XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8688

Estudo de placas cimentícias com adição de resíduos poliméricos de esquadrias de PVC

Study of cementitious boards with the addition of polymeric waste from PVC window and door frames.

Valter Ferreira da Silva
Universidade Federal do Pará | Belém | Brasil | valter.silva@itec.ufpa.br
Suelle Patrícia da Silva Costa
Universidade Federal do Pará | Belém | Brasil | suellecosta6@gmail.com
Antonio Michael Marques da Cruz
Universidade Federal do Pará | Belém | Brasil | antonio.cruz@itec.ufpa.br
Amanda Gracielly dos Santos Pinto
Universidade Federal do Pará | Belém | Brasil | amanda.santos.pinto@itec.ufpa.br
Luciana de Nazaré Pinheiro Cordeiro
Universidade Federal do Pará | Belém | Brasil | lucianapc@ufpa.br

Resumo

A elevada geração de resíduos industriais no Brasil e o seu longo tempo de decomposição configuram uma problemática ambiental. Nesse contexto, este estudo avalia o desempenho de argamassas com substituição parcial da areia por resíduos rígidos de PVC, em volume (10%, 20% e 30%), destinadas a placas cimentícias. Foram verificadas propriedades nos estados fresco e endurecido, analisando a viabilidade ambiental e técnica das amostras. Os resultados dos ensaios da caixa imersa e do tubo de Karsten indicam que o traço com 10% de substituição é o mais equilibrado, mantendo a estanqueidade e, consequentemente, uma durabilidade à água similares às do traço de referência, além de reduzir o peso da placa em cerca de 6%. Conclui-se que o uso de 10% de resíduo de PVC é ambientalmente viável, pois mitiga o descarte industrial e reduz em 9,5% a extração de agregados naturais, sem exigir processos complexos de beneficiamento, consolidando-se como uma alternativa sustentável para a construção civil.

Palavras-chave: Argamassas. Polímero PVC. Estanqueidade. Baixa densidade. Placas cimentícias.

Abstract

The high generation of industrial waste in Brazil and its long decomposition time constitute an environmental problem. In this context, this study evaluates the performance of mortars with partial replacement of sand by rigid PVC waste, by volume (10%, 20%, and 30%), intended for cementitious boards. Properties were verified in the fresh and hardened states, analyzing the environmental and technical viability of the samples. The results of the immersed box and Karsten tube tests indicate that the mix with 10% replacement is the most balanced, maintaining watertightness and, consequently, water durability similar to that of the reference mix, in addition to reducing the weight of the board by approximately 6%. It is concluded that the use of 10% PVC waste is environmentally viable, as it mitigates industrial waste and reduces the extraction of natural aggregates by 9.5%, without requiring complex beneficiation processes, thus establishing itself as a sustainable alternative for civil construction.

Keywords: Mortars. PVC polymer. Watertightness. Low density. Cementitious boards.

SILVA, V. F.; COSTA, S. P. S.; CRUZ, A. M. M.; PINTO, A. G. S.; CORDEIRO, L. N. P. Estudo de placas cimentícias com adição de resíduos poliméricos de esquadrias de PVC In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8688

INTRODUÇÃO

É legítimo afirmar que, na indústria da construção civil, mantêm-se os processos rudimentares, tanto por barreiras na formação profissional quanto pelo receio de alterar materiais validados por décadas [1]. A busca por soluções sustentáveis é o desafio para quebrar esse ciclo de desconfiança; por isso, trabalhos científicos que visam estudar essas características são de sumo valor no setor [2][3][4][5]. Além de mitigar eventuais desperdícios, a adoção de novos materiais pode colaborar para o aumento da praticidade e da produtividade. Portanto, a sustentabilidade atua como motor para o desenvolvimento da construção civil, promovendo, simultaneamente, o equilíbrio ambiental.

