

ANÁLISE REOLÓGICA E ÓPTICA DE COMPÓSITOS PP/MDP EXPOSTOS AO INTEMPERISMO NATURAL

Matheus J. Silva^{1,2}, Adriana Moura², Isabela B. Matos^{1,2}, Ruth M. C. Santana²

¹*Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil. (matheus.jaskulski@ufrgs.br)*

²*Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.*

Resumo: Foram desenvolvidos e avaliados corpos de prova de compósitos formados por MDP (Painel de Fibra de Densidade Média) e PP (polipropileno), pós consumo. Os painéis de MDP foram submetidos a imersão em água por 7, 15 e 30 dias, simulando a catástrofe climática ocorrida em 2024 em Rio Grande do Sul. Amostras dos compósitos PP/MDP (70:30) foram expostas ao intemperismo natural por 3 meses ao clima de Porto Alegre. A exposição ao intemperismo causou a degradação com alterações na cor dos corpos de prova e no comportamento reológico em compósitos não aditivados. Por outro lado, os aditivos antioxidantes comprovaram a sua eficácia, preservando a cor e a integridade dos compósitos.

Palavras-chave: compósito termoplástico; intemperismo natural; polipropileno; MDP, antioxidantes.

INTRODUÇÃO

O modelo atual de organização social é visto como arriscado, chegando a ser chamado de sociedade de risco, porque imprime um estilo de vida em que há incerteza sobre as consequências do desenvolvimento econômico e social. Entre as situações que trazem vulnerabilidade à humanidade, os desastres ambientais se destacam (Gresele, Messias e Signor, 2024).

Essa vulnerabilidade tornou-se evidente em 2024, quando duas cidades em continentes diferentes foram ligadas por uma tragédia comum: Porto Alegre, no Brasil, e Valência, na Espanha, ambas afetadas por fortes chuvas que deixaram traumas e vestígios de destruição. Foi a pior enchente registrada na história do Rio Grande do Sul, com 1,6 milhão de hectares afetados ("A tale of two cities: What drove 2024's Valencia and Porto Alegre floods?", [s.d.]). Dentre os resíduos gerados por tais eventos, o MDP (Painéis de Fibra de Densidade Média), um material amplamente utilizado na indústria de móveis e construção, o que representou um volume significativo de resíduos gerados, na ocasião, como por exemplo o MDF e MDP. Quando afetado por desastres naturais, como enchentes, o MDP absorve grandes volumes de água, perde sua integridade estrutural e se torna um resíduo difícil de descartar, gerando sérios problemas ambientais e sociais. (Natalli, 2020)

De acordo com Natalli, o MDP é formado por três camadas de partículas de madeira, uma mais grossa no meio e duas finas nas superfícies. Esse tipo de

composição faz com que o produto tenha uma maior resistência estrutural. Outra vantagem é que ele é mais resistente à umidade do que o MDF.

Diante da urgência em gerenciar esses rejeitos, a ciência de materiais foca no reaproveitamento desse material para a criação de novos compósitos (madeira plástica). Polímeros (plásticos) são essenciais na sociedade devido à sua versatilidade e baixo custo, sendo onipresentes em diversas indústrias, comércio e residências (Nanda *et al.*, 2021). Plásticos de engenharia e commodities são comuns. Os commodities, como PE, PP, PS, PVC e PET, têm baixo valor agregado e são produzidos em larga escala (Onofrio Neto, 2021). O crescente descarte destes como resíduos, são muito difíceis de degradar, levantando preocupações de impactos ambientais. Há um foco no desenvolvimento de materiais multifuncionais eficientes e de baixo custo. (Silva e Marchi, 2025).

Nesse sentido, o estudo de resíduos poliméricos pós-consumo — especialmente embalagens plásticas — ganha relevância por sua crescente participação na composição dos resíduos urbanos. A importância de seu estudo baseia-se em características como o manuseio lento, comprometendo a vida útil dos aterros sanitários devido à dificuldade de identificação e seleção de diferentes tipos, mas também pelo seu alto potencial econômico para reutilização e reciclagem (Dias, Balieiro e Pedreiro, 2024). Embora seja reconhecido por sua versatilidade e facilidade de processamento, o PP é um dos termoplásticos mais consumidos globalmente. Por conseguinte, o estudo

propõe o desenvolvimento do compósito PP/MDP com a reciclagem de MDP pós enchente, buscando a avaliação da sua degradação em intemperismo natural. A avaliação se deu após 3 meses de exposição ao intemperismo natural na cidade de Porto Alegre. Foram analisadas as propriedades reológicas e ópticas de compósitos de PP reforçado com resíduos de MDP (previamente submersos na água por 7, 15 e 30 dias). Por meio da análise comparativa entre o tempo inicial (T0) e o tempo final de 3 meses (T3), buscou-se verificar a influência da adição de agentes protetores.

