

CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS POLIMÉRICOS PARA UTILIZAÇÃO EM SUBSTITUIÇÃO DE AGREGADO MIÚDO MINERAL EM ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO SEM ADIÇÃO DE ADITIVOS COMPATIBILIZANTES

CHARACTERIZATION OF POLYMERIC WASTE FOR USE IN REPLACING MINERAL FINE AGGREGATE IN COATING MORTARS

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS POLIMÉRICOS PARA SU UTILIZACIÓN EN SUSTITUCIÓN DE ÁRIDOS FINOS MINERALES EN MORTEROS DE REVESTIMIENTO

Clair Jose Frighetto¹, Mara Zeni Andrade², Gustavo da Costa Borowski³, Gerson Frighetto⁴, Joel Frighetto⁵, Edson Luiz Francisquetti⁶

DOI: 10.54899/dcs.v23i88.5114

Recibido: 27/02/2026 | Aceptado: 24/03/2026 | Publicación en línea: 31/03/2026.

RESUMO

A geração de resíduos é uma problemática amplamente discutida na atualidade. Várias são as possibilidades de reaproveitamento. A reutilização de resíduos é uma possibilidade que vem sendo avaliada, como forma de minimizar os impactos causados em função da grande quantidade de resíduos gerados. Na atualidade, a utilização de resíduos plásticos na produção de argamassas é uma alternativa. Em vista disso, este trabalho tem o objetivo de avaliar a utilização de resíduos poliméricos, provenientes de indústria de reciclagem, que foram incorporados em uma argamassa, para tanto, caracterizou-se o resíduo polimérico por meio de análises: espectroscópica de FTIR, calorimetria diferencial exploratória (DSC). Foram produzidos traços de argamassa com aplicações para revestimento, com percentuais de substituição do agregado mineral, areia, por resíduos poliméricos nas proporções de; 10%, 15% e 20%. Os resultados mostraram que a resistência a compressão, e consistência das argamassas, diminuíram com a adição dos resíduos poliméricos de forma linear, com o aumento da adição de resíduo. Entretanto não se observou

¹ Mestrando no Mestrado Profissional em Tecnologia e Engenharia de Materiais pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), Farroupilha, Rio Grande do Sul, Brasil.

E-mail: cjfrighetto@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0246-9913>

² Doutora em Dottorato Di Ricerca In Scienza Chimica, Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), Farroupilha, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: mara.andrade@farroupilha.ifrs.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6562-3706>

³ Doutor em Engenharia Civil, Instituto Federal Sul-rio-grandense, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil.

E-mail: gustavoborowski@ifsul.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-2078-0756>

⁴ Graduado em Engenharia Mecânica, Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), Farroupilha, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: gerson.frighetto@farroupilha.ifrs.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9595-2538>

⁵ Graduando em Engenharia Elétrica, Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), Farroupilha, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: joel.frighetto@farroupilha.ifrs.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-6611-1328>

⁶ Doutor em Ciências dos Materiais, Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), Farroupilha, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: edson.francisquetti@farroupilha.ifrs.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1055-3317>

alterações significativas nas propriedades mecânicas- A utilização de resíduos industriais poliméricos, para produção de novos materiais de construção podem contribuir para redução do impacto ambiental através da diminuição do consumo de recursos naturais e redução da quantidade de materiais poluidores.

Palavras-chave: Argamassa. Resíduos Poliméricos. Caracterização de Materiais.

ABSTRACT

The generation of waste is a widely discussed issue today. with various possibilities for reuse. The reutilization of waste is being considered as a way to minimize the impacts caused by the large amount of waste generated nowadays. The use of plastic waste in mortar production is one such alternative. In this context. this study aims to evaluate the use of polymeric waste from the recycling industry. which is not usable in its current form as it consists of small particles that would be discarded in landfills. The polymeric waste was characterized through analyses such as Fourier-transform infrared spectroscopy with attenuated total reflectance (FTIR-ATR) and differential scanning calorimetry (DSC). Mortar mixes for coating applications were produced with varying percentages (10%. 15%. and 20%) of substitution of mineral aggregate with polymeric waste. The results indicated a decrease in compressive strength with the use of polymeric waste. and consistency also decreased linearly with the increasing addition of waste. However. the material maintained mechanical properties suitable for coating applications. The utilization of polymeric industrial waste in the production of new construction materials has the potential to contribute to environmental impact reduction by decreasing the consumption of natural resources and reducing the amount of polluting materials..

Keywords: Mortar. Polymeric Waste. Material Characterization.

RESUMEN

La generación de residuos es un problema ampliamente discutido hoy en día. Existen varias posibilidades de reutilización. La reutilización de residuos es una posibilidad que se ha evaluado como una forma de minimizar los impactos causados por la gran cantidad de residuos generados. Actualmente. el uso de residuos plásticos en la producción de morteros es una alternativa. En vista de esto. este trabajo tiene como objetivo evaluar el uso de residuos poliméricos. provenientes de la industria del reciclaje. que se incorporaron a un mortero. Para este fin. el residuo polimérico se caracterizó mediante análisis: espectroscopia FTIR. calorimetría diferencial de barrido (DSC). Se produjeron mezclas de mortero con aplicaciones de recubrimiento. con porcentajes de sustitución del agregado mineral. arena. por residuos poliméricos en las proporciones de 10%. 15% y 20%. Los resultados mostraron que la resistencia a la compresión y la consistencia de los morteros disminuyeron linealmente con la adición de residuos poliméricos. al aumentar las cantidades de residuos añadidos. Sin embargo. no se observaron cambios significativos en las propiedades mecánicas. El uso de residuos industriales poliméricos para la producción de nuevos materiales de construcción puede contribuir a reducir el impacto ambiental al disminuir el consumo de recursos naturales y la cantidad de materiales contaminantes.

