ANÁLISE DA RESISTÊNCIA MECÂNICA E DA TRABALHABILIDADE DE ARGAMASSAS COM SUBSTITUIÇÕES PARCIAIS DA ÁGUA POR DETERGENTE LÍQUIDO COMERCIAL

Mariana Bittencourt Gallo[1], Murilo Henrique Lima[2], Marco Antonio de Morais Alcântara[3], Mara Lúcia Martins Lopes[4], Sara Moreira Macedo[5]

[1]Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira, Brasil (mariana.b.gallo@unesp.br)
[2]Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira, Brasil (murilo.l.souza@unesp.br)
[3]Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira, Brasil (marco.alcantara@unesp.br)
[4]Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira, Brasil (mara.lopes@unesp.br)
[5]Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira, Brasil (sara.macedo@unesp.br)

RESUMO

Este trabalho analisou o impacto da adição de detergente líquido comercial na fluidez e na resistência mecânica de argamassas compostas por cimento CP II-Z-32 e areia fina. Foram moldados seis traços com teores de 0%, 5% e 10% do aditivo. Os ensaios realizados aos 28 dias apontaram redução drástica de 71% na resistência à compressão com 5% de detergente, de 18,0 MPa para 5,2 MPa. Diante do severo comprometimento da microestrutura, constatou-se que a prática é tecnicamente inviável para fins estruturais ou de revestimento de alto desempenho.

Palavras-chave: Argamassa; Resistência à compressão; Detergente líquido; Trabalhabilidade.

INTRODUÇÃO

A argamassa cimentícia é um dos materiais mais utilizados na construção civil, sendo essencial para revestir, assentar e regularizar. O desempenho desse material, tanto em sua trabalhabilidade quando está fresca e também em suas propriedades mecânicas depois de seco, é controlado pela estratégia de empacotamento das partículas, pela relação entre água e cimento e pela eficiência do ar que foi adicionado à mistura (JOHN et al., 2017).

A construção civil une práticas normatizadas com métodos desenvolvidos a partir da experiência prática nos canteiros de obras. Em diferentes regiões, diante da necessidade de melhorar a trabalhabilidade e o rendimento das argamassas, tornou-se comum o uso de detergentes líquidos comerciais incorporados às misturas. Essa alternativa popular funciona como um substituto de baixo custo para os aditivos profissionais, buscando uma mistura mais plástica e fácil de aplicar.

No entanto, essa economia imediata ignora critérios fundamentais de microestrutura e durabilidade. A incorporação de ar via detergentes carece do controle de diâmetro e da estabilidade cinética necessária para garantir a integridade da matriz (JOHN, 2017). O resultado é uma distribuição irregular de vazios que reduz drasticamente a rigidez do material, comprometendo sua resposta a esforços mecânicos (BATTISTA, 2015). Essa porosidade desordenada e interconectada facilita a percolação de agentes agressivos, tornando a argamassa suscetível a fissuras e patologias por umidade (BOMEDIANO, 2021).

Do ponto de vista científico, a avaliação experimental de aditivos não normatizados é importante para entender seus efeitos microestruturais e mecânicos. Os compostos surfactantes presentes em detergentes domésticos mudam a tensão superficial da água, ajudando na formação de bolhas que ficam estáveis durante a mistura. Isso influencia diretamente a densidade da matriz cimentícia.

Por isso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar experimentalmente a influência da adição de detergente líquido comercial na resistência à compressão, fluidez, homogeneização e aspecto visual das argamassas produzidas com Cimento CP II-Z-32 e areia fina.

MATERIAL E MÉTODOS

programa experimental consistiu na avaliação das propriedades físicas e mecânicas da argamassa após a incorporação do detergente líquido. Para garantir a padronização e a comparabilidade dos resultados, os procedimentos de mistura e ensaio seguiram os parâmetros da NBR 13276:2016 e NBR 7215:2019.