MATERIAL E MÉTODOS

• Materiais

Nesse trabalho foram utilizados polipropileno (PP) pós consumo, *Medium Density Particleboard* ou, em português, Pannel de Fibra de Densidade Média (MDP) simulado, e aditivos: antioxidante fenólico primário (Irganox 1010), antioxidante secundário (Irgafos 168) e fotoestabilizante (Tinuvin 292).

Para simular o efeito de eventos extremos de inundação como o ocorrido no Rio Grande do Sul, as amostras de MDP foram submetidas à submersão total em água por três períodos distintos: 7, 15 e 30 dias (Figura 1). Após cada período de submersão, a carga foi seca em estufa, por 24h a 60°C, até atingir massa constante para posterior processamento. A carga vegetal utilizada consistiu em pó de madeira (MDP), de granulometria >0,750 mm, triturado em moinho de facas.



Figura 1. Amostras de MDP submerso em água para simulação da enchente.

• Preparação dos compósitos

Os compósitos foram preparados em bateladas de 40 g em uma câmara de mistura interna (HAAKE Rheomix OS, Thermo Scientific), como mostra na Figura 2. As condições de mistura usadas foram: temperatura de 200 °C, velocidade dos rotores de 60 rpm e tempo de processamento de 7 minutos. Os compósitos sem aditivos (C SA) foram preparados na proporção 70% de PP e 30% de MDP em massa. Os compósitos com aditivos (C CA) foram preparados na proporção 70:30, com 1,5% de aditivos. A

composição centesimal das amostras é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição das amostras investigadas.

Amostra	PP (%)	MDP*(%)	Aditivos (%)
C SA (T0)	70,00	30,00	-
C SA (T3)	70,00	30,00	-
C CA (T0)	68,95	29,55	1,50
C CA (T3)	68,95	29,55	1,50

Obs.: Compósito PP/MDP (C);

MDP* - 7,15 e 30 dias submersos em água.

C SA T0= compósito sem aditivo no tempo zero

C SA T3= compósito sem aditivo após três meses de intemperismo

C CA T0=compósito com aditivo no tempo zero

C CA T3=compósito com aditivo após três meses de intemperismo



Figura 2. Amostras na câmara de mistura.

• Processamento dos corpos de prova

Os compósitos foram transformados em corpos de prova por injeção em uma Mini Injetora da marca Thermo Scientific, modelo Haake MiniJet II. Foram colocados de 3g a 4g de amostra, pré-aquecidos por 1 min, com as seguintes condições: temperatura do cilindro de 200 °C, temperatura do molde de 40 °C, pressão de injeção de 500 bar por 12 segundos e pressão de descarga de 380 bar por 10 segundos.

• Envelhecimento no intemperismo natural

Para simular a degradação em ambiente real, as amostras foram expostas ao intemperismo natural no campus da UFRGS, na cidade de Porto Alegre-RS entre os meses de agosto à novembro de 2025. Os corpos de prova foram fixados com abraçadeiras de nylon em uma tela mosquiteiro, posteriormente colocados em uma estrutura com angulação de 45° em relação ao solo (Figura 3). O tempo total de exposição foi de 3 meses (T3). Com o auxílio do INMET foi monitorado as condições climáticas tais como à

radiação ultravioleta, precipitação, umidade e variações térmicas.



Figura 3. Imagem de corpos de prova expostos ao intemperismo natural na cidade de Porto Alegre.

- Análise óptica

Para a caracterização das propriedades ópticas e de brilho superficial das amostras, utilizou-se um espectrofotômetro portátil da marca BYK-Gardner, modelo spectro-guide sphere gloss. O equipamento opera com geometria de esfera ($d^{\circ}8$). As leituras foram realizadas sob o iluminante padrão D65 e observador padrão de 10° . Foram determinadas as coordenadas cromáticas no sistema CIELab (L^* , a^* , b^*) e o parâmetro de brilho (G^*) com geometria de medição a 60° .

