

Método alternativo para a determinação da consistência em argamassas de revestimento

Alternative method for determining the consistency of coating mortars

Método alternativo para determinar la consistencia de los morteros de revestimiento

Recebido: 04/05/2023 | Revisado: 52/05/2023 | Aceitado: 16/05/2023 | Publicado: 20/05/2023

Karina Paula Barbosa de Andrade Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4387-945X>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: karinandranelima@gmail.com

Ana Luíza Xavier Cunha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3678-4340>
Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
E-mail: analuizaxcunha@gmail.com

Eyshila Paloma Costa de Brito

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5480-5903>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: eyshilabrito@gmail.com

Lucas Ítalo Santos Gomes

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2992-2342>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: italojsp@gmail.com

Liliane Guimarães Rocha

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4659-5917>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: liliane.rocha@ufrpe.br

Alex Souza Moraes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4324-8271>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: alex.moraes@ufrpe.br

Fernanda Wanderley Correa de Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1316-1826>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: fernanda.wanderley@ufrpe.br

Romildo Morant de Holanda

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7945-3616>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: romildo.morant@ufrpe.br

Resumo

A trabalhabilidade de argamassas de revestimento está diretamente ligada à qualidade da aplicação e pela aderência ao substrato, sendo a principal propriedade a ser considerada em estado fresco. Os equipamentos de laboratório são bens dispendiosos, e que muitas vezes não cabem no orçamento das universidades. Propõe-se avaliar um método alternativo para determinação de índices de consistência em argamassas de revestimento, visando ampliar o acesso ao desenvolvimento de pesquisas. Foram produzidos dois traços de argamassas de revestimento, o de 1:1:6 (A-T1) e o de 1:2:9 (A-T2), e comparados com uma argamassa industrializada (A-IND). Desenvolvido e calibrado, o equipamento adaptado foi utilizado nos ensaios de consistência e as relações água/aglomerantes foram definidas. Então, foram moldados corpos de prova cilíndricos para avaliação da resistência à compressão. Os dados do ensaio mecânico foram usados na análise de variância e no teste de médias de Tukey. Utilizando espalhamentos de 260 ± 5 mm, a resistência à compressão não apresentou diferença significativa entre a argamassa industrializada e a A-T1, parâmetro que ratifica a aplicabilidade do método.

Palavras-chave: Argamassa de revestimento; Índice de consistência; Trabalhabilidade; Resistência mecânica.

Abstract

Workability of coating mortars is directly linked to the quality of the application and adherence to the substrate, being the main property to be considered in the fresh state. Laboratory equipment is expensive and often does not fit into the budget of universities. It is proposed to evaluate an alternative method for determining consistency indexes in coating mortars, with a view to expanding access to research development. Two coating mortar mixes were produced, in proportions of 1:1:6 (A-T1) and 1:2:9 (A-T2) in cement, hydrated lime and sand, and compared with an industrialized mortar (A-IND). Developed and calibrated, the adapted equipment was used in the consistency tests and the

water/binder ratios were defined. Cylindrical specimens were molded to evaluate the compressive strength. The mechanical test data were used in the analysis of variance and Tukey's test. Using 260 ± 5 mm spreads, the compressive strength did not show a significant difference between the industrialized mortar and the A-T1 mortar, a parameter that confirms the applicability of the method.

Keywords: Coating mortar; Consistency index; Workability; Mechanical resistance.

Resumen

La trabajabilidad de los morteros de revestimiento está directamente ligada a la calidad de la aplicación y adherencia al soporte, siendo la principal propiedad a considerar en estado fresco. El equipo de laboratorio es caro y muchas veces no se ajusta al presupuesto de las universidades. Se propone evaluar un método alternativo para la determinación de índices de consistencia en morteros de revestimiento, con miras a ampliar el acceso al desarrollo de investigaciones. Se produjeron dos mezclas de mortero de revestimiento, la 1:1:6 (A-T1) y la 1:2:9 (A-T2), y se compararon con un mortero industrializado (A-IND). Desarrollado y calibrado, el equipo adaptado se utilizó en las pruebas de consistencia y se definieron las relaciones agua/ligante. Luego, se moldearon especímenes cilíndricos para evaluar la resistencia a la compresión. Los datos de la prueba mecánica se usaron en el análisis de varianza y la prueba de medias de Tukey. Con espesores de 260 ± 5 mm, la resistencia a la compresión no mostró una diferencia significativa entre el mortero industrializado y el mortero A-T1, parámetro que confirma la aplicabilidad del método.

Palabras clave: Mortero de revestimiento; Índice de consistencia; Trabajabilidad; Resistencia mecánica.

1. Introdução

Os produtos derivados do cimento Portland, como argamassas e concretos, são os materiais de construção mais utilizados no mundo, por serem de fácil moldagem, apresentarem boa resistência mecânica e à água, durabilidade e custo acessível em comparação a outros materiais (Capelin et al., 2020).

Giordani e Masuero (2019) afirmam que existe a necessidade de ampliar o conhecimento sobre o desempenho de sistemas de revestimento utilizando argamassas com cimento Portland e cal hidratada. Os revestimentos em argamassa atuam na proteção dos elementos de vedação contra intempéries, ao mesmo tempo em que auxiliam no isolamento termoacústico, na regularização de superfícies, e na finalização de acabamentos decorativos (Carasek, 2017; Tokudome, 2020).