Caracterização dos Materiais

Utilizou-se Cimento Portland Composto com Pozolana CP II-Z-32, conforme a NBR 16697:2018, escolhido por seu uso em larga escala na construção civil e pela presença de material pozolânico, que interfere diretamente na cinética de hidratação. O agregado miúdo empregado foi areia natural fina de origem fluvial, e a mistura foi realizada com água potável da rede de abastecimento público.

Como aditivo experimental, adotou-se detergente líquido neutro comercial, pH 7,0, composto por tensoativos aniônicos alquil benzeno sulfonato de sódio, glicerina, coadjuvantes e conservantes. A opção pelo pH neutro foi estratégica para minimizar interferências químicas durante as reações de hidratação do cimento.

Proporcionamento e Procedimento de Mistura

Adotou-se o traço 1:2,16 (cimento:areia) em massa. A relação água/cimento foi fixada em 0,60 para manter a fluidez comparável entre os grupos. O volume total de líquidos foi mantido constante em 660 mL para todas as misturas, sendo a variável do estudo a substituição parcial da água por detergente. Para isso, foram moldados seis corpos de prova divididos em três grupos distintos: o Grupo A (referência), preparado com 660 mL de água; o Grupo B, contendo 630 mL de água e 30 mL de detergente, correspondendo a 5% de substituição; e o Grupo C, composto por 600 mL de água e 60 mL de detergente, representando 10% de substituição.

O protocolo de mistura iniciou-se com a mistura a seco do cimento CP II-Z-32 e do agregado miúdo por 60 s. Em seguida, adicionou-se a fase líquida (água e detergente previamente homogeneizados), misturando todo o conjunto na argamassadeira em velocidade lenta por 60 s, seguido de 60 s em velocidade rápida para garantir a correta dispersão dos componentes e a formação e estabilização das microbolhas.

Após a moldagem e o período de cura inicial, os corpos de prova foram divididos para a realização dos ensaios de ruptura por compressão conforme NBR 7215:2019. Metade das amostras de cada grupo foi ensaiada aos 7 dias para avaliação da resistência inicial, enquanto os exemplares restantes foram mantidos em cura até a ruptura aos 28 dias, permitindo analisar a evolução do desempenho mecânico em função do teor de detergente.

Tabela 1 : Quantidade de materiais utilizados na produção das argamassas

Grupo	Cimento (kg)	Água (mL)	Detergente (mL)	Areia fina (kg)	Teor de substituição (%)
A – Referência	1,11	660	0	2,402	0
B	1,11	630	30	2,402	5
C	1,11	600	60	2,402	10

Fonte: Próprio autor.



Fonte: Próprio autor, 2026.

Figura 1. Pesagem do cimento CP II Z 32 para o traço unitário.

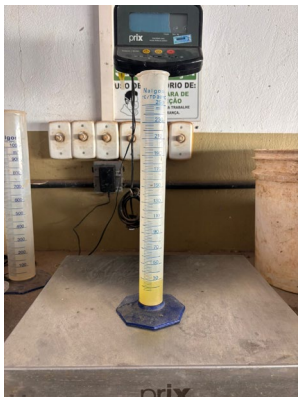
A etapa de pesagem apresentada na Figura 1 assegura a correta proporção do aglomerante CP II-Z. Por se tratar de um cimento composto com material pozolânico, a precisão na massa é essencial para controlar a trabalhabilidade da mistura e garantir a baixa permeabilidade final do concreto.



Fonte: Próprio autor, 2026.

Figura 2. Pesagem da areia para o traço unitário

A pesagem da areia, ilustrada na Figura 2, é uma etapa crítica devido à variabilidade do volume do agregado miúdo em função da umidade. A medição em massa garante a estabilidade do traço unitário, permitindo um ajuste preciso do consumo de materiais e assegurando a coesão adequada da mistura fresca.





Fonte: Próprio autor, 2026.

