XV SBTA Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas
Porto Alegre/RS - 11 a 13 de junho de 2025

CARACTERIZAÇÃO DE ARGAMASSAS DE ARGILOMINERAIS: AVALIAÇÃO DE RETRAÇÃO E MÓDULO DE ELASTICIDADE

Characterization of Clay Mineral Mortars: Evaluation of Shrinkage and Modulus of Elasticity

DANILO QUEIROZ FARIAS[1], ABRAHAM RODOLPHE ABIODOUN OMORE [2], ROSANA MUÑOZ [3], VANESSA SILVEIRA SILVA [4]

[1]Graduando em. Eng. Civil, Universidade Federal da Bahia/UFBA, queirozd013@gmail.com
[2] Pós-graduando, Universidade Federal da Bahia/UFBA, abrahamrodolphe@gmail.com
[3] Profª. Dra., Universidade Federal da Bahia/UFBA, munoz.rosana@gmail.com
[4] Profª. Dra., Universidade Federal da Bahia/UFBA, vanessass@ufba.br

RESUMO

As argamassas de argilominerais, amplamente utilizadas no Nordeste brasileiro entre as décadas de 1990 e 2000, careciam de parâmetros normativos relacionados à variação dimensional e ao módulo de elasticidade. Este estudo visa preencher essa lacuna, caracterizando essas propriedades para orientar aplicações futuras, seja para manutenção de edificações antigas e históricas ou construção de novas obras. Foram realizados ensaios, conforme as normas da ABNT, para avaliar a retração e o módulo de elasticidade. Os resultados indicam que a argamassa avaliada pode ser adequada para restauro e manutenção de edificações que utilizaram argamassa com argilomineral, atendendo também a requisitos de desempenho modernos.

Palavras-chave: Argamassa. Argilominerais. Retração. Módulo de Elasticidade. Manutenção.

ABSTRACT

Clay mineral mortars, widely used in the Brazilian Northeast between the 1990s and 2000s, lacked normative parameters related to dimensional variation and modulus of elasticity. This study aims to fill this gap by characterizing these properties to guide future applications, whether for the maintenance of old and historic buildings or the construction of new ones. Tests were performed in accordance with ABNT standards to evaluate shrinkage and modulus of elasticity. The results indicate that the mortar produced may be suitable for the restoration and maintenance of 20th century buildings with clay minerals, also meeting modern performance requirements.

Key-words: Mortar. Clay minerals. Shrinkage. Modulus of elasticity. Maintenance.

Como citar:
FARIAS, D. Q.; OMORE, A. R. A.; MUNÕZ, R.; SILVA, V. S. Caracterização de argamassas de argilominerais: avaliação de retração e módulo de elasticidade. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2025, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2025.

INTRODUÇÃO

O argilomineral, denominado arenoso, foi amplamente utilizado até o final do século XX, nas argamassas de revestimento da região Nordeste do Brasil. Seu uso se consolidou, em grande parte, devido à relativa escassez de cal que havia na região, em comparação com outras partes do país [1], aliada à abundante disponibilidade de solos argilosos.

Muitas edificações antigas e históricas também utilizaram esse tipo de argamassa em seus revestimentos. Estima-se que, entre as construções do século XVI e o início do século XX, aproximadamente 80% das argamassas utilizadas eram bastardas, termo empregado para se referir à presença de argilominerais em sua composição [2]. Na região metropolitana de Salvador, entre as décadas de 1990 e 2000, as argamassas constituídas de cimento, areia, arenoso, aditivo e água, foram utilizadas em diversas edificações, tanto nas fachadas, como em ambientes internos. Com a crescente popularização do uso da cal e das argamassas industrializadas, o emprego de argamassas à base de arenoso tornou-se menos expressivo, especialmente nas capitais.