As argamassas são geralmente compostas por aglomerantes, agregados e água, em proporções que variam de acordo com o uso (Farinha et al., 2021a). A incorporação de adições, aditivos e novos materiais alteram as propriedades das argamassas, mas os parâmetros de proporcionamento devem ser claramente definidos para atingir propriedades essenciais para o funcionamento da mistura, como a aderência e a trabalhabilidade (Bauer et al., 2015; Farinha et al., 2021a).

As argamassas de revestimento têm requisitos que garantem sua funcionalidade, como propriedades adequadas de trabalhabilidade, de aderência ao substrato, de resistência a penetração de água e a fissuração, além de apresentar boa aparência estética (Farinha et al., 2021b).

Bauer et al. (2015) afirmam que o comportamento e as propriedades das argamassas de revestimento no estado fresco são diretamente influenciados pela quantidade de água e pela granulometria e formato das partículas empregadas na mistura. Miyake e Matsushita (2007) declaram que a consistência é controlada principalmente pelo filme aquoso formado em torno dos materiais sólidos da argamassa, como o cimento e os agregados miúdos.

A trabalhabilidade é a principal propriedade a ser considerada para o estado fresco, pois é responsável pela qualidade da aplicação, pela regularização e pela aderência ao substrato, ao mesmo tempo em que garante a ligação entre os componentes da argamassa (Bauer et al., 2015; Farinha et al., 2021c).

O índice de consistência é um indicador da trabalhabilidade de argamassas, que é vinculado a viscosidade e a tensão de escoamento do material (Giordani & Masuero, 2019; Capelin et al., 2020). O teste de consistência permite a determinação da quantidade de água a ser adicionada, para obtenção da fluidez desejada para argamassas frescas (Jesus et al., 2019).

A NBR 13276 é a norma brasileira que descreve os procedimentos para a determinação do índice de consistência para argamassas (Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT], 2016a). Neste teste, a argamassa preparada é colocada em um molde troncônico em três camadas, e adensada com soquete em 15, 10 e 5 golpes. O molde é rasado e retirado, e a mesa de

consistência aplica 30 quedas em 30 segundos. Após o procedimento, são mensurados três diâmetros da argamassa espalhada (ABNT, 2016a).

De forma semelhante, a norma americana ASTM C 1437 descreve o ensaio utilizando mesa de consistência e molde troncônico. A argamassa é colocada no molde em duas camadas com altura de 25mm, adensadas com soquete por 20 vezes. Então, é realizado o rasamento e retirada do molde, contabilizando um minuto após a mistura. Após 25 quedas em 15 segundos da mesa, o resultado do índice de consistência é tomado pela média de 4 leituras, como porcentagem em relação ao diâmetro inicial (American Society for Testing and Materials [ASTM], 2007a).

A norma ASTM C780 detalha um ensaio diferente para definição da consistência, que ocorre pela penetração de cone na argamassa. Após a mistura, o material é colocado molde cilíndrico em três camadas iguais, cada uma adensada por 20 golpes com soquete. Preenchido o molde, são aplicadas leves batidas nas laterais, para eliminação de bolhas de ar, e o rasamento é realizado em duas direções. O parafuso do êmbolo é liberado e a ponta do cone é posicionada sobre a borda do molde, sendo novamente ajustado. Após centralizar o equipamento, o parafuso é solto, para que ocorra a penetração do cone, lida em milímetros. A argamassa pode ser classificada como pouco plástica, plástica ou fluida (ASTM, 2007b).

Adams et al. (2022) reiteram que aumentar o uso de água deve ser evitado, pois deve ocasionar a redução da resistência mecânica das argamassas. Para obter maior fluidez sem influenciar as propriedades mecânicas, podem ser utilizados aditivos plastificantes (Adams et al., 2022).

Emmanuel Tourinho, representante da Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior no Brasil, relatou que os orçamentos das universidades para 2018 foram 90% menores que em 2014, com correções monetárias, o que impediu a aquisição de equipamentos para laboratórios e de itens básicos de infraestrutura para pesquisa e extensão nas universidades (Mugnatto, 2018).

Por isso, propõe-se elaborar e avaliar um método alternativo para determinação de índices de consistência em argamassas de revestimento, visando facilitar o desenvolvimento de pesquisas na área de materiais da construção.

2. Metodologia

2.1 Procedimento da NBR 13276/2016

A NBR 13276 descreve o ensaio para índice de consistência de argamassas de assentamento e revestimento de paredes e tetos. O procedimento inicia pela umidificação da mesa de consistência, sobre a qual é posicionado o molde troncônico no centro. Logo após a preparação, a argamassa é colocada no molde em três camadas semelhantes e são aplicados, respectivamente, 15, 10 e 5 golpes em cada, de forma uniformemente distribuída sobre a superfície da camada (ABNT, 2016a).

Após o preenchimento do molde, efetua-se o rasamento com régua metálica em movimentos de vaivém, os resíduos que se depositarem na mesa neste processo devem ser retirados com pano limpo e seco. Então, o molde é retirado verticalmente e a mesa é acionada para que efetue 30 golpes pelo período de 30 segundos. Logo após o espalhamento, são registradas três medidas de diâmetros com paquímetro (ABNT, 2016a).