- Índice de branqueamento

A quantificação do fenômeno de branqueamento superficial foi realizada através do cálculo do Índice de Branqueamento (WI), que mensura a proximidade da cor da amostra em relação ao branco ideal ($L^* = 100$; $a^* = 0$; $b^* = 0$). O cálculo utilizou os dados obtidos via espectrofotometria conforme a Equação 1:

$$WI = 100 - \sqrt{(100 - L^*)^2 + a^{*2} + b^{*2}} \quad (1)$$

- Índice de Fluidez do fundido (IF)

Os compósitos foram submetidos a análise do índice de fluidez (IF) em um plastômetro de extrusão da marca CEAST, modelo Modular Line, programados na temperatura de 230°C , com 120 segundos de pré-aquecimento, peso de 2,16 kg e tempo de corte de 10 segundos para os compósitos com e sem aditivos, conforme estabelecido na norma ASTM D1238.

Durante o ensaio de índice de fluidez, mediu-se o diâmetro dos filamentos obtidos no plastômetro para o cálculo do inchamento do extrusado (β). O inchamento foi determinado pela razão entre o diâmetro médio do filamento (D_s) resfriado e o diâmetro nominal da matriz (D_i) do equipamento (2,00 mm), conforme a Equação 2:

$$\beta = \frac{D_s}{D_i} \quad (2)$$

Este parâmetro foi utilizado como um indicativo da recuperação elástica e da interação entre a matriz de PP e a carga de MDP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Condições climáticas

A temperatura do ar atua como um agente sinérgico no intemperismo natural, funcionando como um catalisador térmico para as reações de oxidação induzidas pela radiação solar (Feldman, 2002). Durante o monitoramento, os dados do INMET registraram uma elevação progressiva nas médias térmicas diárias (Figura 4), característica da transição estacional para a primavera. Houve um aquecimento total de 34,20% desde o início do experimento em agosto até o final em novembro de 2025.

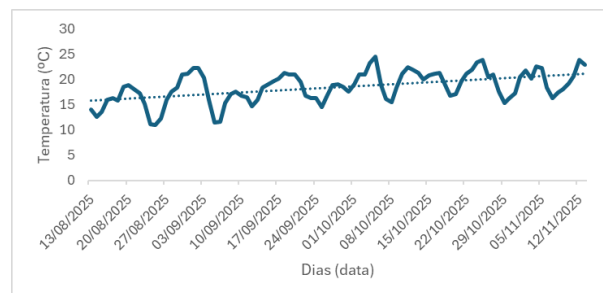


Figura 4. Temperatura média em Porto Alegre dentre os meses de agosto à novembro.

A umidade relativa do ambiente também atua de forma sinérgica com a radiação solar, promovendo o estresse higroscópico nas fibras vegetais presentes no compósito (SILVA, 2014). Os registros indicaram médias de umidade frequentemente elevadas (Figura 5), muitas vezes superiores a 80,0%, intercaladas com períodos de menor saturação hídrica. Houve uma redução total de 7,31% na umidade média entre o início e o fim do experimento, que pode estar influenciado pelo aumento da temperatura média.

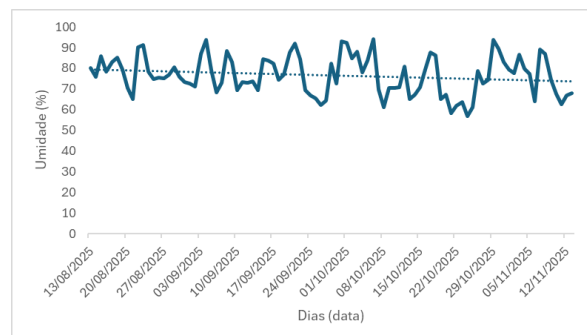


Figura 5. Umidade média na região de Porto Alegre no período de agosto à novembro de 2025.

A radiação solar global é o parâmetro ambiental de maior impacto energético na degradação do polipropileno expostos ao ar livre. Os dados revelaram um aumento expressivo (Figura 6) e progressivo no fluxo de energia radiante acumulada, com picos de incidência que se tornaram mais frequentes e intensos com a proximidade do verão. A energia proveniente da radiação ultravioleta (UV) é capaz de romper as ligações químicas da matriz de polipropileno (C-C e C-H) (Dalfré, Sarti Júnior e Araújo, 2021). Houve um aumento de aproximadamente 79.6% na radiação média entre o início (agosto) e o fim (novembro) de 2025 do monitoramento.

