

COMPÓSITO DE POLIPROPILENO RECICLADO COM REFORÇO DE PARTÍCULAS DE CARBONATO DE CÁLCIO NA INDÚSTRIA DE ELETRODOMÉSTICOS

RECYCLED POLYPROPYLENE COMPOSITE REINFORCED WITH CALCIUM CARBONATE PARTICLES IN THE HOME APPLIANCE INDUSTRY

Ginaldo Sebastião da Silva Junior¹
Rogerio Fagundes Leite²

RESUMO

Este trabalho investigou o desenvolvimento de compósitos à base de polipropileno reciclado (PCR) de polipropileno homopolímero (PP Homo) com adição de carbonato de cálcio (CaCO_3) em diferentes concentrações (5% e 10%). As blendas foram processadas por extrusão e moldagem por injeção, e as propriedades térmicas e mecânicas dos compósitos foram avaliadas por meio de Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC) e ensaios mecânicos (tensão-deformação). Os resultados indicaram que a incorporação de CaCO_3 interfere na cristalização do material, reduzindo a cristalinidade e alterando as transições térmicas. Paralelamente, a adição de CaCO_3 aumentou o módulo de elasticidade, porém reduziu a ductilidade, impactando parâmetros como tensão máxima e alongamento na ruptura. Concluiu-se que a utilização combinada de PCR e CaCO_3 mostra-se viável para o desenvolvimento de compósitos com propriedades ajustadas, embora seja necessária a otimização das formulações para alcançar o equilíbrio ideal entre rigidez e tenacidade.

Palavras-chave: polipropileno; compósitos; carbonato de cálcio; propriedades térmicas; propriedades mecânicas; reciclagem; cristalinidade.

ABSTRACT

This study investigated the development of composites based on recycled polypropylene (PCR) and polypropylene homopolymer (PP Homo) with the addition of calcium carbonate (CaCO_3) at different concentrations (5% and 10%). The blends were processed via extrusion and injection molding, and the thermal and mechanical properties of the composites were evaluated using Differential Scanning Calorimetry (DSC) and mechanical tests (stress-strain analysis). The results showed that incorporating CaCO_3 interferes with the crystallization process, reducing crystallinity and altering thermal transitions, as evidenced by changes in the endothermic peaks. Moreover, the addition of CaCO_3 increased the elastic modulus while reducing ductility, affecting parameters such as maximum stress and elongation at break. It was concluded that the combined use of PCR and CaCO_3 is a viable approach for developing composites with tailored properties, although further optimization is needed to achieve the ideal balance between stiffness and toughness.

Keywords: polypropylene; composites; calcium carbonate; thermal properties; mechanical properties; recycling; crystallinity.

¹ Bacharelando em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho, 2026.

² Doutor em Ciência de Materiais pela Universidade Federal de Pernambuco, 2016.

INTRODUÇÃO

Os materiais poliméricos desempenham um papel essencial no setor industrial, sendo amplamente utilizados em uma variedade de produtos, como eletrodomésticos e componentes automotivos. Dentre esses materiais, o polipropileno (PP) destaca-se por sua versatilidade, especialmente em processos de moldagem por injeção, devido à sua facilidade de processamento e custo-benefício, o que o torna uma escolha popular (Bataliotti, 2016). Vários estudos têm demonstrado que a incorporação de partículas de carbonato de cálcio (CaCO_3) no polipropileno pode trazer diversos benefícios, como a redução de custos e a melhoria de propriedades mecânicas, incluindo aumento na resistência ao impacto e no módulo elástico (Eiras; Pessan, 2009). Esses benefícios são atribuídos principalmente à nucleação induzida pelas partículas, que modifica significativamente a cristalinidade do polímero, um fenômeno amplamente discutido na literatura (Lazareti; Tavella, 2018).

Além disso, a adição de CaCO_3 ao polipropileno têm mostrado melhorias na resistência térmica dos compósitos, conforme evidenciado por análises de calorimetria diferencial de varredura (DSC) e termogravimétrica (TGA) (Buasri *et al.*, 2012).

