

**ESTUDO DE COMPATIBILIDADE DE PASTAS CIMENTÍCIAS MODIFICADAS
COM LÁTEX DE ESTIRENO-BUTADIENO E ESTIRENO BUTADIENO
CARBOXILADO**

COMPATIBILITY STUDY OF MODIFIED CEMENT PASTE WITH STYRENE-
BUTADIENE LATEX AND CARBOXYLATED STYRENE-BUTADIENE LATEX

Oswaldo Lailson da Costa Saraiva¹

RESUMO:

A qualidade das argamassas é de crucial importância nas construções, uma vez que, costumam ser empregadas em regiões às quais intensamente são submetidas a intempéries assim como em pontos usualmente propícios a patologias. Assim, o nível de interação entre os componentes utilizados na composição das argamassas deve apresentar uma elevada compatibilidade durante a execução das pastas cimentícias. A pesquisa teve como base artigos científicos, livros, fichas técnicas, manuais de construção, documentos relacionados com o tema e ensaios laboratoriais com o objetivo de estudar a interação entre materiais em pastas cimentícias modificadas com látex de estireno-butadieno e estireno-butadieno carboxilado. Estas pastas podem ser utilizadas futuramente em aplicações de argamassas e concretos que necessitem de maior durabilidade. Este trabalho, mostra que a partir de uma mistura do cimento Portland CP-V-ARI com o látex de Estireno Butadieno (SB) e com látex de Estireno Butadieno Carboxilado (XSB) é possível alcançar uma redução drástica na área de espalhamento das argamassas, evidenciando que o látex reage com produtos da hidratação do cimento.

PALAVRAS-CHAVE: Argamassas; Área de Espalhamento; Compatibilidade.

ABSTRACT:

Mortar quality is a crucial important factor in the constructions, since, they are usually used in regions to which they are intensely subjected to bad weather conditions, as well as in areas usually conducive to pathologies. Thus, the level of interaction between the components used in the composition of mortars must have a high compatibility during the execution of cementitious pastes. The research was based on scientific articles, books, technical data

¹ Bacharel em Engenharia Civil pelo Centro de Ensino Unificado do Piauí – CEUPI, pós-graduado em Instalações Prediais pelo Centro de Ensino Superior do Vale do Parnaíba – CESVALE, pós-graduado em Docência no Ensino Superior pelo Instituto FACUMINAS, pós-graduando em Engenharia de Segurança do Trabalho pelo Centro Universitário União das Américas Descomplica. E-mail: lailson.costa04@gmail.com. <https://orcid.org/0009-0009-9766-8165>.

sheets, construction manuals, documents related to the subject and laboratory tests intended to study the interaction between materials in cementitious pastes modified with Styrene-Butadiene latex and Carboxylated Styrene Butadiene latex. These pastes can be used in the future for mortar and concrete applications which require longer durability. This work aims to present that from a mixture of Portland cement CP-V-ARI with Styrene-Butadiene latex (SB) and Carboxylated Styrene Butadiene latex (XSB), it is possible to achieve a drastic reduction in the spreading area of mortar, evidencing that latex reacts with products of the cement hydration.

KEYWORDS: Mortars; Spreading Area; Compatibility.

1. INTRODUÇÃO

No campo da construção civil, argamassas e concretos destacam-se pela enorme variabilidade funcional quanto a importância e eficiência, seja na aplicação utilizando esses, seja nas pesquisas e estudos direcionados ao aumento de qualidade em suas propriedades finais, visando acrescentar mais funções e potencializar o seu uso. Em consequência disso, Ferreira (2017), cita que diversos trabalhos têm se destacado com esses materiais, buscando, principalmente, elevar o seu uso por meio de técnicas como: aperfeiçoamento, seletividade dos constituintes; substituição de alguns insumos por outros de eficiência igual ou melhor; procedimentos metodológicos de mistura, dentre outros. Tudo isso, objetivando um maior aproveitamento quanto ao consumo, vida útil e por fim, qualidade.

Hodiernamente, a utilização de polímeros na otimização das propriedades de argamassas e concretos tem se expandido bastante. Rossignolo (2003) ressalta que o processo de modificação se apresenta como uma das formas de utilização dos polímeros em concretos, em que se adiciona o polímero à mistura ainda fresca. Inclusive, o mesmo autor ainda destaca que não há alteração do processo de produção, obtendo-se, assim, o Concreto Modificado com Polímero (PCM).

Em termos gerais, os polímeros podem ser empregados na composição dos concretos de diferentes formas como: para a produção do concreto polímero (ou concreto de resina), concreto impregnado com polímero e concreto modificado com polímero. Na aplicação desses métodos, destaca-se o Látex sob a forma de emulsão polimérica em água resultante de uma polimerização por emulsão (Rossignolo, 2003).

Conforme Walters (1987), ACI (1995) e Ohama (1998), a definição de látex resume-se como pequenas partículas de polímero orgânico (diâmetro entre 0,005 e 5µm) dispersas em água, normalmente produzidos pelo processo de polimerização por emulsão, originando um fluido leitoso e geralmente de cor branca.

Logo, a formação da matriz aglomerante dos concretos modificados com látex se caracteriza pela hidratação do cimento e pela coalescência das partículas de polímero presentes no látex, formando um filme de polímero (Ohama, 1987, 1998). Dessa forma, a matriz aglomerante é constituída de duas fases, a matriz de cimento hidratado e o filme polimérico, que preenche parcialmente os vazios da matriz de cimento (Rossignolo, 2003). Ainda segundo o último autor, normalmente a hidratação do cimento precede o processo de coalescência do polímero.

Tem-se como hipótese, o fato de que o emprego do látex polimérico estireno-butadieno (SB) e do estireno-butadieno carboxilado (XSB) nas pastas cimentícias tendem a melhorar, durante a execução, a interação entre os materiais com uma redução de água no traço conferindo níveis de trabalhabilidade favoráveis.

Logo, o objetivo geral do trabalho em questão foi estudar a compatibilidade entre materiais em pastas cimentícias modificadas com látex de estireno-butadieno e estireno-butadieno carboxilado por meio da análise reológica.

Buscou-se ainda verificar a capacidade de redução de água dos látex e superplastificante para diferentes dosagens em pastas cimentícias. Assim como avaliar a interação entre os látex SB, XSB e superplastificante com o cimento e a sílica ativa, de forma a investigar possíveis incompatibilidades.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com Nóbrega (2009), na construção civil produtos poliméricos são adicionados ao cimento Portland para melhorar suas propriedades e sua resistência mecânica original. Logo, segundo a autora, baseado nas propriedades poliméricas é possível formular pastas cimentícias aditivadas com polímeros capazes de suportar melhor a variação térmica e a lixiviação ácida, operações que causam danos à bainha. Além disso, existem diversos tipos de polímeros que podem ser adicionados à pasta na forma de pó ou solução,

em quantidades adequadas e proporcionais para conferir uma melhor plasticidade e resistência mecânica às pastas cimentícias, sem alterar as propriedades do cimento, nem reduzir a sua resistência à compressão (Sakai e Sugita, 1995).

De forma geral, na produção dos concretos modificados com polímeros podem-se utilizar os mesmos materiais componentes e processos de mistura, transporte e adensamento utilizados para os concretos convencionais.

Rossignolo (2003) cita que os concretos modificados com SB apresentam tempo de trabalhabilidade menor do que o observado para os concretos convencionais. Com isso, deve-se abreviar o intervalo entre o fim da mistura e o início do lançamento desse material (Tezuka, 1988).

