



ANÁLISE TERMOGRAVIMÉTRICA DE ARGAMASSAS POLIMÉRICAS PARA ASSENTAMENTO

Gabrielli Bertoldo Esteves¹, Nicóli Justen¹, Alencar Maders Schuster¹, Jamile Lopes Brum Brandão¹, Eduardo Steffler Werner¹, Gihad Mohamad¹

¹Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil
(gabrielli.bertoldo.esteves@gmail.com)

Resumo: Este estudo avaliou, por meio da análise termogravimétrica (TGA), três argamassas poliméricas para assentamento de alvenarias comercializadas no Brasil. A TGA é um dos ensaios exigidos pela ABNT NBR 16590-2 para a caracterização desse material. Os resultados evidenciaram diferenças entre as formulações e indicaram que os critérios estabelecidos por essa norma necessitam de maior detalhamento quanto à padronização do ensaio, especialmente em relação ao estado da amostra analisada.

Palavras-chave: Argamassa polimérica; termogravimetria; caracterização térmica.

INTRODUÇÃO

A argamassa desempenha um papel essencial na construção civil, sendo empregada em diversas etapas da obra, como no assentamento de unidades, revestimentos, colagem, grauteamento e acabamento. Ao longo dos anos, novas técnicas e materiais foram desenvolvidos com o objetivo de aprimorar as propriedades das argamassas, buscando atender às exigências específicas de cada aplicação.

Tradicionalmente, as argamassas utilizadas para o assentamento de blocos eram produzidas utilizando cimento Portland como ligante. Entretanto, a publicação da ABNT NBR 16590-1 (ABNT, 2017) possibilitou o emprego de argamassas poliméricas no assentamento de alvenarias de vedação. Posteriormente, a ABNT NBR 17266-1 (ABNT, 2026) ampliou sua aplicação para alvenarias estruturais. Diferentemente das argamassas convencionais de assentamento, as argamassas poliméricas são isentas de cimento Portland e utilizam polímeros como principal agente ligante.

A NBR 16590-1 (ABNT, 2017) descreve a argamassa polimérica ou composto polimérico não cimentício como “mistura homogênea e industrializada composta por agregado(s) miúdo(s); carga mineral, água e blenda de resinas poliméricas”. Além disso, a norma brasileira NBR 16590-1 (ABNT, 2017) indica que seja realizado o ensaio de espectroscopia por absorção no infravermelho, cujos resultados devem demonstrar que o padrão espectroscópico dos materiais que fazem parte do composto polimérico é compatível com uma resina acrílica estirenada. Portanto, ao menos um dos polímeros da blenda deve ter como base uma resina acrílica estirenada.

Por se tratar de um material relativamente recente no mercado da construção civil, as argamassas poliméricas ainda demandam estudos que ampliem o conhecimento sobre sua composição e suas propriedades. Nesse contexto, a caracterização dos materiais constitui uma etapa fundamental para a compreensão de seu comportamento. Entre os ensaios previstos pela ABNT NBR 16590-2, destaca-se a análise termogravimétrica (TGA), utilizada para avaliar a estabilidade térmica do material por meio da perda de massa durante o aquecimento. A norma estabelece que a perda de massa até 120 °C não deve exceder 18%, enquanto o resíduo a 850 °C deve ser, no máximo, de 52%. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo realizar e analisar a caracterização termogravimétrica de argamassas poliméricas destinadas ao assentamento de alvenarias.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas três argamassas poliméricas industrializadas, comercializadas prontas para uso e disponíveis no mercado brasileiro da construção civil, visando avaliar materiais efetivamente empregados em obras. A escolha de três marcas distintas teve como objetivo analisar o comportamento de diferentes fabricantes, evitando que os resultados fossem representativos de apenas um produto. Todas as argamassas utilizadas são comercializadas em bisnagas de 3 kg.

A análise termogravimétrica (TGA) foi escolhida por constituir um dos ensaios de caracterização exigidos pela ABNT NBR 16590-2 (ABNT, 2017) para argamassas poliméricas de assentamento. A TGA foi realizada utilizando o equipamento NETZSCH STA 449 F5 Jupiter. A Figura 1 apresenta o equipamento e

as amostras que foram utilizadas para o ensaio. As argamassas foram identificadas como Marca A, Marca B e Marca C. As amostras foram obtidas a partir de CPs endurecidos, os quais foram triturados com um pilão e peneirados em peneira com abertura de 75 μm (peneira número #200). Para a execução do teste, utilizou-se um cadinho de alumina, taxa de aquecimento de 10 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ e atmosfera de ar sintético com fluxo de atmosfera de 50 ml/min.



