cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

# Desenvolvimento de cargas de enchimento para incorporação na borracha EPDM empregando resíduos agroindustriais visando aplicações tecnológicas e ambientais

Luana Góes Soares[1]; Marco Antônio Bandeira[2]; Diana Exenberger Finger[3], Carlos Leonardo Pandolfo Carone[4]
1.Universidade Feevale[1; 4] 2.Serall Soluções em vedações de borracha de alto Desempenho [2,3]

## Introdução

A utilização de materiais e tecnologias alternativas na indústria de materiais de engenharia é o foco da proposta da incorporação de resíduos agroindustriais modificados ou não a elastômeros para a cadeia da indústria da borracha. Sendo assim, este trabalho pretende propor soluções tecnológicas visando a produção de materiais inovadores sintetizados a partir dos resíduos agroindustriais que serão incorporados à borracha EPDM (Etileno-Propileno-Dieno Monômero).

## Objetivos

Nesse contexto, este estudo visa incorporar resíduos agroindustriais a compostos de borracha EPDM, proporcionando, assim, uma solução de destinação final para esses resíduos e contribuindo para a sustentabilidade.

## Metodologia

### Materiais

Os compostos de borracha foram produzidos utilizando borracha de etileno-propileno-dieno (EPDM). Os cinco resíduos agroindustriais reutilizados como cargas de enchimento, e adicionados aos compostos de borracha EPDM são: araucária, arroz (casca), fibra de coco, tabaco e trigo. A Tabela 1 apresenta a nomenclatura utilizada neste estudo, bem como o seu significado.

**Tabela** 1. Nomenclatura dos 6 tipos de compostos de EPDM obtidos.

| Rubber Compounds | Residues (Agricultural) |
|---|---|
| EPDM – 0 | Reference |
| EPDM – 1 | Araucaria |
| EPDM – 2 | Rice (husk) |
| EPDM – 3 | Coconut (fiber) |
| EPDM – 4 | Tobacco |
| EPDM – 5 | Wheat |

Os compostos de EPDM foram preparados na forma de placas quadradas de 50 x 50 cm, com espessura variando de 4 a 8 mm e massa de aproximadamente 1 kg. Para o preparo dos compostos de borracha, utilizaram-se 12 g de peróxido de dicumila (pureza mínima de 99%) e 1,2 g de enxofre ventilado puro. A quantidade de resíduo adicionada ao composto foi de 10 phr; isto é, para 999,0 g de composto, utilizaram-se 60,00 g de resíduo. Todos os resíduos (5) foram moídos utilizando um moinho de bolas de porcelana Chiarotti, conforme mostrado na Figura 1.



**Figura 1**. Moinho de bolas utilizado para a moagem dos cinco resíduos agroindustriais.

## Resultados e Discussão

A Figura 2 apresenta as curvas reométricas dos compostos de borracha EPDM. A Tabela 2 apresenta as propriedades físico-mecânicas.