Aggarwal, Thapliyal e Karade (2007), em seus estudos sobre as propriedades de argamassas modificadas com polímero usando emulsão epóxi e acrílica, constataram que a adição de polímero para argamassa de cimento melhora a trabalhabilidade, aumenta resistência à flexão e compressão, e diminui a água de absorção, carbonatação e penetração de íons cloreto.

Conforme Rossignolo (2003), a associação de sílica ativa, superplastificante e SB na produção dos concretos leves tem como princípio básico melhorar o desempenho das propriedades relacionadas à resistência mecânica e à durabilidade desses concretos. Porém, essa associação deve ser previamente analisada no intuito de verificar uma possível incompatibilidade entre esses materiais e avaliar o poder redutor de água do superplastificante e do SB (Prudêncio, Armelin e Helene, 1994; Alves e Helene, 1996; Cassa *et al.*, 1999).

No mercado existem vários tipos de látex, aproximadamente 5% deles podem ser utilizados como aglomerante hidráulico e os outros 95% podem coagular quando combinados com cimento (ACI, 1995). Na Figura 1 são listados alguns tipos de Látex, estando destacado os mais utilizados.

Figura 1- Principais látex



Fonte: Ballista (2003, p.31)

Assim, vale destacar que o látex Estireno Butadieno (SB) é o mais utilizado nas pesquisas aplicadas em concreto e esse látex é gerado por processo de polimerização (Ferreira, 2017).

A modificação das propriedades das argamassas com látex é governada tanto pela hidratação do cimento quanto pela formação do filme de polímero, este último após a saída da água em excesso do sistema. O processo de hidratação do cimento geralmente inicia antes do processo de formação de filme do polímero (Blanco, 2014).

Segundo Folic e Rodonjanin (1999), a adição de polímeros de base látex em argamassas podem agir como introdutores de ar ou superplastificantes aperfeiçoando a trabalhabilidade da pasta enquanto no estado fresco.

Blanco (2014), ressalta que normalmente as argamassas modificadas apresentam uma melhoria na trabalhabilidade em relação às argamassas convencionais. Ou seja, principalmente analisando o caráter do aumento da fluidez devido à ação de escorregamento das partículas de polímero, de ar incorporado e do efeito dos tensoativos presentes no látex. Ele ainda destaca que argamassas modificadas por polímeros de base látex mostram um notório aumento nas resistências à tração na flexão, mas nenhum aumento substancial na resistência à compressão, em comparação com as resistências da argamassa de referência.

Vale destacar ainda, que a metodologia de mistura e introdução dos componentes no processo é de suma importância. As propriedades de resistência são influenciadas por vários

fatores como a natureza dos materiais usados, cimento e agregados, o controle para proporções da mistura: polímero/cimento, água/cimento, métodos de cura (Ohama, 1987).

3. METODOLOGIA

A pesquisa é do tipo experimental.

Primeiramente foram empregados nos ensaios diferentes teores de látex na preparação de diferentes misturas com o cimento Portland CP-V-ARI como especificado na Tabela 1. Assim, no início é feita a preparação da pasta cimentícia seguindo as especificações de cada sequência. Mede-se, inicialmente, as quantidades de cimento em uma balança de precisão demonstrada na Figura 3(e). Foram utilizadas quantidades constantes de 120g, tornando assim os ensaios de fáceis repetições. Logo em seguida, medem-se as quantidades de superplastificante (SP) e látex representados na Figura 3(f), quando necessitarem os ensaios, com o conta gotas e a proveta contidos na Figura 3(d). Seguidamente, parte-se para a mistura de todos os materiais.

Tabela 1 – Estudo da compatibilidade entre os materiais

IDENTIFICAÇÃO				QUANTIDADE DE ENSAIOS DE MINI-SLUMP					DOSAGEM		
ENS.	CIMENTO	PASTAS	A/C	TEOR DE ADITIVO (Aditivo/materiais - em massa)					Cimento (g)	Silica (g)	látex (g)
				0,00%	0,60%	1,00%	1,40%	1,80%			
A		C	0,36		1	1	1	1	120		
		superplastificante (g)			0,72	1,20	1,68	2,16			
		Água efetiva (g)			42,8	42,5	42,2	41,9			
B		C+XSB (1%)	0,36	1		1			120		2,5
		superplastificante (g)				1,2					
		Água efetiva (g)		42,0		41,2					
C		C+SB (1%)	0,36	1		1			120		13,3
		superplastificante (g)				1,2					
		Água efetiva (g)		31,1		30,4					
D	CP-V	C+SA (10%)	0,36		1	1	1	1	120	12	
		superplastificante (g)			0,79	1,32	1,85	2,38			
		Água efetiva (g)			47,0	46,7	46,4	46,1			
E		C+SA (10%) +XSB (1%)	0,36		1	1	1	1	120	12	2,7
		superplastificante (g)			0,79	1,32	1,85	2,38			
		Água efetiva (g)			45,7	45,4	45,0	44,7			
F		C+SA (10%) +SB (1%)	0,36		1	1	1	1	120	12	14,7
		superplastificante (g)			0,79	1,32	1,85	2,38			
		Água efetiva (g)			33,7	33,4	33,1	32,7			

Fonte: Autor (2023)

Nota: A/C: relação água/cimento; C ou CP-V: cimento Portland; XSB: Látex XSB; SB: Látex SB; SA: Sílica ativa; SP: Superplastificante; **Ensaio A:** C+SP+ÁGUA; **Ensaio B:** C+XSB(1%)+SP+ÁGUA; **Ensaio C:** C+SB(1%)+SP+ÁGUA; **Ensaio D:** C+SA(10%)+SP+ÁGUA; **Ensaio E:** C+SA(10%)+XSB(1%)+SP+ÁGUA; **Ensaio F:** C+SA(10%)+SB(1%)+SP+ÁGUA.

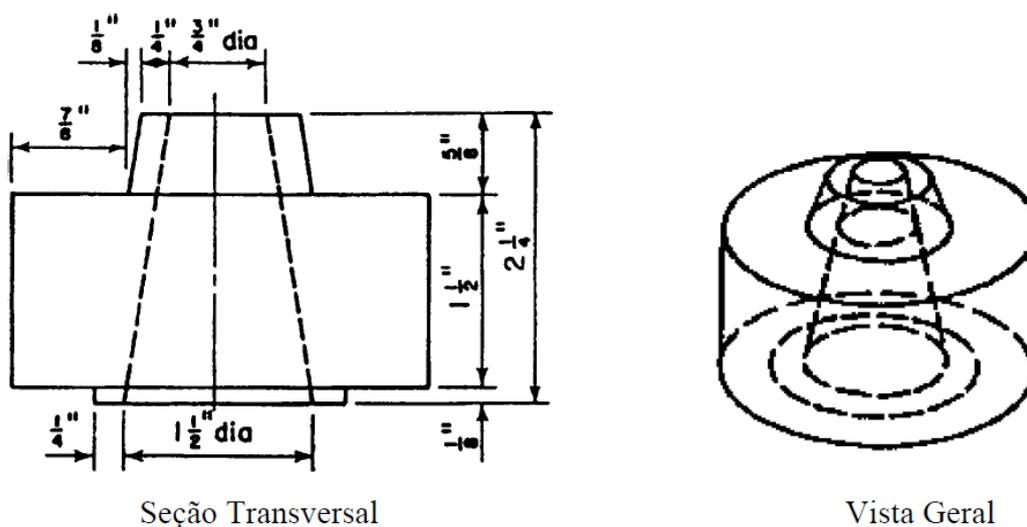
Todos os sistemas foram misturados na bateadeira ARNO comum destacada na Figura 3(c) na velocidade 2 e durante 3 minutos, previamente a cada ensaio. Logo em seguida, a pasta é submetida à próxima etapa em que se emprega um mini cone para a determinação da área de espalhamento.

