

# ALTERNATIVAS PARA MINIMIZAÇÃO DA DISPOSIÇÃO DO EPS NO PÓS CONSUMO

**Daniel Gonçalves de Oliveira**

**Daniel Brinckmann Teixeira**

**RESUMO:** Comumente usado como isolante térmico ou em blocos de cimento na construção civil, o poliestireno expandido (EPS - Isopor®) apresenta grande problema no momento do descarte, por ser extremamente leve e seu volume ser elevado. O texto aborda as possibilidades tradicionais de destinação dos resíduos (redução, reaproveitamento, reciclagem) e, também, explora o potencial do *T. molitor* (popularmente conhecido como Tenébrio) e do D-limoneno enquanto alternativas (biológica e química) para a degradação do EPS. Pesquisas consolidadas indicam que o Tenébrio possui enzimas capazes de degradar polímeros sintéticos. O D-limoneno é um composto orgânico extraído de frutas cítricas, que atua na dissolução do EPS como solvente. Essas possibilidades abrem novas perspectivas para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis para o tratamento dos resíduos. Em conjunto, as soluções apresentadas contribuem na destinação final dos resíduos de EPS, reduzindo o impacto ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** EPS, Isopor, destinação final.

**ALTERNATIVES FOR MINIMIZING EPS DISPOSITION IN POST-CONSUMPTION**

**ABSTRACT:** Commonly used as thermal insulation or in cement blocks in construction, expanded polystyrene (EPS – Styrofoam®) presents a major problem when discarded, as it is extremely light and its volume is high. The text addresses the traditional possibilities for waste disposal (reduction, reuse, recycling) and also explores the potential of *T. molitor* (popularly known as Tenébrio) and D-limonene as alternatives (biological and chemical) for the degradation of EPS. Consolidated research indicates that *Tenebrium* has enzymes capable of degrading synthetic polymers. D-limonene is an organic compound extracted from citrus fruits, which acts to dissolve EPS as a solvent. These possibilities open new perspectives for the development of sustainable technologies for waste treatment. Together, the solutions presented contribute to the final disposal of EPS waste, reducing the environmental impact.

**KEYWORD:** “EPS”, “Isopor”, “final destination”.

## INTRODUÇÃO

EPS é a sigla internacional do Poliestireno Expandido, de acordo com a Norma DIN ISO-1043/78. O EPS é conhecido no Brasil por ISOPOR® e tem o nome comercial registrado pela empresa Knauf. É um plástico celular rígido, resultado da polimerização do estireno em água (MUNDO ISOPOR, 2019). O produto final são pérolas de até 3 milímetros de diâmetro, que, se destinam à expansão. Após expandidas, as pérolas apresentam em seu volume até 98% de ar e apenas 2% de poliestireno (MODENA PAK, 2018). Em 1m<sup>3</sup> de EPS expandido, por exemplo, podem existir de 3 a 6 bilhões de células fechadas e cheias de ar, podendo aumentando em até 50 vezes seu tamanho original. É um produto atóxico, 100% reciclável, pode ser de produção sustentável, e após seu uso, ser transformado em outros materiais comerciais, como rodapés, molduras, réguas, até deck para piscinas (SANTA LUZIA, 2018).

O índice de reciclagem de plástico pós-consumo em 2022 (por tipo de plástico), é de 33,8% para o EPS, 8,9% para XPS e 11,5%, para PS (MAXIQUIM, 2023). Isso demonstra o quanto ainda é necessário evoluir para a destinação correta e a melhoria no processo de reciclagem dos materiais derivados do petróleo, como é o caso do EPS.

A quantidade de EPS reciclado apresentou um aumento considerável nos últimos dois anos, superando a média dos anos anteriores. Esse crescimento pode estar relacionado a um maior interesse da sociedade e das empresas em práticas sustentáveis, conforme demonstrado no quadro (MAXIQUIM, 2023).