Palabras clave: Mortero. Residuos Poliméricos. Caracterización de Materiales.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

A demanda de recursos naturais, como por exemplo, água, materiais metálicos e derivados do petróleo, para suprir as necessidades básicas de subsistência da população, aliada a processos de industrialização destes recursos, traz como consequência segundo Poletto (2017), o aumento da geração de resíduos, sendo que os resíduos poliméricos estão entre os mais abundantes, pois os materiais poliméricos possuem boas propriedades mecânicas, químicas e a facilidade de processamento aliados ao baixo custo, estes materiais são amplamente utilizados para confecção de embalagens e produtos descartáveis, entre outras aplicações (SOUZA, A., et al). Ferreira *et al* (2020) destacam a importância econômica do uso dos polímeros durante o processo de evolução industrial. A metodologia da economia circular, auxilia na diminuição dos impactos ambientais causados pelos resíduos poliméricos, mantendo os materiais poliméricos em um ciclo de transformação, utilização, reutilização ou reciclagem, sendo que o aperfeiçoamento de técnicas de reciclagem associado a produção de polímeros biodegradáveis, em conjunto com as políticas públicas ambientais são os temas mais comentados, visando economia, reaproveitamento de materiais e a redução dos impactos ambientais.

A reciclagem de materiais poliméricos pós consumo, busca reutilizar estes materiais, em outros processos produtivos, após uma etapa de processamento, as propriedades mecânicas podem ser alteradas, ocasionando a necessidade de se encontrar outras utilizações para esse material. A reciclagem mecânica é o processo mais indicado para a reciclagem de materiais pós consumo, onde o material deve ser triturado em moinho de facas, lavados em tanque com água, seco, extrusado e peletizado. Durante a moagem ocorre a formação de um pó fino, o qual se acumulam nos tanques de lavagem e devem ser removidos, para não prejudicar o processo, este pó normalmente é descartado, por não poder ser utilizado no reprocessamento devido sua baixa granulometria, pós muito finos quando estão misturados com partículas maiores durante o processo de pelitização queimam gerando carvão (pontos pretos no polímero reciclado), que comprometem a qualidade do *pellet*.

A argamassa, por sua vez, é um material de construção, que conforme a norma ABNT NBR 13281:2005, é composto por uma mistura homogênea de um ou aglomerantes (cimento ou cal), agregado miúdo inorgânicos (areia) e água. Mendonça *et al* (2021), destacam que as

argamassas devem apresentar características. como: permitir deformações necessárias para os diversos tipos de ambientes e situações; suportar e aderir aos blocos; resistir às cargas atuantes sem apresentar rupturas; complementares em sistemas de isolamento acústico e térmico; ter adequada resistência à compressão. à tração e ao ataque de agentes químicos oriundos de materiais de limpeza. Podendo conter alguns produtos especiais. como aditivos. com a finalidade de melhorar ou conferir determinadas propriedades de aderência e endurecimento.

Visto que os revestimentos de argamassa. devem possuir características e propriedades. as quais sejam compatíveis com: as condições ambientais a que estarão expostas. procedimentos de execução; especificações de desempenho e o acabamento final requerido. A maior problemática relacionada ao uso de resíduo como agregados em aplicações na construção civil. segundo Silva *et al* (2021). está ligada à sua coleta. separação na fonte geradora e processamento. que pode ocorrer de forma inadequada. influenciando na qualidade do agregado produzido. como: na forma. granulometria. quantidade de finos e presença de contaminantes.

Buscando suprir necessidades críticas do cenário atual. a reutilização de resíduos poliméricos associado a contribuição no desenvolvimento de novos materiais no setor da construção civil. que tem grande demanda em função do crescimento populacional. o desenvolvimento de um material. como o que se propõe. argamassa com uso de resíduos poliméricos. une a funcionalidade das argamassas de revestimento como elemento de vedação. ou estético arquitetônico. com as propriedades dos polímeros. de desempenhar melhor flexibilidade. resistência mecânica. e impermeabilização. No intuito de contribuir com o desenvolvimento sustentável e melhor aproveitamento dos recursos naturais. a pesquisa desenvolvida neste trabalho. tem por objetivo caracterizar o pó residual. proveniente do processo reciclagem de polímeros pós consumo. retirado dos tanques de lavagem. avaliar seu desempenho. quando utilizado como substituto parcial ao agregado mineral em argamassas de revestimento.

METODOLOGIA

Por se tratar de material residual dos tanques de lavagem de uma recicladora. determinar sua composição é fundamental para identificar possíveis contaminações por outros materiais comumente encontrados em materiais reutilizados. O material reciclado. foi caracterizado por:

Calorimetria diferencial exploratória (DSC). Para análise de calorimetria diferencial exploratória. (DSC). utilizou-se um equipamento DSC 4000 Perkim Elmer. com uma rampa de:

- Primeiro aquecimento de 30°C à 250°C. com taxa de aquecimento de 20°C.min⁻¹ e fluxo de nitrogênio de 20 mL.min⁻¹ com a finalidade de apagar a história térmica;
- Isoterma de 2 min a 250°C em fluxo de nitrogênio de 20 mL.min⁻¹;
- Resfriamento de 250 a 30°C e. com taxa de resfriamento de 20°C.min⁻¹ e fluxo de nitrogênio de 20 mL.min⁻¹;
- Isoterma de 2 min a 30°C em fluxo de nitrogênio de 20 mL.min⁻¹;
- Aquecimento de 30°C à 250°C. com taxa de aquecimento de 20°C.min⁻¹ e fluxo de nitrogênio de 20 mL.min⁻¹. (ASTM D 3418-08).