Segundo KHALID, Muhammad Yasir et al. [6], a tendência global de descarte e reutilização de materiais poliméricos são: o aterro sanitário, a incineração, a reciclagem mecânica, química e térmica, além de utilização em materiais compósitos. Na região norte do Brasil, o Resíduo Sólido Urbano (RSU) é enviado de maneira inadequada ao ambiente, conforme mostra a Figura 1, sendo que cerca de 60% desses resíduos são despejados de forma irregular [7], de acordo com o censo da Associação Brasileira de Resíduos Sólidos e Meio Ambiente (ABREMA, 2023), fato que confirma sobre o cenário paraense, tendo em vista que os vazadouros a céu aberto, permanece sendo o principal lugar de disposição dos RSU [8].

Figura 01: Disposição do RSU na região norte.



Fonte: ABREMA (2023).

No cenário da indústria de confecção de esquadrias de PVC, a empresa paraense geradora do material residual desta pesquisa apresenta um índice expressivo de descarte. Durante o processo produtivo, o corte das barras de PVC — que possuem dimensões padronizadas de fábrica e são oriundas da indústria alemã — gera sobras, decorrentes tanto da espessura de corte da serra quanto do acabamento das peças. Essa problemática se intensifica devido à carência de alternativas viáveis para a destinação ambientalmente adequada desse material por parte da empresa. Além disso, a expectativa de crescimento do setor aponta para uma forte tendência de aumento na geração desse passivo ambiental.

O polímero de PVC é composto por policloreto de vinila, na sua fabricação tem como materiais primários o etileno, oriundo da indústria petroquímica, o cloro, do mercado cloro-álcali trazido das salmouras e, por meio da polimerização do cloreto de vinila (VCM) o PVC é constituído [9]. Além disso, exclusivamente, o polímero de cor branca utilizado pela empresa estudada possui a incorporação de dióxido de titânio (TiO_2), tal incorporação se justifica pela proteção UV e estabilidade da cor [10].

Dessa forma, em se tratando dos resíduos poliméricos PVC, possui um agravante, apresenta dificuldades de reciclagem térmica devido à presença de cloro em sua composição, limitando algumas rotas de destinação final [11]. Entretanto, pesquisas

recentes apontam para a viabilidade de sua incorporação em matrizes cimentícias, seja como substituição parcial de agregados ou mesmo do cimento [12][13][14].

OBJETIVO

Este trabalho tem por objetivo investigar a viabilidade técnica e ambiental de resíduos poliméricos em placas cimentícias.

- Avaliar o efeito do teor de resíduos poliméricos na dosagem de argamassa cimentícias;
- Avaliar o efeito do resíduo polimérico na produção de placas cimentícias; e
- Avaliar as propriedades físicas e a estanqueidade de placas cimentícias com resíduos poliméricos.

METODOLOGIA

MATERIAIS

Os materiais constituintes das placas cimentícias desenvolvidas nesta pesquisa são: cimento Portland tipo composto (CP II-32-F), Agregado Miúdo Natural (AMN), Agregado Miúdo Residual de PVC (AMRP), aditivo plastificante Quimikal MPK-120 e água.

Este aditivo, segundo informações de fábrica, apresenta densidade de 1,10 g/cm^3, PH de 10,5 e solúvel em água, o que proporciona uma maior trabalhabilidade, homogeneidade e plasticidade dos traços.

O cimento do tipo CP II-F utilizado atende às especificações da NBR 16697 [15], tendo sido selecionado devido à sua ampla viabilidade comercial e eficácia em matrizes cimentícias. Quanto à sua massa específica, o valor foi adotado com base em trabalhos acadêmicos precedentes regionais que realizaram a caracterização do referido material [16][17].

Empregou-se areia de origem quartzosa, proveniente da região metropolitana de Belém.

O agregado miúdo reciclado de PVC branco, proveniente dos cortes com disco de serra na empresa regional, apresenta um volume de geração de aproximadamente 1 m^3 a cada 45 dias. Após a retirada do AMRP, realizou-se um peneiramento preliminar para separar fragmentos maiores na peneira com malha de abertura de 4,75mm, seguido da remoção manual de corpos indesejados, como grumos de PVC aglutinados e outros detritos. A caracterização granulométrica seguiu as orientações da NBR 17054 [18].