O polipropileno homopolímero (PP Homo), composto apenas por cadeias de propileno, é amplamente usado por suas excelentes propriedades mecânicas e resistência química. A introdução de partículas de carbonato de cálcio pode aumentar o módulo de elasticidade e a resistência ao impacto do polipropileno, enquanto reduz a temperatura de transição do estado frágil para o dútil, tornando o material mais resiliente sob diferentes condições de uso (Eiras; Pessan, 2009). Adicionalmente, a

interação entre as partículas e a matriz polimérica pode melhorar a dispersão das cargas e a adesão interfacial, resultando em uma matriz mais homogênea e propriedades mecânicas aprimoradas (Garay, 2010).

Neste contexto, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de compósitos de polipropileno reciclado com adição de CaCO_3 em diferentes concentrações (5% e 10%), com o objetivo de explorar as melhorias nas propriedades mecânicas e térmicas e avaliar o impacto dessas adições na eficiência do processo de injeção.

METODOLOGIA

O material utilizado para a preparação das blendas, o PP homo 648s Banks, e o PCR (Material pós consumo industrial) foram fornecidos por uma indústria de eletrodoméstico. Já em relação ao carbonato de cálcio, foi usado o material que é vendido comercialmente com a pura de 98%, com tamanho de partícula de 100,09 microns, da marca Labsyth, com isso, foram elaboradas as seguintes amostras como demonstrada na tabela abaixo.

Tabela 01 - Percentual de material de cada amostra

Amostra	PP HOMO 648S	PCR	CaCO_3
PP HOMO	100%	-	-
PCR	-	100%	-
A01	70%	30%	-
A02	67%	29%	5%
A03	63%	27%	10%

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

As amostras foram misturadas por meio da extrusora de rosca dupla Haake Minilab 2, da marca Thermo Scientific. Foram usados os parâmetros de RPM, temperatura e pressão, presentes na tabela 02.

Tabela 02 – Parâmetros de extrusão das blendas.

	Temperatura (°C)	Velocidade (RPM)	Pressão (Bar)
A01	170	110	10
A02	170	110	10
A03	190	100	10

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Ao realizar a preparação da amostra A03, foi identificado que a adição da carga na proporção de 10% tornou o material mais viscoso, fazendo-se assim necessário aumentar a temperatura e diminuir a velocidade da rosca para garantir a fluidez do material.

Os corpos de provas foram injetados usando uma injetora de bancada da marca: Thermo Scientific Haake Minijet 2. Foram injetados 25 corpos de provas, 5 para cada amostra, seguindo o solicitado na norma ASTM D638-03, os parâmetros utilizados estão demonstrados na tabela 03.

Tabela 3 - Parâmetros de injeção dos corpos de provas

	Temperatura (°C)	Pressão (Bar)	Tempo (S)	Temp. Mold. (° C)
PP HOMO	190	70	10	90
PCR	180	70	10	90
A01	170	70	10	80
A02	170	70	10	80
A03	190	70	10	80

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Figura 1 - Amostras.



Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Foi optado por diminuir as temperaturas das amostras devido o material apresentar uma maior fluidez, em razão do aumento da concentração de Carbonato de Cálcio, na amostra 03.

Análise de Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC)

A análise térmica dos polímeros utilizados como base na composição foi realizada por meio da técnica de Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC), utilizando o equipamento DSC25 da TA Instruments, com o objetivo de avaliar o comportamento térmico dos termoplásticos e determinar as temperaturas de degradação dos polímeros — polipropileno homopolímero (PP Homo), polipropileno reciclado (PCR) e suas misturas. Além disso, a partir da análise de DSC buscou-se identificar as temperaturas de transição vítrea (T_g), fusão (T_m) e cristalização (T_c), bem como calcular o grau de cristalinidade (X_c) do material, características que são cruciais para polímeros semicristalinos, calculado com base na Equação 01.

$$X_c = \frac{\Delta H_f}{\Delta H_f^0 \cdot \phi_m} \cdot 100 \quad (01)$$

Sendo:

- ϕ_m : Grau de cristalinidade (%).

- ΔH_f : Entalpia de fusão medida da amostra (J/g).
- ΔH_f° : Entalpia de fusão teórica do polímero 100% cristalino (J/g).
- Φ : Fração mássica da fase polimérica (ou fração mássica do polímero na amostra).

O procedimento seguiu uma rampa de temperatura de 0°C a 230°C, com taxa de aquecimento de 10°C/min. Este método foi utilizado para identificar as transições térmicas, como a temperatura de fusão e cristalização, conforme descrito por Buasri *et al.* (2012).