Termogravimetria (TGA) Para análise de termogravimetria. utilizou-se um equipamento TGA 6000 Perkin Elmer. com uma rampa de aquecimento de:

30 à 900 °C com taxa de aquecimento de 20°C.min⁻¹. com fluxo de nitrogênio de 20 mL.min⁻¹.

Espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier acoplado á Reflexão atenuada (FTIR-ATR). Perkin Elmer Frontier.100. foram realizadas 15 varreduras de 4000 a 650 cm⁻¹ para cada amostra.

Análise microscópica ótica de forma dos resíduos com microscópio digital Finier com ampliação de 500x.

A viabilidade da utilização dos resíduos poliméricos foi determinada através da produção de argamassa de revestimento. com as composições conforme Tabela 2. Na Tabela 1 e Figura 1. estão apresentadas as características dos materiais utilizados.

Tabela 1: Materiais utilizados

MATERIAL	CARACTERÍSTICA	PROCEDÊNCIA	DENSIDADE* [KG/m³]
Cimento	CP II F 32	Comércio local. Passo Fundo - RS	3140
Cal	Cal Hidratada	Comércio local. Passo Fundo - RS	2200
Resíduo Polimérico (RP)	Resíduos industriais	Industria reciclagem. Guaporé- RS	230*
Areia	Areia quartzosa	Comércio local. Passo Fundo - RS	2650
Água	Água potável	CORSAN. Passo Fundo - RS	1000

*Densidade aparente

Fonte: Os Autores (2023).

Figura 1: Materiais utilizados na preparação das amostras. cimento. cal. areia e resíduo polimérico.



Fonte: Os Autores (2023).

As amostras com traço nas proporções 1:1:6 (cimento: cal: areia/resíduo polimérico (RP)). em massa. foram preparadas com um fator água/cimento de 0.5. os traços desenvolvidos foram com 0 ; 10; 15 e 20% de RP. na substituição parcial nos percentuais de areia. a composição de cada traço é apresentada na Tabela 2.

A caracterização física da areia foi realizada através de ensaio de massa específica. por meio do frasco de Chapman (NBR 9776 1987) e granulometria com conjunto de peneiras graduadas Bertel e agitador eletromagnético Contenco. (NBR 7211 2005).

Tabela 2: Composição das amostras traço 1:1:6 em massa e percentual.

Amostra	Cimento Kg (%)	Cal Kg (%)	Areia Kg (%)	RP kg (%)
T0	0.3 (12.5)	0.3 (12.5)	1.8 (75)	0 (0)
T10	0.3 (12.5)	0.3 (12.5)	1.62 (67.5)	0.18 (7.5)
T15	0.3 (12.5)	0.3 (12.5)	1.53 (63.75)	0.27 (11.25)
T20	0.3 (12.5)	0.3 (12.5)	1.44 (60)	0.36 (15)

Fonte: Os Autores (2023).

Para avaliar a influência da substituição parcial da areia por resíduo polimérico realizou-se as análises de resistência a compressão (NBR 13279 2005) e ensaio de consistência no estado fresco (NBR 13276 2005). A Figura 2 apresenta etapas do processo de análise de resistência a compressão. a Figura 3. etapas do ensaio de consistência.

Figura 2: Processo de obtenção dos corpos de prova: Preparação da argamassa (a). moldagem (b). desmoldagem dos corpos de prova (c). rompimento dos corpos de prova (d) e corpos de prova rompidos (e)



Fonte: Os Autores (2023).

Figura 3: Etapas do ensaio de consistência: Enchimento do cone (a). amostra antes do ensaio (b). amostra após ensaio (c).

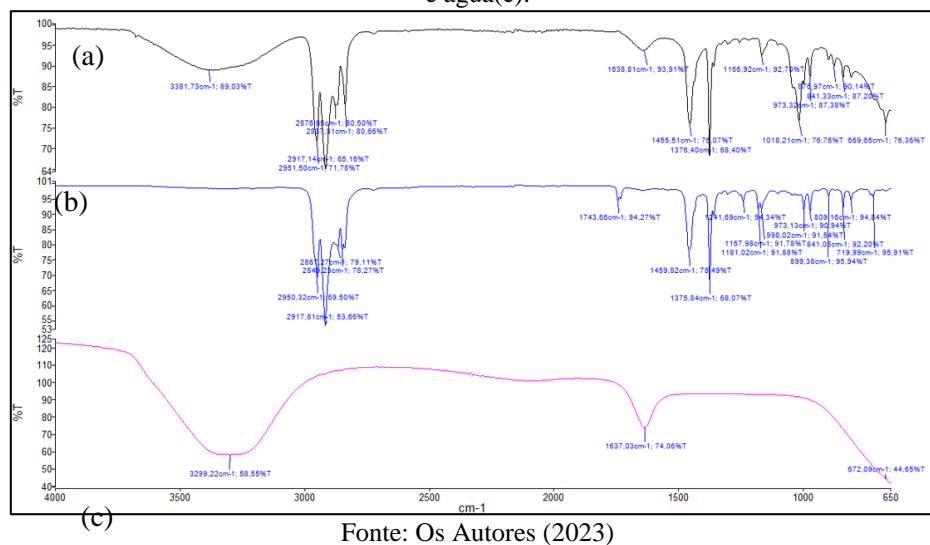


Fonte: Os Autores (2023).