Figura 3 e Figura 4. Medição do volume de 30 ml e 60 ml de detergente para substituição da água

A Figura 3 e a Figura 4 ilustra a dosagem controlada do detergente para o estudo de substituição. A aferição precisa desses volumes é necessária para correlacionar a influência do agente surfactante na consistência da mistura e no desempenho mecânico do traço unitário proposto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adição do detergente líquido alterou duas propriedades da argamassa em sentidos opostos: enquanto aumentou a fluidez e facilitou o espalhamento no estado fresco, provocou uma queda na resistência à compressão no estado endurecido, devido à formação excessiva de vazios na matriz cimentícia.

Comportamento no Estado Fresco: Fluidez e Trabalhabilidade.



Fonte: Próprio autor, 2026.

Figura 5. Processo de slump flow com 5% de detergente líquido (Grupo B).



Fonte: Próprio autor, 2026.

Figura 6. Processo de slump flow com 10% de detergente líquido (Grupo C).

A Figura 5 e a Figura 6 ilustram o ensaio de slump flow, utilizado para avaliar a fluidez e a coesão da mistura sob seu próprio peso. Este parâmetro foi essencial para verificar como a incorporação do detergente influenciou a trabalhabilidade do concreto sem comprometer a sua homogeneidade.

O ensaio de espalhamento avaliou os Grupos B e C (Figuras 5 e 6). Com 5% de detergente, o Grupo B apresentou espalhamento médio de 29,8 cm, registrando 30,3 cm na horizontal, 29,0 cm na vertical e 30,3 cm na diagonal. Já o Grupo C, com 10% de aditivo, chegou a 32,1 cm de média, com valores de 32,0 cm na horizontal, 31,5 cm na vertical e 33,0 cm na diagonal.

Usar mais detergente deixou a argamassa mais fluida. Isso acontece porque o tensoativo quebra a tensão superficial da água, funcionando como plastificante. Nos dois grupos, as medidas variaram menos de 5% entre si, indicando que a massa ficou estável no teste, sem separar os materiais ou soltar água.

Análise da Estabilidade e Moldagem



Fonte: Próprio autor, 2026.

Figura 7. Processo de moldagem dos corpos de prova em moldes.

Moldagem dos corpos de prova para os ensaios de resistência. Durante o preenchimento, tomou-se cuidado para distribuir a argamassa de forma homogênea nos moldes. O objetivo foi garantir que a fluidez maior dos traços com detergente não causasse segregação ou vazios. Assim, os resultados de 5% e 10% podem ser comparados de forma justa nas idades de 7 e 28 dias.

Desenvolvimento da Resistência e Efeito da Porosidade



Fonte: Próprio autor, 2026.

Figura 8. Corpos de prova após 7 dias de idade, preparados para o ensaio de compressão axial. Da esquerda para a direita: amostra de controle (referência), amostra com 5% de detergente e amostra com 10% de detergente.

Para garantir a hidratação do cimento CP II-Z-32, os corpos de prova foram mantidos por 6 dias em câmara úmida, sendo retirados 1 dia antes do ensaio de compressão para secagem e alívio de tensões internas. Aos 7 dias, o ensaio buscou verificar como os vazios incorporados pelo detergente afetaram a resistência mecânica inicial. A maior fluidez observada no estado fresco resultou em uma matriz cimentícia menos compacta após o endurecimento.

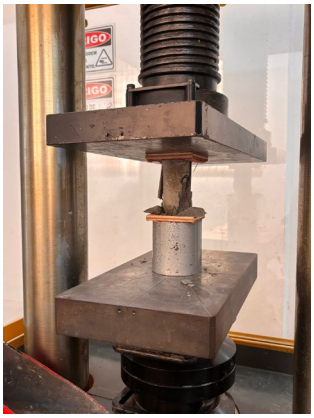
Visualmente, a adição do detergente alterou o acabamento superficial das amostras. No Grupo B, com 5% de aditivo, surgiram macroporos na superfície e bolhas instáveis. No Grupo C, com 10% de aditivo, a porosidade ficou ainda maior, com aspecto opaco e esfarelento.Esses vazios, formados sem controle, reduzem a área útil que suporta a carga. Além disso, criam pontos fracos que facilitam o início de fissuras, o que explica a baixa resistência à compressão.