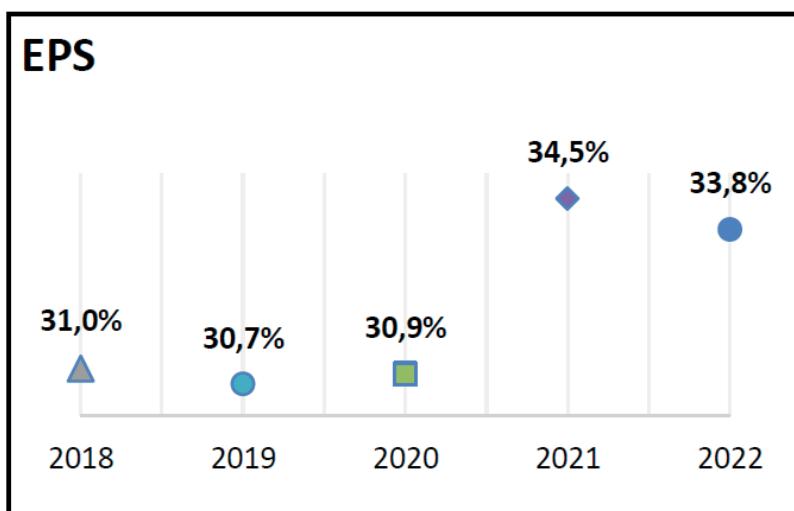


Figura 1: Quadro anual do percentual de reciclagem de EPS.

Fonte: MaxiQuim, 2023.

No quadro abaixo, ilustra-se os possíveis processos de reciclagem do EPS, bem como, evidencia seus produtos, subprodutos ou utilizações no pós consumo.

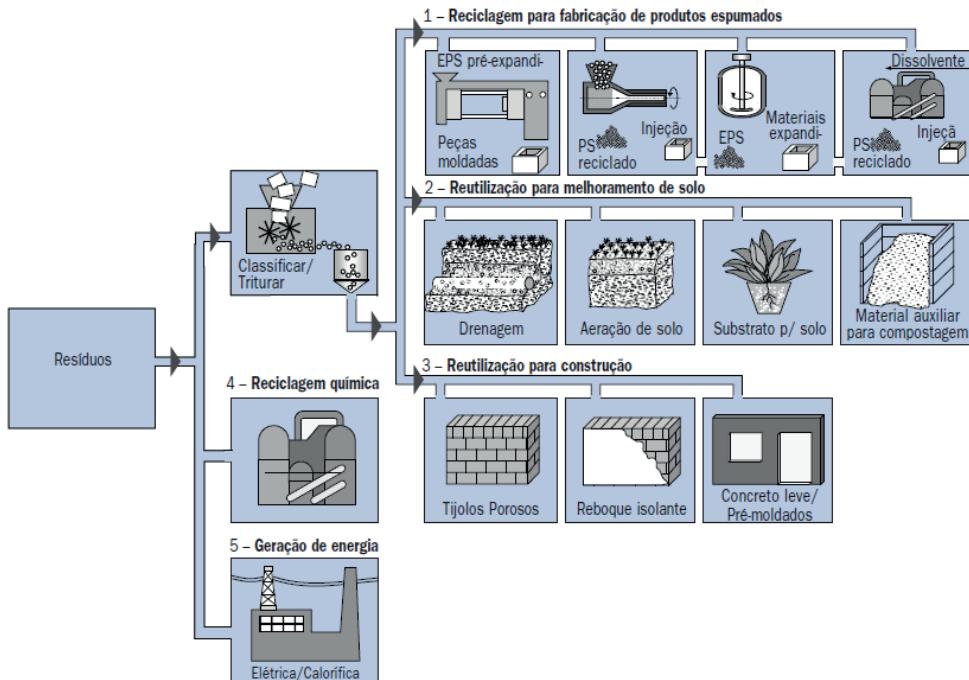


Figura 2: Processos de reciclagem de resíduos à base de poliestireno expandido.

Fonte: Silveira, 2002.