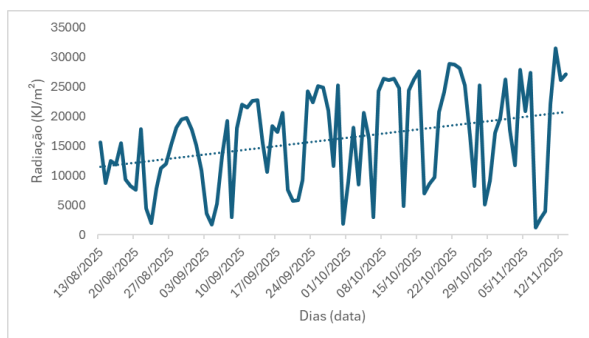


Figura 6. Radiação UV média na região de Porto Alegre durante os meses de agosto à novembro.

Na Figura 7 é mostrado a precipitação no período avaliado, onde verifica-se que a maior frequência de chuva foi entre os meses de agosto e início de setembro de 2025. A precipitação pluviométrica desempenha um papel fundamental na cinética de degradação superficial, atuando principalmente no processo de degradação dos polímeros causando degradação hidrolítica especialmente na fibra vegetal (Souza et al., 2016).

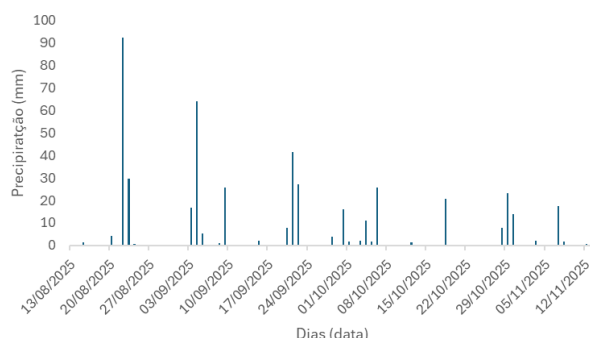


Figura 7. Precipitação média nos meses de agosto a novembro em Porto Alegre.

• Colorimetria

A alteração visual mais evidente em compósitos expostos ao intemperismo é a variação dos parâmetros de cor e brilho, conforme mostrado na Tabela 2.

Tabela 2: Valores da colorimetria das amostras.

Amostras		L*	a*	b*	G*
C AS T0	7d	36.1±0.7	6.33±0.8	9.28±0.6	25.5±0.6
	15d	36.1±0.8	8.83±0.4	13.78±1.6	21.1±3.0
	30d	38.4±0.7	8.52±0.4	14.71±1.5	17.8±2.7
C CA T0	7d	35.6±0.8	7.52±0.2	11.59±0.4	21.5±0.8
	15d	37.1±0.9	7.93±0.3	12.78±0.7	18.5±2.4
	30d	36.4±0.6	8.04±1.0	12.71±1.1	18.8±2.2
C SA T3	7d	48.6±0.8	4.37±0.4	8.36±0.5	12.9±0.8
	15d	50.2±0.7	4.38±0.3	9.51±1.3	13.9±1.8
	30d	51.2±0.6	5.88±0.3	12.44±1.2	14.7±1.3
C CA T3	7d	44.6±1.2	4.04±0.5	7.78±2.0	22.2±2.1
	15d	49.1±1.5	5.22±0.2	10.28±0.5	18.4±1.0
	30d	45.6±1.1	8.27±0.3	14.81±1.4	19.0±1.2

O aumento generalizado da luminosidade (L) (Figura 8) é um indicador clássico da degradação de alguns componentes orgânicos da madeira que geralmente proporciona a cor. A radiação UV promove a quebra das estruturas cromóforas, resultando na exposição de fibras de celulose clareadas e no branqueamento da superfície do material após 3 meses de exposição ao intemperismo natural no período avaliado, cabe ressaltar que essa mudança drástica de cor foi só da superfície do lado exposto. A estabilização das propriedades ópticas ocorre quando agentes protetores conseguem interceptar os radicais livres gerados pela radiação, reduzindo a velocidade da cisão de cadeia e preservando a interface matriz-carga (Teles, Florian e Costa, [s.d.])