Fonte: Próprio autor, 2026.

Figura 9. Posicionamento do corpo de prova de controle (referência) na prensa hidráulica.

Esta amostra, isenta de aditivos, apresentou a maior densidade superficial e a melhor planicidade, condições essenciais para a distribuição uniforme das tensões durante a compressão.



Fonte: Próprio autor, 2026.

Figura 10. Corpo de prova de controle após o ensaio.

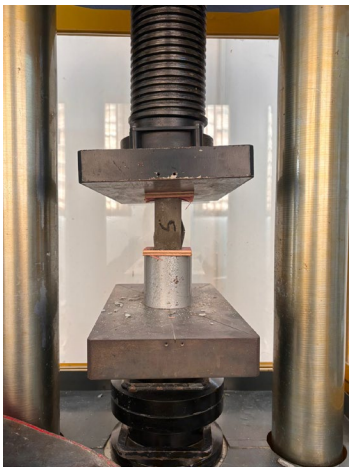
Como esperado, esta amostra obteve o maior valor de resistência à compressão do experimento. O padrão de ruptura foi limpo e bem definido, confirmando que a ausência de vazios macroscópicos permitiu que a matriz cimentícia suportasse a carga máxima projetada sem colapsos prematuros.



Fonte: Próprio autor, 2026.

Figura 11. Amostra com 5% de detergente posicionada para o rompimento.

Visualmente, a presença de bolhas já indica uma perda de seção resistente. No ensaio, esta amostra apresentou uma queda de desempenho em relação ao controle, evidenciando que a facilidade de espalhamento (trabalhabilidade) não compensa a perda de capacidade estrutural.



Fonte: Próprio autor, 2026.

Figura 12. Ruptura da amostra com 5% de detergente.

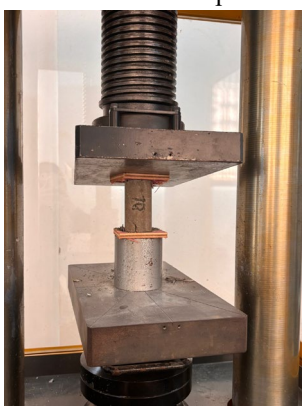
Nota-se que o rompimento ocorreu sob uma carga inferior à de referência, com as fissuras se propagando rapidamente através dos vazios incorporados pelo tensoativo, o que demonstra uma matriz mais fragilizada.



Fonte: Próprio autor, 2026.

Figura 13. Posicionamento do corpo de prova com 10% de detergente.

Esta amostra apresentou o aspecto visual mais crítico do lote. A alta porosidade gerada pela dosagem elevada de detergente resultou em uma estrutura interna visivelmente comprometida antes mesmo do início do carregamento.



Fonte: Próprio autor, 2026.

Figura 14. Amostra de 10% de detergente após a falha.

Este corpo de prova apresentou a menor resistência à compressão de todo o grupo, rompendo-se de forma "esfarelenta" e sob baixa carga. O resultado confirma que, embora o detergente atue como um plastificante rudimentar, o excesso de ar incorporado destrói a integridade mecânica necessária para a engenharia civil.

