ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA DA ADIÇÃO DE RASPA DE BORRACHA EM ARGAMASSAS

Cristiane Lury Tomiyoshi[1], Gustavo José Lauer Coppio[1], Julia Wippich Lencioni[2], Erika Peterson Gonçalves[2].

[1]Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Jacareí, Rua Antônio Fogaça de Almeida, 200, Jardim América - 12322-030 – Jacareí-SP, Brasil, lury.cristiane@aluno.ifsp.edu.br, gustavo.coppio@ifsp.edu.br.
[2]Universidade do Vale do Paraíba/Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova - 12244-000 - São José dos Campos-SP, Brasil, jlencioni@univap.br, erika@univap.br.

Resumo
O presente estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade técnica da adição de raspa de borracha na produção de argamassa, buscando verificar o seu potencial para aplicação em argamassas de contrapiso e revestimento. Foram produzidos corpos de prova de argamassas com 0%, 3%, 6% e 10% da adição de raspa de borracha na mistura para a avaliação dos seus efeitos sobre a trabalhabilidade, a resistência à compressão e a absorção de água por capilaridade. Os agregados foram caracterizados através dos ensaios de massa unitária e granulometria, e as amostras de argamassas foram submetidas aos ensaios de consistência, de resistência à compressão e absorção de água por capilaridade. Os agregados utilizados apresentaram curvas granulométricas dentro dos padrões normativos brasileiros. Já os resultados dos ensaios de resistência à compressão axial, consistência e absorção por capilaridade demostraram que a argamassa com teor de 3% de adição de raspa de borracha apresentou resultados mais satisfatórios que as demais misturas estudadas.

Palavras-chave: Argamassa. Raspas de Borracha. Pneus Inservíveis. Sustentabilidade.

Área do Conhecimento: Engenharias. Engenharia Civil.

Introdução

O aumento da frota veicular vem contribuindo com o crescimento da produção de pneus, e, consequentemente, tem gerado uma elevação das quantidades de pneus inservíveis. No Brasil, segundo o relatório de pneumáticos do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama, 2024), aproximadamente 3% da meta nacional de destinação de pneus inservíveis não foi cumprida, o que corresponde a cerca de 24 mil toneladas de pneus sem destinação ambientalmente adequada, ao ano. A destinação inadequada desses materiais têm ocasionado sérios impactos ao meio ambiente e à saúde pública, uma vez que os pneus inservíveis apresentam lenta degradação e, quando depositados de maneira incorreta em lixões, terrenos baldios ou aterros, tornam-se fontes de poluição e proliferação de vetores de doenças (Alves et al., 2015). Diante deste cenário, a utilização de resíduos de pneus tem sido estudada a fim de enfrentar os desafios da sustentabilidade e contribuir para a geração de novos materiais sustentáveis no setor da construção civil.

Canova et al. (2015) estudaram a utilização de pó de resíduo de borracha em argamassas de revestimento, e, embora o resíduo tenha influenciado na redução da resistência à compressão, demonstrou ser viável a sua utilização. Fernandes et al. (2019) avaliaram a substituição parcial da areia por pó de borracha em argamassas em teores de 5%, 7%, 10%, 13%, 16% e 20% de substituição, onde os resultados indicaram que a substituição em 7% foi a mais recomendada para aplicações em obras. Kurz et al. (2018a) observaram uma redução da trabalhabilidade, da resistência mecânica e uma menor absorção de água na argamassa com 2,5% de substituição do agregado miúdo por resíduo de borracha de pneus. Santos et al. (2020) investigaram os efeitos da adição 3,46% de resíduo de borracha em argamassas em relação a massa de cimento, no qual as argamassas apresentaram resistência mecânica adequada para aplicações em revestimentos. Letelier et al. (2023), analisaram a incorporação conjunta de borracha granulada e pó de vidro em argamassas, e, observaram uma redução significativa das propriedades mecânicas, chegando a até 53%; porém, verificaram melhorias

importantes na impermeabilidade do material. Já Silva et al. (2025) investigaram compósitos cimentícios com o uso de resíduo de borracha em conjunto com vermiculita expandida e fibras de sisal na produção de argamassa sustentável para cisternas em regiões áridas. Os resultados mostraram que o uso da borracha, juntamente como os demais materiais alternativos, também resultou na diminuição da resistência à compressão, mas os valores ficaram dentro de parâmetros aceitáveis para utilização.