O esquema demonstra os processos de utilização do EPS, conforme sua classificação. Eles são direcionados para obter seu melhor desempenho. A geração de energia é uma das formas de gestão do EPS no pós consumo, podendo ser utilizado na co-incineração, ou ainda, como combustível para produção de energia em processos. Outro destino possível é a reciclagem química, pois a decomposição do EPS em seus componentes químicos básicos, o torna apto para ser utilizado como matéria-prima em novos produtos (ISOCIL, 2024).

O EPS também se apresenta como uma solução eficiente para a construção de aterros rodoviários em solos moles, oferecendo alta resistência mecânica e reduzindo a pressão sobre o subsolo, contribuindo para a estabilidade e durabilidade da obra (ALMEIDA, 2018). Há, ainda, o aproveitamento do EPS como matéria-prima para produtos espumados como: peças moldadas, PS injetado, materiais expandidos, PS reciclado, etc. Destaca-se a empresa Santa Luzia, sediada na cidade de Braço do Norte – SC, sendo a maior indústria recicladora de EPS da América Latina. Até 2018 foram mais de 86 milhões de quilos de EPS reciclados, e transformadas em vários outros produtos, como revestimentos, acabamentos e outras decorações (SANTA LUIZA, 2018).

Na construção civil são usados como isolante térmico, em blocos de cimento, podendo chegar à redução de 20% no custo de fundação da obra e, também, de até 35%

no consumo de concreto. No setor de alimentação, por questões sanitárias, é bastante utilizado para o acondicionamento de alimentos (MUNDO ISOPOR,2016). O seu descarte inadequado, causa grande impacto ambiental. Por apresentar grande volume e peso relativamente baixo, tem pouco valor comercial (MEIO AMBIENTE BRASIL,2022).

A desinformação sobre como descartá-lo corretamente, ou sobre sua capacidade de ser reciclado, resulta muitas vezes na destinação incorreta, inviabilizando o reaproveitamento via reciclagem.

Um dos principais problemas que afetam os centros urbanos, é a quantidade de resíduos gerados diariamente. Embora algumas cidades disponham de infraestrutura mais avançada, como contêineres para a separação dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), a destinação correta ainda é ineficiente. Algumas ações podem ser adotadas para uma melhor disposição do EPS nos pós consumo. A reciclagem mecânica e a utilização na construção civil são algumas alternativas, mas o grande volume ocupado por esse material impulsiona a busca por soluções inovadoras. Essas soluções devem minimizar os desafios logísticos e otimizar a eficiência dos processos de coleta e tratamento.

Durante as enchentes de 2024 no estado do Rio Grande do Sul, ficou evidente como o acúmulo de RSU, incluindo o EPS, agravam os impactos desses eventos climáticos, obstruindo sistemas de drenagem e aumentando o volume de detritos nos rios e córregos. A destinação inadequada do EPS piora o problema dos aterros sanitários, aumentando o volume de resíduos e reduzindo a vida útil desses locais. A expansão dos aterros gera impactos negativos ao meio ambiente e à saúde pública, reforçando a importância de investir em soluções de reciclagem e gestão sustentável desse material. Sendo assim, o estudo em questão destaca-se perante a sua relevância social e ambiental, pois tem a pretensão de reunir alternativas teóricas e práticas para essa questão. Segundo a Política Nacional de Sólidos (PNRS - Lei nº 12.305/10), a disposição final em aterros deve ser a última alternativa para os RSU, após terem sido esgotadas as opções de revalorização. Além dos processos mais convencionais de reciclagem, aqui apresentam-se outras alternativas sustentáveis: o D-Limoneno, um solvente natural extraído da casca de laranja, que quebra as ligações entre as moléculas do polímero, fazendo com que o isopor se dissolva (PUBCHEM, 2021), e o Tenébrio, que possui enzimas capazes de degradar o EPS em substâncias mais simples, que podem ser utilizadas como fonte de energia para o seu desenvolvimento (COSTA, 2018).



Figura 3: Larvas de Tenébrios se alimentando à base de isopor.

Fonte: Divulgação Stanford.

Os métodos em questão são adequados para produção industrial em larga escala, como evidenciado pela vasta produção de laranja e outros cítricos no país. A utilização do tenébrio para a alimentação de vários animais, dentre eles aves, mamíferos, répteis e anfíbios.