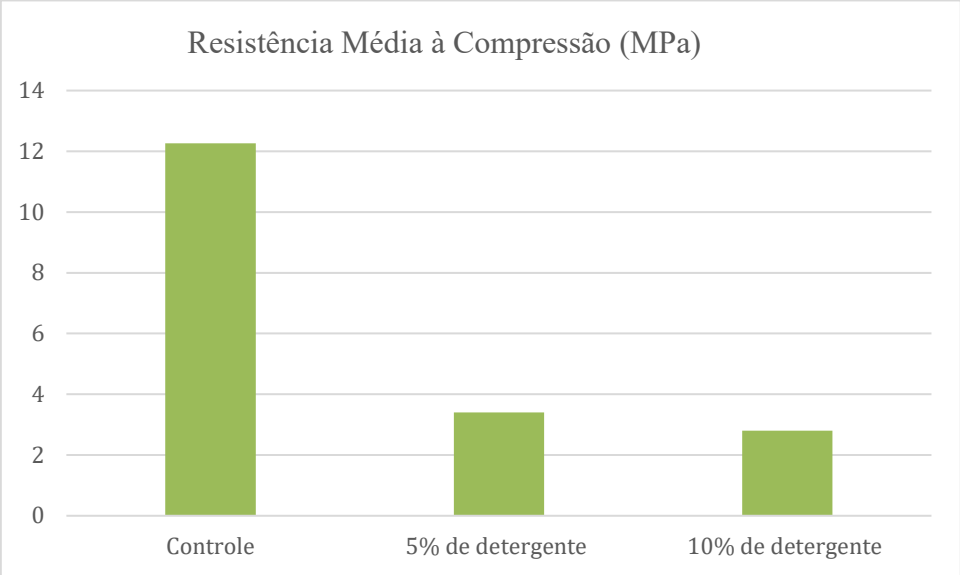
Tabela 2: Resultados da Resistência à Compressão Axial (MPa), com a cura de 7 dias – Idade: 7 dias .

Grupo	Corpo de Prova	Tensão Máxima (MPa)
A – Referência	CP1	11.30
	CP2	12.12
	CP3	13.15
	CP4	12.46
	CP5	4.04
	CP6	2.53
	CP7	3.22

B - 5% de detergente líquido	CP8	3.83
	CP9	2.53
	CP10	3.56
	CP11	3.77
	CP12	3.90
	CP13	3.22
C - 10% de detergente líquido	CP14	2.88
	CP15	2.47
	CP16	2.60
	CP17	2.67
	CP18	2.19
	CP19	4.04
	CP20	3.22
	CP21	2.94

Fonte: Próprio autor.

Para facilitar a visualização do impacto do tensoativo no desempenho mecânico da argamassa aos 7 dias, as médias de resistência à compressão axial de cada grupo foram compiladas no gráfico da Figura 15.



Fonte: Próprio autor.

Figura 15: Resistência média à compressão axial das argamassas aos 7 dias de idade.

O contraste entre o estado fresco e o endurecido revela o grande perigo por trás do uso do detergente. Durante a mistura na argamassadeira, o tensoativo funciona basicamente como um lubrificante entre os grãos de areia fina. É por isso que o slump flow saltou de 29,8 cm para 32,1 cm; a massa fica extremamente macia e fácil de espalhar na hora. O problema real começa logo depois, quando a argamassa é lançada e entra em repouso (estado estático).

Diferente de um aditivo incorporador de ar profissional, que cria microbolhas rígidas e estáveis, o detergente comercial gera uma espuma frágil. Enquanto os corpos de prova estavam em repouso nos moldes aguardando o início da pega, essas bolhas começaram a se aglutinar (coalescer) e a subir para a superfície. Como a mistura em repouso não tinha viscosidade suficiente para segurar esse ar, criaram-se esses macro-poros e o aspecto opaco que vimos nas fotos das amostras de 5% e 10%.

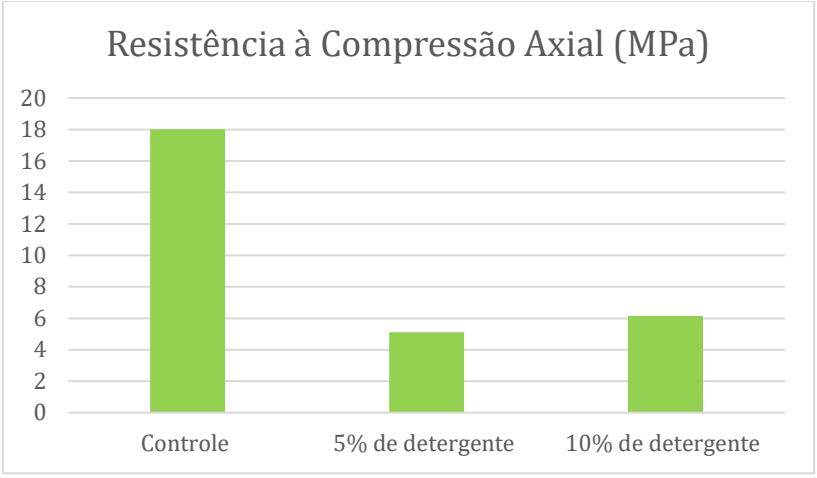
O resultado disso apareceu direto na prensa aos 7 dias. Essa movimentação interna das bolhas durante o período estático quebrou a homogeneidade da matriz cimentícia, deixando o material cheio de vazios interconectados. Na prática, tiramos a seção resistente da argamassa. É por isso que o Grupo de Controle atingiu 12,26 MPa, enquanto a dosagem de 10% desmoronou com apenas 2,88 MPa, rompendo de forma esfarelenta. O ganho de fluidez no estado fresco definitivamente não compensa a destruição da estrutura interna do material em repouso.