RESULTADOS E DISCUSÃO

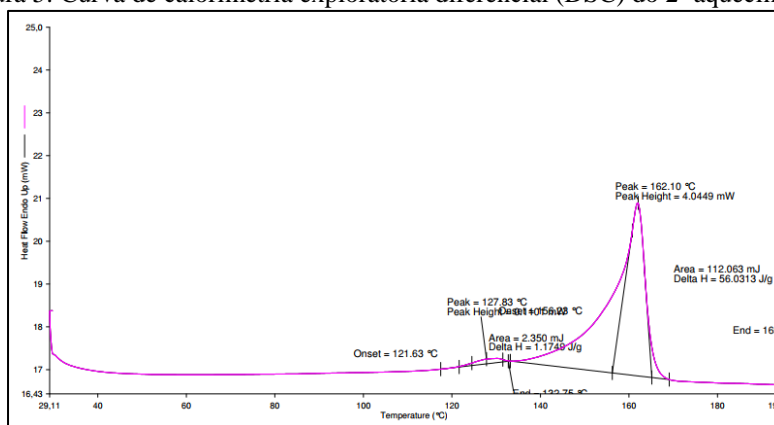
No ensaio de FTIR_ATR dos resíduos poliméricos, apresentado na Figura 4 (a), se observou a presença de umidade que pode ser determinado pelos picos de 3381 cm^{-1} e 1638 cm^{-1} , picos característicos da água como se observa na Figura 4 (c) (ABIDI. 2021). Na Figura 4 (a e b) se observa as bandas de absorção características do polipropileno, sendo as bandas fortes em 973 cm^{-1} e 1166 cm^{-1} correspondem aos estiramentos das ligações C–C, deformação angular do tipo *rocking* para o grupamento CH_3 e deformação angular C–H, conforme verificado por Carceres e Canevarolo (2009). Na Figura 4 (c) corresponde ao espectro de absorção da água, onde se observas os picos de 3381 e 1637 cm^{-1} . (ABIDI. 2021). Já as deformações angulares no intervalo de 699 a 1166 cm^{-1} Figura 4 (a) pode estar associado a presença de outros polímeros nos resíduos poliméricos possivelmente polietilenos. (AMORIN. 2018)

Figura 4: Espectrometria de Infravermelho FTIR-ATR. RP(a). PP virgem (b) e água(c).



Na Figura 5. se observa a curva de DSC do RP. correspondente ao segundo aquecimento. Na análise foram realizados dois aquecimentos. o primeiro para apagar a história térmica dos resíduos poliméricos. pois segundo Canevarolo (2004). o processamento pode deixar resíduos térmicos na peça processada. prejudicando a interpretação dos dados obtidos.

Figura 5: Curva de calorimetria exploratória diferencial (DSC) do 2º aquecimento.

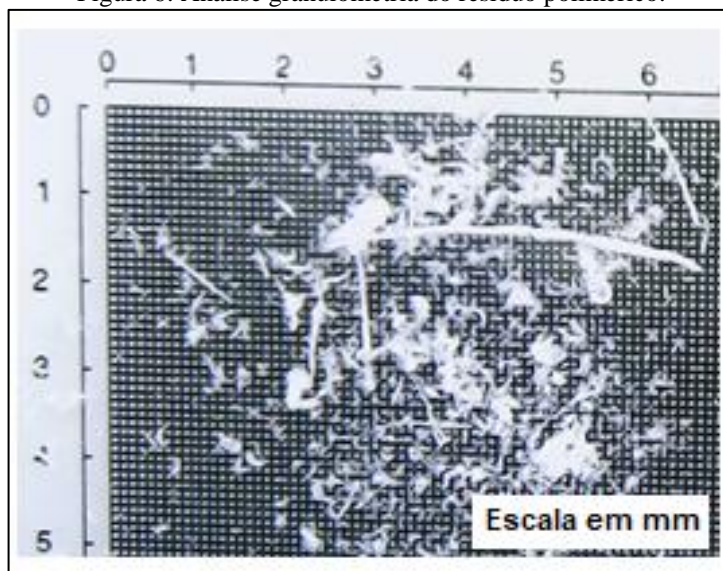


Na curva calorimétrica observa-se a presença de dois eventos endotérmicos cujos picos. um a 127.86°C e outro a 162.10°C. possivelmente referem-se a fusão do polietileno e do polipropileno respectivamente. como observado por Lago (2022). que avaliou a qualidade de polímeros pós-consumo provenientes de empresas de reciclagem. ao avaliar seis amostras de materiais reciclados obteve para o polietileno (PE) temperaturas entre 125°C e 130°C e para o polipropileno (PP) temperaturas entre 159°C e 165°C. Madi (2013). ao determinar as propriedades

mecânicas e térmicas de uma mistura de polietileno reciclado e polipropileno virgem. observou picos endotérmicos para polietileno 129 e 160°C para polipropileno.. valores similares ao encontrado neste trabalho. Também associando os resultados de DSC com os resultados obtidos no FTIR-ATR. podemos constatar que a maior parte dos resíduos corresponde ao Polipropileno uma vez que se observou os picos característicos do polipropileno. A temperatura de fusão (T_m) de 127°C observada no DSC pode estar associada a presença de polietileno nos resíduos. o que segundo Madi (2013). a contaminação de resíduos de PE no PP. são comuns nos processos de reciclagem por serem polímeros com características similares. No FTIR não foi possível observar com clareza a presença do PE. uma vez que devido a pequena porção de polietileno presente no Resíduo Polimérico. possivelmente os picos do PP podem ter encoberto os picos característicos do PE. os quais são próximos aos do PP. os picos de 1166 cm^{-1} e 699 cm^{-1} podem ser associados a presença do PE.