## METODOLOGIA

Foi realizada pesquisa bibliográfica entre maio de 2023, e outubro de 2024, sobre alternativas para minimização da disposição do EPS no pós consumo. Para busca de literatura atualizada foram consultados os seguintes endereços eletrônicos: sites Google Acadêmico, SciELO e CAPS. Esse tipo de pesquisa é desenvolvido a partir de materiais disponíveis, em artigos, livros, manuais e outros materiais científicos, com o propósito de compreender, de maneira ampla uma determinada temática (GIL, 2002).

A pesquisa inicial, buscou identificar processos específicos para reciclagem de EPS desenvolvidos em cidades. Para isso algumas informações foram levantadas, como, por exemplo, se dentre elas havia algum tipo de processo específico em prática no município. Verificou-se a existência de uma cooperativa de triagem em Caxias do Sul – RS, que processa o EPS. Essa cooperativa atua como um ponto central para a recepção do material coletado na cidade, seja ele proveniente de coletas próprias ou de empresas terceirizadas. A cooperativa detém um equipamento que processa o EPS, sendo necessárias mais de 5 toneladas mensais de Isopor® em processamento para que possam continuar a operação.

Na cooperativa o EPS é selecionado passa pela máquina de reciclagem, o gás de sua composição é retirado e o isopor é compactado em fardos ou transformado em tarugos (com formato de um pão) para ser transportado a empresa Santa Luzia para extrusão e a fabricação de novos itens.



Figura 3: Processos de reciclagem do EPS para produção de novos itens.

Fonte: Santa Luzia,2018.

O processo de fabricação de uma nova peça de decoração feita com EPS reciclado começa após o recebimento na fábrica, o material compactado passa por um segundo processo de reciclagem. O poliestireno é triturado, derretido, granulado e volta a ser matéria-prima. Após a injeção nos moldes, as peças são expostas ao vapor novamente, que funde o material e garante o acabamento desejado ao produto.



Processo para triturar as borras de poliestireno.

Borras de poliestireno triturado.

Processo de limpeza (peletização)

Produzindo rodapés com poliestireno reciclável

Figura 4: Processos de reciclagem de resíduos de poliestireno expandido para produção de novos itens.

Fonte: Santa Luzia,2018.

A falta de engajamento da população e órgãos públicos, acerca de ações de conscientização sobre a reciclagem do EPS, e existência de poucos ecopontos como meios de incentivo para a separação, inviabiliza maior recolhimento do material. Esses cenários somados fazem com que a cooperativa não consiga atingir o mínimo para a manutenção de uma extrusora própria no local.

Em outro cenário, uma empresa de Farroupilha – RS, recebe resíduos industriais de diferentes setores como o têxtil e a construção civil, incluindo o isopor contaminado, que são coprocessados. Essa mistura heterogênea, também conhecida como “blend”, serve como combustível alternativo para a indústria cimentícia, podendo substituir, em parte, alguns aditivos usados na produção do cimento. Sua utilização reduz o consumo de energia e as emissões de CO<sub>2</sub>. Ao atingir o fim de sua vida útil e não ser mais reciclável, o Isopor® segue para empresas de gestão de resíduos, e enviado para empresas especializadas em descarte. A presença de contaminantes eleva significativamente os custos de limpeza e tratamento, tornando o processo economicamente inviável. Consequentemente, o material perde sua qualidade para a reciclagem e seu valor de mercado.

## RESULTADOS

Esse artigo vem de encontro a agenda 2030 e os 17 ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) que apresentam metas para uma sociedade próspera, construindo um mundo mais justo e sustentável (ONU s.d.). Os ODS envolvem temáticas diversas como erradicação da pobreza, segurança alimentar e agricultura, saúde, educação, igualdade de gênero, redução das desigualdades, energia, água e saneamento, padrões sustentáveis de produção e de consumo, mudança do clima, cidades sustentáveis, proteção e uso sustentável dos oceanos e dos ecossistemas terrestres, crescimento econômico inclusivo, infraestrutura e industrialização, governança, e meios de implementação (EMBRAPA, s.d.).