Dentre as formas de quantificar o efeito redutor de água de um aditivo, o método proposto por Kantro (1980) apresenta a vantagem de medir apenas o efeito do aditivo sobre o cimento, sem a interferência dos agregados, e consiste na comparação da área de espalhamento de pastas de cimento em ensaios de mini-slump, muito similar ao slump-test, utilizando um molde de tronco de cone com corpo cilíndrico de material translúcido cujas dimensões internas são: altura 57 mm ($2\frac{1}{4}$ "); diâmetro inferior 38 mm ($1\frac{1}{2}$ "); e diâmetro superior 19 mm ($\frac{3}{4}$ ") (Figura 2).

Este método compreende no preenchimento, com a pasta cimentícia, do tronco de cone assentado sobre uma placa de vidro plano liso, nivelado horizontalmente, e, em seguida, levantá-lo, permitindo que a pasta se deforme desimpedida até seu equilíbrio em estado de repouso.

Os ensaios foram conduzidos em um laboratório, com temperatura ambiente (25 ± 2 °C), com o intuito de não haver evaporação acelerada proveniente de condições externas.

Figura 2 – Molde de tronco de cone para ensaio do mini-slump

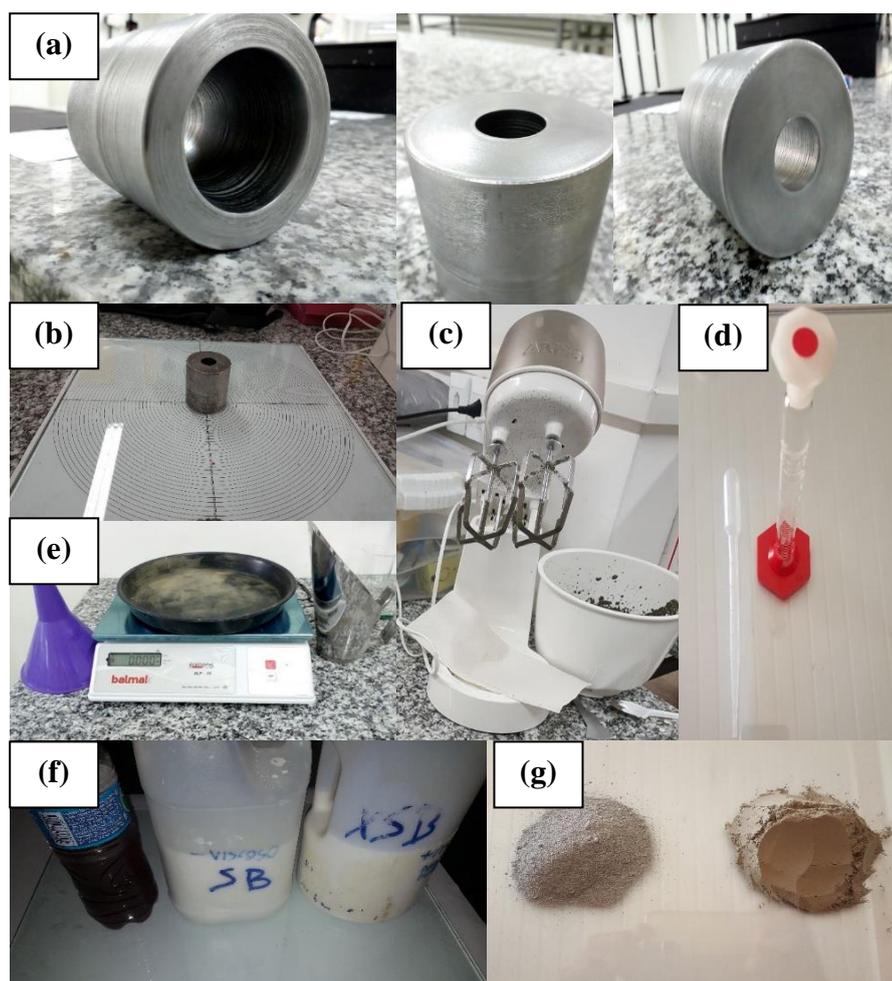


Fonte: Kantro (1980)

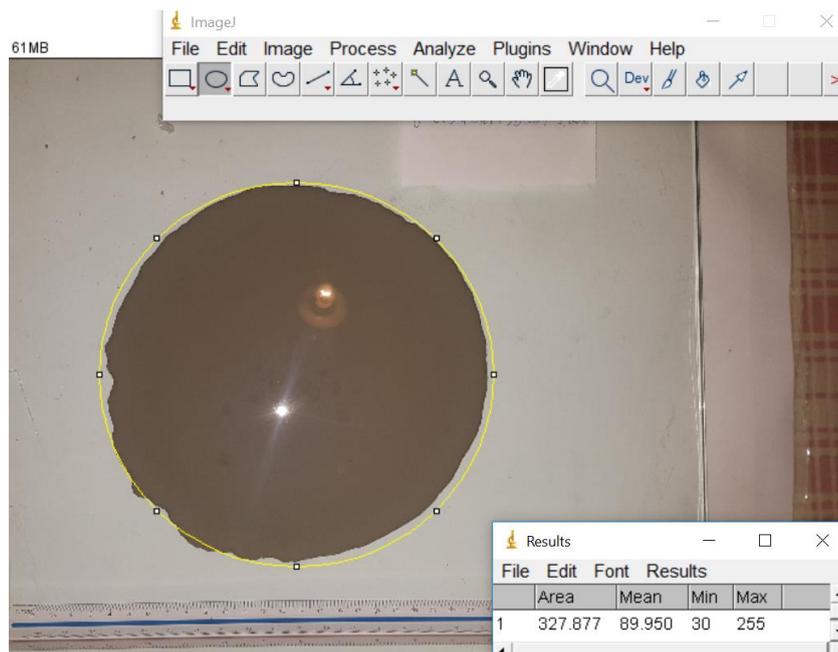
Esse método utiliza a área do espalhamento correspondente à relação água/cimento de 0,36 como referência do efeito reológico de uma pasta de cimento Portland. Conforme Kantro (1980), as áreas de espalhamento das pastas com relação água/cimento entre 0,36 e 0,60 são proporcionais de maneira direta e linear. Nesta pesquisa, foi utilizada uma taxa constante de 0,36.

Logo após, realiza-se a elevação do cone verticalmente e determina-se a área que a projeção da pasta deformada abrange sobre a placa de vidro utilizando o software IMAGE J (Figura 4) em que por meio de um escalímetro como referência foi possível inserir as respectivas escalas reais e obter as respectivas áreas.