Figura 1. Equipamento e amostras utilizadas para a análise termogravimétrica.

As amostras foram aquecidas desde a temperatura ambiente até 850 $^{\circ}\text{C}$. O ensaio teve como finalidade determinar a perda de massa das argamassas durante o aquecimento, com ênfase nos percentuais de perda até 120 $^{\circ}\text{C}$ e no resíduo obtido a 850 $^{\circ}\text{C}$, conforme os critérios estabelecidos pela ABNT NBR 16590-2 (ABNT, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta as curvas TG (variação percentual de massa de uma determinada amostra conforme é aquecida) e DTG (taxa de decomposição da amostra, ou derivada primeira da TG, indicando a perda de massa em função do tempo) da argamassa polimérica da Marca A até a temperatura de 850 $^{\circ}\text{C}$. Inicialmente, observa-se uma pequena perda de massa associada à eliminação de compostos voláteis. Em seguida, entre aproximadamente 200 e 550 $^{\circ}\text{C}$, ocorre o principal evento de degradação térmica. Segundo McNeill e Sadeghi (1990), a degradação térmica de polímeros como o poliácido acrílico começa a ser significativa acima de 200 $^{\circ}\text{C}$ e segue com processo de descarboxilação até aproximadamente 500 $^{\circ}\text{C}$. Como a argamassa possui uma resina acrílica estirenada em sua composição, esse evento pode ser atribuído à degradação da fase polimérica.

Posteriormente, observam-se dois novos eventos de perda de massa, entre aproximadamente 550 e 750 $^{\circ}\text{C}$

e entre 750 e 850 $^{\circ}\text{C}$, possivelmente relacionados à decomposição de cargas minerais. Menezes et al. (2020) relatam que o carbonato de cálcio (CaCO_3), um material frequentemente empregado em argamassas, sofre decomposição entre aproximadamente 600 e 750 $^{\circ}\text{C}$. Ao final do ensaio, a massa residual da Marca A foi de 51,27%.

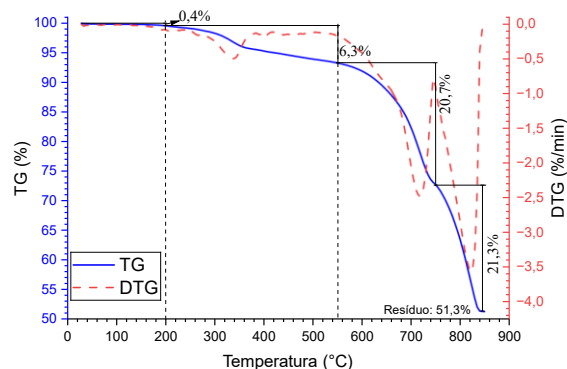


Figura 2. TGA da argamassa polimérica Marca A.

A Figura 3 apresenta as curvas TG e DTG da argamassa polimérica da Marca B. Observa-se comportamento semelhante ao da Marca A, com uma perda inicial de massa atribuída à eliminação de compostos voláteis, seguida da degradação da fase polimérica entre aproximadamente 250 e 500 $^{\circ}\text{C}$. Posteriormente, ocorreram dois novos eventos de perda de massa, entre aproximadamente 500 e 780 $^{\circ}\text{C}$ e entre 780 e 850 $^{\circ}\text{C}$. Ao final do ensaio, a massa residual foi de 57,3%.

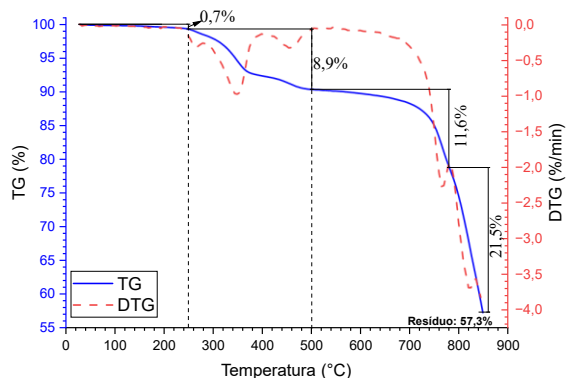


Figura 3. TGA da argamassa polimérica Marca B.