O trabalho contribui de maneira especial com o ODS 12 (Consumo e Produção sustentáveis), reforçando o comprometimento com a minimização da geração de resíduos. A meta 12.5 que através da prevenção, até 2030, busca reduzir significativamente a geração de resíduos, por meio da reciclagem e reuso. A meta 12.8, visa assegurar a informação relevante, e conscientize todas as pessoas para um desenvolvimento sustentável e estilos de vida, em harmonia com a natureza. O ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima), também tem um espaço para essas questões, como na meta 13.3, sobre a melhoria da educação, o aumento da consciência e capacidade humana e institucional, em relação a mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança no clima, que vem a somar com as questões como os aterros sanitários e as emissões de CO<sub>2</sub>.

Nesse trabalho buscou-se compreender como são destinados os resíduos de EPS coletados na cidade de Caxias do Sul- RS, se havia um programa específico para essa demanda e indústrias de reciclagem sediadas na cidade. A pesquisa revelou uma tentativa de gestão do EPS através de uma cooperativa de reciclagem. A falta de material suficiente para atender à capacidade da extrusora inviabiliza a operação, evidenciando os desafios da gestão de resíduos na região.

Na cidade de Farroupilha – RS uma empresa de co-processamento, utiliza o EPS contaminado para produção de um “blend” junto a outros resíduos da indústria cimenteira, o EPS tem alto poder calorífico ( $\approx 3300$  kcal/kg).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O EPS é um material muito utilizado no mundo, e em diversas áreas, desde a na proteção de um eletrodoméstico até a construção civil. No Brasil popularmente chamado de ISOPOR®, é um produto atóxico, 100% reciclável, porém a maioria da população não detém essa informação. O descarte inadequado desse material pode desencadear um grande impacto ao meio ambiente, devido ao seu volume alto e de peso extremamente baixo. É um material versátil e amplamente utilizado em diversas aplicações, como embalagens, isolamento térmico e construção civil. No entanto, seu descarte inadequado representa um desafio ambiental, já que o material leva milhares de anos para se decompor na natureza.

No Brasil a reciclagem de EPS, representa uma pequena fração do total produzido, em 2021 apenas 34,5% foram reciclados.

O D-limoneno, é uma alternativa em relação aos solventes químicos tradicionais usados para uma dissolução eficiente do EPS. A utilização do D-limoneno, um solvente natural e biodegradável, extraído da casca de laranja, permite a dissolução eficaz do EPS, minimizando a geração de resíduos e promovendo a economia circular. Na indústria, o D-limoneno já é utilizado como aromatizante, em materiais de fragrância e perfume, solvente, agente umectante, fabricação de resina, produtos de limpeza entre outros (PUBCHEM, 2021). A utilização do D-limoneno na dissolução do EPS abre novas perspectivas para a reciclagem desse material e o desenvolvimento de produtos com menor impacto ambiental.

O *T. molitor* é conhecido popularmente como bicho-da-farinha ou simplesmente Tenébrio, é um inseto holometábolo e, portanto, sua metamorfose é composta por quatro fases: ovo, larva, pupa e adultos. (COSTA, 2018). Graças às enzimas presentes em seu sistema digestivo, essa larva demonstra capacidade de degradar o polímeros, dentre eles o EPS. Embora sejam necessárias mais pesquisas para aprofundar o conhecimento sobre a capacidade do Tenébrio em degradar o EPS, os resultados iniciais são promissores. A existência de criadouros para essa espécie, utilizados na alimentação de aves, facilita a escalabilidade dessa tecnologia.