Ensaio Mecânico

As amostras para os ensaios mecânicos foram preparadas a partir das blendas de polipropileno reciclado e polipropileno homopolímero (PP HOMO), com e sem a adição de 5% e 10% de carbonato de cálcio. As blendas foram processadas por injeção em moldes específicos para gerar corpos de prova nas geometrias padronizadas para os ensaios de tração e impacto, conforme as normas ASTM D638-03, corpo de prova será do Tipo V.

As condições de ensaio das amostras foram realizadas a $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e $50 \pm 5\%$ de umidade relativa, aplicando tolerâncias de $\pm 1^\circ\text{C}$ e $\pm 2\%$ de umidade relativa, ensaiada com a velocidade de 100 mm/min [5 in./min] $\pm 25\%$, conforme especificado pela norma e com base nos estudos realizados, com intuito de garantir que o ensaio seja realizado de forma a evitar rupturas muito rápidas, permitindo um controle adequado das propriedades mecânicas como resistência à tração e alongamento. Com o objetivo de identificar os seguintes parâmetros:

tensão de escoamento, o alongamento na ruptura e o módulo de tração.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise de Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC)

Ao analisar os dados das amostras de PP Homo, PCR e as blendas com diferentes concentrações de CaCO_3 (A1, A2 e A3) presentes na Figura 01, é possível identificar diferenças significativas no comportamento térmico entre os materiais. O material PCR apresenta picos endotérmicos característicos, porém com menor intensidade em relação ao PP Homo, indicando uma menor cristalinidade. Essa redução pode ser atribuída ao histórico térmico do material reciclado e à presença de pequenas quantidades de impurezas inerentes ao processo de reciclagem, como 1% a 3% de polietileno de alta densidade (PEAD). Embora o PEAD não cause alterações significativas nas propriedades térmicas, sua presença pode influenciar ligeiramente o comportamento cristalino do material.

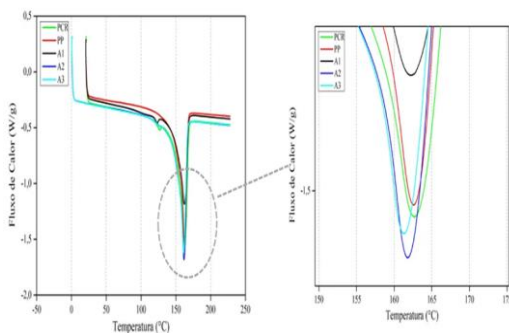
Os resultados de DSC apresentados na Figura 02 mostram que o PP Homo exibe um pico endotérmico mais intenso e definido, indicando uma maior cristalinidade e uma estrutura molecular mais ordenada. Por outro lado, o PCR apresenta uma redução na intensidade do pico endotérmico, evidenciando a menor organização estrutural típica de materiais reciclados. Esse comportamento é esperado, uma vez que o processo de reciclagem afeta a cristalinidade do polipropileno, conforme descrito por Eiras e Pessan (2009).

Nas blendas A1, A2 e A3, a adição de CaCO_3 promoveu alterações significativas no comportamento térmico. O aumento da

concentração de CaCO_3 , especialmente na amostra A3 (10%), resultou em uma redução ainda maior na intensidade dos picos endotérmicos, indicando um impacto negativo na organização estrutural da matriz polimérica. Essa redução é atribuída à interferência das partículas de CaCO_3 no crescimento das lamelas cristalinas, promovendo nucleação heterogênea e aumentando as regiões amorfas do material.

A diferença observada entre as amostras pode ser atribuída tanto ao histórico térmico e mecânico sofrido pelo PCR durante os ciclos de processamento quanto à adição de partículas de carga nas blendas, que resultam na redução do tamanho das lamelas cristalinas e na formação de regiões menos organizadas.