A Figura 4 apresenta as curvas TG e DTG da argamassa polimérica da Marca C. Assim como observado nas demais argamassas, verifica-se inicialmente uma pequena perda de massa associada à eliminação de compostos voláteis, seguida da degradação da fase polimérica entre aproximadamente 280 e 510 $^{\circ}\text{C}$. Em seguida, ocorreram eventos adicionais de perda de massa entre aproximadamente 510 e 670 $^{\circ}\text{C}$ e entre 670 e 850 $^{\circ}\text{C}$. A massa residual ao final do ensaio foi de 77,0%.

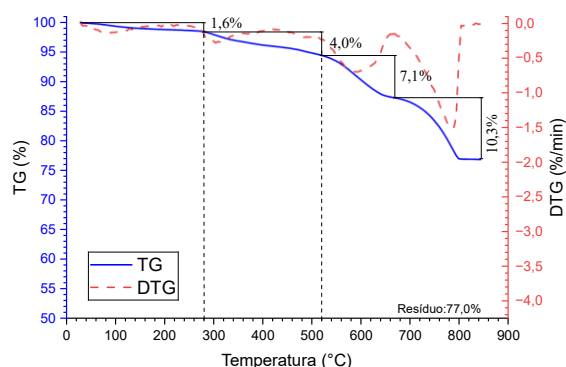


Figura 4. TGA da argamassa polimérica Marca C.

A Tabela 1 apresenta os percentuais de perda de massa observados em cada evento térmico, bem como a massa residual obtida ao final do ensaio. De maneira geral, as três argamassas apresentaram comportamento térmico semelhante, caracterizado por uma perda inicial de massa em baixas temperaturas, atribuída à eliminação de compostos voláteis, seguida de um evento principal compatível com a degradação da fase polimérica. Os eventos observados em temperaturas mais elevadas podem estar associados à decomposição de cargas minerais e agregados presentes na formulação das argamassas.

Tabela 1. Perdas de massa ocorridos na TGA

Argamassa da Marca A				
Evento de perda de massa				Massa Residual
28 - 200 °C	200 - 550 °C	550 - 750 °C	750 - 850 °C	51,3%
0,4%	6,3%	20,7%	21,3%	
Argamassa da Marca B				
Evento de perda de massa				Massa Residual
28 - 250 °C	250 - 500 °C	500 - 780 °C	780 - 850 °C	57,3%
0,7%	8,9%	11,6%	21,5%	
Argamassa da Marca C				
Evento de perda de massa				Massa Residual
28 - 280 °C	280 - 510 °C	510 - 670 °C	670 - 850 °C	77,0%
1,6%	4,0%	7,1%	10,3%	

Observa-se que as três argamassas apresentaram eventos de degradação em faixas de temperatura semelhantes, indicando a presença de constituintes com comportamento térmico compatível. Entretanto, as diferenças nos percentuais de perda de massa e nos resíduos finais sugerem que as formulações empregadas pelos fabricantes são distintas,

principalmente quanto à proporção entre polímeros, cargas minerais e agregados.

A perda de massa observada na faixa atribuída à degradação da fase polimérica foi maior para a Marca B (8,9%) do que para as Marcas A (6,3%) e C (4,0%). Esse resultado pode indicar um maior teor de material polimérico na formulação da Marca B ou, alternativamente, diferenças na estabilidade térmica do polímero empregado. Além disso, a Marca C apresentou massa residual de 77,0%, significativamente superior à observada para as Marcas A (51,3%) e B (57,3%), indicando uma maior proporção de constituintes termicamente estáveis em sua composição.