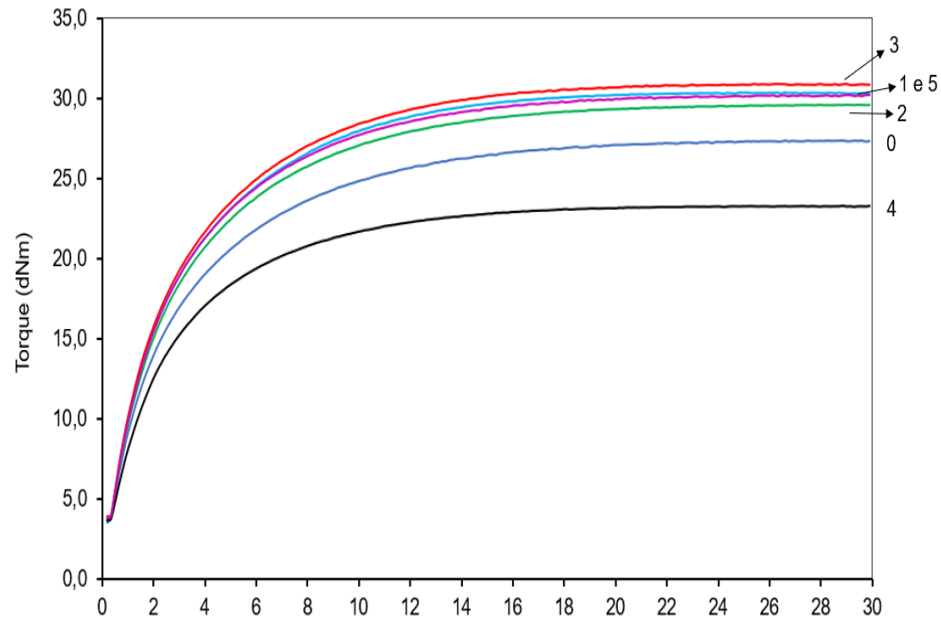



**Figure 2**. Curvas reométricas dos compostos de EPDM.

**Table 3**.Propriedades físico-mecânicas; testes dos compostos vulcanizados à 165°C.

| Properties | EPDM-0 | EPDM-1 | EPDM-2 | EPDM-3 | EPDM-4 | EPDM-5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Shore A hardness, points | 81,4 ± 0,1 | 83,5 ± 0,3 | 83,4 ± 0,2 | 83,2 ± 0,1 | 83,4 ± 0,1 | 83,5 ± 0,4 |
| Tensile rupture, MPa | 24,5 ± 0,8 | 16,4 ± 0,5 | 18,3 ± 0,9 | 18,5 ± 0,6 | 19,3 ± 1,6 | 19,8 ± 1,4 |
| Elongation at rupture, % | 419 ± 22 | 323 ± 5 | 329 ± 12 | 326 ± 16 | 447 ± 29 | 367 ± 20 |
| 100% Modulus, MPa | 4,3 ± 0,1 | 4,7 ± 0,1 | 4,6 ± 0,1 | 5,0 ± 0,1 | 4,3 ± 0,1 | 4,4 ± 0,1 |
| DPC, % (70°C/22h) | 11,2 ± 1,5 | 12,6 ± 1,1 | 10,7 ± 0,7 | 11,1 ± 1,6 | 20,5 ± 0,1 | 11,4 ± 1,5 |

As amostras foram analisadas por (MEV) (Figura 3), foi analisada a região interna do corte.

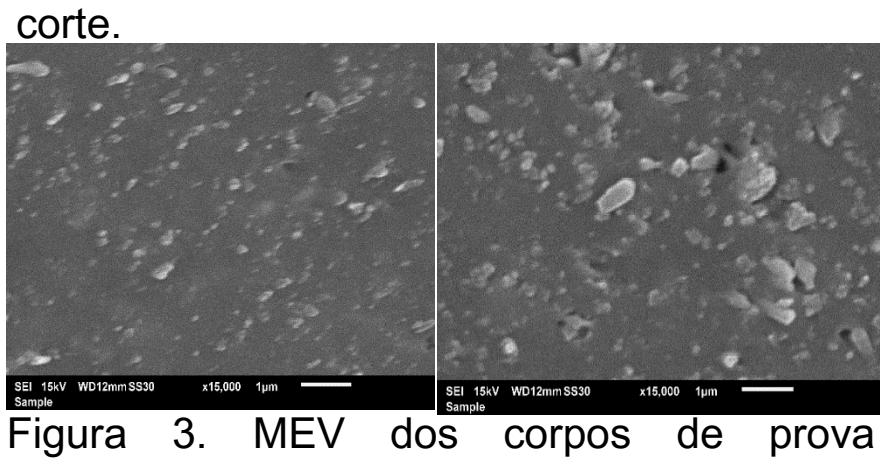



Figura 3. MEV dos corpos de prova vulcanizados de borracha EPDM.

## Conclusões

Todos os ensaios foram realizados conforme as normas indicadas e apresentaram boa repetibilidade. Esse processo demonstra como resíduos agrícolas e florestais podem ser reaproveitados de forma eficiente, transformando-se em reforços naturais para a borracha e contribuindo para soluções mais ecológicas e econômicas.

## Referências e Agradecimentos

**Costa et al. (2024)**: destacam que a incorporação de nanocargas em EPDM pode melhorar resistência mecânica, mas também aumentar absorção de massa/volume dependendo da interação matriz-carga.
**Wang et al. (2022)**: mostram que diferentes tipos de ligações cruzadas influenciam diretamente a dureza e a estabilidade volumétrica do EPDM, com alguns sistemas apresentando maior perda de dureza e aumento de volume após envelhecimento. Os autores agradem à CAPES, ao CNPq e pelo apoio financeiro para a execução do presente trabalho.