A consistência é calculada pela média dos diâmetros, a qual deve estar contida no intervalo de 260 ± 5 mm para que o índice seja considerado aceitável (ABNT, 2016b). Além de atestar a trabalhabilidade das argamassas, este ensaio também permite definir a relação água/aglomerantes das misturas (ABNT, 2005).

2.2 Caracterização dos materiais utilizados

Os aglomerantes utilizados foram o cimento Portland do tipo CII - Z, de classe 32, e a Cal Hidratada, que foram armazenados em local limpo, seco e fechado. A caracterização dos materiais secos foi realizada de acordo com a normatização brasileira (Tabela 1).

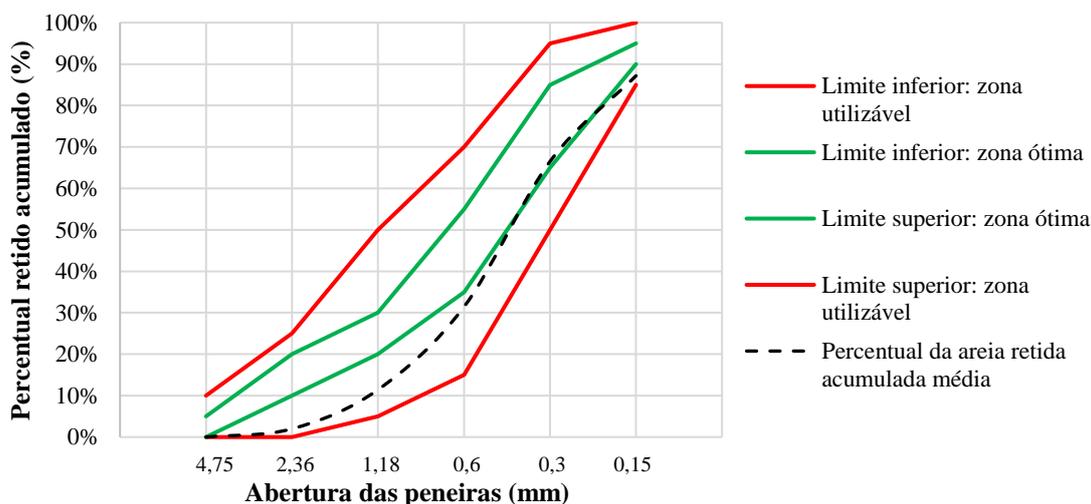
Tabela 1 - Caracterização dos materiais secos.

Material	Ensaio	Normatização	Resultado médio
Cimento	Massa Específica	NBR 16605 (ABNT, 2017)	2,91 g/cm ³
	Massa Unitária	NBR 16916 (ABNT, 2021a)	931,5 kg/m ³
Cal	Massa Específica	NBR 16605 (ABNT, 2017)	2,36 g/cm ³
	Massa Unitária	NBR 16916 (ABNT, 2021a)	440,0 kg/m ³
Areia	Granulometria	NBR NM 248 (ABNT, 2003)	Figura 1 Mód. de finura=0,03%
	Massa Unitária	NBR 16916 (ABNT, 2021a)	1573,4 kg/m ³
	Massa Específica	NBR 16916 (ABNT, 2021a)	2,63 g/cm ³

Fonte: Autores (2023).

A curva da areia demonstra que o material ficou completamente contido entre as curvas de limites da zona utilizável, por vezes adentrando a zona ótima para agregado miúdo, entre as peneiras de 0,6 e 0,15 mm (Figura 1).

Figura 1 - Curva granulométrica da areia.



Fonte: Autores (2023).

2.3 Definição dos traços

As argamassas foram preparadas em traços de 1:1:6 em massa de cimento, cal e areia, normalmente utilizado no mercado para a preparação de revestimentos externos (Amancio et al. 2021; Bif & Pelisser, 2013; Carasek et al., 2016; Giordani & Masuero, 2019; Mohamad et al., 2007; Nascimento et al., 2021; Ribeiro et al., 2022) e de 1:2:9, também usado para revestimentos (Bezerra et al., 2011; Bif & Pelisser, 2013; Costa et al., 2011; Marvila et al., 2019; Piz et al., 2020; Silva & Campiteli, 2006;).

Além do ensaio de consistência, foram moldados corpos de prova cilíndricos para avaliação da resistência à compressão axial das argamassas (Tabela 2).

Tabela 2 - Identificação e definição do conjunto amostral.

Família	Traço	Quant. de corpos de prova
A-IND	Não definido (industrializada)	9
A-T1	1:1:6	9
A-T2	1:2:9	9
Total		27

Fonte: Autores (2023).

2.4 Preparação das argamassas

Os volumes dos materiais necessários para preencher o molde troncônico foram calculados a partir do traço determinado, em quantidade para a realização do ensaio em triplicata. O preparo da mistura foi efetuado de acordo com as instruções da NBR 16541 (ABNT, 2016b).