Na caracterização ótica dos resíduos poliméricos observou-se que são constituídos de partículas lamelares que variam de aproximadamente 0.2 mm a 5 mm. como mostrado na Figura 6. microscópica ótica do resíduo polimérico. sob uma malha milimétrica.

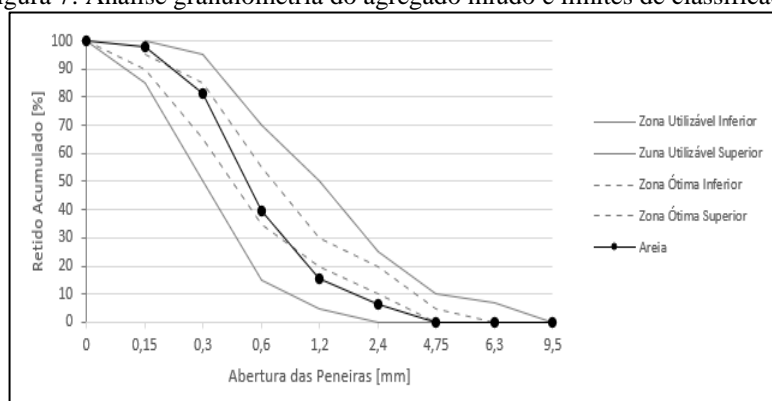
Figura 6: Análise granulometria do resíduo polimérico.



Fonte: Os Autores (2023)

A análise granulométrica da areia manteve-se entre os limites granulométricos conforme classificação da norma NBR 7211 2005. Figura 7. mostra a granulometria dos agregados miúdo e os limites de classificação das partículas.

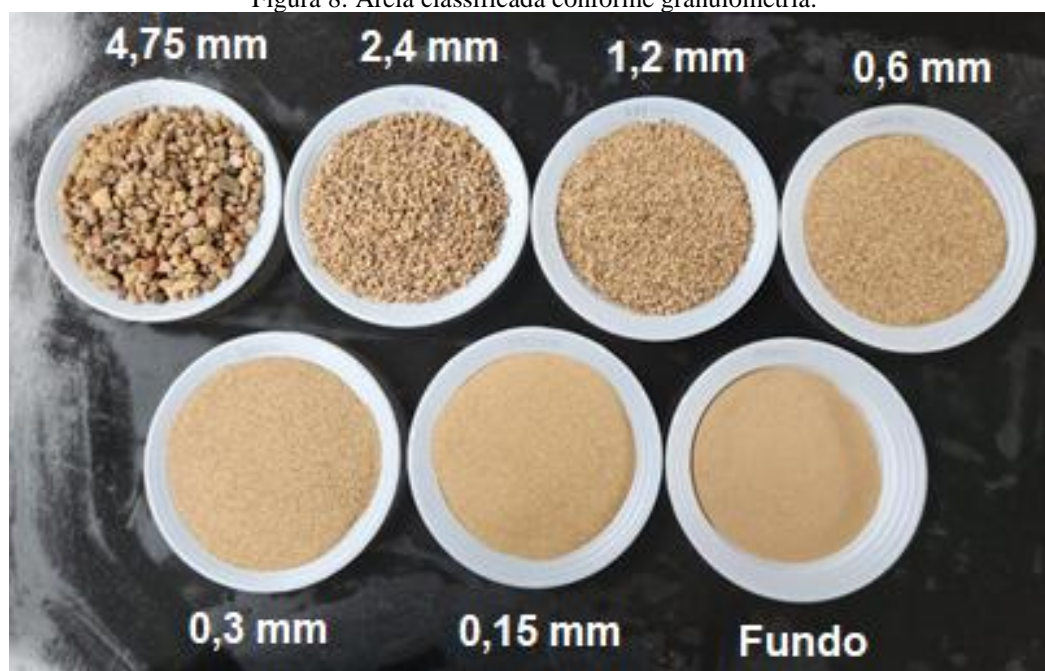
Figura 7: Análise granulometria do agregado miúdo e limites de classificação.



Fonte: Os Autores (2023).

A Figura 8. apresenta os diferentes tamanhos de grãos de areia obtidos após classificação granulométrica.

Figura 8: Areia classificada conforme granulometria.