Figura 3 – Equipamentos e materiais empregados nos ensaios: (a) Mini-slump; (b) Placa de vidro 40x40 cm; (c) Batedeira; (d) Conta gotas e proveta; (e) Balança de precisão e recipientes de lançamento; (f) Amostras de superplastificante, látex SB e XSB; (g) Amostras de sílica ativa e do cimento



Fonte: Autor (2023)

Figura 4 – Geração de áreas no Software IMAGE J

Fonte: Autor (2023)

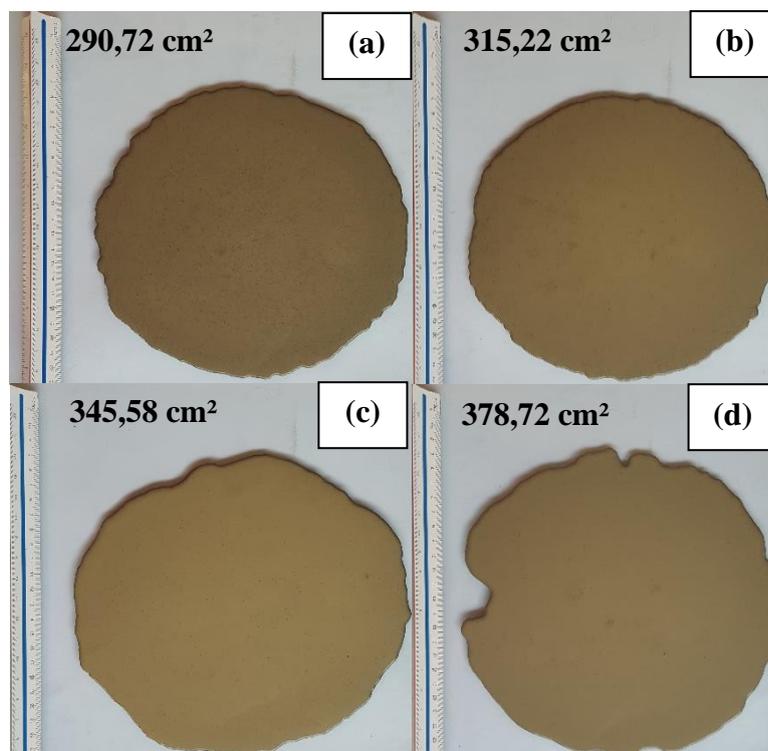
No decorrer da pesquisa, dentre os ensaios realizados, alguns ensaios houve a utilização da sílica ativa unida aos demais materiais citados, buscando avaliar a relação entre os látex SB, XSB, superplastificante, o cimento CP-V-ARI e a sílica ativa, de forma a investigar possíveis incompatibilidades.

As especificações de todos os materiais utilizados nas misturas citadas encontram-se no Anexo A deste artigo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Primeiramente os ensaios foram realizados utilizando apenas o cimento CP-V-ARI com o superplastificante e água como evidenciado nos ensaios A da Tabela 1. Logo, obteve-se os seguintes resultados:

Figura 5 – Ensaio **A** para diferentes níveis de aditivo c/ o superplastificante s/ látex e s/ a sílica, com teores de: (a) 0,60% (b) 1,00% (c) 1,40% e (d) 1,80%

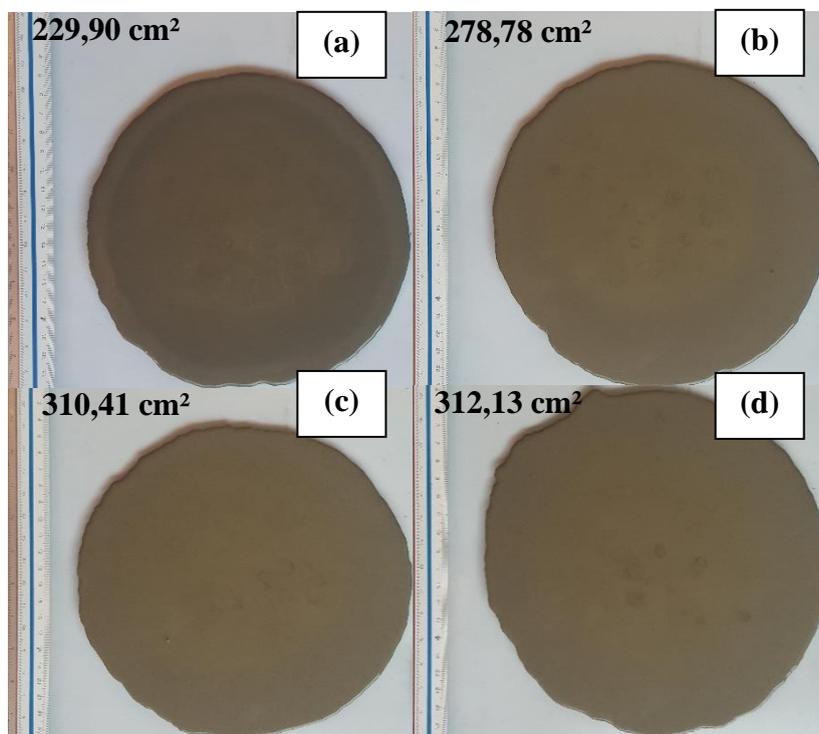


Fonte: Autor (2023)

Observou-se um aumento gradativo da área de expansão de espalhamento da argamassa ao se reduzir água e, proporcionalmente, adicionando percentuais de superplastificante e mantendo a quantidade de cimento constante. Além disso, constatou-se um aumento na fluidez da argamassa com uma conseqüente redução de consistência, conferindo-a, possivelmente, uma maior trabalhabilidade.

Logo em seguida, fez-se necessário a realização dos ensaios **D** da Tabela 1 com o objetivo de estabelecer uma relação entre os ensaios sem a presença dos respectivos látex. Assim, houve a mistura do cimento CP-V-ARI com a água, superplastificante e a sílica ativa. Logo, obteve-se os seguintes resultados:

Figura 6 - Ensaio **D** para diferentes níveis de aditivo c/ o superplastificante, a sílica ativa com teores de: (a) 0,60%; (b) 1,00%; (c) 1,40% e (d) 1,80%

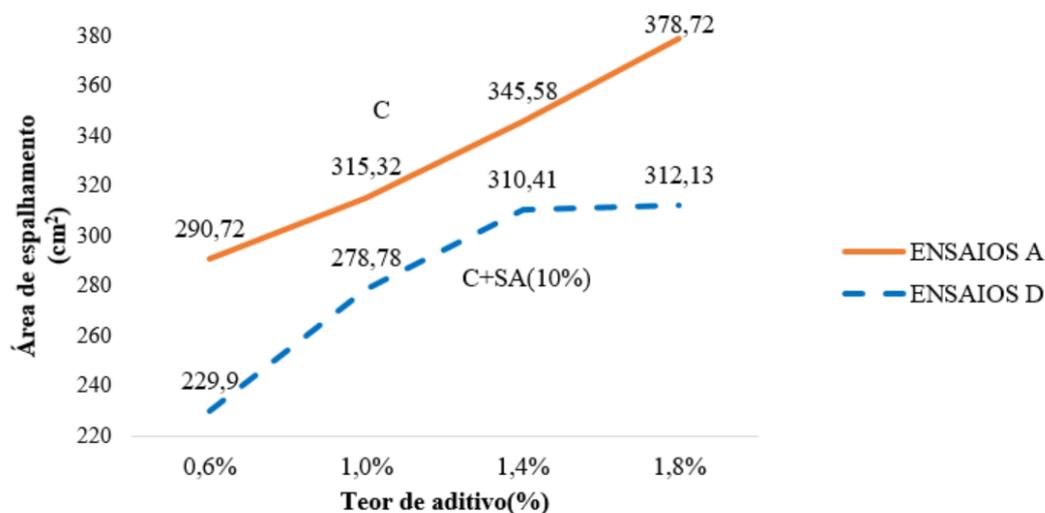


Fonte: Autor (2023)

Observou-se um aumento gradativo da área de expansão de espalhamento da argamassa ao se reduzir água e, proporcionalmente, adicionando percentuais de superplastificante e mantendo as quantidades de cimento e de sílica ativa constantes. Além disso, constatou-se um aumento na fluidez da argamassa com uma pequena redução de consistência, mas conferindo-a, provavelmente, uma boa trabalhabilidade. Logo, com a presença da sílica pode-se constatar uma pasta mais viscosa em relação aos testes **A** devido às ligações melhores arranjadas. Percebeu-se também, que o espalhamento da argamassa foi mais uniforme, gerando uma área de espalhamento mais arredondada, porém com uma possível trabalhabilidade menor.