Figura 2 - Gráfico DSC do segundo aquecimento, com zoom no pico exotérmico



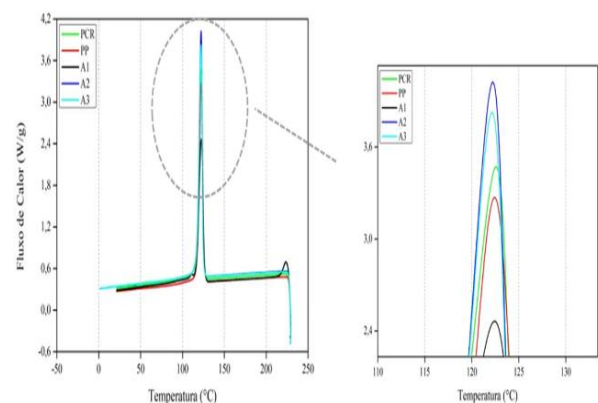
Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Estudos anteriores, como o de Lazareti e Tavella (2018) corroboram esses achados, indicando que o histórico térmico e a introdução de partículas tendem a impactar negativamente a organização estrutural do polipropileno.

Esses resultados destacam os desafios de incorporar materiais reciclados e partículas de carga em matrizes poliméricas, evidenciando a necessidade de otimizar os processos de fabricação para minimizar a perda de propriedades estruturais e térmicas.

Ao analisar a Figura 03, observamos que o PP Homo apresenta o pico endotérmico mais intenso, confirmando sua maior cristalinidade e organização estrutural. O PCR, por sua vez, exibe menor intensidade no pico endotérmico, reflexo do impacto negativo do histórico térmico e da presença de impurezas.

Figura 3- Gráfico de DSC do resfriamento, com o zoom dos picos endotérmico



Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Nas blendas A1, A2 e A3, a adição de CaCO_3 resultou em uma redução progressiva na intensidade dos picos endotérmicos, sendo mais acentuada na blenda A3 (10% CaCO_3). Isso indica que concentrações mais altas de carga aumentam as regiões amorfas e reduzem a cristalinidade, alinhando-se aos resultados previamente discutidos.

Essas observações confirmam que tanto a adição de material reciclado, quanto a adição de CaCO_3 impactam

significativamente a organização cristalina do material conforme demonstrado na tabela 04.

Tabela 04 – Resultados de Tc, Tm e Xc.

	Tm (°C)	Tc (°C)	Xc
PP HOMO	162,5	122,2	39,4%
PCR	162,8	122,3	46,5%
A01	162,8	122,5	28,8%
A02	161,7	122,7	33,3%
A03	161,3	122,1	31,1%

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Os dados obtidos por DSC indicaram que o PP Homo e o PCR possuem temperaturas de fusão e cristalização bastante próximas – aproximadamente 162,5–162,8 °C e 122,2–122,3 °C, respectivamente – porém apresentam diferenças notáveis no grau de cristalinidade, com o PCR atingindo 46,5% em comparação aos 39,4% do PP Homo. Nas blendas, a combinação dos polímeros e a adição de CaCO₃ reduziram significativamente a cristalinidade, apresentando valores de 28,8% (A01), 33,3% (A02) e 31,1% (A03). Esse comportamento sugere que tanto a mistura dos materiais quanto a presença de partículas de carbonato de cálcio interferem na nucleação e no crescimento das lamelas cristalinas, favorecendo a formação de regiões amorfas, conforme evidenciado por Eiras e Pessan (2009) e corroborado por Lazareti e Tavella (2018).

Ensaio Mecânicos

Os resultados obtidos nos ensaios mecânicos evidenciam o impacto da adição de carbonato de cálcio nas propriedades mecânicas do polipropileno, especialmente no comportamento de tensão-deformação e no módulo de elasticidade. A análise comparativa entre o PP Homo, o PP reciclado e as blendas modificadas com CaCO₃ (A1, A2 e A3) permite

identificar tendências significativas no desempenho mecânico desses materiais

Tabela 5 – Resultados de tensão Máxima, Tensão de ruptura e módulo de Young e deformação.

	Tensão Máxima (MPa)	Tensão Ruptura (MPa)	Módulo de Young (MPa)	Deformação (%)
PP homo	43,1 ± 2,0	32,25 ± 3,52	104,8 ± 7,2	41,86 ± 3,9
PCR	37,9 ± 1,0	32,29 ± 2,0	119 ± 19	32,48 ± 4,2
A01	33,6 ± 1,7	29,52 ± 1,4	369 ± 66,5	9,37 ± 1,96
A02	34,83 ± 1,7	33,47 ± 0,7	229,9 ± 56,3	15,98 ± 4,52
A03	34,4 ± 2,25	31,67 ± 1,5	180,6 ± 52,28	20,25 ± 5,23