Contudo, com o passar do tempo, é natural que essas edificações demandem intervenções de manutenção e restauro a fim de preservar suas características estruturais. Nesse contexto, torna-se fundamental aprofundar os estudos acerca de argamassas com argilominerais, visando uma melhor compreensão de suas propriedades e aplicações, sobretudo em processos de reabilitação e conservação do patrimônio histórico.

Nas intervenções de restauro, é essencial respeitar os materiais originais e as técnicas construtivas da época, garantindo a preservação da integridade histórica e estrutural das edificações [3]. O uso de argamassas com composições distintas das originais pode resultar em problemas como incompatibilidade entre materiais e discrepâncias no coeficiente de dilatação, evidenciando assim a importância da parametrização adequada das propriedades das argamassas.

VARIAÇÃO DIMENSIONAL E MÓDULO DE ELASTICIDADE

A variação dimensional dos materiais pode ocorrer por expansão linear ou retração. Nas argamassas com arenoso, devido à presença de argila, especificamente do tipo caulinita e ilita, é preponderante a retração [4]. Por outro lado, em argamassas compostas por argilas do tipo montmorilonita, a expansão é mais significativa [5].

Nos materiais cimentícios, a retração plástica ocorre nas primeiras 24 horas e representa uma parcela expressiva da retração total, aos 28 dias [6]. Ela é essencial para a caracterização das argamassas, pois influencia diretamente a fissuração dos revestimentos. A retração por secagem, que ocorre após o endurecimento, devido à perda gradativa de umidade para o ambiente, também é um fator crítico quanto ao surgimento de fissuras. A porosidade do substrato e a composição da argamassa podem intensificar a retração por secagem, entre outros fatores, influenciando a aderência e a resistência mecânica do revestimento.

O módulo de elasticidade está associado a capacidade de deformação elástica dos materiais quando submetidos a tensões [7], sendo este um parâmetro essencial para avaliar a rigidez e o comportamento mecânico das argamassas de revestimento. Portanto, o revestimento deve

apresentar capacidade de absorver pequenas deformações, para se deformar sem ruptura ou por meio de microfissuras [5].

No passado, antes das últimas décadas do século XX, a escassez de informações sobre variação dimensional e módulo de elasticidade em argamassas de revestimento, principalmente com o uso do argilomineral, limitava sua compreensão. No entanto, avanços em pesquisas nacionais têm possibilitado uma análise mais aprofundada e precisa dessas características em materiais cimentícios [7][8][9][10][11][12]. No Brasil, existem também as normas regulamentadoras como a NBR 15261 [13] e a NBR 15630 [14]. Além da NBR 13281 [15], que passou a considerar a variação dimensional e o módulo de elasticidade como requisitos classificatórios para argamassas de revestimento. Observa-se, todavia, uma lacuna na normatização de parâmetros específicos para a retração plástica em argamassas de revestimento, um fenômeno ainda pouco estudado e com escassez de ensaios específicos. Além disso, a maioria dos artigos concentra-se na retração por secagem, evidenciando a falta de pesquisas relevantes sobre o tema [11].

Esses parâmetros influenciam diretamente a resistência da argamassa a fissuras e sua compatibilidade com os substratos. Diante disso, o objetivo deste trabalho é analisar a variação dimensional e módulo de elasticidade em argamassas contendo argilominerais, contribuindo para a compreensão de sua aplicação em contextos de restauro e manutenção de edificações antigas, bem como em construções de novas obras.

MATERIAIS E MÉTODOS

MATERIAIS

O desenvolvimento do trabalho experimental foi realizado no Centro Tecnológico de Argamassa (CETA) do Departamento de Ciência e Tecnologia dos Materiais da Escola Politécnica da UFBA. Para tal, foram utilizados os seguintes materiais: cimento CP II F-32, areia, arenoso, aditivo plastificante e água. A Tabela 1 apresenta os ensaios de caracterização física realizados, os resultados obtidos das respectivas propriedades e a base normativa.