O Gráfico 1 a seguir mostra a curva de espalhamento de acordo com as áreas dos 4 primeiros ensaios realizados anteriormente sem a sílica (referentes aos ensaios **A**) e com a sílica (referentes aos ensaios **D**) ambos sem a presença do látex:

Gráfico 1 – Espalhamento das pastas cimentícias de acordo com o teor de aditivo com e sem a sílica e ambos sem o látex

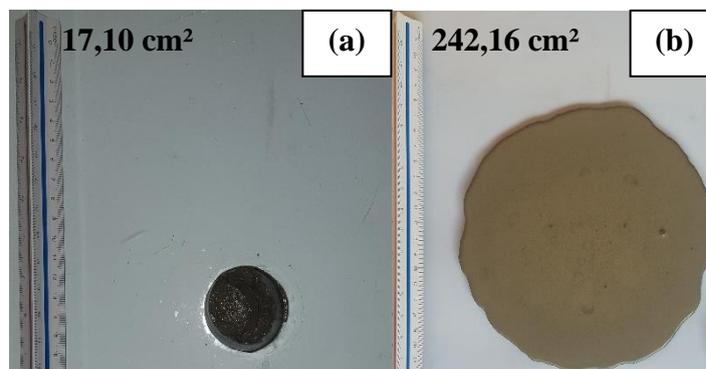


Fonte: Autor (2023)

Verifica-se que o cimento utilizado apresenta alta sensibilidade à água relativa à fluidez, ou seja, há um aumento da área de espalhamento da pasta com o aumento do teor de aditivo. No entanto, mostra-se uma significativa diminuição desse efeito com a adição de sílica ativa, devido a elevada superfície específica dessa adição, reduzindo a fluidez da pasta.

Logo em seguida, partiu-se para os ensaios **B**, em que houve a mistura do cimento CP-V-ARI com a água, superplastificante e o Látex XSB. Porém o acréscimo do superplastificante veio somente no teor de 1,00% como especificado na Tabela 1 e apresentou os seguintes resultados:

Figura 7 – Ensaios **B** para diferentes níveis de aditivo c/ o superplastificante e o látex XSB com teores de: (a) 0,00%; (b) 1,00%

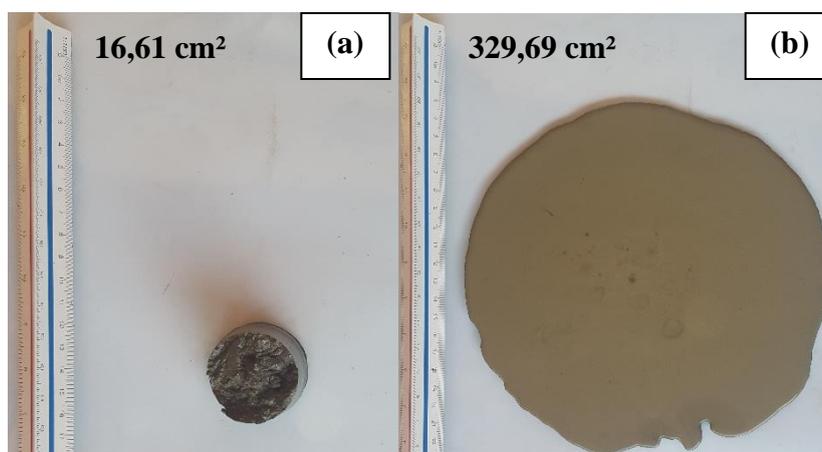


Fonte: Autor (2023)

Observou-se que o ensaio da Figura 7(a) realizado para um teor de aditivo 0,00% em que não havia a presença do superplastificante, houve uma significativa perda de fluidez entre os materiais, fazendo com que houvesse uma redução drástica de fluidez, demonstrando que a água junto ao cimento CP-V-ARI e ao látex XSB se comportam mal quanto a mistura e as ligações químicas realizadas entre si. No entanto, para o teor de aditivo de 1,00% como evidenciado na Figura 7(b) em que uma percentagem de superplastificante foi inserida juntos aos três materiais citados, verificou-se que o nível de fluidez aumentou, conferindo à argamassa uma área de espalhamento unida a uma consistência maior do que a adquirida pelos ensaios A.

Partiu-se para os ensaios C, em que houve a mistura do cimento CP-V-ARI com a água, superplastificante e o látex SB. Porém, o acréscimo do superplastificante veio somente no teor de 1,00% e apresentou os seguintes resultados:

Figura 8 – Ensaio C para diferentes níveis de aditivo c/ o superplastificante e látex SB com teores de: (a) 0,00%; (b) 1,00%



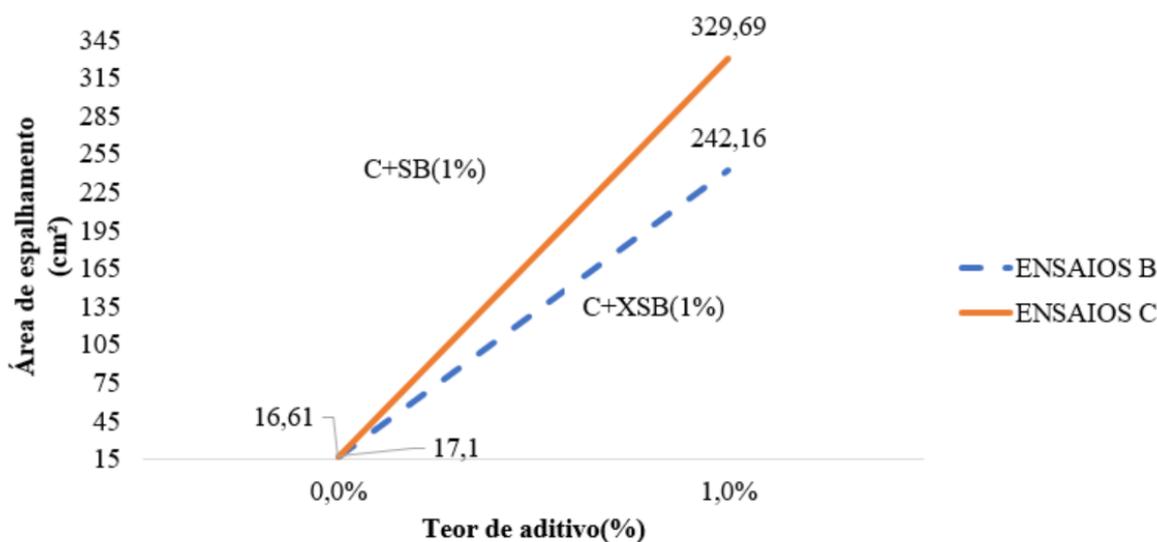
Fonte: Autor (2023)

Observou-se que o ensaio da Figura 8(a) realizado para um teor de aditivo 0,00% em que não havia a presença do superplastificante, houve uma significativa perda de fluidez entre os materiais, fazendo com que houvesse, possivelmente, perda de trabalhabilidade, demonstrando que a água junto ao cimento CP-V-ARI e ao látex SB se comportam mal quando quanto a mistura e as ligações químicas realizadas entre si. No entanto, para o teor de aditivo de 1,00% como evidenciado na Figura 8(b) em que uma percentagem de superplastificante foi inserida juntos aos três materiais citados, verificou-se que o nível de compatibilidade entre eles foi melhor, conferindo à argamassa uma área de espalhamento,

assim como uma maior fluidez unida a uma consistência maior do que a adquirida pelos ensaios **A** e com relação à mistura com o teor de aditivo 1,00% da Pasta **B**. Tal efeito ocorreu devido, principalmente, o nível de viscosidade do látex SB ser menor do que a do XSB.