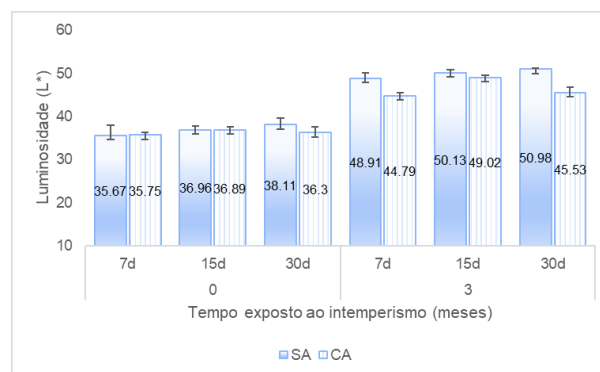


Figura 8. Luminosidade (L) dos compósitos antes (T0) e após 3 meses de exposição (T3).

O índice de branqueamento comprova matematicamente, de acordo com a Figura 9, que o aditivo seguiu a cor original, evitando que o material se aproximasse tanto do branco ideal quanto as amostras sem proteção.

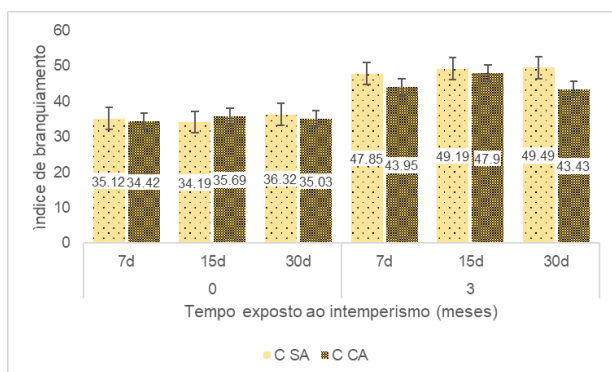


Figura 9. Índice de branqueamento das amostras.

O equipamento opera com geometria de esfera ($d/8$), configuração que assegura medições precisas e estáveis mesmo em superfícies que apresentam variações de rugosidade decorrentes do intemperismo natural. A Figura 10 mostra o comparativo visual dos resultados apresentados nas Figuras 8,9,11 e 12.

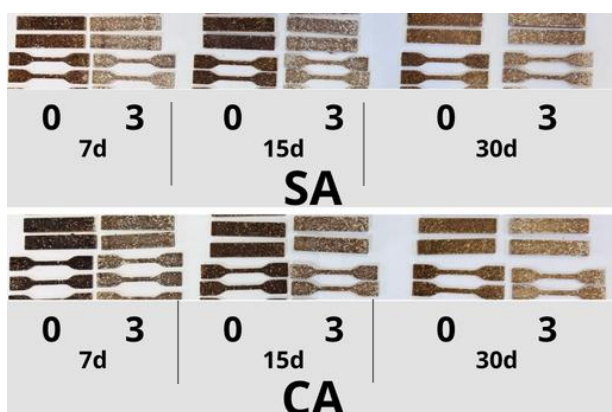


Figura 10. Comparativo de corpos de prova antes de (T0) e após 3 meses de exposição (T3).

Durante o intemperismo, os compósitos apresentaram mudanças nos parâmetros colorimétricos “a” e “b”. As variações em “a” positivo (tendência avermelhada) pode estar indicando a degradação da matriz polimérica e da fibra vegetal (MDP), e embora a lignina possua compostos fenólicos, acredita-se que grande parte, possam ter sido consumidas na exposição ao intemperismo natural da cidade de Porto Alegre, no período avaliado. Cabe ressaltar que a lignina ao igual que os demais componentes da madeira possuem grupos cromóforos que pode levar a degradação desses componentes expostos. A redução da componente vermelha (Figura 11) costuma acompanhar o processo de clareamento superficial, à medida que os cromóforos da madeira são consumidos.