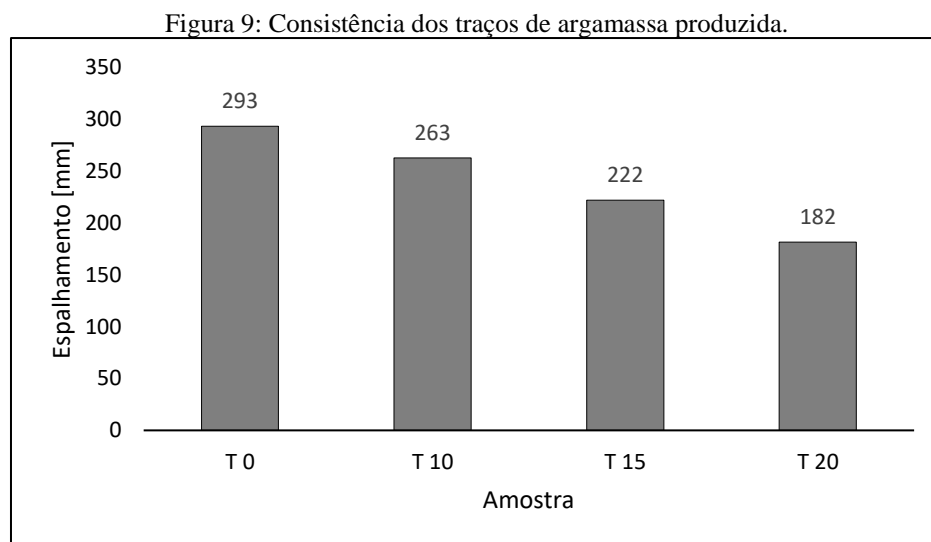


Fonte: Os Autores (2023).

Materiais cimentícios poliméricos. vem sendo foco de estudos segundo Garcia *et al* (2021). devido a sua capacidade de resistir a ambientes agressivos. O polipropileno. material predominante identificado na caracterização dos resíduos analisados. tem sido amplamente avaliado como material. para compostos cimentícios. Com a análise dos agregados. a areia e o RP. constatou-se que ambos estão dentro dos limites utilizáveis para agregados miúdos possibilitando a produção de argamassa. visto que conforme Patricio *et al* (2022). a composição

granulométrica. a forma e a textura superficial dos agregados determinam, principalmente as propriedades no estado fresco de compostos argamassados. quanto mais alongadas, angulosas e ásperas forem as partículas maior será o consumo de cimento da mistura e também têm significativa influência nas propriedades do estado fresco de materiais cimentícios como: a porosidade, a massa específica e a consistência.

A análise de consistência indica diminuição do índice de consistência linear com o aumento da substituição de areia por resíduo polimérico, diminuindo 10% para adição de 10% de fibras, 24.2% para substituição de 20% e 37.8% para substituição de 20% de resíduos, como apresentado na Figura 9. Comportamento semelhante também foi observado por Garcia *et al* (2020), em que a consistência dos traços produzidos diminuiu à medida que aumentava o percentual de substituição de areia por resíduos de polipropileno.

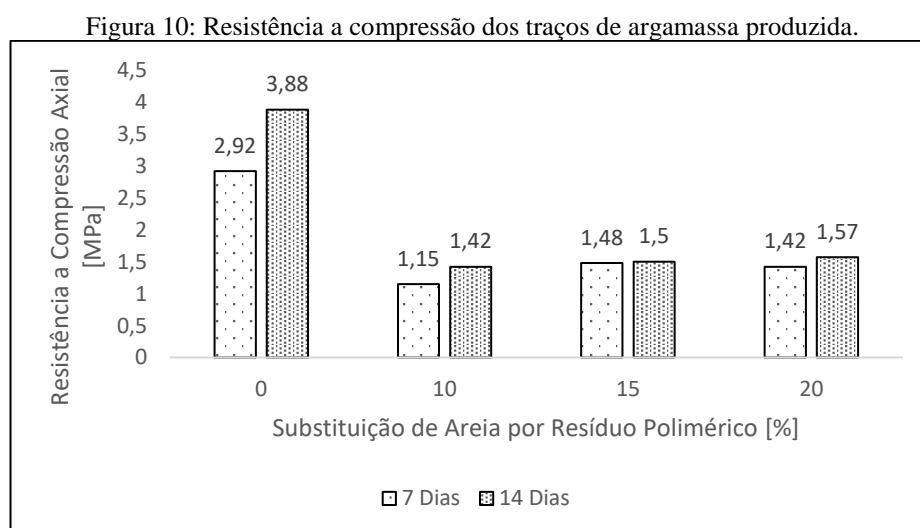


Fonte: Os Autores (2023).

Em contrapartida, Mouats *et al* (2021), ao avaliarem a consistência de argamassas com adição de resíduos de polipropileno em tiras de 2 mm x 5 cm, obtiveram um aumento linear com adição de 15% tal comportamento foi atribuído a forma dos resíduos, fibras longas, as quais se emaranhavam, já com adição de resíduos superior a 15% observaram a diminuição da consistência, a qual atribuíram principalmente a natureza hidrofóbica dos polímeros, uma vez que ao não absorverem água, o sistema terá mais água livre tornando a argamassa menos consistente. Neste trabalho observou-se que em todos os traços produzidos ocorreu a diminuição da consistência, provavelmente devido a forma e tamanho dos resíduos, como observado na Figura 6, por serem em maior quantidade pó, preenchem os vazios entre os grãos de areia e associados

a natureza hidrofóbica dos resíduos poliméricos. aumentam a quantidade de água livre tornando a argamassa menos consistente (maior fluidez).

Nos resultados obtidos de resistência a compressão axial das argamassas. Figura 10. percebe-se a diminuição da resistência com a substituição da areia por resíduos poliméricos. Segundo Garcia *et al* (2021). a redução da resistência a compressão das argamassas substituídas ocorre devido a menor interação química entre o polímero e a matriz cimentícia e. principalmente. devido a menor resistência mecânica intrínseca dos polímeros em relação aos agregados minerais (areia). Conforme Popa et al. (2023). a redução de resistência se dá devido ao fato de que os agregados poliméricos apresentam uma superfície lisa. são impermeáveis e menos resistentes. que os agregados minerais. podendo assim. vir a comprometer a interação matriz e agregado.