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

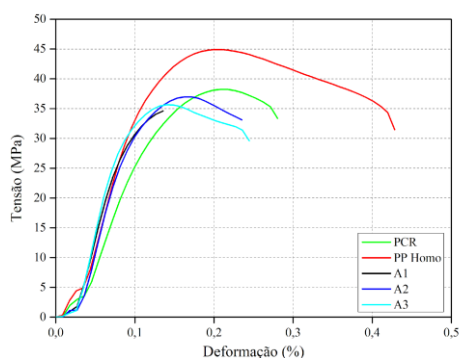
Os resultados da Tabela 5 indicam que o PP Homo apresentou a maior tensão máxima (43,1 MPa), seguido do PCR (37,9 MPa), enquanto as blendas modificadas com CaCO₃ mostraram valores reduzidos. No entanto, o módulo de Young variou significativamente entre as formulações. A amostra A01 apresentou o maior valor de módulo de Young (369 MPa), indicando um aumento na rigidez do material. Esse resultado sugere que outros fatores, como a morfologia da matriz polimérica e o processamento, podem ter influenciado a

rigidez, uma vez que A01 não contém carbonato de cálcio.

A deformação na ruptura, por sua vez, apresentou uma redução significativa nas amostras com maior teor de carga, evidenciando um comprometimento da ductilidade das blendas. O PCR e o PP Homo mostraram maiores valores de deformação (32,48% e 41,86%, respectivamente), enquanto a amostra A01 apresentou apenas 9,37%, indicando um comportamento mais frágil devido ao alto módulo elástico.

O comportamento mecânico das formulações pode ser melhor visualizado na Figura 03, que apresenta as curvas de tensão-deformação das amostras ensaiadas.

Figura 4 – Gráfico de Tensão x Deformação



Fonte: elaborado pelo próprio autor.

A análise das curvas reforça a tendência observada nos valores tabulados. O PP Homo (linha vermelha) destaca-se por alcançar a maior tensão máxima, mantendo boa ductilidade. O PCR (linha verde) apresenta comportamento semelhante, mas com uma leve redução na resistência. Já as blendas modificadas (A1, A2 e A3) exibem um aumento do módulo de elasticidade, perceptível pela inclinação

mais acentuada no início da curva, seguido de uma queda na ductilidade.

Dentre as amostras modificadas, a A1, com maior módulo de elasticidade, apresentou menor capacidade de deformação antes da ruptura. A A3, por sua vez, manteve um equilíbrio melhor entre rigidez e alongamento, sugerindo uma distribuição mais homogênea da carga na matriz polimérica.

CONCLUSÃO

Dessa forma, os resultados obtidos demonstram que a incorporação de CaCO_3 em compósitos à base de PCR e PP Homo promove modificações significativas nas propriedades térmicas e mecânicas do material. As análises por Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC) evidenciaram uma redução progressiva da cristalinidade com o aumento da concentração de CaCO_3 , evidenciada pela diminuição na intensidade dos picos endotérmicos, o que indica uma interferência das partículas na formação das lamelas cristalinas e a consequente predominância de regiões amorfas. Essa modificação estrutural reflete-se nos ensaios mecânicos, onde se observou que, embora o PCR possua um grau de cristalinidade superior ao do PP Homo, seu histórico de processamento e as impurezas presentes resultam em menor ductilidade. Em contrapartida, as blendas sem carga (A01) demonstraram elevado módulo de elasticidade, porém com capacidade de deformação reduzida, ressaltando a necessidade de um equilíbrio entre rigidez e tenacidade.

A adição de CaCO_3 nas formulações (A02 e A03) permitiu ajustar as propriedades mecânicas, com uma tendência de redução do módulo de Young e aumento da ductilidade à medida que a concentração da carga aumenta. Esses achados indicam que a otimização das formulações é essencial para desenvolver

compósitos com desempenho ajustado para aplicações específicas, seja para estruturas que exijam maior rigidez ou componentes que demandem melhor capacidade de absorção de impactos.

Trabalhos Posteriores

Investigações futuras deverão se concentrar na otimização dos parâmetros de processamento, buscando melhorar a dispersão e a aderência entre o CaCO_3 e a matriz polimérica, possivelmente por meio do uso de agentes compatibilizantes. Estudos complementares, incluindo análises microestruturais (por exemplo, microscopia eletrônica de varredura) e avaliações de envelhecimento e estabilidade térmica, serão fundamentais para aprofundar o entendimento das interações interfaciais. Além disso, a análise da viabilidade econômica e do impacto ambiental dessas formulações pode contribuir para a consolidação de processos sustentáveis e competitivos na indústria de compósitos poliméricos.