Para determinação da massa específica aparente e da específica do agregado polimérico, adotou-se uma adaptação do procedimento descrito na NBR 6458 [19]; a escolha dessa norma fundamentou-se nas características do material analisado, uma vez que se trata de um polímero de densidade próxima à da água, tornando o efeito do empuxo relevante na obtenção dos resultados. Em síntese, a partir da massa na condição saturada, obteve-se o valor da massa unitária do agregado polimérico de

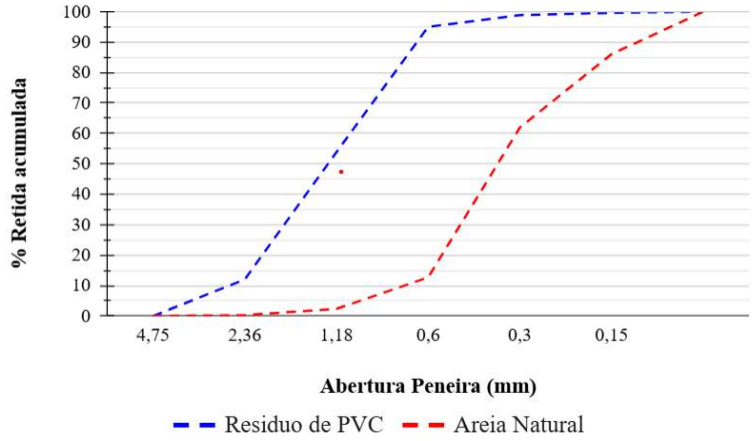
PVC. Na Tabela 1 e Figura 2 estão os resultados das caracterizações dos agregados naturais e reciclados:

Tabela 1: Caracterização do agregado miúdo - procedimentos e resultados.

Materiais	Propriedades	Norma utilizada	Média dos resultados
Areia natural	Massa específica	NBR 16605 [20]	2,62 g/cm³
	Massa unitária	NBR 16972 [21]	1,62 g/cm³
Areia polimérica	Massa específica	NBR 6458 [19]	1,22 g/cm³
	Massa unitária		0,31 g/cm³

Fonte: autores (2026)

Figura 2: Comparação granulométrica do polímero PVC e areia.



Fonte: autores (2026)

DOSAGEM E PRODUÇÃO DAS ARGAMASSAS

Inicialmente, definiu-se o traço de 1:3 (cimento:areia) em volume. A escolha por um traço rico baseou-se na aplicação do material nos sistemas de vedação, uma vez que as propriedades físicas da argamassa são fundamentais para garantir a baixa permeabilidade exigida. Dessa forma, para avaliar estes parâmetros físicos, as argamassas foram moldadas em formas quadradas de dimensões de 250x250x15mm, conforme parâmetros propostos pela NBR 15498 [22]. A Figura 3 ilustra a moldagem das placas.

A produção das placas cimentícias quadradas foi organizada em quatro séries experimentais, definidas em função do teor de substituição, em massa, da areia natural por areia de Resíduo Polimérico de PVC (RPPVC). Foram moldadas duas placas por traço referência (0% RPPVC), além de misturas contendo teores de 10%, 20% e 30% de RPPVC, sendo a substituição feita por compensação de volume, uma vez que a densidade dos materiais é diferente. Além disso, o processo de mistura se deu de acordo com os parâmetros estabelecidos pela NBR 16541 [23].

Com base no trabalho de Silva e Cordeiro [4], estipulou-se com parâmetros fixo a consistência de 260 ± 5 mm, uma vez que se almejava uma argamassa plástica para a produção das placas cimentícias. Para caracterização dos parâmetros de índice de consistência e densidade de massa no estado fresco, adotou-se respectivamente as normativas NBR 13276 [24] e NBR 13278 [25].

Tabela 2: Quantidade de materiais usados nos traços das argamassas.

Argamassa	Cimento (g)	Cimento Acres. (g)	Areia (g)	Areia Acres. (g)	Resíduo (PVC) (g)	Água (g)	Aditivo (g)
AMN	1144,0	13,4	3431,8	40,2	0	627	46
AMRP10	1144,0	26,8	3088,6	80,4	66	659	46
AMRP20	1144,0	0,0	2746	0,0	132	727	51
AMRP30	1144,0	0,0	2402	0,0	198	877	56

Fonte: autores (2026).