Embora a incorporação de resíduos de borracha em argamassas possa influenciar na redução da trabalhabilidade e das resistências mecânicas, diversos autores apontam que sua aplicação em argamassas de revestimento é tecnicamente viável. Nesse sentido, Kurz et al. (2018b) destacam que a substituição parcial da areia por resíduos de pneus representa uma alternativa capaz de associar benefícios ambientais a um desempenho construtivo satisfatório.

Desta forma, esta pesquisa teve como objetivo principal avaliar a viabilidade técnica da adição de raspa de borracha, oriunda de pneus inservíveis, na produção de argamassas, para analisar o seu potencial para aplicação em argamassas de contrapiso e revestimento. Foram produzidas amostras de argamassas com 0%, 3%, 6% e 10% de adição de raspa de borracha em relação à massa de agregado, para verificar os efeitos da incorporação desse material sobre a trabalhabilidade, a absorção de água por capilaridade e a resistência à compressão axial, buscando, assim, contribuir com o avanço nos estudos sobre a viabilidade do uso da borracha em argamassas, como um material alternativo e sustentável na construção civil.

Metodologia

Para concretizar os objetivos desse estudo, foram preparadas amostras de argamassas com a adição de raspa de borracha nos teores de 0%, 3%, 6% e 10% em relação a massa de areia da mistura. A raspa de borracha utilizada foi obtida através de um processo de raspagem de pneus inservíveis, resultando em pequenos filamentos de borracha.

Todas as amostras estudadas foram confeccionadas com o uso de cimento CP II-F-32, areia natural de rio, e um traço em massa de 1:3 (1 parte de cimento para 3 partes de agregado miúdo) e relação água/cimento de 0,55. Os corpos de prova foram moldados em fôrmas cilíndricas de 50 mm de diâmetro e 100 mm de altura. As amostras produzidas e suas respectivas identificações se encontram descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Descrição dos tipos de argamassa.

Identificação da amostra	Descrição
Referência (0%)	Amostra de referência, sem raspas de borracha (0%)
3%	Amostra com adição de 3% de raspa de borracha
6%	Amostra com adição de 6% de raspa de borracha
10%	Amostra com adição de 10% de raspa de borracha

Fonte: elaborado pelos próprios autores (2026).

Os agregados miúdos contendo 0%, 3%, 6% e 10% de adição de raspa de borracha em relação a massa de areia foram submetidos aos ensaios de massa unitária, conforme a norma NBR 16972 (ABNT, 2021), e de composição granulométrica, de acordo com as normas NBR 17054 (ABNT, 2022) e NBR 7211 (ABNT, 2022). As argamassas estudadas foram submetidas aos ensaios de consistência, de resistência à compressão e de absorção de água por capilaridade, seguindo as metodologias previstas nas normas técnicas NBR 13276 (ABNT, 2016), NBR 12041 (ABNT, 2012) e NBR 9779 (ABNT, 2012), respectivamente. Os ensaios de consistência foram realizados logo após o preparo das argamassas, e os ensaios de resistência à compressão e de absorção de água por capilaridade foram realizados aos 28 dias de idade.

Resultados

Os resultados dos ensaios de granulometria e massa unitária dos agregados encontram-se descritos na Tabela 2.

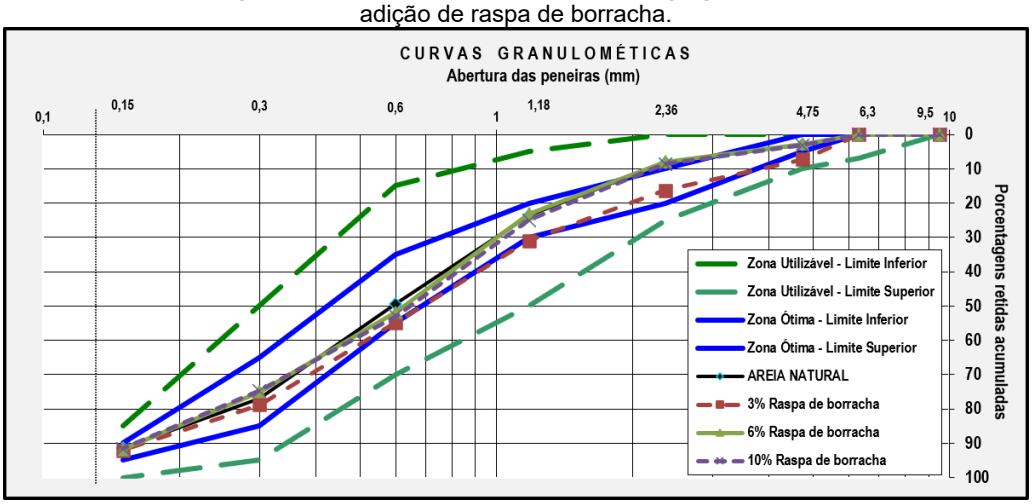
Tabela 2 - Resultados dos ensaios de granulometria e massa unitária dos agregados miúdos com a adição de 0%, 3%, 6% e 10% de raspas de borracha.