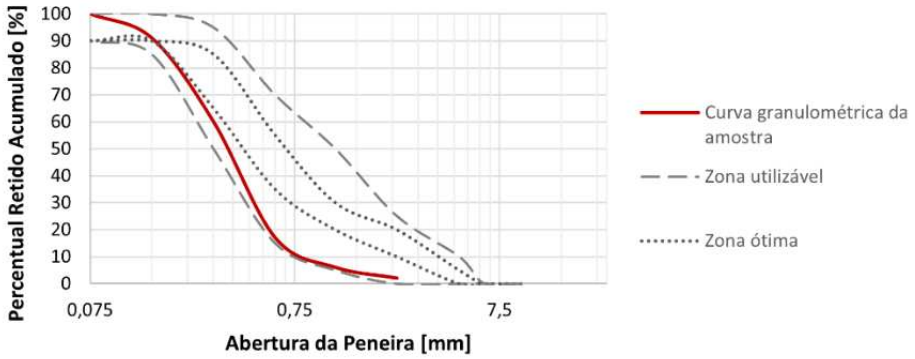
Tabela 1 – Resultados dos ensaios de caracterização física do arenoso e areia.

CARACTERÍSTICA	MATERIAL		MÉTODO
	Arenoso	Areia	
Massa unitária (kg/m³)	1380	1600	NBR 16972 [16]
Densidade (g/cm³)	2,65	2,61	NBR 16916 [17]
Material fino (%)	11	1,1	NBR 16973 [18]
Módulo de finura	1,33	1,77	NBR 17054 [19]
Dimensão máxima característica (mm)	1,18	2,36	

Fonte: Os autores (2025).

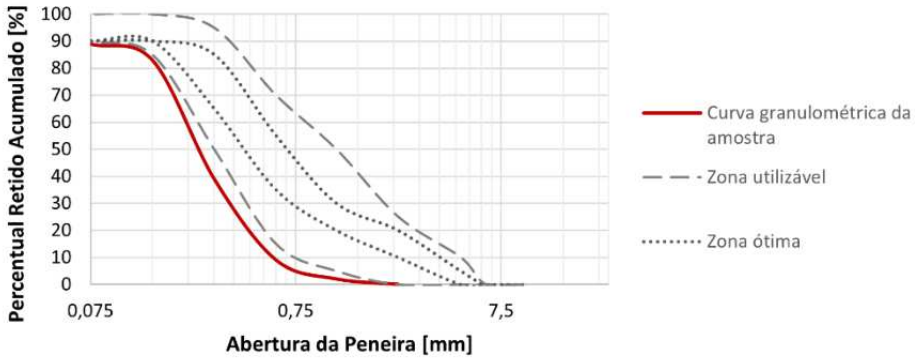
A Figura 1 exibe a curva granulométrica da areia, a qual se enquadra na zona utilizável inferior. A Figura 2 apresenta a curva do arenoso, que se enquadra abaixo da zona utilizável inferior, indicando uma predominância de partículas finas. Ambas foram obtidas por meio do ensaio de granulometria, realizado conforme a NBR 17054 [19].

Figura 1 - Curva granulométrica da areia.



Fonte: Os autores (2025).

Figura 2 - Curva granulométrica do arenoso.



Fonte: Os autores (2025).

Quanto ao arenoso, a partir dos ensaios realizados no Laboratório de Geotecnia da Escola Politécnica da UFBA, foi possível determinar a fração do solo com base na ABNT NBR 7181 [20], obtendo os seguintes percentuais: 89% de areia, 10% de argila e 1% de silte. Em termos mineralógicos, a fração de argila desses materiais é predominantemente composta de caulinita, com uma pequena quantidade de ilita [1].

MÉTODOS

Os ensaios foram realizados em corpos de prova de argamassas contendo arenoso, tanto no estado fresco quanto no estado endurecido, conforme descrito na Tabela 2.