A Tabela 2 ilustra os quantitativos de materiais utilizados. Nota-se que a massa de cimento apresentou variações; isso ocorreu porque alguns traços ultrapassaram a consistência mínima exigida. Dessa forma, adicionou-se proporcionalmente areia e cimento para realizar o ajuste, fora do cálculo inicial dos traços.

Inversamente, nas argamassas com teores maiores de AMRP, considerando que o RPPVC reduz a trabalhabilidade do material, houve a necessidade de incorporar uma quantidade maior de aditivo nos traços AMRP20 e AMRP30, com o intuito de alcançar melhor consistência.

Figura 3: Processo de produção de placas cimentícias com resíduo polimérico.



Fonte: autores (2026).

ANÁLISE FÍSICA E DE ESTANQUEIDADE DE PLACAS CIMENTÍCIAS COM RESÍDUOS

Para a caracterização física das placas no estado endurecido, realizou-se o ensaio de densidade de massa, conforme as diretrizes da NBR 15498 [22]. O procedimento consistiu na determinação da massa da placa seca e no cálculo do volume individual de cada amostra. Já para a análise de estanqueidade a avaliação foi feita a partir dos ensaios do cachimbo e da caixa imersa na idade de 28 dias. O procedimento do ensaio de absorção superficial, o teste do cachimbo (Figura 4), consistiu na fixação vertical do tubo karsten à superfície da amostra, utilizando silicone acético para garantir a estanqueidade da interface, o método é especificado pelo protocolo NIT 140 Belga CSTC (Centre Scientifique et Technique de la Construction) [26].

O ensaio de estanqueidade seguiu as recomendações normativas da NBR 15498 [22], adaptou-se uma caixa com 150 mm de lado posicionada sob a placa, utilizando-se selante para garantir a vedação, além de montar um suporte para apoiar a placa em uma altura de 600 mm da superfície. A Figura 5a ilustra a caixa adaptada para o ensaio, enquanto a Figura 5b o esquema do ensaio, segundo a NBR 15498 [22].

Figura 4: Ensaio de permeabilidade pelo método do cachimbo, sendo o de REF (a),10%(b), 20%(c) e 30%(d), respectivamente.



Fonte: autores (2026).

Figura 5: Chapa referência submetida a imersão (a) e o esquema do ensaio de permeabilidade (b).



Fonte: autores (2026). Fonte: NBR 15498 (ABNT, 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

ANÁLISE DO EFEITO DO RESÍDUO NA DOSAGEM E PRODUÇÃO DAS ARGAMASSAS

Visando alcançar a consistência estabelecida, correspondente a um espalhamento entre 260 ± 5 mm, observou-se a necessidade de adição de maiores teores de água durante a preparação das misturas (Tabela 3), devido, provavelmente, a natureza hidrofóbica do PVC. Essa característica foi evidenciada durante a dosagem, onde na medida em que aumentava o teor de AMRP, a trabalhabilidade diminuía, ocasionando a necessidade de água e aditivo no amassamento, valor significativamente superior ao do AMN de referência, fato este que pode ser explicado devido a característica do material de repelir a água, somado com sua reologia.

Na Tabela 3 são apresentados a influência da água nas argamassas no estado fresco:

Tabela 3: Efeito do consumo de água sobre a densidade das misturas no estado fresco.

Argamassa	Consumo de água (kg/m³)	Fator água/cimento	Índice de consistência (mm)	Densidade no estado fresco (ρf) (g/cm³)
AMN	299,11	0,58	265	2,03
AMRP10	313,33	0,60	260	1,78

AMRP20	345,78	0,68	264	1,54
AMRP30	414,67	0,82	260	1,43

Fonte: autores (2026).

A densidade no estado fresco da argamassa de referência, foi de 2,03 g/cm³, em comparação com a mistura de AMRP30, apresentou redução de 70% na densidade (1,43 g/cm³). Tal característica está em conformidade das propriedades do resíduo, em possuir pequena massa específica, em comparação ao agregado natural. As aplicações de 10 e 20% obteve reduções significativas, decrescendo em relação ao aumento do percentual do polímero PVC.