Agregados miúdos	Dimensão máxima característica (em mm)	Módulo de Finura	Massa unitária (em g/cm³)
Areia natural	4,75	2,53	1,57
3% Adição de raspa de borracha	4,75	2,80	1,46
6% Adição de raspa de borracha	4,75	2,53	1,41
10% Adição de raspa de borracha	4,75	2,56	1,32

Fonte: elaborado pelos próprios autores (2026).

Na Figura 1, encontram-se as curvas granulométricas da areia natural e das misturas de areia natural com raspas de borracha.

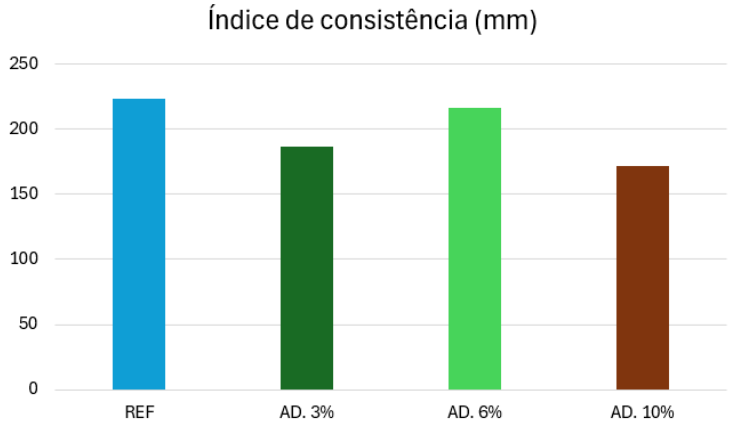
Figura 1 – Gráfico das curvas granulométricas da areia natural e dos agregados contendo 0%, 3%, 6% e 10% de adição de raspa de borracha.



Fonte: elaborado pelos próprios autores (2026).

Os resultados dos ensaios de determinação do índice de consistência são apresentados na Figura 2.

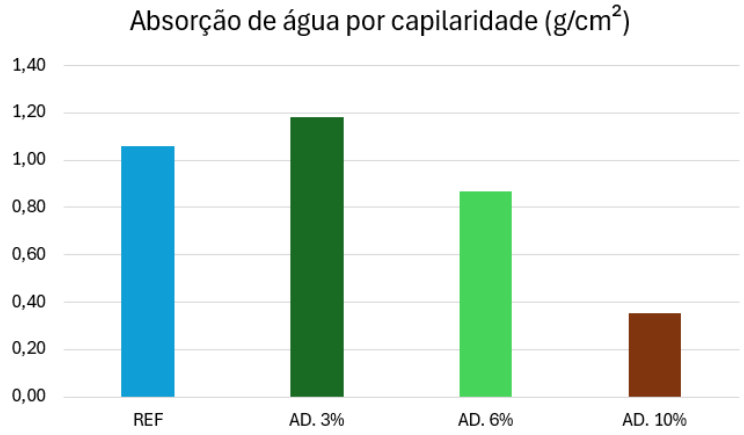
Figura 2 – Resultados dos ensaios de determinação do índice de consistência das argamassas com a adição de 0%, 3%, 6% e 10% de raspas de borracha.



Fonte: elaborado pelos próprios autores (2026).

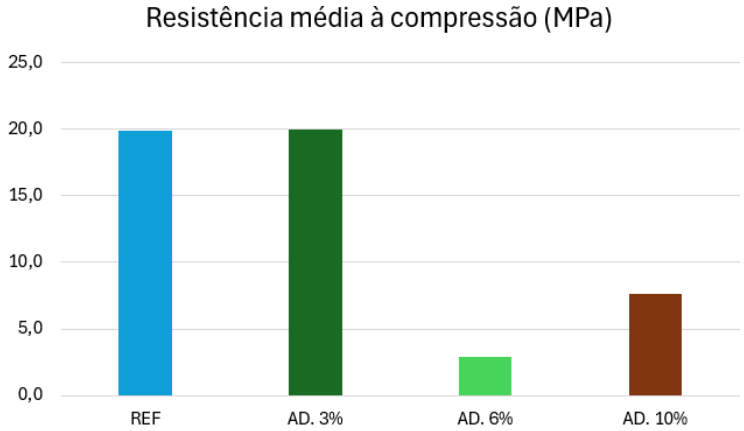
Na Figura 3 são apresentados os valores obtidos nos ensaios de absorção de água por capilaridade. Os resultados dos ensaios de resistência à compressão, cujos valores correspondem à média dos valores obtidos nos ensaios, se encontram na Figura 4.