A ABNT NBR 16590-2 (ABNT, 2017) estabelece a realização da análise termogravimétrica (TGA) para argamassas poliméricas e determina que a perda de massa entre 25 e 120 °C seja de, no máximo, 18%. As Marcas A e B apresentaram perda de massa de apenas 0,2% até 120 °C, enquanto a Marca C apresentou perda de 0,8%. Todos os resultados ficaram muito abaixo do limite estabelecido pela norma. Entretanto, o documento não especifica se a análise deve ser realizada em amostras no estado fresco ou endurecido, aspecto que pode influenciar significativamente esse parâmetro, uma vez que amostras endurecidas já perderam parte dos compostos voláteis durante o processo de cura.

Além disso, a ABNT NBR 16590-2 (ABNT, 2017) estabelece que a massa residual a 850 °C deve ser de, no máximo, 52%. Considerando esse critério, apenas a argamassa da Marca A atendeu ao requisito normativo, apresentando massa residual de 51,27%. As Marcas B e C apresentaram resíduos de 57,3% e 77,0%, respectivamente, ultrapassando o limite especificado.

Sipp (2023) também realizou a TGA em argamassa poliméricas para assentamento, e fez o ensaio em amostras tanto em estado fresco como endurecido. No estado fresco, suas argamassas ficaram dentro dos limites de norma, porém o mesmo não ocorreu no estado endurecido. O autor sugere que isso pode ter acontecido em virtude de o material perder grande parte de sua massa, a água, durante o processo de cura, o que leva a massa inicial para a TGA em uma amostra endurecida ser apenas uma fração do que a norma considera como massa inicial. Essa conclusão corrobora com os baixos valores de perda de massa observados neste estudo, cujo material já se encontrava curado.

Para não haver mais esses problemas de caracterização, sugere-se que a normativa brasileira expanda seus critérios de padronização, especificando com mais detalhes como a TGA deve ser realizado (se deve ser feito em uma amostra em estado fresco ou endurecido, ou ainda apresentando limites distintos



para os dois cenários), de forma aos resultados das pesquisas serem mais coerentes com os valores propostos no texto normativo.

CONCLUSÃO

A análise termogravimétrica permitiu identificar diferenças no comportamento térmico das três argamassas poliméricas avaliadas, evidenciando variações tanto na perda de massa associada à degradação da fase polimérica quanto na massa residual ao final do ensaio. Esses resultados indicam que as formulações comercializadas no mercado brasileiro apresentam composições distintas, especialmente quanto à proporção entre polímeros e constituintes minerais, embora a ABNT NBR 16590-2 não estabeleça limites para esses parâmetros.

Além disso, verificou-se que apenas uma das argamassas atendeu ao limite de massa residual estabelecido pela norma. Entretanto, a literatura e os resultados obtidos neste estudo indicam que esse critério pode ser fortemente influenciado pelo estado da amostra (fresco ou endurecido), condição que atualmente não é especificada pela norma.

Dessa forma, recomenda-se que futuras revisões da ABNT NBR 16590-2 estabeleçam critérios mais detalhados para a execução da análise termogravimétrica, incluindo a definição do estado da amostra a ser ensaiada ou a adoção de critérios distintos para amostras frescas e endurecidas. Essa padronização contribuirá para aumentar a confiabilidade dos ensaios e a comparabilidade dos resultados obtidos por diferentes pesquisadores.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro concedido para o desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16590-1: composto polimérico para assentamento de alvenaria de vedação: parte 1: requisitos. Rio de Janeiro, 2017.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16590-2: composto polimérico para assentamento em alvenaria de vedação: parte 2: métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2017.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 17266-1: alvenaria estrutural com junta fina de composto polimérico: parte 1: projeto. Rio de Janeiro, 2026.

MCNEILL, I. C.; SADEGHI, S. M. T. Thermal stability and degradation mechanisms of poly(acrylic

acid) and its salts: Part 1: Poly(acrylic acid). Polymer Degradation and Stability, v. 29, p. 233-246, 1990.

MENEZES, Raquel Maria Rocha Oliveira; COSTA, Leonardo Martins; TAVARES, Ludmila Rodrigues Costa; BEZERRA, Augusto Cesar da Silva; AGUILAR, Maria Teresa Paulino. Effect of water content and particle size on the thermal decomposition of ground cement paste. Revista Materia, v. 25, n. 1, 2020.

SIPP, Gustavo. Estudo do comportamento de alvenaria estrutural com juntas finas de composto polimérico. 2023. 297 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal De São Carlos, São Carlos, 2023.