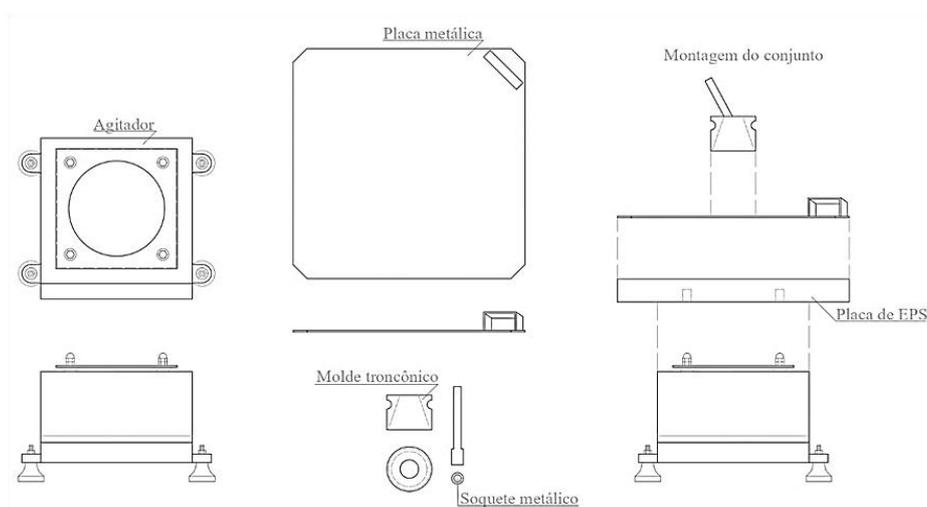
Para o preparo da argamassa industrializada, a quantidade de material seco e de água necessários foram separadas em massa. Quanto às argamassas de cimento, cal e areia, o quantitativo de materiais secos foi separado em massa de acordo com os traços, e misturados lentamente em um recipiente, a água também foi pesada e separada.

Durante a preparação, foi acrescentado 75% da massa de água, iniciando a mistura mecânica até completar o tempo de 30 segundos. Aumentou-se a velocidade do misturador, permanecendo por mais 60 segundos. Após este período, o processo foi pausado para a raspagem das paredes do recipiente e a argamassa ficou em descanso por 90 segundos. O misturador foi novamente acionado em velocidade baixa, foi adicionado o 25% restante da massa de água, por 10 segundos. O processo seguiu em velocidade alta até completar 90 segundos. O recipiente foi mantido coberto com pano úmido, para evitar a secagem antes e durante os ensaios de consistência.

2.5 Descrição do equipamento produzido

O método proposto para a determinação da consistência foi elaborado a partir de um agitador mecânico de peneiras, como aplicador das quedas descritas na NBR 13276 (ABNT, 2016a), que promoveram o espalhamento da argamassa. Em adição, também foi utilizada uma placa de EPS para absorver parte da vibração, evitando o choque direto entre o agitador e uma placa metálica (Figura 2).

Figura 2 - Ilustração do equipamento utilizado para o ensaio de consistência.



Fonte: Autores (2023).

Após a montagem do conjunto, o equipamento foi calibrado, procedimento iniciado pelo nivelamento da placa metálica com nível de bolha (Figura 3a).

Uma argamassa pronta para revestimento, definida pelo fabricante como “reboco pronto” foi adquirida em loja de construção local, em saco kraft de 20 kg. As especificações indicam uso para revestimento interno ou externo em paredes de alvenaria, apresentando densidade aparente de $1,5 \text{ g/cm}^3$ e densidade fresca de $1,8 \text{ g/cm}^3$.

O fabricante da argamassa industrializada indica que a mistura deveria ser realizada na proporção de 3,6 kg de água para 20 kg de argamassa. Utilizando esta razão, a argamassa industrializada foi misturada seguindo as instruções da NBR 16541 (ABNT, 2016b) e o ensaio foi executado.

A calibração do equipamento consistiu na definição da frequência e do tempo que a argamassa industrializada necessitou para alcançar o espalhamento ideal, definido pela NBR 16541 (ABNT, 2016b) como $260 \pm 5 \text{ mm}$ (Figura 3b).

Figura 3 - (a) Nivelamento do equipamento; (b) execução do ensaio.



Fonte: Autores (2023).

2.6 Resistência à compressão

A moldagem dos corpos de prova para o ensaio de resistência à compressão seguiu os procedimentos descritos pela NBR 7215 (ABNT, 2019), que descreve as etapas para a execução de corpos de prova cilíndricos de $5 \times 10 \text{ cm}$, indicando que a cura deve ser úmida.

Os corpos de prova, desmoldados após 24 h de cura inicial, foram dispostos lado a lado em um tanque fechado com água saturada em cal.

2.7 Controle estatístico

Para o controle estatístico dos resultados obtidos, os dados foram organizados e inseridos no software R, para o teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Atestada a normalidade das amostras, aplicou-se a Análise de Variância (ANOVA), que indica se existem ou não diferenças significativas nos tratamentos.

Bertinetto et al. (2020) afirmam que a ANOVA é a forma mais comum de identificar fontes de variação e testar sua significância em diferentes tratamentos, permitindo avaliar as relações entre os fatores controlados em um experimento. É um procedimento que decompõe a variação total de uma amostra dentre todas as fontes de variação previstas (Pagotto et al., 2021).