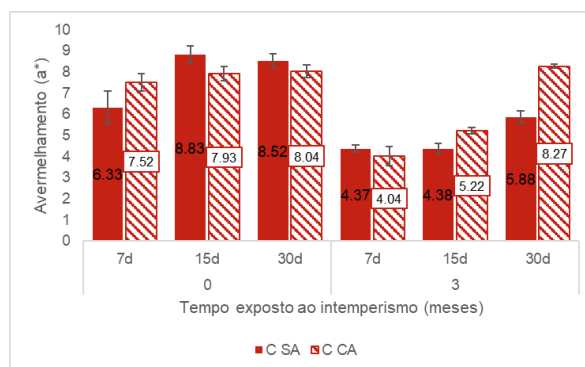


Figura 11. Parâmetro a* correlacionado à cor vermelha das amostras avaliadas.

O aumento do parâmetro colorimétrico “b” positivo (amarelo) é um dos principais indicadores da fotodegradação de polímeros como o polipropileno. No caso dos compósitos PP/MDP, o valor de b reflete o equilíbrio entre o amarelamento da matriz plástica por oxidação, como mostra a Figura 12.

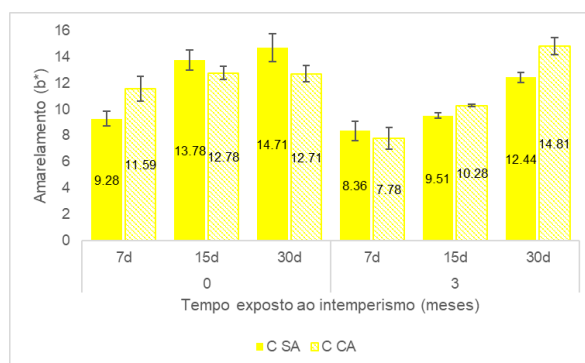


Figura 12. Parâmetro b* correlacionado à cor amarela das amostras avaliadas.

Avaliando ambas Figuras 11 e 12, observa-se que após 3 meses de exposição a superfície de todos os compósitos apresentaram valores menores dos parâmetros colorimétricos a e b, indicando perda de intensidade da cor da madeira. Mas que as superfícies dos compósitos com aditivos estabilizantes apresentaram maiores valores destes parâmetros, quando comparado aos compósitos não aditivados, fato esperado, indicando a função de proteção. Por outro lado, verifica-se que as fibras MDP com maior tempo de submersão na água influenciaram nos maiores valores de estes parâmetros a e b nos compósitos.

A exposição ao sol e à chuva causa uma mudança no brilho das amostras, devido à erosão da matriz de polipropileno e da fibra MDP (Figura 13). A perda de brilho é o resultado físico do aumento da rugosidade superficial (originada pelas variações de temperatura, precipitação e radiação solar), que altera a reflexão da luz de especular (espelhada) para difusa (espalhada), como mostra a Figura 14. Cabe ressaltar que a presença dos aditivos influenciou na estabilidade do

brilho da superfície dos compósitos antes e após 3 meses de exposição.



Figura 13. Imagem da superfície de compósito antes e após 3 meses de intemperismo natural.

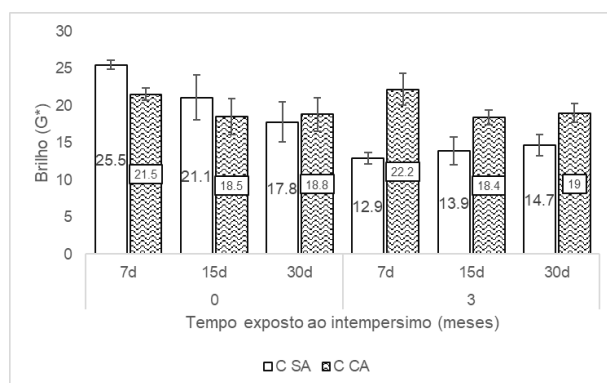


Figura 14. Parâmetro G* representa o brilho das amostras avaliadas.

- Comportamento reológico

Na figura 15 são apresentados os valores do índice de fluidez dos compósitos antes e após 3 meses de intemperismo natural. Observa-se um aumento nos valores de IF após o período de exposição, o que pode estar indicando a fotodegradação térmica e oxidativa do polipropileno. A energia proveniente da radiação solar global acumulada promove o rompimento das ligações químicas das macromoléculas. Esse processo, conhecido como cisão de cadeia, reduz o comprimento das moléculas de PP, o que diminui a viscosidade do fundido e facilita seu fluxo através da matriz do plastômetro (Figura 16), elevando o valor de IF. (Romano, 2017)

A manutenção de índices de fluidez mais estáveis nos grupos aditivados comprova a eficácia do sistema de estabilização. O aditivo atua interceptando os radicais livres gerados pela radiação UV antes que estes propaguem a reação de cisão em cadeia (Krug de Oliveira e Martins Barbosa -, 2020). Dessa forma, a preservação da massa molar original reflete-se em valores de IF mais próximos aos do tempo inicial (T0), garantindo que a durabilidade estrutural do compósito

seja mantida mesmo após eventos climáticos severos, como mostra a Figura 15.