Tabela 3: Resultados da Resistência à Compressão Axial (MPa), com a cura de 28 dias – Idade: 28 dias .

Grupo	Corpo de Prova	Tensão Máxima (MPa)
A – Referência	CP1	18.01
	CP2	17.32
	CP3	17.80
	CP4	18.97
B - 5% de detergente líquido	CP5	5.00
	CP6	5.61
	CP7	5.14
	CP8	5.00
	CP9	5.75
	CP10	5.55
	CP11	3.77
C - 10% de detergente líquido	CP12	6.16
	CP13	6.30
	CP14	7.60
	CP15	6.50
	CP16	4.38
	CP17	6.09
	CP18	5.75

Fonte: Próprio autor.

Para facilitar a visualização do impacto do tensoativo no desempenho mecânico da argamassa aos 28 dias, as médias de resistência à compressão axial de cada grupo foram compiladas no gráfico da Figura 16.



Fonte: Próprio autor.

Figura 16: Resistência média à compressão axial das argamassas aos 28 dias de idade.

A análise dos resultados aos 28 dias revela, antes de tudo, o ganho esperado de resistência em todos os grupos, reflexo natural da continuidade da hidratação do cimento. Com o passar do tempo, os produtos dessa reação química preenchem gradualmente os espaços vazios da matriz, tornando o material mais denso e, consequentemente, mais capaz de suportar cargas.

Ainda assim, um aspecto curioso na Tabela 3 é a inversão de desempenho entre os traços aditivados: a dosagem de 10% apresentou, em média, um resultado superior à de 5%. Esse comportamento atípico provavelmente está ligado à instabilidade inerente ao uso de um tensoativo não voltado para a construção civil. Quando usamos dosagens mais elevadas de detergente, a formação de bolhas de ar se torna um processo totalmente aleatório e caótico. É muito provável que, nesse grupo de 10%, a configuração e a distribuição dessas macro-bolhas tenham sido menos prejudiciais do que no grupo de 5%, resultando em uma estrutura interna que, embora longe do ideal, acabou sendo um pouco menos vulnerável à ruptura.

Outro fator a se considerar é como o detergente altera a "física" da mistura. Ao reduzir a tensão superficial da água, o produto muda a forma como ela interage com os grãos de cimento. É possível que, com 10% de detergente, a reologia da argamassa tenha sido alterada de uma maneira que permitiu um arranjo mais favorável das partículas ou até uma cinética de hidratação diferente, o que acabou conferindo um desempenho ligeiramente melhor.