O teste F da amostra testa se a hipótese nula de igualdade entre as médias dos tratamentos, onde $\text{valor-p} > 0,05$. Se o teste for significativo ($\text{valor-p} < 0,05$), rejeita-se a hipótese da homogeneidade e são aplicados os testes de comparação de médias, como o teste de Tukey (Van Den Bergh et al., 2020; Pagotto et al., 2021).

O teste de Tukey se baseia na diferença mínima significativa e nível de significância $\alpha = 0,05$. A ANOVA e o teste de

Tukey foram realizados por meio do programa Minitab.

3. Resultados e Discussão

Após 3 repetições em triplicatas do ensaio com resultados dentro do intervalo da norma, os parâmetros foram fixados em 10 Hz de frequência e 22 segundos de duração. O espalhamento médio de 255 e 265 mm deve garantir a trabalhabilidade da argamassa, propriedade importante para seu desempenho. A partir do ensaio de consistência, foram definidos os espalhamentos médios (Tabela 3).

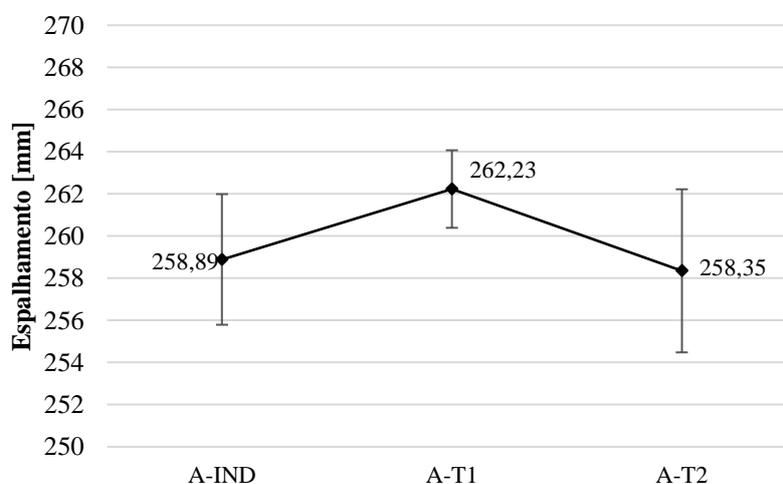
Tabela 3 - Média dos índices de consistência de acordo com a NBR 13276 (ABNT, 2016a).

Tipo de argamassa	Índice de consistência
A-IND	259
A-T1	262
A-T2	258

Fonte: Autores (2023).

O espalhamento médio da A-IND foi de 258,89 mm, enquanto os espalhamentos de A-T1 foi de 262,23 e de 258,35 para A-T2. A argamassa de traço 1:2:9 foi a que apresentou maior desvio padrão, seguida pela argamassa industrializada (Figura 4). Todas os espalhamentos estão contidos no intervalo de 260 ± 5 mm, descrito na NBR 16541 (ABNT, 2016b).

Figura 4 - Espalhamentos médios das argamassas.



Fonte: Autores (2023).

Atestada a consistência necessária para garantir a trabalhabilidade, foi possível determinar a relação água/aglomerantes (a/agl.) das argamassas produzidas com cimento, cal e areia (Tabela 4).

Tabela 4 - Relação de água/aglomerantes das argamassas produzidas.

Tipo de argamassa	a/agl.
A-T1	0,625
A-T2	0,780

Fonte: Autores (2023).

O valor da relação a/agl. da argamassa A-T1 aproxima-se do encontrado por Bif e Pelisser (2013) e por Amancio et al.

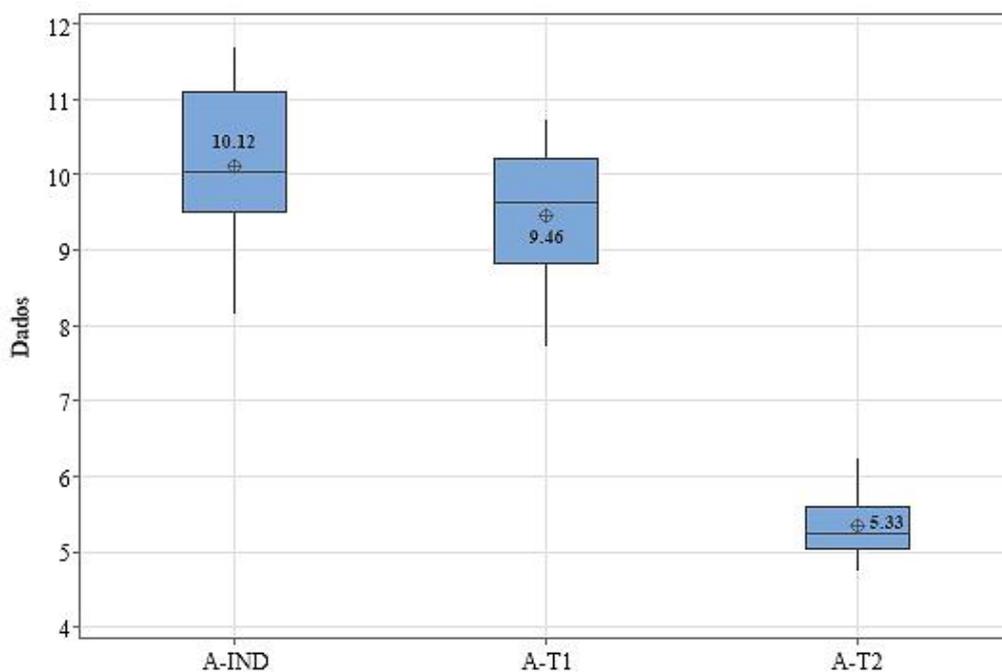
(2021) para o mesmo traço de 1:1:6. Enquanto para o traço de 1:2:9 (A-T2), a relação água/aglomerantes equiparou-se a de Silva e Campiteli (2006) e a de Costa et al. (2011).