O Gráfico 2 a seguir mostra as curvas de espalhamento das pastas de acordo com as áreas dos ensaios com os látex SB e com o XSB, porém ambos sem a sílica:

Gráfico 2 - Espalhamento das pastas cimentícias de acordo com o teor de aditivo com o látex e ambos sem a sílica.

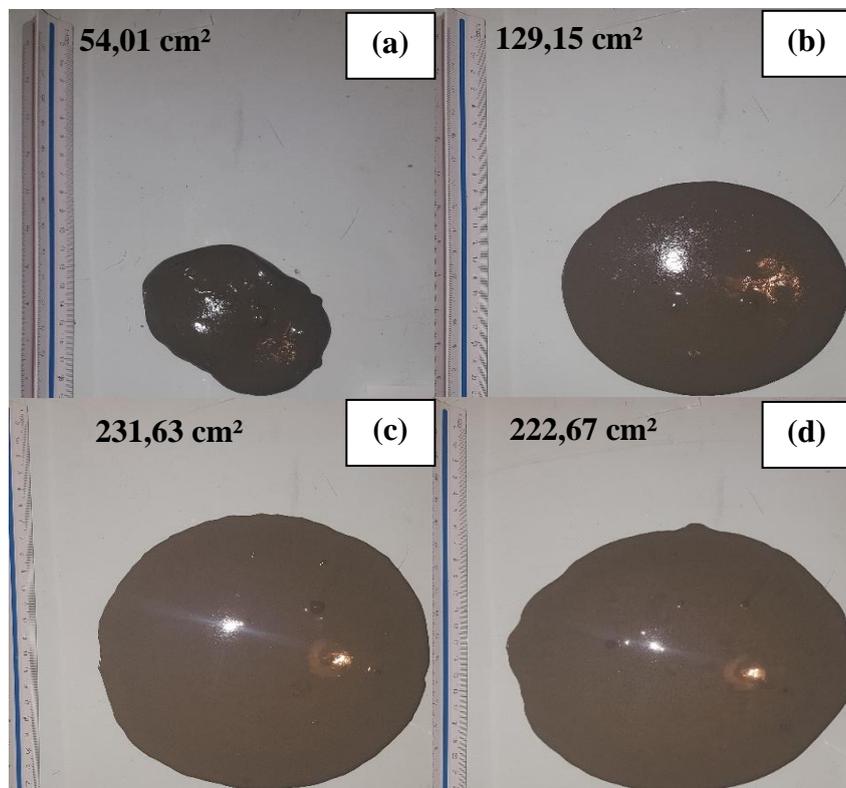


Fonte: Autor (2023)

Verifica-se que, para os dois tipos de pasta, as áreas de espalhamento são crescentes com o aumento dos teores de aditivo, sendo maior a eficiência deste aditivo na pasta cimentícia com o látex SB.

Seguindo com os ensaios, realizou-se o **E** Tabela 1, no qual houve a mistura do cimento CP-V-ARI com a água, superplastificante, sílica ativa e látex XSB. Logo, obteve-se os seguintes resultados:

Figura 9 – Ensaio E para diferentes níveis de aditivo c/ o superplastificante, sílica ativa e látex XSB com teores de: (a) 0,60%; (b) 1,00%; (c) 1,40% e (d) 1,80%.

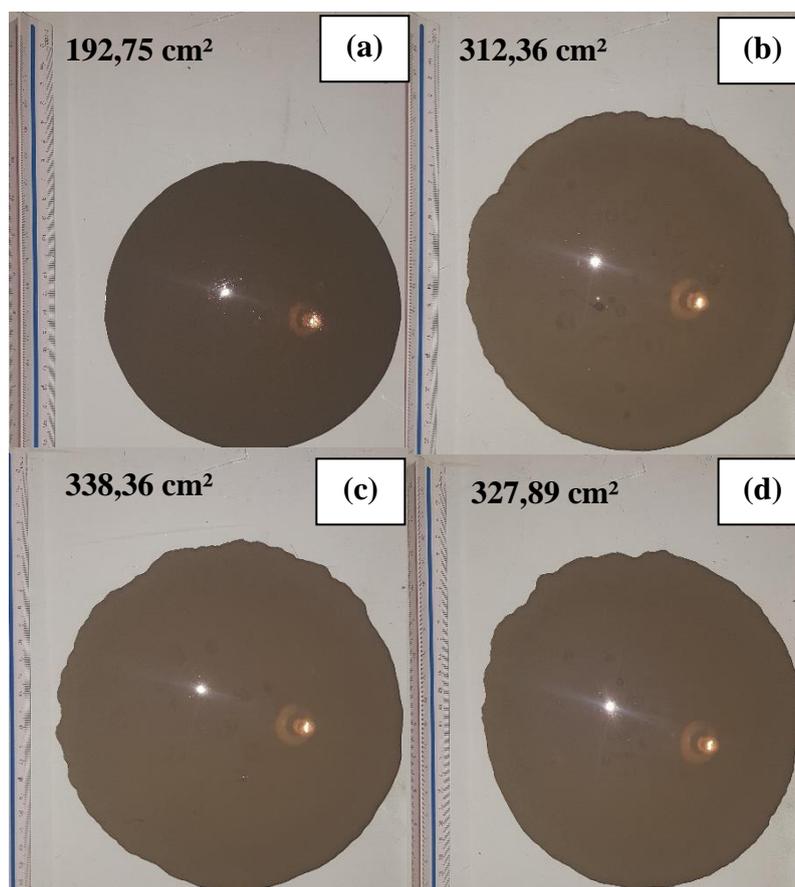


Fonte: Autor (2023)

Observou-se uma reduzida fluidez no ensaio da figura 9(a), apesar de não haver incompatibilidade. Esse fato ocorreu devido a pequena quantidade de superplastificante conferida à mistura, mostrando ser insuficiente para a obtenção de uma maior fluidez por parte da argamassa. No entanto, a partir do aumento dos níveis de superplastificante, verificou-se um aumento gradativo da área de expansão de espalhamento da argamassa mesmo ao se reduzir a água e mantendo as quantidades de cimento, sílica ativa e látex XSB constantes. Além disso, constatou-se um aumento na fluidez, de maneira gradativa, da argamassa, porém conferindo-a uma provável trabalhabilidade ruim. Além disso, a viscosidade do látex XSB junto a da sílica, proporcionaram níveis de consistência maiores assim como a execução de uma argamassa, aparentemente, mais viscosa no geral, o que dá para perceber nitidamente na figura 9 em comparação as outras. Logo, com a presença dos 5 materiais, pode-se constatar uma maior viscosidade em relação aos testes A e aos do D devido às ligações melhores arranjadas. Percebeu-se também, que o espalhamento da argamassa foi mais uniforme e denso, gerando uma área de espalhamento mais arredondada, provando um possível aumento da viscosidade.