Para a caracterização das argamassas no estado endurecido, foram moldados 18 corpos de prova. Desses, nove corpos de prova, com dimensões de 25 × 25 × 285 mm, foram utilizados para a determinação da variação dimensional, enquanto os outros nove, com dimensões de 40 × 40 × 160 mm, foram destinados à determinação do módulo de elasticidade.

Tabela 2 – Ensaios realizados no estado fresco e endurecido.

ESTADO	ENSAIO	NORMA ABNT
FRESCO	Determinação do índice de consistência	NBR 13276 [21]
	Retenção de água	NBR 13277 [22]
	Densidade de massa Determinação do teor de ar incorporado	NBR 13278 [23]
ENDURECIDO	Densidade de massa aparente	NBR 13280 [24]
	Variação Dimensional	NBR 15261 [13]
	Módulo de elasticidade dinâmico	NBR 15630 [14]

Fonte: Os autores (2025).

DOSAGEM E PREPARO DAS ARGAMASSAS

O método de dosagem utilizado para produzir as argamassas consistiu no método do CETA-BA, proposto por Gomes e Neves [25]. Este método limita-se à utilização de plastificantes à base de argilas, com especificação do teor máximo de finos, além de faixa de consumo de cimento, teor de ar incorporado e retenção de água, sendo elaborado para os materiais da região de Salvador. A Tabela 3 ilustra os traços, em massa, empregados nas misturas das argamassas, bem como a composição de cada constituinte.

Tabela 3 – Traços estabelecidos com base no método do CETA-BA.

MATERIAIS	TRAÇOS (em massa)		
	T-A	T-B	T-C
Cimento	1,00	1,00	1,00
Areia	4,459	4,808	5,157
Arenoso	2,401	2,061	1,719
A/C	1,270	1,270	1,250
Aditivo	0,0031	0,0031	0,0031
CONSUMO DE CIMENTO (kg/m³)	205	207	203
PROPORÇÃO DE ARENOSO (%)	35	30	25
TEOR DE FINOS (%) (areia + arenoso)	4,6	4,1	3,6

Fonte: Os autores (2025).

Foram elaborados três traços distintos, diferenciando-se pela proporção de arenoso presente na composição. O traço A foi definido com 35% de arenoso, enquanto o traço B apresentou um teor de 30% e o traço C, 25%. Essa variação tem como objetivo analisar a influência do teor de finos na trabalhabilidade e no desempenho mecânico das argamassas, proporcionando subsídios para a otimização da formulação.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

ESTADO FRESCO

A Tabela 4 apresenta os ensaios realizados na argamassa no estado fresco e os respectivos resultados alcançados, referentes aos três traços produzidos.

Tabela 4 – Resultados dos ensaios obtidos com a argamassa no estado fresco.

TRAÇOS	Índice de consistência (mm)	Teor de ar incorporado (%)	Densidade de massa (g/cm³)		Retenção de água (%)
			Teórica	Prática	
T-A	256	14	2154	1863	74
T-B	266	13	2155	1882	75
T-C	262	15	2163	1852	75

Fonte: Os autores (2025).

Os resultados obtidos no estado fresco demonstraram coerência com os parâmetros estabelecidos pelo método de dosagem do CETA-BA. O índice de consistência das três formulações de argamassas analisadas permaneceu dentro da faixa determinada pelo método, apresentando um valor médio de 260 mm ± 10 mm. O teor de ar incorporado também se manteve dentro do intervalo especificado, que varia entre 8% e 17%. Além disso, a proporção do arenoso esteve dentro do limite de 35% em relação ao total de agregados [5][25].

Verificou-se, portanto, que todos os parâmetros estão condizentes, embora a retenção de água tenha apresentado resultados inferiores em comparação a estudos anteriores, nos quais foi observada uma retenção de 85% [1]. Essa diferença pode estar relacionada com a taxa de finos da mistura e o teor de ar incorporado. Ainda assim, os resultados permaneceram dentro dos limites estabelecidos pelo método de dosagem.