Figura 3 – Resultados dos ensaios de absorção de água por capilaridade das argamassas com a adição de 0%, 3%, 6% e 10% de raspas de borracha.



Fonte: elaborado pelos próprios autores (2026).

Figura 4 – Resultados dos ensaios de resistência à compressão axial das argamassas a adição de 0%, 3%, 6% e 10% de raspas de borracha.



Fonte: elaborado pelos próprios autores (2026).

Discussão

Todos os agregados miúdos utilizados apresentaram curvas granulométricas dentro dos padrões recomendados pela NBR 7211 (ABNT, 2022), para uso em argamassas, como mostra a Figura 1. Os resultados apresentados na Tabela 2 mostraram que o uso de raspa de borracha tende a reduzir a massa unitária do agregado, pois quanto maior foi o teor de adição de borracha, menor foi o valor da massa unitária, fato este que pode resultar em argamassas mais leves. Por outro lado, as adições de raspa de borracha não alteraram as dimensões máximas características dos agregados, quando comparados à areia natural. E quanto ao módulo de finura, os resultados obtidos foram muito próximos.

Em relação ao índice de consistência da argamassa, os resultados constantes na Figura 2 mostraram que a adição de raspa de borracha influenciou na trabalhabilidade da mistura. As amostras com 6% de borracha apresentaram a menor redução, seguidas das amostras contendo 3% de borracha e, na sequência, a argamassa com 10% de borracha, demonstrando que o resíduo utilizado tende a reduzir a trabalhabilidade.

Os resultados dos ensaios de absorção de água por capilaridade, apresentados na Figura 3, mostraram que a amostra contendo 3% de adição de raspa de borracha foi a que apresentou a maior absorção de água; entretanto, o valor foi muito próximo ao da amostra de referência. As argamassas com 6% e 10% de adição de borracha apresentaram uma redução da absorção de água, na medida em que o teor de borracha foi maior. Esse comportamento também foi observado por Kurtz (2018b).

Cumpre destacar que tanto os resultados de índice de consistência, quanto os de absorção de água por capilaridade e de resistência à compressão, podem ter sido influenciados pela dificuldade de se obter uma mistura homogênea quando adicionados 6% e 10% do resíduo em relação a massa de areia natural, pois nessas amostras se observou uma tendência de aglomeração das raspas de borracha, com uma maior concentração no terço superior das amostras, o que não ocorreu com as amostras contendo 3%.

Os resultados de resistência à compressão, apresentados na Figura 4, mostram que a argamassa com teor de 3% de adição da raspa de borracha apresentou o melhor desempenho, obtendo o maior resultado de resistência à compressão, no valor de 20,0 MPa, bem próximo ao obtido pela argamassa de referência, que foi de 19,9 MPa. Já os valores de resistência à compressão das amostras com 6% e 10% de adição de borracha tiveram uma redução de aproximadamente 86% e 62%, respectivamente, em relação a amostra de referência. Assim sendo, com a utilização de baixo teor de adição de raspa de borracha é possível obter uma argamassa com resistência à compressão muito próximo ao da argamassa convencional, assim como ocorreu nos estudos de Fernandes et al. (2019).

Conclusão

Conforme os resultados alcançados nos ensaios de granulometria, ficou constatado que todos os agregados miúdos apresentaram curvas granulométricas que atendem à recomendação da norma técnica NBR 7211 (ABNT, 2022), não havendo modificação da dimensão máxima característica do agregado com as adições de raspa de borracha, além dos módulos de finura encontrados terem sido muito próximos. Observou-se uma tendência de redução da massa unitária do agregado com a adição das raspas de borracha, pois, quanto maior o teor de adição, menor foi a massa unitária econtrada, demonstrando potencial para a produção de argamassas mais leves.