ANÁLISE DO EFEITO DO RESÍDUO POLIMÉRICO NAS CARACTERÍSTICA FÍSICAS E DE ESTANQUEIDADE DE PLACAS CIMENTÍCIAS

Os resultados no estado endurecido (Tabela 4), revelam que a densidade diminui da mesma forma, em conformidade com o resultado do estado fresco, a diferença se dá na argamassa AMRP30, visto que apresentou densidade inferior ao do estado fresco. Esta característica possivelmente ocorre devido ao alto índice de poros presentes na matriz.

Tabela 4: Densidade no estado endurecido dos traços.

Argamassa	Consumo de AMRP (kg/m³)	Densidade no estado endurecido (ρe) (g/cm³)	Aspecto poroso
AMN	0,00	1,97	Baixo
AMRP10	29,33	1,86	Baixo
AMRP20	58,67	1,65	Alto
AMRP30	88,00	1,29	Elevado

Fonte: autores (2026).

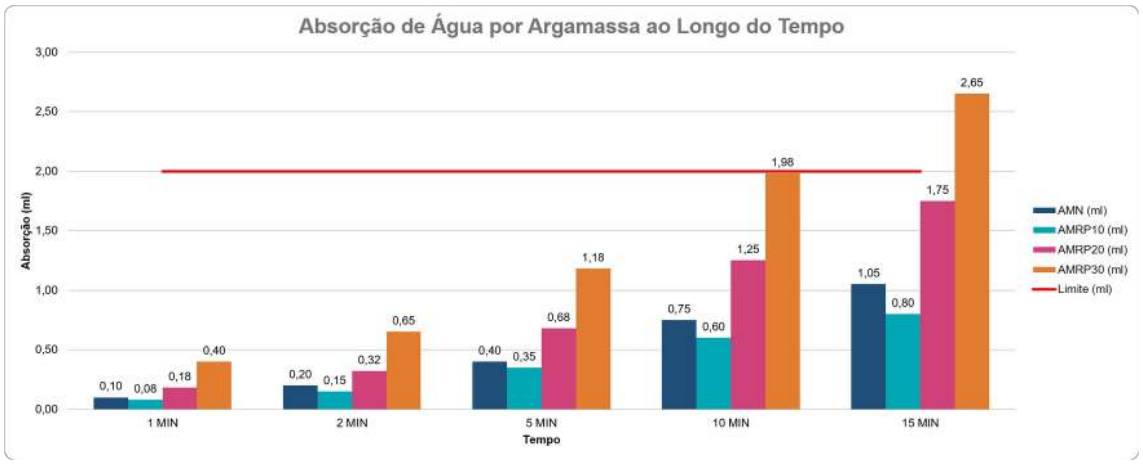
Os resultados do ensaio de absorção superficial (Figura 6) indicam que a incorporação do resíduo de PVC influencia diretamente a permeabilidade da placa cimentícia. Observou-se que o traço com 10% de substituição manteve um comportamento similar ao traço de referência, demonstrando que baixos teores de resíduo não comprometem a estanqueidade do material.

No entanto, para os teores de 20% e 30%, houve um aumento acentuado na velocidade na absorção. A AMRP30 exibiu a maior permeabilidade, o que pode ser justificado pelo aumento da porosidade interna das placas, decorrente da menor afinidade química e física entre as partículas de polímero e a matriz de cimento, ou seja, pela natureza hidrofóbica, a água inerte no compósito seca e leva a criação de capilaridade em torno do agregado reciclado. Consequentemente, embora o uso de PVC seja viável do ponto de vista ambiental, teores elevados do resíduo requerem atenção quanto ao tratamento da porosidade para garantir a durabilidade da placa em ambiente exposto à umidade.