Também foi verificado que os compósitos reforçados com as fibras MDP previamente tratados (com maior tempo submersos em água) apresentaram maiores valores de IF, fato que sugere que alguns compostos da degradação hidrolítica da fibra MDP pode acelerar o processo de degradação.

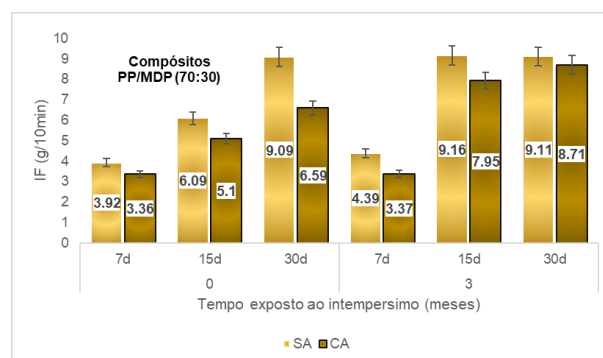


Figura 15. IF dos compósitos antes e após 3 meses de exposição.

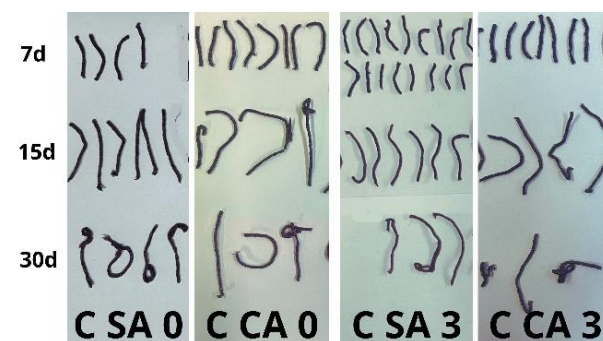


Figura 16. Filamentos das amostras antes (T0) e após 3 meses de exposição (T3) pós IF.

As amostras que sofreram maior degradação (maior IF) tendem a apresentar variações mais bruscas no inchamento, como mostrado na Figura 17. A cisão de cadeia provocada pela radiação UV reduz o comprimento das moléculas, reduzindo o inchamento do filamento. (Rocha *et al.*, 2013)

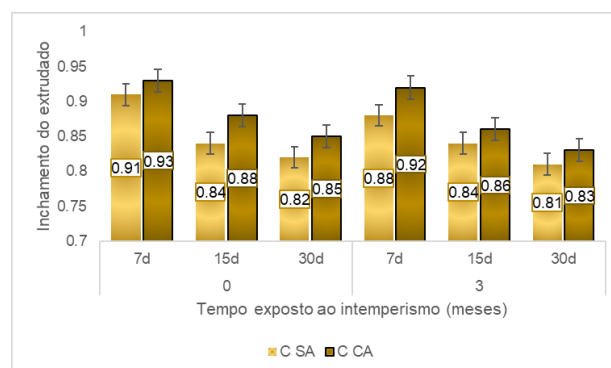


Figura 17. Inchamento do extrudado das amostras analisadas.



CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu avaliar de forma integrada os efeitos da simulação de inundação e da degradação ao intemperismo natural sobre compósitos de PP/MDP, evidenciando que a submersão prévia das fibras vegetais por períodos de até 30 dias atua como um fator crítico de pré-degradação. Os dados meteorológicos coletados entre os meses de agosto e novembro de 2025 na cidade de Porto Alegre indicaram sinergia entre a radiação solar, umidade relativa, temperatura e a precipitação, promovendo a fotoxidação da matriz polimérica (PP) e a lixiviação de extrativos, resultando no branqueamento da superfície exposta das amostras. Observou-se um comprometimento estrutural significativo nas amostras sem aditivação, comprovado pelo aumento do Índice de Fluidez (IF) e pela redução do inchamento do extrudado, o que sugere a ocorrência de cisão de cadeia macromolecular. Contudo, a utilização do pacote estabilizante preservou as propriedades ópticas e a estabilidade reológica do material. Mesmo sob a condição severa de 30 dias de inundação simulada, o aditivo foi capaz de assegurar o IF menor, confirmando sua eficácia em interceptar radicais livres e retardar a fotodegradação estrutural. Portanto, conclui-se que a aditivação é uma estratégia indispensável para assegurar a resiliência de compósitos madeira-plástica em aplicações externas sujeitas a eventos climáticos extremos, garantindo a manutenção da durabilidade estética e da integridade mecânica indispensáveis para a segurança em cenários de reconstrução pós-desastres.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece às agências FAPERGS e CNPQ pelo apoio financeiro. Também ao Laboratório de Materiais Poliméricos (LAPOL) e ao Núcleo de Sustentabilidade (NS) pela estrutura disponível para realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