REFERÊNCIAS

BATALIOTTI, L. **Polímeros industriais e suas aplicações em moldagem por injeção**. São Paulo: Editora Técnica, 2016.

BUASRI, A.; CHAIYUT, N.; BORVORNCHETTANUWAT, K.; CHANTANACHAI, N.; THONGLO, K. Thermal and mechanical properties of modified CaCO_3/PP nanocomposites. **World Academy of Science, Engineering and Technology**, Bangkok, v. 6, n. 8, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Achanai-Buasri/publication/281506695_Thermal_and_mechanical_properties_of_modifi

[ed_CaCO3PP_nanocomposites/links/63f372af2958d64a5ce60600/Thermal-and-mechanical-properties-of-modified-CaCO3-PP-nanocomposites.pdf](https://www.researchgate.net/publication/329588d64a5ce60600/Thermal-and-mechanical-properties-of-modified-CaCO3-PP-nanocomposites.pdf). Acesso em: 29 dez. 2024.

EIRAS, D.; PESSAN, L. A. Influence of calcium carbonate nanoparticles on the crystallization of polypropylene. **Materials Research**, São Carlos, v. 12, n. 4, p. 523-527, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/mr/a/KSF4XSnzNMQTJhL6VzVYsmf/?lang=en>. Acesso em: 29 dez. 2024.

EIRAS, D.; PESSAN, L. A. Mechanical properties of polypropylene/calcium carbonate nanocomposites. **Materials Research**, São Carlos, v. 12, n. 4, p. 517-522, 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/25030034_Mechanical_properties_of_polypropylenecalcium_carbonate_nanocomposites. Acesso em: 29 dez. 2024.

GARAY, A. C. **Efeito da adição de carbonato de cálcio em compósitos poliméricos moldados por RTM e RTM Light**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia dos Materiais) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28834/000768724.pdf?sequence=1>. Acesso em: 29 dez. 2024.

LAZARETI, C.; TAVELLA, A. Determinação do teor de cristalinidade por análise de DRX e DSC de compósito de polipropileno com diatomita. **TAS Journal**, [S. l.], v. 2, n. 4, p. 261-273, dez. 2018. Disponível em: https://www.theacademicsociety.net/_files/ugd/c16819_0795100a2c4745e1b93eed49f2f0cf25.pdf?index=true. Acesso em: 29 dez. 2024.

MOREIRA, Gisele da Fonseca. **Avaliação do efeito da adição de nanopartículas de carbonato de cálcio nas propriedades**

físico-mecânicas do polipropileno.

2010. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Materiais) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Nova Friburgo, 2010. Disponível em: <https://www.bdt.d.uerj.br:8443/handle/1/8026>. Acesso em: 29 dez. 2024.

PAIVA, F. M. T. *et al.* Avaliação da influência da adição de carbonato de cálcio nas propriedades mecânicas do polipropileno. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA, 5., 2019, Salvador, Bahia. **Anais** [...], Salvador, Bahia. 2019. Disponível em: <https://pdf.blucher.com.br/engineeringproceedings/siintec2019/10.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2024.

SILVA, O. L. da. **Estudo do polipropileno de alta resistência do fundido (HMSPP) irradiado com carbonato de cálcio/nanopartículas de prata para fins de atividade bactericida.** 2020. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/003129090>. Acesso em: 29 dez. 2024.

Valentino, pelo suporte e apoio na concretização do trabalho, à minha namorada Maria Rafaella, pelo apoio emocional e suporte no processo de confecção do trabalho, e aos meus avós pelo carinho e incentivo. Um agradecimento especial ao meu avô Francisco de Assis, que eu gostaria muito que estivesse presente neste momento.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao Laboratório de Ensaios de Materiais do INTEM, à professora Carolina, que deu todo o suporte e treinamento para a utilização dos equipamentos e preparação das amostras, ao Grupo SEB por disponibilizar o material, assim como ao site do Rio de Janeiro por realizar os ensaios mecânicos.

Além disso, gostaria de agradecer também aos meus amigos e familiares, especialmente ao Erick e ao