ESTADO ENDURECIDO

Os resultados dos ensaios realizados aos 28 dias nas argamassas com argilominerais, no estado endurecido, estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Resultados dos ensaios obtidos com a argamassa no estado endurecido.

TRAÇOS	Densidade de massa (kg/m³)	Módulo de elasticidade (MPa)	Variação dimensional (mm/m)
T-A	1648	6444	-0,70
T-B	1624	6252	-0,68
T-C	1649	6367	-0,60

Fonte: Os autores (2025).

A avaliação do módulo de elasticidade dinâmico e da variação dimensional, conforme as diretrizes da ABNT NBR 13281 [15], revelou que as argamassas analisadas se enquadram na classe E4 (Ed ≤ 7,0 GPa) e VD4 (0,0 ≥ εi ≥ - 0,70), respectivamente. Com base nessas propriedades, pode-se classificá-las como argamassa ARV-III. No entanto, deve-se levar em consideração que não foram analisadas as propriedades de resistência potencial de aderência à tração ao substrato e resistência potencial à tração superficial, requisitos também considerados classificatórios pela ABNT NBR 13281 [15].

É possível observar uma relação entre a densidade de massa aparente e o módulo de elasticidade das argamassas. Em geral, argamassas com maior densidade tendem a apresentar módulos de elasticidade mais elevados, indicando maior rigidez e menor deformabilidade. Por

outro lado, formulações com menor densidade podem resultar em materiais mais flexíveis, influenciando o desempenho do revestimento quanto à fissuração e à compatibilidade com o substrato [26].

Em relação à variação dimensional, foi possível observar que todos os traços apresentaram um comportamento de retração, com resultados correspondentes à proporção de arenoso na mistura. O traço que continha o maior percentual de arenoso foi o que apresentou a retração mais expressiva. Esse comportamento pode ser justificado pela maior presença de partículas finas, que aumentam a área superficial. Além disso, é possível constatar também que não houve um comportamento de expansão linear em decorrência da presença de argilas estáveis no arenoso, como a ilita e a caulinita.

COMPARAÇÃO COM ARGAMASSAS DE EDIFICAÇÕES ANTIGAS E HISTÓRICAS

Os resultados obtidos para as argamassas estudadas indicam um desempenho diferenciado quando comparados a argamassas históricas e de edificações antigas compostas de cal e areia. Com base na pesquisa de Bergemann [27], que analisou argamassas de cal utilizadas em restaurações próximas ao mar, observou-se que essas argamassas não contêm cimento, sendo compostas essencialmente por cal e areia, com algumas adições específicas. Essa característica influencia diretamente o módulo de elasticidade dessas argamassas, cujos valores de referência variam entre 2000 e 3000 MPa. Em contraste, os resultados obtidos no presente estudo, com argamassa contendo cimento, indicaram um módulo que variou entre 6200 e 6500 MPa, evidenciando uma rigidez superior, mas atendendo aos requisitos da ABNT NBR 13281 [15].

Além disso, ao comparar os resultados com aqueles apresentados por Veiga, Velosa e Magalhães [28], verificou-se que a argamassa composta por cal e cimento branco possuía um módulo de elasticidade inferior ao obtido neste estudo, situando-se em 4770 MPa, mas superior àqueles que não continham cimento em suas composições, apresentados por Bergemann [27].

O estudo conduzido por Gomes [1] tratou da avaliação de argamassas com arenoso, da região metropolitana de Salvador. Os materiais avaliados por este autor foram amplamente utilizados para produção de argamassas de revestimento, nas edificações construídas entre as décadas de 1990 e 2000. Daí, a importância de comparar os resultados do presente trabalho com o referido estudo, conforme consta na tabela 6.

Tabela 6 – Comparação entre resultados obtidos com o estudo de referência.