Fonte: Os Autores (2023).

Para substituição de 10% de agregado miúdo por resíduo a diminuição na resistência a compressão foi de 60.6% em 7 dias e 63.4 % 14 dias. nas amostras com substituição de 15% ocorreu uma diminuição de 49.3 % em 7 dias e 61.3 % em 14 dias. Para substituição de 20% apresentou diminuição de 51.3 % em 7 dias e 59.5 % em 14 dias. sempre em comparação a amostra controle. Quando comparamos as amostras entre si. percebe-se um aumento da resistência com o aumento da quantidade substituída em 14 dias. mas. tal aumento é significativo. Considerando parâmetros estabelecidos pela norma ABNT NBR 13281-2005. que estabelece os requisitos para argamassas de revestimento. com classes e faixas de resistência a compressão sendo: P1 \leq 2.0 MPa. P2 1.5 a 3.0 MPa. P3 2.5 a 4.5 MPa. P4 4.0 a 6.5 MPa. P5 5.5 a 9.0 MPa e P6 $>$ 8.0 MPa. as argamassas produzidas. após 14 dias com substituição parcial de areia de 10%.

15% e 20% por resíduo polimérico. se caracterizam como classe P1. apresentando resistência a compressão menor a 2 MPa.

Os resultados encontrados. mantém o comportamento de análises de substituição de areia por resíduos poliméricos. encontrados na literatura: Patrício *et al* (2022). Soares Neto e Mendes (2021). onde a diminuição de resistência a compressão em relação a referência. ocorre devido a adição dos resíduos poliméricos.

Outros pesquisadores avaliaram juntamente com a substituição de areia por resíduos poliméricos a adição de outros materiais e tratamento dos resíduos poliméricos. obtendo melhoras em algumas propriedades das argamassas. Popa *et al* (2023). constataram que a utilização de fibras de polipropileno. juntamente com carbonato de cálcio e oxido de alumínio. proporcionou aumento da rugosidade superficial do polipropileno. e melhor intertravamento mecânico entre a fibra e a matriz cimentícia. Abdulrahman e Bzeni (2022). avaliaram a utilização de fibras de polipropileno em argamassas de revestimento comerciais obtendo melhora na resistência ao arrancamento.

A utilização de o *metacaulim*. em conjunto com o polipropileno. pode ser uma alternativa para melhorar a interação matriz agregado. tais como: o *metacaulim*. avaliado por Soares e Mendes (2021). avaliaram cimentos a base de *metacaulim*. e observaram. melhora na retração por secagem. na penetração de cloretos e na resistência à temperatura. El-Seidy *et al* (2023). utilizaram resíduos de polipropileno e vidro para substituir totalmente a areia natural. na construção de painéis para isolamento térmico e acústico. Esses resultados indicam possível viabilidade de utilização de resíduos juntamente com a utilização de aditivos e tratamento dos resíduos. mas. necessita-se avaliar se as melhoras são relacionadas ao conjunto aditivo/tratamento ao polímero. ou se. por si só o aditivo. já proporcionaria melhorias que sejam significativas.

CONCLUSÕES

Materiais cimentícios são os mais utilizados na construção civil. demandando grandes quantidades de areia. um dos seus principais componentes. em vista dos impactos ambientais gerados na sua extração. tem-se buscado materiais que possam substituir. assim os resíduos poliméricos são uma alternativa. Com análise do resíduo polimérico identificou-se sua principal composição como sendo polipropileno. com forma lamelar. como visto na literatura. propicio para utilização como substituto parcial de agregado mineral na fabricação de argamassas de

revestimento. Também se faz necessário maior controle de processos de manipulação desses resíduos. principalmente na secagem. conforme constatado na análise FTIR-ATR onde se observou a presença de água nas amostras.

Os testes preliminares de produção de argamassa. apresentaram uma diminuição na resistência com a substituição do agregado mineral por resíduo polimérico analisado. mesmo assim. as amostras produzidas obtiveram resistência equivalente a encontradas na literatura em pesquisas similares e atingiram resistência Classe P1 segundo a norma ABNT NBR 13281-2005. Demonstrando a viabilidade na utilização de resíduos poliméricos. como os caracterizados neste estudo. na utilização para produção de argamassas de revestimento. considerando-se que as avaliações prévias e testes realizados demonstraram compatibilidade do resíduo com compostos cimentícios a base de cimento Portland e outros aditivos comumente utilizados na construção civil.

O desenvolvimento de um material cimentício com melhor desempenho. visto que os compósitos à base de cimento têm sido comumente usados na engenharia devido à sua versatilidade e custo relativamente baixo. aliado ao reaproveitamento de resíduos poliméricos. que não poderiam ser reaproveitados para fins industriais. diminuir os impactos ambientais e contribuir para a economia circular.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IFRS-Campus Farroupilha. FAPERGS. CNPQ e CAPES. apoios e bolsas ao projeto.

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram que não possuem interesses financeiros ou relações pessoais que possam ter influenciado o trabalho apresentado neste artigo.

REFERÊNCIAS

ABDULRAHM. Payam Ismael; B ZENI. Dillshad Khidnir. Bond strength evaluation of Polymer modified cement mortar incorporated with polypropylene fibers. **Cases Studies in Construction Materials**. v.17. e.01387. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01387>.