3.1 Análise Estatística

Para certificar que os resultados de consistência e de resistência à compressão apresentavam distribuição normal, os testes de Shapiro-Wilk e de Kormogorov-Smirnov foram aplicados. Os três tratamentos utilizados (A-IND, A-T1 e A-T2) tiveram p-valor $> 0,05$, o que determinou que os dados possuem distribuição normal. A análise de variância foi aplicada aos tratamentos, para análise das diferenças nas médias.

Os resultados de resistência à compressão demonstram que houve uma redução de 6,5% da argamassa A-IND para a A-T1 e de 47,3% da A-IND para a A-T2. Os dados obtidos apresentaram desvio padrão combinado de 0,83. A distribuição dos valores individuais se mostrou mais homogênea na argamassa de traço 1:2:9 (Figura 5). Não foram identificados valores fora do padrão (outliers), permitindo que todos os valores fossem mantidos para a análise.

Figura 5 - Boxplot dos valores de resistência à compressão.



Fonte: Autores (2023).

A análise de variância apresentou o valor-P $< 0,05$ (Tabela 5). Com isso, aceita-se a hipótese de que pelo menos uma das médias é diferente das demais. Além disso, quanto maior o valor F, maior a possibilidade de as médias dos grupos não serem iguais. Para avaliar quais são essas diferenças, foi aplicado o teste de Tukey.

Tabela 5 - Análise de variância (ANOVA) das amostras.

Fonte	GL	SQ	QM	Valor F	Valor-P
Fator	2	158,62	79,31	114,85	4,20E-16
Erro	35	24,17	0,69		
Total	37	182,79			

Fonte: Autores (2023).

O teste de Tukey identificou que as médias de resistência à compressão das argamassas A-IND e A-T1 não apresentam diferença significativa, agrupando-as no grupo A, enquanto a média de A-T2 é significativamente diferente das demais, pertencendo ao Agrupamento B (Tabela 6). Portanto, A-IND e A-T1 têm médias de resistência à compressão significativamente superiores a A-T2.

A redução na resistência à compressão pode indicar que a A-T1 se aproxima mais do traço da argamassa industrializada do que a A-T2. Além disso, o traço 1:2:9, classificado como “traço fraco”, apresenta maior proporção de agregado miúdo, quando comparado ao traço 1:1:6, considerado “traço médio” (Mota et al., 2016; Recena, 2011).

Tabela 6 - Agrupamentos usando o método de Tukey e 95% de confiança.

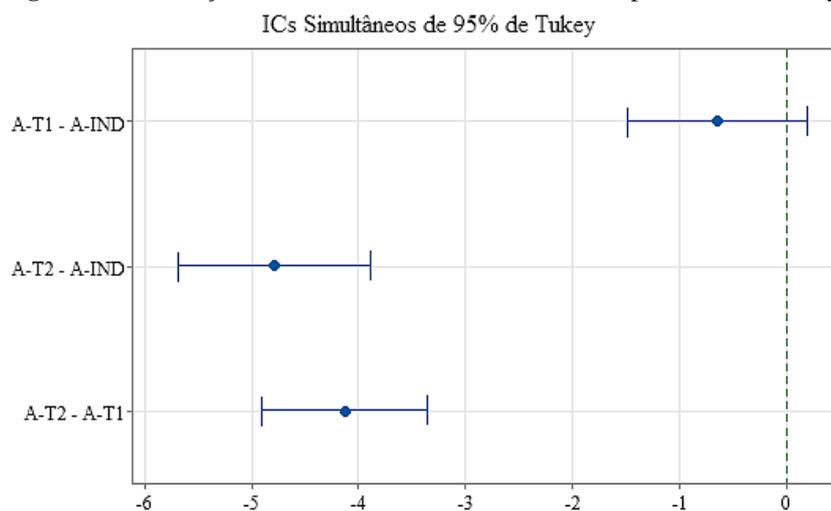
Fator	N	Média	Agrupamento
A-IND	9	10,12	A
A-T1	9	9,46	A
A-T2	9	5,33	B

Fonte: Autores (2023).

A semelhança de resistência mecânica da argamassa industrializada, cuja proporção de água-materiais secos foi indicada pelo fabricante, e a argamassa A-T1 pode indicar a eficiência do método, uma vez que a quantidade de água não afetou a propriedade de resistência à compressão de forma significativa.

A diferença nas médias de A-T1 e A-IND foi de -0,659, enquanto as diferenças entre A-T2 e A-IND e A-T2 e A-T1 foram de -4,791 e -4,132, respectivamente, corroborando que estas argamassas apresentam médias significativamente distintas (Figura 6). O nível de confiança individual foi de 98,04%, o que indica que é possível ter a confiança de que 98,04% de cada intervalo individual contém a verdadeira diferença entre um par específico de médias de grupo.