Por último, realizou-se os ensaios **F** da Tabela 1, no qual houve a mistura do cimento CP-V-ARI com a água, superplastificante, sílica ativa e látex SB. Logo, obteve-se os seguintes resultados:

Figura 10 - Ensaios **F** para diferentes níveis de aditivo c/ o superplastificante, a sílica ativa e látex SB com teores de: (a) 0,60%; (b) 1,00%; (c) 1,40% e (d) 1,80%



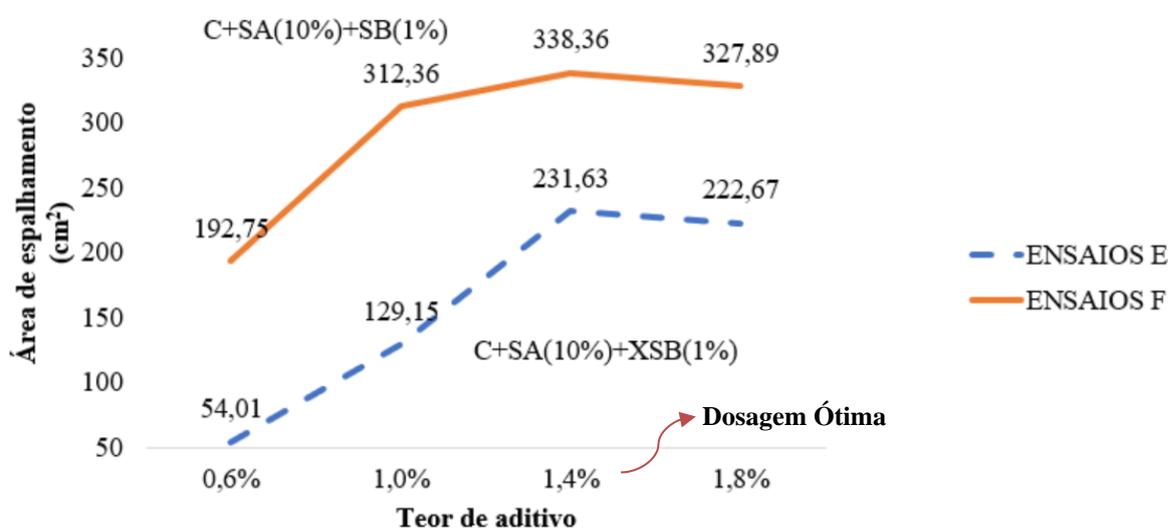
Fonte: Autor (2023)

Observou-se uma situação de fluidez gradativa entre todos os ensaios realizados dessa bateria, demonstrando um possível aumento de trabalhabilidade, apesar de viscoso, mantendo em todos, uma razoável consistência. Assim, partir do aumento dos níveis de superplastificante, verificou-se um aumento gradativo da área de expansão de espalhamento da argamassa mesmo ao se reduzir a água e mantendo as quantidades de cimento, sílica ativa e látex SB constantes. Além disso, constatou-se um aumento na fluidez, a cada ensaio, da argamassa conferindo-a um aumento da trabalhabilidade. Outrossim, a viscosidade do látex SB, apesar de menor em relação a do XSB, junto à da sílica, proporcionaram níveis ainda altos de consistência assim como a execução de uma argamassa, aparentemente, viscosa e um pouco fluída quando comparados aos ensaios **E**. Percebeu-se também, que no

espalhamento obteve-se uma uniformidade e uma pasta mais densa, gerando uma área de espalhamento mais arredondada.

O Gráfico 3 a seguir mostra a curva de espalhamento de acordo com as áreas dos 4 ensaios realizados anteriormente com o XSB (referentes aos do **E**) e com SB (referentes aos do **F**), ambos com a presença do látex:

Gráfico 3 – Espalhamento das pastas cimentícias de acordo com o teor de aditivo com o látex e a sílica



Fonte: Autor (2023)

Analisando os resultados apresentados pelo Gráfico 3, percebe-se que o XSB provoca uma redução na área de espalhamento quando comparado ao SB. Embora com o aumento do teor de aditivo em ambas o espalhamento ser crescente na sua quase totalidade, verificou-se que a pasta em que houve a inserção do SB foi a de maior eficiência.

Vale ressaltar que, diante dos resultados apresentados anteriormente, maiores teores de SB e XSB poderiam provocar perda de fluidez considerável e aí sim tornar incompatíveis as misturas. Esse efeito de perda de consistência das argamassas modificadas com látex SB e XSB, diferente dos resultados apresentados na literatura (em que esses látex provocam um aumento da fluidez devido ao efeito dos surfactantes presentes nestes usualmente não-iônicos) são devidos provavelmente a reações entre os íons multivalentes do cimento e o surfactante de natureza aniônica utilizados nos látex SB e XSB.

Assim, nos diversos ensaios apresentados, a adição do látex SB E XSB provocou uma redução drástica na área de espalhamento das argamassas, evidenciando que o látex reagiu com produtos da hidratação do cimento bem como com as partículas anidras de cimento, possivelmente devido à natureza aniônica do surfactante utilizado na produção do látex.

Esse surfactante aniônico reage com a íons multivalentes de cimento de forma complexa formando ligações possivelmente cruzadas e gerando a perda de consistência da pasta. Esse efeito é mais drástico para o látex de estireno-butadieno carboxilado (XSB) devido o radical ativo desse látex apresentar maior reatividade.

Esse comportamento realça a indicação da literatura para utilização de látex não iônicos na modificação de pastas cimentícia.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados encontrados, concluiu-se que houve uma leve incompatibilidade entre os materiais, sendo recomendado então o uso de látex SB e XSB de natureza não-iônica visando possíveis melhores resultados.

Verificou-se valores máximos de fluidez nas pastas cimentícias com sílica ativa e superplastificante obtidos para o uso de SB em comparação aos com látex XSB.

Verificou-se que a adição do látex SB e do XSB provocaram redução nas áreas de espalhamento em comparação aos testes apenas com superplastificante, água e na presença ou não da sílica.

Verificou-se ainda que nas misturas em que continham todos os materiais, a pasta em que houve a inserção do SB foi a de maior eficiência. Outrossim, com a adição do XSB a redução da área de espalhamento foi bem mais drástica.

Por fim, verificou-se que na presença de todos os materiais envolvidos com o látex SB e XSB a taxa de fluidez ótima foi no teor de 1,4% de aditivo. Apresentando assim, uma redução na área de espalhamento para valores acima desse percentual.

6. REFERÊNCIAS

AGGARWAL, L. K., THAPLIYAL, P. C.; KARADE, S. R. Properties of Polymer modified mortars using epoxy and acrylic emulsion. **Journal of Construction and Building Materials**, v. 21, n. 2, p. 379-383, 2007.

ALVES, R. R.; HELENE, P. Aditivos superplastificantes. **Revista Ibracon**, n. 13, p. 31-37, 1996.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE ACI. **548.3R-state-of-the-art report on polymer-modified concrete**. Detroit: ACI. p. 40, 1995.

BALLISTA, L. P. Z. **Avaliação de algumas propriedades de concretos estruturais com agregados graúdos reciclados modificados com látex estireno-butadieno**. 2003. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) - Faculdade de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2003.

FICHA DE INFORMAÇÕES DE SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS – FISPQ: SÍLICA. **BALISE QUÍMICA**, 2015. Disponível em: < <http://www.basilequimica.com.br/wp-content/uploads/2015/07/056-FICHA-QUIMICA-SILICA-Rev.-01.pdf>>. Acesso em: 31 jul. 2023.

BLANCO, C. B. **Estudo de argamassas modificadas com polímero acrílico**. 2014. 93f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Centro Universitário de Brasília, 2014.

CASSA, J. C. *et al.* Avaliação da compatibilidade físico-química entre o cimento e o aditivo superplastificante. **CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO**. Salvador, 1999.

FERREIRA, L. R. B. **Estudo das propriedades Mecânicas do Concreto com Adição de Látex para Aplicação em Pavimento**. Ilha Solteira:[s.n.], 2017.