Contudo, é essencial não perder de vista a "imagem maior": apesar dessa variação numérica entre os traços aditivados, ambos ainda entregam uma resistência muito abaixo do traço de controle. Isso nos mostra que, na prática, o detergente comercial é um aditivo tecnicamente inadequado para a construção civil. A pequena melhora observada ao subir de 5% para 10% não apaga o fato de que a estrutura do material foi seriamente comprometida. A porosidade excessiva e os vazios interconectados causados por esse tipo de aditivo criam um material fragilizado, tornando seu uso, para qualquer fim estrutural ou de revestimento, uma escolha arriscada e incompatível com os requisitos de segurança da obra

CONCLUSÃO

A análise experimental desenvolvida permitiu estabelecer uma correlação direta entre práticas empíricas recorrentes nos canteiros de obras e os efeitos microestruturais provocados na matriz cimentícia. Os resultados obtidos evidenciam que a utilização de detergente líquido comercial como aditivo em argamassas à base de cimento CP II-Z-32 promove uma falsa percepção de eficiência, associada exclusivamente ao ganho imediato de trabalhabilidade no estado fresco.

Observou-se que a presença dos tensoativos aniônicos reduziu a tensão superficial da água de amassamento, favorecendo o aumento do espalhamento da mistura e conferindo maior fluidez à argamassa. Tal comportamento foi confirmado pelos ensaios de slump flow, nos quais os traços aditivados apresentaram incremento progressivo de espalhamento em relação ao grupo de referência. Entretanto, embora o efeito reológico inicial sugira melhoria operacional durante a aplicação, verificou-se que esse ganho ocorre à custa de severas alterações na estrutura interna do material.

No estado endurecido, constatou-se que o detergente promoveu incorporação excessiva e descontrolada de ar, resultando na formação de vazios de grandes dimensões, heterogeneamente distribuídos pela matriz cimentícia. Diferentemente dos aditivos incorporadores de ar normatizados, cuja estabilidade das microbolhas é cuidadosamente controlada, os compostos presentes no detergente comercial geraram bolhas instáveis, suscetíveis à coalescência e migração durante o processo de pega. Como consequência, observou-se a formação de macroporos, aumento da porosidade aparente, perda de coesão interna e aspecto superficial esfarelento das amostras aditivadas.

Os efeitos microestruturais refletiram diretamente no desempenho mecânico da argamassa. A resistência média à compressão axial aos sete dias apresentou redução expressiva, passando de 12,26 MPa no grupo de controle para 2,88 MPa nas amostras contendo 10% de detergente, evidenciando uma perda substancial da capacidade resistente do

material. Tal comportamento demonstra que a incorporação desordenada de vazios compromete significativamente a continuidade da matriz hidratada e reduz de forma crítica a seção resistente efetiva.

Além disso, a evolução da resistência aos 28 dias ratificou esse diagnóstico. Embora tenha ocorrido o ganho natural de resistência pela continuidade da hidratação em todos os grupos, os traços aditivados mantiveram desempenho significativamente inferior ao controle, mesmo com o comportamento atípico observado entre as dosagens de 5% e 10%. Esse resultado reitera que, independentemente da idade de cura, a desestruturação interna causada pela porosidade descontrolada é um fator limitante que não pode ser superado por processos normais de hidratação

Dessa forma, conclui-se que a utilização de detergente líquido comercial em substituição a aditivos plastificantes ou incorporadores de ar devidamente normatizados constitui uma prática tecnicamente inadequada e potencialmente prejudicial ao desempenho das argamassas cimentícias. Embora proporcione aparente facilidade de aplicação e redução imediata de custos, os impactos negativos sobre a resistência mecânica, a integridade microestrutural e a durabilidade do material tornam essa prática incompatível com os requisitos de desempenho e segurança exigidos na construção civil contemporânea. Os resultados reforçam, portanto, a necessidade de conscientização técnica nos canteiros de obras, bem como da adoção de materiais e procedimentos compatíveis com os parâmetros normativos e científicos aplicáveis à tecnologia das construções.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16697: Cimento Portland — Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos — Determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7215: Cimento Portland — Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

Vanderley Moacyr John; CINCOTTO, M. A. Alternativas de gestão dos resíduos de gesso. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 37–44, 2003.

Vanderley Moacyr John; AGOPYAN, Vahan. Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. São Paulo: EPUSP, 2000.

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

BAUER, L. A. Falcão. Materiais de construção. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

ISAIA, Geraldo Cechella. Concreto: ciência e tecnologia. São Paulo: IBRACON, 2011.