ENSAIO		AUTORES	GOMES [1]
Índice de consistência (mm)		256 – 266	250 – 258
Teor de ar incorporado (%)		13 – 15	13 – 19
Retenção de Água (%)		74 – 75	84 – 92
Densidade de massa (kg/m³)	Teórica	2154 – 2163	2123 – 2229
	Prática	1852 – 1882	1765 – 1871

Fonte: Os autores (2025).

Apesar da similaridade dos resultados obtidos, com exceção da retenção de água, é importante ressaltar que o estudo de Gomes [1] não apresenta resultados de módulo de

elasticidade e retração da argamassa. A ausência desses parâmetros limita uma análise mais aprofundada do comportamento das argamassas no estado endurecido.

CONCLUSÕES

O presente estudo contribui para compreensão do comportamento das argamassas compostas por argilominerais, principalmente com relação a variação dimensional e módulo de elasticidade.

Os dados confirmaram que a retração das amostras está relacionada com a variação no percentual de finos, daí a importância do emprego de um método de dosagem que limite este teor de finos em argamassas com argilomineral. A avaliação do módulo de elasticidade e da retração indicou que as argamassas analisadas se enquadram na classe E4 (Ed ≤ 7,0 GPa) e VD4 (0,0 ≥ εi ≥ - 0,70), respectivamente, conforme as diretrizes da ABNT NBR 13281 [15], podendo ser classificada com ARV-III. Como a argamassa atende aos critérios de desempenho moderno, ela está em condições de ser aplicada em novas obras. Este estudo oferece, portanto, uma contribuição relevante ao fornecer dados sobre esses parâmetros, aspectos fundamentais para a melhoria das práticas de construção e manutenção das edificações.

Apesar da ausência de resultados anteriores para módulo de elasticidade e retração, a argamassa desenvolvida pode ser apropriada para restauro e manutenção de edificações antigas com a mesma composição (cimento, areia, arenoso), uma vez que os resultados estão em conformidade com os do estudo de Gomes [1] e atendem aos requisitos atuais da norma. No entanto, é importante avaliar outras propriedades, como retração plástica, resistência potencial de aderência à tração ao substrato e resistência potencial à tração superficial. É relevante destacar que a arganassa avaliada não é apropriada para substituir argamassas apenas de cal e areia, em razão da diferença na composição, visto que essa diferença pode acarretar em incompatibilidade com o substrato original, pela presença do cimento.

Os resultados alcançados servem como base para futuras pesquisas e aplicações práticas, ampliando a compreensão sobre as propriedades avaliadas e contribuindo para formulação de argamassas cimentíceas com argilominerais para fins de restauro ou manutenção de revestimentos de edificações antigas, que utilizaram tais argamassas na sua construção.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro Tecnológico da Argamassa da UFBA pelo suporte técnico e pela infraestrutura disponibilizada para a realização deste trabalho, bem como ao técnico Paulo César de Jesus Santana pela dedicação, auxílio prático e contribuição essencial ao desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

[1] GOMES, A. O. **Influência dos argilominerais nas propriedades das argamassas de revestimento em Salvador: uma contribuição à qualidade ambiental.** 2000. 248 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia.

[2] OLIVEIRA, M. M, SANTIAGO, C. C., OLIVEIRA, T. C., OLIVEIRA, J. A. B. Argamassas bastardas - origens e propriedades. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 1, 1995, Goiânia. **Anais** [...]. Goiânia: UFG/ANTAC, 1995. 472 p. 43 - 52.

[3] OLIVEIRA, H. S.; PASSUELLO, A. C. **Caracterização de argamassas históricas: análise de trabalhos da região Nordeste do Brasil**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2020.

[4] BARBOSA, N. P.; GHAVAMI, K. Terra crua para edificações. In: ISAIA, G. C. (ed.). **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBRACON, 2010. v. 2, cap. 48, p. 1565–1598.