ABIDI. Nouredine. FTIR Microspectroscopy. Cham. Switzerland: Springer International Publishing. 2021.

AMORIM. Laudenor. **Avaliação de compósitos de polipropileno virgem e polietileno reciclado reforçados com fibras de sisal para aplicações em peças automotivas.** Dissertação (Engenharia e Ciência de Materiais) Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2018.

Agilent. ATR-FTIR Spectroscopy. Disponível em: <https://www.agilent.com/en/product/molecular-spectroscopy/ftir-spectroscopy/atr-ftir-spectroscopy>. Acesso jun 2025.

CANEVAROLO JR. Sebastião V. et al. Técnicas de caracterização de polímeros. **Artliber. São Paulo.** v. 430. n. 2004. 2004.

CÁCERES. Carlos A.; CANEVAROLO. Sebastião V. Degradação do polipropileno durante a extrusão e a geração de compostos orgânicos voláteis. **Polímeros.** v. 19. p. 79-84. 2009.

EL-SEIDY. Eslam. CHOUGAN. Mehdi; SAMBUCCI. Matteo; AL-KEETAN. Mazen J.; VALENTE. Marco; GRAFFAR. Seyed H. Lightweight alkali-activated materials and ordinary Portland cement composites using recycled polyvinyl chloride and waste glass aggregates to fully replace natural sand. **Construction and Building Materials.** v.369. e.130399. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.130399>.

FERREIRA. Larissa; MONARO. Daniel Luis Garrido; PLENS. Ana Carolina de Oliveira. A importância da economia circular para produtos feitos à base de polímero: uma análise de conteúdo. **Brazilian Journals of Business.** v. 3. n. 1. p. 33-48. Curitiba. 2021. DOI: <http://doi.org/10.34140/bjbv3n1-003>.

GARCIA. Adson; SILVA. Barbara; SOARES. Junior; SOUZA. Grazielle. Avaliação das propriedades no estado fresco e endurecido de argamassas produzidas com resíduos de Polipropileno triturados. **7º Encontro Nacional da Construção Civil.** Porto Alegre. 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2674-6425.2020.001>.

LAGO. Guilherme Leite. **Avaliação da qualidade do polipropileno pós-consumo provenientes de empresas de reciclagem.** Dissertação (Engenharia de Minas Metalúrgica e de Materiais) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2022.

IMA NETA. Maria Henriqueta Conceição. **Estudo do aproveitamento de resíduo polimérico em substituição parcial do agregado miúdo em argamassa.** Dissertação (Engenharia Civil) Universidade Federal do Amazonas. Manaus. 2020.

MADI. N. K. Thermal and mechanical properties of injection molded recycled high density polyethylene blends with virgin isotactic polypropylene. **Materials & Design.** v. 46. p. 435-441. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2012.10.004>.

MENDONÇA. Ana Maria Gonçalves Duarte; SOUZA. Loredana Melyssa Costa de; LIRA. Yane Coutinho; SOUSA NETO. Valter Ferreira de; NUNES. Camila Gonçalves Luz; PERREIRA. Pedro Henrique dos Santos. DINIZ. Maria Ingridy Lacerda. Argamassas manufaturadas com substituição parcial do cimento por PET triturado. **Brazilian Journal of Development.** v.7. n.5.

p. 44099-44109. Curitiba. 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv.v7i5.29193>.

MOHAMMED. Osamah.; HILAL. Nahla; HAMA. Sheelan.; SOR. Nadhim; BANYHUSSAN. Qais.; TAWFIK. Taher. Durability and hardened characteristics of cement mortar incorporating waste plastic and polypropylene exposed to $MgSO_4$ attack. **Results in Engineering**. v. 24. 103310. 2024. DOI: 10.1016/j.rineng.2024.103310.

MOUATS. Wassila; ABDELOUAHED. Assia; HEBHOUB. Houria; BOUGHAMSA. Wassila. The Effect of plastic waste fiber on mortar performance. **Architecture Civil Engineer Environment**. v. 4. p.95-103. 2021.

PATRÍCIO. Solange da Rocha; et al..Comportamento mecânico de argamassas produzidas com PET triturado em substituição parcial ao agregado convencional. **Research. Society and Development**. v. 11. n. 4. e13211426422. 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i4.26422>.

POLETTO. Matheus. Compósitos termoplásticos com madeira - uma breve revisão. **Revista Interdisciplinar de Ciência Aplicada**. Bento Gonçalves. v.2. n. 4. p. 42-48.2017.

POPA. M. M.; LEUTERITZ. A.; KUHNERT. I.; MECHTCHERINE. V.; SCHEFFELER. C. Micromechanical study on polypropylene-bicomponent fibers to improve mechanical interlocking for application in strain-hardening cement-based composites. **Cement and Concrete Composites**. v.142. e.105181. 2023.

SILVA. Danilo de Almeida; MELLO. Carlos Eduardo Luna de; GEYER. André Luia Bortolacci. Estudo da influência do agregado graúdo inadequado nas propriedades dos concretos fresco e endurecido. **Principia**. V.60. p.387-407. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.18265/1517-0306a2021id6050>.

SOARES NETO. Gustavo; MENDES. Everton. Análise do comportamento mecânico da argamassa com materiais poliméricos. **Contecc**. 2021

SOUZA. A.T.. et al. **Comparativo entre argamassas aditivadas e mista: análise dos aditivos incorporador de ar, retentor de água e plastificante**. VI Congresso Engenharia Civil. UFJF. Juiz de Fora -MG Brasil. maio 2025.