O ensaio de absorção superficial demonstrou inviabilidade do uso das placas AMRP20 e AMRP30. No mesmo cenário, o ensaio de imersão por caixa reiterou esta característica, a reprovação de estanqueidade, percebe-se gotículas de água na placa AMRP30 (Figura 7-e), indicando alta conexão dos poros formados, isto é, alta capilaridade. A placa AMRP20 não apresentou gotas de água, todavia a mancha

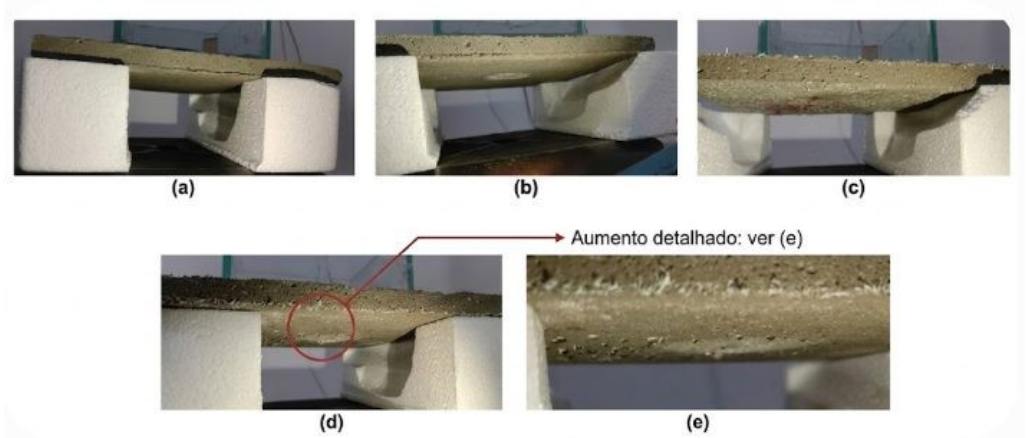
presente abaixo da peça era evidente. Assim, embora teores mais elevados sejam inviáveis, a incorporação de 10% mostrou-se promissora, uma vez que não compromete a durabilidade do material.

Figura 6: Resultado do ensaio do cachimbo em placas com resíduos poliméricos.



Fonte: autores (2026).

Figura 7: Placas após 24 horas de imersão, ensaio da caixa acrílica, em que: (a) AMN, (b) AMRP10, (c) AMRP20, (d) AMRP30, (e) ampliação AMRP30.



Fonte: autores (2026).

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que o uso de resíduos de PVC em placas cimentícias apresentam um potencial técnico no teor de 10%.

Sobre a questão da durabilidade por estanqueidade, o veredito é:

- Viabilidade do traço AMRP10: A argamassa produzida com o teor de 10% de substituição da areia natural pelo resíduo de PVC apresentou comportamento similar ao traço de referência, mantendo a estanqueidade e taxa de absorção superficial baixa, o que o torna com potencial para um sistema não estrutural de vedação.
- Inviabilidade dos traços AMRP20 e AMRP30: Houve um aumento acentuado na velocidade de absorção para esses teores. A placa cimentícia com 30% de resíduo exibiu gotículas de água passantes durante o ensaio de imersão,

indicando alta capilaridade e conexão de poros, o que reprova o material nos critérios de estanqueidade para divisórias.

Por fim, para os trabalhos futuros, é importante a realização do ensaio de tração na flexão, para verificar os requisitos mínimos mecânicos normativos.

DECLARAÇÃO DO USO DE IA

Durante a preparação deste artigo, o primeiro e terceiro parágrafos da introdução, e quinto parágrafo da metodologia, o primeiro autor utilizou a ferramenta Gemini 3.1 Pro, desenvolvida pelo google, para auxiliar na melhoria de coesão destes textos. Após a utilização da ferramenta, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] GUIMARÃES, J.;FERNANDES, L.; SEVERO, C. Análise e categorização das principais barreiras para implementação de tecnologias digitais na construção civil brasileira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 5., 2025. **Anais [...].** Porto Alegre: ANTAC, 2025. p. 1-10. DOI: https://doi.org/10.46421/sbtic.v5i00.7746. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/7746. Acesso em: 01 fev. 2026.

[2] MOURA, J.; REIS, R.;MAY, S.; PINHEIRO, I. Placas cimentícias e pavers com incorporação de rejeitos da coleta seletiva do município de Blumenau, SC. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 345-359, jan./mar. 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1590/s1678-86212018000100225.