[5] CARASEK, H. Argamassas. In: Isaia, G.C. (ed.). **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBRACON, 2010. v. 2, cap. 28, p. 893-944.

[6] BASTOS, P. K. X.; NAKAKURA, E. H.; CINCOTTO, M. Ensaios de retração de argamassas nos estados fresco e endurecido: contribuição para a normalização brasileira. 2005, **Anais** [...]. Lisboa: APFAC, 2005. Disponível em: https://repositorio.usp.br/directbitstream/c46f0785-0d03-4120-8964-448b489425eb/Cincotto-2005-ensaios.pdf. Acesso em: 16 mar. 2025.

[7] MAYER, D.; MELLO, C. W. de. Estudo do módulo de elasticidade dinâmico em argamassas de revestimento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS (SBTA), 14., 2023, João Pessoa. **Anais** [...]. João Pessoa: SBTA, 2023.

[8] BASTOS, P. K. X. **Retração e desenvolvimento de propriedades mecânicas de argamassas mistas de revestimento**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

[9] BASTOS, P. K. X.; NAKAKURA, E. H. H.; CINCOTTO, M. A. Comparação da retração de argamassas industrializadas e mistas de revestimento nos estados frescos e endurecidos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS (SBTA), VI, 2005, Santa Catarina. **Anais** [...]. Santa Catarina: SBTA, 2005.

[10] SILVA, N. G. **Avaliação da retração e da fissuração em revestimentos de argamassa na fase plástica** – Tese – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

[11] BILCATI, G. K.; COSTA, M. do R. de M. M. da; SIMIONI, F.; ALBINO, P.; DIAS, R. L. Retração em argamassa de revestimento: uma revisão da literatura. **Revista Internacional de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p. 68–84, maio/ago. 2020. Disponível em: http://www.e-publicacoes.uerj.br/ojs/index.php/ric. Acesso em: 15 nov. 2024.

[12] MARQUES, A. I. et al. Módulo de elasticidade dinâmico de argamassas. **Revista Construindo**, v. 11, p. 63-78, out. 2019.

[13] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15261**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da variação dimensional (retração ou expansão linear). Rio de Janeiro, 2005.

[14] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15630**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do módulo de elasticidade dinâmico através da propagação de onda ultra-sônica. Rio de Janeiro, 2008.

[15] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13281**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

[16] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16972**: Agregados – Determinação da massa unitária e do índice de vazios. Rio de Janeiro, 2021.

[17] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16916**: Agregado miúdo – Determinação da densidade e da absorção de água. Rio de Janeiro, 2021.

[18] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16973**: Agregados – Determinação do material fino que passa pela peneira de 75 µm por lavagem. Rio de Janeiro, 2021.

[19] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 17054**: Agregados – Determinação da composição granulométrica – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2022.

[20] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7181**: Solo – Análise granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 2025.

[21] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13276**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2016.

[22] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13277**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água. Rio de Janeiro, 2005.

[23] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13278**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005.

[24] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13280**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido. Rio de Janeiro, 2005.

[25] GOMES, A. O.; NEVES, C. M. M. Proposta de método de dosagem racional de argamassas contendo argilominerais. In: IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2001, Brasília. **Anais** [...]. Brasília: PECC/ ANTAC, 2001.

[26] SILVA, N. G. da; CAMPITELI, V. C. Correlação entre módulo de elasticidade dinâmico e resistências mecânicas de argamassas de cimento, cal e areia. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 4, p. 21-35, out./dez. 2008.

[27] BERGEMANN, A. **Argamassas de cal para restauro em áreas próximas ao mar**. 2024. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2024.

[28] VEIGA, M. R.; VELOSA, A. L.; MAGALHÃES, A. Experimental applications of mortars with pozzolanic additions: Characterization and performance evaluation. **Construction and Building Materials**, v. 23, n. 1, p. 318-327, jan. 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2007.12.003. Acesso em: 12 mar. 2025.