Figura 6 - Diferenças de médias de A-IND, A-T1 e A-T2 pelo teste de Tukey.



Fonte: Autores (2023).

Os intervalos das médias A-T2 - A-IND e A-T2 - A-T1 não passam pelo zero, representado pelo eixo em y e demarcado, representando que as amostras realmente são significativamente diferentes. O oposto ocorre no intervalo das médias de A-T1 - A-IND.

4. Conclusão

O teste de consistência utilizando o equipamento produzido e a argamassa industrializada, sob a proporção indicada pelo fabricante, resultou em uma vibração de 7 Hz por 22 segundos para que a mistura alcançasse o espalhamento necessário, determinado pela NBR 16541 (ABNT, 2016b).

Definidos os parâmetros frequência e tempo de vibração do equipamento, o teste de consistência foi aplicado às argamassas produzidas com cimento, cal e areia. Para o traço A-T1, a relação a/agl. foi de 0,625, e para o traço A-T2, foi 0,780.

Quanto a resistência à compressão, a A-T2 diminuiu em 47,3% em relação a A-IND, enquanto a redução da A-IND para a A-T1 foi de 6,5%. O teste de médias de Tukey indicou que esta não é uma diferença significativa, o que pode indicar que o traço 1:1:6 aproxima-se mais do traço da argamassa industrializada, atestando a aplicabilidade do método.

Para futuras pesquisas, propõe-se a utilização de traços para assentamento utilizados no mercado e o estudo comparativo para a consistência de argamassas utilizando o método desenvolvido e o método tradicional normativo.

Referências

- Adams, C. J., Bose, B., Olek, J., & Erk, K. A. (2022). Evaluation of mix design strategies to optimize flow and strength of mortar internally cured with superabsorbent polymers. *Construction and Building Materials*, 324(1), 126664.
- Amancio, F. A., Dias, A. R. O., Lima, D. A., & Cabral, A. E. B. (2021). Estudo do comportamento no estado fresco e endurecido de argamassa com escória de aciaria BSSF. *Revista Matéria*, 26(3), p. e13031.
- American Society for Testing and Materials [ASTM]. (2007a). ASTM C 1437-07: Standard Test Method for Flow of Hydraulic Cement Mortar. *Annual Book of ASTM Standards*.
- American Society for Testing and Materials [ASTM]. (2007b). ASTM C 780-06a: Standard Test Method for Preconstruction and Construction Evaluation of Mortars for Plain and Reinforced Unit Masonry. *Annual Book of ASTM Standards*.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT]. (2000). *Agregados - redução da amostra de campo para ensaios de laboratório*. (ABNT NBR NM N° 27).
- Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT]. (2003). *Agregados – Determinação da composição granulométrica*. (NBR NM N° 248).
- Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT]. (2005). *Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos*. (NBR N° 13281).
- Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT]. (2016a). *Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do índice de consistência*. (NBR N° 13276).
- Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT]. (2016b). *Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura para a realização de ensaios*. (NBR N° 16541).
- Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT]. (2017). *Cimento Portland e outros materiais em pó — Determinação da massa específica*. (NBR N° 16605).
- Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT]. (2019). *Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos*. (NBR N° 7215).
- Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT]. (2021a). *Agregado miúdo - Determinação da densidade e da absorção de água*. (NBR N° 16916).
- Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT]. (2021b). *Agregados - Determinação da massa unitária e do índice de vazios*. (NBR N° 16972).
- Bauer, E., Silva, E. F., Sousa, J. G. G., & Salomão, M. C. F. (2015). Friction Influence between Particles in the Behavior of Flow of Lime-Rendering Mortars. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 27(3), p. 1–9.
- Bertinetto, C., Engel, J., & Jansen, J. (2020). ANOVA simultaneous component analysis: A tutorial review. *Analytica Chimica Acta*: X, 6, 100061.
- Bezerra, I. M. T., Souza, J., Carvalho, J. B. Q., & Neves, G. A. (2011). Aplicação da cinza da casca do arroz em argamassas de assentamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15(6), 639–645.
- Bif, G. S., & Pelisser, F. (2013). *Análise de diferentes tipos de argamassa de revestimento*. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Universidade do Extremo Sul Catarinense.
- Capelin, L. J., Moraes, K. K., Zampieri, J. P., & Vanderlei, R. D. (2020). Avaliação dos efeitos da fibra de coco e da microcelulose cristalina nas propriedades de argamassas cimentícias. *Revista Matéria*, 25(1), e-12551.
- Carasek, H. (2017). Argamassas. In: Isaia, G. C. (org.), *Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais*. (3rd ed., p. 863-904). Ibracon.
- Carasek, H., Araújo, R. C., Cascudo, O., & Angelim, R. (2016). Parâmetros da areia que influenciam a consistência e a densidade de massa das argamassas de revestimento. *Revista Matéria*, 21(3), 714–732.