[3] SANTOS, L.; SILVA, J. Análise mecânica de placa cimentícia com adição de resíduos de borracha. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 11, n. 4, p. 200-213, dez. 2019.

[4] SILVA, M.; CORDEIRO, L. **Potencial uso de pérolas de EPS em argamassas para a produção de placas cimentícias.** Matéria (Rio de Janeiro), Rio de Janeiro, v. 27, n. 2, e13194, 2022. DOI: https://doi.org/10.1590/S1517-707620220002.1394.

[5] SANTOS, F.; MELO, A.; PIMENTEL, R.; OLIVEIRA, M. Análise da fluência por compressão no isolamento ao ruído de impacto de placas cimentícias com resíduo de EVA. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 22, n. 1, p. 125-138, jan./mar. 2022. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212022000100582.

[6] KHALID, M.; ARIF, Z.; AHMED, W.; ARSHAD, H. Recent trends in recycling and reusing techniques of different plastic polymers and their composite materials. **Sustainable Materials and Technologies**, [s. l.], v. 31, e00382, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.susmat.2021.e00382.

[7] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE (ABREMA). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2024.** São Paulo: ABREMA, 2024. 82 p. Disponível em: https://abrema.org.br/. Acesso em: 25 jan. 2026.

[8] CONCEIÇÃO, M. **Avaliação de dano ambiental: aplicação de um índice de qualidade em um vazadouro a céu aberto.** 2022. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2022.

[9] LIMA, R.; SILVA, J.; VASCONCELOS, M.; JUNIOR, C.; PINTO, J. Bibliometric survey of the PVC production – Part I: the continuous polymerization challenge. **Polímeros: Ciência e**

Tecnologia, [s. l.], v. 33, n. 2, e20230013, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1590/0104-1428.20220062.

[10] SALAMANDER. **Desempenho.** [S. l.], [202-?]. Disponível em: https://salamander-windows.com.br/desempenho-salamander.html. Acesso em: 20 Jan. 2026.

[11] LEWANDOWSKI, K.; SKÓRCZEWSKA, K. A Brief Review of Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Recycling. **Polymers**, Basel, v. 14, n. 15, p. 3035, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.3390/polym14153035.

[12] KOU, S. C.; LEE, G.; POON, C. S.; LAI, W. L. Properties of lightweight aggregate concrete prepared with PVC granules derived from scraped PVC pipes. Waste Management, [s. l.], v. 29, p. 621-628, 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.06.014.

[13] SANTOS, A. G.; FERRARI, A. K. Influência do resíduo de PVC como agregado no concreto para peças de pavimentos intertravados. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 19, n. 3, p. 39-51, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1590/s1678-86212019000300323.

[14] Kunthawatwong, R.; Wongsa, A.; Ekprasert, J.; Sukontasukkul, P.; Sata, V.; Chindaprasirt, P. Performance of Geopolymer Mortar Containing PVC Plastic Waste from Bottle Labels at Normal and Elevated Temperatures. **Buildings**, [s. l.], v. 13, n. 5, p. 1160, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/buildings13041031.

[15] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16697: Cimento Portland - Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

[16] MARTINS, W. **Cimento Portland com substituição parcial de cinzas do resíduo da estação de tratamento de água.** 2020. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2020.

[17] AGUIAR NETO, S. **Produção de argamassas com aproveitamento de resíduos de polímeros etilenos e propilenos como materiais de construção civil.** 2020. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2020.

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

[19] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6458: Grãos de pedregulho retidos na peneira de 4,8 mm - Determinação da massa específica, da massa específica aparente e da absorção de água.** Rio de Janeiro: ABNT, 2025.

[20] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16605: Cimento Portland e outros materiais em pó - Determinação da massa específica.** Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

[21] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16972: Agregados - Determinação da densidade de massa e do teor de vazios.** Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

[22] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15498: Placas de cimento reforçadas com fios, fibras, filamentos ou telas - Requisitos e métodos de ensaio.** Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

[23] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16541: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência.** Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

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

[25] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **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: ABNT, 2005.

[26] CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION (Bélgica). **NIT 140**: Les revêtements de mur intérieurs. Bruxelas: CSTC, 1982.