Apesar dos avanços na reciclagem do EPS, ainda existem desafios a serem superados. Um deles é a conscientização da população sobre a importância da coleta seletiva e da destinação correta do material.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Mateus Jardim Maciel de. **Uso do poliestireno expandido (EPS) em aterros de solos moles.** 15 out. 2018. Disponível em: [https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/poliestireno#google\\_vignette](https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/poliestireno#google_vignette). Acesso em: 16 jan. 2025.
- COSTA, Eduardo Pigozzi da; SILVA, Mariana Garcia Martinez da. **Degradação de poliestireno expandido por larvas de *Tenebrio molitor Linnaeus, 1758* (Coleoptera: Tenebrionidae).** Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 5, n. 9, p. 281-289, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.21438/rbgas.050919>. Acesso em: 5 set. 2024.
- EMBRAPA. **O que são os ODS - Portal Embrapa.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods/o-que-sao-os-ods>. [s.d.] Acesso em: 4 jan. 2025.
- GIL, Antônio Carlos, 1946. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed.- São Paulo: Atlas, 2002.
- ISOCIL INDÚSTRIA DE EPS. **EPS: O Poder da Reciclagem – Isocil Indústria de EPS.** 17 ago. 2024. Disponível em: <https://isocil.com.br/eps-o-poder-da-reciclagem/#:~:text=O%20Processo%20de%20Reciclagem%20do,a%20recuperação%20de%20recursos%20valiosos>. Acesso em: 14 jan. 2025.
- SILVEIRA, José L.; GROTE, Zilmara V.. **Análise Energética e Exergética de um Processo de Reciclagem de Poliestireno Expandido (Isopor).** Revista Mackenzie de Engenharia e Computação, Ano 3, n. 3, p. 9-27, 2002.
- MAXIQUIM. **Monitoramento dos índices de reciclagem mecânica de plásticos pós consumo no brasil.** 2023.
- MEIO AMBIENTE BRASIL. **Índice de reciclagem de latas de alumínio chega a 99% e Brasil se destaca como recordista mundial.** 27 abr. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/meio-ambiente-e-clima/2022/04/indice-de-reciclagem-de-latas-de-aluminio-chega-a-99-e-brasil-se-destaca-como-recordista-mundial#:~:text=LOGÍSTICA%20REVERSA-,Índice%20de%20reciclagem%20de%20latas%20de%20alumínio%20chega%20a%2099,se%20destaca%20como%20recordista%20mundial&text=O%20Brasil%20é%20recordista%20mundial,o%20maior%20volume%20da%20história>. Acesso em: 10 jul. 2024.
- MODENA PAK. **Você sabe a origem do EPS (Isopor)?** 23 maio 2018. Disponível em: <https://www.modenapak.com.br/2018/05/23/voce-sabe-a-origem-do-eps-isopor/>. Acesso em: 16 ago. 2023.
- MUNDO ISOPOR. **Como é feito o EPS Isopor?** 3 out. 2019. Disponível em: <https://www.mundoisopor.com.br/curiosidades/como-e-feito-o-eps-isopor>. Acesso em: 23 nov. 2023.
- MUNDO ISOPOR. **EPS como isolante térmico** - Mundo Isopor. 29 ago. 2016. Disponível em: [https://www.mundoisopor.com.br/inovacao/isopor-como-isolante-termico?utm\\_campaign=email03\\_fluxo\\_construcao\\_civil\\_-\\_escolher\\_eps\\_isola...](https://www.mundoisopor.com.br/inovacao/isopor-como-isolante-termico?utm_campaign=email03_fluxo_construcao_civil_-_escolher_eps_isola...). Acesso em: 4 jun. 2023.
- PUBCHEM. **Compound Summary for CID 440917, D-Limonene**, 2021 Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/D-Limonene>. Acesso em: 1 nov. 2024.
- Organização das Nações Unidas (ONU) – **Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil** - Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 05 ago. 2024.
- SANTA LUZIA. **O passo a passo da reciclagem do Isopor.** 22 fev. 2018. Disponível em: <https://www.industriasantaluzia.com.br/blog/o-passos-a-passos-da-reciclagem-do-isopor/>. Acesso em: 27 nov. 2023.
- SILVEIRA, José L.; GROTE, Zilmara V.. **Análise Energética e Exergética de um Processo de Reciclagem de Poliestireno Expandido (Isopor).** Revista Mackenzie de Engenharia e Computação, Ano 3, n. 3, p. 9-27, 2002.