FOLIC, R. J.; RANDONJAININ, V. S. Experiemntal research on Polymer Modified Concrete. **ACI MATERIALS JOURNAL**, 1999.

KANTRO, D. L. Influence of Water-Reducing Admixtures on Porperties of Cement Paste – A Miniature Slump Test. **Cement, Concrete and Aggregate**, v. 2, n. 2, p. 95- 102, 1980.

CERTIFICADO DA QUALIDADE: ENSAIOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO CIMENTO CPV ARI RS. **MIZU**, 2020. Disponível em: < <https://mizu.com.br/homolog/wp-content/uploads/2020/01/CP-V-ARI-RS-2.pdf> >. Acesso em: 31 jul. 2023.

NITRILATEX. **NITRIFLEX**, 2023. Disponível em: < <https://www.nitriflex.com.br/produtos/nitrilatex>>. Acesso em: 31 jul. 2023.

NÓBREGA, A. K. C. Formulação de pastas cimentícias com adição de suspensões de quitosana para cimentação de poços de petróleo. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.

OHAMA, Y. PRINCIPLE OF LATEX MODIFICATION AND SOME TYPICAL PROPERTIES OF LATEX-MODIFIED MORTARS AND CONCRETES. TECHNICAL PAPER. TITLE NO. 84. M45. **American Concrete Institute, Journal of**, v. 84, n. 6, 1987.

OHAMA, Y. Polymer-based Admixtures. **Cement and Concrete Composites**, v. 20, p. 189-212, 1998.

PRUDÊNCIO JÚNIOR, L. R.; ARMELIN, H. S.; HELENE, P. Pega acelerada no projetado: compatibilidade cimento/aditivo acelerador de pega para concreto projetado. **Revista Ibracon**, n. 11, p. 25-32, 1994.

ROSSIGNOLO, J. A. **Concreto Leve de Alto Desempenho Modificado Com SB Para Pré-Fabricados Esbeltos**: dosagem, produção, propriedades e microestrutura. São Carlos, 2003. 211 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SAKAI, E., SUGITA, J. Composite Mechanism of Polymer Modified Cement. **Cement and concrete research**. v. 25, n. 1, p. 127- 135, 1995.

TEZUKA, Y. Concreto de cimento e polímero. Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP. São Paulo, 1988.

TEZUKA, Y. Concretos Polímeros. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – ITP. **Publicação Especial**, n. 5. São Paulo, 1979.

PLASTOL 6580 Aditivo Superplastificante tipo II (SP-II R) - (Hiperplastificante). **VIAPOL**, 2015. Disponível em: <<https://www.viapol.com.br/media/98445/ft-plastol-6580-2015.pdf>>. Acesso em: 31 jul. 2023.

VIAFIX CHAPISCO. **VIAPOL**, 2015. Disponível em: <<https://www.viapol.com.br/media/98832/ft-viafix-chapisco-2015.pdf>>. Acesso em: 31 jul. 2023.

WALTERS, G. D. What are Latexes? **Concrete International**, v. 9, n. 12, p. 44-47, 1987.

ANEXO A – ESPECIFICAÇÕES DOS MATERIAIS UTILIZADOS

1. Cimento

Para formulação dos concretos e ensaios das pastas foi utilizado o cimento CP -V-ARI RS (cimento Portland de alta resistência inicial resistente a sulfatos) da marca Mizu. As especificações técnicas do material, na forma de resultados dos ensaios físicos e químicos, estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Certificado da qualidade ensaios químicos e físicos do cimento CPV ARI RS

TIPO DE ENSAIO	RESULTADO
Perca ao fogo (%)	3,82
Resíduo insolúvel (%)	0,75
SO ₃ (%)	3,88
CaO (%)	58,10
Resistência a Compressão aos 07 dias (mpa)	45,00
Massa Específica (g/cm ³)	3,08
Blaine (cm ² /g)	4773
Retido em peneira # 325 (%)	1,60
Retido em peneira # 200 (%)	0,09
Expansibilidade a Quente (mm)	0,00
Início de Pega (min)	115
Fim de pega (min)	135
Consistência Normal (%)	32,84

Fonte: Adaptado de Mizu (2020)

2. Látex SB e XSB

Neste estudo foram utilizados dois Látex de estireno-butadieno: um Látex estireno-butadieno e um Látex estireno-butadieno carboxilado. O primeiro foi adquirido no mercado local, com denominação comercial Viafix Chapisco, produzido pela empresa Viapol e

apresentou teor de sólidos de 9,0%, conforme informações do fabricante. O segundo foi fornecido pela empresa Nitriflex, denominação comercial NTL-218, apresentando teor de sólidos de 49%. Nas dosagens utilizando estes produtos foi realizada a devida correção da água com base no teor de sólidos presente. As Tabela 3 e Tabela 4 apresentam as principais especificações técnicas de ambos materiais.

Tabela 3 - Especificações Técnicas Látex XSB (NTL-218)

PROPRIEDADE	ESPECIFICAÇÃO
Aspecto:	Líquido de cor Branca
Composição básica:	Solução aquosa de estireno-butadieno carboxilado
Sólidos Totais (%):	48,0 - 50,0
pH (25 °C):	8,5 - 9,5
Viscosidade Brookfield RVT(rotor nº 1,20 rpm) (cP):	50 - 350
Densidade a 25 °C (g/cm ³):	1,001 a 1,003

Fonte: Adaptado de Nitriflex (2023)

Tabela 4 - Especificações Técnicas Látex SB (Viafix Chapisco)

PROPRIEDADE	ESPECIFICAÇÃO
Aspecto:	Líquido de cor Branca
Composição básica:	Solução aquosa de estireno-butadieno
Sólidos Totais (%)	9,0
pH (25 °C)	8,5 - 10,0
Viscosidade Brookfield RVT(rotor nº 1,20 rpm) (cP)	Mínimo de 20
Densidade a 25 °C (g/cm ³)	1,001 a 1,003

Fonte: Adaptado de Viapol (2015)

3. Sílica ativa

A Tabela 5 traz as características da Sílica Ativa utilizada no referido trabalho.

Tabela 5 - Ficha de informações de segurança de produtos químicos: Sílica ativa.

Estado Físico: Pó fino branco.
Cor e Odor: Inodoro.
pH: $6,5 \pm 0,5$ (suspensão aquosa @ 5 g/100 mL).
Ponto de Fusão: > 1.700 °C
Ponto de Fulgor: Não se aplica (sólido não combustível).
Densidade: ± 2 g/mL (produto comprimido).
Solubilidade: Insolúvel em água.

Fonte: Adaptado de Balise Química (2015)

4. Superplastificante

O PLASTOL 6580 é um aditivo para concreto, líquido, isento de cloretos, pronto para o uso. PLASTOL 6580 é composto por Policarboxilatos de altíssimo desempenho, que possuem grande poder de dispersão, aumentando fortemente a trabalhabilidade sem alterar as características originais de pega do concreto. A Tabela 6 traz as características técnicas do produto.

Tabela 6 - Especificações Técnicas do Aditivo Superplastificante tipo II (SP-II R) - (Hiperplastificante)

Ação principal:	Aditivo Superplastificante tipo II (SP-II N) - (Hiperplastificante)
Ação secundária:	Redutor de água de amassamento (A/C)
Composição:	Solução de Policarboxilatos em meio aquoso
Aspecto:	Líquido
Cor:	Levemente amarelada
Massa específica:	$\cong 1,1$ g/cm ³
Teor de cloretos:	Não contem cloretos

Fonte: Adaptado de Viapol (2015)