A adição de raspa de borracha nas argamassas influenciou no índice de consistência das misturas, reduzindo a sua trabalhabilidade; entretanto, essa propriedade variou conforme o teor de adição empregado. A redução da trabalhabilidade das argamassas também não foi significativa e não comprometeu a moldagem dos corpos de prova. A absorção de água por capilaridade pode variar conforme o teor de adição de raspa de borracha, pois em pequena quantidade ocasionou um leve aumento da absorção, ou seja, as amostras com 3% de adição apresentaram uma absorção maior que as de referência, enquanto as demais, quanto maior o percentual de raspa de borracha (6% e 10%), menor foi a absorção.

A adição de raspa de borracha em pequena quantidade, como a de 3%, resultou em uma argamassa bem homogênea, tendo a raspa de borracha se misturado muito bem com os demais materiais e se distribuído de forma uniforme. Entretanto, quanto maior o teor do resíduo na mistura (6% e 10%), menos uniforme e homogênea foi a argamassa obtida, mostrando a tendência do material se aglomerar e se concentrar em maior quantidade no terço superior dos corpos de prova; esse fato pode ter influenciado nos resultados dos ensaios de índice de consistência, absorção de água por capilaridade e também na resistência a compressão. Portanto, recomenda-se o uso deste resíduo em pequenas quantidades.

Com 3% de adição de raspa de borracha em massa de areia foi possível obter o melhor desempenho para a resistência à compressão, resultando em uma argamassa com um pequeno incremento na sua capacidade de carga de compressão. Mas, conforme houve o aumento do teor de adição, menores foram os valores obtidos para a resistência à compressão, demonstrando que, em quantidades maiores, o resíduo estudado nas misturas tende a reduzir a resistência à compressão das argamassas.

Assim sendo, a argamassa produzida com 3% de adição de raspa de borracha demonstrou maior viabilidade técnica, tendo desempenho compatível com argamassas utilizadas em revestimentos e contrapisos, haja visto que tanto seus índices de consistência e de absorção de água, quanto sua resistência à compressão axial foram muito próximos aos da argamassa de referência.

Referências

ALVES, V. E. S., et al. Impacto ambiental provocado pela destinação incorreta de pneus. **ENIAC Pesquisa**. v. 4, n. 2, p. 162-175, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9779**: Argamassa e concreto endurecidos — Determinação da absorção de água por capilaridade. Rio de Janeiro. Associação

Brasileira de Normas Técnicas, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12041**: Argamassa de alta resistência mecânica para pisos — Determinação da resistência à compressão simples e tração por compressão diametral. Rio de Janeiro, 2012.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16972**: Agregados — Determinação da massa unitária e do índice de vazios. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211**: Agregados para concreto – Especificação. Rio de Janeiro, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 17054**: Agregados – Determinação da composição granulométrica – Método do Ensaio. Rio de Janeiro, 2022.

CANOVA, J. A. et al. Pó de borracha de pneus inservíveis em argamassa de Revestimento. **REEC – Rev. Eletrônica de Engenharia Civil**. v. 10, n. 3, p. 41-53, 2015.

DA SILVA, A. C. G. et. al. Characterization of structural mortars reinforced with sisal fibre, recycled rubber and expanded vermiculite. **Materials Research**, v. 28, n. 1, e20250025, 2025.

FERNANDES, D. V. et al. Reutilização de borracha de pneu, como agregado, na elaboração de argamassa. In: 2° Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade, 2019, Foz do Iguaçu. **Anais** [...]. Belo Horizonte: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, p. 1-11, 2019.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Relatório pneumáticos**: Resolução Conama nº 416/09. 2024. Brasília, p. 01-62, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/emissoes-e-residuos/residuos/arquivos/relatoriopneumaticos/20250410_Anexo_23022971_Relatorio_Pneumatico_2024.pdf. Acesso em: 03 mar. 2026.

KURZ, M. N. et al. Argamassa com resíduo de borracha: propriedades físicas e mecânicas. **Ver. Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**. v.5, n.1, p.9-16, 2018a.

KURZ, M.N. et al. A potencialidade do uso de resíduo de borracha de pneu em argamassa: análise das propriedades físicas e mecânicas. **Revista Matéria**, v. 23, n. 03, p. 1-15, 2018b.

LETELIER, V. et al. Properties of mortars containing crumb rubber and glass powder. **Developments in the Built Environment**, v. 14, p. 1-10, 2023.

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Cientifica e Tecnológica (PIBIFSP), pela concessão da bolsa de Iniciação Científica. Agradecemos à Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP) e ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) pela colaboração com a infraestrutura cedida.