A tale of two cities: What drove 2024's Valencia and Porto Alegre floods? Disponível em: <<https://news.mongabay.com/2025/03/a-tale-of-two-cities-what-drove-2024s-valencia-and-porto-alegre-floods/>>. Acesso em: 8 mar. 2026.

DA, R.; ROMANO, S. G. Estudo da irradiação do polipropileno para possibilitar o controle de sua degradação ambiental. 20 abr. 2017.

DALFRÉ, G. M.; SARTI JÚNIOR, L. A.; ARAÚJO, C. J. R. V. Protocolo acelerado de degradação do sistema de reforço EBR-CFRP aplicado em vigas de concreto armado. Ambiente Construído, v. 21, n. 3, p. 273–293, set. 2021.

DIAS, F. B.; BALIEIRO, L. T.; PEDREIRO, M. ATERROS SANITÁRIOS: GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 10, n. 12, p. 2891–2936, 11 dez. 2024.

FELDMAN, D. Polymer Weathering: Photo-Oxidation. Journal of Polymers and the Environment, v. 10, n. 4, 2002.

GRESELE, W. D.; MESSIAS, H. C.; SIGNOR, A. Sociedade de Risco e Modernidade Reflexiva: Desafios e Oportunidades na Perspectiva de Ulrich Beck. Revista Mosaico, v. 15, n. 3, p. 365–373, 28 dez. 2024.

KRUG DE OLIVEIRA, G.; MARTINS BARBOSA -, J. Estudo do comportamento degradativo do policarbonato aditivado sob ação da radiação ultravioleta. Universidade Presbiteriana Mackenzie, , 11 dez. 2020. Disponível em: <<https://dspace.mackenzie.br/handle/10899/29332>>. Acesso em: 9 mar. 2026

LUIZ HENRIQUE NATALLI. Subprodutos das indústrias madeireiras como matéria-prima para produção de MDP, 2020. (Nota técnica).

NANDA, S. *et al.* Innovations in applications and prospects of bioplastics and biopolymers: a review. Environmental Chemistry Letters 2021 20:1, v. 20, n. 1, p. 379–395, 29 nov. 2021.

ONOFRIO NETO, J. C. F. Análise e perspectivas do mercado de polipropileno. 2021.

ROCHA, M. C. G. *et al.* Índice de Fluidez: Uma Variável de Controle de Processos de Degradação Controlada de Polipropileno por Extrusão Reativa. Polímeros: Ciência e Tecnologia, v. 4, n. 3, p. 33–37, 3 abr. 2013.

SILVA, C. J. E. Absorção de água em materiais compósitos de fibra vegetal: modelagem e simulação via CFX. 17 mar. 2014.

SILVA, J. P. B. DA; MARCHI, C. M. D. F. (ORIENT.). Novas tecnologias dos resíduos sólidos plásticos para construção de cidades inteligentesUCSal, Universidade Católica do Salvador, , 28 abr. 2025. Disponível em: <<https://ri.ucsal.br/handle/123456789/5617>>. Acesso em: 8 mar. 2026

SOUZA, R. B. DE *et al.* INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS ATMOSFÉRICAS NA DEGRADAÇÃO DOS MATERIAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL. REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 13, n. 1, 31 ago. 2016.

TELES, R. F.; FLORIAN, A.; COSTA, D. INFLUÊNCIA DO INTemperismo ACELERADO NAS PROPRIEDADES COLORIMÉTRICAS DA MADEIRA DE ANGELIM PEDRA. p. 65–70, [s.d.].