- Costa, J. S., Martins, S. A., & Baldo, J. B. (2011). Caracterização da Matriz de Argamassas para Alvenaria Utilizando Rejeitos das Indústrias de Cerâmica Vermelha e de Sanitários. *Cerâmica Industrial*, 16(5-6), 25-29.
- Farinha, C., Brito, J., & Veiga, M. (2021a). Chapter 1 - Mortars and sustainability. In: Farinha, C., Brito, J., & Veiga (orgs.), *Eco-Efficient Rendering Mortars: Use of Recycled Materials*. (1st ed., p. 1-6). Woodhead Publishing.
- Farinha, C., Brito, J., & Veiga, M. (2021b). Chapter 2 - Rendering mortars. In: Farinha, C., Brito, J., & Veiga (orgs.), *Eco-Efficient Rendering Mortars: Use of Recycled Materials*. (1st ed., p. 7-26). Woodhead Publishing.
- Farinha, C., Brito, J., & Veiga, M. (2021c). Chapter 4 - Mortars with incorporation of wastes: characteristics of fresh mortars In: Farinha, C., Brito, J., & Veiga (orgs.), *Eco-Efficient Rendering Mortars: Use of Recycled Materials*. (1st ed., p. 53-62). Woodhead Publishing.
- Giordani, C., & Masuero, A. B. (2019). Blended mortars: Influence of the constituents and proportioning in the fresh state. *Construction and Building Materials*, 210, p. 574-587.
- Jesus, S., Maia, C., Farinha, C. B., Brito, J., & Veiga, R. (2019). Rendering mortars with incorporation of very fine aggregates from construction and demolition waste. *Construction and Building Materials*, 229, 116844.
- Marvila, M. T., Azevedo, A. R. G., Zanelato, E. B., Lima, T. E. S., Alexandre, J., Monteiro, S. N., Miguel, T. P., Aguiar, N. C., & Souza, V. B. (2019). Comparação dos resultados de aderência à tração para argamassas utilizando dois equipamentos diferentes. In: *Anais do 74º Congresso Anual da Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração*. ABM Proceedings. <https://abmproceedings.com.br/ptbr/article/comparao-dos-resultados-de-aderncia-trao-para-argamassas-utilizando-dois-equipamentos-diferentes>.
- Miyake, J. I., & Matsushita, H. (2007). Evaluation method for consistencies of mortars with various mixture proportions. *Journal of Advanced Concrete Technology*, 5(1), p. 87-97.
- Mohamad, G., Roman, H. R., Rizzatti, E., & Romagna, R. (2007). Alvenaria Estrutural. In: Isaia, G. C (org.), *Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais*. (1st ed., p. 1007-1036). Ibracon.
- Mota, J. M. F., Oliveira, R. A., & Carneiro, A. M. P. (2016). Durabilidade de argamassas com adição de metacaulim para reforço de alvenaria. *Revista Materia*, 21(4), p. 1105-1116.
- Mugnatto, S. (2018, 4 de abril). *Universidades federais: dificuldades enfrentadas com a falta de recursos*. Rádio Câmara. <https://www.camara.leg.br/radio/programas/534722-universidades-federais-dificuldades-enfrentadas-com-a-falta-de-recursos/>.
- Nascimento, I. R. Q. S., Fucale, S., Silva, A. J. C., Silva, A. C., & Ferreira, S. R. M. (2021). Avaliação do comportamento reológico de argamassa de revestimento por meio do ensaio de cisalhamento direto. *Research, Society and Development*, 10(1), e17010111617.
- Pagotto, L. G., Rodrigues, J., Henrique, F. H., Pompeu Junior, J., & Blumer, S. (2021). Análise de variância e testes de médias: um estudo aplicado em experimentos com variedades de algodoeiro e seleções de citrumelo. *Brazilian Applied Science Review*, 5(3), 1287-1296.
- Pinz, F. P., Paliga, C. M., & Torres, A. S. (2020). Estudo da influência do resíduo de cerâmica vermelha, como substituinte parcial ao aglomerante ou ao agregado, em argamassas mistas para revestimento. *Research, Society and Development*, 9(11), e90191110507.
- Recena, F. A. P. (2011). *Conhecendo Argamassa*. EDIPUCRS.
- Ribeiro, A. J. H., Ferreira, G. T., Ferreira Junior, M. B., & Silva, M. D. G. (2022). Análise das Propriedades da Argamassa com Diferentes Teores de Grafite por Substituição Parcial de Cimento Portland. *Research, Society and Development*, 11(6), p. e49911629535.
- Silva, N. G., & Campiteli, V. C. (2006). Influência dos finos e da cal nas propriedades das argamassas. In: *Anais do XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído*. ENTAC. http://paginapessoal.utfpr.edu.br/ngsilva/links-2/noticias/ENTAC2006_Finos.pdf.
- Tokudome, N. (2020). *Influência da distribuição morfológica das areias nas propriedades reológicas e estado endurecido de argamassa de revestimento aditivada*. [Dissertação de Mestrado]. Universidade de São Paulo.
- Van Den Bergh, D., Van Doorn, J., Marsman, M., Draws, T., Van Kesteren, E. J., Derks, K., Dablander, F., Gronau, Q. F., Kucharský, Š., Gupta, A. R. K. N., Sarafoglou, A., Voelkel, J. G., Stefan, A., Ly, A., Hinne, M., Matzke, D., & Wagenmakers, E. J. (2020). A tutorial on conducting and interpreting a bayesian ANOVA in JASP. *Annee Psychologique*, 120(1), 73-96.