo.
- O uso de DRY D1 contribui para a redução dos efeitos de retardo causados pelos dispersantes. Com isso, pode contribuir para evitar problemas oriundos da incompatibilidade ou do uso incorreto de aditivos dispersantes em concretos.
- O aditivo DRY D1 contribui para melhorar a trabalhabilidade de pastas de cimento, principalmente quando aditivos polifuncionais (eficiência moderada) são utilizados. Além disso, torna a pasta mais coesa, reduzindo riscos relacionados à exsudação e segregação.

6 Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15823-2**: Concreto autoadensável. Parte 2: Determinação do espalhamento, do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual - Método do cone de Abrams. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

AITCIN, P.-C.; WILSON, W. The Sky's the Limit. **Concrete International**, v. 37, n. 1, p. 45–50, 2015.

ALDRED, J. Burj Khalifa - A new high for high- Performance concretej. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Civil Engineering**, v. 163, n. 2, p. 66–73, 2010.

ASO, T. et al. Preparation of novel lignin-based cement dispersants from isolated lignins. **Journal of Wood Chemistry and Technology**, v. 33, n. 4, p. 286–298, 2013.

BATTAGIN, A. F.; BATTAGIN, I. L. S. O cimento Portland no Brasil. Em: ISAIA, G. C. (Ed.). **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. Second ed. São Paulo: IBRACON. p. 761–790, 2010.

CLARK, G. Challenges for concrete in tall buildings. **Structural Concrete**, v. 15, n. 4, p. 448–453, 1 dez. 2014.

FERRARI, L. et al. Multi-method approach to study influence of superplasticizers on cement suspensions. **Cement and Concrete Research**, v. 41, n. 10, p. 1058–1066, 2011.

GELARDI, G.; FLATT, R. J. Working mechanisms of water reducers and superplasticizers. Em: AITCIN, P.-C.; FLATT, R. J. (Eds.). **Science and Technology of Concrete Admixtures**. 1st. ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2016. p. 257–278.



KALLIOLA, A. et al. Alkali-O₂ oxidized lignin - A bio-based concrete plasticizer. **Industrial Crops and Products**, v. 74, p. 150–157, 2015.

KWON, S. H. et al. Prediction of concrete pumping. Part II: Analytical prediction and experimental certification. **ACI Materials Journal**, v. 110, n. 6, p. 657–668, 2013.

MINARD, H. et al. Mechanisms and parameters controlling the tricalcium aluminate reactivity in the presence of gypsum. **Cement and Concrete Research**, v. 37, p. 1418–1426, 2007.

NAGROCKIENE, D.; PUNDIENĖ, I.; KICAITE, A. The effect of cement type and plasticizer addition on concrete properties. **Construction and Building Materials**, v. 45, p. 324–331, 2013.

SALVADOR, R. P. et al. Early age hydration of cement pastes with alkaline and alkali-free accelerators for sprayed concrete. **Construction and Building Materials**, v. 111, p. 386–398, 2016.